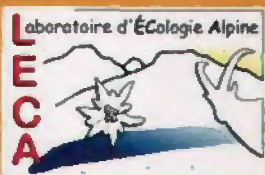


Suivi de la composition
floristique des placettes
du réseau (1994/95-2000)
et
élaboration d'un
programme d'assurance
qualité intensif



Février 2004



Office National des Forêts

BOURJOT
Environnement

Ce document est à citer sous la forme suivante :

CAMARET S., BOURJOT L., DOBREMEZ J.-F. (coordinateurs), 2004 : Suivi de la composition floristique des placettes du réseau (1994/95-2000) et élaboration d'un programme d'assurance qualité intensif. Editeur : Office National des Forêts, Direction Technique, ISBN 2 - 84207 - 290-1, 86 p.

Le Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers français travaille au niveau européen pour :



Le règlement du Parlement européen et du Conseil de l'Union Européenne « Forest Focus » (n°2152/2003) du 17 novembre 2003, exécuté par la Direction Générale Environnement

Et



La Convention de Genève (UN/ECE) sur le transport à longue distance de la pollution atmosphérique, programme international coopératif « Forêt », ICP-Forests (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests)

RENECOFOR

SUIVI DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PLACETTES DU RESEAU (1994/95-2000) ET ELABORATION D'UN PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE INTENSIF

Coordinateurs* : Sylvaine Camaret
Laurence Bourjot
Jean François Dobremez

Co-auteurs* :

Alain Brêthes	Josée Gueugnot
Patrick Coquillard	Jean François Picard
Gilles Corriol	Jean Marie Savoie
Gérard Dumé	Aimé Schmitt
Jean-Luc Dupouey	Jean Timbal
Françoise Forgeard	Erwin Ulrich
Myriam Lebret	

Programme soutenu financièrement par :

- Union Européenne, DG VI, projets n°2000.60.FR et n°2001.60.FR
- Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- Office National des Forêts

ONF - Direction Technique
Boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau
Tél. : +33 (1) 60 74 92 21 Fax : +33 (1) 64 22 49 73
Mél : erwin.ulrich@onf.fr

Février 2004

* l'appartenance des auteurs peut être consultée dans l'annexe, p. 85-86

S O M M A I R E

Résumé.....	iv
Abstract.....	v
Zusammenfassung	vi
1. Introduction.....	1
2. Méthodologie.....	2
2.1. Introduction	2
2.2. Délimitation des placettes RENECOFOR	2
2.3. Emplacement et installation des sous-placettes pour le suivi floristique	3
2.4. Observations floristiques	5
2.5. Saisie et transmission des données	9
2.6. Étalonnage des observateurs.....	10
2.7. Contrôle des observations.....	10
3. Perturbations d'origine sylvicole ou naturelle entre 1990 et 2000.....	11
4. Intercalibration (mai 2000 et mai 2001).....	17
4.1. Matériel et méthodes	17
4.2. Variabilité de l'estimation du recouvrement des strates.....	17
4.3. Variabilité de l'estimation de la richesse spécifique	22
4.4. Variabilité dans la délimitation des strates	26
4.5. Établissement d'un relevé modal	28
4.6. Variabilité dans l'affectation des coefficients d'abondance-dominance	32
4.7. Conclusion pour l'expertise floristique des placettes.....	35
5. Contrôle d'observations des placettes et conclusion pour les campagnes d'expertise.....	36
5.1. Comparaison des richesses spécifiques des observations et contrôles.....	36
5.2. Différences dans la détermination des espèces.....	37
5.3. Différences dans la notation des espèces.....	41
5.4. Différences dans l'affectation des coefficients d'abondance-dominance	45
5.5. Comparaison entre les contrôles de 1995 et ceux de 2000	46
6. Rappel des résultats du suivi inter-annuel de 1994-95 à 2000	48
6.1. Méthodes d'estimation du recouvrement des espèces	49
6.2. Variation intra et inter-annuelle de la composition de la végétation	52
7. Méthodes de traitement des données	56
7.1. Constitution du jeu de données.....	56
7.2. La mise en défens des placettes	58
7.3. Traitement des données	60
8. Richesse floristique des placettes RENECOFOR	63
8.1. Richesse floristique des 88 placettes	63
8.2. Richesse floristique par essence dominante	67
8.3. Richesse floristique par zone biogéographique	69
8.3. Richesse floristique par placette	71
9. Évolution de la composition floristique.....	74
9.1. Analyse de l'évolution et de l'effet enclos.....	74
9.2. Impact du nombre d'années de relevés sur les résultats obtenus.....	76
10. Conclusions et perspectives	81
11. Bibliographie	83
12. Annexes	84
12.1. Observations floristiques intermédiaires entre les deux campagnes nationales.....	84
12.2. Liste alphabétique et adresse des auteurs et observateurs	85

Résumé

Titre : « Suivi de la composition floristique des placettes du réseau (1994/95-2000) et élaboration d'un programme d'assurance qualité intensif »

La deuxième campagne d'expertise floristique des 101 placettes du réseau forestier français s'est déroulée en 2000. Dix équipes ont participé aux relevés de végétation. L'analyse et le traitement des données ont été réalisés pour l'essentiel par l'équipe de l'Université de Savoie au Bourget-du-Lac.

Par rapport à la première campagne de 1994-95, l'événement essentiel est la tempête de décembre 1999 qui a touché près de la moitié des parcelles du réseau. Dix-sept parcelles ont été endommagées à plus de 30 % dont 13 à plus de 70 %. En conséquence, seules 88 parcelles ont fait l'objet d'un inventaire floristique. L'une d'entre elles (PM 40b) n'a pas été prise en compte dans la plupart des traitements de données en raison d'une réorganisation des sous-placettes. En outre, depuis l'installation du dispositif, 116 coupes ont été effectuées dans les parcelles et, au cours des 5 dernières années, 53 chablis au total ont affecté les peuplements observés.

Les méthodes d'évaluation de la végétation sont les mêmes que lors de la première campagne, mais seuls deux relevés ont été faits, l'un au printemps, l'autre en été. En effet, un suivi pluriannuel de quelques placettes a démontré que deux relevés au cours de la saison de végétation suffisent à déceler la plupart des espèces.

En 1995, les relevés de "contrôle" avaient montré une assez forte variabilité des observations réalisées sur une même parcelle par des équipes différentes. Au cours de la campagne 2000, 10 parcelles ont été observées par deux équipes. Pour améliorer encore la qualité des observations, des journées d'intercalibration ont été organisées à deux reprises. L'amélioration de la qualité est nette à l'issue de ces exercices.

Dans l'intervalle des deux campagnes, 14 placettes réparties dans les trois grandes régions biogéographiques (atlantique, subcontinentale, montagnarde) ont été suivies chaque année de façon à évaluer la variabilité inter-annuelle éventuelle de la végétation herbacée. Le résultat principal est que la pression d'observation permet de découvrir chaque année de nouvelles espèces. En outre, certaines espèces ne sont pas revues d'une année à l'autre, soit qu'elles aient vraiment disparu, soit que leur développement ne permette pas de les reconnaître. Ces variations semblent dues essentiellement aux conditions météorologiques particulières de l'année.

Après 5 années, l'effet de la mise en défens de la partie centrale des placettes est parfois bien net. Les ronces (*Rubus*) sont le marqueur le plus visible de l'effet des non-prélèvements par les animaux sauvages.

La richesse floristique totale, a un peu augmenté : pour les arbres, on passe de 38 à 39 espèces ; pour les arbustes hauts de 62 à 67 ; pour les arbustes bas de 122 à 126 ; pour les herbacées de 600 à 636 et pour les mousses de 89 à 109. Si l'on considère l'ensemble des espèces, plantes vasculaires et mousses + lichens terricoles et humicoles, 92 espèces n'ont été observées qu'en 1994-95, 619 ont été vues lors des deux campagnes et 147 sont nouvelles en 2000. La richesse floristique moyenne des parcelles s'élève à 66,3 espèces (3,4 arbres, 4,2 arbustes hauts, 10,7 arbustes bas, 38,4 herbacées et 9,6 mousses). La plus pauvre des parcelles ne compte que 9 espèces et la plus riche atteint 134 espèces.

La modification de la composition floristique entre les deux campagnes concerne 34 à 46% des parcelles, selon le paramètre étudié. Elle est due à l'effet enclos plus qu'à l'effet année, avec un effet enclos dans 62 % des placettes (pour au moins une espèce végétale et/ou une valeur d'Ellenberg et/ou la richesse et/ou la diversité spécifique) (56 de 89 placettes). Les indices d'Ellenberg sont restés stables. Les 10 à 28% de modifications concernent surtout l'indice lumière. Le recouvrement de la végétation est resté, lui aussi, stable, sauf pour les ronces. Le changement dans la présence et dans le recouvrement de *Rubus* est le fait le plus marquant et explique d'ailleurs presque toutes les modifications (effet enclos, recouvrement). L'effet des Ongulés sauvages est la première des modifications perceptibles dans les parcelles du réseau.

Abstract

The second floristic survey of the 101 plots in the French Forest Network was carried out in the year 2000. Ten teams took part in the survey. The team at the University of Savoie at Bourget-du-Lac mostly did data analysis and treatment.

Compared to the first survey in 1994-95, the most important event affecting the second survey was the advent of the 1999 windstorms, which affected nearly half of the plots in the Network. Seventeen plots suffered from damage over 30% of their stand basal area and thirteen had more than 70% of their basal area affected. As a result, only 88 plots were included in the second plant survey. One of these plots (PM 40b) was generally excluded from the data analyses due to a restructuring of its sub-plots. In addition, since the Network was set up, 116 fellings have taken place in the plots and in the last 5 years, a total of 53 occurrences of windthrow have affected the stands under study.

The assessment methods used were the same as for the first survey; however, only two inventories were carried out in the second campaign, one in the spring and one in the summer. Indeed, monitoring several plots over several years had shown that two inventories during the growing season were sufficient to detect most species.

Control surveys carried out in 1995 revealed substantial variability between the observations of different teams on the same plot. Therefore, during the 2000-survey campaign, two teams observed 10 plot. In addition, two calibration exercises were carried out over several days to ensure better standardisation of the observations. This noticeably improved the quality of the observations.

In between the two survey campaigns, 14 plots selected within the three large bio-regions (Atlantic, sub-continental and mountain) were monitored each year to assess any inter-annual variations in herbaceous vegetation. The main finding was that continued observation allowed additional species to be recorded each year. Furthermore, certain species were not found from one year to the next, either because they had effectively disappeared in the interval, or because the changes undergone during their development made them difficult to recognise. In any case, these variations seem to essentially depend on meteorological conditions specific to the given year.

In the 5-year period, fencing off the central part of the observation plots often created a clearly noticeable effect. Brambles (*Rubus*) were the most visible indicator of wild animals being excluded from the plots.

Total plant species richness increased slightly: for trees, one species was gained (from 38 to 39); for high shrubs, 5 were gained (from 62 to 67); for low shrubs, 4 (from 122 to 126); for herbaceous plants, 36 (from 600 to 636) and for mosses, 30 were gained (from 89 to 109). If we consider all species combined including vascular plants, mosses, terricolous lichens and lichens living on humus or dead leaves, 92 species were only observed in 1994-95, 619 were recorded during both campaigns, and 147 new species were only observed in 2000. The average plant species richness found for the plots was 66.3 species (3.4 for trees, 4.2 for high shrubs, 10.7 for low shrubs, 38.4 for herbaceous plants and 9.6 for mosses). The poorest plot for species richness contained only 9 species and the richest reached 134 species.

