PARLIAMENTARY ASSEMBLY
OF THE
COUNCIL OF EUROPE

1 July 1987 **Doc. 5748**

# REPORT

## on protecting forests[1]

**(Rapporteur : Mr BÖSCH)**

## I. Draft recommendation

**presented by the Committee on the Environment, Regional Planning and Local Authorities[2]**

The Assembly,

1. Noting with concern :

*a.* that the damage to Europe's forests is accelerating and that a growing number of species are being affected ;

*b.* that the damage sustained by forests reflects only one aspect of a deepening environmental crisis ;

*c.* that, in addition, large areas of forest in the Mediterranean regions of Europe are being destroyed by fire ;

2. Drawing urgent attention to the grave ecological and economic consequences of the process of forest dieback, by reason of :

*a.* increased soil erosion resulting in the topsoil being washed away, increased surface run-off and loosening of the root systems which hold the soil ;

1. See Doc. 5522 and Reference No. 1512 of 31 January 1986.

2. *a.* Adopted by the committee on 30 June 1987 by 27 votes to 3 and 0 abstention.

Members of the committee : Mr *Hardy (Chairman)*, Mrs *van der Werf-Terpstra*, MM. *Cuatrecasas (Vice-Chairmen)*, *Adriaensens*, *Ahrens*, *Alemyr*, *Bösch*, Mrs *Brogle-Sele*, MM. *Chenard*, *Debétaz*, *Fajardo*, Sir *Geoffrey Finsberg*, MM. *Glinavos*, *Holst*, *O. Johansson*, *Karakas*, Lord Kinnoull, MM. Konen, *Lacour*, Lanner *(Alternate : Schieder)*, Lemmrich *(Alternate : Zierer)*, *Lilaia*, Marques *(Alternate : Gama)*, *Mezzapesa*, *Mitterdorfer*, Montastruc *(Alternate : Valleix)*, *Nehrozoglu*, Papaligouras, Riesen *(Alternate : Dupont)*, Rubbi, Rumpf *(Alternate :* Mrs *Blunck)*, *Skaug*, *Steverlynck*, *Stoffelen*, Thorarinsson, Xuereb.

*N.B. The names of those who took part in the vote are printed in italics.*

*b.* See Recommendation 1060 (Standing Committee, 1 July 1987).

ASSEMBLÉE PARLEMENTAIRE
DU
CONSEIL DE L'EUROPE

1er juillet 1987 **Doc. 5748**

# RAPPORT

## sur la protection de la forêt [1]

**(Rapporteur : M. BÖSCH)**

## I. Projet de recommandation

**présenté par la commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et des pouvoirs locaux[2]**

L'Assemblée,

1. Préoccupée par le fait :

*a.* que les dommages causés aux forêts en Europe s'aggravent constamment et gagnent un nombre croissant d'essences ;

*b.* que les dégradations subies par les forêts ne représentent qu'un aspect d'une crise environnementale qui ne fait que s'étendre ;

*c.* qu'en outre de grandes zones forestières dans les régions méditerranéennes de l'Europe sont détruites par le feu ;

2. Attirant l'attention de manière pressante sur les graves conséquences écologiques et économiques du processus de la mort de la forêt en raison :

*a.* d'une érosion du sol accrue, qui entraîne un lessivage des couches superficielles du sol, avec intensification de l'écoulement superficiel et dissolution des racines qui fixent le sol ;

1. Voir Doc. 5522 et Renvoi nº 1512 du 31 janvier 1986.

2. *a.* Adopté par la commission le 30 juin 1987 par 27 voix contre 3 et 0 abstention.

Membres de la commission : M. *Hardy (Président)*, Mme *van der Werf-Terpstra*, MM. *Cuatrecasas (Vice-Présidents)*, *Adriaensens*, *Ahrens*, *Alemyr*, *Bösch*, Mme *Brogle-Sele*, MM. *Chenard*, *Debétaz*, *Fajardo*, Sir *Geoffrey Finsberg*, MM. *Glinavos*, *Holst*, *O. Johansson*, *Karakas*, Lord Kinnoull, MM. Konen, *Lacour*, Lanner, *(Remplaçant : Schieder)*, Lemmrich *(Remplaçant : Zierer)*, *Lilaia*, Marques *(Remplaçant : Gama)*, *Mezzapesa*, *Mitterdorfer*, Montastruc *(Remplaçant : Valleix)*, *Nehrozoglu*, Papaligouras, Riesen *(Remplaçant : Dupont)*, Rubbi, Rumpf *(Remplaçant :* Mme *Blunck)*, *Skaug*, *Steverlynck*, *Stoffelen*, Thorarinsson, Xuereb.

*N.B. Les noms des membres qui ont pris part au vote sont indiqués en italique.*

*b.* Voir Recommandation 1060 (Commission Permanente, 1er juillet 1987).

*b.* the loss of protection from rockfalls, landslides and avalanches afforded to human settlements and traffic routes by mountain forests;

*c.* acidification of the soil, leading to loss of biological activity in the soil and penetration of groundwater by pollutants;

*d.* disruption of the hydrological balance making lakes and rivers more acidic and thus causing a decline in the quality and volume of drinking water reserves;

*e.* damage to flora and fauna, resulting in a reduction in the number of species and genetic impoverishment, the extinction of plants and animals, an increase in pest infestation and adverse changes to the countryside;

*f.* the accumulation of damaged wood, entailing severe economic losses and higher operating costs for the forestry industry and in the long term rendering proper forest management impossible;

*g.* climatic changes, causing snow to thaw more quickly, with increased damage from flooding and a decline in filtering action;

3. Recalling its own recent initiatives in respect of action to combat air pollution and to protect forests, in particular its Recommendations 867 (1979) on long-range transboundary air pollution, 977 (1984) on air pollution and acid rain, 1006 (1985) on measures to combat the effects of air pollution, and 1045 (1986) on combating forest fires in Europe;

4. Acknowledging that the Council of Europe member states have made efforts to control the discharge of toxic substances in recent years, wishing however to have a list of relevant recommendations and action taken on them by the Committee of Ministers;

5. Pointing out, however, that the amounts of toxic substances discharged into the environment must be reduced much further and much faster in order to ward off the imminent environmental crisis,

6. Recommends that the Committee of Ministers invite the governments of the member states to take far-reaching measures to reduce environmental pollution based on:

A. The swift application of state-of-the-art technology to reduce discharges on a national and international scale, particularly by:

*b.* de la disparition de la protection des localités et voies de communication situées en aval, assurée par la forêt, contre des chutes de pierres, des coulées de boue et des avalanches;

*c.* de l'acidification du sol, avec perte de l'activité biologique du sol etpénétration de substances toxiques dans la nappe phréatique;

*d.* de la perturbation de l'équilibre hydrologique, qui entraîne une acidification des eaux, et, par conséquent, une dégradation de leur qualité, ainsi qu'une diminution des réserves d'eau potable;

*e.* du préjudice causé à la flore et à la faune, se traduisant par une diminution du nombre des espèces et un appauvrissement génétique, un dépérissement de plantes et d'animaux, une multiplication des attaques des parasites et une altération du paysage;

*f.* de l'accumulation de bois endommagé, qui entraîne d'importants dommages économiques en sylviculture et une élévation des coûts d'exploitation, et empêche, à long terme, une exploitation judicieuse de la forêt;

*g.* d'une modification climatique qui accélère la fonte de la neige, augmente les dommages imputables aux crues et réduit la fonction du filtrage;

3. Rappelant ses propres initiatives récentes relatives à la lutte contre la pollution de l'air et la protection de la forêt, notamment ses Recommandations 867 (1979) relative à la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, 977 (1984) relative à la pollution de l'air et aux pluies acides, 1006 (1985) relative aux mesures à mettre en œuvre pour combattre les effets de la pollution de l'air et 1045 (1986) relative à la lutte contre les incendies de forêt en Europe;

4. Reconnaissant que, ces dernières années, les Etats membres du Conseil de l'Europe ont déployé des efforts pour réduire les rejets de substances toxiques et souhaitant cependant disposer d'une liste de recommandations pertinentes et des suites données par le Comité des Ministres;

5. Faisant toutefois observer qu'il est nécessaire de réduire dans des proportions beaucoup plus importantes, et à plus bref délai, les substances toxiques déversées dans le milieu naturel, si l'on veut prévenir la crise écologique qui se prépare,

6. Recommande au Comité des Ministres d'inviter les gouvernements des Etats membres à prendre des mesures radicales pour réduire les rejets de substances toxiques dans l'environnement:

A. En introduisant promptement les meilleures techniques disponibles pour obtenir une réduction des rejets, au plan national comme au plan international, notamment par les moyens suivants:

*a.* fitting devices to remove sulphur and nitrogen at all power stations burning fossil fuels and shutting down power stations where these investments would be uneconomic;

*b.* applying new combustion processes (the fluidised bed process, for example) to reduce such discharges;

*c.* imposing further pollution control regulations on industry;

B. The introduction of product-related measures, including:

*a.* implementing energy-conservation plans;

*b.* discouraging scales of charges which encourage consumption as well as advertising designed to increase energy consumption;

*c.* increasing the efficiency of electrical equipment and motor vehicles;

*d.* issuing regulations to make heating installations cleaner and provide homes with better thermal insulation;

*e.* making greater use of combined heat and power, and extending district heating systems;

*f.* making greater use of alternative sources of energy;

*g.* developing alternative energy concepts;

*h.* taking action to reduce energy-consumption peaks;

*i.* establishing rational, economical and environmentally acceptable energy-utilisation guidelines in accordance with the internationally recognised need to preserve air purity;

C. The adoption of transport policy measures, including:

*a.* bringing aboutthe preparatory conditions for the marketing of unleaded petrol and for lowering the exhaust-emission limits, using the possibilities afforded by catalytic converter technology, for old as well as new vehicles;

*b.* applying much more stringent emission levels for vehicles powered by diesel engines;

*c.* applying emission levels for vehicles powered by two-stroke engines;

*d.* compelling motor manufacturers henceforth to design vehicles to run on unleaded petrol;

*a.* incorporation d'installations de désulfuration et de déazotisation dans toutes les centrales à combustible fossile, et fermeture des centrales dans lesquelles des investissements de ce genre ne sont pas rentables;

*b.* mise en service de nouvelles techniques de combustion (procédés sur lit fluidisé, etc.) pour limiter les rejets de substances toxiques;

*c.* assainissement des installations industrielles au moyen de prescriptions supplémentaires;

B. En adoptant des mesures au niveau des produits, et en particulier:

*a.* réalisation de plans d'économie d'énergie;

*b.* dissuasion de tarification de nature à favoriser la consommation, ainsi que toute publicité orientée vers le renforcement de la consommation d'énergie;

*c.* élévation du rendement des appareils électriques et des véhicules à moteur;

*d.* publication de prescriptions tendant à assainir les installations de chauffage et à renforcer l'isolation thermique des habitations;

*e.* utilisation renforcée du couplage énergie-chaleur, et développement de la fourniture de chaleur à longue distance;

*f.* utilisation accrue de sources énergétiques de remplacement;

*g.* mise au point de plans énergétiques de remplacement;

*h.* mesures tendant à faire baisser les valeurs de pointe de la consommation d'énergie;

*i.* prescription d'une utilisation de l'énergie qui soit rationnelle, économe et compatible avec l'environnement, conformément à la nécessité, reconnue internationalement, de préserver la pureté de l'air;

C. En adoptant des mesures relevant de la politique des transports, notamment:

*a.* création des conditions susceptibles de préparer la commercialisation d'essence sans plomb et l'abaissement des valeurs limites pour les gaz d'échappement, selon les possibilités de la technologie des catalyseurs, y compris pour les véhicules anciens;

*b.* l'application de valeurs limites nettement plus strictes pour les rejets occasionnés par les véhicules à moteur diesel;

*c.* application de valeurs limites pour les rejets provenant de véhicules équipés d'un moteur à deux temps;

*d.* obligation, pour l'industrie automobile, de concevoir désormais les véhicules en fonction de l'utilisation d'essence sans plomb;

*e.* introducing appropriate speed-limits in order to reduce motor vehicle emissions (100 km/h on motorways and 80 km/h on ordinary roads in Alpine regions);

*f.* taking action to reduce private transport while expanding public transport services;

*g.* promoting public transport by granting subsidies to make lower fares possible;

*h.* amending traffic regulations so as to give priority to public transport;

*i.* applying the "polluter pays" principle in determining taxes on motor vehicles;

*j.* reducing heavy road traffic by transferring more goods to the railways, reducing maximum permitted loads and banning goods traffic at night;

*k.* reducing short-distance air traffic by extending the high-speed railway system;

*l.* not extending the Alpine main road network (transversal routes, tourist routes) and restricting the construction of roads for goods traffic;

*m.* limiting heavy traffic in city centres and residential areas while simultaneously improving public transport services and developing urban traffic schemes which take substantial account of the needs of pedestrians and cyclists;

D. Appropriate economic and fiscal policy measures, including:

*a.* incentive schemes to make old-fashioned plant cleaner;

*b.* incentive schemes for energy conservation, and especially the use of "ecological" energy sources for domestic and industrial heating installations;

*c.* introducing environmental levies in order to create a viable system of incentives and deterrents, enable the "polluter pays" principle to be applied, and support production processes compatible with the environment;

*d.* introducing taxes to reduce packaging waste and banning certain products;

*e.* introducing levies on toxic substances such as sulphur dioxide, oxides of nitrogen, etc.;

*e.* introduction d'une limitation de vitesse appropriée, susceptible de réduire l'émission toxique des véhicules à moteur (dans les régions alpines à 100 km/h sur autoroute et à 80 km/h sur routes ordinaires);

*f.* mesures tendant à réduire la circulation des véhicules individuels et à développer les transports en commun;

*g.* promotion des transports en commun par des contributions financières permettant une tarification bon marché;

*h.* modification du code de la route, afin de donner la priorité aux transports en commun;

*i.* application du principe «pollueur-payeur» lors de la détermination des impôts et taxes sur les véhicules à moteur;

*j.* réduction du transport de marchandises par route par un transfert accru sur le rail et par la réduction des limites de tonnage admis ainsi que par l'interdiction de circuler la nuit;

*k.* restriction du trafic aérien sur de courtes distances, moyennant l'extension d'un réseau ferroviaire à haute performance;

*l.* volonté de ne plus construire de routes à fort débit dans l'espace alpin (transversales alpines, routes touristiques), et de limiter la construction de routes destinées au transport des marchandises;

*m.* volonté de limiter le trafic lourd dans les centres villes et dans les quartiers résidentiels et d'améliorer les transports en commun, et élaboration de plans de circulation urbains qui prennent largement en considération les besoins des cyclistes et des piétons;

D. En adoptant des mesures de politique économique et de politique fiscale, comportant essentiellement:

*a.* des programmes de promotion pour l'assainissement d'installations anciennes;

*b.* des programmes de promotion pour les économies d'énergie, notamment l'utilisation de sources énergétiques «écologiques» pour le chauffage domestique et industriel;

*c.* l'institution de taxes environnementales, afin de mettre en place un système viable d'incitations et de dissuasion, de faire en sorte que le principe «pollueurs-payeurs» puisse s'imposer, et de soutenir des procédés de production qui soient compatibles avec l'environnement;

*d.* l'institution de taxes visant à réduire les déchets provenant d'emballages, et l'interdiction de certains produits;

*e.* l'institution de taxes sur les substances toxiques, notamment sur l'anhydride sulfureux, l'oxyde d'azote, etc.;

*f.* using tax incentives to encourage the production of vehicles which cause little harm to the environment;

E. The improvement of legislation to protect the environment from toxic substances and stricter enforcement thereof, including:

*a.* amending technical standards with a view to substantially reducing the permitted emission and deposition concentrations;

*b.* setting up a network of regional air-pollution monitoring stations, extending existing networks and publishing their findings regularly;

*c.* instituting surveys to record discharges and deposition of substances and their effects in heavily polluted areas;

*d.* raising the staffing levels of authorities concerned with environmental protection;

*e.* increasing the frequency of discharge controls;

*f.* stepping up the penalties for contravening pollution-control regulations;

*g.* introducing appropriate compensation arrangements, property protection and indemnification guarantees;

*h.* establishing a general environmental compatibility inspectorate;

*i.* drawing up a plan for reducing air pollution, specifying how far it is to be reduced, within what time- limits and by what means;

*j.* improving international co-operation on studying, surveying and monitoring damage to forests;

*k.* giving stronger financial backing to the new European programme for measuring and evaluating the distribution of airborne pollution over long distances (the Geneva EMEP agreement);

*l.* collaborating more closely with the developing countries on environmental issues;

*m.* rapid implementation of Recommendation 1045 on combating forest fires in Europe, *inter alia*, by means of:

i. more intensive public information,

ii. improved surveillance of especially threatened areas and transfrontier co-operation in fighting forest fires,

*f.* l'encouragement, par des incitations fiscales, de la production de véhicules peu dommageables pour l'environnement;

E. En améliorant les mesures législatives tendant à protéger l'environnement contre des substances toxiques, et en multipliant les instruments de contrôle, notamment en favorisant:

*a.* la modification des normes techniques, afin d'abaisser notablement les concentrations autorisées, tant au stade de l'émission qu'à celui du dépôt;

*b.* la mise en place de réseaux de mesures régionaux pour la surveillance de la qualité de l'air, et l'extension des réseaux existants, ainsi que la publication régulière des valeurs mesurées;

*c.* la mise en place de cadastres pour l'enregistrement des rejets et des dépôts de substances et de leurs effets dans les zones soumises à des contraintes importantes;

*d.* le renforcement des effectifs des services s'occupant de la protection de l'environnement;

*e.* l'intensification des contrôles périodiques des rejets;

*f.* l'aggravation des sanctions pénales réprimant les infractions écologiques;

*g.* des dispositions appropriées en matière d'indemnisation, une protection de la propriété et une garantie de dédommagement;

*h.* la mise en place d'une surveillance générale de la compatibilité avec l'environnement;

*i.* l'élaboration d'un plan sur la réduction des substances qui compromettent la qualité de l'air, plan qui indiquerait dans quelles proportions, dans quels délais et par quels moyens l'on se propose de réduire la pollution de l'air;

*j.* l'amélioration de la coopération internationale pour l'étude, le recensement et la surveillance des dommages subis par les forêts;

*k.* un appui financier accru au programme européen en cours sur la mesure et l'évaluation de la propagation sur de longues distances, de substances provoquant la pollution de l'air (Convention de Genève EMEP);

*l.* le renforcement de la collaboration avec les pays en voie de développement en ce qui concerne les questions écologiques;

*m.* mise en œuvre rapide de la Recommandation 1045 relative à la lutte contre les incendies de forêt en Europe notamment par:

i. l'intensification de l'information du public,

ii. l'amélioration de la surveillance de zones particulièrement menacées, et coopération transfrontalière pour la lutte contre des incendies de forêts,

iii. an increase in the funds made available for reafforestation operations;

F. The establishment of a European environment fund the aim of which would be to:

*a.* provide lower-cost funding for investment in environment protection,

*b.* provide financial support for reafforestation projects in devastated forest areas;

G. The preparation of a European convention on soil protection which would, *inter alia*, provide a basis for a reafforestation policy in Europe.

## II. Explanatory memorandum
**by Mr BÖSCH**

1. *Introduction*

"Man has a fundamental right to freedom and proper living conditions in an environment conducive to a life of dignity and well-being. He has the solemn duty to conserve and enhance the environment for this generation and generations to come." (First principle of the United Nations Conference on the Environment of June 1972.)

If we do not wish to abandon this goal forever, we must recognise the dangers threatening the biosphere. The earth is plunging more and more deeply into ecological crisis. It is like a vessel full to overflowing because the biosystems' ability to cope with pollution is exhausted.

The example of the dying forests shows that the limits of nature's resistance have been reached. We are not only depleting the reserves of this planet and thus the inheritance of our children and grandchildren, we are also contaminating their environment irreversibly.

1.1. *350 million-year-old forests*

Forests originated 350 million years ago and represent one of man's main sources of raw materials and food. They are of irreplaceable value. With their special character they add variety to the earth's vegetation. Since the development of human settlements about 20 000 to 10 000 years ago in Central Europe, forests have undergone many changes.

Most of our trees evolved during the early tertiary period, approximately 65 million years ago. Red beeches, poplars, elms, birches, pines and

iii. l'augmentation des moyens financiers mis à la disposition des opérations de reboisement;

F. En instituant un Fonds européen pour l'environnement, ayant pour objet:

*a.* le financement, à un coût avantageux, d'investissements en matière de protection de l'environnement,

*b.* le soutien financier aux projets de reboisement de zones forestières dévastées;

G. En élaborant une convention européenne pour la protection des sols assurant notamment une base pour une politique du reboisement en Europe.

## II. Exposé des motifs
**par M. BÖSCH**

1. *Introduction*

«L'homme a un droit fondamental à la liberté et à des conditions de vie appropriées dans un environnement ainsi fait qu'il permette de vivre dans la dignité et la prospérité. Il a le devoir solennel de sauvegarder et d'améliorer l'environnement pour la génération présente et les générations à venir.» (Premier principe de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement — juin 1972.)

Si l'on ne veut pas renoncer pour toujours à cet objectif, il est nécessaire d'identifier les dangers qui menacent la biosphère. Car la terre tombe chaque jour davantage dans une crise écologique. Elle ressemble à un récipient plein qui déborde parce que les biosystèmes n'ont plus la capacité de compenser le préjudice causé par les substances toxiques.

L'exemple de la mort de la forêt montre qu'on a atteint le seuil de saturation. Non seulement nous pillons les réserves de la planète, et par conséquent l'héritage de nos enfants et de nos petits-enfants, mais nous contaminons de manière irréversible leur cadre de vie.

1.1. *Une biocénose de 350 millions d'années*

La forêt, qui a fait son apparition voici 350 millions d'années, est l'une des principales sources de matières premières et de nourriture de l'humanité. Rien ne saurait la remplacer. En tant que formation végétale particulière, la forêt confère à la végétation terrestre un caractère varié; elle a d'ailleurs connu de multiples transformations depuis que l'homme s'est installé dans la partie centrale de l'Europe, il y a de cela entre 10 000 et 20 000 ans.

Nos arbres ont fait leur apparition essentiellement au début du tertiaire, c'est-à-dire il y a environ 65 millions d'années. A cette époque, il y

conifers were already in existence then. Subtropical plants stopped growing in our latitudes in the late tertiary period about 14 million years ago and became confined to North and South America and East Asia. The present forests originated after the last ice age, that is to say roughly 10 000 years ago.

1.2. *The steady decline of woodland*

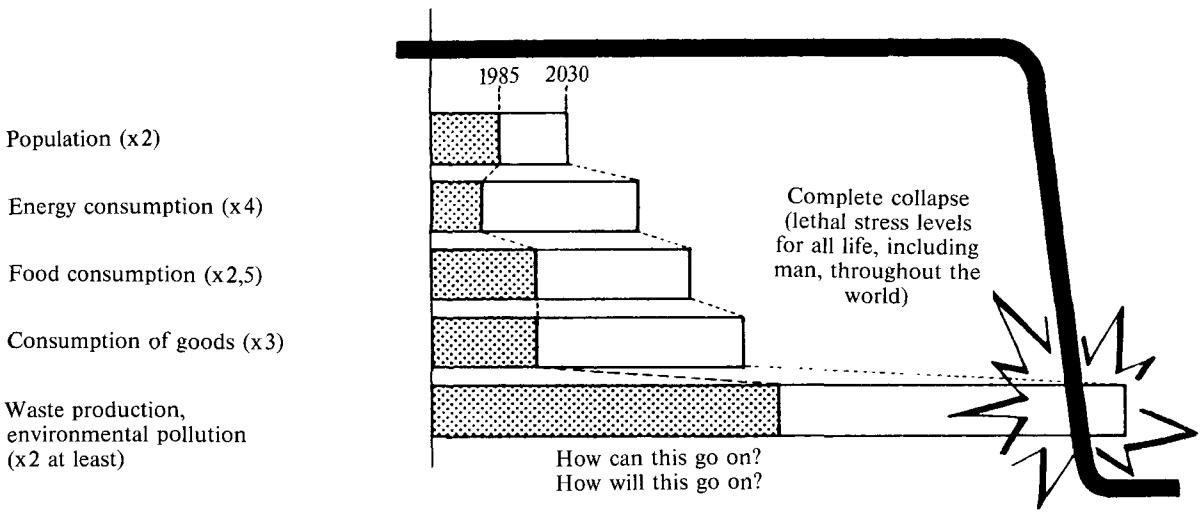
The forested areas of the earth and especially the rain forests are continually decreasing. A United Nations study reported that approximately 60 000 km$^2$ of tropical forest are felled or cleared each year.

avait déjà des hêtres rouges, des peupliers, des ormes et des bouleaux, ainsi que des pins et d'autres résineux. A la fin du tertiaire, il y a quelque 14 millions d'années, les plantes subtropicales ne poussent plus dans nos régions ; elles se replient en Amérique du Nord et en Amérique du Sud, ainsi qu'en Asie orientale. Les forêts actuelles sont nées après la dernière période glaciaire, c'est-à-dire il y a environ 10 000 ans.

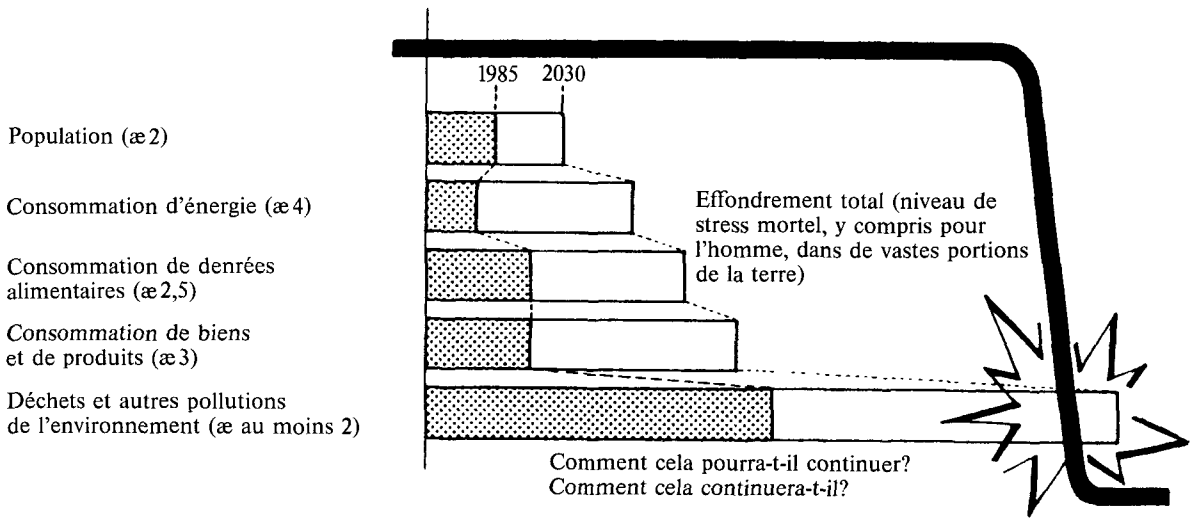
1.2. *Le peuplement forestier diminue constamment*

L'ensemble du peuplement forestier de la planète, et notamment la forêt ombrophile, se rétrécit constamment. Selon une étude des Nations Unies, quelque 60 000 km$^2$ de forêts vierges tropicales sont défrichées ou nivelées chaque année.

**Vitality curve of the planet Earth (graph)**




**Courbe de vitalité de la planète Terre (graphique)**



The American social biologist Edward O. Nilson believes that the associated mass extinction of animal species constitutes a disaster of at least the same proportions as the one which occurred at the end of the dinosaurian era, when 60 to 80 % of the land organisms disappeared from the face of the planet. Sixty-five million years ago the catastrophe may have been caused by giant meteorites or comets, but today it is the work of man. In the first world, in the Third World, in every continent, the ecosystems are falling victim to the unremitting destruction created by economic expansion.

2. *The European forests*

In our latitudes, forests make a crucial economic and ecological contribution to meeting the fundamental requirements of our way of life.

Economically, they are important as suppliers of timber, the raw material on which the wood-processing industry depends, and as self-replenishing suppliers of fuel. Ecologically, they fulfil four main functions:

*a.* Protecting the soil and the countryside:

Healthy trees protect the soil from erosion. The roots compact the earth and prevent the soil from being washed away.

*b.* Protecting the water supply:

Precipitation is filtered and cleansed by forests and stored in numerous underground hollows. This ensures a reliable and uniform water supply. Pure water is pumped from forest areas to millions of consumers.

*c.* Protecting the climate:

Forests have a moderating effect on the climate; they prevent climatic extremes and act as windbreaks. In hot weather cool breezes blow from the forests. They are places where people can experience nature in very personal ways.

*d.* Filtering effect:

Forests filter toxic particles from the air. If these substances become too concentrated, however, the forests themselves are damaged and may eventually die.

La destruction massive d'espèces animales qui résulte de telles opérations représente, selon le socio-biologiste américain Edward O. Nilson, une catastrophe d'une ampleur au moins égale à celle qui s'est produite à la fin de l'ère des dynosaures, où l'on vit disparaître entre 60 et 80 % des êtres vivants terrestres de la planète, ce qui a été provoqué, peut-être, voici 65 millions d'années, par l'impact de météorites géants ou par des comètes, l'est aujourd'hui par la main de l'homme. Sur tous les continents, chez nous comme dans le tiers monde, les habitats naturels sont victimes de l'irrésistible œuvre de destruction imputable à l'expansion économique.

2. *La forêt européenne*

La forêt joue un rôle fondamental, sous nos latitudes, du point de vue économique, et surtout du point de vue écologique, pour garantir les bases de notre existence.

Sur le plan économique, elle est pourvoyeuse de matière première pour les industries de travail du bois, et elle est en même temps source énergétique qui se reconstitue constamment. Les fonctions écologiques concernent, pour l'essentiel, quatre secteurs:

*a.* Protection des paysages et du sol:

Une forêt en bonne santé protège le sol vis-à-vis des dommages causés par l'érosion; les racines maintiennent la cohésion de la terre, empêchant ainsi le lessivage du sol.

*b.* Protection de l'eau:

La forêt filtre et nettoie l'eau de pluie, qu'elle retient dans les nombreuses alvéoles du sol. Cette fonction garantit un approvisionnement en eau régulier et satisfaisant. Les régions forestières fournissent une eau potable à des millions de personnes.

*c.* Protection du climat:

La forêt a un effet régulateur sur le climat; elle adoucit les températures extrêmes et freine le vent. Les jours de grande chaleur, la forêt nous envoie un air frais et pur. Elle nous offre un véritable «bain» de nature.

*d.* Fonction de filtrage:

La forêt filtre les composants toxiques de l'air. Mais si ceux-ci atteignent une certaine concentration, c'est la forêt elle-même qui est endommagée, et qui peut, par la suite, mourir.

2.1. *Risks to forested areas*

The growth of industrialisation in Europe, especially in recent decades, has created a variety of environmental hazards including air, water and soil pollution. Because they are long-lived ecosystems, forests are particularly vulnerable to these hazards.

Dying trees are found on a large scale in countries with above-average atmospheric pollution.

Czechoslovakia is the hardest-hit country in Europe. Of the 350 000 ha of forests in and around the Erz mountains, 40 000 ha have been completely destroyed and another 40 000 are so badly damaged that they are expected to die. The trees above 800 m are very badly affected; a disaster of immense proportions is taking place at these altitudes.

Over large expanses trees have died or dying trees have been felled because of infestation by pests. The landscape is reminiscent of a deserted battlefield and has turned into a wide, rolling plain in which only a few beeches and rowan trees have survived. Any remnants of conifers still standing resemble skeletons — they have no green needles and their bark has peeled away. Almost the whole of the northern Bohemian forest is considered to have been damaged by emissions. The Polish and East German areas bordering on Czechoslovakia are similarly affected.

Hungary, Bulgaria, Romania, Greece, Spain and Portugal have also recorded marked damage. The Ardennes mountains in Belgium are severely affected.

Up to now, the main threat to the environment in Northern Europe has been acid deposition in lakes and rivers, which has seriously harmed plant and wildlife, but it is now feared that the trees are dying there too.

2.2. *Nature and function of protective forests*

Protective forests include:

*a.* forests growing under harsh conditions in exposed positions at high altitudes in the Alps and Mittelgebirge (central massif) where reafforestation is impossible or extremely expensive;

2.1. *Le danger qui pèse sur le peuplement forestier*

En Europe, le développement industriel, et plus particulièrement l'accélération de ce développement au cours des dernières décennies, a entraîné divers types de nuisances pour l'environnement. Ces nuisances se traduisent notamment par la pollution de l'air, de l'eau et du sol; cette pollution affecte particulièrement la forêt, écosystème qui vit longtemps.

Les dommages subis par la forêt s'observent à une grande échelle dans les pays où les concentrations de substances toxiques dans l'air sont supérieures à la moyenne.

