



**Conseil Economique
et Social**

Distr.
RESTREINTE

EB.AIR/WG.1/R.117
17 juin 1996

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'EUROPE

ORGANE EXECUTIF DE LA CONVENTION SUR LA POLLUTION
ATMOSPHERIQUE TRANSFRONTIERE A LONGUE DISTANCE

Groupe de travail des effets
(Quinzième session, Genève, 3-5 juillet 1996)
Point 5 a) de l'ordre du jour provisoire

L'ETAT DES FORETS EN EUROPE

Rapport sur les résultats de l'enquête de 1995 */

*/ Les tableaux, figures et annexes sont publiés dans le document
EB.AIR/WG.1/R.117/Add.1.

Note : Les appellations employées dans le présent rapport et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La distribution des documents établis sous les auspices ou à la demande de l'Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance est RESTREINTE et réservée aux gouvernements et organisations qui participent aux travaux de l'Organe exécutif. Les documents ne doivent pas être communiqués aux journaux ou revues, à moins que la RESTRICTION n'ait été LEVEE par l'Organe exécutif.

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>
Résumé	1 - 9
I. INTRODUCTION	10 - 16
II. OBJECTIFS ET STRUCTURE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE	17 - 70
A. Surveillance extensive sur le quadrillage à grande échelle (degré I)	17 - 48
1. Enquêtes sur l'état du houppier	17 - 28
a) Enquête transnationale	17
b) Enquêtes nationales	18
c) Sélection des arbres échantillons	19
d) Paramètres d'évaluation et présentation des données	20 - 28
2. Enquête sur l'état des sols forestiers	29 - 39
a) Changements provoqués au niveau des sols par la pollution atmosphérique	29 - 33
b) Méthodes	34 - 39
3. Analyse chimique des aiguilles et des feuilles	40 - 48
B. Surveillance intensive (degré II)	49 - 70
1. Etablissement des placettes de surveillance intensive	53 - 61
a) Nombre de placettes sélectionnées	53 - 55
b) Activités de surveillance	56 - 61
2. Description thématique des placettes	62 - 67
3. Collecte et évaluation des données	68 - 70
III. RESULTATS DES ENQUETES DE 1995	71 - 128
A. Enquête transnationale	71 - 98
1. Les arbres échantillons et placettes échantillons en 1995	71 - 73
2. Etat de la forêt par groupe d'essences	74 - 75
3. Défoliation et décoloration par âge moyen	76 - 78
4. Evolution de la défoliation et de la décoloration entre 1994 et 1995	79 - 94
a) Evolution par région climatique	83 - 86
b) Evolution par groupe d'essences	87 - 94
5. Evolution de la défoliation depuis 1988	95 - 98
B. Enquêtes nationales	99 - 106
C. Interprétation des résultats	107 - 128
IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	129 - 137

Résumé

1. Le présent rapport, qui rend compte de l'état des forêts en Europe, a été établi d'après les résultats des enquêtes transnationale et nationales qui sont effectuées chaque année dans le cadre du Programme international concerté d'évaluation et de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts (PIC-forêts) de la Commission économique pour l'Europe (CEE) de l'Organisation des Nations Unies et de la Commission européenne. Trente pays européens ont présenté des rapports nationaux. Les résultats représentent 25 170 placettes et 635 736 arbres échantillons, soit 197 millions d'hectares de forêts. Trente pays ont également participé à l'enquête transnationale menée sur la base du maillage 16 km x 16 km. Pour l'enquête transnationale, 5 388 placettes (117 035 arbres) ont été étudiées.

2. Il ressort des rapports que les dommages causés aux forêts posent encore un grave problème en Europe. Même si l'état des forêts s'est amélioré dans certains endroits, la dégradation générale semble s'accroître.

3. Sur les 117 035 arbres échantillons (enquête transnationale) qui ont été étudiés en 1995, 25,3 % ont présenté des signes de défoliation supérieure à 25 %. Dans 10,2 % de tous les arbres échantillons, plus de 10 % des feuilles étaient décolorées. La proportion d'arbres échantillons communs endommagés pour 1994-1995 est passée de 25,2 % à 26,8 %. Les augmentations les plus importantes (de 15,3 % à 19,4 %) ont eu lieu dans les régions de la Méditerranée (plaine) et de la Méditerranée (altitude) (de 20,8 % à 25,1 %), notamment chez Quercus suber, Quercus ilex et Eucalyptus spp., et ont été attribuées principalement à la chaleur et à la sécheresse. Cependant, cette dernière essence est celle qui a le moins souffert dans les régions méditerranéennes. En revanche, la région boréale (tempérée) a accusé une nette amélioration de l'état de ses forêts (21,3 % à 17,6 %). L'amélioration de l'état de Pinus sylvestris, en particulier, a contribué à ce mieux sanitaire. L'évolution de l'état des forêts dans les régions subatlantique, montagneuse (nord) et atlantique (sud) ne s'est pas révélée être statistiquement importante. La détérioration enregistrée dans les régions boréale, atlantique (nord) et montagneuse (sud) a été déterminée essentiellement par la présence abondante d'arbres gravement endommagés (par exemple Fagus sylvatica et Quercus spp. à feuilles caduques en Europe centrale). La dégradation de l'état des forêts dans certaines régions a été imputée, outre aux mauvaises conditions météorologiques, à la pollution atmosphérique.

4. On a analysé, dans le sous-échantillon des arbres communs des enquêtes menées de 1988 à 1995, l'évolution de la défoliation chez 12 espèces. L'état du houppier de la quasi-totalité des essences s'est dégradé. La sécheresse et son corollaire, les attaques d'insectes, mais aussi la pollution atmosphérique, ont été considérées comme d'importants facteurs d'aggravation de l'état des essences. Cependant, dans le cas de Picea abies et Pinus sylvestris, la diminution de la pollution atmosphérique tout comme les meilleures conditions météorologiques des années précédentes auraient eu des effets positifs sur les essences, selon les différents rapports nationaux. Les détériorations les plus sévères ont été observées dans les principales zones sinistrées d'Allemagne, de République tchèque, de Pologne et de Slovaquie, chez Fagus sylvatica, Quercus robur, Quercus petraea et Abies alba. Les taux d'accroissement de la défoliation les plus élevés ont été observés dans la région montagneuse (sud) pour Fagus sylvatica et Quercus petraea. Dans la région subatlantique, Quercus robur et Abies alba ont été gravement altérés.

Les essences les moins touchées en ce qui concerne l'état des forêts à long terme étaient Pinus sylvestris et Pinus pinaster, ce dernier étant confiné dans des zones à climat chaud.

5. Dans leurs rapports nationaux, les pays ont mentionné diverses causes de détérioration de l'état des forêts, dont principalement la sécheresse et la chaleur. L'infestation par les nuisibles, l'action de l'homme, le gibier et le pâturage portaient eux aussi atteinte à la santé des forêts étudiées, comme il ressort des enquêtes tant transnationale que nationales.

6. On considère que les effets directs et indirects de la pollution atmosphérique sont à l'origine du déclin des forêts dans certaines zones, particulièrement en Europe centrale. Cependant, la cause des dommages n'a été attribuée à la pollution atmosphérique que dans quelques cas seulement. Selon d'autres sources d'information, dont les rapports nationaux présentés par les différents pays, la pollution atmosphérique peut prédisposer les arbres à un dépérissement sur de plus grandes superficies, mais l'ampleur de ses effets reste indéterminée. Pour lever les doutes qui subsistent, on met sur pied des enquêtes aux degrés II et III.

7. En sus de l'enquête en cours sur l'état des forêts au degré I, qui est mentionnée dans les paragraphes qui précèdent, l'analyse des sols et du feuillage permet d'élargir le champ des activités prévues dans le cadre de ce type d'enquête. Les effets indirects de la pollution atmosphérique sur l'état des forêts sont étudiés par le biais d'une enquête sur l'état des sols forestiers et d'une analyse de la composition chimique des feuilles et des aiguilles. Si les dépôts de soufre ont considérablement diminué depuis les années 70, les dépôts d'azote provenant de différentes sources restent élevés, avec des effets négatifs sur la chimie des sols et le bilan des éléments nutritifs foliaires dans certaines zones. L'enquête sur l'état des sols forestiers et les analyses foliaires peuvent permettre de déterminer l'impact de la pollution atmosphérique sur ces paramètres.

8. Le présent rapport fait également état de la structure de la surveillance intensive (degré II). Différents paramètres sont surveillés dans la durée sur 660 placettes permanentes dispersées dans toute l'Europe. Tous les Etats membres de l'Union européenne et 11 autres pays participent à l'enquête au degré II. On a choisi 440 placettes dans l'Union européenne et 220 placettes doivent être étudiées dans des pays extérieurs à l'Union. On procède, sur toutes les placettes, à l'examen de l'état du houppier, à l'analyse des sols et du feuillage et à l'étude de l'accroissement forestier. Les dépôts atmosphériques seront surveillés sur 65 % des placettes des pays de l'Union européenne et 81 % des placettes dans les autres pays. Des études supplémentaires - notamment en météorologie et phytopathologie - sont effectuées sur de nombreuses placettes.

9. La plupart des pays participants ont relevé et présenté des données générales sur les placettes. Parmi les essences les plus abondantes, on compte deux résineux (Pinus sylvestris et Picea abies) et trois feuillus (Fagus sylvatica, Quercus petraea et Quercus robur). D'après la répartition par âge, il apparaît qu'un petit nombre seulement des placettes ont moins de 20 ans. La majorité des placettes sont situées dans des peuplements forestiers âgés de 41 à 60 ans, et sont pour la plupart situées à une dizaine de kilomètres d'une station de surveillance météorologique ou dans un rayon inférieur.

I. INTRODUCTION

10. La surveillance de l'état des forêts à l'échelle européenne est effectuée sur la base de maillages nationaux de densité différente et de la grille transnationale de 16 km x 16 km. Cette approche extensive de la surveillance (ou surveillance au degré I) comprend des examens annuels de l'état du houppier, une enquête sur l'état des sols et des analyses de la composition chimique des aiguilles et des feuilles.

11. Des études de l'état du houppier sont effectuées chaque année depuis 1986 sur les maillages nationaux et depuis 1987 sur le maillage transnational par un nombre croissant de pays. L'enquête sur l'état des sols forestiers a été réalisée par près de la moitié des pays participants sur le maillage transnational entre 1991 et 1995. Une étude facultative de la composition chimique des aiguilles et des feuilles est également en cours (1991-1996).