Plant species composition between the two survey campaigns changed in 34 to 46% of the plots, depending on the parameter. This change is more the result of the fencing effect than of yearly variations; a fencing effect was present in 62% of the plots (for at least one plant species and/or one Ellenberg value and/or the richness and/or the species diversity) (56 out of 89 plots). Ellenberg indices remained stable. 10 to 28% of the modifications mainly involved the light index. Vegetation cover also remained stable, except for brambles. Changes in the presence of *Rubus* and its cover were the most striking observation and this, in fact, explains almost all the other modifications (fencing effect, cover). Wild ungulate impact is the first modification to become visible in the Network plots.

Zusammenfassung

Titel: „Monitoring der Pflanzenartenzusammensetzung auf den Dauerbeobachtungsflächen des Meßnetzes (1994/95-2000) und Ausarbeitung eines intensiven Qualitätssicherungsprogrammes“

Die zweite Aufnahme der Pflanzenzusammensetzung auf den Dauerbeobachtungsflächen des französischen level II Meßnetzes fand im Jahre 2000 statt. Zehn Teams haben an den Aufnahmen teilgenommen. Die Datenaufarbeitung und -analyse wurde vom Team der Universität von Savoyen (Bourget-du-Lac) durchgeführt.

Verglichen mit der ersten Kampagne (1994/95), waren die ausschlaggebenden Ereignisse die Stürme Lothar und Martin Ende 1999, welche fast die Hälfte aller Flächen beschädigt haben. Siebzehn aller Flächen wurden mehr als 30% beschädigt, davon 13 mehr als 70%. Aus diesem Grund konnten nur 88 der ursprünglichen 101 level II Flächen wieder aufgenommen werden. Eine dieser Flächen (PM 40c) wurde nicht mit in die meisten Berechnungen genommen, da es zu einer Veränderung der Zugehörigkeit von Unterflächen betreffend dem Kriterium „gezäunt“ und „nicht gezäunt“ gekommen ist. Ausserdem wurden seit der Installierung des Meßnetzes 116 Durchforstungen in den Abteilungen, in denen sich die Dauerbeobachtungsflächen befinden, durchgeführt. Es wurden 53 Windbrüche beobachtet.

Die Aufnahmemethoden im Wald sind die gleichen wie bei der ersten Aufnahme, mit dem kleinen Unterschied, daß nur zwei Aufnahmen (Frühling und Sommer, ohne Herbst) gemacht wurden. Die Ergebnisse jährlicher Aufnahmen auf 14 Flächen haben gezeigt, daß zwei Aufnahmen innerhalb einer Vegetationsperiode genügen um die meisten Pflanzen sehen zu können.

Im Jahr 1995 haben die Kontroll-relevés eine recht grosse Variabilität der Beobachtungsergebnisse zwischen zwei Teams an der gleichen Fläche gezeigt. Im Laufe der Kampagne 2000, wurden 10 Flächen von zwei Teams vergleichsweise beobachtet. Als Konsequenz der Ergebnisse dieser Vergleiche und um die Qualität der Beobachtungen weiter zu erhöhen, wurden zwei Kalibrierungskampagnen für alle 10 Teams organisiert. Die daraus resultierende Qualitätsverbesserung ist deutlich erkennbar, benötigt aber noch weitere Anstrengungen.

Zwischen den Kampagnen 1994/95 und 2000 wurden 14 Flächen, verteilt auf die drei grossen biogeographischen Regionen (atlantisch, subkontinental, bergig), jährlich beobachtet, um die jährlichen Veränderungen der Bodenpflanzen zu evaluieren. Das Hauptergebnis dieser Untersuchung ist, daß durch die hohe Frequenz der Beobachtungen jährlich neue Pflanzenarten entdeckt werden können. Ausserdem werden bestimmte Pflanzen nicht von einem auf das andere Jahr wieder gesehen, entweder weil sie wirklich verschwunden sind, oder weil ihr Entwicklungsstadium es nicht ermöglicht sie zu bestimmen. Diese Schwankungen scheinen im wesentlichen durch spezifische meteorologische Bedingungen begründet zu sein.

Nach 5 Jahren kommt es zu einem teils sehr deutlichen Ausdruck des Zauneffektes. Die *Rubus*-arten sind die besten sichtbaren Zeugen der vom Wild geästen Pflanzen.

Verglichen mit 1994/95 hat die Pflanzenartenzahl etwas zugenommen: bei der Baumschicht von 38 auf 39, bei der hohen Strauchschicht von 62 auf 67, bei der niedrigen Strauchschicht von 122 auf 126, bei den Bodenpflanzen von 600 auf 636 und für die Moose von 89 auf 109. Wenn man alle Arten, Gefäßpflanzen, Moose und Boden- und Humusflechten zusammen betrachtet, so wurden 92 Arten nur 1994/95 beobachtet, 619 bei beiden Kampagnen und 147 neue nur im Jahr 2000. Die mittlere Anzahl pro Fläche liegt bei 66,3 Arten (3,4 Bäume, 4,2 hohe Sträucher, 10,7 niedrige Sträucher, 38,4 Bodenpflanzen und 9,6 Moose). Die ärmste aller Flächen zählt nur 9 Arten und die reichste 134.

Die Veränderung der Artenzahl zwischen 1994/95 und 2000 betrifft 34 bis 46% der Flächen je nach Parameter (ANOVA). Sie ist im wesentlichen auf einen Zauneffekt, welcher grösser als der Jahreseffekt ist, zurückzuführen, da er 62% der Flächen betrifft (für mindestens eine Pflanzenart und/oder eine Ellenberg Zeigerwertstufe und/oder die spezifische Diversität) (56 von 89 Flächen). Die Ellenberg Zeigerwerte haben sich generell nicht verändert. Die 10 bis 28% Veränderungen, je nach Parameter, betreffen vor allem die Lichtzahl. Die Überdeckung der Vegetation ist ebenfalls gleich geblieben, ausser für die *Rubus*-Arten. Die Veränderungen bezüglich des Vorhandenseins und der Überdeckung von *Rubus* ist das deutlichste Ergebnis und erklärt übrigens fast alle Veränderungen (Zaun, Überdeckung). Der Wildeffekt ist sicherlich die erste wahrnehmbare Veränderung im Meßnetz.

1. Introduction

La première campagne d'expertise floristique des parcelles RENECOFOR avait permis de caractériser la composition en espèces végétales des 101 placettes françaises et d'évaluer leur richesse floristique, par placette, par essence, par région biogéographique (Dobremez *et al.*, 1997). Le calcul des indices d'Ellenberg à partir de la composition floristique avait permis de donner une image des placettes du réseau et devait permettre de déceler les effets du changement global sur les peuplements forestiers. L'année de référence était 1995, considérée comme le temps t_0 des observations.

Cet ouvrage présente la synthèse de la deuxième campagne d'observation qui s'est déroulée au cours de l'année 2000. Il comprend successivement :

- le rappel des méthodes employées pour analyser la composition floristique des parcelles. Ces méthodes sont à de rares modifications près, celles qui ont été mises en œuvre lors de la première campagne ;
- la description des perturbations qui ont affecté les parcelles depuis leur établissement. En effet, les parcelles sont gérées "normalement" et donc soumises aux interventions sylvicoles normales dans tout peuplement. En outre, les parcelles ont subi les accidents météorologiques et, en particulier, les tempêtes de décembre 1999. Tous ces événements peuvent expliquer, en partie du moins, des modifications éventuelles de la composition floristique ;
- la présentation des exercices d'intercalibration menés en 2000 et en 2001. Ces journées destinées à améliorer la qualité et la répétabilité des observations, permettent de comparer et de comprendre les différences de notations entre observateurs, qu'elles concernent les espèces, leur affectation à une strate ou leur recouvrement ;
- l'analyse des résultats du contrôle des observations dans 10 placettes. Ce contrôle est destiné à évaluer la variabilité des observations entre équipes différentes sur une même placette ;
- l'exposé des résultats du suivi pluriannuel de 14 parcelles situées dans trois grandes régions biogéographiques. Ces observations conduites pendant six années successives permettent d'évaluer la variabilité inter-annuelle éventuelle de la végétation ;
- le détail des méthodes employées pour traiter les données, depuis la transmission des données brutes des observateurs jusqu'à l'expression des résultats sous forme de tableaux et graphiques ;
- la richesse floristique des 88 parcelles observées en 2000 et la comparaison avec les résultats obtenus en 1994/95. La diversité floristique est présentée aussi par essence dominante et par région biogéographique ;
- l'évaluation des changements et des évolutions de la composition floristique. Cette évaluation se fonde sur la comparaison des richesses floristiques, sur la valeur des indices d'Ellenberg, sur l'effet de la mise en défens et sur la signification des variations inter-annuelles.

2. Méthodologie

2.1. Introduction

Cette partie méthodologique rassemble toutes les informations concernant l'analyse et le suivi de la composition floristique des placettes.

Le suivi de la composition floristique est réalisé :

- à l'intérieur de la placette centrale clôturée ;
- à l'extérieur de la placette centrale, pour estimer l'impact éventuel de la pression du gibier (grands herbivores) ou du pâturage sous forêt.

Les points essentiels suivants sont détaillés :

- matérialisation et cartographie schématique des sous-placettes dans lesquelles ont lieu les observations floristiques ;
- observations répétitives de la composition floristique durant une année à l'intérieur et à l'extérieur de la placette centrale clôturée ;
- observations doublées par une deuxième équipe indépendante sur 12% et 11% des placettes respectivement en 1995 et 2000, afin de contrôler la validité des premières observations ;
- saisie des fiches d'observation par les observateurs ;
- transmission des fichiers informatiques et des relevés de terrain au centre de coordination à la fin de l'année d'observation ;
- constitution d'une base de données (par le centre de coordination), permettant de suivre l'évolution à long terme ;
- répétition des relevés tous les 5 ans, puis analyse détaillée d'éventuelles évolutions de la composition floristique. Une périodicité plus faible a été choisie par les partenaires qui le souhaitaient.

2.2. Délimitation des placettes RENECOFOR

Les placettes d'une taille d'environ 2 ha ont été choisies de manière à ce qu'elles soient aussi homogènes que possible au niveau du type du sol et au niveau de la structure du peuplement. On a donné la préférence aux peuplements à une seule essence principale ou avec un maximum de 20% de mélange avec une deuxième essence principale dans l'étage dominant. Ceci a été fait avec l'objectif de minimiser le risque d'hétérogénéité des observations et surtout de celle des évolutions parfois lentes et faibles de certains paramètres. Après les tempêtes de fin décembre 1999 (Ulrich, 2000), certaines placettes ont été partiellement ou entièrement mises à nu et seront constituées à l'avenir d'une régénération jeune ou d'un peuplement très clair, ce qui aura un impact important sur l'évolution de la composition floristique.

Chaque placette est constituée de deux zones (Figure 1) :

- la placette centrale d'une surface de 0,5 ha, délimitée par quatre piquets numérotés de 1 à 4 ;
- la zone neutre, entourant la placette centrale sur une bande de 30 mètres environ.

La placette centrale est clôturée à 5 m environ à l'extérieur de sa limite, afin de permettre la circulation autour de celle-ci, sans perturber le sol à l'intérieur. Ceci est important car un grand

nombre d'observations, de mesures et de prélèvements d'échantillons y sont réalisés. Chaque année les placettes sont visitées à plusieurs reprises par différents groupes d'experts.