Aucun autre pays d'Europe n'est touché aussi durement par le dépérissement de la forêt que la Tchécoslovaquie. Sur les 350 000 ha de forêt que comptent les monts métallifères et les zones avoisinantes, 40 000 ha sont totalement détruits et 40 000 autres sont si fortement endommagés que leur dépérissement paraît inéluctable. Les zones particulièrement touchées sont celles dont l'altitude est supérieure à 800 m. Ce qui est en train de se passer dans ces zones-là est une véritable catastrophe écologique.

Sur de grandes superficies, la forêt est morte ou a été mise en coupe rase juste avant de mourir à cause des parasites. Le paysage ressemble à un champ de bataille abandonné. Il est devenu une vaste steppe à monticules, dans laquelle n'ont pu survivre que quelques hêtres et quelques sorbiers. Là où subsistent des résineux, les arbres ressemblent à des squelettes; ils ont perdu leurs aiguilles vertes et leur écorce. On considère que la quasi-totalité de la forêt du Nord de la Bohême est touchée par les rejets de substances toxiques. Les zones qui, en Pologne et en République Démocratique Allemande, sont limitrophes de la Tchécoslovaquie sont aussi touchées que les forêts du Nord de la Bohême.

On signale également des dommages caractérisés affectant les forêts de Hongrie, de Bulgarie et de Roumanie, et aussi de Grèce, d'Espagne et du Portugal. En Belgique, la forêt des Ardennes serait gravement atteinte.

En Europe du Nord, où l'on a constaté, dans le passé, que les eaux, essentiellement, étaient victimes de l'acidification — avec de graves conséquences pour la faune et la flore — on redoute aussi, désormais, des dommages pour les forêts.

2.2. *Nature et fonction de la forêt de protection*

Font partie de la forêt de protection:

*a.* Les forêts situées en altitude et sur les crêtes des Alpes et des montagnes moyennes, qui croissent dans des conditions extrêmes, et pour lesquelles tout reboisement est impossible, ou n'est envisageable qu'à un coût exorbitant;

*b.* forests that ward off specific hazards, such as forests growing on soil liable to erosion or on steep slopes. These protect human settlements and traffic routes from mudflows, landslides and avalanches.

2.3. *Effects of the threatened decline of protective forests*

2.3.1. Ecological effects

*a.* Contamination and impoverishment of the soil:

Acid rain is the chief cause of soil pollution. It reduces the biological activity of the soil, as a result of which root fungi and hair roots are destroyed. Starved of nourishment, trees shed their leaves or needles;

*b.* Pollution of lakes and rivers:

The entire fish population of ten thousand lakes in the mountains of Scandinavia has been killed by wind-borne pollution from the United Kingdom.

*c.* Impoverishment of the vegetation:

This causes the death of species with specialised requirements and destroys trees' propagation and rejuvenation abilities.

*d.* The forest's ecosystem is being undermined at the ground, scrub, undergrowth and tree levels. In this phase of instability a few extreme factors are sufficient to bring about complete collapse within a year.

2.3.2. Effects on forestry

*a.* Woodlands especially adapted to certain sites that fulfil useful protective functions are dying;

*b.* Long-term planning has become impossible since tall trees and trees resistant to harsh climates and insects are particularly vulnerable to emissions precisely because their high treetops act as very effective filters;

*c.* Reafforestation of bare ground is difficult if not impossible due to soil pollution;

*d.* Less wood is available because ailing and almost bare trees only have limited growth potential. This is leading to a marked decline in timber production;

*b.* les forêts qui sont en mesure d'assurer une protection contre tel ou tel danger; par exemple, les forêts qui occupent une zone menacée par l'érosion ou un terrain à forte déclivité et qui protègent les localités et les voies de communication vis-à-vis des coulées, des éboulements et des avalanches.

2.3. *Conséquences de la disparition — qui menace de survenir — de la forêt de protection*

2.3.1. Conséquences écologiques

*a.* Empoisonnement du sol et appauvrissement en substances nutritives:

Le principal responsable est ce que l'on appelle la «pluie acide», qui provoque un empoisonnement du sol, et, par conséquent, une diminution de son activité biologique (destruction des champignons, des racines, dépérissement des racines fines); les arbres perdent alors leurs aiguilles ou leurs feuilles par dessèchement.

*b.* Pollution des lacs et des cours d'eau:

Dans les montagnes scandinaves, les poissons de dix mille lacs sont d'ores et déjà tous morts, sous l'effet de substances toxiques en provenance de Grande-Bretagne.

*c.* Appauvrissement de la végétation:

Cela peut aller jusqu'à la mort d'espèces exigeantes, et la perte de la faculté germinative et régénérative de certaines essences.

*d.* Destruction de la forêt en tant qu'écosystème aux niveaux de la terre, de l'herbe, des arbrisseaux et des arbres: dans cette phase d'instabilité, un petit nombre de facteurs extrêmes sont suffisants pour provoquer, en l'espace d'une année, un effondrement total.

2.3.2. Conséquences pour la sylviculture

*a.* Dépérissement de forêts localement adaptées, qui sont productives et capables de jouer leur rôle de protection;

*b.* Plus de planification à long terme, étant donné que les arbres à longue cime, qui ont la capacité de résister au climat et aux insectes, sont particulièrement menacés vis-à-vis des substances toxiques par leur longue cime à forte capacité de filtrage;

*c.* Difficulté, voire impossibilité, de reboiser les surfaces dénudées, notamment en raison de l'empoisonnement du sol qui continue;

*d.* Perte de l'accroissement et régression du stock, étant donné que les arbres malades et qui ont plus ou moins perdu leurs aiguilles ne produisent qu'un accroissement limité, de sorte que la production de bois est en forte régression;

*e.* Attacks by insects and fungi are on the increase because a continual check cannot be kept on individual trees dying slowly over a wide area which leads to the spread of pest infestation.

2.3.3. Loss of the protective function

*a.* Greater risk of landslides because forests are less dense and no longer act as effective screens;

*b.* Increased erosion (mudflows, land subsidence) as surface soil is washed away;

*c.* Greater danger of flooding because more water drains away and peak amounts are greater;

*d.* Greater risk of avalanches because forests are less dense and there are fewer tree trunks to obstruct avalanches originating at higher elevations;

*e.* Extension of the areas at risk in the vicinity of mountain streams and avalanches because the surrounding woodland can no longer contain them so effectively or so rapidly. Greater risk of flooding in the lower reaches of rivers;

*f.* Risks to the infrastructure:

Villages, roads, railway tracks and telephone lines are increasingly at risk and cannot be adequately protected. This means that in winter especially, and in bad weather in summer too, these areas are unsafe for habitation and transport;

*g.* Abandonment of permanent settlements:

Increasingly, the inhabitants of mountain farms, hamlets and even villages are having to be resettled either temporarily or permanently. The consequences of uprooting the farmers who have been living on the mountain slopes for centuries are barely forseeable.

2.3.4. Risks to the forests' social functions

*a.* Acid rain is destroying the biotopes of plant and wildlife, thus reducing their variety and leading to the impoverishment of species;

*b.* The loss of water storage capacity, combined with topsoil pollution and irregular water flows, is endangering the quantity and quality of spring water;

*e.* Augmentation du danger lié aux insectes et aux champignons, car la mort lente, sur de grandes superficies, d'arbres individuels qu'on ne peut pas contrôler constamment se traduit par une progression des attaques de parasites.

2.3.3. Perte des fonctions de protection

*a.* Accroissement du risque de chutes de pierres, du fait que les forêts de protection ne constituent plus un écran assez dense;

*b.* Accroissement des érosions (coulées, affouillements), par suite de l'augmentation de l'écoulement superficiel;

*c.* Augmentation du risque de crues, par suite de l'accroissement de l'écoulement et de l'élévation des valeurs de pointe;

*d.* Accroissement du risque d'avalanches: avalanches en forêt, par suite de la diminution du nombre de troncs et de la réduction de l'effet de frein en présence d'avalanches se déclenchant en amont;

*e.* Agrandissement des zones de danger dans l'aire d'alimentation des torrents et les couloirs d'avalanches; efficacité limitée des travaux de protection contre les torrents et les avalanches, travaux qui interviennent trop tardivement. En même temps, fort accroissement du risque de crues dans la partie inférieure des cours d'eau;

*f.* Risques pour les infrastructures:

Les villages, les routes, les chemins de fer, les lignes téléphoniques sont exposés à des dangers croissants et ne peuvent plus être suffisamment protégés; il arrive par conséquent, surtout en hiver, mais aussi en été, dans le cas de conditions météo extrêmes, qu'on ne puisse plus habiter sur place ni circuler;

*g.* Exode rural:

Un nombre croissant de fermes de montagne, de hameaux, voire de villages entiers, doivent être évacués, temporairement ou définitivement. Le déracinement d'une population d'agriculteurs de montagne établie depuis des siècles a des conséquences quasiment incalculables.

2.3.4. Dangers pour les fonctions sociales

*a.* L'appauvrissement des espèces et la perte des biotopes pour la faune et la flore sont les conséquences des «pluies acides»;

*b.* Menaces quantitatives et qualitatives pesant sur le débit des sources, du fait de la diminution de la capacité de stockage, de l'empoisonnement du sol superficiel, et d'un apport d'eau irrégulier;

*c.* Increased erosion is causing water reservoirs to silt up;

*d.* The centuries-old character of the Alpine landscape is being spoilt;

*e.* Problems have arisen for town and country planning authorities. The disappearance of protective forests is invalidating current planning and making long-term development programmes impossible.

3. *The situation in various countries*

3.1. *Federal Republic of Germany*

3.1.1. Methods used to assess damage

Assessments of forest damage are based on a mathematical and statistical sampling procedure that is carried out between July and early September, this being the best time of year to examine the condition of all the different tree species simultaneously. Tree damage is essentially graded in accordance with two criteria: the relative loss of needles or leaves and the degree of discoloration of needles or leaves.

The following sampling procedure is used:

*a.* The intersections of a 4 × 4 km grid system based on Gauss-Krüger co-ordinates are used as sampling points;

*b.* A certain number of trees are selected at each sampling point in accordance with a systematic procedure, based on the intersection of the co-ordinates;

*c.* The condition of each tree is recorded. Visual assessment of the relative loss of needles or foliage is performed in 5 % steps. The degree of discoloration is assessed in four steps.

*d.* Trees are initially graded on a five-point scale on the basis of needle/leaf loss as follows:

| Grade of damage | Leaf/needle loss |
|---|---|
| 0: no visible damage | up to 10 % |
| 1: slight damage | 11 – 25 % |
| 2: moderate damage | 26 – 60 % |
| 3: severe damage | over 60 % |
| 4: dead | dead |

*c.* Accélération de l'atterrissement des réservoirs d'eau utile et d'eau potable, du fait de l'accroissement de l'érosion;

*d.* Destruction des caractéristiques qui marquent, depuis des siècles, le paysage alpin;

*e.* Difficultés d'aménagement et de développement. Faute de forêts de protection, les plans effectués à ce jour deviennent illusoires, et il n'est plus possible d'établir des plans de développement à long terme.

3. *Le point de la situation, pays par pays*

3.1. *République Fédérale d'Allemagne*

3.1.1. Bases méthodologiques de la détermination des dommages

Les enquêtes sur les dommages subis par les forêts se fondent sur des sondages sélectionnés dans une optique mathématico-statistique. L'investigation a lieu de la mi-juillet au début de septembre. C'est la période la plus favorable pour un recensement simultané des dommages touchant toutes les essences. L'affectation aux divers degrés d'endommagement a été faite essentiellement en fonction de deux critères, à savoir la perte relative d'aiguilles ou de feuilles et le degré de jaunissement des aiguilles ou des feuilles.

Il convient de souligner les critères suivants:

*a.* Les points de sondage correspondent aux points d'intersection d'un quadrillage de 4 km sur 4, orienté sur les coordonnées Gauss-Krüger;

*b.* à chaque point de sondage on sélectionne un certain nombre d'arbres d'après un procédé systématique, à partir du point d'intersection des coordonnées;

*c.* on enregistre l'état de chaque arbre d'échantillonnage. L'évaluation visuelle de la déperdition de feuilles ou d'aiguilles se fait sur la base d'un barème de valeurs en pourcentage comprenant cinq catégories. Pour le degré de jaunissement on distingue quatre catégories;

*d.* la répartition des échantillons entre les cinq catégories d'endommagement intervient tout d'abord en fonction des pertes d'aiguilles ou de feuilles, selon le schéma suivant:

| Catégorie | Perte de feuilles/d'aiguilles |
|---|---|
| 0: pas de symptômes d'endommagement | ⩽ 10 % |
| 1: légèrement atteints | 11 – 25 % |
| 2: moyennement atteints | 26 – 60 % |
| 3: fortement atteints | plus de 60 % |
| 4: morts | morts |

If a sample tree displays moderate or severe yellowing it is assigned a higher grade on the basis of the following cross reference table:

| Grade of damage based on needle/ leaf loss | Proportion of yellow needles/ leaves (grade of yellowing) | | |
|---|---|---|---|
| | 1 (11-25 %) | 2 (26-60 %) | 3 (61-100 %) |
| | Final classification | | |
| 0 | 0 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 |

Thus, trees initially placed in grade 2 because of the extent of their needle/leaf loss but which are found to display 26-60 % yellowing of needles/leaves (yellowing grade 2) are finally classed as grade 3.

3.1.2. Developments between 1983 and 1986

Between 1983 and 1984, the percentage of damaged woodland rose from 34 to 50 %, and in the succeeding years by a further 2 % per annum. This means that, by 1986, 54 % of the forests' vitality was impaired (grades 1 to 4) corresponding to a total area of approximately 4 million ha. Roughly

Si un arbre d'échantillonnage présente un jaunissement moyen ou important, on l'affecte à une catégorie supérieure, en appliquant le barème suivant:

| Catégorie, en fonction de la perte d'aiguilles/de feuilles | Proportion du manteau touchée par le jaunissement (catégorie de jaunissement) | | |
|---|---|---|---|
| | 1 (11-25 %) | 2 (26-60 %) | 3 (61-100 %) |
| | Catégorie définitive | | |
| 0 | 0 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 |

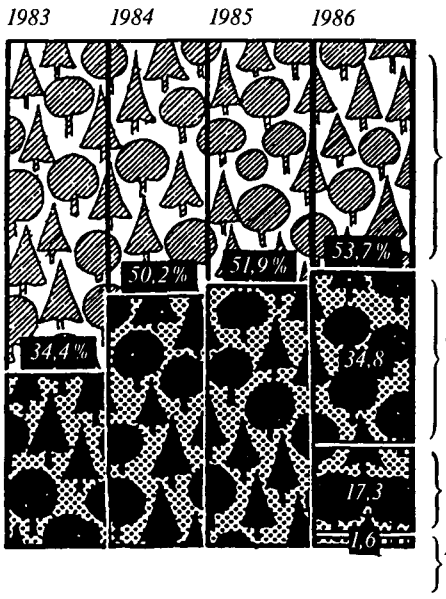
Par exemple, un arbre qui, compte tenu de sa déperdition d'aiguilles ou de feuilles, entre dans la catégorie 2, mais qui présente en outre un jaunissement de 26 à 60 % (catégorie de jaunissement 2), est affecté en fin de compte à la catégorie 3.

3.1.2. Evolution de la situation entre 1983 et 1986

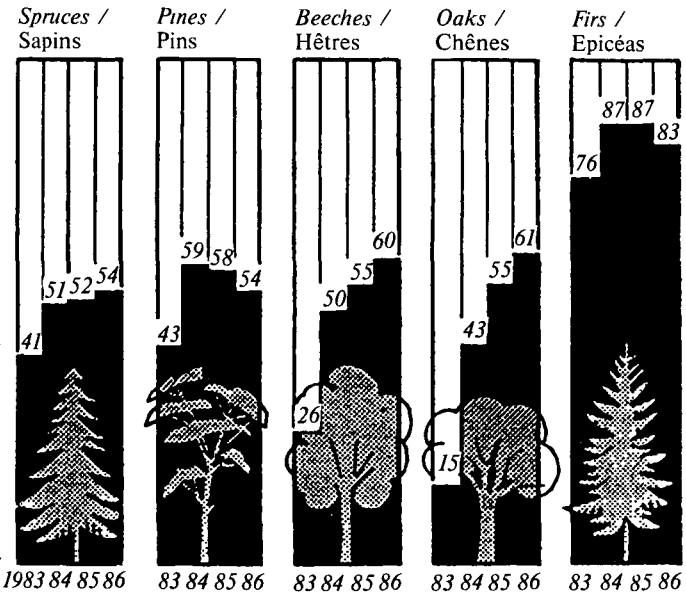
De 1983 à 1984, le pourcentage de surface forestière endommagée est passé de 34 à 50 %; au cours des années suivantes on observe encore une progression de 2 %. Par conséquent, il apparaît qu'en 1986, 54 % de la superficie forestière, soit au total environ 4 millions d'hectares, étaient affectés

***Damage statistics* / Dommages subis**

*Total forest areas /*
Par l'ensemble des surfaces forestières




*Forests containing /*
Par les surfaces forestières composées des essences suivantes




*(1983: not entirely comparable with other years)*
(L'année 1983 ne peut être comparée aux autres années que dans certaines limites)
Source: BMELF

Source: Die Zeit/Globus

19 % of the forests are moderately to severely damaged (grades 2 to 4).

3.1.3. The state of health of individual species of tree

Damage to coniferous trees is no longer developing as fast as it was, but there has been a substantial spread of disease among deciduous trees. Spruce trees occupy an intermediate position. While the area found to be blighted has increased due to a rise in the number of slightly diseased trees, the incidence of moderate and severe damage has actually declined.

In consequence of the increasing deterioration of beeches and oaks these two species are now affected worse than pines and spruces, 60 % and 61 % respectively of the former being reported as damaged as against 54 % of the latter. Fir trees are still far and away the most severely diseased species.

There continues to be a marked discrepancy between Northern and Southern Germany. Baden-Württemberg and Bavaria are the worst hit, with damage rates of 65 % and 64 % respectively. There has been little change in regional distribution since last year. With one exception, over 50 % of the woodlands south of a line from Saarbrücken to Fulda are decaying. While pines are showing some signs of recovery, the condition of beeches and oaks has deteriorated in most places.

It should be borne in mind when analysing these results that the weather was favourable in 1984 and 1985 and not unduly favourable in most parts of the country in 1986, yet the situation has not improved. The deterioration in the health of oaks and beeches is a cause for concern, as is the high level of damage to trees in general. Following a marked growth in damage to oak trees between 1984 and 1985 (+12 %), a further increase in the affected stands (grades 1 to 4) totalling 5,5 % has been observed. 61 % of oaks are thus now diseased or debilitated. Moderate and severe damage has risen by 3 % and hence accounts for a major share of this development. After firs, oaks are now the most badly affected species overall (grades 1 to 4) and have the third highest incidence of moderate to severe damage (grades 2 to 4).

The area of damaged beech woods (grades 1 to 4) grew by 5,5 %, to 60 %, moderate and severe damage (+4 %) constituting virtually all of this increase.

dans leur vitalité (catégories 1 à 4). Environ 19 % de la superficie forestière présentaient des dommages moyens ou importants (catégories 2-4).

3.1.3. Evolution de la situation, par essence

On observe un ralentissement de la progression des dommages parmi les résineux, et un accroissement considérable des dommages parmi les feuillus. Le sapin occupe une position intermédiaire. Le nombre d'arbres atteints a légèrement augmenté, mais les dommages moyens et importants sont plutôt en régression.

Chez les hêtres et les chênes, la superficie endommagée est respectivement de 60 % et 61 %; ces deux essences sont ainsi, pour la première fois, plus fortement touchées que le pin et le sapin (54 % chacun). L'épicéa demeure l'essence qui est, de loin, la plus endommagée.

D'autre part, on observe un net écart entre le nord et le sud. C'est dans le Bade-Wurtemberg et en Bavière que les dégâts sont les plus étendus — respectivement 65 % et 64 %. Par rapport à l'année dernière, la répartition régionale des dommages ne s'est pas sensiblement modifiée. Ajoutons que toutes les régions situées au sud de la ligne Sarrebruck-Fulda sont, à une exception près, touchées à plus de 50 %. Si l'on observe une légère amélioration pour les pins, en revanche, la situation des hêtres et des chênes s'est détériorée dans la plupart des régions.

Dans l'évaluation des résultats, il faut tenir compte du fait qu'en dépit de conditions atmosphériques propices pour la forêt en 1984 et 1985, et bien que les conditions météo aient été normales dans de vastes portions du territoire fédéral en 1986, les dommages, dans l'ensemble, n'ont pas diminué. Particulièrement préoccupante est la dégradation de l'état des chênes et des hêtres, deux essences qui sont fortement atteintes. En ce qui concerne le chêne, la forte progression observée de 1984 à 1985 (+12 %) a été suivie d'un nouvel accroissement — de 5,5 % — des surfaces touchées (catégories 1 à 4). Ainsi, 61 % des surfaces plantées de chênes sont endommagées ou amoindries dansleur vitalité. Les dommages moyens et importants, qui ont progressé de 3 %, sont les principaux responsables de cette évolution. Ainsi, le chêne, toutes essences confondues, vient en seconde position — après l'épicéa — pour le degré d'endommagement (catégories 1 à 4), et en troisième en ce qui concerne les dégâts moyens et importants (catégories 2-4).

Dans les hêtraies, la superficie endommagée (catégories 1 à 4) a augmenté de 5,5 %, pour atteindre 60 %. Cette dégradation est imputable presque exclusivement aux dommages moyens et importants (+ 4 %).

The condition of spruces continued to deteriorate in some regions only, whereas the incidence of moderate and severe damage actually lessened in others. Nevertheless, the high proportion of spruces displaying moderate to severe damage (22 %) is still alarming.

Damage to pine stands decreased by 3,5 % to 54 % and improvements also occurred in the moderate to severe damage grades. The area showing grade 2 to 4 damage fell by 2,5 %, to 14,5 %. When analysing these results it should, however, be borne in mind that the production of needles is considerably slower in pines than in other coniferous trees. On average, pines only have three generations of needles at any one time, so an improvement in one generation has a proportionally greater effect than it has in trees with a larger number of generations of needles (for example, spruces which have seven and firs which have approximately twelve).

Firs are by far the most severely blighted trees. 83 % of fir stands show some symptoms of damage (grade 1 to 4) and 61 % are in the moderate to severe category. The area affected declined for the first time, falling by 4 % and 6 % respectively. The condition of trees over 60 years old improved by 13 %.

A comparison of the main species of tree indicates that deciduous trees are now giving even greater cause for concern than conifers. Showing damage of 60 % and 61 % respectively, beeches and oaks are now worse affected than spruces and pines which both have a 54 % damage rate.

*Damaged forest areas in 1985 and 1986 broken down by species of tree*

| Species | As a percentage of tree species area | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Grades of damage 2+3+4 | | | Grades of damage 1+2+3+4 | | |
| | 1985 | 1986 | Change 1985–86 | 1985 | 1986 | Change 1985–86 |
| Spruce | 23,9 | 21,7 | −2,2 | 52,2 | 54,1 | +1,9 |
| Pine | 17,0 | 14,5 | −2,5 | 57,5 | 54,0 | −3,5 |
| Fir | 66,7 | 60,5 | −6,2 | 87,3 | 82,9 | −4,4 |
| Beech | 14,5 | 18,9 | +4,4 | 54,6 | 60,1 | +5,5 |
| Oak | 16,4 | 19,5 | +3,1 | 55,3 | 60,7 | +5,4 |
| Other | 7,9 | 9,7 | +1,8 | 30,6 | 34,2 | +3,6 |
| Total | 19,2 | 18,9 | −0,3 | 51,9 | 53,7 | +1,8 |

En ce qui concerne les sapins, la dégradation ne s'est accentuée que dans quelques régions. Ailleurs, on constate des améliorations au niveau des dommages moyens et importants. Malgré tout, il est préoccupant de constater que les dommages moyens et importants continuent de sévir dans une fraction notable de la superficie des sapinières (22 %).

En ce qui concerne le pin, les surfaces endommagées ne représentent plus que 54 %, soit une diminution de 3,5 %. On observe également des améliorations au niveau des dommages moyens et importants. Les surfaces entrant dans les catégories 2 à 4 ne représentent plus que 14,5 %, soit une diminution de 2,5 %. Mais pour l'évaluation des résultats, il faut tenir compte du fait que le pin connaît un nombre de cycles de renouvellement des aiguilles bien inférieur au nombre de cycles d'autres résineux. Ce nombre est, en moyenne, de trois. De sorte que des améliorations observées sur un cycle se traduisent, dans le cas du pin, par un pourcentage plus élevé que ce ne serait le cas pour des essences ayant davantage de cycles (environ sept cycles pour le sapin, et environ douze pour l'épicéa).

L'épicéa est, de loin, l'essence qui est la plus fortement endommagée. 83 % de la superficie plantée d'épicéas présentent des symptômes d'endommagement (catégorie 1 à 4); 61 % sont moyennement ou fortement touchés. Pour la première fois, on a observé une réduction des superficies atteintes (respectivement de 4 % et 6 %). Dans les peuplements de plus de 60 ans d'âge, les dommages ont diminué de 13 %.

En ce qui concerne les dégâts subis par les principales essences, on note une accentuation du transfert en direction des feuillus. Les hêtres et les chênes, touchés respectivement à 60 % et 61 %, sont nettement plus endommagés que les sapins et les pins (54 %).

*Etat des forêts en 1985 et 1986, ventilé par essence*

| Essence | En pourcentage de la surface occupée par l'essence considérée | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Catégories 2+3+4 | | | Catégories 1+2+3+4 | | |
| | 1985 | 1986 | Evolution 1985–1986 | 1985 | 1986 | Evolution 1985–1986 |
| Sapin | 23,9 | 21,7 | −2,2 | 52,2 | 54,1 | +1,9 |
| Pin | 17,0 | 14,5 | −2,5 | 57,5 | 54,0 | −3,5 |
| Epicéa | 66,7 | 60,5 | −6,2 | 87,3 | 82,9 | −4,4 |
| Hêtre | 14,5 | 18,9 | +4,4 | 54,6 | 60,1 | +5,5 |
| Chêne | 16,4 | 19,5 | +3,1 | 55,3 | 60,7 | +5,4 |
| Divers | 7,9 | 9,7 | +1,8 | 30,6 | 34,2 | +3,6 |
| Total | 19,2 | 18,9 | −0,3 | 51,9 | 53,7 | +1,8 |

## 3.2. *Switzerland*

### 3.2.1. Methods used to determine damage

Damage to forests is determined by a registration procedure. A sample survey is carried out on the basis of the Swiss forest register network, using every sixteenth area. The sample areas are circular and measure 500 m². Each tree within the area is monitored closely, enabling the course of the disease in individual trees to be traced. Sampling is performed from the beginning of July until mid-August. Local forest damage is determined from infra-red aerial photographs.

The density of a sample tree's needles/foliage is the main criterion for assessing its state of health. Loss of needles or leaves is graded in 5 % steps, and these are combined into categories in accordance with the following table.

*Grades of damage based on needle/leaf loss (in 5 % steps)*

| Needle/leaf loss in % | Grade of damage |
|---|---|
| 0/5/10 | No damage |
| 15/20/25 | Slightly damaged |
| 30/35/40/45/50/55/60 | Moderately damaged |
| 65 and over | Severely damaged or dead |

### 3.2.2. Recent developments

In Switzerland, the percentage of diseased trees jumped from 36 % to 50 % between 1985 and 1986. The proportion of deciduous trees affected rose from 25 % to 45 % and that of coniferous trees from 39 % to 52 %. Most of the additional damage to deciduous trees was graded as "slight", while coniferous trees showed greater "slight" to "moderate" damage.

A comparison of trees monitored regularly shows that 30 % were less healthy than in 1985, 9 % were healthier and 61 % were unchanged. The highest percentage of damaged trees is still found on the southern slopes of the Alps, while the rate of increase is fastest in the Alps. A survey covering over 8 000 trees revealed that the proportion of diseased trees increased by 14 % in a year.

## 3.2. *Suisse*

### 3.2.1. Bases méthodologiques de la détermination des dommages

La détermination des dommages intervient sur la base de l'inventaire des dommages forestiers. Il s'agit d'une investigation aléatoire, réalisée dans le réseau de l'état forestier national; dans cette opération, l'on utilise les placettes d'échantillonnage de l'état forestier, à raison d'une sur seize. Les placettes d'échantillonnage sont de forme circulaire et mesurent 500 m². Dans ce périmètre, on a relevé avec précision les caractéristiques de chaque arbre, de manière à pouvoir suivre l'évolution des dommages sur chaque individu. L'échantillonnage se déroule du début juillet à la mi-août. Des photographies aériennes à l'infrarouge permettent de constater les dommages locaux.

Le critère le plus important, pour apprécier l'état de santé, est la densité du manteau; la déperdition d'aiguilles ou de feuilles subie par les arbres de l'échantillonnage est appréciée selon le barème ci-dessous:

*Barème pour l'évaluation de la perte d'aiguilles/de feuilles (par paliers de 5 %)*

| Perte d'aiguilles/de feuilles en % | Catégories |
|---|---|
| 0/5/10 | Pas d'endommagement |
| 15/20/25 | Légèrement endommagés |
| 30/35/40/45/50/55/60 | Moyennement endommagés |
| 65 et plus | Fortement endommagés ou morts |

### 3.2.2. Evolution de la situation

En Suisse, la proportion d'arbres atteints est passée, de 1985 à 1986, de 36 % à 50 %. Pour les feuillus, elle est passée de 25 % à 45 %, et pour les résineux, de 39 % à 52 %. Pour les feuillus, la progression est essentiellement imputable à la catégorie «légèrement endommagés». Pour les résineux, elle est essentiellement imputable aux catégories «légèrement endommagés» et «moyennement endommagés».

On constate que l'état de santé des arbres périodiquement observés, par rapport à 1985, s'est détérioré dans 30 % des cas, s'est amélioré dans 9 % des cas, et est demeuré identique dans 61 % des cas. C'est le long de la bordure méridionale des Alpes qu'on continue de trouver le plus fort pourcentage de dommages; et c'est dans les Alpes que la progression des dégâts est la plus élevée. L'évaluation de plus de 8 000 arbres montre que la proportion des arbres touchés s'est accrue de 14 % en un an.

3.2.3. State of health of individual species of tree

All species show a marked increase in both slight and moderate damage. Amongst the conifers, spruces and firs display a similar pattern. Damage to both species increased by 13 %. There has been no change in the proportion of dying or dead spruces and firs since 1985. No change in the percentage of trees classified as dead or dying does not necessarily imply that damage in this grade has stabilised, any more than a smaller proportion (as in the case of pine, sycamore or ash trees) indicates recovery. Timber utilisation is reflected in this grade, and the removal of dry wood and premature felling of badly diseased trees mean that fewer sick trees in this category are still standing.

The pine was found to be the most badly damaged species in both 1985 and 1986, although needle loss is particularly difficult to assess in pine trees. There has been virtually no change in the total percentage of diseased pines since 1985 (+1 %), "slight" damage having decreased (−4 %) while "moderate" damage has increased (+6 %). Larches displayed a 27 % rise in damage, the greatest of any species.

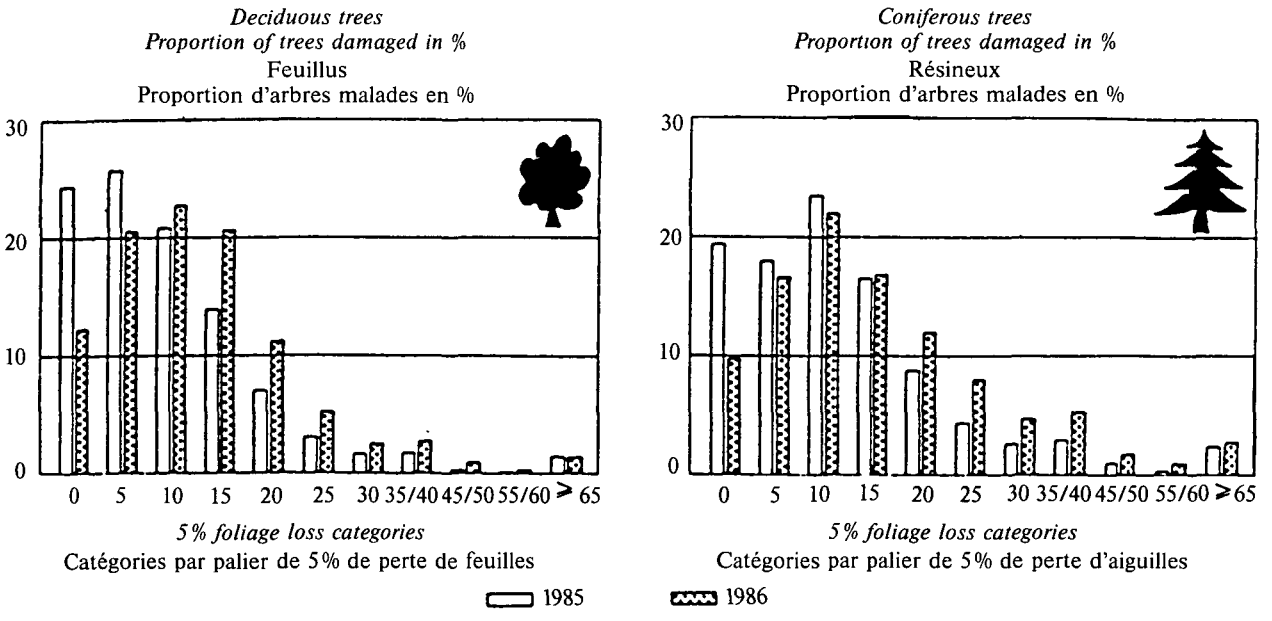
3.2.3. Evolution des dommages, ventilée par essence

On constate, toutes essences confondues, un net accroissement du nombre d'arbres endommagés, tant dans la catégorie «faiblement endommagés» que dans la catégorie «moyennement endommagés». Du côté des résineux, les sapins et les épicéas présentent un tableau comparable: progression de 13 % dans les deux cas. La proportion de sapins et d'épicéas fortement endommagés ou morts ne s'est plus modifiée depuis 1985; mais cela n'indique pas nécessairement qu'on est en présence d'une stabilisation en ce qui concerne ces catégories — de même qu'une diminution en pourcentage (comme on en observe pour le pin sylvestre, l'érable ou le frêne) ne signifie pas nécessairement un processus de guérison. En effet, dans ces catégories élevées, il faut tenir compte de l'exploitation du bois; et aussi, le prélèvement de bois mort ou l'utilisation forcée d'arbres fortement endommagés contribuent à faire baisser, au sein du peuplement forestier qui subsiste, la proportion d'arbres entrant dans cette catégorie.