12. Le principal avantage de la surveillance au degré I est de livrer une connaissance plus précise de la variation, dans l'espace et dans le temps, de l'état des forêts (état du houppier et des sols et composition chimique des aiguilles et des feuilles).

13. Pour approfondir la connaissance des relations de cause à effet, on a adopté une approche plus intensive de la surveillance (degré II), qui repose sur l'observation d'un plus petit nombre de placettes situées dans des écosystèmes forestiers précis et soumises à une surveillance plus intense. En sus de l'étude de l'état du houppier et des analyses pédologiques et foliaires, la surveillance au degré II comprend aussi des études de l'accroissement forestier ainsi que des mesures des dépôts et des mesures météorologiques.

14. Le chapitre II donne une vue d'ensemble des objectifs et de la structure des activités de surveillance extensive susmentionnées (degré I), et présente aussi des renseignements de fond ainsi que des données méthodologiques, information essentielle à la compréhension et à l'interprétation des résultats. On y trouve aussi des informations d'ordre général sur le programme de surveillance intensive (degré II).

15. Le chapitre III présente les résultats des enquêtes transnationale et nationales de 1995. Les résultats de l'enquête transnationale (chap. III.A) traduisent l'état des forêts en Europe sans tenir compte des frontières nationales et font état de corrélations entre la défoliation et la décoloration d'une part, et les paramètres de site d'autre part. Les rapports nationaux (chap. III.B) présentent l'état des forêts dans les différents pays en mettant l'accent sur l'interprétation de ce constat en fonction de la multitude d'agents agressifs, notamment la pollution atmosphérique. Les résultats de ces deux types d'enquêtes sont interprétés dans le chapitre III.C, une attention particulière étant accordée là aussi aux effets de la pollution atmosphérique.

16. Les annexes I à VII (voir le document EB.AIR/WG.1/R.117/Add.1) contiennent des tableaux concernant les résultats nationaux.

II. OBJECTIFS ET STRUCTURE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE

A. Surveillance extensive sur le quadrillage à grande échelle (degré I)1. Enquêtes sur l'état du houppiera) Enquête transnationale

17. L'objectif de l'enquête transnationale est d'établir la répartition spatiale et l'évolution de l'état des forêts au niveau européen. Pour ce faire, on a observé l'état du houppier des arbres de forêt sur une grande échelle en appliquant plusieurs paramètres de site sur un quadrillage transnational de 16 km x 16 km de parcelles échantillons. Dans plusieurs pays, les placettes de ce quadrillage transnational constituent un sous-échantillon d'un réseau national plus dense.

b) Enquêtes nationales

18. L'objet des enquêtes nationales est de déterminer l'état des forêts et son évolution dans le pays concerné. Ces enquêtes sont donc réalisées sur des quadrillages nationaux dont la densité varie entre 1 km x 1 km et 32 km x 32 km du fait des disparités au niveau de la superficie et de la structure des forêts et des politiques forestières. Toute comparaison entre les enquêtes nationales des différents pays devra être effectuée avec prudence en raison des différences qui existent au niveau de la composition des espèces, des conditions de site et des arbres de référence.

c) Sélection des arbres échantillons

19. Théoriquement, on choisit au moins 20 arbres échantillons selon les procédures types sur chaque point d'échantillonnage des quadrillages nationaux et transnational situé dans une forêt. Les arbres prédominants, dominants et codominants (selon le système de KRAFT) de toutes les essences peuvent être retenus comme arbres échantillons pour autant qu'ils mesurent au moins 60 cm de haut et qu'ils ne présentent pas de gros dommages d'origine mécanique. Les arbres enlevés à la suite d'opérations d'aménagement, les chablis et les arbres morts doivent être remplacés par de nouvelles sélections. Etant donné le faible pourcentage des arbres enlevés, ce remplacement ne fausse pas les résultats de l'enquête, comme l'a indiqué une évaluation spéciale (Rapport de 1994 sur l'état des forêts).

d) Paramètres d'évaluation et présentation des données

20. La défoliation des arbres échantillons de chaque placette est évaluée par comparaison avec un arbre de référence au feuillage entier et ne présentant pas de décoloration. S'il ne se trouve aucun arbre de référence au voisinage des arbres échantillons, des guides illustrés de photos d'arbres de la région considérée peuvent être utilisés.

21. Les résultats concernant la défoliation sont en principe indiqués par tranches de 5 % dans le cas de l'enquête transnationale et d'après la classification traditionnelle dans le cas des enquêtes nationales (tableau 1). La plupart des pays consignent également leurs résultats nationaux pour la

défoliation par tranches de 10 %. Cette évaluation aux 5 ou 10 % les plus proches confère aux études de la variation annuelle du feuillage une plus grande précision que ne le permet le système traditionnel, qui ne prévoit que cinq classes d'amplitude inégale. La décoloration est indiquée d'après la classification traditionnelle aussi bien dans les enquêtes nationales que dans l'enquête transnationale.

22. Les changements survenus au niveau de la défoliation ou de la décoloration et qui sont imputables à la pollution atmosphérique ne peuvent être distingués de ceux qui sont provoqués par d'autres facteurs. La défoliation due à d'autres facteurs est donc incorporée dans les résultats de l'évaluation, mais les causes connues doivent être mentionnées.

23. Dans la présentation des résultats, un changement est qualifié d'important ("significant") si un essai statistique a été réalisé à un niveau de probabilité de 95 %.

24. En sus de la défoliation et de la décoloration, d'autres paramètres doivent être étudiés sur les placettes de l'enquête transnationale. Dans le cadre de l'enquête transnationale sur l'état du houppier, les paramètres de placette et d'arbre ci-après doivent être indiqués pour chaque placette : pays, numéro de la placette, coordonnées de la placette, altitude, aspect, présence d'eau, type d'humus, type de sol (paramètre facultatif), âge moyen de l'étage dominant, numéro des arbres, essences, données d'observation des dommages facilement identifiables et date de l'observation.

25. Les paramètres d'arbre et de placette de l'enquête transnationale sont communiqués sous format numérique par l'intermédiaire de la Commission européenne (CE) ou directement au Centre de coordination du programme-Ouest (CCP-O) du PIC-forêts pour être triés, enregistrés et évalués. Les résultats des enquêtes nationales sont communiqués sur papier au CCP-Ouest en tant que valeurs moyennes de pays, classés selon l'essence et les groupes d'âge. Ces ensembles de données sont accompagnés de rapports nationaux dans lesquels il est donné des explications et des interprétations. Les résultats des enquêtes sont présentés pour la plupart sous la forme de pourcentages des arbres échantillons relevant des cinq classes traditionnelles de défoliation ou de décoloration. Cette classification reflète dans une certaine mesure l'expérience acquise en matière d'évaluation des dommages causés aux forêts en Europe centrale entre 1980 et 1983, époque à laquelle toute perte de feuillage supérieure à 10 % était jugée anormale et le signe d'une détérioration sanitaire de la forêt. Les hypothèses reposant sur les études physiologiques de la vitalité d'arbres accusant une défoliation différente ont conduit à établir des classes d'une amplitude inégale. Par conséquent, et pour permettre la comparaison avec les résultats d'enquêtes présentés précédemment, on a retenu la classification traditionnelle aussi bien de la défoliation que de la décoloration, même si celle-ci est jugée arbitraire par certains pays.

26. On a tenu compte d'une certaine marge de défoliation naturelle en qualifiant de non endommagé ("undamaged") un arbre ayant subi une défoliation n'excédant pas 25 %. Une défoliation située entre 10 et 25 % traduit une cote d'alerte ("warning-stage"). Par conséquent, on a souvent établi une distinction, dans le présent rapport, entre les classes de défoliation 0 et 1 (0 à 25 % de défoliation) d'une part et, d'autre part, les classes 2, 3 et 4 (défoliation supérieure à 25 %).

27. Les classes 2, 3 et 4 représentent des arbres considérablement défoliés, donc qualifiés d'endommagés ("damaged"). Comme les arbres échantillons, les points d'échantillonnage sont qualifiés d'endommagés ("damaged") si la défoliation moyenne de leurs arbres (exprimée en pourcentage) relève de la classe 2 ou des classes supérieures. Dans le cas contraire, le point d'échantillonnage est qualifié de non endommagé ("undamaged").

28. Les résultats les plus importants ont été présentés dans des tableaux distincts pour tous les pays participants ("total pour l'Europe") et pour les 12 pays qui étaient membres de l'Union européenne lors de l'année d'enquête 1994. Comme l'Autriche, la Finlande et la Suède sont devenues membres de l'Union européenne en 1995, elles seront incorporées dans le total pour l'Union européenne à partir du rapport de cette année-là. Dans le cas des pays qui ont communiqué des ensembles de données pertinents concernant leurs enquêtes nationales, les résultats de base de ces mêmes enquêtes sont présentés dans des tranches de défoliation de 10 % afin d'augmenter la résolution, et donc de pouvoir étudier les changements survenus au niveau de la défoliation.

2. Enquête sur l'état des sols forestiers

a) Changements provoqués au niveau des sols par la pollution atmosphérique

29. L'enquête transnationale à grande échelle sur l'état des sols a pour objet d'étudier les renseignements de base sur le bilan chimique des sols et les propriétés des sols qui déterminent la sensibilité de ces milieux à la pollution atmosphérique. L'échantillonnage et l'analyse des sols ont donc été réalisés par les centres nationaux de liaison. En collaboration avec la CE et l'Institut flamand de la foresterie et de la gestion de la faune sauvage, le PIC-forêts a créé à l'université de Gand un centre de coordination des études sur les sols forestiers chargé du traitement des résultats des enquêtes sur l'état des sols. Les résultats des enquêtes nationales devaient être communiqués à ce centre avant le 31 décembre 1995. Ils sont stockés dans une base de données européenne et seront présentés dans un rapport sur l'état des sols forestiers d'Europe à la fin du mois de mars 1997 au plus tard.

30. Le manuel du PIC sur les méthodes et critères d'harmonisation de l'échantillonnage, de l'évaluation, de la surveillance et de l'analyse des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts décrit les méthodes de référence pour l'échantillonnage et l'analyse des sols forestiers et les placettes d'observation au degré I. Cependant, les méthodes nationales peuvent, sur certains points de détail, s'écarter des méthodes de référence.

31. Toute adjonction aux sols de polluants, c'est-à-dire de composés qui risquent d'avoir des effets néfastes sur le fonctionnement de ces milieux, peut être définie comme étant une pollution des sols. Les principales fonctions des sols sont d'assurer la croissance des plantes et de servir d'agent écologique, avec leur contribution importante au cycle des éléments.