Il est donc indispensable d'éviter un piétinement trop fréquent du sol, car celui-ci entraînerait une modification de sa structure (et ainsi de son comportement chimique) et empêcherait l'évolution naturelle de la végétation herbacée. Les placettes ne seraient ainsi plus représentatives des forêts qui les entourent. **Malgré ces précautions, notre étude a permis de constater qu'après plusieurs années de fonctionnement, des zones de piétinement apparaissent dans certaines placettes.**

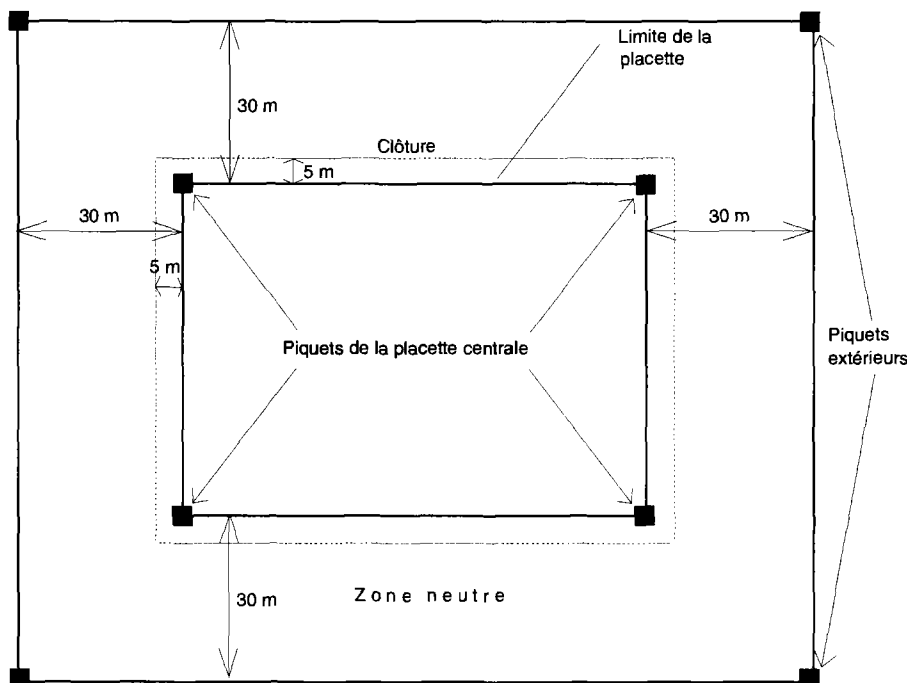


Figure 1 : Délimitation des placettes et emplacement de la clôture.

Figure 1: *Tracing of the permanent plots and fence location.*

2.3. Emplacement et installation des sous-placettes pour le suivi floristique

Il a été décidé de matérialiser 4 sous-placettes d'une surface de 100 m² (50 m de long sur 2 m de large) aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la clôture. La Figure 2 illustre de manière schématique l'emplacement des sous-placettes. Lors de l'installation, on a tenu compte de l'existence des emplacements des grappes servant à l'échantillonnage décennal des sols. On doit se tenir au moins à 2 mètres à l'écart de celles-ci.

Les sous-placettes à l'intérieur et à l'extérieur de la clôture ont été matérialisées par les experts botaniques au milieu de chacun des deux côtés définissant la largeur avec des bornes de géomètres blanches.

L'emplacement des bandes, indiquant les différentes distances des bornes avec d'autres repères fixes a été cartographié. Ceci permet de retrouver les surfaces à observer à tout moment. La numérotation des sous-placettes (F1 à F4 : intérieur des placettes et F5 à F8 : extérieur des placettes) est en général faite de la même façon en s'orientant d'après le Nord et en tournant dans le sens horaire. Elle n'est pas reportée sur le terrain, mais prise en compte dans les fiches d'observation.

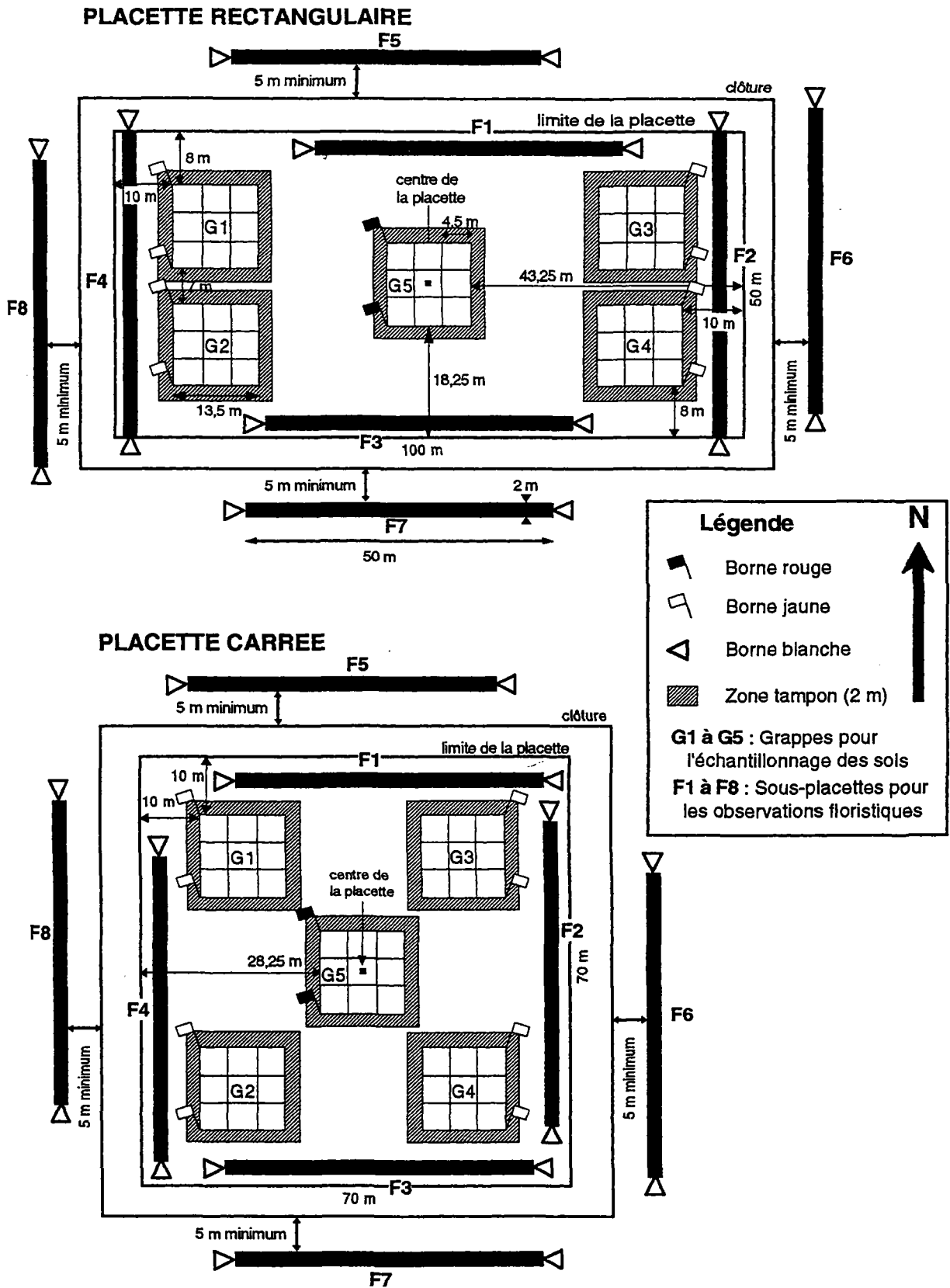


Figure 2 : Localisation des 8 sous-placettes (F1 à F8) pour le suivi de la composition floristique à l'intérieur et à l'extérieur de placettes rectangulaires ou carrées.

Figure 2: Location of the 8 sub-plots (F1 to F8) where plant composition is monitored inside and outside the rectangular or square fenced plots.

La Figure 2 montre que les placettes centrales accueillent un grand nombre d'installations. Pour cette raison, les sous-placettes sont parfois installées en biais. A l'intérieur des enclos, les sous-placettes sont installées soit exactement sur les côtés (matérialisés par des piquets), soit à l'intérieur de la placette centrale. Par contre, les sous-placettes ne sont jamais installées dans l'espace laissé libre (environ 5 m) pour la circulation, c'est-à-dire entre la limite de la placette centrale et la clôture.

2.4. Observations floristiques

Dans un souci d'exhaustivité, les observations ont été réalisées, si possible par **deux** experts en même temps, dont un doit bien connaître la flore de la région.

Lors des relevés, une corde est tirée entre les deux bornes, afin d'avoir une ligne de référence matérialisée sur le terrain lors des observations. On maintient cette corde assez souple afin de pouvoir mettre des bâtons intermédiaires en avant et en arrière des arbres, que l'on contourne, et de permettre ainsi d'avoir une vraie ligne droite. Pour les relevés, on s'aide d'un bâton de 2 m (tenu parallèlement à la pente) de longueur (avec une marque au milieu) afin de pouvoir définir la limite de la surface des deux côtés de la ligne droite. Une autre possibilité est de définir toute la surface avec une ficelle.

2.4.1. Périodes d'observation

D'après les expériences de la première campagne d'observation (Dobremez *et al.*, 1997 ; Dupouey *et al.*, 1999) deux passages (printemps et été) sont suffisants pour faire un inventaire exhaustif. Les observations sont à réaliser au cours de la même année. Les dates suivantes sont données à titre indicatif en fonction de la zone climatique :

Zone climatique	Observations printanières	Observations estivales
Continentale	10-30 avril	25 juillet - 15 août
Atlantique	20 mars - 15 avril	15 juin - 15 juillet
Montagnarde	15 juin - 15 juillet	15 juillet - 15 août

Si ces dates n'ont pas pu être maintenues, l'observateur a justifié le dépassement sur la fiche d'observation. La répétition des observations permet de voir certaines plantes à différents stades d'évolution (stade juvénile, floraison, fructification). On augmente ainsi la possibilité de reconnaissance et on évite le problème de plantes "non vues par erreur".

On a évité les relevés pendant ou directement après des fortes pluies ou des pluies de longue durée, car ils perturbent considérablement le sol par piétinement. De plus, les mauvaises conditions d'observation conduisent à des erreurs d'observation aussi bien qu'à des espèces non vues.

2.4.2. Contenu des observations

Chaque sous-placette fait l'objet d'un inventaire exhaustif. Ce relevé floristique est effectué en distinguant 5 strates :

- strate *muscinale* : Bryophytes humicoles et éventuellement Lichens humicoles (d'après le manuel, l'observation des lichens est laissé à l'appréciation de l'observateur) ;
- strate *herbacée* : elle comprend toutes les espèces herbacées quelle que soit leur taille, et les espèces ligneuses de moins de 30 cm ; les semis (plants de l'année) ou rejets doivent être comptés dans la note globale d'abondance-dominance de l'espèce à laquelle ils appartiennent. Toutefois, on pourra noter en complément l'abondance-dominance de ces semis ou rejets ;

- *arbustes bas* (arbrisseaux) : ligneux de 0,3 m à 2 m ;
- *arbustes hauts* : ligneux de 2 à 7 m ;
- *arbres* : ligneux > 7 m.

Espèces ligneuses à fort recouvrement dans les strates herbacées et arbustes bas (ex : myrtilles, ronces,...) : on peut les regrouper dans la strate où elles sont les plus abondantes et leur attribuer un seul coefficient d'abondance-dominance.

Les **lianes ligneuses** sont à noter dans chaque strate dans laquelle elles existent. Certaines, comme *Hedera helix*, peuvent dans une même bande se développer dans toutes les strates, de la strate herbacée à la strate arborescente.

Les **individus morts** ne sont pris en compte que si l'on peut faire valablement l'hypothèse qu'ils ont été vivants à une période ou une autre de l'année d'observation.

Pour chaque strate on note le pourcentage de recouvrement global. On note également le pourcentage de sol nu, c'est à dire non recouvert par les strates muscinales et herbacées.

Pour chaque espèce et par strate, on note le coefficient d'abondance- dominance (voir § 2.4.3, page 8). On note les arbres et arbustes haut uniquement s'ils se projettent sur les bandes.

On a indiqué impérativement les caractères suivants entre parenthèses à côté des noms des espèces, si elles se trouvaient dans un ou plusieurs des cas cités ci-dessous :

- (a) abrouiti, frotté,
- (c) chemin, sentier, piste de débardage,
- (d) dépression humide, zone humide,
- (f) fossé, dépression sèche,
- (p) pierre (même grande),
- (s) souche, chablis,
- (l) limite de bande,
- (t) chablis, trouée, tas de bois.