Le pin sylvestre est, en 1986 comme en 1985, l'essence la plus touchée, encore qu'il soit particulièrement difficile d'apprécier la perte d'aiguilles pour ces arbres. La proportion de pins sylvestres malades ne s'est guère modifiée, dans l'ensemble, depuis 1985 (+ 1 %); mais on constate un transfert de la catégorie «légèrement endommagés» (− 4 %) à la catégorie «moyennement endommagés» (+ 6 %). C'est parmi les mélèzes qu'on observe l'augmentation la plus massive du nombre d'arbres malades (27 %).

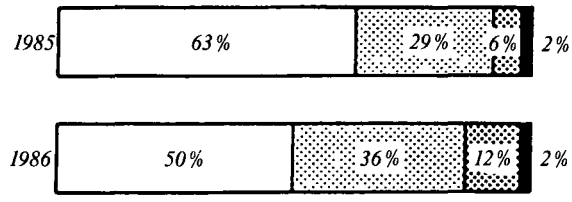
***Distribution of damage to deciduous and coniferous trees represented by 5% loss categories based on 1985 and 1986 needle/foliage loss estimates***

**Ventilation des résineux et des feuillus entre les catégories définies pour l'évaluation de la perte d'aiguilles / de feuilles en 1985 et 1986**

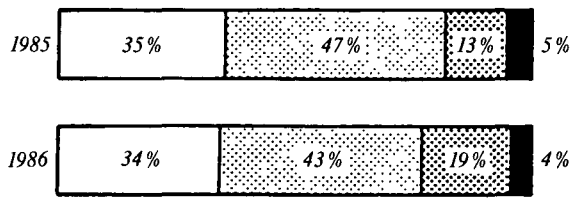




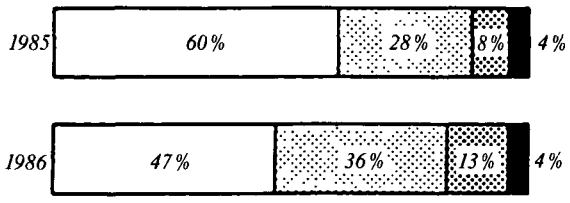
*Spruce* / Sapins



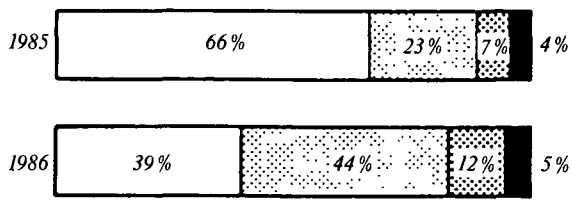

*Pine* / Pins sylvestres

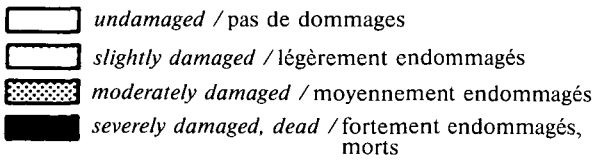



*Fir* / Epicéas

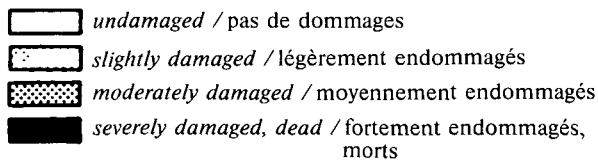



*Larch* / Mélèzes



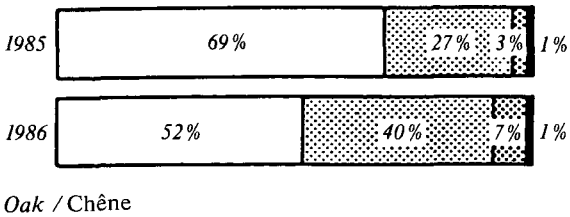

*Comparison of the extent of damage to spruce and fir trees in 1985 and 1986 (estimation error range 1%–4%)* / Comparaison des situations en 1985 et 1986 pour le sapin et l'épicéa (les erreurs d'évaluation sont comprises entre 1% et 4%).



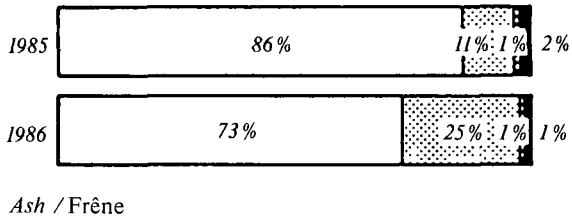

*Comparison of the extent of damage to pine and larch trees in 1985 and 1986 (estimation error range 1%–5%)* / Comparaison des situations en 1985 et 1986 pour le pin sylvestre et le mélèze (les erreurs d'évaluation sont comprises entre 1% et 5%).



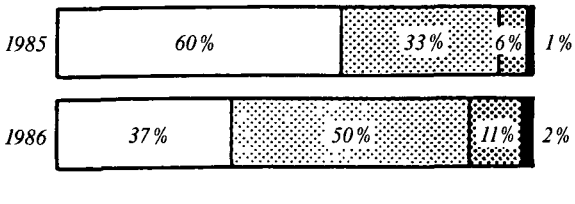
*Beech* / Hêtre



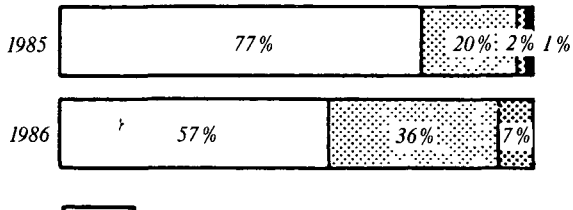

*Sycamore* / Erable

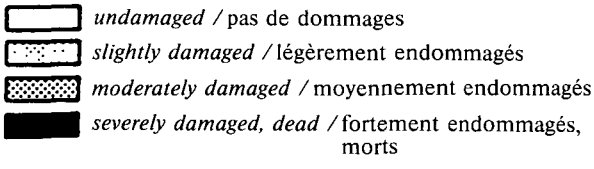



*Oak* / Chêne

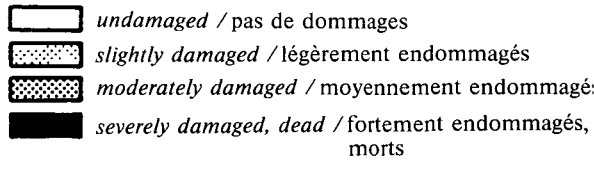



*Ash* / Frêne




*Comparison of the extent of damage to beech and oak trees in 1985 and 1986 (estimation error range for beech 1% – 2%, for oak 1% – 7%)* / Comparaison des situations en 1985 et 1986 pour le hêtre et le chêne (les erreurs d'évaluation sont comprises pour le hêtre entre 1% et 2% et pour le chêne entre 1% et 7%).




*Comparison of the extent of damage to sycamore and ash trees in 1985 and 1986 (estimation error range 1% – 5%)* / Comparaison des situations en 1985 et 1986 pour l'érable et le frêne (les erreurs d'évaluation sont comprises entre 1% et 5%).

The sharp rate of increase in "slight" damage is striking in all the major species of deciduous tree. With the exception of the sycamore, all species show a rise in "moderate" damage, but not to such a pronounced extent as the conifers. The proportion of "severely" damaged deciduous trees has stabilised and is showing a declining tendency. Nearly half of the beech trees (48 %) were classified as damaged in 1986, corresponding to an increase of 17 % compared with 1985. 63 % of the oaks were found to be diseased in 1986. Showing a rise of 23 %, damage accelerated faster in this species than in any other species studied. There was also a marked increase in the percentage of ailing sycamore and ash trees (13 % and 20 % respectively).

En ce qui concerne les feuillus, la forte progression dans le pourcentage d'arbres atteints est imputable à la catégorie des «légèrement endommagés». On observe également un accroissement du nombre des arbres «moyennement endommagés», et ce pour toutes les essences, à l'exception de l'érable ; toutefois, le phénomène est moins net que pour les résineux. La proportion de feuillus «fortement endommagés» est stationnaire, avec une tendance à la diminution. Près de la moitié des hêtres (48 %) a été déclarée endommagée en 1986 ; cela correspond à un accroissement de 17 % par rapport à 1985. Pour les chênes, l'évaluation de 1986 fait état d'un taux d'endommagement de 63 %. La progression du mal était de 23 %, soit une valeur supérieure à celle enregistrée pour toutes les autres essences enquêtées. Pour les érables et les hêtres également, on observe une nette augmentation des dommages (érables 13 %, frênes 20 %).

3.2.4. Situation and trends in various regions

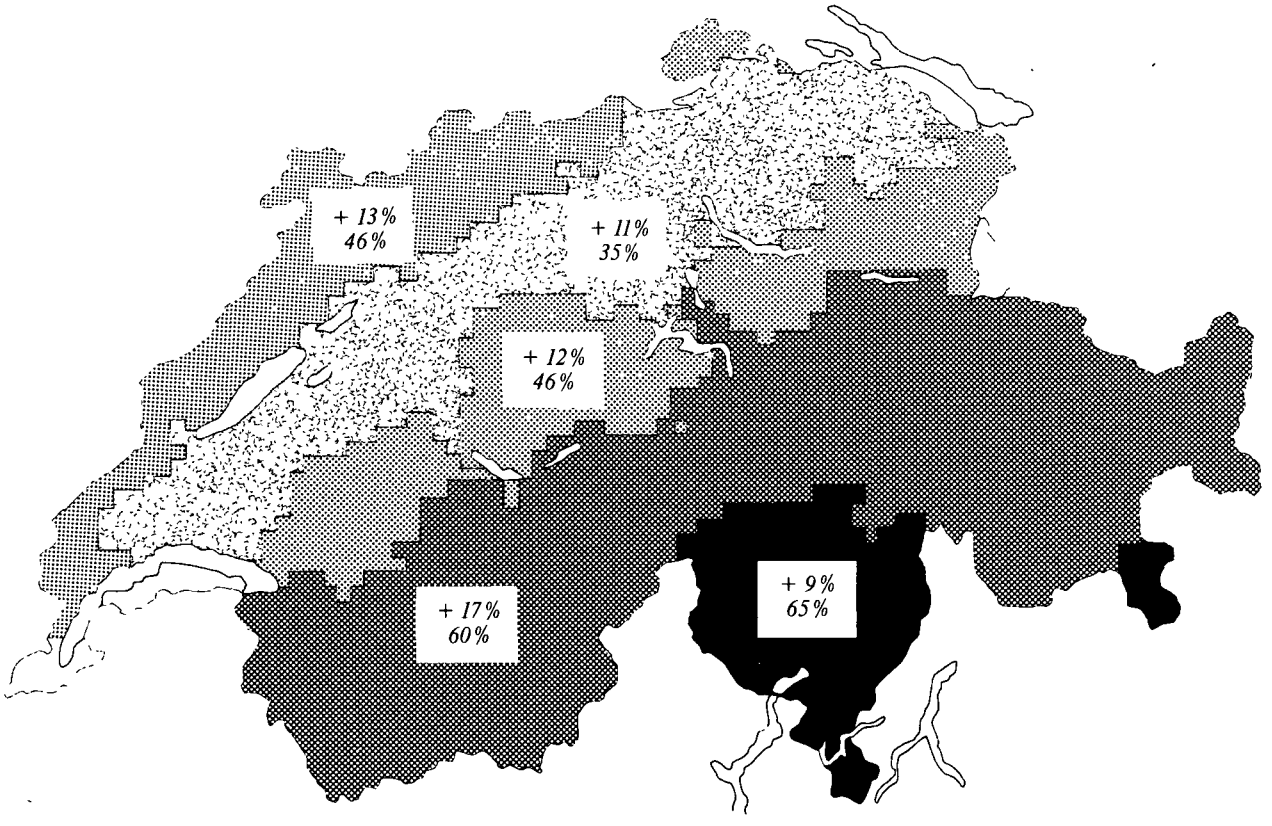
A 17 % increase in damage was reported in the Alps, the southern Alps continuing to be the most badly hit with 65 % of all trees affected. This region did, however, have the lowest deterioration rate (9 %). The fastest deterioration rate was

3.2.4. Situation régionale en matière de dommages, et évolution

Dans les Alpes, les dégâts ont progressé de 17 %. C'est toujours le long de la bordure méridionale des Alpes qu'on observe la plus grande proportion d'arbres atteints (65 %). Mais en termes de progression du mal, cette région est la moins

*Increase between 1985 and 1986, and proportion of trees showing damage in the Jura mountains, central region, Alpine foothills, Alps and southern Alps in 1986*

Progression de 1985 à 1986, et pourcentage d'arbres malades en 1986, dans les régions du Jura, du Plateau, des Préalpes, des Alpes et des Alpes du Sud



observed in the Alps where 60 % of the trees were damaged in 1986 as against 43 % in 1985, that is, an increase of 17 %.

The picture was similar in the Jura mountains and Alpine foothills, while the proportion of blighted trees in the *Mittelland* (central region) was noticeably lower than in other regions. Yet even here damage rose by 11 %.

3.2.5. Situation in the mountain region

As defined by the forest damage register, the mountain region covers all sample areas at altitudes above 900m or on slopes of more than 40 %.

The illustration below shows Switzerland's mountain and non-mountain regions, the deterioration in the forests' condition since 1985 and the situation in 1986.

Overall, the proportion of damaged trees increased from 42 % to 56 % in the mountain region and from 27 % to 39 % in the non-mountouchée (9 %). L'augmentation la plus forte s'observe dans la région des Alpes. Alors qu'en 1985, 43 % des arbres de cette région étaient endommagés, il y en a 60 % en 1986, soit une progression de 17 %.

Le Jura et les Préalpes offrent un tableau sensiblement analogue ; sur le Plateau, le taux d'endommagement est nettement inférieur à ce qu'il est ailleurs. Mais, là aussi, on observe une augmentation sensible — 11 %.

3.2.5. La situation dans les régions montagneuses

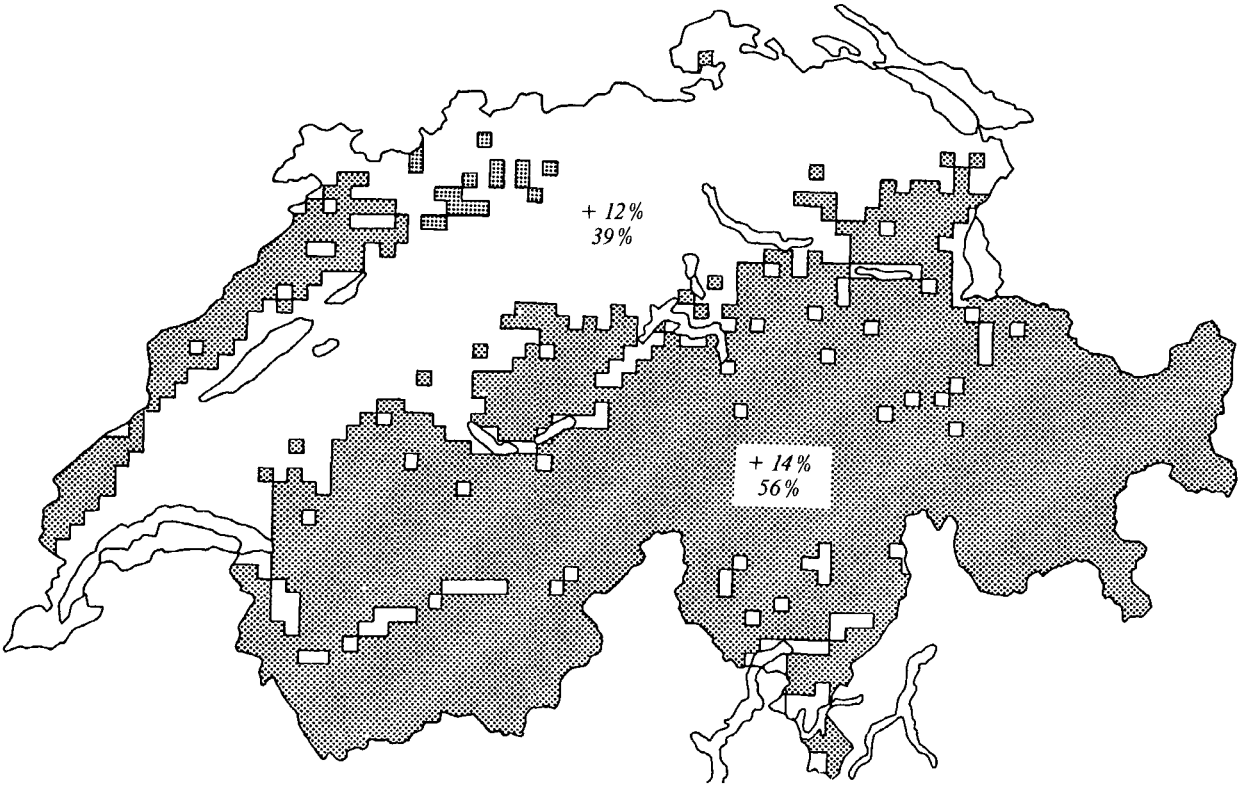
Les régions de montagne incluent, selon la définition de l'inventaire des dommages forestiers, toutes les surfaces d'échantillonnage situées à une altitude supérieure à 900 m ou présentant une déclivité supérieure à 40 %.

La figure ci-après montre la délimitation des régions de montagne, ainsi que l'augmentation des dégâts depuis 1985 et la situation en 1986.

Globalement, le taux d'endommagement dans les régions de montagne est passé de 42 % à 56 %. Dans les régions non montagneuses, il est

*Increase between 1985 and 1986, and proportion of trees showing damage in mountain and non-mountain regions (estimation error range for 1986: 1%–2%)*

Augmentation de 1985 à 1986, et proportion d'arbres malades en 1986, dans les régions de montagne et dans les autres régions (les erreurs d'évaluation pour les taux de 1986 sont de l'ordre de 1% à 2%



tain region. The rate of deterioration was very similar in both regions (+ 14 % in the mountain region and + 12 % in the non-mountain region).

Damage to conifers increased by 15 % in the mountain region, 8 % of this increase being in the "slight" category and 7 % in the "moderate" category.

The percentage of diseased deciduous trees grew from 37 % to 48 % in the mountain region; "slight" damage accounted for 10 % of this rise and "moderate" damage for 1 %.

3.3. *Austria*

3.3.1. Methods used to assess damage

The condition of the forests is assessed periodically, on the basis of an annual examination of specific trees. The main objective is to trace the regional distribution and rate of development of damage and disease as evidenced by thinning treetops and discoloured needles.

Starting in 1984 and continuing in 1985, the country was divided into a 4 × 4 km grid network of continuous monitoring zones for the purpose of surveying trees between mid-July and mid-August each year. The sample covers spruces, firs, white pines, beeches, oaks and poplars. In the *Länder* of Tyrol and Vorarlberg, larches, arolla pines and sycamores are also monitored.

The treetop condition surveys on which the present report is based were performed on a total of 72 910 numbered trees in the continuous monitoring zones set up in 1984 and 1985. They were carried out between 21 July and 5 September and the results can be summarised as follows (1986 forest damage report).

3.3.2. Situation in 1986

63 % of the trees sampled — 2 % less than in the previous year — showed no thinning of needles or foliage. Slight thinning was observed in 32 % and moderate to severe thinning in 5 %. This represented a deterioration of 1 %.

passé de 27 % à 39 %. La différence d'augmentation est donc faible (montagnes: + 14 %; autres régions: + 12 %).

Dans les régions de montagne, la progression observée pour les résineux est de 15 %, à raison de 8 % pour la catégorie «légèrement endommagés» et 7 % pour la catégorie «moyennement endommagés».

Pour les feuillus des régions de montagne, le taux d'endommagement est passé de 37 % à 48 %, à raison de 10 % pour la catégorie «légèrement endommagés» et 1 % pour la catégorie «moyennement endommagés».

3.3. *Autriche*

3.3.1. Bases méthodologiques de la détermination des dommages

Le bilan forestier périodique a principalement pour objet de suivre, au moyen de descriptions annuelles, l'évolution des dégâts et des maladies dont est victime la forêt, pour autant que les cimes dégarnies et les aiguilles jaunies permettent de les identifier.

Aux fins de l'étude de l'état de la cime des arbres, qui est effectuée chaque année entre la mi-juillet et la mi-août, on a établi, en Autriche, en 1985, et parfois dès 1984, un réseau de surfaces soumises à une observation de longue durée, et on a établi à cette fin un quadrillage de 4 km sur 4. Les arbres de l'échantillonnage sont des sapins, des épicéas, des pins sabines, des hêtres, des chênes et des peupliers. Dans les *Länder* du Tyrol et du Vorarlberg, on a également inclus dans l'étude les mélèzes, les pins cembro et les érables.

Les valeurs relatives à l'état de la cime, qui servent de base au rapport, ont été recueillies sur les surfaces soumises à une observation de longue durée, à partir d'un total de 72 910 arbres d'échantillonnage numérotés. L'enquête a été effectuée entre le 21 juillet et le 5 septembre, et elle a donné, pour l'essentiel, les résultats suivants (Rapport sur les dommages subis par les forêts, 1986).

3.3.2. Situation en 1986

63 % des arbres de l'échantillonnage ont un manteau d'aiguilles ou de feuilles dense; cela représente une diminution de 2 % par rapport à l'année précédente. La cime est faiblement dégarnie sur 32 % des arbres; elle est dégarnie dans des proportions moyennes ou importantes sur 5 % des arbres. Cela correspond à une détérioration de 1 %.

If the average sample findings obtained in the continuous monitoring zones are extended to the forest areas of which they are representative, the following picture results:

*a.* over an area of 2 600 000 ha (= 69 % of Austria's total forest area of 3 754 000 ha) trees displayed no thinning or no unnatural thinning. This represented a decline of 5 %;

*b.* general slight thinning was observed over an area of 967 000 ha (= 26 %), corresponding to an increase of 4 %;

*c.* moderate to severe thinning appears to have occurred over an area of 185 000 ha (= 5 %), 1 % more than in 1985;

*d.* altogether, approximately 1 150 000 ha of forest (= 31 %), approximately 190 000 ha more than last year (= 5 %), are showing slight to moderate treetop thinning.

Si l'on transpose sur les surfaces représentatives les valeurs moyennes de défoliation observées sur les surfaces soumises à observation, on obtient les valeurs suivantes:

*a.* sur une superficie de 2 600 000 ha (= 69 % de la superficie forestière totale, qui est de 3 754 000 ha), la défoliation de la cime est inexistante, ou elle reste dans des proportions naturelles. Cela correspond à une diminution de 5 %;

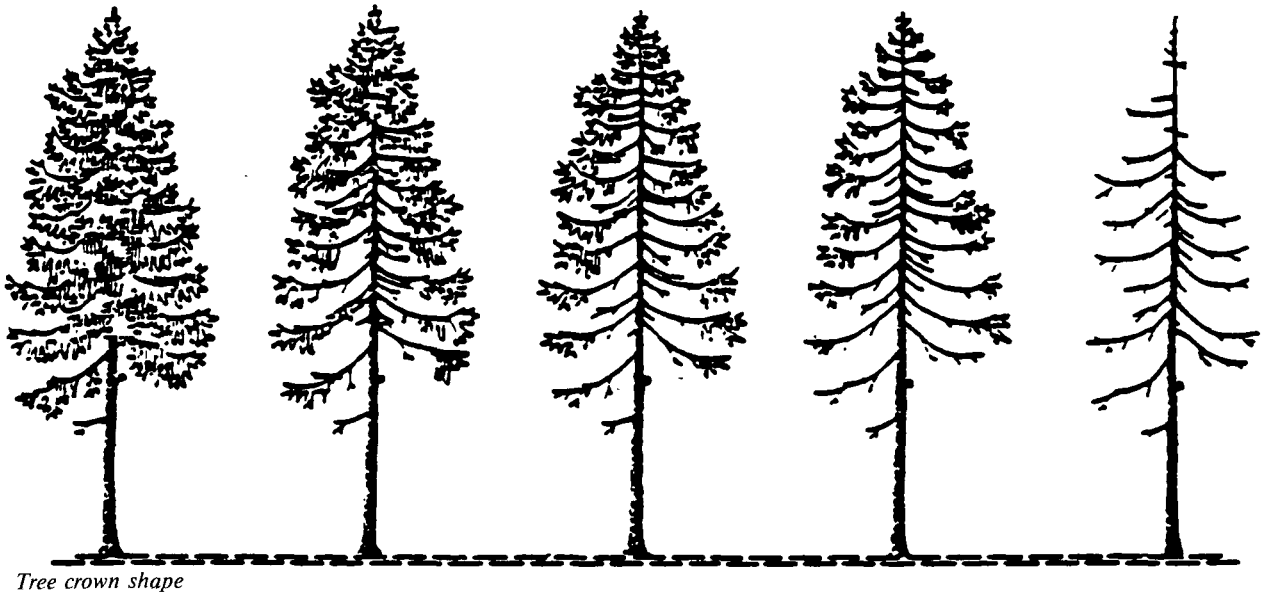
*b.* sur une superficie de 967 000 ha (= 26 %), on observe une défoliation de faible importance; cela correspond à une augmentation de 4 %;

*c.* sur une superficie de 185 000 ha (= 5 %), on observe une défoliation moyenne ou prononcée; cela correspond à une augmentation de 1 % par rapport à 1985;

*d.* ainsi, au total, une défoliation d'importance variable s'observe sur une superficie d'environ 1 150 000 ha (= 31 %), soit une progression de quelque 190 000 ha par rapport à l'année précédente (= 5 %).

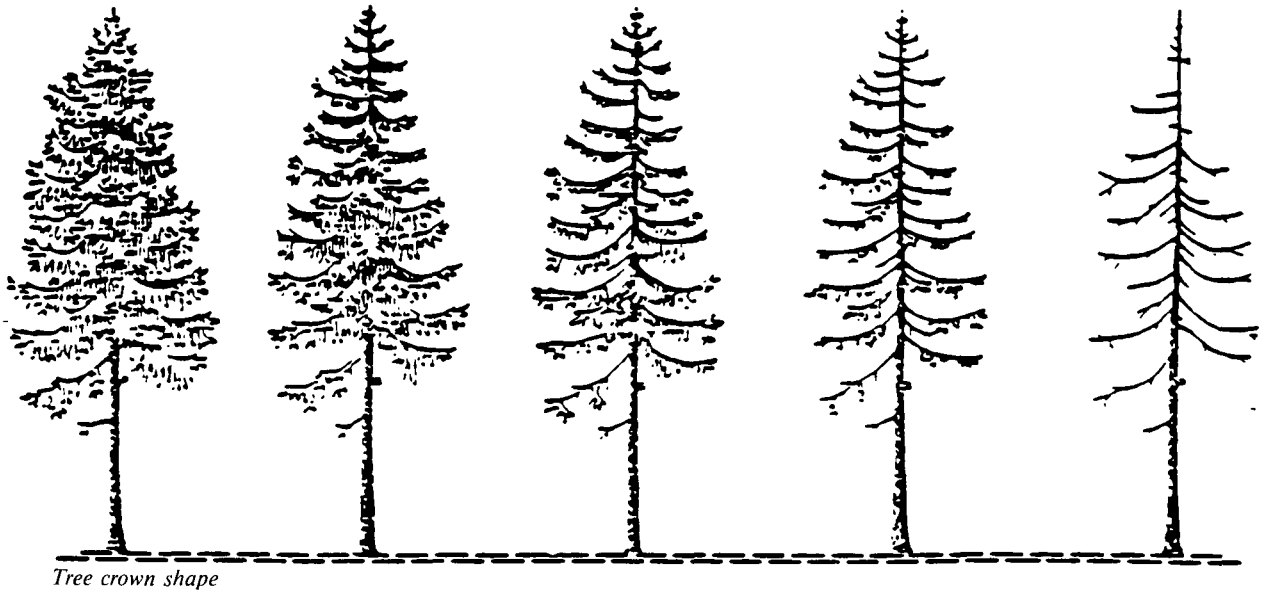
***Tree crown shapes and types of needle loss***
**Forme de la cime et type de défoliation**

*Needle loss type 2 (from trunk to branches and from bottom to top)*
Type de défoliation 2 (de l'intérieur vers l'extérieur, et de bas en haut)



*Tree crown shape*
Forme de la cime
1 = normal
2 = *slight thinning* / faible défoliation
3 = *moderate thinning* / défoliation moyenne
4 = *severe thinning* / défoliation importante
5 = *dead* / cime morte

*Needle loss type 3 (from top to bottom and from branches to trunk)*
Type de défoliation 3 (de haut en bas et de l'extérieur vers l'intérieur)



*Tree crown shape*
Forme de la cime

1 = normal
2 = *slight thinning* / faible défoliation
3 = *moderate thinning* / défoliation moyenne
4 = *severe thinning* / défoliation importante
5 = *dead* / cime morte

***1986 Register of condition of trees* / Inventaire de l'état des forêts 1986**

*Distribution of thinning of all trees sampled on the Federal territory and average degree of thinning of indicator species*
*Comparison of 1985 and 1986 results*

Catégorisation de tous les arbres d'échantillonnage du territoire fédéral et taux moyen de défoliation des indicateurs
Confrontation des résultats de 1985 et 1986

| *Indicator species* Indicateur | *Year* Année | *Number of trees sampled* Nombre des arbres de l'échantillonnage | *Stages of thinning in %* / Catégorie en % | | | | | *Average degree of thinning* Taux moyen de défoliation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| *Spruce*/Sapin | 1985<br>1986 | 52 017<br>52 158 | 69<br>67 | 29<br>30 | 2<br>3 | (0,2)<br>(0,3) | (0,1)<br>— | 1,34<br>1,36 |
| *Fir*/Epicéa | 1985<br>1986 | 2 039<br>2 256 | 38<br>35 | 42<br>43 | 16<br>18 | 3<br>4 | 1<br>(0,4) | 1,85<br>1,91 |
| *White pine*/Pin sabine | 1985<br>1986 | 10 489<br>10 515 | 58<br>49 | 38<br>43 | 4<br>7 | (0,3)<br>1 | (0,1)<br>(0,2) | 1,46<br>1,59 |
| *Black pine*/Pin noir | 1985<br>1986 | 788<br>885 | 31<br>52 | 52<br>44 | 16<br>4 | 1<br>— | (0,1)<br>— | 1,86<br>1,51 |
| *Beech*/Hêtre | 1985<br>1986 | 2 056<br>2 112 | 62<br>59 | 33<br>37 | 4<br>4 | 1<br>(0,4) | (0,1)<br>— | 1,43<br>1,46 |
| *Oak*/Chêne | 1985<br>1986 | 561<br>581 | 54<br>51 | 37<br>40 | 6<br>7 | 3<br>2 | —<br>— | 1,58<br>1,61 |
| *Poplar*/Peuplier | 1985<br>1986 | 330<br>390 | 65<br>55 | 30<br>36 | 5<br>6 | —<br>3 | —<br>— | 1,39<br>1,55 |
| *Other species*/<br>Essences diverses | 1985<br>1986 | (1 726)<br>(1 741) | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— | —<br>— |
| *All species*/<br>Toutes essences | 1985<br>1986 | 70 006<br>70 638 | 65,3<br>62,8 | 31,1<br>32,6 | 3,2<br>4,0 | 0,3<br>0,5 | 0,1<br>0,1 | 1,39<br>1,43 |

*Condition of forests in the federal* Länder *in 1986* / Etat des peuplements forestiers dans les divers *Länder*, 1986

*Comparison of 1985 and 1986 results* / Confrontation des résultats de 1985 et de 1986

| *Land* | *Proportion of forest areas in tree crown thinning categories*/ Ventilation des peuplements forestiers entre les diverses catégories | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A *No. (unnatural) thinning*/ Défoliation de la cime inexistante ou ne dépassant pas les proportions «naturelles» % | | B *General slight thinning*/ Défoliation faible % | | C *General moderate to severe thinning*/ Défoliation à moyenne importance % | |
| | 1985 | 1986 | 1985 | 1986 | 1985 | 1986 |
| Burgenland | 41 | 39 | 47 | 30 | 12 | 31 |
| *Carinthia*/Carinthie | 89 | 88,5 | 9 | 11 | 2 | 0,5 |
| *Lower Austria*/Basse-Autriche | 62 | 55 | 32 | 38 | 6 | 7 |
| *Upper Austria*/Haute-Autriche | 75 | 75,5 | 23 | 23 | 2 | 1,5 |
| *Salzburg*/Salzbourg | 88 | 80 | 10 | 17 | 2 | 3 |
| *Styria*/Styrie | 79 | 71 | 20 | 26 | 1 | 3 |
| Tyrol | 70 | 64 | 22 | 27 | 8 | 9 |
| Voralberg | 53 | 46 | 36 | 47 | 11 | 7 |
| *Vienna*/Vienne | 40 | 50 | 50 | 45 | 10 | 5 |
| *Austria*/Ensemble du territoire fédéral | 74 | 69 | 22 | 26 | 4 | 5 |

*Emissions from pollution sources in tonnes and percentages recorded for 1980 and 1985 in Austria*

Rejet des diverses sources polluantes, en tonnes et en pourcentage, pour les années 1980 et 1985 in Autriche

| Source | $SO_2$ | | $NO_x$ | | CO | | $C_xH_y$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1980 | 1985 | 1980 | 1985 | 1980 | 1985 | 1980 | 1985 |
| *Power stations*/Centrales thermiques | 95 000 (29) | 44 000 (32) | 20 000 (10) | 20 000 (10) | 5 000 (0,5) | 1 000 (0,1) | 1 000 (1) | 500 (0,5) |
| *Traffic*/Trafic automobile | 15 000 (5) | 10 000 (7) | 141 000 (70) | 149 000 (72) | 754 000 (67) | 635 000 (60) | 101 000 (85) | 103 000 (86) |
| *Industry*/Industries | 150 000 (46) | 48 000 (35) | 30 000 (15) | 28 000 (13) | 7 000 (0,5) | 9 000 (0,9) | 3 000 (3) | 3 000 (2,5) |
| *Small consumers*/Sources domestiques | 65 000 (20) | 36 000 (26) | 10 000 (6) | 11 000 (5) | 360 000 (52) | 423 000 (39) | 13 000 (11) | 13 000 (11) |
| Total | 325 000 (100) | 138 000 (100) | 201 000 (100) | 208 000 (100) | 1 126 000 (100) | 1 068 000 (100) | 118 000 (100) | 119 500 (100) |

### 3.3.3. Interaction of home-grown and foreign pollution

Both the above table and regular analysis of snow and tree needles indicate clearly that home-produced emissions are responsible for a large share of atmospheric pollution.