32. Comme la plupart des sols ont un certain pouvoir tampon, les effets négatifs ne deviennent généralement manifestes qu'après un certain laps de temps. On peut définir le pouvoir tampon des sols comme étant la capacité de laisser la concentration de composés, une fois présents au niveau optimal,

augmenter sans la survenue d'effets négatifs à proprement parler. Plusieurs composés potentiellement dangereux tels que le cuivre et le zinc sont également nécessaires au bon fonctionnement des sols et ont un effet positif à de faibles concentrations. Le pouvoir tampon est fonction de la nature du polluant ainsi que de nombreuses propriétés des sols et des conditions du système.

33. La perte de vitalité des forêts européennes pourrait s'expliquer par l'apport persistant de polluants atmosphériques. Outre l'effet direct des polluants gazeux ("dépôts secs") et des solutions ("dépôts humides") sur les aiguilles et les feuilles, la pollution atmosphérique peut altérer les forêts indirectement par le biais de changements au niveau des sols. Les polluants atmosphériques les plus importants sont SO_2 , NO_x , O_3 et NH_y . Les dépôts de H^+ et H_2O_2 provenant du brouillard et des nuages bas peuvent être considérables à haute altitude.

b) Méthodes

34. La caractérisation pédologique, qui est facultative pour les placettes d'étude au degré I, comprend au moins une description détaillée du profil des sols et est effectuée avant de commencer les mesures. Cette opération fournit des renseignements de caractère général sur les sols afin d'améliorer l'interprétation des autres données recueillies sur la même parcelle. Elle est indispensable à la classification des sols des placettes étudiées selon la Soil Legend (1988) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Une telle classification des sols exige une information sur plusieurs éléments qui sont observés lors de la description du profil, celle-ci étant réalisée selon les directives correspondantes de la FAO en un lieu représentatif de la zone d'échantillonnage proprement dite.

35. La zone d'échantillonnage est choisie dans une partie homogène de la placette à étudier. Le sol à analyser doit être représentatif du peuplement forestier sur la placette considérée. La couche supérieure organique est étudiée séparément. Il est fait une distinction entre les horizons O et H tels que définis dans les orientations de la FAO sur la description des sols.

36. Après enlèvement de la litière, les prélèvements de sols minéraux sont effectués selon les horizons génétiques ou par couches à des profondeurs prédéterminées. Ce dernier procédé est préférable car il facilite la comparaison entre les sols. Pour chaque couche ou horizon examiné, un échantillon composite représentatif ou plusieurs échantillons sont prélevés. Le nombre de sous-échantillons recueillis est précisé.

37. Les paramètres obligatoires et les paramètres facultatifs étudiés et le nombre de pays ayant présenté les données correspondantes sont indiqués à la figure 1.

38. Les résultats de l'étude de l'état des sols forestiers sont communiqués au Centre de coordination pour les sols forestiers sous format numérique. Un fichier d'information sur les placettes renseigne sur les coordonnées de la placette, le code d'altitude et le type de sol selon la FAO. Les données sur les paramètres chimiques sont présentées dans des fichiers distincts selon que les paramètres sont obligatoires ou facultatifs. Des renseignements

complémentaires sur la matière mère, la classe à laquelle appartient la texture du sol, la masse volumique apparente et la teneur en fragments bruts sont présentés facultativement dans un autre fichier. Le tableau 2 donne un aperçu des données disponibles.

39. Les premiers résultats de l'étude de l'état des sols forestiers ont révélé la nécessité de rattacher les propriétés chimiques des sols aux conditions physiques telles que la densité volumique apparente et la distribution granulométrique. Pour déterminer la valeur absolue des nutriments disponibles, il faut connaître les propriétés physiques des sols, et ce paramètre devrait devenir obligatoire dans les futures enquêtes sur les sols. Les données relatives à la matière mère et à la texture servent principalement à distinguer les différents groupes de sols.

3. Analyse chimique des aiguilles et des feuilles

40. L'échantillonnage et l'analyse foliaires sont des outils qui permettent d'évaluer les effets de la pollution atmosphérique sur les forêts. Certains pays européens appliquent depuis de nombreuses décennies les analyses foliaires dans leurs enquêtes locales ou régionales afin de déterminer l'influence de la pollution atmosphérique sur la teneur en éléments nutritifs, le bilan nutritif des feuilles et des aiguilles, leur bilan nutritif et leur teneur en soufre ou en fluor. D'après ces données, plusieurs pays ont élaboré des directives ou des règlements tendant à utiliser les possibilités de l'analyse foliaire à la détermination de l'impact de la pollution atmosphérique. Plus de dix ans se sont écoulés depuis que certains pays ont commencé à appliquer l'analyse foliaire dans un autre domaine, celui de la surveillance au niveau national.

41. Dans le cadre du PIC-forêts, les premières activités pertinentes ont été lancées en 1992 lors de la huitième réunion de l'Equipe spéciale tenue en Avignon (France), qui a chargé le Groupe d'experts de l'analyse foliaire d'élaborer :

- Des méthodes d'échantillonnage adaptées aux différents cas, au nombre d'arbres, au lieu dans lequel doivent être récoltées les aiguilles ou les feuilles et à la date de la récolte;
- Une liste des éléments dont l'analyse est obligatoire ou conseillée dans les placettes permanentes au degré II et éventuellement au degré I si le Groupe d'experts le juge utile;
- Une liste des méthodes de minéralisation acceptables pour chaque élément;
- Une liste de méthodes de détermination acceptables qui soient compatibles avec les méthodes de minéralisation pour chaque élément;
- Une proposition tendant à garantir la comparabilité des résultats entre les différents laboratoires;

- Une proposition quant à la fréquence d'analyse des placettes permanentes au degré II ainsi que des placettes au degré I, si le Groupe d'experts le juge utile;
- La forme et la structure du transfert des données;
- La forme et la structure du rapport.

42. De plus, le Groupe d'experts de l'analyse foliaire devrait cerner les principaux problèmes qui se posent au niveau de l'interprétation de l'analyse foliaire (valeurs seuils des déficiences en nutriments ou effets toxiques potentiels). Les experts qui participent au Groupe ont été chargés d'étudier aussi bien les questions techniques (analyse des échantillons) que les conséquences financières des propositions.

43. L'une des premières activités du Groupe d'experts de l'analyse foliaire a consisté à élaborer un projet de manuel intitulé "Echantillonnage et analyse des aiguilles et des feuilles", qui renseignait sur les procédures d'échantillonnage et d'analyse, à savoir, notamment :

Echantillonnage : fréquence, date, nombre d'arbres concernés, sélection des arbres échantillons, sélection des feuilles et des aiguilles à analyser, exposition, quantité de matière à prélever, moyens de l'échantillonnage et traitement préalable avant l'envoi des échantillons aux laboratoires d'analyse;

Analyse chimique : traitement avant analyse, éléments à déterminer, digestion (ou incinération) et analyse.

44. Il a été décidé de rendre l'analyse foliaire obligatoire sur les placettes soumises à une surveillance intensive (degré II), celle-ci devant être exécutée tous les deux ans au moins. Plusieurs pays ont l'intention d'englober dans cette opération les placettes du degré I. Le premier exercice d'échantillonnage commun dans tous les pays participants a été effectué en 1995, et ce pendant l'été pour les espèces à feuilles caduques et le mélèze et pendant la période de repos végétatif suivante pour les autres résineux. En général, le prélèvement est opéré sur au moins cinq arbres prédominants ou dominants (degré II) à proximité du point d'échantillonnage du sol. Comme les arbres ne doivent pas être abattus, l'opérateur peut monter sur l'arbre pour prélever des branches ou alors se servir d'instruments d'élagage ou d'armes à feu. Après séchage et broyage des échantillons, l'analyse permet de rechercher les principaux éléments (N, P, K, Ca, Mg et S).

45. Le projet de manuel a été adopté par l'Equipe spéciale du PIC-forêts, qui l'a incorporé dans la troisième édition de son manuel. En outre, l'Equipe spéciale a décidé d'effectuer des essais d'interétalonnage sur des échantillons avec des valeurs de détermination inconnues afin de rendre comparables les résultats des différents laboratoires.

46. Des laboratoires des pays ci-après ont pris part au premier essai d'interétalonnage : Allemagne, Autriche, Belgique, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Pays-Bas, République tchèque, Royaume-Uni et Suisse. Plusieurs autres pays ont communiqué leurs

résultats ultérieurement. Cet essai a donné généralement des résultats relativement satisfaisants mais, comme on pouvait s'y attendre, ceux-ci variaient d'un laboratoire à l'autre et aussi selon les éléments recherchés et les méthodes appliquées. Six laboratoires ont affiché d'excellents résultats pour tous les éléments dans les deux échantillons. L'évaluation des résultats a montré clairement quelle méthode d'analyse pour les différents éléments ne donnait que des résultats médiocres. Pour cette raison, les participants ont jugé nécessaire de réaliser le deuxième essai d'interétalonnage avec 39 laboratoires de 25 pays, ce test devant être finalisé pour fin de 1995. Un laboratoire allemand a accepté d'élaborer un rapport sur la précision des différentes méthodes et de distribuer ce document aux participants au printemps 1996.

47. On a déterminé les valeurs seuils d'une évaluation paneuropéenne des données analytiques se rapportant aux aiguilles et aux feuilles. Comme on emploie des termes très différents pour désigner des valeurs ou gammes de valeurs identiques dans les différents pays d'Europe, et pour éviter des erreurs d'interprétation des données ou des conclusions erronées, on a décidé de s'en tenir à une classification en trois catégories seulement et sans plus de descriptions ou dénominations précises. C'est ainsi que l'on a déterminé les valeurs de classification des principaux nutriments de l'épicéa, du pin, du hêtre et du chêne, qui sont les principales essences des placettes des degrés I et II en Europe (tableau 3). Il reste encore à déterminer les valeurs du soufre pour le chêne. A cet égard, il y a lieu de prendre en considération les résultats de l'analyse foliaire menée notamment dans la région méditerranéenne de l'Espagne, où se trouvent de nombreuses placettes de chênes.

48. A l'étape suivante, le Groupe d'experts de l'analyse foliaire se consacrera à la détermination des valeurs de classification des micronutriments qui sont facultatives pour les placettes des degrés I et II. Les résultats des échantillonnages de 1995/96 devront être pris en considération lors de la détermination de ces valeurs. Outre la détermination des valeurs de classification des micronutriments, le Groupe d'experts examinera les résultats du deuxième essai d'interétalonnage ainsi que le projet de rapport sur les résultats concernant les placettes de degré I.