On peut utiliser les qualificatifs "sp." et "ssp." pour les espèces dont l'espèce ou la sous-espèce n'a pu être déterminée (ex. : "*Agrostis* sp." ; "*Teucrium scorodonia* ssp."), ainsi que "cf." pour un taxon d'identification douteuse, au niveau de la sous-espèce (ex. : "*Agrostis gigantea* cf. *gigantea*"), de l'espèce (ex. : "*Agrostis* cf. *capillaris*") ou au niveau du genre (ex. : "cf. *Agrostis*"). On limite évidemment ces indéterminations au maximum.

Les observations sont à noter sur les fiches d'observation (Figure 3 et Tableau 1), qui sont constituées d'une page recto-verso pour chaque sous-placette et d'une page recto permettant d'esquisser le plan des trouées rencontrées (ceci permettra de mieux comprendre les notations). On a donc 8 fiches d'observations par placette. Lors du relevé, on établit un plan schématique des perturbations majeures (chablis, trouées, tas de bois) en utilisant la fiche esquisse.

Chaque plante est notée avec son nom latin, utilisant comme référence *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980, 1993).

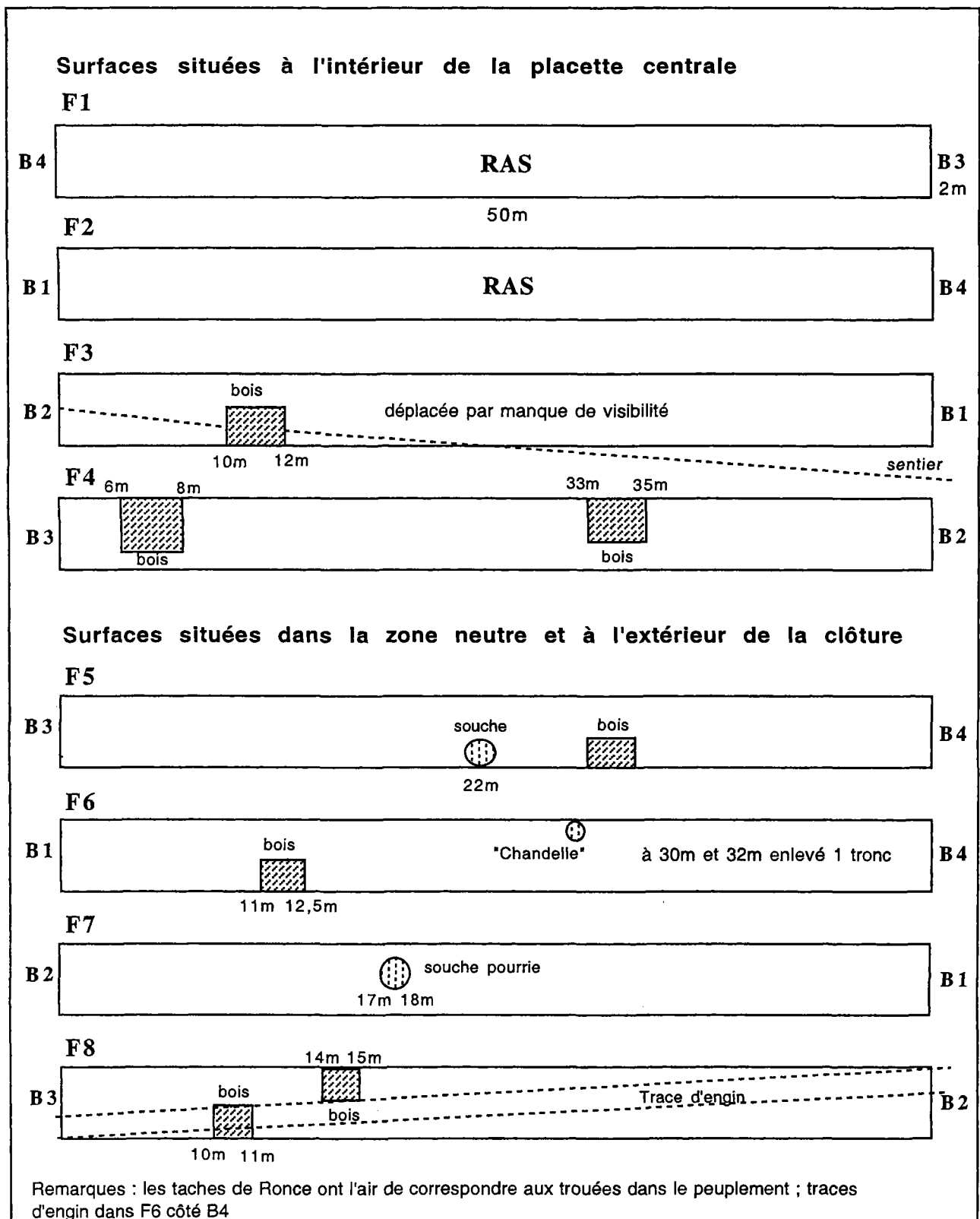


Figure 3 : Exemple d'une fiche d'esquisse pour les 8 sous-placettes des relevés floristiques ; placette EPC 88.

Figure 3: Example of a field sheet used to sketch local disturbances influencing plant composition on the 8 sub-plots; plot EPC 88.

Tableau 1 : Exemple d'une fiche d'observation de terrain ; la liste des espèces est pré-imprimée pour chaque placette et tient compte des espèces observées depuis 1994 ; il y a de la place pour noter de nouvelles espèces.

Table 1: Example of a field sheet, showing the pre-printed list of species based on the species observed since 1994; there is space to add new species.

Placette SP 63									
Été 2000									
Espèces	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	
Strate arborescente									
<i>Abies alba</i>	4	3	4	3	4	3	5	3	
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>		2	1	2				1	
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i>			1						
Strate arbustive haute									
<i>Abies alba</i>	1	1	1	2	1	1	2	1	
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>		1		1					
Strate arbustive basse									
<i>Abies alba</i>	1	2	2	2	2	1	1	1	
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>	+		1	1			+	+	
<i>Ilex aquifolium</i>	1	+							
<i>Rubus idaeus</i>									+
<i>Rubus</i> sp. (SP 63)	2	2	1	2	2	3	1	4	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	+	+	1	1	1	1	1	
Strate herbacée									
<i>Abies alba</i>	2	1	2	1	1	1	1	1	
<i>Athyrium filix-femina</i>		r							
<i>Carex caryophylla</i>									r
<i>Carex pilulifera</i> subsp. <i>pilulifera</i>	r								
<i>Digitalis purpurea</i> subsp. <i>purpurea</i>	r								
<i>Dryopteris carthusiana</i>		+	+		+	+	+		
<i>Dryopteris dilatata</i>	+	+	+	+		+	1	1	
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>			r			r	r		
<i>Hieracium murorum</i> group.	r						r		
<i>Luzula pilosa</i>	r					r			
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	1	+	+	+	1		+	+	
<i>Oxalis acetosella</i>	+	1	+		+	+	+	+	
<i>Prenanthes purpurea</i>	2	1			+		+		
<i>Quercus</i> cf. <i>petraea</i> (SP 63)	r								
<i>Rubus</i> sp. (SP 63)	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Solidago virgaurea</i>	1								
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i>	+	r	+	r	r	r	+	+	
Strate muscinale									
<i>Dicranum scoparium</i>	1	1	1	1	1	1	1	2	
<i>Hylocomium splendens</i>	3	2	+	2	2	2	3	1	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	r		+	1	+		+	+	
<i>Polytrichum formosum</i>	+		+	+	+	+	+	1	
<i>Scleropodium purum</i>	+								
<i>Thuidium tamariscinum</i>	3	3	4	2	2	3	2	1	

2.4.3. Définition des paramètres à noter

Abondance-dominance

L'abondance-dominance caractérise à la fois le recouvrement (exprimé en pourcentage ou en dixièmes de la projection verticale sur le terrain) et la fréquence (rapport entre le nombre d'individus de cette espèce et le nombre total d'individus observés sur la surface) d'une espèce

végétale dans le relevé ; elle est notée selon l'échelle suivante (d'après le "Vocabulaire de la typologie des stations forestières" de Delpech *et al.*, 1985). Les indications en italique ne font pas partie de la définition stricte. Ces critères ne s'appliquent qu'à l'unité de la bande (100 m²) :

- r Un seul individu ou une petite touffe de très faible recouvrement, à réserver uniquement aux strates muscinales, herbacées et arbustes bas, *espèces difficiles à trouver sur le relevé qu'on peut éventuellement rater* ;
- + 2 à 10 individus ou petites touffes ; recouvrement et abondance très faibles, *espèces difficiles à trouver sur le relevé, qu'on peut éventuellement rater* ; pour les strates "arbustes hauts" et "arbres", à réserver pour un seul individu en limite de bande ;
- 1 Peu abondante à abondante et recouvrement faible (<5%), *mais impossible à manquer* ;
- 2 Recouvrement entre 5 et 25 %, abondance quelconque ; *espèces faciles à voir, nombreux pieds, mais couvrant moins du quart de la surface* ;
- 3 Recouvrement de 25 à 50 %, abondance quelconque ;
- 4 Recouvrement de 50 à 75 %, abondance quelconque ;
- 5 Recouvrement de 75 à 100 %, abondance quelconque.

L'application de ce coefficient d'abondance-dominance ne devrait pas varier dans les différentes strates. Pour les arbustes hauts et les arbres en particulier, on s'en tiendra strictement aux définitions précédentes.

Proportion de sol sans végétation

C'est le sol non recouvert par les strates muscinale et herbacée. Cette proportion est exprimée en pourcentage de la surface totale.

2.5. Saisie et transmission des données

2.5.1. Saisie Flore Renecofor

Le rassemblement et l'homogénéisation des données de la première campagne de terrain (1994-95) ont nécessité un travail considérable en raison de l'hétérogénéité du format des jeux de données envoyés par les différentes équipes, des erreurs de frappe et de l'utilisation de différentes flores. Il a donc été décidé pour la seconde campagne de relevés de développer la base de saisie des données **Saisie Flore Renecofor** afin :

- d'empêcher les erreurs de frappe,
- de faciliter et accélérer la saisie des données,
- d'utiliser une seule référence de nomenclature pour la dénomination des espèces.

Dans cette base de données, **Flora Europaea** représente l'unique référence taxonomique et de nomenclature pour les Ptéridophytes et les Spermaphytes (Tutin *et al.*, 1968 ; Tutin *et al.*, 1972 ; Tutin *et al.*, 1976 ; Tutin *et al.*, 1980 ; Tutin *et al.*, 1993). La liste informatisée des taxons de **Flora Europaea** a été obtenue auprès de Richard Panckhurst du Royal Botanical Garden d'Edinburgh. Pour les mousses et les hépatiques, étant donné l'absence de décision par l'*Expert Panel on Ground Vegetation* de l'Union Européenne et de l'ICP-Forests (UN/ECE) au début de l'année 2000, c'est la **Liste des Bryophytes britanniques et irlandaises** de la Société Britannique de Bryologie qui a été utilisée (<http://www.rbge.org.uk/bbs/uklist.htm>). A cette liste, ont été ajoutés les lichens déjà recensés dans le réseau.

L'utilisation de **Flora Europaea** a entraîné une évolution dans la dénomination d'un certain nombre de taxons pour lesquels il est nécessaire de descendre au niveau infra-spécifique. La détermination

des sous-espèces, même si elle peut paraître superflue à l'échelle du réseau français, est en fait nécessaire à l'échelle des réseaux européens dont fait partie RENECOFOR. De même, certains taxons utilisés correspondent à des regroupements d'espèces difficilement différenciables et sont notés avec le suffixe "group." (ex : *Hieracium murorum* group.)