### 3.3.3. Effets combinés de la pollution endogène et de la pollution d'origine étrangère

Une partie considérable de la pollution de l'air provient de sources situées sur le territoire autrichien : c'est ce que montrent clairement les sources de rejets susvisées, ainsi que les analyses de la neige et des aiguilles de conifères qui sont effectuées à intervalles réguliers.

The action of home-grown pollution is reinforced by the climatic effects of a mountainous terrain. Inversion conditions frequently occur, preventing winds from sweeping through valleys and basins. If these conditions persist emissions can rise to levels that represent a hazard to forests, even if individual sources do not in fact emit spectacularly large amounts of pollution.

Strong sunlight triggers the formation of a number of toxic by-products from primary pollutants which are known to be particularly damaging to vegetation.

In addition to home-grown pollution, transfrontier emissions are also deposited in Austria, mainly in areas where the Alps create a barrier effect. This is particularly true of harmful substances blown from Europe's highly industrialised regions. Thus, the total pressure can be reduced only by international co-operation.

3.3.4. Pollution generated by lorries crossing Austria:

Les effets de ces rejets sont encore renforcés par les caractéristiques météorologiques inhérentes à un pays de montagnes. Les fréquentes inversions de température empêchent la circulation de l'air dans les vallées et les cuvettes ; et lorsque le phénomène dure un certain temps, il se produit des concentrations de substances polluantes qui mettent en péril la forêt, même lorsque la source n'a pas des dimensions physiques spectaculaires.

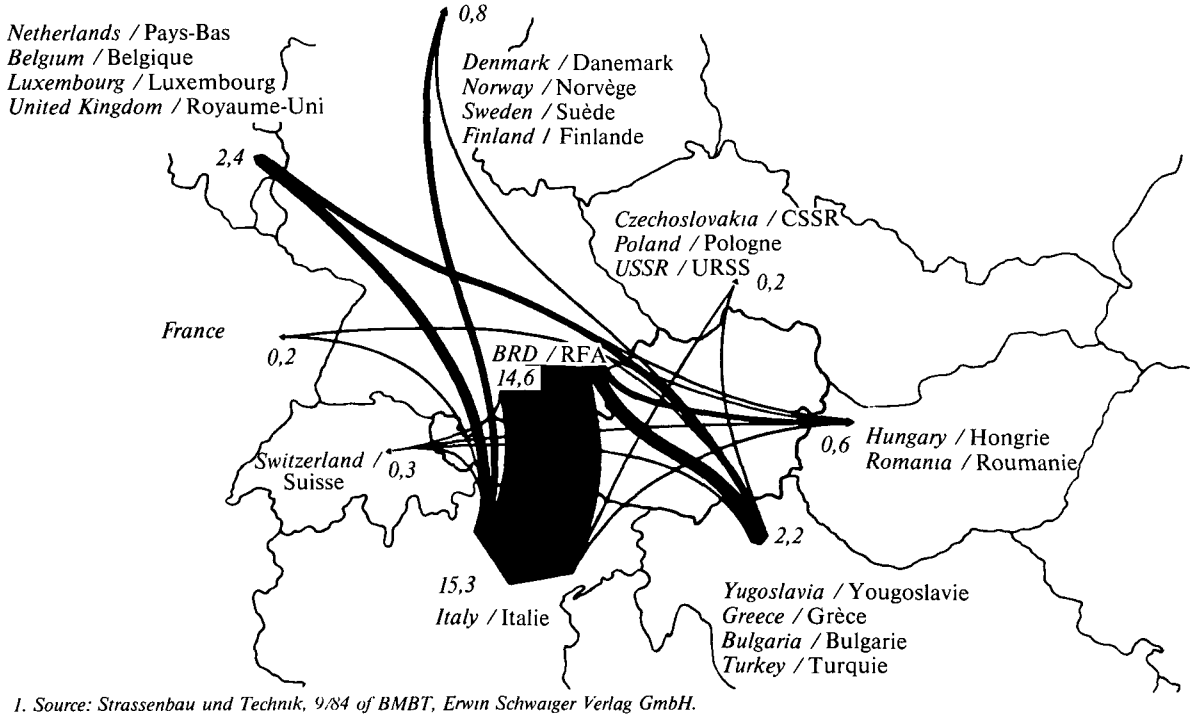
En cas de fort ensoleillement, les substances toxiques primaires donnent naissance à de nombreux sous-produits toxiques, qui sont particulièrement nuisibles pour les végétaux.

Mais outre les sources situées en Autriche, il y a des rejets qui proviennent de pays voisins, et dont les effets sont particulièrement sensibles dans les dépressions alpines. Il en est ainsi essentiellement en ce qui concerne les substances nuisibles véhiculées par l'air qui provient des régions fortement industrialisées de l'Europe. Dans ces conditions, seule la coopération de tous les pays peut permettre de réduire la pression globale exercée.

3.3.4. Pollution imputable au transport des marchandises par route:

*Goods crossing Austria by road in 1983 (in millions of tons)*

Marchandises acheminées par voie routière, ayant transité par l'Autriche en 1983 (en millions de tonnes)




*1. Source: Strassenbau und Technik, 9/84 of BMBT, Erwin Schwaiger Verlag GmbH.*

1. Source: «Strassenbau und Technik», 9/84, du ministère fédéral des Travaux publics. Erwin Schwaiger Verlag GmbH

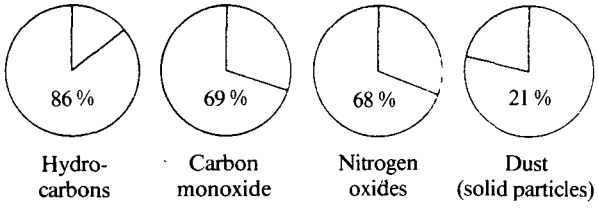
*2. Breakdown by main European source and destination countries. Figures relate to traffic in both directions.*

2. Ventilation entre les principaux pays d'origine et de destination européens: les chiffres indiquent à chaque fois les volumes transportés dans les deux sens.

*Air pollution caused by motor vehicles in Austria*

| Pollutant | Annual emissions |
|---|---|
| Carbon monoxide | 700 000 t |
| Nitrogen oxides | 150 000 t |
| Hydrocarbons | 100 000 t |
| Sulfur dioxide | 15 000 t |
| Solid particles (lead, rust) | 11 000 t |

*Shares of road traffic in total environmental pollution in Austria*




3.3.5. High percentage of foreign traffic in Austria

Austria is both a tourist country and a transit country, so foreign vehicles account for a high percentage of its traffic. 18 % of the nitrogen oxides and 13 % of the hydrocarbons emitted from exhausts originate from foreign vehicles.

It seems probable that most cars manufactured abroad will not meet Austria's new exhaust guidelines before 1990, whereas catalytic converters will be compulsory for all vehicles registered in Austria after 1 January 1988. This means that in future the average foreign car will create substantially more pollution than its Austrian counterpart.

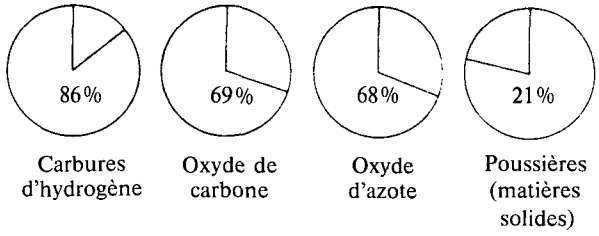
3.3.6. The various types and combinations of airborne pollution are to be regarded partly as causative agents and partly as contributory or reinforcing factors in the visible thinning of trees and forest decline.

The results of chemical analyses of needles from the ecological indicator network (conducted in the period 1983-85) and other studies on emissions indicate that 770 000 ha of Austria's woodlands (= 21 %) are showing unmistakable signs of damage from air pollution.

*Polution de l'air imputable à la circulation automobile en Autriche*

| Substance toxique | Quantité annuelle rejetée |
|---|---|
| Oxyde de carbone | 700 000 t |
| Oxyde d'azote | 150 000 t |
| Carbures d'hydrogène | 100 000 t |
| Anhydride sulfureux | 15 000 t |
| Matières solides (suie, plomb) | 11 000 t |

*Responsabilité du trafic routier dans la pollution globale de l'environnement en Autriche*




3.3.5. Forte circulation de véhicules étrangers en Autriche

En Autriche, pays touristique et de transit, une forte proportion de véhicules étrangers sont en circulation. Les véhicules étrangers sont responsables de 18 % des rejets d'oxyde d'azote imputables à la circulation routière, et de 13 % des rejets de carbures d'hydrogène.

A propos de la pollution occasionnée par les voitures particulières étrangères, il est à noter que, dans la plupart des cas, il faudra attendre 1990 pour que les véhicules qui sortent de l'usine soient conformes aux nouvelles directives concernant les gaz d'échappement. En Autriche, en revanche, tous les véhicules récemment mis à disposition devront être équipés du catalyseur avant le 1er janvier 1988. Par conséquent, dans les années à venir, les véhicules étrangers seront responsables, en moyenne, de rejets toxiques plus importants que ceux des voitures autrichiennes comparables.

3.3.6. En ce qui concerne les défoliations visibles de la cime et les dommages subis par les forêts, les divers types et mélanges de polluants de l'air sont tantôt des facteurs de déclenchement, et tantôt des facteurs d'accélération du processus.

Il ressort des résultats de l'analyse chimique des aiguilles des résineux du réseau d'indicateurs biologiques (enquêtes des années 1983-1985), ainsi que d'autres études consacrées aux rejets, que 21 % de la forêt autrichienne, soit 770 000 ha, sont incontestablement soumis à l'influence de substances toxiques véhiculées par l'air.

The forested area visibly damaged by emissions increased by 150 000 ha (approximately 4 %) as against the previous year. The rate of deterioration is particularly alarming; one-tenth of the trees were affected in 1983, one-third in 1984 and one half by 1985.

Par rapport à l'année précédente, la superficie des zones touchées par des dommages visibles imputables à des rejets polluants a augmenté d'environ 150 000 ha (4 %). Le rythme auquel progresse la maladie de la forêt est particulièrement préoccupant. En 1983, le mal touchait un dixième de la surface forestière; en 1984, il en touchait le tiers, et en 1985 c'est déjà la moitié de la forêt qui était atteinte.

3.3.7. Widespread latent damage

Following three decades of exposure to atmospheric pollution, acute symptoms have (apparently suddenly) appeared in the last five years, reinforced by other factors. These symptoms include the discoloration of needles and foliage, loss of needles and premature dropping of leaves, infestation with secondary pests, widespread forest decline (irrespective of location), a rising fatality rate and progressive thinning of forests.

In the light of this evidence, forestry experts believe that virtually every tree in Austria is already suffering from latent (invisible) damage.

3.3.7. Dommages latents à grande échelle

Depuis environ cinq ans, on a vu apparaître (subitement) après trois décennies d'agression par les substances toxiques véhiculées par l'air, des symptômes aigus, amplifiés par d'autres facteurs: jaunissement des aiguilles et des feuilles, perturbation du cycle végétatif et chute précoce de feuilles, apparition de parasites secondaires, dommages affectant de vastes surfaces, quelque soit le site, augmentation des cas de dépérissement et poursuite de la défoliation.

De l'avis de spécialistes reconnus, on doit considérer, à la lumière du bilan de santé susvisé, qu'il n'est pratiquement pas d'arbre, en Autriche, qui ne soit d'ores et déjà endommagé de manière latente (invisible).

3.3.8. The alarming findings of a regional forest damage survey

Acting on behalf of the Vorarlberg *Land* Government, the Austrian Federal Institute of Health began an objective and scientific survey of damage to woodlands in the summer of 1984. This survey of the vitality of the Vorarlberg forests has already produced some telling results: every 18th fir tree is severely diseased and about 88 % of the 167 610 spruces and firs, individually assessed, show slight to moderate damage.

3.3.8. L'enquête régionale fait apparaître un taux d'endommagement préoccupant

Au cours de l'été 1984, l'Institut fédéral autrichien de la Santé a entrepris, sur instruction du Gouvernement régional du Vorarlberg, d'étudier objectivement et de manière scientifique les dommages subis par la forêt. Cette enquête sur la vitalité de la forêt du Vorarlberg est d'ores et déjà éloquente; un épicéa sur 18 est gravement atteint. Environ 88 % des 167 610 sapins et épicéas, qui ont été auscultés un par un, sont endommagés à des degrés variables.

3.4. *France*

3.4.1. Methods used to assess damage

In 1985 a monitoring system was introduced in some parts of the Northern Alps and the Jura. It is to be extended to the Southern Alps in 1986. Twenty-four trees are selected for observation in an area measuring 16 km$^2$. 220 of these sample centres containing a total of 5 280 trees have been set up in the Rhone-Alpes region.

3.4. *France*

3.4.1. Méthodes de détermination des dommages

En 1985, on a commencé à mettre en place, dans certaines parties des Alpes du Nord et dans le Jura, un réseau de surveillance, qui doit, en principe en 1986, être étendu aux Alpes du Sud. Sur 16 km$^2$, on a sélectionné des groupes de 24 arbres en tant que centres d'échantillonnage. Dans la région Rhône-Alpes, on a ainsi constitué 220 centres d'échantillonnage, comportant 5 280 arbres à observer.

3.4.2. Recent developments

The full significance of the dying forests was first recognised in the Vosges and Jura mountains in autumn 1983. By autumn 1984, 21,5 % of the coniferous trees and 4 % of the broad-leaved trees sampled in 310 000 ha of public forests in Alsace and Lorraine were damaged, with over 20 % defoliation. The situation was slightly better in the approximately 100 000 ha of woodlands examined in the Jura range, where 19,5 % of the coniferous trees and approximately 1,5 % of the deciduous trees were affected.

The results of the National Forestry Office's survey of forest decline in France are illustrated below. Damaged trees have been divided into three categories for purposes of statistical representation:

— severely damaged: 25 to 59 % needle loss

— dying: 60 to 99 % needle loss

— dead: 100 % needle loss

3.4.2. Evolution des dommages

C'est à l'automne 1983 qu'on a constaté pour la première fois dans toute son ampleur le phénomène de la mort des forêts. Il s'agissait des forêts vosgiennes et jurassiennes. En automne 1984, sur les 310 000 ha de domaine forestier enquêtés en Alsace-Loraine, 21,5 % des résineux et 4 % des feuillus présentaient une défoliation supérieure à 20 %. Sur les quelque 100 000 ha de forêt enquêtée dans les Franches Montagnes jurassiennes, le taux d'endommagement était un peu plus faible – 19,5 % des résineux, et environ 1,5 % des feuillus.

L'Office national des forêts a publié le tableau ci-dessous, concernant les dommages subis par les forêts françaises; on a établi, à des fins statistiques, les trois catégories suivantes:

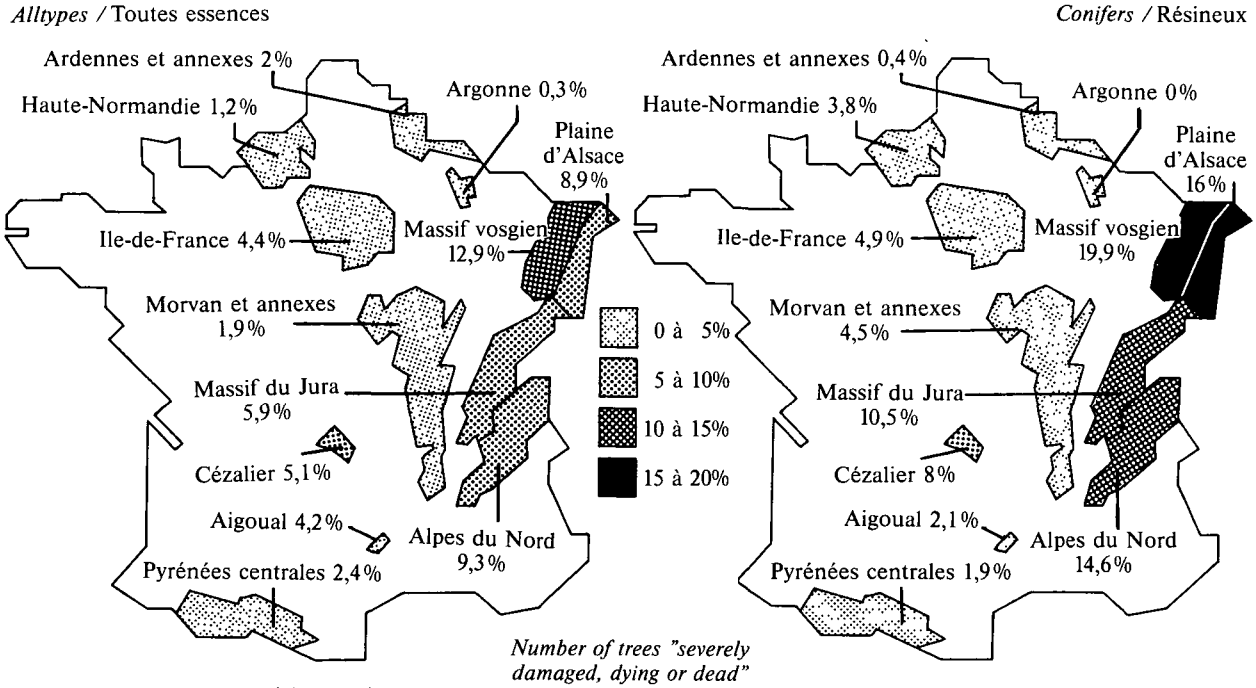
— fortement détérioré: défoliation comprise entre 25 et 59 %

— en dépérissement: défoliation comprise entre 60 et 99 %

— mort: défoliation à 100 %

***Threatened species throughout France***

**Le tour de France des arbres menacés**




*Number of trees "severely damaged, dying or dead"*

Proportion d'arbres «fortement détériorés en dépérissement ou morts».

Sources: Libération, jeudi 9 janvier 1986.

*The National Forestry Service's Damage Assessment Scale* / Tableau synoptique de l'office national des forêts

| *Category*/Catégorie | *Needle/leaf loss*/Défolitation |
|---|---|
| 0 *healthy*/arbres sains | 0– 9% |
| 1 *sickly*/légèrement atteints | 10–24% |
| 2 *damaged, diseased*/malades | 25–59% |
| 3 *decaying*/en dépérissement | 60–99% |
| 4 *dead*/morts | 100% |

*Forests monitored by the National Forestry Office* /
Forêts gérées par l'Office national des forêts

| *Regions* Régions | | *Number of trees* Nombre d'arbres | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Total 2+3+4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chablais-Giffre | *Coniferous*/Résineux | 186 | 89,8 | 7,5 | 2,7 | — | — | 2,7 |
| | *Deciduous*/Feuillus | 78 | 98,7 | 1,3 | — | — | — | 0 |
| | Total | 264 | 92,4 | 5,7 | 1,9 | — | — | 1,9 |
| Borries-Aravis | *Coniferous*/Résineux | 293 | 86,3 | 7,9 | 5,1 | 0,7 | — | 5,8 |
| | *Deciduous*/Feuillus | 115 | 95,7 | 4,3 | — | — | — | 0 |
| | Total | 408 | 89,0 | 6,9 | 3,6 | 0,5 | — | 4,1 |
| Entre Jura et Savoie | *Coniferous*/Résineux | 90 | 71,1 | 22,2 | 5,6 | 1,1 | — | 6,7 |
| | *Deciduous*/Feuillus | 342 | 94,7 | 3,8 | 1,5 | — | — | 1,5 |
| | Total | 432 | 89,9 | 7,6 | 2,3 | 0,2 | — | 2,5 |
| Bauges | *Coniferous*/Résineux | 53 | 88,7 | 11,3 | — | — | — | 0 |
| | *Deciduous*/Feuillus | 115 | 99,1 | 0,9 | — | — | — | 0 |
| | Total | 168 | 95,8 | 4,2 | — | — | — | 0 |
| Chartreuse | *Coniferous*/Résineux | 260 | 36,5 | 28,9 | 30,0 | 4,6 | — | 34,6 |
| | *Deciduous*/Feuillus | 124 | 75,0 | 19,4 | 5,6 | — | — | 5,6 |
| | Total | 384 | 49,0 | 25,8 | 22,1 | 3,1 | — | 25,3 |
| Vallée de l'Isère et | *Coniferous*/Résineux | 21 | 52,4 | 33,3 | 14,3 | — | — | 14,3 |
| Piénts | *Deciduous*/Feuillus | 75 | 68,0 | 26,7 | 5,3 | — | — | 5,3 |
| | Total | 96 | 64,6 | 28,1 | 7,3 | — | — | 7,3 |
| Belledonne-Basses, | *Coniferous*/Résineux | 291 | 73,5 | 22,0 | 4,5 | — | — | 4,5 |
| Maurienne et Tarentaise | *Deciduous*/Feuillus | 45 | 84,4 | 15,6 | — | — | — | 0 |
| | Total | 336 | 75,0 | 21,1 | 3,9 | — | — | 3,9 |
| Vercors | *Coniferous*/Résineux | 345 | 46,1 | 27,8 | 23,5 | 2,6 | — | 26,1 |
| | *Deciduous*/Feuillus | 159 | 72,9 | 25,8 | 1,3 | — | — | 1,3 |
| | Total | 504 | 54,5 | 27,2 | 16,5 | 1,8 | — | 18,3 |

*Classification by forest regions (in %)* / Classement par région forestière (en %)

Private forests/ *Forêts privées*

| *Regions*/Régions | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Total 2+3+4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chablais-Giffre | 90,6 | 5,9 | 3,5 | — | — | 3,5 |
| Reste de la Haute-Savoie | 90,9 | 8,5 | 0,6 | — | — | 0,6 |
| Chartreuse + Belledone-Basses, Maurienne et Tarentaise | 80,5 | 16,2 | 3,3 | — | — | 3,3 |
| Vercors | 54,7 | 31,0 | 13,4 | 0,9 | — | 16,3 |

3.5. *Italy/South Tyrol*

3.5.1. Methods used to assess damage

The partial transfer of powers from national to regional level in forestry matters has tended to result in diverging approaches to the various problems. The data supplied by the regions does not therefore always reflect the actual situation accurately.

An in-depth study of forest decline has been carried out in the region of South Tyrol. In the summer of 1984, the local forestry inspection authority performed a preliminary visual survey of the state of health of trees, based on statistical methods. Approximately 4 000 trees (spruces, firs and white pines) were monitored at a total of 68 sample sites located at the intersections of an $8 \times 8$ km grid. Their condition was assessed in accordance with recognised criteria applied in Central Europe.

3.5.2. Situation in 1984:

3.5. *Italie/Tyrol du Sud*

3.5.1. Méthodes de détermination des dommages

Compte tenu du transfert des compétences partiel de l'Etat aux régions dans le secteur des forêts, les divers problèmes sont traités avec une certaine autonomie. Par conséquent, les indications fournies par les diverses régions ne donnent pas toujours un aperçu exact de la situation réelle.

C'est essentiellement la région du Tyrol du Sud qui s'est occupée sérieusement du problème de la mort des forêts. Pendant l'été 1984, les services de l'Inspection régionale des forêts ont procédé à une première estimation visuelle de l'état de santé de la forêt, selon une méthode statistique. Aux points d'intersection d'un quadrillage de 8 km sur 8, on s'est penché sur l'état de santé de quelque 4 000 arbres (sapins, épicéas, pins sabine), répartis sur 68 surfaces d'échantillonnage, en appliquant les critères d'évaluation définis d'un commun accord dans la partie continentale de l'Europe.

3.5.2. La situation en 1984:

*Spruce*/Sapin

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Class*/Catégorie 0 | = | *healthy*/sains: | 81,6 % |
| *Deterioration due to unknown causes (dying forest syndrome?)*/Dommages imputables à des causes inconnues (mort des forêts?): | | | 16,4 % |
| *Class*/Catégorie 1 | = | *slight damage*/dommages légers | 13,8 % |
| *Class*/Catégorie 2 | = | *moderate damage*/dommages de moyenne importance | 2,2 % |
| *Classes*/Catégories 3 + 4 | = | *severe damage, dead*/dommages importants, arbres morts | 0,4 % |
| *Deterioration due to known causes (conventional damage)*/Dommages dont la cause est connue (dégâts traditionnels): | | | 2,0 % |

*Fir*/Epicéa

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Firs are the most badly affected species*/Les épicéas sont les arbres les plus gravement touchés: | | | |
| *Class*/Catégorie 0 | = | *healthy*/sains | 61,8 % |
| *Deterioration due to unknown causes*/Dommages imputables à des causes inconnues: | | | 35,3 % |
| *Class*/Catégorie 1 | = | *slight damage*/dommages légers | 27,5 % |
| *Class*/Catégorie 2 | = | *moderate damage*/dommages moyens | 7,2 % |
| *Classes*/Catégories 3 + 4 | = | *severe damage, dead*/dommages importants arbres morts | 0,6 % |
| *Deterioration due to known causes*/Dommages imputables à des causes connues: | | | 2,9 % |

*Pine*/Pin

| | | | |
|---|---|---|---|
| *The proportion of healthy trees of this species is also relatively small*/Pour cette essence également, la proportion d'individus sains est relativement faible: | | | |
| *Class*/Catégorie 0 | = | *healthy*/sains: | 74,8 % |
| *Deterioration due to unknown causes*/Dommages imputables à des causes inconnues: | | | 6,3 % |
| *Class*/Catégorie 1 | = | *slight damage*/dommages légers | 4,9 % |
| *Class*/Catégorie 2 | = | *moderate damage*/dommages de moyenne importance | 0,0 % |
| *Classes*/Catégories 3 + 4 | = | *severe damage, dead*/dommages importants, arbres morts | 1,4 % |
| *Deterioration due to known causes*/Dommages dont la cause est connue: | | | 18,9 % |

*The following table reflects damage to forests as a whole /*
Toutes essences confondues, on obtient le tableau suivant:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Class 0*/Catégorie 0 | = *healthy*/sains: | | 80 % |
| *Class 1*/Catégorie 1 | = *slight damage*/dommages légers | 14 % | |
| *Class 2*/Catégorie 2 | = *moderate damage*/dommages de moyenne importance | 2,5 % | 17 % |
| *Classes 3+4*/Catégories 3+4 | = *severe damage, dead*/dommages importants, arbres morts | 0,5 % | |
| *Deterioration due to known causes*/Dommages dont la cause est connue: | | | 3 % |
| *Damaged area: approximately 29 000 ha*/Superficie endommagée: environ 29 000 ha | | | 100 % |

3.5.3. Regional distribution

The geographical distribution pattern shows the greatest damage to be in the eastern regions (upper Puster valley, Gader valley) north of Bolzano, in the Jenesia and Ritten plateaux and in the area around Vipiteno.

3.6. *Liechtenstein*

3.6.1. Methods used to assess damage

*Continuous monitoring zones*

In spring 1984, 16 continuous monitoring zones 0,5 and 1 ha in size were established throughout the country and 100 trees individually marked in each zone. At the initial examination, each tree was monitored for damage and classified according to the criteria of the International Association of Forestry Research Establishments. Thereafter only the degree of damage was assessed, always by the same examiner.

*Survey*

An annual survey is performed at the end of the growing season to assess forest decline which is not due to obvious causes. It gives a general impression of the extent of damage at a specific point in time and enables trends to be identified by comparing individual findings. The local foresters inspect 25 to 50 trees for symptoms at intervals which vary depending on the nature of the tree stands.

3.5.3. Répartition régionale

En ce qui concerne la répartition géographique des dégâts, les zones les plus touchées sont situées à l'est de la région (vallée supérieure de la Puster, vallée de la Gader), au nord de Bolzano, les deux hauts plateaux de Jenesie et Ritten et les environs de Sterzing.

3.6. *Liechtenstein*

3.6.1. Méthodes de détermination des dommages

*Surfaces soumises à une observation de longue durée*

Au printemps 1984, on a délimité, sur l'ensemble du territoire, 16 surfaces d'observation de longue durée, d'une dimension comprise entre 0,5 et 1 ha ; et sur chacune d'elle, on a procédé au marquage de 100 arbres. Lors du premier inventaire, on a non seulement procédé à l'évaluation du degré d'endommagement, mais on a aussi évalué chaque arbre sur la base de la classification de l'Union internationale des instituts de recherche forestiers ; les inventaires suivants, qui ont été effectués dans toutes les surfaces par le même observateur, se limitent à la détermination du degré d'endommagement.

*Sondage*

Ce sondage, qui est effectué chaque année au terme de la période de végétation, est une enquête sur les dommages dont les causes ne sont pas manifestes ; on détermine approximativement et ponctuellement l'ampleur des dommages ; et en comparant les divers inventaires, on constate l'évolution. Compte tenu de la diversité des peuplements, c'est à des intervalles variables que les forestiers rendent compte des symptômes observés, à chaque fois, sur 25 à 50 arbres.

3.6.2. Trends

The results of these samples for 1983 and 1984 were as follows:

3.6.2. Tendances

Les résultats de cette expertise pour les années 1983 et 1984 sont les suivants:

*Damage in %*/Taux d'endommagement:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| — *Spruce*/Sapins: | 19–6 % | (1983: 7–61%); | *average*/en moyenne | 42 % | (1983: 39 %) |
| — *Fir*/Epicéas: | 32–97 % | (1983: 25–97 %); | *average*/en moyenne | 69 % | (1983: 55 %) |
| — *Pine*/Pins sylvestres: | 20–92 % | (1983: 20–86 %); | *average*/en moyenne | 53 % | (1983: 46 %) |
| — *Deciduous trees*/Feuillus | | | *average*/en moyenne | 30 % | (1983: 25 %) |

*Degree of damage*/Degré d'endommagement:

*The proportion of trees in the mildest category ("sickly")*/Pourcentage d'arbres légèrement atteints:

| | | |
|---|---|---|
| — *Spruce*/Sapins: | 79 % | (1983: 92 %) |
| — *Fir*/Epicéas: | 60 % | (1983: 64 %) |
| — *Pine*/Pins sylvestres: | 74 % | (1983: 78 %) |

*Forest area damaged: approximately 40 % (1983: approximately 30 %)*/Surface forestière endommagée: environ 40 % (1983: environ 30 %)

3.6.3. Protective measures

Saving the mountain forests will require considerable financial and human resources. It will necessitate man's abandoning or reducing the manifold and hitherto unchecked demands that he makes on his environment.