B. Surveillance intensive (degré II)

49. Pour tenter de mieux comprendre l'impact de la pollution atmosphérique et d'autres facteurs sur les écosystèmes forestiers, l'échantillonnage systématique à grande échelle a été élargi par l'adjonction d'une surveillance intensive et continue de ces écosystèmes. Ce deuxième degré de surveillance est effectué sur 660 placettes d'observation permanentes situées dans 26 pays. Quarante cent quarante de ces placettes ont été sélectionnées et établies dans l'Union européenne (Règlement (CE) No 1091/94 de la Commission et son amendement). Ce programme de surveillance est la conséquence de deux résolutions, la résolution S1 de la première Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Strasbourg, 1990) et la résolution H1 de la deuxième Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Helsinki, 1993).

50. Ce deuxième degré de surveillance est défini comme étant une "surveillance intensive de l'état des forêts visant à identifier les facteurs et les processus, en accordant une attention particulière à l'impact des polluants atmosphériques sur les écosystèmes forestiers communs d'Europe". Le programme de surveillance intensive comprend des examens continus et intensifs tels que des évaluations de l'état du houppier, des études pédologiques et foliaires, des appréciations de l'accroissement, des mesures des dépôts et l'observation des paramètres météorologiques sur une période de 15 à 20 ans au moins. Plusieurs pays mènent des activités supplémentaires et plusieurs groupes d'experts s'emploient à définir des méthodes recommandées pour l'étude et l'analyse de certaines autres activités (études de la végétation et de l'eau du sol et télédétection). La première communication des données d'enquête est prévue pour la fin 1996 au plus tard et les premiers résultats devraient normalement être publiés en 1997, mais il faudra compter au moins 5 à 10 ans avant de pouvoir déterminer les tendances car l'accroissement, par exemple, n'est étudié que tous les 5 ans et les sols tous les 10 ans.

51. La deuxième édition du rapport intitulé "General information on the permanent observation plots in Europe (level II)" (informations générales sur les placettes d'observation permanentes en Europe (degré II)), qui a été publiée en janvier 1996, contient davantage de renseignements sur le programme de surveillance intensive des Etats membres de l'Union européenne et de 11 pays non membres, tels qu'ils étaient disponibles à la fin de 1995.

52. Les données du programme de surveillance intensive sont évaluées dans un premier temps au niveau national puis, après communication, au niveau européen. Au niveau national, les centres nationaux de liaison sont chargés de la gestion et de l'évaluation des données. Au niveau européen, la gestion des données est effectuée par un consultant (l'Institut de coordination de la surveillance intensive des forêts) désigné à cet effet. Pour veiller à ce que la gestion, l'évaluation et l'interprétation des données soient effectuées correctement, on a créé un Groupe consultatif scientifique composé d'experts des domaines concernés.

1. Etablissement des placettes de surveillance intensive

a) Nombre de placettes sélectionnées

53. En se fondant sur les critères de sélection qui ont été convenus, et qui sont énoncés dans le Règlement (CE) No 1091/94 de la Commission, les Etats membres de l'Union européenne ont prévu en 1994 de sélectionner et d'établir un certain nombre de placettes. Après acceptation des parties pertinentes du manuel du PIC-forêts (réunions de l'Equipe spéciale tenues à Lillehammer (1994) et Prague (1995)), les pays non membres de l'Union européenne ont engagé eux aussi le processus de sélection et d'établissement. Ce processus est à présent terminé dans la plupart des pays. Aux fins de l'incorporation dans le présent rapport du programme de surveillance intensive, on a utilisé en règle générale la taille et l'ensemble minimaux des enquêtes (état du houppier, inventaire pédologique et foliaire et appréciation de l'accroissement sur toutes les placettes et étude des dépôts sur au moins 10 %) pour déterminer le nombre effectif des placettes du programme de surveillance intensive.

54. La situation est exposée au tableau 4. Pour les Etats membres de l'Union européenne, où l'établissement est achevé, le programme de surveillance intensive porte au total sur 440 placettes. Dans le cas des pays non membres de l'Union européenne, l'établissement n'est pas encore terminé : sur les 220 placettes sélectionnées, 203 seulement ont déjà été établies. D'après les données provenant de l'Union européenne et de 11 pays non membres, le total général pour le programme de surveillance intensive en Europe est de 660 placettes. Avec l'incorporation éventuelle d'autres pays non membres de l'Union qui participent aux travaux du PIC-forêts, ce chiffre pourrait passer à 900 placettes.

55. Dans les 26 pays participants qui ont communiqué des renseignements, la sélection des placettes semble avoir été menée à bien. Plusieurs autres pays non membres de l'Union européenne qui participent aux travaux du PIC-forêts (la Slovaquie et le Bélarus, par exemple) devraient normalement participer dans un proche avenir au programme de surveillance intensive. La répartition géographique de toutes les placettes situées dans les Etats membres de l'Union européenne et les Etats non membres est indiquée à la figure 2.

b) Activités de surveillance

56. La surveillance au degré II se compose des activités ci-après :

- Evaluation de l'état du houppier (une fois par an au moins);
- Analyse de la composition chimique des aiguilles et des feuilles (au moins tous les deux ans);
- Analyse pédologique (tous les dix ans);
- Etudes sur l'accroissement (tous les cinq ans);
- Mesure des dépôts (sur au moins 10 % des placettes);
- Surveillance météorologique (pendant une phase d'essai d'un an, à titre facultatif).

57. Des renseignements précis sur la méthodologie commune pour ces enquêtes (modalités de l'échantillonnage, méthodes d'analyse, présentation des données à transmettre, par exemple) sont donnés dans les règlements (CE) Nos 1091/94 (annexes III à VII) et 690/95 (annexes II et III) et dans le manuel du PIC-forêts.

58. Outre les enquêtes menées dans le cadre de ce programme, de nombreux pays réalisent d'autres enquêtes sur leurs placettes de surveillance intensive. Le Président du Groupe consultatif scientifique pour la surveillance intensive a envoyé pendant l'été 1995 un questionnaire par lequel il demandait aux pays d'indiquer les enquêtes en question, leur fréquence et le nombre de placettes sur lesquelles elles sont (ou seront) exécutées. Le tableau 5 donne un aperçu de ces enquêtes.

59. En ce qui concerne les 440 placettes des Etats membres de l'Union européenne, des mesures des dépôts sont effectuées sur 288 d'entre elles (65 %) et la météorologie est observée sur 172 (39 %). Outre les études du programme commun qui avait été convenu, on effectue, ou prévoio d'effectuer, des enquêtes sur la phytopathologie (211 placettes), la végétation au sol (248 placettes), la litière (266 placettes), la solution du sol (201 placettes) et la phénologie (71 placettes).

60. Il convient de noter que la quasi-totalité des pays non membres de l'Union européenne ont l'intention de réaliser des études de la végétation au sol et la plupart également des études phytopathologiques. Les enquêtes qui sont qualifiées d'obligatoires dans le Règlement (CE) No 1091/94 seront effectuées sur un total de 660 placettes, y compris celles de pays non membres de l'Union européenne. Les dépôts seront mesurés sur 465 placettes (70 %) et les paramètres météorologiques seront étudiés sur 260 placettes (45 %). On procédera par ailleurs à des mesures dans les domaines suivants : phytopathologie (390 placettes), végétation au sol (465 placettes), litière (330 placettes), solution du sol (229 placettes) et phénologie (107 placettes). Il importe donc de poursuivre l'harmonisation de l'évaluation de la solution du sol et de la végétation au sol. En ce qui concerne les études sur la phytopathologie, la litière et la phénologie, on examinera les possibilités d'harmonisation.

61. Plusieurs autres enquêtes sont réalisées sur une petite échelle. Parmi les plus courantes, on citera la dendrochronologie dans six pays (163 placettes), et des études sur les lichens ou les mousses dans cinq pays (63 placettes) les insectes dans trois pays (149 placettes) et les mycorhizes ou les champignons dans trois pays (41 placettes). La photographie aérienne (ou la télédétection) est réalisée par trois pays sur 55 placettes, tandis que certains pays ont l'intention de procéder à une étude encore plus approfondie de la physiologie des sols, du régime de l'eau du sol, de la qualité de l'air, des échanges gazeux, etc.

2. Description thématique des placettes

62. Les données communiquées pour les différents paramètres ont été évaluées sous l'angle de leur répartition entre les placettes établies.

Principales essences

63. Les principales essences ont été indiquées pour 651 placettes. Selon l'information reçue, les cinq principales essences sont les suivantes :

- a) Pinus sylvestris (205 placettes);
- b) Picea abies (162 placettes);
- c) Fagus sylvatica (84 placettes);
- d) Quercus petraea (36 placettes);
- e) Quercus robur (34 placettes).

Altitude

64. L'altitude est connue pour 651 placettes. La plupart des placettes sélectionnées étant situées à faible altitude, leur nombre décroît progressivement en haute altitude.

Age moyen

65. L'âge moyen des arbres a été indiqué pour la plupart des placettes, mais cette donnée n'est pas précisée pour 24 d'entre elles. Les peuplements jeunes (classe d'âge ≤ 20 ans) n'occupent que neuf placettes. La classe 41-60 ans est concentrée sur 206 placettes.

Rendement estimatif

66. Le rendement estimatif (en mètres cubes par hectare et par an) a été communiqué pour la plupart des placettes (95 %). Ce chiffre se compose d'une estimation absolue et d'une estimation relative du rendement. Le rendement absolu correspond au rendement moyen estimé sur la durée de vie totale du peuplement. Ces chiffres reposent sur des estimations sur le terrain. A un stade ultérieur, lorsque les études sur l'accroissement auront été terminées, on aura accès à des renseignements plus détaillés. Les pays participants ont été priés d'indiquer si le rendement estimatif était jugé faible, normal ou élevé pour l'essence considérée étant donné les conditions liées à la placette. Cette information a été reçue pour 85 % du nombre total des placettes et son évaluation a indiqué que le rendement était normal dans la plupart d'entre elles.