Cette base de données a été développée sous MS-Access 1997 à l'Université de Savoie et envoyée aux équipes d'observateurs.

2.5.2. Transmission des données

Après saisie des données dans la base, un module d'exportation permet de générer deux fichiers au format texte qui ont été transmis au centre de coordination du réseau RENECOFOR et à l'équipe chargée du dépouillement des données (S. Camaret, L. Bourjot et J. F. Dobremez).

2.6. Étalonnage entre observateurs

L'expérience des observations de contrôle réalisées dans 12 placettes de la campagne 1994/95 (Dobremez *et al.*, 1997) a montré une divergence d'espèces notées et parfois une différence sensible de la note d'abondance-dominance attribuée à la même espèce dans la même bande.

Afin de réduire les différences d'appréciation de l'abondance-dominance entre l'ensemble des observateurs intervenant dans le réseau, un stage de deux jours a été organisé pendant la campagne d'observation. L'objectif de ce stage était de confronter chaque observateur avec les observations des autres observateurs et d'arriver à un consensus acceptable par l'ensemble des acteurs et reproductible dans le temps.

Procédure : dans des sites préalablement repérés, chaque observateur a fait ses observations sur les mêmes quatre bandes. Une synthèse et une comparaison de l'ensemble des observations ont été réalisées et discutées sur place. Ensuite, deux nouvelles bandes ont été renotées dans le même peuplement et on a vérifié si les différences entre observateurs avaient baissé.

2.7. Contrôle des observations

Des études réalisées dans le même contexte à l'étranger ont révélé un certain risque d'inexactitudes à cause de plantes qui n'ont pas été vues ou mal déterminées. Ceci est très gênant dans le cas présent, puisque l'on cherche à détecter d'éventuelles évolutions dans la composition floristique, celles-ci se traduisant entre autres par la disparition ou l'apparition d'un certain nombre d'espèces.

En supposant que dans le premier relevé 5 plantes n'ont pas été vues, mais qu'elles ont été vues par les observateurs 10 ans après, nous interpréterons cette augmentation comme une évolution. *C'est une des erreurs que nous cherchons à éviter !*

Le contrôle des relevés a donc pour objectif de se rendre compte du pourcentage d'erreur dans les relevés. Le contrôle se fait de la manière suivante : la deuxième observation, par une autre équipe de botanistes, doit être faite dans les 10 jours avant ou après la première. Il est conseillé que les deux équipes comparent rapidement (dans les 10 jours) le résultat des deux observations. S'il y a des différences importantes entre les deux relevés, les deux équipes pourront faire une nouvelle observation commune.

3. Perturbations d'origine sylvicole ou naturelle entre 1990 et 2000

L'objectif de ce chapitre est de décrire les perturbations observées dans les placettes et qui pourraient être à l'origine de problèmes d'observations (trop forte perturbation d'une ou de plusieurs bandes floristiques) ou de changements de la composition floristiques.

Tous les peuplements ont été soumis à un grand nombre de perturbations depuis la création du réseau (1992). La plupart de ces perturbations trouvent leur origine dans les diverses interventions sylvicoles qui ont souvent touché une ou plusieurs bandes floristiques. En 1999, 52 placettes ont été plus ou moins touchées par les tempêtes des 26 et 27 décembre, provoquant soit des chablis soit des bris de cime. Le degré de dommage induit par ces tempêtes varie fortement selon les placettes.

Afin d'essayer de connaître l'impact de ces perturbations sur les peuplements, on peut se servir d'indicateurs indirects, émanant du suivi dendrométrique des peuplements (Cluzeau *et al.*, 1998). Le Tableau 2 (page 13 à 15) présente, pour toutes les placettes du réseau, l'évolution du nombre de tiges entre les deux campagnes d'inventaire dendrométrique pour la partie centrale de chaque placette (extrapolé à l'hectare à cause de petites différences de surface entre les placettes). Un indicateur, qui est plus lié à la couverture de la canopée, est la surface terrière¹. Cette surface permet de relativiser les variations en nombre de tiges en prenant en compte la grosseur des tiges. Par exemple, dans un taillis sous futaie de chêne (CHP 55), le nombre de tiges est très important (2 908 en 2000), mais ce n'est pas pour autant que sa surface terrière (30,1 m²) est plus importante que celle d'un peuplement avec un plus faible nombre de tiges (par exemple CHS 41, avec 574 tiges en 2000 et une surface terrière de 31,2 m²/ha). Le premier peuplement dispose simplement d'un très grand nombre de tiges de très faible circonférence, qui constituent le taillis de charme.

Les données dendrométriques de la placette centrale clôturée sont supposées refléter également les conditions hors clôture. Cette hypothèse est certainement vraie dans la plupart des cas, mais il est nécessaire d'émettre des réserves sur l'extrapolation à tous les peuplements, notamment en ce qui concerne les dégâts des tempêtes. Plusieurs placettes présentent soit des dégâts plus faibles dans la placette centrale (0,5 ha) que dans la zone neutre (bande de 30 mètres autour de la placette centrale), soit l'inverse. Les évolutions dans la partie centrale concernent les bandes F1 à F4, et celles de la zone neutre les bandes F5 à F8.

Les données sur la densité et la surface terrière du Tableau 2 présentent un aperçu des années d'éclaircies et de chablis. Sur l'ensemble du réseau, il n'existe que deux placettes (HET 04 et PM 85) qui n'ont pas connu de perturbations en 10 ans. Ce constat peut sembler étonnant pour des études écologiques, mais il est important de rappeler que le réseau RENECOFOR a accepté le défi d'implanter volontairement ces placettes permanentes dans des forêts gérées, car celles-ci représentent la large majorité des forêts françaises. L'ensemble des placettes du réseau subit donc les mêmes interventions sylvicoles que les parcelles où elles se trouvent.

Le Tableau 3 (page 16) présente certaines perturbations plus locales notés par les observateurs de la composition floristique. Ces types de perturbation affectent directement les bandes d'observation dans le sens d'une diminution de leur surface pouvant aller jusqu'à la disparition totale de la végétation herbacée. Il s'agit de girobroyage et débroussaillage, de dépôt de bois abattus ou de rémanents (petit bois laissé en tas sur place), de traces de débardage (du tracteur ou de la grume), de l'activité des sangliers (ils remuent la terre à la recherche de racines ou de petits animaux) et de

¹ Surface terrière = somme des sections à 1,30 m de toutes les tiges de circonférence > 15 cm ; cette surface est exprimée en m²/ha.

pâturage. La majorité des bandes touchées par ces activités se trouvent en dehors des placettes centrales clôturées. Pour ce qui concerne les perturbations "naturelles" (sangliers, soit 30% de celles du Tableau 3), elles étaient inévitables. Par contre, les autres perturbations auraient pu être évitées ou minimisées fortement, au moins pour ce qui concerne les dépôts de bois et de rémanents, qui représentent 11 des 59 cas.

La vue d'ensemble du Tableau 2 permet finalement de voir à quel point il sera difficile d'interpréter les changements de composition floristique, car le nombre de perturbations peut être relativement élevé sur un site donné, allant de 0 (HET 04) jusqu'à 4 (dont souvent moitié coupes et moitié chablis) en 10 ans. Certaines placettes ont été éclaircies ou ont subi un chablis, soit l'année même des observations floristiques, soit une année avant. Ce sont des perturbations qu'il est essentiel de prendre en compte. Au total, 116 coupes ont été faites en 10 ans et 53 chablis enregistrés entre 1995 et 2000. Malgré un suivi aussi strict que possible, plusieurs interventions sylvicoles n'ont pas été signalées par les responsables locaux au centre de coordination du réseau.

Les perturbations vont bien sûr au-delà des traces laissées directement sur la bande, car coupes et chablis affectent de manière considérable le couvert et ainsi le microclimat lumineux et thermique. Or tout changement de luminosité a un effet immédiat sur la composition floristique.

Évolution du nombre de tiges

Les tempêtes de décembre 1999 ont conduit à une disparition complète des arbres dans 5 peuplements et une diminution de 30 à 80% des tiges (= 163 à 417 tiges) dans 14 peuplements. Dans un peuplement de douglas (DOU 71), une seule coupe a fait chuter le nombre d'arbre de 538 (= 45% du peuplement initial). Au-dessous de 30% de diminution du nombre de tiges, coupes et chablis se répartissent de manière plutôt égale.

Évolution de la surface terrière

En 1995, les peuplements avaient une surface terrière allant de 16,1 (DOU 65) à 76,3 m²/ha (PM 20). En 2000, cette gamme est de 9,1 (PS 76) à 65,5 (PM 20). Hormis les 5 peuplements qui ont perdu 100% de leur surface terrière, le nombre de peuplements ayant perdu entre 30 et 80% de leur surface terrière est de seulement 9. Avant de commenter cette grande différence avec le nombre de tiges, il faut rappeler que chaque tige accroît sa surface terrière chaque année. Si entre 1995 et 2000 il y a eu une coupe, on a enlevé une certaine surface et le reste a continué à croître.

Le Tableau 2 ne montre donc pas le gain de surface terrière jusqu'à la coupe ou le chablis qui a ensuite été enlevé (tiges sorties de la placette). Ce tableau peut par contre donner une idée de l'évolution, si l'on tient compte de la colonne "augmentation théorique de la surface terrière", par an ou pour les 5 ans (1995 à 2000). La surface terrière des placettes non touchées a augmenté de manière significative (tests de Wilcoxon pour échantillons appariés) entre 1995 et 2000, en revanche la densité des tiges de ces placettes n'a pas évolué de manière significative ($p=0,0400$). L'accroissement théorique en surface terrière est parfois assez différent de la réalité, ce qui montre bien les problèmes d'estimation réaliste que l'on a aujourd'hui de la productivité (Dhôte *et al.*, 2000).

Le rapport entre l'évolution des deux indicateurs, densité des tiges et surface terrière, est montré dans la Figure 4. On constate que, malgré les tempêtes, un certain nombre de placettes ont vu leur nombre de tiges ou surface terrière augmenter. L'accroissement radial des tiges restantes et l'atteinte de la circonférence de pré-comptage (15 cm) des petites tiges en sont les principales causes.

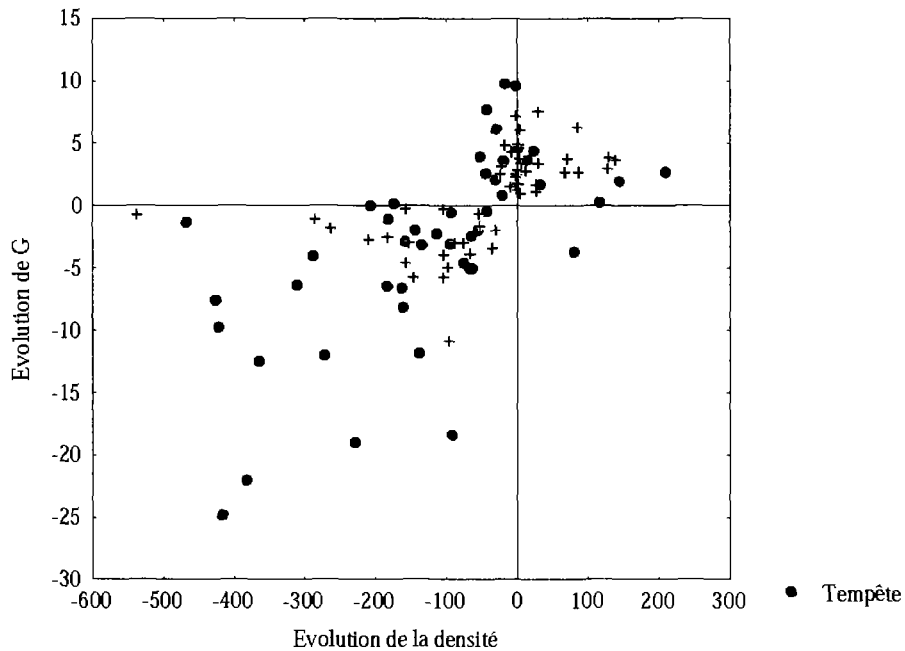


Figure 4 : Relation entre l'évolution de la densité des tiges et l'évolution de la surface terrière (G) des placettes entre 1995 et 2000. Les placettes touchées par les tempêtes de fin décembre 1999 sont indiquées avec des points noirs, les autres avec des croix.