3.6.3. Mesures de protection

Si l'on veut que la forêt d'altitude «tienne le coup», on devra mettre en œuvre des moyens considérables, tant en termes de personnel qu'en termes financiers; en particulier, il sera indispensable de renoncer à une partie, du moins, des nombreuses formes d'exploitation effrénée de l'environnement par l'homme.

3.7. *Mediterranean regions*

3.7.1. Forest fires — an important problem

Each year forest fires destroy a large area of the Mediterranean forests. In Italy, an average of 75 000 ha and, in France, 35 000 ha are burnt down each year.

Damage is extensive in both countries. In Italy, the damage relating to timber production was estimated at 63 thousand million lire ($32 million) in 1983. In France, the economic losses incurred in regard to the value of the wood destroyed and other tangible losses reached 350 million francs ($ 147 million) in 1983. Losses in regard to the protective functions, economic potential and recreational uses of forests, which are also very considerable, are not easily calculable in monetary terms. The risks to human life are by no means negligible. In Italy, an average of 10 deaths and 30 injuries occur each year in forest fires, whereas in France there were 10 deaths in 1982 and 6 in 1983.

3.7. *Régions méditerranéennes*

3.7.1. Les incendies de forêts — un problème important

Les incendies de forêts frappent chaque année une surface importante des forêts méditerranéennes. En Italie, ce sont en moyenne 75 000 ha qui sont incendiés chaque année, en France, 35 000 ha.

Les dommages sont élevés dans les deux pays. En Italie, en 1983, on a évalué à 63 milliards de lires (32 millions de dollars) les dommages concernant la production de bois. En France, les pertes économiques concernant la valeur du bois détruit et les autres pertes tangibles ont atteint 350 millions de francs (147 millions de dollars) en 1983. Les pertes concernant les mesures de protection, les potentiels économiques et les usages récréatifs de la forêt sontégalement très importantes, et pas aisément chiffrables en valeur monétaire. Les risques pour les personnes sont loin d'être négligeables. En Italie, on dénombre en moyenne 10 morts et 30 blessés chaque année dans les feux de forêt, alors qu'en France on a dénombré 10 morts en 1982 et 6 morts en 1983.

The costs of fighting forest fires are continuously increasing in the two countries, but are still much lower than the costs of the damage. France, for example, spent 140 million francs ($15 million) in 1980, and 190 million francs in 1984.

The statistics show that, in 1978, in 89 % of cases the fires were deliberately laid or else due to negligence, and in only 2 % of cases caused by lightning. One therefore cannot escape the conclusion that negligence and criminal acts are the main causes of forest fires. The latter can be catastrophic for forests and other types of vegetation in countries where forests are severely threatened by this scourge as a result of climatic and sociological factors.

*Fires in forests and other woodlands, losses incurred (early 1980s)*

| | Areas destroyed by fire annually (in km²) | Annual losses (in US$ 1000) |
|---|---|---|
| Canada | 6 465,9 | 154 966 |
| United States | 5 797,2 | |
| Finland | 6,6 | 583 |
| France | 365,4 | 145 991 |
| Federal Republic of Germany | 7,9 | 493 |
| Italy | 582,7 | 22 619 |
| Norway | 0,7 | 35 |
| Portugal | 597,0 | 12 518 |
| Spain | 2 517,1 | 99 718 |
| Sweden | 9,2 | 462 |
| Turkey | 166,3 | 9 939 |
| United Kingdom | 8,9 | 741 |

*Note:* Data based on three-year averages. Data are not strictly comparable as between countries.

*Reference:* OECD Compendium 1985, Table 6.6.

### 3.8. *The forest — an important component of the ecosystems — is in danger*

Forests, like all the other main components of the ecosystems (air, water, soil, flora and fauna), play an important part in maintaining the ecological balance, both at world and at regional and local level.

Sylviculture — that is, the exploitation of forest resources — makes an essential contribution to the GDP of a certain number of European countries.

It is difficult to assess what the future holds in store for forests in Europe. The scientific aspects of this question constitute a complicated maze of causes and effects. Man has for centuries intervened in a decisive manner in this natural chain of events, by altering it and breaking it. Finally, in recent years, he has weakened the whole

Le prix de la lutte contre les feux de forêt est en constante augmentation dans les deux pays, mais encore très inférieur au prix des dommages causés. La France, par exemple, a dépensé à cet effet 140 millions de francs (15 millions de dollars) en 1980 et 190 millions de francs en 1984.

Les statistiques montrent qu'en 1978, les incendies étaient, dans 89 % des cas, criminels ou bien dus à la négligence, et dans 2 % des cas seulement dus à la foudre. Force est donc de conclure que la négligence et les actes criminels sont la principale cause des incendies de forêt. Ces incendies peuvent être catastrophiques pour la forêt et pour d'autres types de végétation dans les pays où les forêts sont très menacées par ce fléau en raison de facteurs climatiques et sociologiques.

*Incendies de forêts et autres terres boisées, pertes afférentes (Début des années 80)*

| | Superficies incendiées annuellement (en km²) | Pertes annuelles (en 1 000 $US) |
|---|---|---|
| Canada | 6 465,9 | 154 966 |
| Etats-Unis | 5 797,2 | |
| Finlande | 6,6 | 583 |
| France | 365,4 | 145 991 |
| République Fédérale d'Allemagne | 7,9 | 493 |
| Italie | 582,7 | 22 619 |
| Norvège | 0,7 | 35 |
| Portugal | 597,0 | 12 518 |
| Espagne | 2 517,1 | 99 718 |
| Suède | 9,2 | 462 |
| Turquie | 166,3 | 9 939 |
| Royaume-Uni | 8,9 | 741 |

*Note:* Données établies à partir de moyennes sur trois ans. Les données ne sont pas strictement comparables entre pays.

*Référence:* Compendium OCDE 1985, tableau 6.6.

### 3.8. *La forêt — une grande composante des écosystèmes — est en danger*

La forêt, de même que tous les grands composants des écosystèmes (l'air, l'eau, la terre, la faune et la flore), jouent un rôle majeur dans le maintien de l'équilibre écologique tant au niveau mondial qu'au niveau régional et local.

La sylviculture, c'est-à-dire l'exploitation des ressources forestières, apporte une contribution essentielle au PIB d'un certain nombre de pays européens.

Il est difficile d'essayer d'apprécier ce que réserve l'avenir aux forêts en Europe. Les aspects scientifiques de cette question constituent un écheveau embrouillé de causes à effets. L'homme intervient d'une manière déterminante depuis des siècles dans cet enchaînement naturel des phénomènes. Il le modifie et le rompt. Enfin, récemment, il

forest ecosystem in huge areas by exposing it to a mass of active toxic products.

The last of the acts of aggression which man is at present perpetrating against the forest and its surroundings is not comparable with any of his earlier misdeeds in regard to the biosphere and the forest. Even in human armed conflicts, there is nothing more perfidious than poison. The vulnerability of the subjects affected is almost total. Forests and the services dealing with them are virtually powerless against the primary agents of decay. Tentative efforts to combat the intoxication of entire ecosystems in vast areas by means of manuring or remedial measures are an expression of the helplessness of those in charge.

If there is any chance at all of discovering a timely remedy to this overall intoxication of forests, it is to be found outside forestry. This does not depend in the first instance on science and technology, but above all on social conduct. It is accordingly subject to intangible and irrational factors which are decisive. It is therefore very difficult to attempt to analyse the complex factors conditioning the future of forests. But this has to be done by those in positions of outstanding responsibility, particularly in the political sphere.

## 4. *The causes of recent forest decline*

The causes of forest decline are not yet fully understood, but there is general agreement that atmospheric pollution is the chief factor in this complex process.

At one time, clear causal connections could invariably be traced between tree damage and certain toxic substances in specific areas. Since 1980, however, extensive forest damage has been observed in areas far removed from identifiable pollution sources.

This represents a completely new situation. Scientists attribute the "modern decline" to widespread air pollution. Atmospheric pollution developed with the rapid growth of industry after the second world war and is still increasing in scale and distribution.

### 4.1. *Air pollutants (primary pollutants)*

The atmosphere contains thousands of pollutant substances. The ones thought to be most harmful to trees are sulphur dioxide, oxides of nitrogen and hydrocarbons. These act both directly

affaiblit dans de vastes régions tout l'écosystème forestier en l'exposant à une foule de produits toxiques actifs.

La dernière des agressions que l'homme est en train de commettre contre la forêt et son milieu n'est comparable à aucun des méfaits antérieurs à l'égard de la biosphère et de la forêt. Même dans les conflits armés entre les hommes, il n'existe rien de plus perfide que le poison. La vulnérabilité des sujets atteints est quasi complète. La forêt et les services qui s'en occupent sont pratiquement impuissants contre les agents primaires du dépérissement. Les tentatives de lutte contre l'intoxication d'écosystèmes entiers dans de vastes régions à l'aide de fumure ou d'interventions sylvicoles sont l'expression du désarroi des responsables.

S'il existe une possibilité quelconque de remédier en temps utile à cette intoxication généralisée de la forêt, elle se trouve en dehors de la sylviculture. Elle ne dépend pas en premier lieu des domaines scientifique et technique, mais avant tout du comportement social. Elle est donc soumise à des éléments impondérables et irrationnels, primordiaux. Il est donc très difficile de vouloir analyser les facteurs complexes conditionnant l'avenir de la forêt. Mais une telle analyse est nécessaire pour ceux qui endossent de hautes responsabilités, notamment en politique.

## 4. *Les causes de ces dommages d'un «nouveau type»*

Les causes des dégâts subis par les forêts ne sont pas encore pleinement élucidées ; toutefois, l'on s'accorde largement à reconnaître que la pollution de l'air représente la cause essentielle dans le jeu complexe des influences.

Alors que, naguère, les dommages observés étaient toujours clairement en relation avec certaines substances phytotoxiques dans une zone déterminée, on observe, à partir de 1980, un phénomène de dispersion des dommages sur de vastes étendues, dont certaines portions sont fort éloignées des sources toxiques.

Il y a là une situation entièrement nouvelle. On suppose, dans les milieux scientifiques, que ces «nouveaux dommages» sont dus à une pollution de l'air affectant de vastes étendues. En effet, l'essor économique qui a marqué l'après-guerre a entraîné une pollution de l'air qui ne cesse de s'accroître et de s'étendre.

### 4.1. *Substances toxiques véhiculées par l'air (substances toxiques primaires)*

Il existe des milliers de substances toxiques véhiculées par l'air ; les plus néfastes pour la forêt sont aujourd'hui l'anhydride sulfureux, les oxydes d'azote et les carbures d'hydrogène. D'une

and indirectly, combining with one another in the presence of sunlight to form secondary pollutants (photochemical oxidants and ozone).

*a.* Sulphur dioxide

Domestic and industrial boilers, generating plants burning fossil fuels and diesel-engined vehicles are the main sources of sulphur dioxide emissions. Sulphur dioxide is a colourless gas with an irritant odour. It is produced when sulphur released by fuel combustion reacts with oxygen in the atmosphere.

By forming sulphurous acid, sulphur dioxide can affect man, causing irritation and damage to mucous membranes and a dry cough. It accelerates the corrosion and destruction of metals, textiles and building materials. Plants are very vulnerable to the action of sulphur dioxide; small amounts are sufficient to upset the natural process of photosynthesis and damage leaves.

The high levels of sulphur dioxide in the atmosphere and its large-scale distribution make it one of the worst air pollution offenders. It is the main cause of "acid rain", which in turn is regarded as the main cause of forest deterioration. Sulphur dioxide emissions almost trebled between 1950 and 1980 but are now decreasing slightly.

*b.* Nitrogen oxides

These are formed mainly at high combustion temperatures and high engine speeds. In central Europe, motor vehicles account for nearly 80 % of nitrogen oxide emissions. These have increased by a factor of 20 since 1950 and are still rising. Prolonged exposure to oxides of nitrogen can impair the respiratory function and cause chronic respiratory system complaints. Although they are only harmful to plants at relatively high concentrations (350 micrograms $NO_x/m^3$ air), nitrogen oxides are primary pollutants, reacting with hydrocarbons to form photochemical oxidants (photochemical smog) which are particularly detrimental to vegetation.

*c.* Hydrocarbons

This group includes a huge variety of compounds highly toxic to plants. Hydrocarbon emissions have increased tenfold in the last 30 years.

part, ces substances ont une action toxique directe; d'autre part, leur action combinée donne naissance, sous l'influence de la lumière solaire, à des substances toxiques secondaires (photo-oxydants et ozone).

*a.* L'anhydride sulfureux

Les sources principales d'émission sont le chauffage domestique et industriel, les centrales thermiques (à carburant fossile) et les véhicules à moteur diesel. Il s'agit d'un gaz incolore, à l'odeur fortement irritante, qui se forme en particulier lors de la réaction du soufre contenu dans des combustibles avec l'oxygène de l'air.

L'anhydride sulfureux peut, en provoquant la formation d'acide sulfureux, entraîner chez l'homme des irritations et des lésions des muqueuses, ainsi qu'une toux irritante. Il accélère la corrosion et la destruction des métaux, des textiles et des matériaux de construction. Les végétaux sont très sensibles à l'action de l'anhydride sulfureux. De faibles quantités suffisent pour perturber le processus naturel de la photosynthèse, ce qui est préjudiciable aux feuilles.

L'anhydride sulfureux, du fait qu'il est présent en grande quantité et qu'il a une diffusion suprarégionale, compte parmi les principaux composants de la pollution atmosphérique et est le principal responsable des «pluies acides», lesquelles à leur tour, peuvent être considérées comme la cause principale de la mort des forêts. Les rejets d'anhydride sulfureux ont presque triplé entre 1950 et 1970. Mais ils ont tendance, aujourd'hui, à diminuer.

*b.* Les oxydes d'azote

Leur formation est déclenchée essentiellement par des températures de combustion élevées, et des vitesses élevées de rotation des moteurs. Les rejets d'oxyde d'azote sont provoqués à près de 80 % — essentiellement en Europe continentale — par la circulation routière. Ils se sont multipliés par 20 depuis 1950, et leur progression se poursuit. Les oxydes d'azote peuvent, s'ils sont présents en permanence, nuire à la fonction pulmonaire et endommager chroniquement les voies respiratoires. Certes, ils ne sont phytotoxiques qu'à partir de concentrations relativement fortes (350 microgrammes/$m^3$ d'air); mais ils constituent une substance toxique primaire dont la réaction avec les carbures d'hydrogène donne naissance à des photo-oxydants particulièrement toxiques pour les végétaux (*smog* photochimique).

*c.* Les hydrocarbures

Ce terme englobe un grand nombre de combinaisons diverses, mais très phytotoxiques, dont les rejets ont décuplé au cours des trente dernières années.

They have a very strong odour and are responsible for the smell of exhaust fumes. They combine with oxides of nitrogen to form photochemical smog (a secondary pollutant).

*d.* Heavy metals

These attack plants by absorption through the leaves. They travel long distances as dust. Since fine dust contains a large proportion of soluble matter, toxic metal particles can be absorbed by plants. Heavy metal ions accumulate in different parts of the organism and the top layers of soil and are remobilised by soil acidification.

*e.* Triethyl lead

This highly volatile substance is being encountered increasingly in "clean air" regions. It is a potent cytotoxin and is absorbed by the needles of fir and spruce trees.

4.2. *Air pollutants (secondary pollutants)*

Broadly speaking, secondary pollutants are the products formed by the reaction of nitrogen oxides and hydrocarbons in the presence of sunlight (photochemical oxidants). The most important of these are ozone and other organic peroxide compounds, also higher oxides of nitrogen. The term "oxidant" covers a complex mixture of substances created by photochemical transformation processes in polluted air.

These may be carried short or long distances during their formation in the atmosphere and therefore may be effective a long way away from the source of emission (motorways, city centres, etc.) as well as in its immediate vicinity. As a result, forest damage due to airborne pollution is not limited to the site of origin but is also found over large areas and in remote locations.

*a.* Nitrogen oxides and photochemical oxidants

The substances formed from oxides of nitrogen and other primary pollutants (hydrocarbons etc.) by photochemical reactions, principally ozone, are among the most potent oxidising agents occurring in the atmosphere.

On leur doit l'odeur caractéristique, nauséabonde, des gaz d'échappement. Combinés aux oxydes d'azote, ils forment le smog photochimique (substance toxique secondaire).

*d.* Les métaux lourds

Ils sont nuisibles pour les végétaux sur les feuilles desquels ils se déposent. Combinés à la poussière, ils parcourent de longues distances. Les fines particules de poussière contiennent une forte proportion soluble, de sorte que les métaux lourds demeurent disponibles pour la plante. Les ions métalliques lourds s'enrichissent dans les diverses parties des végétaux et dans les couches superficielles du sol, et sont rendus mobiles par l'acidification du sol.

*e.* Le triethyl-plomb

Il a été démontré que cette substance particulièrement volatile se répand dans ce qu'on appelle les «zones à air propre». C'est une substance hautement toxique, qui est régulièrement absorbée par les aiguilles des épicéas et des sapins.

4.2. *Substances toxiques véhiculées par l'air (substances toxiques secondaires)*

Au sens large, cette expression désigne la palette des produits de réaction qui se constituent, sous l'influence de la lumière solaire, à partir des oxydes d'azote et des hydrocarbures (photo-oxydants). Les principales de ces substances sont l'ozone et d'autres péroxydes organiques, ainsi que les oxydes de l'azote à forte valence. La notion d'oxydant désigne un mélange complexe de substances qui fait son apparition lors de transformations photochimiques dans l'air pollué.

Ces substances secondaires peuvent, pendant qu'elles sont en formation dans l'atmosphère, être acheminées sur des distances plus ou moins grandes ; et par conséquent, leur action ne s'exerce pas seulement aux environs immédiats de la source (autoroutes, centre-ville, etc.), mais aussi à une certaine distance. Ainsi, les dommages occasionnés à la forêt par la pollution atmosphérique ne se limitent pas aux environs immédiats de la source ; ils surviennent aussi dans des zones éloignées.

*a.* Oxydes d'azote et photo-oxydants

Les substances — et notamment l'ozone — qui se forment par réaction photochimique à partir des oxydes d'azote et d'autres substances toxiques primaires (hydrocarbures, etc.) font partie des oxydants les plus actifs qu'on puisse trouver dans l'atmosphère.

They destroy the wax layer of conifer needles, attack cell membranes, and interfere with photosynthesis and metabolic processes. Chronic stress leads to loss of growth and premature ageing while susceptibility to pests is increased. The symbiotic association between forest trees and fungi (mycorrhiza) is thrown off balance.

Typical symptoms of recent ozone damage are oily patches on leaves. These are caused by cellular fluid escaping into cellular interstices as a result of cell membrane destruction. Necrotic lesions develop, which may grow and even extend to the backs of leaves. Leaves growing in shade are particularly vulnerable.

*b.* Acid rain

The problem of air pollution is exacerbated by the fact that the action of pollutants is not restricted to the immediate vicinity of their source. They also combine with atmospheric humidity and are precipitated as acid rain, often far from the place where they originated.

This trend was reinforced by the "tall smokestack" policy of the 1970s, which was believed to reduce environmental pollution because harmful substances were emitted so high into the air that they could not be traced — for the time being. Years later, however, fish began to die mysteriously on an alarming scale, mainly in the Scandinavian lakes. We realise today that acid rain was the cause, and that this is a Europe-wide problem, if not a worldwide one.

Elles détruisent la couche cireuse des aiguilles, attaquent les membranes cellulaires, perturbent la photosynthèse et les processus métaboliques. Des pressions environnementales chroniques entraînent des pertes de croissance et un vieillissement prématuré, ainsi qu'une plus grande vulnérabilité aux parasites. La symbiose entre les arbres et les mycorhizes est sensiblement perturbée.

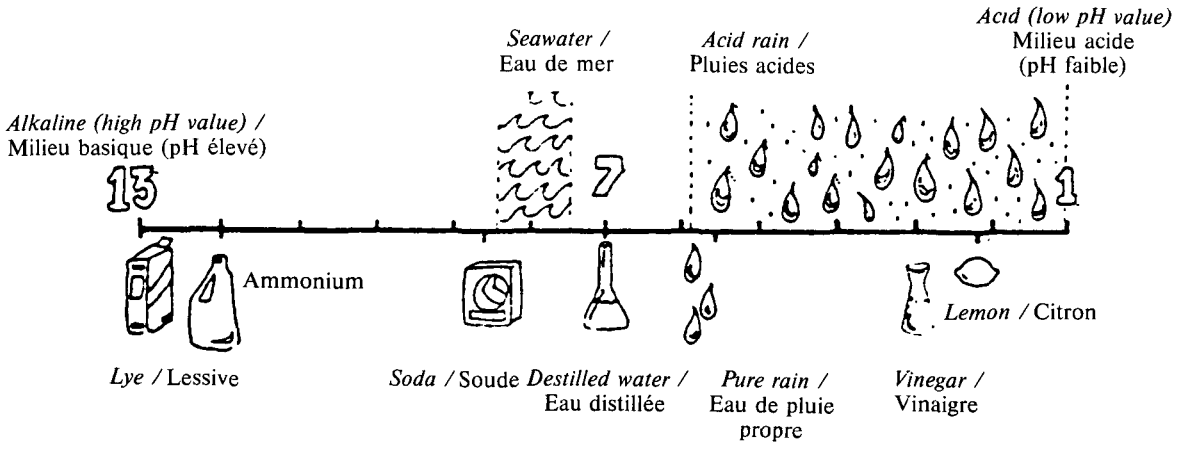
Les symptômes des nouveaux dommages causés par l'ozone sont notamment des taches d'apparence huileuse sur les feuilles. Elles sont dues à l'écoulement du liquide intracellulaire dans l'espace intercellulaire, par suite de la destruction des membranes. D'où l'apparition de points de nécrose qui s'agrandissent et peuvent finir par atteindre la face inférieure de la feuille. Les feuilles qui poussent à l'ombre sont particulièrement sensibles.

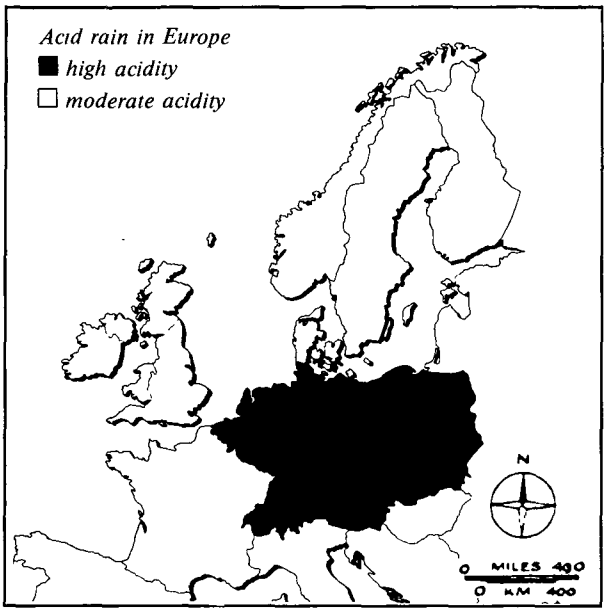
*b.* Les pluies acides

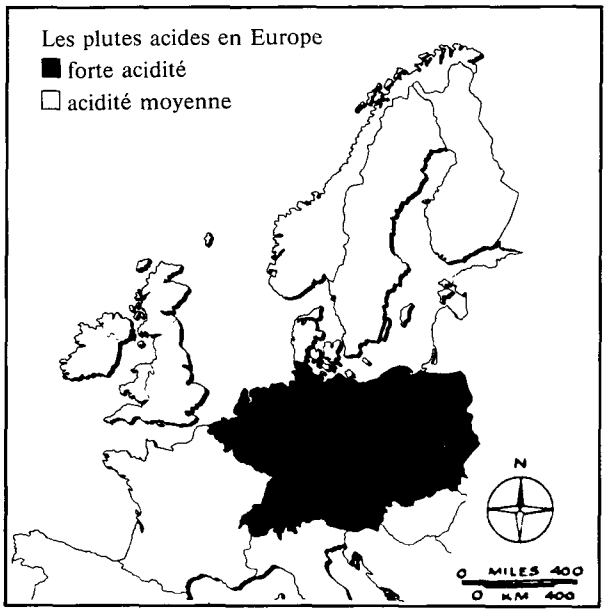
Le problème de la pollution de l'air est rendu plus aigu par le fait que les substances toxiques se combinent à l'humidité de l'air pour retomber sous forme de «pluies acides», souvent à une grande distance de la source d'émission.

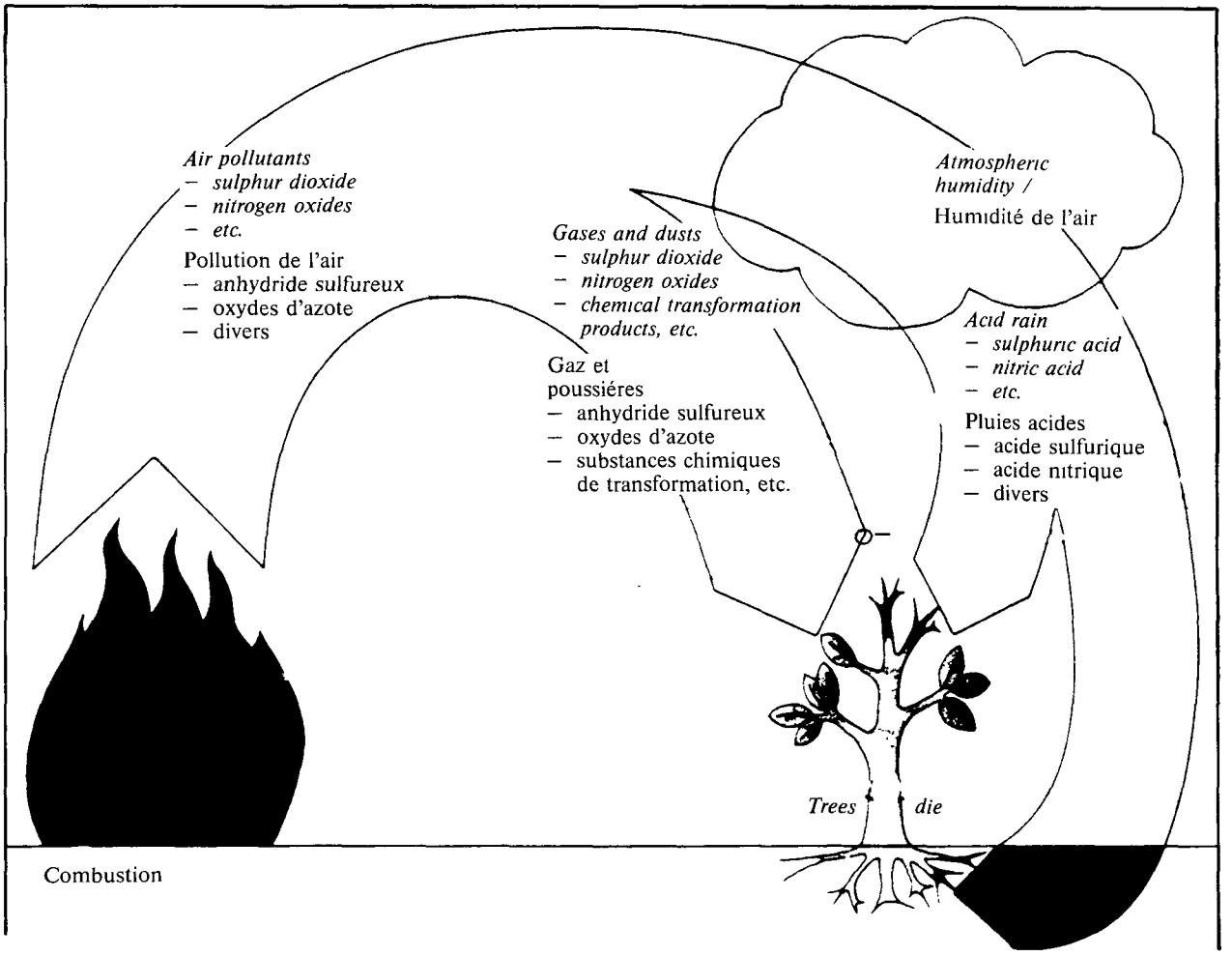
Cette évolution a été favorisée, dans les années 70, par la politique des «hautes cheminées» avec lesquelles on pensait pouvoir réduire la pression s'exerçant sur l'environnement (les rejets toxiques étaient expulsés à une telle hauteur dans l'atmosphère qu'on perdait — provisoirement — leur trace). Mais quelques années plus tard, on constata que les poissons — surtout ceux des lacs scandinaves — étaient en danger de mort. A l'époque, on ne s'expliqua pas ce phénomène; aujourd'hui, nous savons que les «pluies acides» en sont responsables, et qu'elles posent un problème à l'échelle de toute l'Europe, voire à l'échelle mondiale.

*Acid rain falls within the same range as vinegar and lemon on a pH scale*
Le pH des pluies acides se situe au même niveau que celui du vinaigre et des citrons




*Acid rain in Europe*
■ *high acidity*
□ *moderate acidity*
N
0 MILES 400
0 KM 400


Les plutes acides en Europe
■ forte acidité
□ acidité moyenne
N
0 MILES 400
0 KM 400


*Air pollutants*
– *sulphur dioxide*
– *nitrogen oxides*
– *etc.*
Pollution de l'air
– anhydride sulfureux
– oxydes d'azote
– divers
*Gases and dusts*
– *sulphur dioxide*
– *nitrogen oxides*
– *chemical transformation products, etc.*
Gaz et poussiéres
– anhydride sulfureux
– oxydes d'azote
– substances chimiques de transformation, etc.
*Atmospheric humidity /*
Humidité de l'air
*Acid rain*
– *sulphuric acid*
– *nitric acid*
– *etc.*
Pluies acides
– acide sulfurique
– acide nitrique
– divers
*Trees die*
Combustion

The damaging effects of acid rain : air pollutants deposited in precipitation cause acidification of the soil. Nutrients are washed deeper into the ground or leached out. Barely soluble metal ions are released in the process and root damage occurs. Trees respond by forming more fine roots, using up additional energy. Their vitality consequently declines as does their resistance to pests and diseases, which finally kill them off.

*c.* Radioactive emissions

Publications on this subject still reflect diverging opinions, but synergetic action between radioactivity and air pollutants cannot be completely ruled out. This applies in particular to increased ozone formation and the creation of fluoride compounds toxic to plants. Laboratory tests have shown that this is the case above the following concentrations :

$SO_2$ : 5,2 µg/m³ air

Alpha radiation : 50 pCi/m³ air

Apart from being absorbed through foliage, radioactive substances can also penetrate trees via the root system in the presence of soil acidity.

4.3. *Interaction of pollutants*

*a.* Reduction or loss of forests' vitality

Due to the accumulation of pollutants over decades and synergetic effects which are just beginning to be understood, extensive woodland areas have deteriorated to the point where they are defenceless against additional stresses such as drought, frost, or infestation with pests, which they previously withstood without any difficulty.

Les effets nuisibles des pluies acides : les substances toxiques qui sont dissoutes par les précipitations acidifient le sol, et les substances nutritives sont refoulées dans des couches du sol plus profondes, ou sont lessivées. Des ions métalliques, difficilement solubles, se trouvent ainsi libérés ; et par la suite, on voit apparaître des dommages au niveau des racines. L'arbre tente alors de réagir en intensifiant la formation de racines fines ; ce faisant, il utilise un surcroît d'énergie. Ultérieurement, sa vitalité décrît ; ses défenses contre les parasites et les maladies s'affaiblissent, et il finit par mourir.