Distance par rapport aux stations de surveillance ou aux stations météorologiques les plus proches

67. En principe, les placettes auraient dû être sélectionnées à proximité d'une station météorologique ou d'une station de surveillance déjà en place. Des descriptifs renseignant sur les stations situées à proximité ont été reçus pour 248 placettes. Dans la plupart des cas, la station proche était une station de surveillance, mais on a mentionné aussi des placettes de surveillance intégrée et d'autres placettes de recherche. On a calculé la distance entre la placette et la station la plus proche d'après les coordonnées fournies pour ces stations, et la distribution de la valeur ainsi obtenue a indiqué que la majorité des placettes sont situées dans un rayon de 10 km autour d'une station météorologique.

3. Collecte et évaluation des données

68. Les résultats des premières enquêtes seront disponibles au niveau européen d'ici à la fin de 1996. Dans un premier temps, ces données seront recueillies, validées, évaluées et interprétées au niveau local ou national par le centre national de liaison et seront présentées, le 31 décembre 1996 au plus tard, au consultant de la CE pour la gestion des données. La validation, l'évaluation et l'interprétation au niveau européen commenceront au début de 1997. Il faudra élaborer en 1996 une stratégie européenne d'évaluation de ces données. Ce travail sera accompli par le consultant de la CE pour la gestion des données en collaboration étroite avec le Groupe consultatif scientifique et les centres nationaux de liaison.

69. A partir de 1996, les données provenant d'enquêtes supplémentaires seront communiquées annuellement. Les méthodes et délais de présentation devront être précisés en collaboration étroite avec le Groupe consultatif scientifique et les centres nationaux de liaison. Les modifications à apporter aux conditions applicables aux données (méthodes, formes, etc.), qui devront être examinées et adoptées par les groupes d'experts ou groupes de travail compétents et le Groupe consultatif scientifique, seront présentées au Comité forestier permanent de la CE et à l'Equipe spéciale du PIC-forêts pour décision.

70. Des conditions bien précises quant à la manipulation des données permettent aussi à des instituts extérieurs d'obtenir une partie de la base de données en vue de procéder à des évaluations particulières. La coordination de cette évaluation externe avec le travail d'évaluation interne, la stratégie d'évaluation et l'interprétation des résultats feront eux aussi partie du travail de l'Institut de coordination de la surveillance intensive des forêts, qui le mènera à bien en collaboration étroite avec le Groupe consultatif scientifique.

III. RESULTATS DES ENQUETES DE 1995

A. Enquête transnationale

1. Les arbres échantillons et placettes échantillons en 1995

71. Le maillage transnational a été de nouveau agrandi en 1995. La base de données est aujourd'hui plus importante que jamais, comptant 117 305 arbres évalués sur 5 388 placettes. Elle est donc plus de quatre fois et demie plus grande que la banque de données qui existait en 1987, c'est-à-dire la première année. Cela est principalement dû au fait que depuis 1990, les pays non membres de l'Union européenne sont de plus en plus nombreux à participer à l'enquête. Mais cela tient aussi à l'achèvement du maillage dans les Etats membres de l'Union européenne, par exemple en Finlande et en Suède en 1995. Avec un pays non membre de l'Union européenne de plus qu'en 1994 (la Fédération de Russie), le nombre des pays participants est maintenant de 30, c'est-à-dire les 15 Etats membres de l'Union européenne et 15 pays non membres, soit le plus grand nombre de pays jamais atteint.

72. En dehors des 5 388 placettes déjà mentionnées, huit placettes ont été étudiées aux Açores et aux îles Canaries. Elles apparaissent sur les cartes pertinentes du présent rapport bien qu'elles n'aient pas été prises en compte dans l'échantillon total pour l'évaluation transnationale.

73. Sur les 117 305 arbres échantillons de l'enquête de 1995, 25,3 % étaient considérés comme endommagés, c'est-à-dire présentant un degré de défoliation supérieur à 25 % (classe de défoliation 2 à 4). Parmi les conifères la proportion d'arbres endommagés était à peu près la même (25,5 %) que parmi les feuillus (25 %). Les résultats détaillés figurent dans le tableau 6. Comme certains pays (pour la plupart non membres de l'Union européenne) n'ont pas évalué la décoloration de tous leurs arbres échantillons, des résultats n'ont été communiqués que pour 111 805 arbres; 10,2 % de cet échantillon présentaient un degré de décoloration supérieur à 10 % (tableau 7).

2. Etat de la forêt par groupe d'essences

74. Si l'on considère l'échantillon total, parmi les feuillus Quercus spp. était l'essence la plus touchée par la défoliation (30,9 % d'arbres endommagés). Les essences les moins touchées étaient Castanea sativa (16,4 %) et Eucalyptus spp. (7,7 % d'arbres endommagés). Dans le groupe des conifères, c'est Abies spp. qui était le plus touché (31,6 %) tandis que Larix spp. (21,1 %) présentait la plus faible proportion d'arbres endommagés.

75. L'essence la plus touchée par la décoloration dans le groupe des feuillus était Castanea sativa et Quercus spp. (17,3 % et 15,3 %, respectivement d'arbres décolorés, c'est-à-dire ayant une décoloration de plus de 10 %). Petula spp. comptait le plus faible pourcentage d'arbres décolorés (3,4 %). Parmi les conifères, les variations entre les différentes essences étaient moins importantes, Abies spp. présentant le plus fort pourcentage d'arbres décolorés (18,3 %). L'essence la moins touchée par la décoloration était Larix spp., avec 5,2 % d'arbres décolorés.

3. Défoliation et décoloration par âge moyen

76. Les tableaux 8 et 9 montrent pour les pays membres de l'Union européenne et pour l'ensemble de l'Europe les pourcentages d'arbres appartenant à chaque classe de défoliation et de décoloration pour sept classes d'âge moyen différent et pour une classe où la composition par âge est irrégulière.

77. La forte corrélation positive existant entre l'âge et la défoliation est confirmée. On soupçonne fortement que cela reflète des propriétés liées au vieillissement. Dans l'échantillon pour l'ensemble de l'Europe, le pourcentage d'arbres non défoliés (classe de défoliation 0) tombe de 62,7 % pour les arbres appartenant à la classe d'âge de 0 à 20 ans à 31,3 % pour les arbres appartenant à la classe d'âge de 81 à 100 ans. La proportion d'arbres endommagés augmente progressivement, passant de 14,1 % parmi les arbres appartenant à la classe d'âge de 0 à 20 ans à 31,4 % parmi les arbres ayant plus de 120 ans. Cette augmentation est plus marquée dans les jeunes classes d'âge et devient moins évidente ultérieurement.

78. La proportion d'arbres appartenant aux différentes classes de décoloration ne varie pas sensiblement avec l'âge. Les arbres les plus jeunes (0 à 40 ans) et les arbres les plus âgés (81 à 120 ans) semblent légèrement plus décolorés que les arbres appartenant à la classe d'âge de 41 à 80 ans.

4. Evolution de la défoliation et de la décoloration entre 1994 et 1995

79. Pour pouvoir faire une comparaison sans déformation des résultats des enquêtes de 1994 et de 1995, un sous-échantillon regroupant tous les arbres communs aux deux enquêtes a été défini. Il s'agit des arbres échantillons communs. Pour 1994 et 1995, cet échantillon commun se composait de 94 093 arbres, représentant 92 % de l'échantillon total de 1994 et 80,2 % de l'échantillon total de 1995, soit 12 088 arbres (12,8 %) de plus que lors de l'enquête de 1994. Cette légère augmentation s'explique par la participation de la Bulgarie, de la Lettonie et de la Fédération de Russie à l'enquête transnationale de 1994 sur l'évaluation de la situation des forêts.

80. Là encore, le nombre d'arbres échantillons communs n'a jamais été aussi élevé qu'en 1994 et 1995. Cette augmentation permet de mieux calculer l'évolution de la défoliation et de la décoloration et accroît la cohérence entre les ensembles de données communiquées par les pays participants.

81. Le tableau 10 indique les pourcentages des arbres échantillons communs dans les différentes classes de défoliation et de décoloration en 1994 et 1995. Le pourcentage d'arbres échantillons communs endommagés était de 25,2 % en 1994 et de 26,8 % en 1995, ce qui indique une augmentation des dégâts forestiers depuis 1994. Cette détérioration était surtout marquée dans la classe 2, où le pourcentage est passé de 22,7 % à 23,7 %. Le pourcentage d'arbres morts est passé de 0,4 % à 0,9 %, ce qui révèle une mortalité de 0,5 %. Celle-ci est légèrement inférieure à celle de l'année dernière (0,8 %).

82. Le pourcentage d'arbres atteints de décoloration a légèrement diminué entre 1994 et 1995 dans l'échantillon total d'arbres et dans les arbres échantillons communs. Le léger recul des arbres atteints de décoloration dans l'échantillon total d'arbres était plus marqué que dans l'échantillon commun.

a) Evolution par région climatique

83. Comme les années précédentes, l'échantillon total d'arbres et les arbres échantillons communs ont été classés par régions en fonction des conditions climatiques des sites. Les régions climatiques choisies correspondent largement aux types de végétation les plus importants.

84. Les pourcentages d'arbres endommagés et la défoliation moyenne par placette ont été utilisés pour quantifier l'évolution de la défoliation des arbres échantillons communs entre 1994 et 1995 dans chaque région climatique. Les descriptions suivantes portent sur l'évolution du pourcentage d'arbres endommagés et de la défoliation moyenne entre 1994 et 1995.

85. En ce qui concerne les différences de défoliation moyenne, des changements importants ont été observés pour l'ensemble des arbres échantillons communs de toutes les régions et pour chaque région climatique. Entre 1994 et 1995, la défoliation moyenne a augmenté sensiblement, sauf dans la région boréale (tempérée), mais nulle part le changement n'a atteint 5 %. La détérioration la plus marquée de l'état des houppiers, en pourcentage d'arbres endommagés, a été enregistrée dans la région méditerranéenne (plaine) (6,8 points de pourcentage) et dans la région méditerranéenne (altitude) (4,3 points de pourcentage). La situation dans les régions subatlantique et continentale semble être stable car les changements sont inférieurs à un point de pourcentage et ne sont donc pas importants. La seule région dans laquelle l'état des forêts s'est amélioré est la région boréale (tempérée) car la proportion d'arbres endommagés a notablement baissé (de 3,7 points de pourcentage).