Figure 4: *Relationship between the variation in the number of trees per hectare and the stand basal area (G) between 1995 and 2000 for all plots of the network. Plots damaged by the heavy December 1999 storms are marked with a black point, the others with a cross.*

Pages suivantes/Following pages:

Tableau 2 : Évolution du nombre de tiges et de la surface terrière entre 1995 et 2000, mis en regard avec les perturbations du couvert (années, types de perturbation et bandes floristiques concernées). Inventaires réalisés dans la placette centrale (0,5 ha) et données extrapolées à l'hectare. Les peuplements touchés dans la placette centrale ou la zone neutre (bande de 30 m autour de la partie centrale) par les tempêtes des 26 et 27 décembre 1999 ont été marqués en gras.

Table 2: *Trends in the number of stems and stand basal area between 1995 and 2000. Crown cover disturbances are shown on the right (year, type of disturbance, sub-plot reference number (50 x 2 m). Full inventories were carried out in the central part of the plot (0,5 ha) and the data extrapolated to the hectare. Stands affected in the central part or in the buffer zone (30 m around the central part) by the December 1999 storms are marked in bold.*

Tableau 2 (voir légende page 13/see caption page 13)

Placette	Évolution du nombre de tiges				Évolution de la surface terrière					Perturbations du couvert		
	Densité 1995	Densité 2000	Évolution 95-00	Évolution relative	Surface terrière 1995	Surface terrière 2000	Évolution 95-00	Évolution relative	↗ en 5 ans théorique (sans éclaircie)	Année de la perturbation	Type de perturbation	Bandes touchées
	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(%)	(m²/ha)	(m²/ha)	(m²)	(%)	(%)			
CHP 10	875	1 020	145	17	29,8	31,8	2	7	3,25	1999	Coupe	
CHP 18	1 285	1 413	128	10	20	23,9	3,9	20	4,65	1991	Coupe	
CHP 40	240	240	0	0	18,3	21,2	2,9	16		1994	Coupe	
CHP 49	530	528	-2	0	32,4	34,8	2,4	7		1993	Coupe	
CHP 55	2 782	2 908	127	5	27,1	30,1	3	11	3,6	1995 et 2000	Coupes	F8 (95) et F5 (2000)
CHP 59	540	392	-148	-27	28,3	22,6	-5,7	-20	5,1	1999	Coupe	
CHP 65	660	554	-106	-16	22,6	22,4	-0,2	-1	2,95	1995	Coupe	
CHP 70	1 754	1 490	-264	-15	24,8	23	-1,8	-7	3	1995	Coupe	
CHP 71	1 647	1 361	-286	-17	32,5	31,5	-1	-3	3	1995	Coupe	
CHS 01	518	603	85	16	24,2	26,9	2,7	11	2,9	1992	Coupe	
CHS 03	560	483	-77	-14	35	32,1	-2,9	-8		1990	Coupe	
CHS 10	839	751	-89	-11	23	20,1	-2,9	-13	3,55	1997	Coupe	
CHS 18	604	499	-105	-17	32,6	28,7	-3,9	-12	5,9	1995	Coupe	
CHS 21	630	656	26	4	27,5	28,7	1,2	4	3,15	1999	Coupe	
CHS 27	928	813	-115	-12	26,1	23,9	-2,2	-8	4,1	1992, 1997, 1999	3x coupe et 1x chablis (1999)	
CHS 35	494	564	70	14	32,2	36	3,8	12	2,85	1990	Coupe	
CHS 41	561	574	12	2	28,4	31,2	2,8	10	2,85	1992	Coupe	
CHS 51	673	326	347	-51	29,3	12,7	16,6	-57	2,55	1999	Chablis	
CHS 57a	669	604	-65	-10	31,9	29,5	-2,4	-8	3,8	1990, 1997, 1998, 1999	3 x coupes et 1x chablis (1999)	F7 (1997) et F6 (1999)
CHS 57b	417	449	32	8	28,2	29,9	1,7	6	1,6	1992	Coupe	
CHS 58	1 338	1 476	138	10	27,9	31,6	3,7	13	4	1992	Coupe	
CHS 60	535	539	4	1	24	27,4	3,4	14	4,4	1995	Coupe	
CHS 61	764	629	-135	-18	32	28,9	-3,1	-10	5,4	1998	Coupe	
CHS 68	546	383	-163	-30	25	18,4	-6,6	-26	2,3	1993, 1995 et 1999	Chablis	F1 F3 F5 F6 F6 (1999)
CHS 72	1 012	859	-154	-15	29,4	26,5	-2,9	-10		1992 et 1999	Coupes	
CHS 81	296	376	80	27	24,8	21,2	-3,6	-15	2,5	1996	Coupe	
CHS 86	1 174	1 098	-76	-7	31,8	27,3	-4,5	-14	5,85	1999	Chablis	F4 F8
CHS 88	658	627	-31	-5	30,1	28,2	-1,9	-6	3,1	1998 et 1999	Coupe	F6 (1998)
CPS 67	1 079	872	-207	-19	30,8	30,8	0	0	3,7	1992, 1995 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	F5 F6 F7 F6 (1999)
CPS 77	584	539	-44	-8	24,6	24,2	-0,4	-2	1,2	1992 et 1999	Coupe et chablis	
DOU 23	624	333	-290	-47	30,2	26,2	-4	-13	9,7	1990, 1998 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 (1999)
DOU 34	243	235	-8	-3	46,3	50,6	4,3	9	5,95	1991	Coupe	
DOU 61	326	298	-29	-9	31,3	37,4	6,1	19		1994 et 1999	Coupe et chablis	F1 F2 F4 F5 (1999)
DOU 65	382	382	0	0	16,1	21,1	5	31		1992	Coupe	
DOU 69	583	219	-365	-62	27,2	14,8	-12,4	-46	7,1	1991, 1995 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	
DOU 71	1 188	650	-538	-45	41,3	40,6	-0,7	-2	12,85	1991 et 1995	Coupes	
EPC 08	620	618	-2	0	38,1	45,3	7,2	19	5,3	1992 et 1995	2x coupes et 1x chablis (1995)	F1 F3 (1995)
EPC 34	776	757	-18	-2	29,8	39,6	9,8	33	2,65	1993	Coupe	
EPC 39a	415	415	0	0	48,1	52,8	4,7	10	5	1992	Coupe	
EPC 39b	928	616	-312	-34	39,2	32,9	-6,3	-16	4,95	1997	Coupe	
EPC 63	936	934	-2	0	40,9	50,5	9,6	23	10,4	1993	Coupe	
EPC 71	534	440	-94	-18	32,7	32,2	-0,5	-2	4,35	1990 et 1996	Coupes	
EPC 73	513	526	13	3	36,2	39,9	3,7	10		1992, 1993, 1995 et 1999	2x coupes et 2x chablis (1995 et 1999)	F1 F2 F2 (1999)
EPC 74	371	349	-22	-6	57,3	58,1	0,8	1	3	1994, 1995, 1998 et 1999	2x coupes et 2x chablis (1998 et 1999)	F6 (1998) et F1 F2 F5 (1999)
EPC 81	496	500	4	1	45,4	51,5	6,1	13	7,25	2000	Coupe	
EPC 87	1 258	790	-468	-37	32	30,7	-1,3	-4	6,6	1995, 1999	Coupe et chablis	F1 F3 F4 F5 F6 F7 F8 (1999)
EPC 88	413	0	-413	-100	62,7	0	-62,7	-100	2,15	1995, 1998 et 1999	1x coupe (1998) et 2x chablis	F3 (1995), toutes en 1999
HET 02	431	411	-20	-5	30,5	34,1	3,6	12	2,05	1999	Chablis	
HET 03	294	292	-2	-1	25,6	28,1	2,5	10	2,1	1993 et 2000	Coupes	
HET 04	366	432	66	18	21,5	24,2	2,7	13	3,5	---	---	---
HET 09	470	468	-2	0	28,2	29,5	1,3	5		1991	Coupe	
HET 14	262	208	-54	-20	23,6	22	-1,6	-7		1994	Coupe	
HET 21	278	139	-139	-50	21	9,2	-11,8	-56		1993, 1999	1x coupe (1993) et 1x chablis	

Tableau 2 (suite – voir légende page 13/see caption page 13)