*c.* Rejets radioactifs

Les ouvrages publiés au sujet de cet ensemble de thèmes font apparaître, assurément, des divergences d'opinion. Cependant, des effets synergiques entre la radioactivité et d'autres formes de toxicité ne sont pas à exclure. Cette observation vaut essentiellement en ce qui concerne l'intensification de la formation d'ozone et l'apparition de combinaisons fluorées phytotoxiques. Des recherches en laboratoire ont montré que c'est ce qui se passe à partir des concentrations suivantes :

$SO_2$ : 5,2 µg/m³ d'air

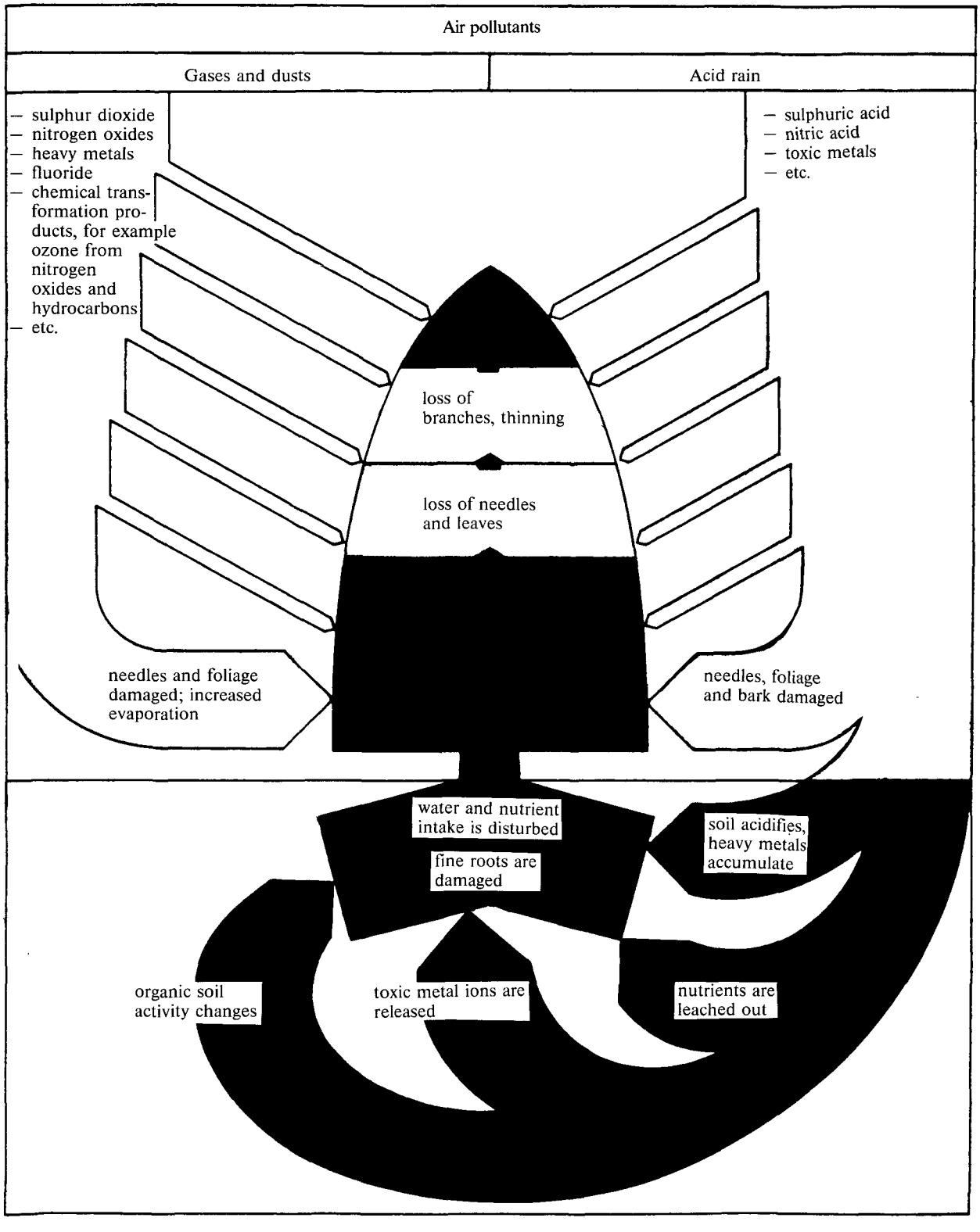
Rayonnement alpha : 50 pCi/m³ d'air

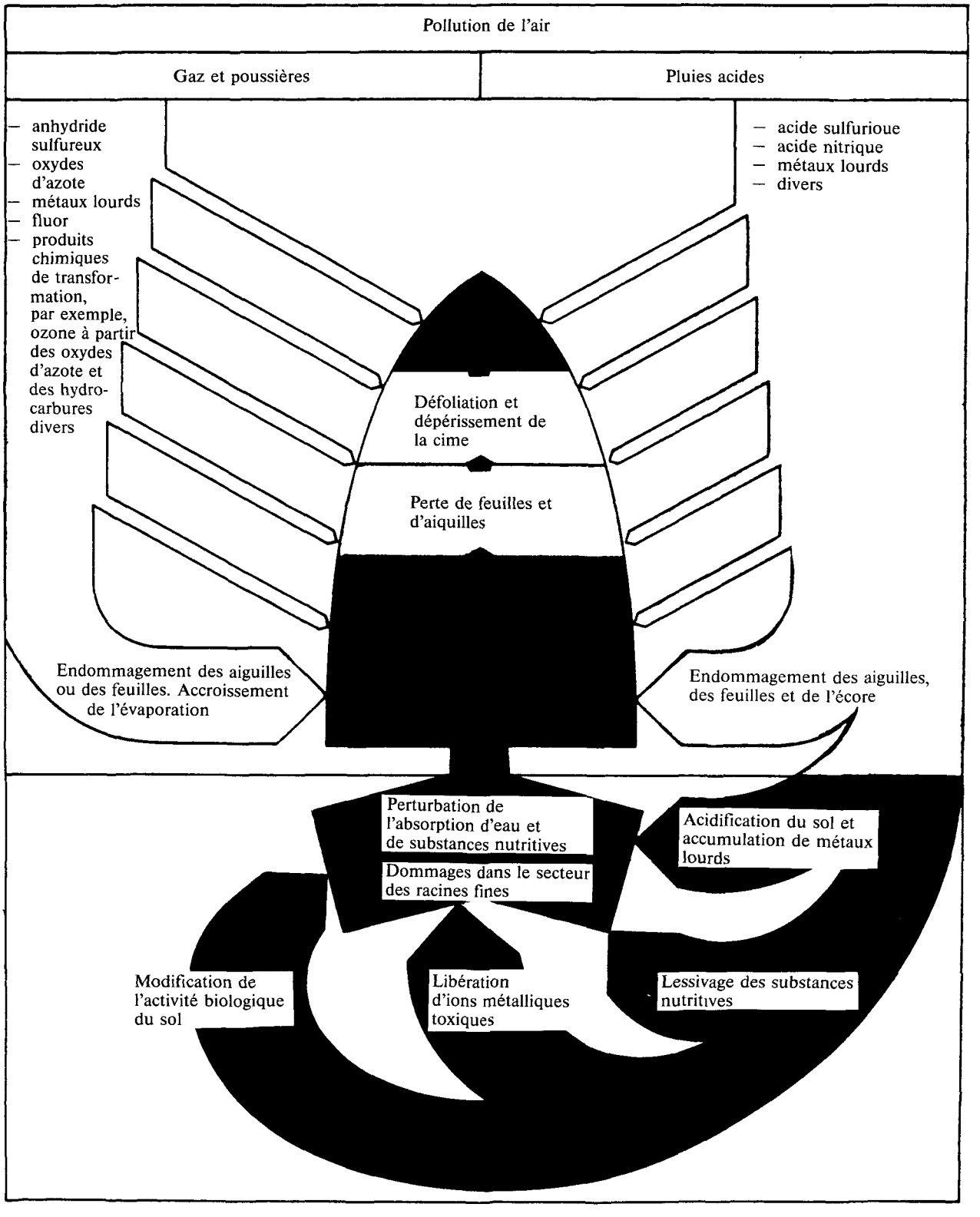
Non seulement les substances radioactives peuvent être absorbées par les feuillus, mais elles peuvent aussi, dans le cas d'une acidification du sol, atteindre dans des proportions accrues l'arbre lui-même par l'intermédiaire des racines.

4.3. *Action conjointe des substances toxiques*

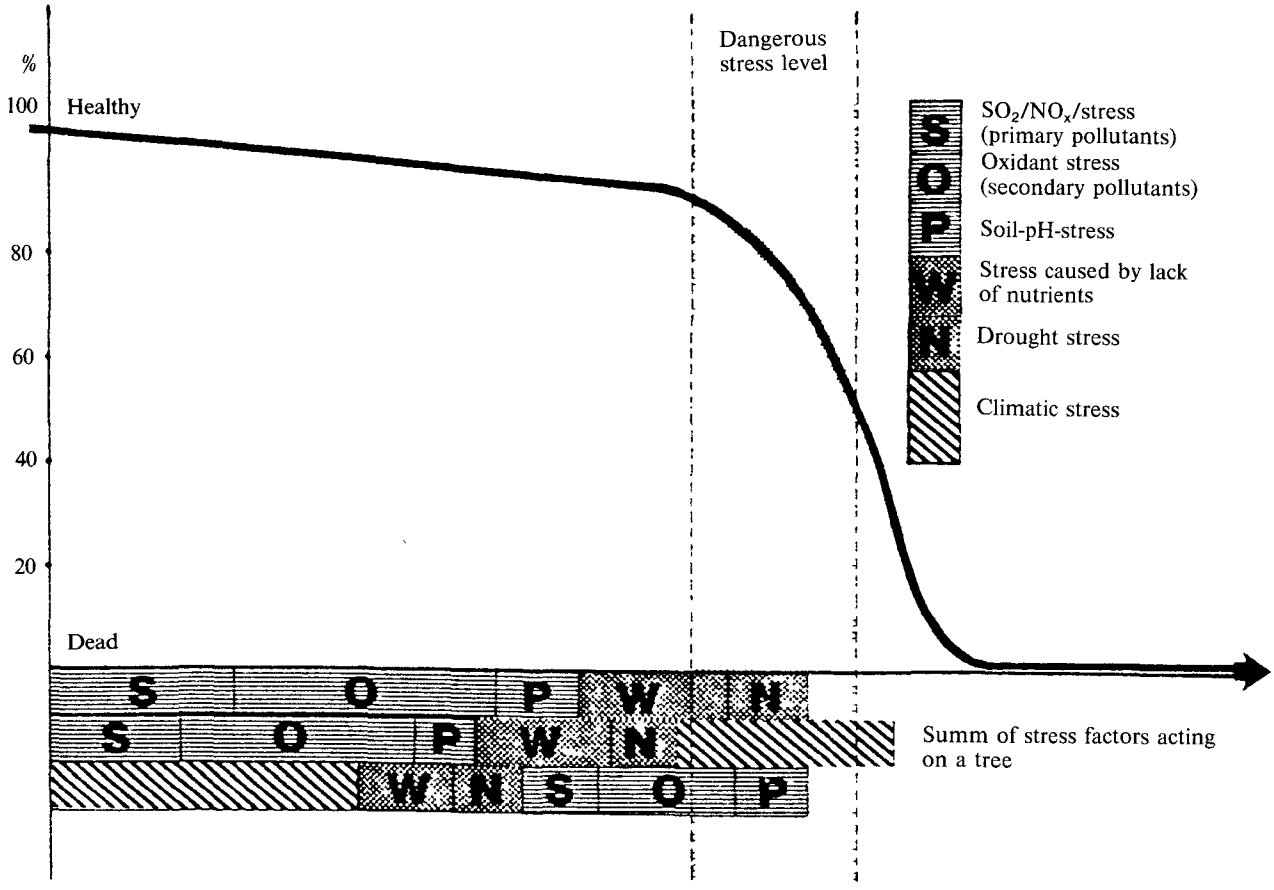
*a.* Diminution ou disparition de la vitalité de la forêt

Par suite de l'accumulation de substances toxiques pendant des décennies, et des effets synergiques, qu'on commence seulement à connaître en partie, on en est arrivé aujourd'hui au point où la forêt, sur de vastes territoires, est tellement affaiblie qu'elle n'est plus en état de supporter des pressions supplémentaires, telles que des périodes de sécheresse ou de gel, ou des attaques de parasites, qu'elle avait jusqu'à présent surmontées sans difficultés.


Air pollutants
Gases and dusts
Acid rain
– sulphur dioxide
– nitrogen oxides
– heavy metals
– fluoride
– chemical transformation products, for example ozone from nitrogen oxides and hydrocarbons
– etc.
– sulphuric acid
– nitric acid
– toxic metals
– etc.
loss of branches, thinning
loss of needles and leaves
needles and foliage damaged; increased evaporation
needles, foliage and bark damaged
water and nutrient intake is disturbed
fine roots are damaged
soil acidifies, heavy metals accumulate
organic soil activity changes
toxic metal ions are released
nutrients are leached out


Pollution de l'air
Gaz et poussières
Pluies acides
– anhydride sulfureux
– oxydes d'azote
– métaux lourds
– fluor
– produits chimiques de transformation, par exemple, ozone à partir des oxydes d'azote et des hydrocarbures divers
– acide sulfurioue
– acide nitrique
– métaux lourds
– divers
Défoliation et dépérissement de la cime
Perte de feuilles et d'aiquilles
Endommagement des aiguilles ou des feuilles. Accroissement de l'évaporation
Endommagement des aiguilles, des feuilles et de l'écore
Perturbation de l'absorption d'eau et de substances nutritives
Dommages dans le secteur des racines fines
Acidification du sol et accumulation de métaux lourds
Modification de l'activité biologique du sol
Libération d'ions métalliques toxiques
Lessivage des substances nutritives

*Sum total of stress factors affecting a tree*




*b.* Species threatened with extinction

Forest decline is also having dramatic consequences from the point of view of genetic stock. The scale of the damage is such that whole species are threatened and with them our forests' genetic material.

The damage recorded to date indicates that the forests' genetically determined powers of resistance are inadequate to cope with what is clearly an environmental disaster. The germination potential (essential for the production of seed) of forest tree species, and hence the survival of forest seed and plant material, is seriously threatened by emissions. In many areas, the germination rate has fallen from 60-70 % to 10-15 %. Immediate action must therefore be taken to safeguard and conserve the genetic information of our tree species so that a sufficient variety of seed material is available for reafforestation — if it can be carried out.

It is becoming increasingly difficult to obtain supplies of seed of known origin for the

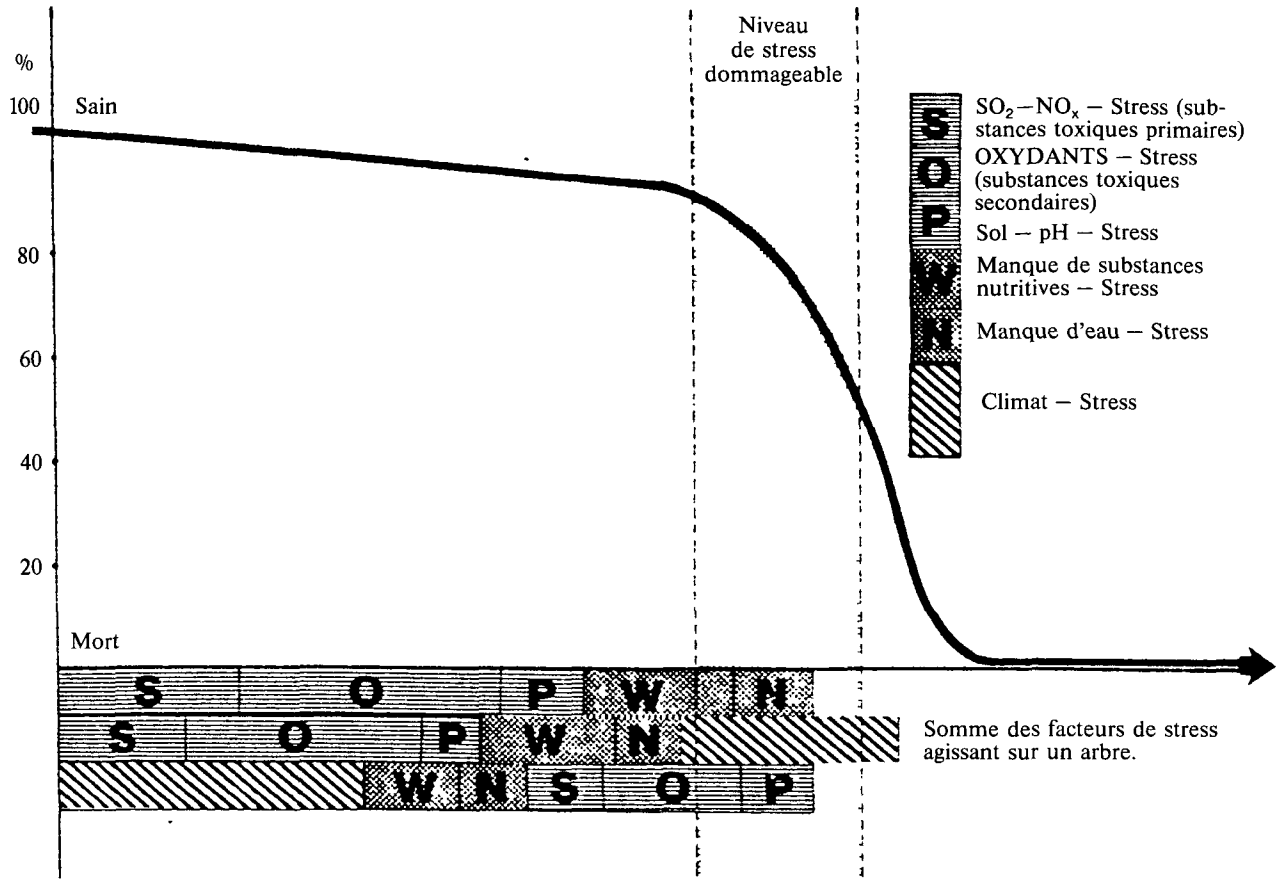
*b.* Essences menacées d'extinction

Sur le plan de la génétique forestière, également, les conséquences de l'évolution des dommages s'avèrent dramatiques. Les dégâts, de par leur ampleur, menacent des essences entières, et par conséquent, l'information en matière de génétique forestière.

Les dommages enregistrés à ce jour font craindre que la capacité de nos forêts— génétiquement fixée — de faire tampon ne soit plus adaptée à une situation environnementale manifestement catastrophique. C'est surtout la faculté germinative (production de semences) des essences forestières qui est gravement menacée par les rejets toxiques ; il y va donc de la sauvegarde du stock de reproduction. Dans de nombreuses zones de croissance, la faculté germinative esttombée de 60-70 % à 10-15 %. Il est donc indispensable de prendre immédiatement des mesures tendant à garantir et sauvegarder les informations génétiques concernant les essences de manière à avoir à notre disposition, pour les reboisements futurs — en admettant qu'ils soient possibles — des semences appropriées, sur une largeur suffisante.

L'approvisionnement en semences dont la provenance a été vérifiée pose de plus en plus de

*Somme des facteurs de stress agissant sur un arbre*




severely affected high altitudes. If at all possible, seed must be harvested from tree stands that are dying in order to at least preserve the genetic variety of our forests — which would otherwise be lost forever — for later generations.

Reafforestation has no chance of success, however, unless soil pollution is drastically reduced.

5. *The need for rapid and far-reaching protective measures*

5.1. *The forests' function as a pollution filter*

Acting as they do like an enormous filter, forests have up to now been catching a substantial proportion of air pollution — to their own detriment. As one filtering layer after another fails, the pressure on the remaining layers grows and the dynamics of forest decline intensify. A system analyst at the IASA in Vienna-Laxenburg has devel-

problèmes, précisément, pour les zones d'altitude soumises à de fortes contraintes. Dans ces conditions, il est absolument nécessaire de sauver ce qui peut encore l'être du patrimoine génétique des peuplements qui sont en train de dépérir, afin de préserver, du moins de cette manière, pour les générations à venir, une diversité dont la perte serait irréparable.

Mais pour qu'un réensemencement ait des chances de réussir, il faut d'abord réduire considérablement la présence de substances toxiques dans le sol.

5. *Nécessité de prendre rapidement des mesures de protection exhaustives*

5.1. *La forêt filtre les substances toxiques*

La forêt agit comme un filtre géant qui, à ce jour, a retenu — en en subissant les conséquences — une fraction considérable des substances toxiques véhiculées par l'air. Or, si les couches filtrantes se détachent l'une après l'autre, celles qui restent sont soumises à une pression accrue, et la dynamique de la mort de la forêt revêt des formes

oped a model called the "collapse prognosis" which predicts that, unless the Federal Republic of Germany takes appropriate action, by the year 2005 there will be no forests left and the groundwater supply will no longer be drinkable.

The ecological, economic, social and cultural effects of widespread forest destruction will result in a crisis of almost unimaginable proportions in the countries of Europe and the Alpine states in particular. Governments and politicians cannot stand by and watch as our natural environment is destroyed; they must take swift and effective action, even if this calls for tough and unpopular measures. The necessary political, opinion-forming process should be based on accurate information, suitably presented to the public and tailored to its requirements.

For such a process to have a good chance of success, it must work from the bottom upwards, that is, from the people affected to those with influence and political power, and must be accepted, supported and reinforced at each level of the social, economic and political system.

5.2. *We all share responsibility for environmental protection*

In our private, working, social and political lives each of us bears some responsibility for political developments. Non-contributors are unwanted in the effort to save Europe's forests.

Everyone can and must do his bit to help fight environmental pollution with its damaging effects on human health, the rural countryside and the basis of existence of future generations. This means conserving energy, heating oil and fuels, reducing waste production, cutting down on the use of chemicals of all kinds and employing state-of-the-art cleansing and filtering equipment.

5.3. *Political action should be taken by national and international organisations at all levels simultaneously*

*a.* Air pollution from stationary sources should be controlled at local levels on the basis of local, regional and national regulations.

*b.* Measures to control transfrontier airborne pollution should be introduced as soon as possible on national levels in a spirit of European solidarity and co-ordinated by means of inter-

de plus en plus dramatiques. Un spécialiste de l'analyse systémique travaillant à l'IASA, à Vienne-Laxenbourg, a calculé que si l'on néglige de prendre les contre-mesures appropriées, il n'y aura plus de forêts vivantes en République Fédérale d'Allemagne en l'an 2005, et il n'y aura plus d'eau potable dans le sol.

Les conséquences écologiques, économiques, sociales et culturelles d'une destruction des forêts à grande échelle représentent, pour les Etats européens, et en particulier pour les pays alpins, une crise qu'on a du mal à imaginer. La menace d'un anéantissement des éléments de base de notre existence est une chose que les responsables politiques ne doivent pas accepter, et qui les oblige à agir promptement et efficacement, même s'ils doivent prendre des mesures sévères et impopulaires. L'indispensable éducation politique de l'opinion implique un travail d'information qui soit objectif, médiatique et ciblé.

Un tel processus de formation de l'opinion doit, pour avoir les meilleures chances de succès, se dérouler de bas en haut — de la population vers ceux qui agissent et gouvernent. En même temps, il appartient aux formateurs de l'opinion d'assumer ce processus, de le soutenir et de le renforcer à chaque échelon de l'ordre social, économique et politique.

5.2. *Chaque citoyen est coresponsable de la protection de l'environnement*

Chaque citoyen, dans sa vie personnelle, professionnelle, sociale et politique, a une part de responsabilité dans l'actualité politique. Pour mener à bonne fin la sauvegarde des forêts européennes, la passivité n'est plus de mise.

La pollution de l'environnement compromet la santé de l'homme, pèse sur les terres agricoles et sur les bases existentielles des générations futures; pour tenter de l'enrayer, chacun d'entre nous peut et doit agir à son niveau en économisant l'énergie, le mazout et les carburants, en stoppant le flot des déchets de toutes sortes, en réduisant la consommation de substances chimiques, et en utilisant des dispositifs d'épuration et de filtrage conformes à l'état le plus récent de la technique.

5.3. *En même temps, une action politique doit s'instaurer à tous les niveaux des organisations nationales et supra-nationales*

*a.* Il est nécessaire de réduire, au plan local, la pollution de l'air imputable à des sources fixes, en mettant à profit les bases juridiques communales, régionales et nationales.

*b.* Il est nécessaire de prendre au plus vite, au plan national et dans un esprit de solidarité européenne, des mesures tendant à réduire la pollution transfrontalière imputable aux substan-

national agreements in order to avoid distorting competition.

*c.* Individual countries should take measures to support forestry in accordance with their national requirements.

*d.* Imbalances in the international timber market should be regulated by international agreements, it being important that harmonisation is achieved within and among the European Community and EFTA countries.

*e.* Measures supporting research should be directed towards promoting programmes concentrating on specific aspects and co-ordinated in a spirit of European co-operation.

5.4. *The acceptable air pollution limits were exceeded decades ago*

From the point of view of the forests, pollution in Western Europe probably exceeded the limits that are environmentally acceptable on a long-term basis during the 1960s.

It can therefore be assumed that pollution will have to be reduced to the level of the 1950s and not merely stabilised at the level of 1980.

5.5. *Every little counts in the attempt to control air pollution.*

Efforts will have to be made in the next few years to prevent the pollution curve from rising any further. It will inevitably be argued that such and such a measure will not achieve very much, but arguments of this nature are unacceptable. Every proposal will in any case have to undergo a democratic decision-making process to ascertain how much it costs, what it will effect, when it can be implemented, who will pay for it, what restrictions it will impose on the general public, whether it will receive a majority vote and whether it can be legally enforced.

5.6. *The time factor is crucial*

The time factor is a crucial element in all these considerations. Any delay makes the position of the forests more desperate.

Analysis of annual growth rings in trees shows that damage started increasing in the 1950s. If forest decline is to be halted with any certainty, atmospheric pollution must be reduced as soon as possible to the level of the mid-1950s.

ces toxiques; et de s'entendre, par la voie d'accords internationaux, pour éviter les effets susceptibles de fausser la concurrence.

*c.* Il incombe aux Etats de prendre des mesures en faveur de la sylviculture, en tenant compte des situations nationales.

*d.* les perturbations affectant le marché international du bois doivent faire l'objet d'accords internationaux; à cet égard, une importance décisive s'attache à l'harmonisation des espaces économiques entre la CEE et l'AELE, ainsi qu'à l'intérieur de chacune de ces deux zones.

*e.* les mesures en faveur de la recherche doivent être orientées sur la réalisation de programmes comportant des priorités, et elles doivent être coordonnées dans un esprit de coopération européenne.

5.4. *La limite admissible de la pollution de l'air a été dépassé depuis des décennies*

Cela fait déjà plusieurs décennies qu'on excède la limite admissible en matière de pollution de l'air. S'agissant des forêts, il apparaît que la pollution, sur de vastes régions d'Europe occidentale, avait sans doute, dès les années 60, dépassé le niveau admissible à long terme.

Par conséquent, il faut admettre qu'il ne suffit pas de stabiliser la pollution, par exemple à son niveau de 1980, il s'avère nécessaire de la réduire suffisamment pour qu'elle retrouve le niveau des années 50.

5.5. *Toute réduction de la pollution, aussi minime soit-elle, a son importance.*

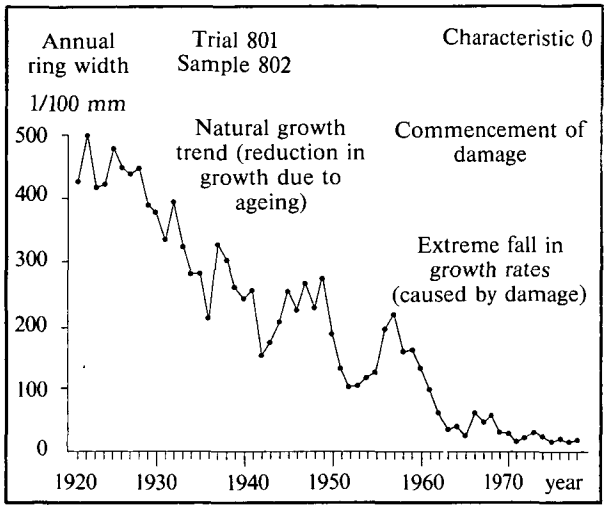
Dans les prochaines années, il s'agira avant tout de faire en sorte que la courbe des pollutions ne continue pas de progresser. Dans ce contexte, on ne saurait accepter l'argument qu'on entend d'ores et déjà, selon lequel telle ou telle mesure n'entraîne pas de réduction importante. En tout état de cause, à chaque fois qu'on envisage une mesure, il conviendra de se demander, très démocratiquement, quel en est le coût, quels en seront les effets, à quelle date elle pourra être réalisée, qui la financera, combien de restrictions elle nous imposera à tous, et enfin, si elle est réalisable politiquement et juridiquement.

5.6. *Le facteur temps joue un rôle décisif*

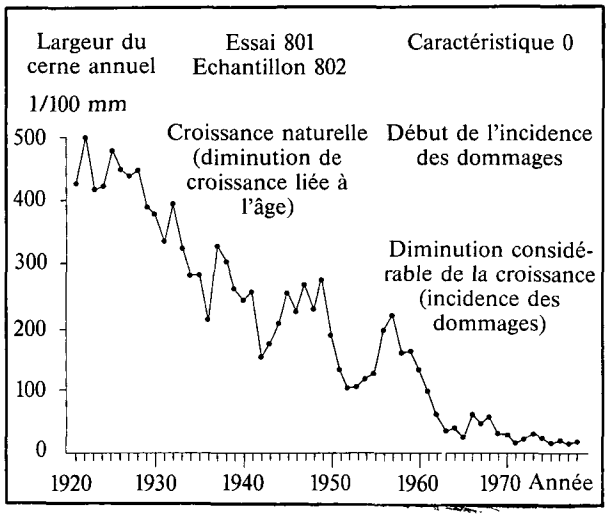
Dans tout cela, le temps joue un rôle fondamental. Différer l'exécution d'une mesure, c'est aggraver encore un peu plus le sort de la forêt.

Des analyses annuelles effectuées sur des arbres montrent que les dommages ont pris de l'ampleur dans les années 50. Si l'on veut avoir des chances raisonnables d'enrayer la destruction de la forêt, il faut que, dans les meilleurs délais, la pollution atmosphérique retombe au niveau qui était le sien dans le milieu des années 50.

*Drastic reduction in growth trends due to the action of pollutants*




*Diminution spectaculaire de la croissance sous l'effet des substances toxiques*




5.7. *Forestry management and reducing stocks of game*

All forestry management measures that can counteract the effects of forest decline should be taken, including:

*a.* cultivation of woodlands by skilled personnel;

*b.* early control of pests and diseases;

*c.* ecologically balanced reafforestation and recultivation of damaged woodlands, combined with a ban on skiing in forests and especially in plantations of young trees. This is to prevent shoots being destroyed by sharp ski edges;

*d.* reduction of game stocks to a level compatible with forest size:

Roe deer and red deer populations have grown substantially this century, right up to the present. The damage caused by these animals feeding on forest trees, especially young ones, has risen accordingly.

Game stocks should therefore be reduced until the centuries-old ecological balance between animals and plants is restored. A reduction in the number of game would give young trees a better chance of survival, especially in view of the fact that more and more of them are showing the typical symptoms of damage and disease associated with the forest syndrome. It cannot, however, make good the large-scale forest damage caused by environmental pollution.

5.7. *Mesures sylvicoles en liaison avec une réduction du gibier*

Pour retarder les conséquences du dépérissement de la forêt, il convient de prendre toutes les mesures judicieuses sur le plan de la sylviculture, et notamment:

*a.* entretien de la forêt par des spécialistes;

*b.* lutte précoce contre les parasites et les maladies;

*c.* rénovation et restauration, dans une optique écologique, des surfaces endommagées, avec interdiction de pratiquer le ski dans les zones forestières, en particulier dans les peuplements jeunes. Il s'agit d'éviter que les carres des skis n'abîment les jeunes pousses;

*d.* limitation du gibier à des proportions supportables en termes de sylviculture:

Les populations de chevreuils et de cerfs ont fortement augmenté au cours de ce siècle, jusqu'à une époque toute récente. Par conséquent, les dommages dus au broutement ont également augmenté, essentiellement au détriment des jeunes arbres.

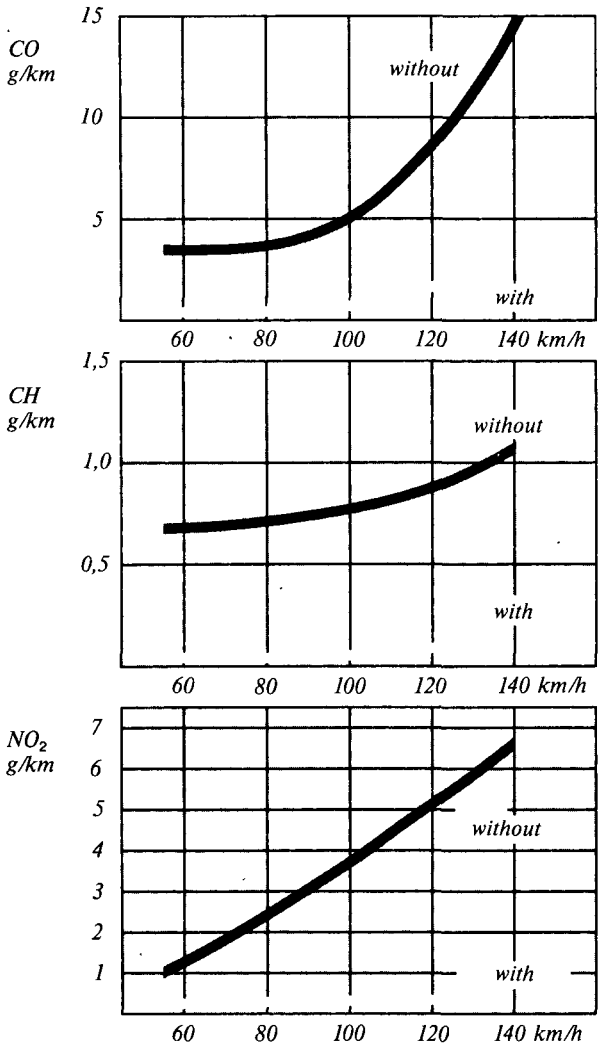
Il faut donc s'employer à réduire le gibier jusqu'à ce qu'on atteigne un équilibre écologique entre la faune et la flore forestières, tel qu'il existait dans les siècles passés. La nécessaire diminution du gibier peut certes favoriser la croissance des jeunes arbres, mais elle ne peut apporter d'amélioration fondamentale à la situation des vastes zones forestières qui sont affectées par la détérioration de l'environnement. D'ailleurs, le nombre des jeunes arbres qui présentent les symptômes caractéristiques du dépérissement augmente sans cesse.