86. Contrairement à ce qui est le cas pour la défoliation, le pourcentage d'arbres décolorés a diminué dans la plupart des régions climatiques. L'amélioration la plus notable est la diminution du pourcentage d'arbres décolorés (3,1 points de pourcentage) dans la région continentale. On peut également constater une évolution positive, en ce qui concerne la

décoloration, dans les arbres de la région boréale, où le pourcentage d'arbres décolorés a notablement reculé (2,2 points de pourcentage). Cette amélioration est comparable à celle enregistrée dans la région subatlantique. On a aussi constaté une régression de la proportion d'arbres décolorés dans les régions boréale (tempérée) et atlantique (nord) (-1,8 et -1,4 point de pourcentage, respectivement). Une détérioration de l'état des forêts en ce qui concerne la décoloration a eu lieu dans les régions climatiques atlantique (sud), montagneuse (nord) et dans les deux régions climatiques méditerranéennes. Mais dans toutes ces régions les changements ont été inférieurs à un point de pourcentage et ne sont donc pas statistiquement importants.

b) Evolution par groupe d'essences

87. En ce qui concerne la défoliation, l'état de l'ensemble des arbres échantillons communs s'est considérablement détérioré : la proportion d'arbres endommagés est passée de 25,2 % en 1994 à 26,8 % en 1995. Le pourcentage d'arbres endommagés parmi les conifères a augmenté légèrement, à savoir de 26,7 % à 27,3 %, tandis que parmi les feuillus le pourcentage d'arbres échantillons communs présentant un degré de défoliation supérieur à 25 % est passé de 23,2 % à 26,2 %.

88. Parmi les feuillus de l'échantillon commun, certaines essences se sont considérablement détériorées, détérioration mesurée par la proportion d'arbres endommagés. L'état de Quercus ilex, de Quercus suber et d'Eucalyptus spp. s'est considérablement détérioré : la proportion d'arbres endommagés est passée de 13,1 % à 29,5 % (Quercus ilex), de 14,2 % à 25,5 % (Quercus suber) et de 3,2 % à 8 % (Eucalyptus spp.). Cependant, l'Eucalyptus spp. est toujours l'essence la moins touchée dans la région méditerranéenne. Quant à la défoliation, la situation ne s'est améliorée que pour Castanea sativa, la proportion d'arbres endommagés étant tombée de 17,5 % à 15,2 %. En ce qui concernait Betula spp., le pourcentage d'arbres atteints restait le même (22 %).

89. Comme les années précédentes, la dégradation rapide de la vitalité des principales essences méditerranéennes, à savoir Eucalyptus spp., Quercus ilex et Quercus suber, devrait être interprétée en tenant compte des facteurs dommageables typiques de la région méditerranéenne, tels que la sécheresse et les incendies, en particulier si seul un faible pourcentage d'arbres est touché. Bien qu'importants, ces changements n'influent pas considérablement sur le résultat pour l'ensemble des feuillus, car ces groupes d'essences comptent un petit nombre d'arbres échantillons communs.

90. Avec 12 080 arbres, Quercus spp. (à feuilles caduques) représentait, numériquement, l'échantillon commun le plus important parmi les feuillus. C'est pourquoi la faible augmentation de la proportion d'arbres de cette essence endommagés (elle est passée de 30,3 % à 30,9 %) n'a pas entraîné une forte progression de la proportion d'arbres endommagés dans l'échantillon commun de feuillus. Par contre, cette proportion a eu une incidence considérable sur le pourcentage élevé d'arbres endommagés dans l'échantillon en question. Fagus spp. (9 439 arbres) et le groupe "autres feuillus" (7 263 arbres), dont la proportion de sujets endommagés est passée, respectivement, de 19,7 % à 22,8 % et de 26,8 % à 28,5 %, ont également influé sur ce résultat.

91. Parmi les conifères de l'échantillon commun, la défoliation n'a que très peu changé entre 1994 et 1995 dans les divers groupes d'essences, sauf parmi les "autres conifères" (893 arbres seulement), dont la proportion d'arbres atteints a beaucoup augmenté - passant de 21,2 à 29 % - et Larix spp., où elle est passée de 16 % à 19,5 %. Le pourcentage d'Abies spp. endommagés a légèrement fléchi mais cette essence a néanmoins eu en 1994 et 1995 le pourcentage le plus élevé d'arbres endommagés parmi les conifères et les feuillus. Cependant, avec 2 207 arbres, Abies spp. n'a que peu influencé le résultat total pour les conifères, dominés principalement par Pinus spp. (30 482 arbres) et Picea spp. (18 651 arbres). La proportion de Pinus spp. endommagés (25,7 %) n'a pas changé depuis 1994. Le pourcentage de Picea spp. endommagés a légèrement augmenté, passant de 28,5 % à 29,8 %. Le pourcentage de conifères endommagés de l'échantillon commun est passé de 26,7 % à 27,3 %, principalement en raison de la détérioration de l'état de ces groupes d'essences dominantes.

92. La décoloration a été moins marquée en 1995 qu'en 1994, tant parmi les conifères que parmi les feuillus. Comme l'année précédente, la situation au cours de la période 1994-1995 s'est détériorée pour certains groupes d'essences mais s'est beaucoup améliorée pour d'autres, en particulier les conifères.

93. Parmi les feuillus de l'échantillon commun, la proportion de Quercus ilex décolorés, (classes de décoloration 1 à 4) est passée de 6,4 % à 9,1 %. En revanche, la proportion de Quercus spp. (à feuilles caduques) atteints de décoloration est tombée de 17,6 % à 14,7 %. La décoloration s'est aussi sensiblement accrue pour l'Eucalyptus spp. (de 9,3 % à 11,7 %). Le recul de la décoloration a été notable pour les "autres feuillus" (tombant de 12,9 % à 11,1 %) et pour Castanea sativa (de 19 % à 17,9 %), essences cependant faiblement représentées dans l'échantillon commun. Le résultat total pour les feuillus de l'échantillon commun a été influencé par l'amélioration de l'état de Quercus spp. à feuilles caduques et par le léger changement pour Fagus spp. qui, avec 12 080 et 9 439 arbres, respectivement, représentent plus de la moitié de ces feuillus.

94. Parmi les conifères de l'échantillon commun, on a également enregistré une amélioration en matière de décoloration pour la totalité des essences et pour chaque groupe d'essences - à l'exception du groupe "autres conifères" où le pourcentage d'arbres atteints s'est envolé, passant de 9,4 % à 21,7 %. Ce pourcentage a beaucoup diminué pour Abies spp., passant de 21,7 % à 18,6 %).

5. Evolution de la défoliation depuis 1988

95. Un échantillon distinct d'arbres communs aux années 1988 à 1995 a été défini afin d'étudier les tendances de l'état des forêts sur une période plus longue. Si l'on avait commencé cette série chronologique en 1987, on aurait eu un nombre d'arbres communs beaucoup moins élevé, mais 27 933 arbres de l'échantillon total étaient communs à toutes les enquêtes menées entre 1988 et 1995.

96. L'évaluation, réalisée par groupe d'essences, a porté sur l'ensemble des arbres communs et sur les régions individuelles. Seules les dix essences les plus courantes, comptant chacune plus de 800 arbres communs, ont été examinées, en sus d'Abies alba et de Picea sitchensis. Le nombre d'arbres de ces deux essences étant faible, elles ne devaient pas être prises en compte, mais elles jouent toutefois un rôle important dans certaines régions, en particulier dans la région montagneuse (sud) et la région atlantique (nord). Comme dans les enquêtes précédentes, aucune évaluation n'a été faite pour les régions où le nombre d'arbres d'une essence donnée était inférieur à 100. Il n'existait pas d'arbres communs depuis 1988 dans les régions boréale, boréale (tempérée) et continentale.

97. Parmi les conifères, les essences ayant les pourcentages les plus élevés d'arbres endommagés en 1995 étaient Abies alba (25,4 %) et Pinus halepensis (24,8 %), suivies par Picea abies (22,6 %) et Picea sitchensis (22,2 %). Depuis 1988 l'état de santé de Pinus pinaster a été étonnamment régulier et stable, le pourcentage d'arbres endommagés étant remarquablement bas, le plus souvent inférieur à 10 %. Cependant, en ce qui concerne Pinus halepensis, on constate une détérioration continue de l'état des houppiers, le pourcentage d'arbres endommagés s'étant envolé, passant de 2,7 % en 1991 à 24,8 % en 1995.

98. Pour ce qui est des feuillus, on constate une évolution remarquable chez Quercus suber. Après une augmentation de la proportion d'arbres endommagés, qui est passée de 0,7 % en 1988 à 9,4 % en 1989 et en particulier à 43,2 % en 1990, on a atteint, en 1991, le pourcentage maximum de 43,9 %. Entre 1992 et 1993, l'état de santé de cette essence s'est continuellement amélioré. En 1994, la proportion d'arbres endommagés s'est élevée pour atteindre 11,7 % et, en 1995, 23,6 %. On a enregistré des tendances analogues parmi les autres essences de feuillus, ce qui indique une légère détérioration de leur état de santé depuis 1992.

B. Enquêtes nationales

99. En 1995, 28 pays européens ont soumis des rapports sur les résultats des enquêtes nationales. Les données numériques communiquées par 30 pays sont présentées dans les annexes I à VII sous forme de tableaux. L'annexe I contient des informations de base sur les superficies boisées et les articulations de l'enquête de chaque pays participant. La répartition des arbres par classe de défoliation est mise en tableaux dans l'annexe II (toutes essences confondues), l'annexe III (conifères) et l'annexe IV (feuillus). Les variations annuelles des résultats sont indiquées dans les annexes V (toutes essences confondues), VI (conifères) et VII (feuillus). Il convient toutefois de noter qu'aucune comparaison directe ne peut être faite entre les résultats annuels en raison des différences entre les échantillons. Dans le cas de plusieurs pays il n'y a pas de données pour certaines années dans les tableaux ou dans les graphiques lorsqu'il existait de grandes différences dans les échantillons dues, par exemple, à des modifications du maillage, à l'absence de données pour certaines années ou à la création de nouveaux Etats membres.

100. Les résultats des enquêtes nationales pour toutes les essences étudiées peuvent être récapitulés de la manière suivante.

101. S'il est impossible de faire des comparaisons directes entre les pays en raison de la façon dont chacun d'entre eux applique les méthodes communes et des différences générales quant aux facteurs climatiques et géographiques, les données semblent montrer une répartition des pays en trois catégories.

102. Comme l'année précédente, en Irlande seuls les conifères et en Autriche seuls les arbres de 60 ans et plus ont été évalués. Dans deux pays - l'Autriche et le Portugal -, le pourcentage d'arbres échantillons considérés comme endommagés (classes de défoliation 2 à 4) était inférieur à 10 %.