Placette	Évolution du nombre de tiges				Évolution de la surface terrière				en 5 ans théorique (sans éclaircie)	Perturbations du couvert		
	Densité 1995	Densité 2000	Évolution 95-00	Évolution relative	Surface terrière 1995	Surface terrière 2000	Évolution 95-00	Évolution relative		Année de la perturbation	Type de perturbation	Bandes touchées
	(N/ha)	(N/ha)	(N/ha)	(%)	(m ² /ha)	(m ² /ha)	(m ²)	(%)				
HET 25	773	755	-18	-2	18	22,9	4,9	27		1991 et 1995	Coupes	
HET 26	416	438	22	5	34,2	38,6	4,4	13	3,25	1991, 1993 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	F4 (1999)
HET 29	830	731	-99	-12	30,8	25,9	-4,9	-16	6,95	1996	Coupe	
HET 30	576	470	-106	-18	38,1	32,4	-5,7	-15	3,1	1999	Coupe	
HET 52	320		environ 90%		25,8				2,55	1991, 1998 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	
HET 54a	474	0	-474	-100	30,1	0	-30,1	-100		1995 et 1999	Coupe et chablis	
HET 54b	310	0	-310	-100	22,6	0	-22,6	-100	3,1	1991, 1995 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	
HET 55	286	222	-64	-22	26,2	21,2	-5	-19	4	1990, 1998 et 1999	1x coupe (1998) et 2x chablis	
HET 60	741	318	-422	-57	29,1	19,4	-9,7	-33	5,05	1999	Chablis	
HET 64	603	559	-44	-7	25,1	27,7	2,6	10		1994	Coupe	
HET 65	310	425	115	37	25,9	26,2	0,3	1		1994, 1997 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	
HET 76	237	182	-55	-23	26,1	25,5	-0,6	-2	3,4	1990 et 1997	1x coupe et 1x chablis (1990)	
HET 81	222	222	0	0	34,2	36	1,8	5	2,15	1992	Coupe	
HET 88	961	778	-183	-19	25,8	23,3	-2,5	-10	3,4	1993, 1995 et 1999	Coupes	F1 F2 F3 F2 (1999)
HET L1	317	323	5	2	22,4	25,3	2,9	13		1993	Coupe	
HET L2	310	285	-25	-8	31	33,5	2,5	8		1990 et 1995	Coupe et chablis (1995)	
MEL 05	388	392	4		1	27,7	28,7	1	0,38	1995	Coupe	Coupe
PL 20	314	278	-36	-11	59,7	56,3	-3,4	-6	2,8	1997	Coupe	
PL 41	806	644	-162	-20	33	24,9	-8,1	-25	3,95	1991, 1994 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	
PM 17	863	437	-427	-49	20	12,4	-7,6	-38		1994 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
PM 20	947	850	-97	-10	76,3	65,5	-10,8	-14	4,3	1997	Coupe	
PM 40a	711	502	-210	-29	37	34,3	-2,7	-7	6,3	1996	Coupe	
PM 40b	683	508	-175	-26	26,8	27	0,2	1	11,8	1995 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
PM 40c	577	396	-182	-31	23,8	22,8	-1	-4	8,45	1993, 1997 et 1999	2x coupes et 1x chablis (1999)	
PM 72	537	353	-184	-34	27,1	20,7	-6,4	-24	10,1	1996 et 1999	Coupe et chablis (1999)	F2 F4 F4 (1999)
PM 85	511	487	-23	-5	24	27,2	3,2	13		pas de perturbation		
PS 04	1 109	1 078	-31	-3	46,2	48,3	2,1	5	1,25	1994 et 2000	Chablis	F2 (1999)
PS 15	708	479	-229	-32	40,2	21,2	-19	-47	3,15	1995 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
PS 35	847	836	-10	-1	28	29,6	1,6	6	7,7	1996	Coupe	
PS 41	755	609	-145	-19	30,3	28,4	-1,9	-6	3,55	1991 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
PS 44	527	552	25	5	31,4	33,1	1,7	5		1991 et 2000	Coupe et défoliateurs (2000)	
PS 45	927	768	-159	-17	37,3	37,1	-0,2	-1	6,75	1995 et 1998	Coupes	
PS 61	479	0	-479	-100	34,9	0	-34,9	-100	14,1	1991 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
PS 63	580	788	208	36	33	35,7	2,7	8	5,7	1999	Chablis	
PS 67a	886	504	-382	-43	38,4	16,4	-22	-57	4,7	1990 et 1999	Chablis	
PS 67b	543	475	-67	-12	37	32	-5	-14	2,9	1991 et 1999	Coupe et chablis (1999)	F6 F7 F7 (1999)
PS 76	525	109	-417	-79	33,9	9,1	-24,8	-73	12,2	1990 et 1999	Chablis	toutes les bandes en 1999
PS 78	771	612	-159	-21	33,7	30,9	-2,8	-8	4,75	1992 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
PS 88	510	418	-93	-18	28,1	9,8	-18,3	-65	3,75	1995 et 1999	Coupe	F1 F3 F4 F7 (1995)
PS 89	674	0	-674	-100	37,9	0	-37,9	-100	3,35	1998 et 1999	Coupe et chablis (1999)	
SP 05	436	438	2	0	33,3	37,1	3,8	11	3,1	1993 et 1997	Chablis	
SP 07	496	442	-54	-11	58,5	62,5	4	7	2,3	1999	Chablis	
SP 09	455	387	-68	-15	40,3	36,5	-3,8	-9	1,15	1990, 1993 et 1994	Coupe (1990) et chablis	
SP 11	544	386	-158	-29	59,5	55	-4,5	-8	3,35	1997	Coupe	
SP 25	624	568	-56	-9	42,4	40,5	-1,9	-4	5,1	1992, 1995, 1998 et 1999	2x coupes et 2x chablis (1995 et 1999)	
SP 26	530	559	29	5	31	34,4	3,4	11		1992 et 1997	Coupe	F2 (1997)
SP 38	417	446	29	7	42,6	50,2	7,6	18	7,7	1992, 1994 et 2000	2x coupes et chablis (2000)	F6 F8 (2000)
SP 39	806	762	-44	-5	42,5	50,2	7,7	18		1994	Coupe	
SP 57	557	285	-272	-49	38,8	26,8	-12	-31	4,35	1998 et 1999	Coupe et chablis (1999)	F1 F2 F3 F4 F5 F8 (1999)
SP 63	396	479	83	21	38,6	44,9	6,3	16		1992	Coupe	
SP 68	449	354	-95	-21	57,8	54,8	-3	-5	4,3	1995 et 1999	Coupe et chablis (1999)	F2 F6 (1999)

Tableau 3 : Autres types de perturbations observées sur les bandes d'observation floristique lors des relevés sur le terrain.

Table 3: *Additional disturbances observed on the sub-plots during ground vegetation assessments.*

Placette	Année	Perturbation	Bandes touchées
CHP 40	2000	Girobroyage	F6 F7
CHS 01	2000	Bois dépôt	F8
CHS 27	2000	Débardage	F5 F7
CHS 57a	2000	Débardage	F2
CHS 57a	1997	Sangliers	F5 F6
CHS 57a	1999	Sangliers	F8
CHS 57b	2000	Sangliers	
CHS 72	2000	Débardage	F4
CHS 86	2000	Débardage	F4
CHS 88	1999	Bois dépôt	F3 F4
CHS 88	2000	Débardage	F8
CHS 88	1999	Rémanents	F5 F7
CHS 88	2000	Rémanents	F5 F7
DOU 23	2000	Rémanents	F4 F8
EPC 73	1997	Bois dépôt	F7
EPC 73	1998	Bois dépôt	F7
EPC 73	1995	Sangliers	F5 F8
EPC 73	1996	Sangliers	F5
EPC 73	1997	Travaux	F7
EPC 74	1995	Débardage	
EPC 74	1998	Débardage	F5
EPC 74	2000	Débardage	F5
EPC 74	1997	Débroussaillage	F3
EPC 74	1997	Sangliers	F6 F7 F8
EPC 74	1998	Sangliers	F6 F7 F8
EPC 74	1999	Sangliers	F6 F7 F8
EPC 74	2000	Sangliers	F5 F6 F7 F8
EPC 87	1995	Débardage	F8
EPC 88	1995	Débardage	F3 F6 F7
EPC 88	1998	Débardage	F5 F6 F8
HET 04	2000	Sangliers	F5 F7
HET 14	2000	Débardage	F5
HET 26	1999	Débardage	F8
HET 54a	1996	Débardage	F6
HET 54a	2000	Débardage	
HET 54b	1997	Débardage	F1 F2 F5 F8
HET 54b	1997	Sangliers	F7
HET 55	2000	Débardage	F5 F8
HET 65	2000	Bois dépôt	F8
HET 88	1999	Rémanents	F1 F2 F4
MEL 05	1995	Pâturage	F5 F6 F7 F8
MEL 05	1997	Pâturage	F5 F6 F7 F8
MEL 05	2000	Pâturage	F5 F6 F7 F8
MEL 05	1997	Sangliers	F6 F7
PM 20	1997	Cochons	F1 F2 F3 F4
PL 20	1995	Cochons + Débardage	F5 F6 F7 F8
PL 41	2000	Bois dépôt	F6
PL 41	2000	Débardage	
PS 67b	2000	Sangliers	F7
PS 88	1995	Débardage	F1 F3
PS 88	2000	Débardage	F7 F8
SP 05	1997	Débardage	F1 F5
SP 05	1999	Sangliers	F5
SP 38	2000	Débardage	F7
SP 38	2000	Sangliers	F5 F7
SP 57	1998	Bois dépôt	F2
SP 57	1998	Débardage	F4 F8
SP 57	2000	Débardage	F4
SP 57	1998	Sangliers	F8
SP 68	1998	Sangliers	F8

4. Intercalibration (mai 2000 et mai 2001) : méthodes, résultats et conclusions pour les campagnes d'expertise

Dans un souci de contrôle de la qualité des observations floristiques et en raison des divergences parfois importantes entre relevés des observateurs et des contrôleurs concernant 17 couples d'observations lors de la campagne 1994-1995, le groupe d'experts a décidé de se livrer à un exercice d'intercalibration des observations. Cet exercice avait pour premier but de comparer les relevés effectués, le même jour, par chaque équipe sur les mêmes transects de 50 m x 2 m en forêt et pour deuxième objectif de mieux calibrer les estimations des experts concernant la liste des espèces à retenir, les coefficients d'abondance-dominance à attribuer et le recouvrement des différentes strates à évaluer. Ce chapitre expose en détail les résultats de ces comparaisons.

4.1. Matériels et méthodes

La première opération d'intercalibration s'est déroulée les 24 et 25 mai 2000 près de Chambéry. Six transects étaient matérialisés dans une forêt mixte collinéenne de la chaîne de l'Epine, en Savoie. Une liste approximative (contenant quelques espèces non présentes et dans laquelle manquaient quelques espèces réellement présentes), présentée strate par strate, a été fournie pour chaque transect aux 11 équipes présentes.

Le premier jour, chaque équipe a effectué à tour de rôle les relevés classiques (liste des espèces par strate, coefficient d'abondance-dominance, recouvrement des strates) dans 4 bandes. Après chaque relevé, pour lequel était noté la durée, l'ordre et le nombre d'observateurs, et les données ont été saisies sur ordinateur dans la nuit. Durant la même nuit quelques volontaires ont commencé le traitement des données pour mettre en évidence les divergences entre observateurs.

Au cours de la matinée de la seconde journée, les divergences ont été analysées et chaque équipe a pu s'interroger sur sa manière de noter. En début d'après-midi, sur l'un des transects de la veille, tous les experts se sont réunis pour comparer leurs estimations du recouvrement dans chaque strate. Puis deux nouveaux transects ont été observés.

Ces dernières données ont été saisies et traitées plus tard. L'ensemble des observations a fait l'objet d'un traitement approfondi présenté plus loin.

Le deuxième exercice d'intercalibration s'est déroulé les 21 et 22 mai 2001 en forêt de Fontainebleau avec 9 équipes seulement. Le dispositif expérimental était semblable : quatre transects réalisés le premier jour à l'aide d'une liste exhaustive des espèces pour seulement trois d'entre eux ; le quatrième transect a été observé sans liste préalable ; le lendemain matin, saisie et traitement des données, réunion de réflexion, puis trois transects nouveaux avec liste d'espèces.

La plus grande partie des résultats présentés concerne l'ensemble des deux exercices d'intercalibration. Dans certains cas, les résultats sont présentés pour une année puis pour l'autre lorsque cela a semblé nécessaire ou plus clair.

4.2. Variabilité de l'estimation du recouvrement des strates

Le Tableau 4 et la Figure 5 illustrent la variabilité de l'estimation du recouvrement de la végétation dans chaque strate et pour le sol nu. Les résultats sont représentés par les valeurs minimales (Min) et maximales (Max), leurs amplitudes (Ampl.), les moyennes (Moy.), les écarts types (E.T.) et le premier et deuxième jour d'observation (J1, J2). Compte tenu des différences de recouvrement, ces valeurs sont difficilement comparables entre elles.

Nous avons donc calculé le coefficient de variation ($CV = (E.T./Moy.) \cdot 100$) qui, lui, peut être comparé valablement.

Tableau 4 : Estimation du recouvrement de la végétation dans chaque strate et pour le sol nu dans chacun des transects observé pendant les campagnes d'intercalibration.