5.8. *Technical measures to reduce emissions from road vehicles*

Generally speaking, the technical design of a combustion engine determines its emission characteristics once and for all; maintenance has comparatively little effect. An engine's emission characteristics, performance and fuel consumption depend largely on the air/fuel ratio. A reduction in the petrol/air mixture approaching lambda 1-1,1 minimises consumption and HC and CO emissions. At the same time, nitrogen oxide emissions reach extreme concentrations, especially at high engine speeds.

Performance, fuel consumption and emission levels cannot be optimised by conventional technology, not even with exhaust recycling sys-

*Pollution emitted by a medium-sized car with and without a catalytic converter*



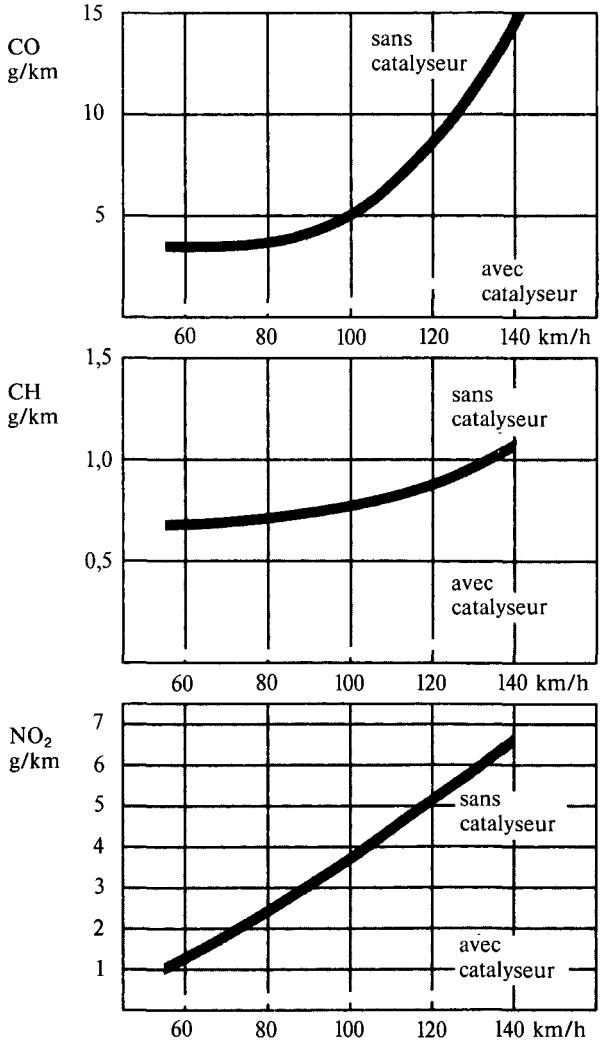

Source: Federal Environment Office.

5.8. *Les mesures techniques tendant à réduire les rejets toxiques produits par les véhicules à moteur*

D'une manière générale, le comportement d'un moteur à combustion, en ce qui concerne les rejets, est déterminé une fois pour toutes par sa conception technique. L'entretien n'a ici qu'une influence relativement faible. Le facteur qui a une influence particulière pour les caractéristiques de rejet, mais aussi pour la performance et la consommation d'un moteur, est la carburation. C'est ainsi qu'un appauvrissement du mélange essence-air aux alentours de lambda 1 – 1,1 entraîne une diminution de la consommation et des rejets de HC et de CO, mais une augmentation des rejets d'oxyde d'azote — surtout dans le cas des moteurs qui tournent vite.

Il n'est pas possible d'optimiser la performance, la consommation et les caractéristiques d'échappement en n'utilisant que des moyens con-

*Rejets toxiques provenant d'une voiture de catégorie moyenne, avec et sans catalyseur*




Source: Office fédéral de l'environnement.

tems, air injection, etc. This can only be achieved with catalytic converters.

5.8.1. How a catalytic converter works

A catalytic converter accelerates chemical processes without itself being consumed. It is not a filter. The three-way or selective catalytic converter is the most advanced system available. It can reduce nitrogen oxides as well as oxidising carbon monoxide and non-burned hydrocarbons. This type of catalytic converter features a "lambda probe" to regulate air quantities. The emission potential of a vehicle fitted with a three-way converter is approximately 10 % that of a vehicle without a catalytic converter. Driven at constant speeds, a vehicle with a converter has even lower emission levels.

Total road traffic emissions can, naturally, only decrease at the rate at which vehicles in current use are replaced by new vehicles fitted with catalytic converters.

5.8.2. Speed-limits as a means of immediate pollution control

Vehicle emissions are very closely related to engine speeds and the number of engine revolutions per minute.

ventionnels (recyclage des gaz, injection d'air, etc.). On n'y parviendra qu'en recourant à la technique du catalyseur.

5.8.1. Fonctionnement du catalyseur

Le catalyseur accélère les processus chimiques, sans s'user lui-même. Ce n'est pas un filtre. La technique la plus avancée est celle du catalyseur dit à trois voies, ou sélectif. Il a la capacité à la fois de réduire les oxydes d'azote et d'oxyder le monoxyde de carbone et les hydrocarbures imbrûlés. La caractéristique de ce catalyseur est ce qu'on appelle la sonde lambda, qui sert à régler la carburation. Les rejets d'un véhicule équipé d'un catalyseur à trois voies ne représentent qu'environ 10 % de l'échappement toxique d'un véhicule sans catalyseur. Si l'on adopte un mode de conduite régulier, les rejets sont encore plus faibles.

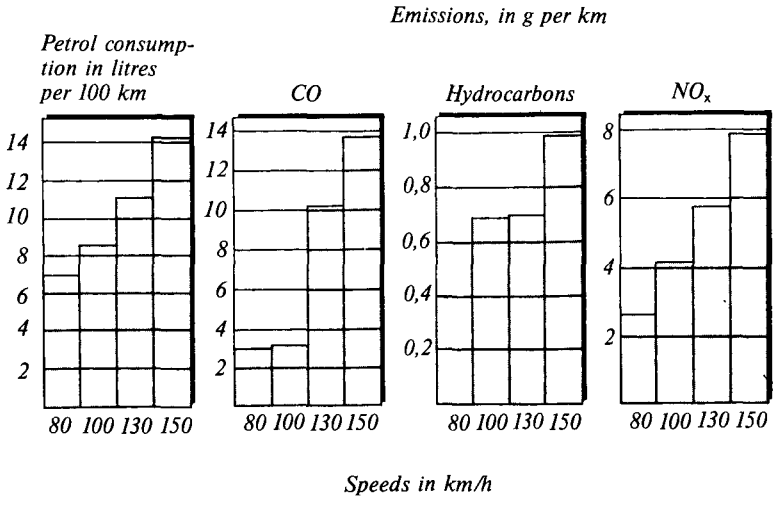
Mais naturellement, le volume global des rejets provenant des automobiles ne subit de réduction que dans la mesure où les véhicules actuellement en circulation sont remplacés par des véhicules équipés d'un catalyseur.

5.8.2. La limitation de vitesse, mesure d'urgence pour obtenir une diminution des substances toxiques

Les rejets provenant des véhicules à moteur dépendent dans une très large mesure de la vitesse adoptée, ainsi que du nombre de tours-minute.

**Faster = more pollution**

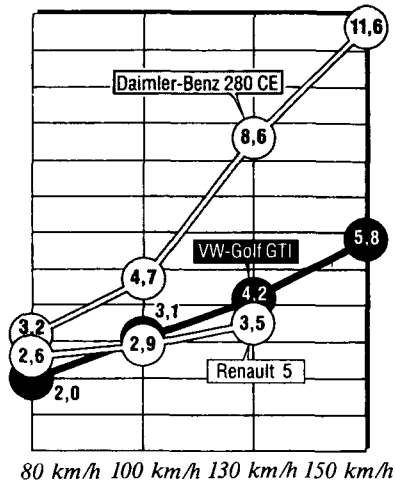
*Fuel consumption and pollutant emissions of petrol-engined cars travelling at constant speeds (mean values of 20 vehicles)*




*Source: Rhineland-Westphalian TÜV, 1984*

**Heavier = more pollution**

*Comparison of nitrogen oxide emissions ($NO_x$) of cars travelling at various constant speeds; figures refer to g/km*



Constant speed measurements conducted by the Federal German *Technischer Überwachungsverein* (Technical Supervision Association) show that nitrogen oxide emissions invariably increase significantly with rising speeds. An increase in speed from 100 km/h to 130 km/h is associated with a rise in the emission factor from an average of 3g nitrogen oxides per km to 6g.

Emission measurements conducted in the Pfänder tunnel near Bregenz (Austria) on 2 and 3 November 1984 yielded similar results (Joint Research Office of the Commission of the European Communities, D-7500 Karlsruhe 1).

*Nitrogen oxides*

The emissions measured were effectively 100 % NO. They were converted to $NO_2$ by standard methods in order to be able to compare them with bench and open-air values. The following $NO_2$ emissions (g/km.car) were measured at the following average speeds:

at 74,7 km/h — 1,88 g/km.car
at 78,6 km/h — 1,91 g/km.car
at 81,7 km/h — 2,04 g/km.car
at 99,9 km/h — 2,50 g/km.car
at 119,8 km/h — 3,65 g/km.car

Toutes les mesures qui ont été effectuées, à vitesse constante, en République Fédérale d'Allemagne, par l'Association du contrôle technique font apparaître que les rejets d'oxyde d'azote augmentent sensiblement avec la vitesse. A 100 km/h, un véhicule rejette 3 g d'oxyde d'azote au km ; à 130 km/h, il en rejette environ 6 g.

Des résultats analogues ont été observés lors des mesures de gaz d'échappement effectuées les 2-3 novembre 1984 dans le tunnel du Pfänder, près de Bregenz (Bureau de recherche de la Commission des Communautés européennes, D-7500 Karlsruhe 1).

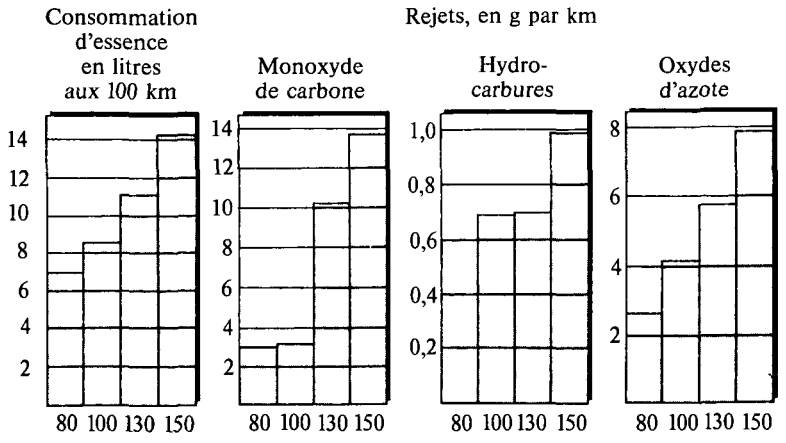
*Oxydes d'azote*

Les valeurs mesurées étaient pratiquement du NO à 100 %. Les valeurs de rejet ont été converties selon le procédé habituel en $NO_2$, car c'est ainsi seulement que la comparaison est possible avec des valeurs mesurées au banc d'essai et à l'air libre. Pour les vitesses horaires moyennes ci-après, voici les rejets de $NO_2$ qui ont été mesurés (g au km parcouru):

à 74,7 km/h — 1,88 g/km parcouru
à 78,6 km/h — 1,91 g/km parcouru
à 81,7 km/h — 2,04 g/km parcouru
à 99,9 km/h — 2,59 g/km parcouru
à 119,8 km/h — 3,65 g/km parcouru

**Vitesse = toxicité accrue**

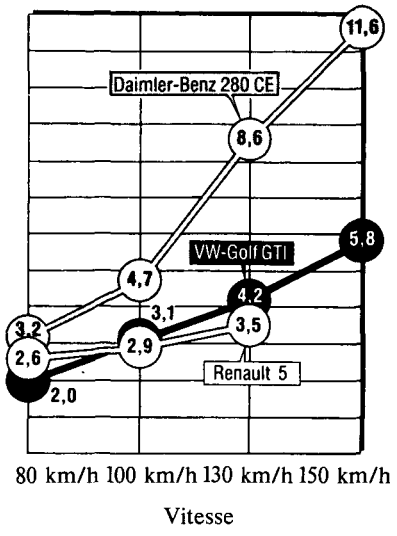
Consommation de carburant et rejets de substances toxiques, dans le cas d'un véhicule équipé d'un moteur à essence et circulant à vitesse constante (valeurs moyennes calculées sur 20 véhicules)




Source: Rheinisch-Westfälischer TÜV, 1984

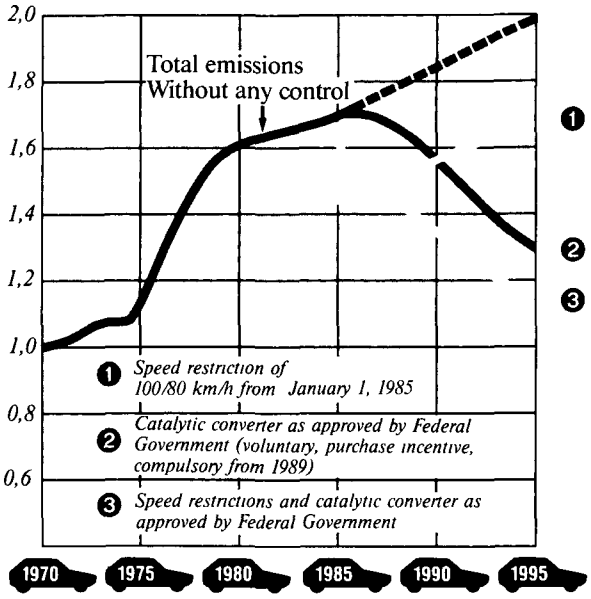
**Poids = toxicité accrue**

Comparaison des rejets d'oxydes d'azote ($NO_x$) produits à différentes vitesses horaires par des véhicules circulant à vitesse constante, en g/km



## 5.8.3. Rapid pollution control: speed limits and catalytic converters

*$NO_x$ emissions from traffic in the Federal Republic of Germany in millions of tonnes p.a.*




*Source: Institute for Energy and Environmental Research, Heidelberg (IFEU).*

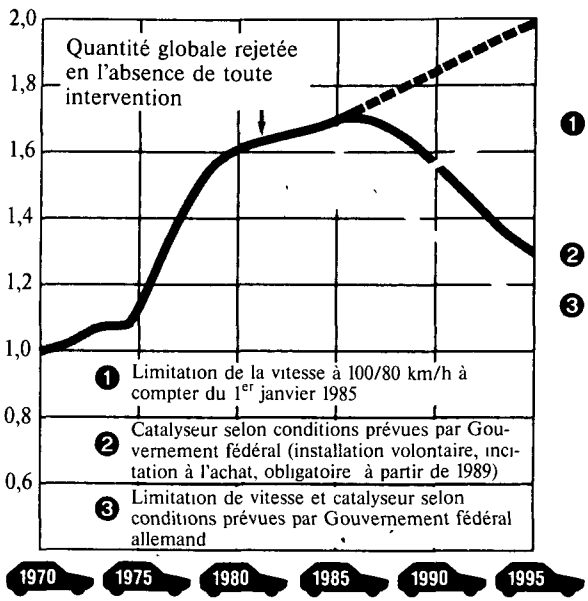
The Heidelberg Institute for Energy and Environmental Research (IFEU) performed a computer analysis to compare the effects of various measures to reduce nitrogen oxide emissions from motor vehicles. The results are presented in the above chart.

Curve 2 is based on the optimistic assumption that 1,1 million cars with catalytic converters would be purchased in 1986 and 1987 respectively, and 1,6 million in 1988. This analysis clearly indicates that the fall in annual nitrogen oxide emission levels resulting from a voluntary switch-over to catalytic converters would not match the reduction achieved by speed restrictions until 1990.

The chart shows the different dates by which the two measures would reduce nitrogen oxide emissions from motor traffic. It also illustrates how long it would take, assuming an annual increase in traffic volume of 1,5 %, for speed restrictions and catalytic converters to restore nitrogen oxide emissions from road traffic to the level of the 1970s, not to mention that of the 1950s.

## 5.8.3. Aide urgente pour la forêt: limitation de vitesse et catalyseur

*Rejets d'oxydes d'azote imputables à la circulation routière en République Fédérale d'Allemagne, en millions de tonnes par an*




Source: Institut de Heidelberg pour l'énergie et l'environnement (IFEU).

L'institut de Heidelberg pour l'énergie et l'environnement (IFEU) a comparé entre elles, lors d'une analyse effectuée par ordinateur, diverses mesures tendant à réduire les quantités d'oxyde d'azote rejetées par les automobiles. Le graphique ci-dessus montre les résultats des calculs.

Le tracé de la courbe 2 procède de l'hypothèse optimiste selon laquelle les acquisitions de catalyseurs seraient de 1,1 million d'unités pour 1986, également de 1,1 million d'unités pour 1987, et de 1,6 million d'unités pour 1988. Les conclusions sont claires: dans le cas d'une adoption facultative du catalyseur, il est probable qu'il faudra attendre 1990 pour que la diminution annuelle des oxydes d'azote opérée grâce au catalyseur atteigne le niveau de la réduction annuelle obtenue par la limitation de vitesse.

En outre, on constate clairement l'existence d'un important écart chronologique en ce qui concerne la diminution des rejets d'oxydes d'azote imputable respectivement à chacune des deux mesures; et on se rend compte, aussi, du temps qu'il faudra pour que, dans l'hypothèse d'un accroissement annuel du parc automobile de 1,5 %, les rejets d'oxydes d'azote retombent — moyennant l'application de la limitation de vitesse et la généralisation du catalyseur — à leur niveau des années 70, pour ne pas parler de leur niveau des années 50.

5.8.4. Reducing pollution from power stations

Although nitrogen removal is as important as desulphurisation for controlling pollution from electricity-generating plants, the necessary technology is still in the early stages of development.

Some effective nitrogen removal techniques do exist and are applied mainly by large plants. They vary greatly in degree of sophistication, but the expense involved is less than half that of waste gas desulphurisation.

*a.* Processes for selective catalytic reduction of nitrogen oxides (SCR processes)

Japan has pioneered the development of this technology and already applies it on a large scale. In this process, ammonia gas is added to waste gas and the resultant mixture passed through a catalytic converter. Nitrogen oxide levels can theoretically be reduced 90 % (the current rate in Japan is 50-80 %). This technology cannot, however, be transferred to Europe until it has been adapted to the fuel-burning methods used there. A similar process is in operation at the Dürnrohr power station in Austria.

*b.* Simultaneous stripping of $SO_2NO_X$

Four different techniques are being researched, principally in the Federal Republic of Germany. A pilot plant for simultaneous waste gas scrubbing is projected for the Arzberg lignite-burning power station in Upper Franconia.

*c.* Improvements in fuel engineering technology

These are designed to prevent the generation of nitrogen oxides in the furnace and are known as "primary measures". They may soon be introduced on a significant scale for smaller industrial, fuel-burning systems (for example the fluidised bed process).

Large electricity-generating plants can install upstream gas turbines which have the simultaneous effect of reducing emissions and cutting fuel consumption.

5.9. *International measures*

5.9.1. General

The problem of wide-scale airborne pollution was first brought up for discussion on an international scale in the late 1960s by the Scandinavian countries, which were suffering acutely

5.8.4. Réduction des substances toxiques rejetées par les centrales

S'agissant des centrales énergétiques, l'amélioration de la qualité de l'air passe autant par la déazotisation que par la désulfuration. Mais la technique de la déazotisation en est encore, dans une large mesure, au stade de la mise au point.

Certes, on dispose d'ores et déjà, surtout dans les centrales importantes, de procédés efficaces en matière de déazotisation. Leur capacité opérationnelle est encore très variable ; en tout cas, leur coût est inférieur à la moitié de ce qu'il faut dépenser pour la désulfuration des gaz de fumée.

*a.* Procédés de réduction catalytique sélective des oxydes d'azote (procédés SCR)

Ils ont été développés essentiellement au Japon, et ils sont déjà mis en œuvre dans les grandes centrales japonaises. Dans ce procédé, on ajoute de l'ammoniaque aux gaz d'échappement, et on fait passer le mélange par un catalyseur. La réduction d'oxydes d'azote ainsi obtenue peut atteindre 90 % (au Japon, elle est actuellement comprise entre 50 et 80 %). Cette technologie n'est transposable que moyennant une adaptation appropriée des techniques de combustion européennes. Un procédé analogue est actuellement opérationnel à la centrale de Dürnrohr, en Autriche.

*b.* Séparation simultanée $SO_2/NO_X$

Il existe actuellement à ce sujet quatre propositions de solution, dont le développement est poursuivi essentiellement en République Fédérale d'Allemagne. Il est prévu d'installer, à titre expérimental, un système simultané d'épuration des gaz de fumée à la centrale au lignite d'Arzberg, en Haute Franconie.

*c.* Perfectionnement des techniques de chauffage

Il vise à prévenir l'apparition des oxydes d'azote dès le stade de la chauffe (ce qu'on appelle les mesures primaires) ; ces mesures peuvent avoir une importance assez grande dans le proche avenir, notamment pour les installations de chauffe industrielle, généralement de dimensions modestes (par exemple, chaudière à lit fluidisé).

Dans les centrales de grande dimension, également, les turbines à gaz montées en série peuvent réduire les rejets de substances toxiques, ainsi que la consommation de carburants.

5.9. *Mesures internationales*

5.9.1. Généralités

Au plan international, le problème de la pollution atmosphérique à grande échelle a été évoqué pour la première fois à la fin des années 60 par les Etats scandinaves, qui étaient durement

from its effects. A large number of international activities connected with environmental issues then developed. Various declarations and conventions relating to widespread environmental pollution were signed but they did not contain any concrete proposals for controlling pollution. The practice of allowing emissions to escape into the atmosphere from taller and taller smokestacks continued to be tolerated. Until 1980, international air pollution control policies lagged far behind their programmes. Prior to that date, only a few countries with very high nitrogen oxide emission levels (such as the Netherlands) and some specialist committees advising international organisations recognised the need to reduce nitrogen oxide levels appreciably. Practical improvements of the kind already implemented by the United States and Japan were not considered in Europe at that time. It was not until after 1980 that attitudes began to change, and then only very slowly.

5.9.2. The Geneva convention

The signatories to the Convention on Transfrontier Air Pollution that came into force on 16 March 1983 undertook to reduce sulphur dioxide emissions substantially by 1995. This agreement is an important instrument of East-West clean air policy.

5.9.3. The European Community Commission's new environmental protection programme

In September 1986 the Commission of the European Community adopted its 4th Action Programme to step up environmental protection in the twelve member states of the Community, covering the period 1987-92.

This programme is intended to usher in a new phase of ecology policy. No longer regarded as a minor issue, safeguarding the environment is to become an integral part of economic and social policies. The programme contains a large number of provisions for improving the quality of air and water and for conserving natural resources.

5.9.4. Acid rain — the Council of Europe believes a European solution is essential

The problem of acid precipitation and its appalling consequences were discussed in depth at the 35th Session of the Parliamentary Assembly of the Council of Europe. The delegates rec-

touchés. Par la suite, on vit se développer de nombreuses activités, sous l'appellation «activités internationales pour les questions d'environnement». On adopta de multiples déclarations et conventions se rapportant au problème de la pollution environnementale à grande échelle. Mais il ne s'agissait pas de recommandations précises tendant à réduire les rejets toxiques ; on continua de tolérer la propagation des substances toxiques en construisant des cheminées de plus en plus hautes. Jusqu'en 1980, la politique internationale en matière de sauvegarde de la qualité de l'air est demeurée — à en juger par son programme — tout à fait insuffisante. Jusqu'en1980, la nécessité de réduire sensiblement, aussi, les rejets d'oxydes d'azote, n'a été perçue que dans quelques pays, où les rejets de ces substances étaient particulièrement élevés (les Pays-Bas, par exemple) et dans quelques commissions techniques d'organisations internationales. Les améliorations pratiques dans ce domaine, que les Etats-Unis et le Japon avaient déjà mises en œuvre, n'étaient pas encore, à cette époque, à l'ordre du jour du débat européen. Le nécessaire revirement ne s'opéra qu'au cours des années suivantes, et très timidement.

5.9.2. La convention de Genève

Le 16 mars 1983 entrait en vigueur la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière ; cet important instrument au service d'une politique de sauvegarde de la qualité de l'air, applicable à l'Est comme à l'Ouest, imposait aux parties contractantes l'obligation de réduire effectivement les rejets annuels d'anhydride sulfureux avant 1995.

5.9.3. La Commission des Communautés européennes soumet un nouveau programme de protection de l'environnement

En septembre 1986, la Commission des Communautés européennes a adopté le 4e Programme d'action pour le renforcement de la protection de l'environnement dans les douze pays de la Communauté, pour la période comprise entre 1987 et 1992.

Ce programme doit, en principe, inaugurer une nouvelle phase de la politique environnementale. La protection de l'environnement sera désormais considérée comme faisant partie intégrante de la politique économique et sociale ; autrementdit, elle ne sera plus confinée à un rôle secondaire. Le programme prévoit de nombreuses mesures tendant à améliorer la qualité de l'air et de l'eau, et à sauvegarder les ressources naturelles.

5.9.4. Conseil de l'Europe : les «pluies acides» — une solution européenne est indispensable

Le problème des pluies acides et de leurs conséquences dévastatrices a été longuement discuté à la 35e Session de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe. Les parlementaires ont

ommended that the Committee of Ministers draw up a European convention on air-pollution control open to non-members as well as to members.

This convention should reflect the principles embodied in the European Community's various directives. Its aim should be to complement and reinforce the United Nations agreement on widespread atmospheric pollution. The convention should provide for specific measures, such as the introduction of unleaded petrol and of standards reducing sulphur dioxide and nitrogen oxide emissions from systems burning fossil fuels and motor vehicles by at least 50 %.

5.9.5. The Standing Conference of Local and Regional Authorities of Europe on the theme: "Dying forests"

At its 19th Session the Standing Conference of Local and Regional Authorities of Europe adopted a resolution on dying forests. The text begins by regretting that the European Ministerial Conference on the Environment has not deliberated the matter so far, stating that this is extraordinary in view of the magnitude of the problem. The resolution is concerned not only with the dying forests; it also expresses concern for the acidification of lakes, rivers and soil, and includes damage to buildings and to human health. Its recommendations urge the Committee of Ministers to reduce automobile emissions immediately by any means, such as catalytic converters and speed restrictions — preferably before the scheduled date.

5.9.6. A summary of motor vehicle exhaust-emission standards

There are basically three different sets of exhaust-emission standards. Each of these consists of driving instructions (called a "driving cycle") and a list of maximum pollutant emission values. The driving cycle is supposed to simulate a vehicle's behaviour on the road during a short journey as closely as possible at the testing stand. The maximum values may not be exceeded during this cycle.

The driving cycles specified by the exhaust-emission standards differ in the following ways:

*a.* The European (EEC) exhaust-emission standard: this standard has a very simple structure. Over 30 % of the driving cycle consists of idling phases, the average speed is 27 km/h and the maximum speed 50 km/h.

recommandé au Comité des Ministres d'élaborer une convention européenne sur la lutte contre la pollution de l'air, convention qui serait également ouverte à des Etats non membres.

Cette convention tiendrait compte des principes énoncés dans les diverses directives des Communautés européennes, et elle aurait pour objet de compléter et de renforcer la Convention des Nations Unies relative à la pollution atmosphérique à longue distance. Elle devrait inclure des mesures spécifiques, telles que la commercialisation d'essence sans plomb, ainsi que des normes qui réduiraient d'au moins 50 % les rejets d'anhydride sulfureux et d'oxydes d'azote occasionnés par les installations utilisant des carburants fossiles et par les véhicules à moteur.

5.9.5. La Conférence permanente des pouvoirs locaux et régionaux de l'Europe, sur le thème: «La mort de la forêt»

La Conférence permanente des pouvoirs locaux et régionaux de l'Europe a adopté, au cours de sa 19e Session, une résolution sur le thème «La mort de la forêt». Ce texte déplore d'emblée que la Conférence ministérielle européenne sur l'environnement ne se soit pas encore occupée de ce thème, ce qui est plus qu'étonnant si l'on songe à l'ampleur du problème. La résolution s'exprime en toute netteté, non seulement au sujet de la mort des forêts, mais aussi au sujet de l'acidification des eaux et du sol, des dommages occasionnés aux bâtiments et à la santé de l'homme. Elle invite le Comité des Ministres à réduire d'urgence les rejets produits par les automobiles, au moyen du catalyseur ou en limitant la vitesse — et ce dans les délais prévus.

5.9.6. Aperçu des diverses réglementations en matière de gaz d'échappement provenant des véhicules à moteur

On distingue aujourd'hui trois grands systèmes de réglementation en matière de gaz d'échappement. Chacun de ces systèmes se compose d'un règlement de conduite et d'une liste de valeurs limites pour les substances toxiques rejetées. La prescription de conduite — le «cycle», comme on l'appelle — est censée reproduire, au banc d'essai, le plus fidèlement possible, le comportement réel sur route, sur un court trajet. Les valeurs limites constatées ne doivent pas être dépassées pendant la durée du cycle.

Il convient de remarquer qu'un certain nombre de différences fondamentales existent entre les prescriptions de conduite de chaque réglementation:

*a.* la réglementation européenne (CEE): le système en est très simple; le pourcentage de phases dans lesquelles le moteur est au point mort dépasse 30 %; la vitesse moyenne est de 27 km/h et la vitesse maximale de 50 km/h;

*b.* The Japanese exhaust-emission standard: idling phases constitute 22 % and 27 % of these; maximum speeds of 60 and 40 km/h, respectively, are reached;

*c.* The United States exhaust-emission standard (United States driving cycle FTP 75): this driving cycle differs markedly from the other two. Idling only accounts for 18 % of it. The average speed is 39 km/h and the maximum speed over 90 km/h. This is significant because nitrogen oxide is only emitted in large quantities from fast-travelling vehicles (high engine speeds and heavy loads). The United States cycle is particularly suitable for an efficient restriction of nitrogen oxide emissions because of its large proportion of high-speed phases.

The United States and Japanese standards both include lists of the limits that automobiles may not exceed. The EEC standard, on the other hand, uses weight differences as a means of classification. The non-EEC countries have developed highly sophisticated technology to control pollution from large cars in order to meet the more stringent standards, while the technology used in the different vehicle classes in the EEC countries has undergone little modification. This is exemplified well by the particle limits specified by United States standards. Heavy vehicles with diesel engines are required to have soot filters, while light vehicles only need exhaust recycling equipment to remain within the limits.

5.9.7. Comparison of exhaust-emission standards

If vehicles meeting one of these standards are tested by the criteria of the others the United States regulations prove to be the most stringent, closely followed by the Japanese. The limits specified by European EEC standard 15/04, on the other hand, are considerably higher. There has therefore been growing criticism of the European standard since 1983 because Japanese and United States vehicles do obviously incorporate more up-to-date emission control technology.

5.9.8. Regulations in European countries

Sweden dropped the European emission standard in 1976 and adopted the 1982 United States standard. Switzerland did likewise in 1982.

*b.* la réglementation japonaise: les phases de point mort représentent 22 % ou 27 %. La vitesse maximale est de 60 ou 40 km/h;

*c.* la réglementation américaine (cycle américain FTP 75): elle s'écarte sensiblement des deux autres. La proportion de régime au point mort n'est que de 18 %; la vitesse moyenne est de 39 km/h, et la vitesse maximale dépasse 90 km/h. Ce système est significatif dans la mesure où les oxydes d'azote ne sont rejetés en grande quantité qu'à des vitesses élevées (nombre de tours important et fortes contraintes). En raison du fort pourcentage de phases à vitesse élevée, le cycle américain est particulièrement approprié pour une limitation efficace des rejets d'oxydes d'azote.

En outre, la réglementation américaine et la réglementation japonaise contiennent une liste de valeurs limites qui doivent être respectées par toutes les voitures particulières. En revanche, la prescription européenne établit une distinction selon le poids. A la suite de cette prescription, les voitures particulières dépassant un certain poids ont été équipées, dans les pays non membres de la CEE, de dispositifs de plus en plus perfectionnés, tendant à abaisser les rejets toxiques, de manière à ce que les valeurs limites exigées ne soient pas dépassées; en revanche, dans les pays de la CEE, le procédé technique adopté dans les diverses catégories de poids est demeuré inchangé. On peut mentionner ici l'exemple des valeurs limites qui sont prescrites aux Etats-Unis pour les particules. Les véhicules à moteur diesel qui dépassent un certain poids doivent être équipés d'un filtre à suie; au contraire, dans le cas des véhicules légers, il suffit, pour que les valeurs limites soient respectées, de procéder au recyclage des gaz.