103. Dans neuf pays - Estonie, Finlande, France, Hongrie, Italie, Lettonie, Fédération de Russie, Royaume-Uni et Suède - ce pourcentage variait entre 10 et 20 %.

104. Dans 19 autres pays, à savoir l'Allemagne, le Bélarus, la Belgique (Flandre et Wallonie), la Bulgarie, le Danemark, l'Espagne, la Grèce, l'Irlande, la Lituanie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, la Pologne, la République tchèque, la Roumanie, la Slovaquie, la Slovénie, la Suisse et l'Ukraine, le pourcentage d'arbres échantillons jugés endommagés était supérieur à 20 %, avec un maximum de 59,6 %. Ces pays représentent près des deux tiers des pays qui ont communiqué des résultats.

105. Une détérioration a été observée dans 18 des pays qui ont communiqué des résultats. Le tableau 11 montre l'évolution de la défoliation entre 1994 et 1995 pour les classes 2 à 4 dans les 30 pays ayant communiqué des résultats (annexes V à VII). La variation d'une année à l'autre est notée comme suit : 5 points de pourcentage ou moins - négligeable, 5,1 à 10 points de pourcentage - légère, 10,1 à 20 points de pourcentage - modérée, plus de 20 points de pourcentage - importante.

106. Pour l'ensemble des essences, une légère augmentation de la défoliation a été observée dans quatre pays tandis qu'un seul pays a enregistré une légère diminution. L'évolution de la défoliation est évidente tant pour les conifères que pour les feuillus. En ce qui concerne les conifères, une augmentation a été enregistrée dans quatre pays et une baisse dans deux seulement. Modérée dans trois pays, l'augmentation n'a été importante nulle part. Par rapport à 1994, la défoliation parmi les feuillus s'est nettement accentuée. L'augmentation était légère dans cinq pays et modérée dans deux autres; mais dans aucun pays elle n'a été importante. Une diminution modérée a été constatée dans un pays.

C. Interprétation des résultats

107. Les résultats des évaluations de l'état du houppier sont basés sur l'enquête transnationale et les enquêtes nationales de 1995. L'enquête transnationale portait au total sur 117 305 arbres répartis sur 5 388 placettes dans 30 pays, ce qui représente la banque de données transnationale la plus importante que l'on ait jamais eue, du fait de l'achèvement du maillage en Suède et en Finlande et de l'inclusion de la Fédération de Russie. Les enquêtes nationales portaient sur 635 736 arbres répartis sur 25 170 placettes dans 30 pays.

108. Conformément aux objectifs des grandes enquêtes transnationales et nationales leurs résultats peuvent être interprétés pour déterminer l'importance, la répartition spatiale (régions climatiques) et l'évolution dans le temps des dégâts forestiers pour ce qui est de l'état du houppier. En outre, on enquête sur le lien entre l'état du houppier et l'âge des peuplements.

109. Les rapports nationaux contiennent de précieux renseignements sur les relations de cause à effet qui servent également à interpréter les résultats de l'enquête.

Variation dans l'espace de l'état du houppier selon les différentes régions climatiques

110. Parmi tous les arbres sur lesquels portait l'enquête transnationale, 25,3 % ont été qualifiés d'endommagés. L'importance de la défoliation varie considérablement selon les régions climatiques. C'est en Europe centrale qu'elle était la plus élevée, avec 42,2 % dans la région sub-atlantique et 34,7 % dans la région continentale. C'est dans la région atlantique (sud) qu'elle était la plus faible (7,8 %).

111. Les différences de défoliation observées entre les diverses régions climatiques ne s'expliquent cependant pas nécessairement par les conditions climatiques. C'est parce que l'état du houppier peut subir des influences autres que celles du climat. En outre, les conditions climatiques moyennes, à long terme, ne devraient pas se traduire par une défoliation parce que les arbres de référence sont en général choisis en tenant compte des conditions climatiques particulières.

112. Les différences de défoliation selon les régions climatiques peuvent être en partie imputables aux différentes méthodes suivies dans les différents pays. Si l'on étudie les régions climatiques c'est surtout dans le but de pouvoir examiner les tendances dans des régions ayant un climat et une végétation différents, et non de comparer la défoliation absolue.

113. Comme les années précédentes, les conditions météorologiques ont eu de fortes répercussions sur l'état des forêts dans plusieurs pays. Plus de la moitié des pays participants ont indiqué que les conditions météorologiques ont une influence sur la santé de la forêt. Dans la plupart des cas la sécheresse (par exemple dans la région méditerranéenne, en plaine et en altitude) ou les hivers froids (par exemple dans la région boréale) ont été signalés comme des facteurs à l'origine de la détérioration de la santé des forêts. Des étés très chauds étaient également considérés comme des facteurs favorisant le dépérissement de la forêt. L'infestation de déprédateurs qui avait ensuite lieu était souvent considérée comme secondaire, favorisée par les conditions météorologiques de 1995 ou d'années précédentes. Certains pays ont cependant signalé des améliorations dues à de fortes précipitations en hiver ou au début de la période de végétation.

114. L'évolution de la défoliation, telle qu'elle ressort de l'enquête transnationale, confirme en grande partie les explications données dans les rapports nationaux. La défoliation moyenne par placette s'est notablement accentuée dans toutes les régions climatiques à l'exception de la région

boréale (tempérée). L'amélioration constatée dans cette dernière coïncide avec des conditions météorologiques plus favorables dans certains pays de cette région. Par contre, dans de nombreux rapports nationaux d'autres régions climatiques, on a insisté sur le fait que des étés chauds et secs (ou des hivers froids) nuisent à l'état des forêts.

Relation entre l'état du houppier et l'âge des peuplements

115. Dans toute l'Europe on a constaté l'existence d'une forte corrélation positive entre l'état de la forêt et l'âge des peuplements. Il ressort de l'enquête de 1995 que la proportion d'arbres endommagés a augmenté, passant de 12,6 % parmi les arbres jeunes à 30,1 % parmi les arbres de plus de 120 ans dans les Etats membres de l'Union européenne. Dans l'ensemble de l'Europe l'accroissement de la défoliation avec l'âge était même plus marqué. Cela reflète l'interdépendance bioclimatique bien connue entre l'âge et la perte de feuillage. Il est également possible que les vieux arbres soient aussi plus sensibles aux mauvaises conditions du milieu que les arbres jeunes.

Evolution dans le temps de l'état du houppier

116. La comparaison directe entre les enquêtes de 1994 et de 1995 ou des enquêtes plus longues porte sur des échantillons totaux d'arbres différents. C'est pourquoi la comparaison entre les résultats généraux obtenus pour différentes années peuvent donner une idée fautive de l'évolution de l'état des forêts. Afin d'éviter des distorsions dues à des échantillons d'arbres non homogènes, les variations réelles sont tirées des arbres échantillons communs (voir par. 79 et 80 ci-dessus).

117. Le pourcentage d'arbres échantillons communs dans les classes 2, 3 et 4 de défoliation a augmenté de 1,6 point de pourcentage, passant de 25,2 % à 26,8 %. C'est dans la classe de défoliation 2 que l'augmentation a été la plus forte : 1 point de pourcentage. La détérioration dans les classes 3 et 4 semblait moins nette.

118. C'est dans la région méditerranéenne (plaine), où la proportion d'arbres endommagés a augmenté de 6,8 points de pourcentage entre 1994 et 1995, que la détérioration a été la plus forte. Ce résultat est significatif sur le plan statistique, de même que l'évolution pour la région méditerranée (altitude) qui a été de 4,3 points de pourcentage. L'état des forêts dans la région boréale et dans la région atlantique (nord) s'est aussi notablement détérioré (2,3 et 2,2 points de pourcentage respectivement). Dans les autres régions climatiques, les changements enregistrés étaient inférieurs à 2 points de pourcentage ou la détérioration n'était pas significative sur le plan statistique. Dans la région boréale (tempérée), par contre, l'état des forêts s'est sensiblement amélioré (3,7 points de pourcentage).

119. Dans les régions climatiques atlantiques (nord et sud), l'augmentation générale du nombre d'arbres endommagés reflète la grave détérioration de Fagus sylvatica. Dans les enquêtes nationales, cette essence a été signalée comme étant celle qui se détériorait le plus. L'évolution, parmi les conifères, ne s'expliquait pas aussi clairement. Bien que l'état de santé de Picea abies et de Pinus nigra dans ces deux régions se soit en général amélioré une certaine détérioration a été signalée localement dans certains pays.

120. Dans le sud et le sud-ouest de l'Europe, la détérioration de l'état des forêts a été en partie provoquée par des étés chauds et secs pendant plusieurs années. Des infestations de déprédateurs ont été ensuite observées, par exemple en Espagne, en Grèce et au Portugal. En France et en Espagne, des périodes de gel tardives survenues après la pousse ont provoqué une grave détérioration de l'état des forêts. Les essences dans lesquelles l'augmentation de la défoliation était la plus forte étaient Eucalyptus spp., Quercus ilex et Quercus suber. Cependant, de toutes les essences d'arbres étudiées c'est l'Eucalyptus spp. qui comptait le pourcentage le plus faible d'arbres endommagés. Le rôle important d'étés secs et chauds dans le dépérissement de la forêt a aussi été observé dans la région continentale. La détérioration la plus forte s'est produite dans les placettes où l'état de la forêt était déjà mauvais.

121. Dans la région sub-atlantique, la défoliation des placettes a diminué, principalement en Allemagne et dans certaines parties de la Pologne. Les conditions de Quercus spp. se sont améliorées après s'être détériorées les années précédentes. L'amélioration, en ce qui concerne Pinus spp., était importante. On estimait que cela était dû à l'amélioration des conditions du milieu dans certaines régions. Des conditions météorologiques favorables ont été considérées comme le principal facteur à l'origine de cette amélioration. L'effet des déprédateurs était jugé négligeable. Cependant, l'amélioration de l'état de ces essences n'était pas suffisamment importante pour constater une amélioration générale de l'état des forêts dans la région sub-atlantique.

122. La région boréale (tempérée) était la seule région climatique où l'état des forêts s'était considérablement amélioré. Dans les enquêtes nationales, on a insisté sur le pourcentage important de Pinus sylvestris parmi les arbres dont l'état de santé s'améliorait. Par contre, il s'est beaucoup détérioré parmi d'autres essences. Les déprédateurs étaient attribués à la douceur de l'hiver (par exemple en Lituanie). La pollution atmosphérique a, elle aussi, été en partie jugée responsable de la situation des forêts. Il n'y a pas de contradiction entre la détérioration de l'état de plusieurs essences d'arbres et l'amélioration générale : l'état du Pinus sylvestris, qui constitue une proportion importante des arbres évalués, influence davantage les résultats définitifs que l'état de santé d'autres essences qui représentent des pourcentages beaucoup plus faibles de l'échantillon.