5.9.7. Comparaison des réglementations

Si l'on soumet un véhicule qui satisfait à l'une de ces prescriptions aux contrôles prévus dans les deux autres réglementations, on constate que les prescriptions les plus strictes sont celles en vigueur aux Etats-Unis; elles sont suivies de très près par les prescriptions japonaises. Quant aux valeurs limites prévues par le Règlement européen communautaire 15/04, elles se situent à un niveau nettement plus élevé. C'est pourquoi, depuis 1983, la réglementation européenne en matière de gaz d'échappement est de plus en plus critiquée: les véhicules produits aux Etats-Unis et au Japon illustrent de manière éloquente les dernières réalisations techniques en ce qui concerne la limitation des rejets toxiques.

5.9.8. Les réglementations en Europe

Dès 1976, la Suède avait dénoncé la réglementation européenne; elle adopta la réglementation américaine de 1982, à laquelle se rallia égale-

Although the fitting of catalytic converters to automobiles became standard in the United States in the first half of the 1970s, the Swiss and Swedish emission specifications could invariably be met without an exhaust treatment system in the early 1980s.

The state of the art is such that adoption of the United States FTP 75 driving cycle with the limits laid down in 1983 necessitates constructing cars with built-in catalytic converters designed to run on unleaded fuel.

5.9.8.1. Sweden, Switzerland and Austria adopt progressive standards

While countries of the European Community failed to reach agreement, these three countries came to the following decisions:

Austria opted for a two-phase scheme: as from the beginning of 1987, all vehicles with an engine capacity of over 1,5 litres have to comply with the United States standard of 1983, and all other vehicles as from the beginning of 1988.

The regulations come into force in Switzerland in October 1987 and in Sweden as from 1988.

5.9.8.2. Within the European Community, the interests of the car manufacturing countries continue to conflict

The Commission's current proposal provides for the EEC driving cycle to be retained and classifies vehicles in three categories based on engine capacity.

Vehicles with an engine capacity of over 2 litres will have to comply with the most stringent regulations, equivalent to those of the United States standard.

The limits for vehicles in the 1,4 to 2 litre engine capacity category are approximately half those of EEC standard 15/04 but will not invariably necessitate the installation of a three-way catalytic converter.

The limits for vehicles under 1,4 litres are 25 % more stringent than those of EEC standard 15/04. Hardly any of these models will require catalytic converters.

Although the Commission's proposal for a particle limit for diesel vehicles (model test 1,3 g /test, series test 1,7g/test) is still being debated, it would not serve any useful purpose because virtually all diesel vehicles already meet these specifications anyway.

ment la Suisse la même année. Bien qu'aux Etats-Unis la production en série de véhicules équipés d'un catalyseur remonte à la première moitié des années 70, aucun système de traitement ultérieur des gaz n'était nécessaire en Suisse et en Suède, au début des années 80, pour que la réglementation en vigueur fût respectée.

En revanche, l'adoption du cycle américain FTP 75, avec les valeurs limites de l'année 1983, implique l'importation de véhicules à catalyseur incorporé, et l'utilisation d'essence sans plomb.

5.9.8.1. La Suède, la Suisse et l'Autriche optent pour une solution par étapes

Alors que les négociations au sein de la CEE se soldaient par un échec, les trois pays susvisés optaient pour les solutions suivantes:

En Autriche, on a décidé d'agir par 2 étapes: à partir du début de 1987, tous les véhicules d'une cylindrée supérieure à 1500 $cm^3$ doivent satisfaire à la réglementation américaine de 1983; il en sera de même pour les véhicules restants à partir du début de 1988.

En Suisse, la réglementation entrera en vigueur en octobre 1987; et en Suède, elle prendra effet en 1988.

5.9.8.2. A l'intérieur de la CEE, les conflits d'intérêts subsistent entre les divers pays producteurs d'automobiles

La proposition actuelle de la Commission prévoit le maintien du cycle actuellement en vigueur dans la Communauté, et la division des véhicules en trois groupes, selon la cylindrée.

Les valeurs limites les plus rigoureuses sont imposées aux véhicules dont la cylindrée est supérieure à 2 litres. Ces valeurs sont comparables à celles prévues par la réglementation américaine.

Les valeurs limites applicables aux véhicules dont la cylindrée est comprise entre 1 400 $cm^3$ et 2 litres représentent, certes, un abaissement de 50 % par rapport au Réglement communautaire 15/04; mais elles ne nécessiteront pas dans tous les cas un catalyseur à trois voies.

Pour les véhicules dont la cylindrée est inférieure à 1 400 $cm^3$, le «tour de vis» par rapport aux valeurs limites prévues par le Règlement 15/04 est d'environ 25 %. Pour cette catégorie de véhicules, le catalyseur sera pratiquement superflu.

La proposition de la Commission d'instituer une valeur limite pour les particules, dans le cas des véhicules à moteur diesel (examen par type, test de 1,3 g; examen par série, test de 1,7 g), demeure, certes, en discussion: mais elle ne paraît plus pertinente, puisque d'ores et déjà, la quasi-totalité des véhicules à moteur diesel peuvent satisfaire à ces exigences sans que de nouvelles mesures soient nécessaires.

5.9.8.3. Non-Community countries developing a common standard

A number of non-Community countries, primarily Sweden, Switzerland and Austria, are developing a common emission standard that would in effect be the same as the American one.

The non-Community countries want to create a uniform automobile market to balance the Community market. Advantage could then be taken of the larger market and models produced in large quantities and sufficient variety. The countries adopting only the Community regulations will, in any case, be forced to make unleaded fuel widely available because some of the vehicles in these countries will be equipped with catalytic converters.

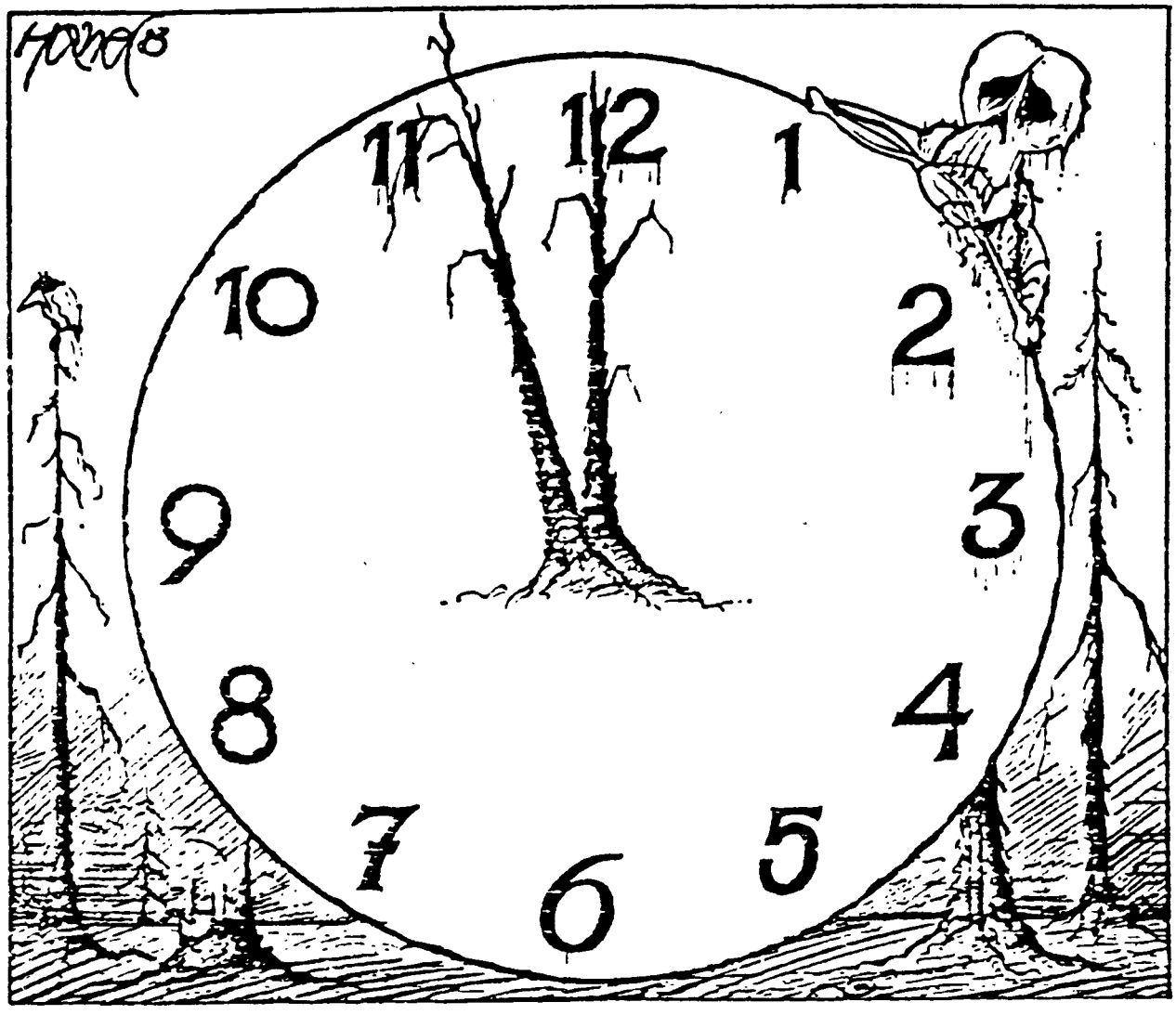
6. *Final remarks*

5.9.8.3. Les pays non membres de la CEE souhaitent parvenir à une réglementation commune

Plusieurs pays qui ne sont pas membres de la CEE, et à la tête desquels figurent la Suède, la Suisse et l'Autriche, travaillent actuellement à une réglementation commune, qui équivaudra pratiquement à la réglementation américaine.

Face au marché communautaire des automobiles, ils entendent constituer un marché homogène des pays non membres de la CEE. Il s'agit d'exploiter l'avantage que représente un marché élargi, qui permet un plus grand nombre d'unités et une diversité suffisante de modèles. En tout état de cause, la commercialisation de carburants sans plomb sera inévitable, également, dans les pays qui n'appliquent que la réglementation communautaire, puisque, dans ces pays également, une partie des véhicules seront équipés d'un catalyseur.

6. *Conclusions*




*Source : Der Spiegel.*

The example of the dying forests shows that the threat to our environment has acquired an existential dimension. Unless effective action is taken within the next few years all the trees in the Alpine regions will be dead or dying in 20 years time. Man has never before abused his environment as in recent decades. The elements — soil, water and air — have undergone changes, some of them radical. Nature has been confined and swallowed up by so-called civilisation. Large numbers of plants and animals have been wiped out. Often, ecological damage is consciously accepted as the price that has to be paid for a specific socio-economical development. The point is approaching, however, where economic development will cancel out the improvements it brings in terms of quality of life. How much longer will it be considered "economic" to exploit nature and the environment, forcing the community and future generations to bear the consequences?

We can only prevent further destruction of the environment by quickly abandoning the conviction that industrial production must go up year by year and that nature exists to be exploited. Instead, we must adopt new patterns of behaviour reflecting the recognition that man is not master of the biosphere but only part of it and that it is his duty to protect and preserve his natural environment for future generations.

Le dépérissement de la forêt montre que la menace qui pèse sur notre environnement revêt, d'ores et déjà, une dimension existentielle. Si des mesures décisives n'interviennent pas dans les prochaines années, on ne trouvera plus, d'ici 20 ans, dans l'espace alpin, que des arbres malades ou morts. Jamais encore l'homme n'avait mis l'environnement aussi durement à l'épreuve qu'il ne l'a fait au cours des dernières décennies. Le monde, dans ses trois dimensions — terre, eau, air — a été en certains endroits modifié de fond en comble. La nature a rétréci, aspirée par la soi-disant civilisation. De vastes secteurs de la faune et de la flore disparaissent. Dans bien des cas, on admet consciemment que les dommages subis par l'environnement sont le prix à payer pour un certain développement socio-économique. Mais le jour approche où l'amélioration de la qualité de la vie que nous devons au développement économique sera réduite à néant par ces outrages; combien de temps encore pourra-t-on considérer qu'il est «rentable» d'abuser ainsi de la nature et de l'environnement, et de faire porter à la collectivité et aux générations futures le poids de telles pratiques?

Nous ne pourrons enrayer la destruction de l'environnement qu'en rejetant, dans les meilleurs délais, une motivation qui, fondamentalement n'est orientée que sur l'accroissement annuel des biens, et considère la nature comme un objet d'exploitation, pour la remplacer par des modèles comportementaux qui tiennent compte du fait que l'homme n'est pas le maître de la biosphère, mais qu'il n'en est qu'une partie, et qu'il lui appartient de préserver et de protéger le milieu naturel, y compris pour les générations à venir.

## APPENDIX I/ANNEXE I

***References/Bibliographie***


1. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, *Ergebnisse der SANASILVA-Waldschadensinventur*, Bern, 1986.
2. *Mitteilungsblatt der Kantonalen Forstdirektoren*, Schweiz, Jahrestagung, 1986.
3. Schweizerische Gesellschaft für Umweltschutz, *Die wirtschaftlichen Folgen des Waldsterbens in der Schweiz*, Zürich, 1986.
4. Internationale Alpenschutzkommission FL - 9490 Vaduz, *CIPRA-Schriften*, 1986, «Ist der Bergwald noch zu retten?»
5. Dr Walter Bosshard, «Ist der Bergwald noch zu retten?», Bericht über die CIPRA Int. Alpenschutzkommission, Jahrestagung 1985.
6. Mitteilung der Bayerischen Staatsforstverwaltung, nº 4/84, München, 1984.
7. *Wald in Gefahr*, Information der bayerischen Staatsregierung, 1986.
8. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: *Waldschadenserhebung, 1986*, Bonn, 1986.
9. «Das Waldsterben in Europa», *Der Forst- und Holzwirt*, 39. Jahrgang, nº 12, München 1985.
10. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, *Der Wald im bayerischen Hochgebirge*.
11. Spiegel-Buch, *Tempo 100 - Soforthilfe für den Wald?*, Hamburg, 1984.
12. *Energiebericht der österreichischen Bundesregierung*, Wien, 1986.
13. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, *Forschungsinitiative gegen das Waldsterben*, Wien, 1986.

14. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, *Waldschadensinventur 1986*, Wien, 1986.

15. *Wirtschaft und Umwelt*, nº 3/1986 : « PKW-Abgase — keine einheitlichen Normen », Wien, 1986.

16. Univ. Prof. Knoflacher, Technische Universität Wien, *Ergebnisse und Konsequenzen aus dem Großversuch mit Tempo 100 auf der Rheintalautobahn*, Wien, 1986.

17. *Außenpolitischer Bericht der Bundesregierung*, Wien, 1985.

18. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft : *Gefährdung des Waldes*, Wien 1986.

19. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 1984, Heft 7/8, Bund KKW-Info 3, 1984.

20. *Energiebericht der österreichischen Bundesregierung 1986*, Wien, 1986.

21. *Vorarlberg-Bericht*, nº 46, 1985, Bregenz (Österreich), 1985.

22. *Umwelt-Report*, Österreich, Wien, 1986.

## APPENDIX II

***Comparison of exhaust emissions from cars fitted with catalytic converters and modern cars fuelled with petrol or diesel***

Catalytic converters are in the news. Some people see them as a miracle weapon in the fight against atmospheric pollution and the associated forest decline. Others question their efficacy, fearing that, although they reduce emissions of the pollutants controlled by law, they may at the same time generate pollution of a different and possibly more hazardous kind.

Various studies have been conducted into the reduction of emissions of the controlled pollutants — carbon monoxide, hydrocarbons and nitrogen oxides — by catalytic converters and the United States and Japan have had several years' experience in this area. The indications are that of the existing field-proven technologies, catalytic converters are the most effective in cutting emissions of these pollutants. This only holds good, however, provided that the catalytic converters are 100 % operational, that is to say the cars to which they are fitted are always fuelled with unleaded petrol.

Far fewer comparative studies of other pollutants are available. A Swedish investigation[1] contains a good survey, the chief findings of which are summarised below.

Tests were performed on the following pollutants :

— carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC) and nitrogen oxides ($NO_X$). These pollutants are controlled, that is, their levels are limited by emission standards ;

— polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). The majority of these possess carcinogenic properties ;

— alkyl nitrites, alcohols, olefins and aromatic compounds. Alkyl nitrites and olefins are typical products of combustion, while alcohols and aromatic compounds are mainly non-burned fuel components. Alkyl

1. National Swedish Environment Protection Board, 1983 : *Chemical and biological characterisation of exhaust emissions from vehicles fuelled with gasoline, alcohol, LPG and diesel.* (Report snv pm 1635).

## ANNEXE II

***Comparaison entre les rejets toxiques produits par les véhicules équipés d'un catalyseur et les rejets provenant de véhicules non équipés, qu'ils possèdent un moteur à essence ou un moteur diesel***

Le catalyseur est à l'ordre du jour. Les uns voient en lui, ni plus ni moins, une arme miracle contre la pollution atmosphérique et le dépérissement des forêts qui lui est lié. Les autres doutent de son efficacité, et, tout en reconnaissant qu'il diminue les substances toxiques soumises à réglementation, craignent qu'il ne favorise la constitution de nouveaux rejets gazeux, qui pourraient bien être encore plus dangereux.

En ce qui concerne la possibilité de réduire, grâce aux catalyseurs, les rejets des substances réglementées — monoxyde de carbone, carbures d'hydrogène et oxydes d'azote — on dispose de plusieurs études, ainsi que d'une expérience de plusieurs années, à l'actif des Etats-Unis et du Japon. Elles montrent que la technique du catalyseur est, parmi les procédés existants et éprouvés, celle qui permet de réduire les rejets toxiques dans les proportions les plus importantes. La condition indispensable, c'est que les véhicules à catalyseur soient alimentés exclusivement par de l'essence sans plomb.

Beaucoup moins nombreuses sont les études comparatives sur le rejet d'autres substances toxiques. Une étude réalisée en Suède donne une bonne vue d'ensemble de la question[1] ; nous indiquons brièvement ci-après les principaux résultats.

L'enquête portait sur les composants toxiques suivants :

— monoxyde de carbone (CO), carbures d'hydrogène (HC) et oxydes d'azote ($NO_X$). Ce sont là les substances dites « réglementées », dont les rejets sont limités par des dispositions légales ;

— les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les PAH, possèdent dans une large mesure des propriétés cancérigènes ;

— les alkylnitrites, les alcools, l'oléfine et les aromates. Les alkylnitrites et l'oléfine sont des produits de combustion typiques, alors que les alcools et les aromates sont dans une large mesure des composants de

1. *National Swedish Environment Protection Board, 1983, « Chemical and biological characterisation of exhaust emissions from vehicles fuelled with gasoline, alcohol, LPG and diesel » (Report snv pm 1635).*

nitrites, olefins and aromatic compounds contribute to the formation of photochemical oxidants. Benzene is carcinogenic; ethyl nitrite has been shown in various tests to be mutagenic/carcinogenic;

— aldehydes. These are irritants and can cause allergic reactions. They include formaldehyde, suspected of being a potential human carcinogen.

The mutagenic/carcinogenic potential of exhaust-emissions was also examined in biological tests with *Salmonella typhimurium* TA 98/TA 100 (mutagenic = capable of inducing mutation; carcinogenic = tending to produce cancer).

In the diagram, emissions from modern petrol and diesel-engined cars are compared with those of cars with catalytic converters. The main results can be summed up as follows:

— cars with catalytic converters have substantially lower emissions of all the pollutants tested than modern petrol and diesel-engined vehicles. Catalytic converters cut not only emissions of the controlled pollutants — CO, HC, $NO_X$ — appreciably, but also emissions of the potentially carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). The mutagenity rate determined for vehicles with catalytic converters is also comparatively low;

— diesel-engined vehicles have lower emissions of the controlled pollutants than petrol-engined cars, but do not reach the values of cars with catalytic filters. Diesel-engined vehicles show the highest results with respect to the emission of PAHs and mutagenity. This destroys the image of the diesel-engined vehicle as a "cleaner" car.

The Swedish trials included vehicles fuelled with liquefied petroleum gas. These showed lower carbon monoxide, hydrocarbon and mutagenity values than modern petrol cars, but their nitrogen oxide emissions were similar and thus much higher than the levels that can be achieved with catalytic converters. LPG vehicles are therefore not an alternative to cars fitted with catalytic converters.

All in all, catalytic converters represent the best available tried and tested technology for controlling pollution from automobiles.

Fears that catalytic converters are only effective on long journeys because they require a higher starting temperature appear to be unfounded. Recent tests indicate that catalytic converters become fully operational in urban traffic conditions fairly quickly. It was discovered that in vehicles driven away normally after a cold start catalytic converters reached the necessary operating temperature after 500 to 700 metres.

For all the catalytic converter's benefits, it would be presumptuous to assume that it is the answer to the massive problems of environmental pollution. For example, nitrogen oxide emissions (roughly 83 % of

carburants imbrûlés. Les alkylnitrites, l'oléfine et les aromates jouent parfois un rôle dans la formation d'oxydants photochimiques. Le benzole a une action cancérigène. L'éthylnitrite s'est avéré être mutagène/cancérigène lors de divers tests;

— les aldéhydes. Ce sont essentiellement des substances irritantes, qui provoquent parfois des réactions allergiques. Le formaldéhyde serait, en outre, potentiellement cancérigène.

On a également soumis les gaz d'échappement à des essais biologiques — avec *Salmonella typhimurium* TA 98/TA 100 — pour déceler d'éventuels effets mutagènes/cancérigènes.

La récapitulation graphique confronte, d'une part les rejets toxiques provenant des voitures particulières actuelles, qu'elles soient à essence ou à moteur diesel, et d'autre part les rejets produits par les véhicules équipés d'un catalyseur. Le tableau fait apparaître essentiellement ce qui suit:

— pour tous les composants toxiques enquêtés, on constate que les rejets sont nettement inférieurs, dans le cas des véhicules à catalyseur, à ce qu'ils sont dans le cas des véhicules à essence ou à moteur diesel actuels. Non seulement le catalyseur réduit dans des proportions considérables les substances soumises à réglementation, mais il diminue aussi les rejets d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH), potentiellement cancérigènes. Les taux de mutagénèse constatés avec les véhicules à catalyseur sont également très faibles;

— certes, les voitures particulières à moteur diesel rejettent moins de substances soumises à réglementation que les voitures à essence; mais elles en rejettent davantage que les véhicules à catalyseur. En ce qui concerne les rejets de PAH, ainsi que la mutagénèse, les véhicules à moteur diesel accusent des valeurs maximales. Le caractère soi-disant écologique du diesel se trouve ainsi démenti.

L'enquête suédoise a porté aussi sur les véhicules à gaz liquide. S'agissant du monoxyde de carbone, des hydrocarbures et de la mutagénèse, les valeurs étaient inférieures à celles constatées avec les véhicules à essence actuels; mais les rejets d'oxyde d'azote étaient à peu près aussi importants, et par conséquent nettement supérieurs aux valeurs qu'on peut obtenir avec le catalyseur. Ainsi, les véhicules à gaz liquide ne constituent pas, eux non plus, une alternative au catalyseur.

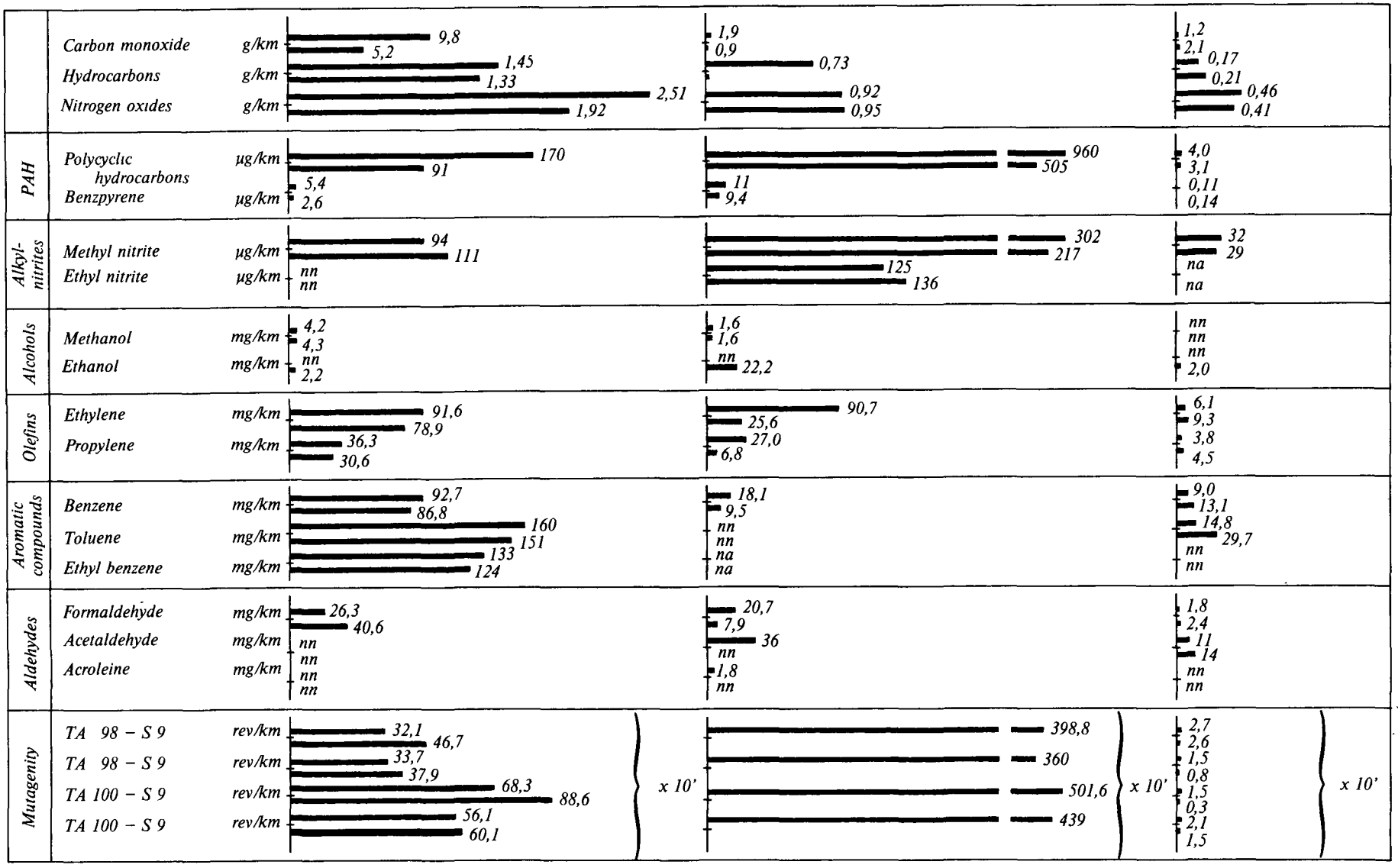
Tout compte fait, on voit que le procédé du catalyseur est actuellement le meilleur, et le plus éprouvé, pour obtenir une réduction des gaz d'échappement produits par les voitures particulières.

Les craintes selon lesquelles le catalyseur, compte tenu de la température nécessaire pour le déclenchement, ne serait efficace qu'après un trajet relativement long, paraissent non fondées. Il ressort d'enquêtes récemment effectuées que le catalyseur atteint son plein rendement relativement vite, y compris en circulation urbaine. C'est ainsi qu'après un démarrage à froid, et avec une façon de conduire normale, la température nécessaire pour l'efficacité du catalyseur est déjà atteinte au bout d'un trajet de 500 à 700 mètres.

Malgré tous ces avantages qu'offre le catalyseur, il serait assurément présomptueux de penser que la mise en œuvre de ce procédé pourrait, à elle seule, résoudre les problèmes que pose la pollution atmosphé-

**Comparative table**

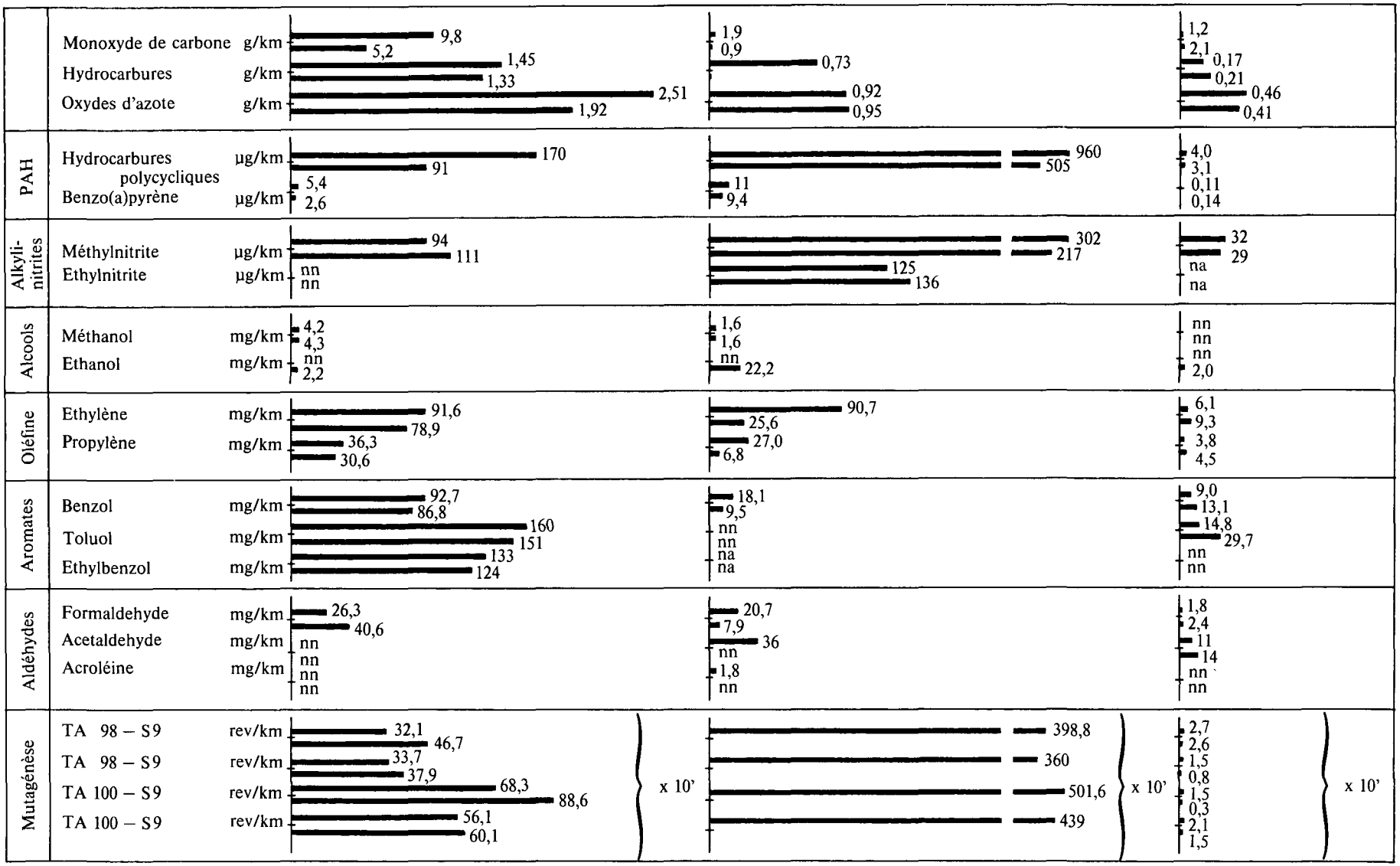
*Pollution emitted by modern petrol-engined cars, diesel-engined cars and vehicles with catalytic converters*




*na = not analysed*
*nn = not proved*

**Tableau comparatif**

Pollution émise par des véhicules à essence actuels, des voitures particulières à moteur diesel et des véhicule à catalyseur




na = non analysé
nn = non démontré

which are generated by motor vehicles) would have to be reduced by about 130 000 to 160 000 tons from the present amount of 180 000 tons per year to restore atmospheric pollution to the level of 1950 to 1960, which forestry experts say is necessary if the forests are to be saved.

The application of catalytic converters (meeting the United States 83 emission standard) can only bring about a gradual reduction of around 6 500 tonnes per year, depending on the rate at which conventional vehicles are replaced by cars incorporating the new technology. This figure could rise to a maximum of 65 000 tonnes per year by about the year 2000.

rique. Par exemple, pour que la pollution de l'air retrouve son niveau de la décennie 1950-1960 (ce qui est, dit-on, indispensable si l'on veut sauver nos forêts), il faudrait que les rejets d'oxyde d'azote, qui avoisinent actuellement les 180 000 tonnes par an (ils proviennent pour environ 83 % des véhicules à moteur) soient réduits d'environ 130 000 à 160 000 tonnes par an.

La technique du catalyseur (prescriptions américaines US-83) ne permet, compte tenu du rythme auquel les véhicules actuels sont remplacés par des véhicules à catalyseur, qu'une diminution progressive, d'environ 6 500 tonnes par an ; la réduction maximale susceptible d'être atteinte — aux alentours de l'an 2000 — est de l'ordre de 65 000 tonnes par an.