123. En ce qui concerne la comparaison à long terme entre 1988 et 1995, un échantillon d'arbres communs a été également défini. Cependant, il ne comprend que les régions atlantique (nord), atlantique (sud), sub-atlantique, montagneuse (sud), méditerranéenne (altitude) et méditerranéenne (plaine). Il n'existait pas, dans d'autres régions climatiques, d'arbres communs pour la période 1988-1995. La comparaison à long terme repose sur un échantillon commun composé de 19 065 arbres de 12 essences choisies.

124. En 1988, 69 % de l'échantillon commun étaient jugés en bonne santé (classe de défoliation 0). Ce pourcentage a diminué chaque année et n'était plus que de 39 % en 1995. Parallèlement, le pourcentage d'arbres endommagés a considérablement augmenté (passant de 8,2 % en 1988 à 22,2 % en 1995). Dans les régions atlantique (nord), sub-atlantique, méditerranéenne (altitude) et montagneuse (sud), on a constaté une augmentation continue du nombre d'arbres endommagés. Dans la région méditerranéenne (plaine), l'état de santé de la

forêt s'est détérioré entre 1988 et 1992. Pendant la période d'évaluation suivante, on a enregistré une nette amélioration. Par la suite, le nombre d'arbres endommagés a de nouveau progressé. En 1995, on a enregistré un nouveau record d'arbres endommagés.

125. Picea abies et Pinus sylvestris représentent les pourcentages les plus importants de l'échantillon commun (17,6 % et 15,9 % respectivement). Leur proportion d'arbres endommagés a nettement augmenté entre 1988 et 1995. C'est pourquoi le résultat général est principalement influencé par ces deux essences d'arbres. Dans les rapports nationaux, on estimait qu'une série d'hivers froids avait en partie porté atteinte à l'état des forêts. On a aussi mentionné l'influence de la pollution atmosphérique. D'après certains rapports nationaux, le ralentissement du déclin des forêts pourrait résulter de la réduction des polluants atmosphériques, en particulier du SO₂.

126. C'est dans la région atlantique (sud) que l'on trouve toujours le plus faible pourcentage d'arbres endommagés. En raison de la petite base de données pour l'évaluation à long terme de l'état des forêts, il n'est toujours pas possible d'obtenir une validation satisfaisante au moyen des statistiques. Néanmoins, la comparaison des tendances à long terme qui ressortent de l'échantillon commun de la période 1988-1995 révèle l'évolution de l'état des forêts en Europe.

Principaux facteurs influençant l'état des forêts

127. Il est difficile d'identifier les causes précises de la détérioration de l'état des forêts. Les enquêtes nationales expliquent de diverses façons l'évolution de l'état des forêts. De mauvaises conditions météorologiques jouent un rôle important en tant que facteur de stress. Le gel et la sécheresse ont eux aussi des effets importants sur l'état des forêts pendant la période de végétation suivante. C'est pourquoi les arbres risquent d'être davantage attaqués par les insectes ou les champignons. La pollution atmosphérique peut renforcer la prédisposition des arbres à l'infestation de déprédateurs. Près de la moitié des pays participant à l'enquête transnationale ont indiqué que la pollution atmosphérique pouvait avoir un effet nuisible sur les arbres. Ces pays sont principalement situés en Europe centrale et dans l'Europe du Sud-Est, où la situation des forêts se détériore le plus.

128. Si les conditions du site et les agents naturels nuisibles, en particulier la sécheresse, expliquent en grande partie la détérioration de l'état des forêts observée dans de vastes régions au cours de la dernière décennie, la pollution atmosphérique transfrontière peut elle aussi être responsable de cette tendance, ainsi qu'il est souligné dans un grand nombre de rapports nationaux. Ce phénomène mérite manifestement qu'on lui accorde une attention particulière.

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

129. Pendant les 20 dernières années, les émissions de soufre ont considérablement diminué dans une bonne partie de l'Europe. Parallèlement, les dégâts forestiers ont continué d'augmenter. Cette contradiction apparente peut

résulter de nombreux facteurs différents. Le soufre ne représente en effet qu'une des diverses catégories de polluants et la majorité d'entre-eux n'a pas encore fait l'objet de réduction des émissions. Dans de nombreuses régions, les problèmes provoqués par le soufre sont liés à ses effets sur le sol, et un temps considérable peut s'écouler entre la réduction des émissions et la réduction des niveaux de soufre dans le sol. Un autre facteur est que tous les effets de la pollution se superposent pour constituer une chaîne de stress naturels. Ces stress naturels peuvent être suffisamment importants pour ne pas laisser apparaître les améliorations dues aux changements dans la pollution. C'est pourquoi, les effets de la réduction de la pollution atmosphérique ne se feront pas nécessairement immédiatement sentir dans l'évolution de la santé des forêts.

130. On a continué à avoir des difficultés à séparer le rôle de la pollution atmosphérique de l'influence d'autres facteurs agressifs, car il n'était pas possible de faire des études de cause à effet uniquement avec des données sur l'état du houppier. Cependant, de nombreuses données provenant de la surveillance de degré I - c'est-à-dire les séries chronologiques de données sur l'état du houppier - les données des enquêtes sur la condition du sol et les données sur l'analyse du feuillage offrent de nombreuses possibilités pour effectuer des études de cause à effet. Cela est particulièrement vrai dans le cas d'études interdisciplinaires sur l'effet de la pollution atmosphérique sur les forêts et le calcul des charges critiques et des niveaux critiques dans le cadre d'autres programmes de surveillance. De telles études approfondies de la base de données pour le degré I ont été mises en chantier par PIC-forêts et par la Communauté européenne. Les résultats seront notamment présentés dans un rapport récapitulatif spécial en 1997.

131. En ce qui concerne les analyses de séries chronologiques et des études plus complexes rattachant l'état des forêts à divers facteurs, y compris la pollution atmosphérique, il est indispensable de poursuivre la surveillance de degré I. Celle-ci permettra de tenir les décideurs et les gestionnaires informés de l'état de santé des forêts et des tendances dans ce domaine, et facilitera l'évaluation de l'efficacité à long terme des mesures de réduction de la pollution atmosphérique. En outre, les résultats de la surveillance approfondie de degré I pourront être utilisés ultérieurement pour l'extrapolation à large échelle des conclusions tirées de la surveillance intensive à petite échelle (degré II) et de l'analyse des écosystèmes (degré III). C'est pourquoi, alors que l'on poursuit et l'on évalue la surveillance de degré I, le degré II est renforcé et des préparatifs en vue du degré III ont commencé.

132. Grâce aux quelque 643 placettes permanentes destinées à la surveillance intensive installées dans le cadre du programme de la Communauté et du Programme international concerté pour l'évaluation et la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts (PIC-forêts), le réseau sera bientôt achevé pour le degré II. Des amendements aux directives respectives sont actuellement à l'étude dans le but d'améliorer l'évaluation de l'état du houppier et l'analyse du sol dans les placettes pour le degré II. On fait actuellement des essais portant sur l'inclusion de mesures météorologiques, les analyses en phase liquide des sols, l'évaluation de la végétation du sol et les applications de la photographie aérienne.

133. Bien que la plupart des pays européens aient maintenant communiqué des renseignements, on estime que PIC-forêts et l'Union européenne doivent poursuivre leurs efforts pour aider les pays participants au programme de surveillance de degré II. Il faudrait aussi encourager la participation d'autres pays intéressés.

134. En ce qui concerne la surveillance de degré III, PIC-forêts met actuellement au point une stratégie visant à inclure des activités de surveillance harmonisées dans celles de l'Equipe spéciale sur la surveillance intégrée dans des placettes communes.

135. En outre, PIC-forêts a préparé un document intitulé "Effets écologiques de certains métaux lourds liés au transport à longue distance" qui porte principalement sur les effets de certains métaux lourds sur les écosystèmes forestiers et est basé sur de la documentation fournie par les pays participants à PIC-forêts et les recherches effectuées dans des banques de données. On conclut que les concentrations de métal dans la couche d'humus, signalées lors d'enquêtes sur l'état du sol des forêts (par exemple de degré I), ne sont jusqu'à maintenant pas assez élevées pour avoir de graves répercussions sur les écosystèmes forestiers. Cependant, l'évaluation des risques devrait de préférence être fondée sur des concentrations de solution du sol (degré II), parce que seuls des éléments présents sous forme ionique dans la solution du sol sont absorbés par les végétaux. Des données sur la chimie de la solution du sol, en particulier en ce qui concerne les métaux lourds, sont rares; toutefois, les résultats que l'on obtiendra à l'avenir grâce à une surveillance intensive pourraient aider à combler cette lacune.

136. Pour pouvoir, comme il le faut, faire rapport de façon détaillée sur les résultats que l'on peut espérer obtenir à l'avenir des activités de plus en plus nombreuses de surveillance des forêts, il est recommandé de mettre au point un nouveau système de présentation des rapports. A l'avenir, le rapport annuel sur l'état des forêts pourrait résumer les progrès réalisés dans des domaines tels que l'analyse du sol des forêts, les analyses foliaires, les évaluations approfondies des données de degré I et de degré II et autres questions spéciales, ainsi que les résultats habituels sur l'évaluation de l'état du houppier. En plus de ce rapport, un certain nombre de rapports techniques indiquant en détail les résultats obtenus dans tous les domaines seraient publiés.

137. Les activités menées dans le cadre du programme de la Communauté et de PIC-forêts sont non seulement d'une importance vitale pour protéger les forêts européennes de la pollution atmosphérique et pour la mise en oeuvre efficace de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance; elles contribuent aussi à atteindre les objectifs de la résolution S1 de la Conférence ministérielle de Strasbourg et de la résolution H1 de la Conférence ministérielle d'Helsinki sur la protection des forêts en Europe, qui ont déterminé que le maintien de la santé des écosystèmes forestiers est l'un des principaux critères de la gestion durable des forêts en Europe. Dans ce contexte, les activités communes à PIC-forêts et à l'Union européenne constituent le cadre le plus approprié pour fournir des renseignements sur les indicateurs quantitatifs les plus appropriés pour la surveillance de l'évolution, dans le temps, de ce critère.