Table 4: *Estimation of vegetation cover in each strata and on bare soil for each transect observed during the inter-calibration exercises.*

Strate arborescente									Strate arbustive haute					
Année	Jour	Bande	Recouvrement (%)					C.V.	Recouvrement (%)					C.V.
			Min	Max	Ampl.	Moy.	E. T.		Min	Max	Ampl.	Moy.	E. T.	
2000	J1	F1	65	95	30	80,5	9,3	11,6	20	70	50	45,9	15,0	32,6
2000	J1	F2	40	100	60	71,8	20,4	28,4	5	80	75	46,8	23,8	50,8
2000	J1	F3	70	100	30	93,0	8,6	9,2	1	10	9	4,4	2,4	55,4
2000	J1	F4	20	95	75	78,2	22,3	28,5	20	50	30	35,5	9,9	27,8
2000	J2	F6	60	98	38	80,3	12,6	15,7	15	80	65	47,7	21,6	45,3
2000	J2	F7	70	100	30	88,8	8,3	9,4	15	80	65	30,0	20,5	68,3
2001	J1	B1	80	93	13	85,9	5,1	5,9	7	25	18	18,6	6,6	35,7
2001	J1	B2	65	95	30	83,3	9,4	11,2	5	20	15	12,2	5,4	43,8
2001	J1	B3	70	90	20	78,0	8,6	11,0	0	30	30	9,0	12,4	137,4
2001	J1	B4	55	90	35	70,6	11,0	15,6	5	20	15	10,2	5,3	51,7
2001	J2	B5	45	70	25	57,8	8,7	15,1	1	5	4	3,3	1,4	42,4
2001	J2	B6	35	60	25	47,8	8,3	17,4	0	5	5	1,3	2,1	159,1
2001	J2	B7	30	65	35	53,3	11,2	21,0	10	35	25	21,0	7,9	37,7
Strate arbustive basse									Strate herbacée					
Année	Jour	Bande	Recouvrement (%)					C.V.	Recouvrement (%)					C.V.
			Min	Max	Ampl.	Moy.	E. T.		Min	Max	Ampl.	Moy.	E. T.	
2000	J1	F1	15	60	45	32,3	13,8	42,9	15	70	55	51,5	19,9	38,6
2000	J1	F2	17	40	23	26,5	7,8	29,5	25	70	45	51,8	13,3	25,6
2000	J1	F3	15	30	15	20,5	6,1	29,8	50	95	45	84,5	13,8	16,4
2000	J1	F4	15	50	35	23,6	9,5	40,2	20	75	55	50,5	16,0	31,8
2000	J2	F6	15	50	35	29,1	8,9	30,6	30	75	45	50,5	12,3	24,5
2000	J2	F7	5	25	20	13,2	5,6	42,5	20	60	40	33,2	11,9	35,8
2001	J1	B1	5	15	10	8,7	3,2	37,4	10	48	38	20,3	12,0	59,2
2001	J1	B2	8	20	12	14,2	4,2	29,8	15	50	35	39,1	11,8	30,2
2001	J1	B3	3	10	7	5,9	2,1	36,5	30	60	30	41,3	9,5	23,1
2001	J1	B4	15	35	20	18,6	6,5	35,1	55	90	35	75,6	11,0	14,6
2001	J2	B5	1	6	5	3,2	2,0	61,6	30	80	50	63,3	18,5	29,3
2001	J2	B6	5	35	30	23,3	7,9	33,9	50	85	35	72,8	12,0	16,5
2001	J2	B7	30	60	30	44,4	9,5	21,4	75	100	25	90,0	10,1	11,2
Strate muscinale									Sol nu					
Année	Jour	Bande	Recouvrement (%)					C.V.	Recouvrement (%)					C.V.
			Min	Max	Ampl.	Moy.	E. T.		Min	Max	Ampl.	Moy.	E. T.	
2000	J1	F1	0	5	5	1,7	1,4	83,4	1	80	79	35,5	22,3	62,6
2000	J1	F2	3	30	27	9,1	8,9	97,8	5	80	75	44,1	18,3	41,5
2000	J1	F3	0	5	5	2,4	1,8	76,3	0	30	30	11,8	9,6	80,9
2000	J1	F4	1	8	7	4,1	2,1	50,7	2	70	68	37,9	17,1	45,1
2000	J2	F6	0	5	5	1,3	1,6	122,2	25	70	45	48,6	12,7	26,0
2000	J2	F7	2	15	13	7,5	4,5	59,8	40	75	35	59,0	10,7	18,2
2001	J1	B1	3	20	17	11,9	6,2	51,8	50	90	40	72,8	10,9	15,0
2001	J1	B2	2	10	8	6,2	3,0	48,1	40	80	40	56,7	13,5	23,8
2001	J1	B3	3	15	12	7,3	3,8	51,5	45	65	20	53,9	6,5	12,1
2001	J1	B4	1	5	4	3,0	1,3	44,1	15	45	30	24,8	10,9	44,1
2001	J2	B5	75	100	25	86,7	8,3	9,6	0	20	20	7,9	6,2	78,3
2001	J2	B6	0	1	1	0,3	0,5	150,0	15	45	30	26,1	11,4	43,6
2001	J2	B7	0	1	1	0,1	0,3	300,0	0	25	25	5,4	7,6	139,0

Pour les strates arborescente, arbustive basse et herbacée la variabilité des estimations est faible. En revanche pour les strates arbustive haute, muscinale et pour le sol nu, la variabilité est forte voire très forte. Cela provient d'une mauvaise estimation de la hauteur réelle pour les arbustes hauts qui peuvent être classés dans les arbres par certains observateurs, de la prise en compte ou non des mousses corticales, saxicoles ou du bois mort (qui selon le manuel ne devraient pas entrer dans l'observation) et de la difficulté à estimer le recouvrement des mousses, cachées par la strate herbacée. Pour le sol nu, la grande variabilité est liée à sa définition variable et subjective selon les experts.

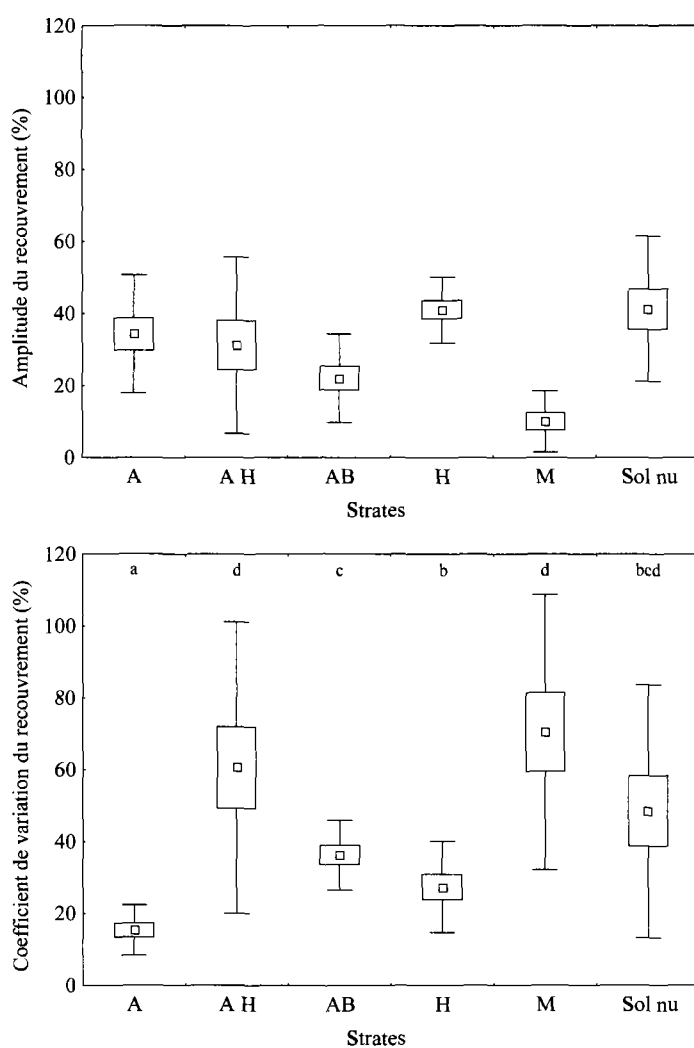


Figure 5 : Amplitude et coefficient de variation du recouvrement de la végétation dans chaque strate (A = arbres, AH = arbustes hauts, AB = arbustes bas, H = herbacées et M = mousses) et pour le sol nu pour les 13 transects observés pendant les deux campagnes d'intercalibration.

Figure 5: *Amplitude and variation coefficient for vegetation cover in each strata (A = trees, AH = high shrubs, AB = shrubs, H = herbaceous et M = mosses) and on bare soil for the 13 transects observed during the two inter-calibration exercises.*

La Figure 6 illustre les effets éventuels des exercices d'intercalibration entre équipes. Le résultat est décevant : aucun effet significatif (test de Wilcoxon pour échantillons appariés) de la concertation n'est décelable, ni entre le premier et le second jour ni entre la première année et la deuxième. On constate une amélioration de l'estimation du recouvrement du sol nu et, dans une moindre mesure, de la strate des arbres, en 2000, mais une dégradation pour ces deux mêmes strates en 2001. Les

mousses ont tendance à montrer une dégradation suite à l'exercice, pour les deux années. Il y a une amélioration pour les herbacées, en 2001 seulement.

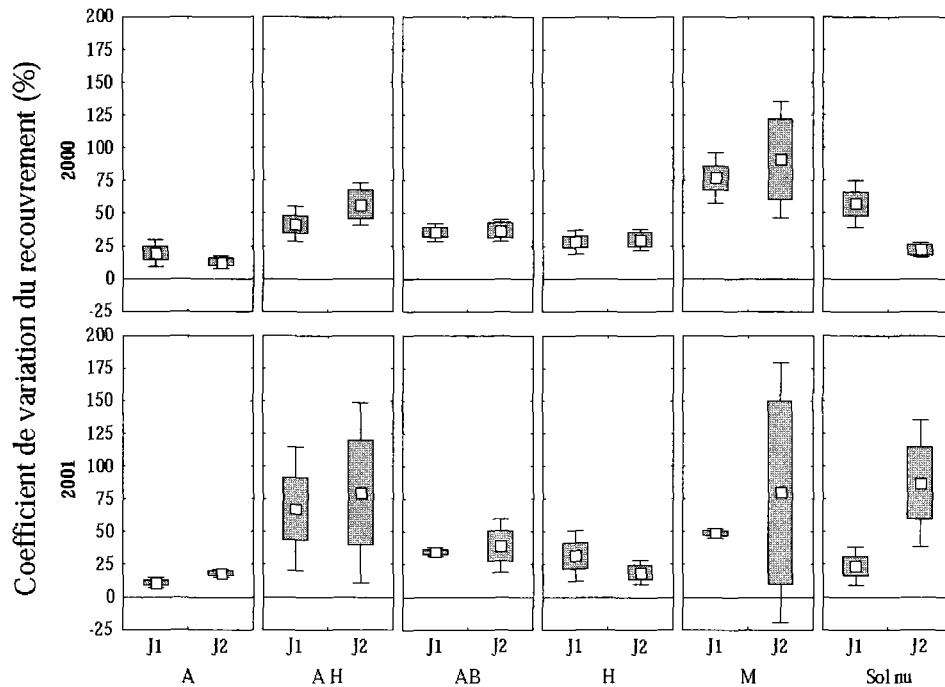


Figure 6 : Effet de la concertation : comparaison du coefficient de variation du recouvrement pour chacune des strates (A = arbres, AH = arbustes hauts, AB = arbustes bas, H = herbacées et M = mousses) entre la première journée (J1) et la deuxième journée (J2) d'intercalibration pour 2000 et 2001.

Figure 6: Results of the inter-calibration exercises: comparison of the variation coefficient for vegetation cover in each strata (A = trees, AH = high shrubs, AB = shrubs, H = herbaceous et M = mosses) between the first (J1) and second day (J2) for 2000 and 2001.

La Figure 7 compare les recouvrements estimés en pourcentage avec ceux calculés à partir de la somme des coefficients d'abondance-dominance et transformés en pourcentages, pour chaque strate de végétation. La partie blanche des histogrammes rassemble les estimations cohérentes. La partie grisée montre les estimations inférieures à la somme des coefficients ; cela n'est pas grave si l'on considère que les espèces peuvent se recouvrir dans une strate et que la somme des coefficients peut être supérieure au recouvrement réel.

La partie noire, en revanche, révèle une anomalie ; en effet, elle correspond à une sous-notation des coefficients dont la somme n'atteint pas l'estimation finale du recouvrement. Un expert, en 2000, sous-estimait très fortement les coefficients ou surestimait les recouvrements. En 2000, l'effet observateur était significatif (test G, $p = 0,0001$) pour les trois catégories de cas (estimation bonne, supérieure ou inférieure), mais en 2001 il ne l'était plus en raison de la forte diminution des sous-estimations des coefficients ($p = 0,6766$). C'est un résultat encourageant que l'on peut attribuer à la concertation.

En 2000, les sous-notations concernent principalement la strate des arbustes hauts et des mousses. En 2001, elles se répartissent équitablement entre les différentes strates.

Le graphique du bas de la Figure 7, pour le même phénomène, montre bien (test Khi^2 , $p = 0,0002$) l'amélioration de 2000 à 2001, mais ne met pas en évidence d'effet premier /second jour.

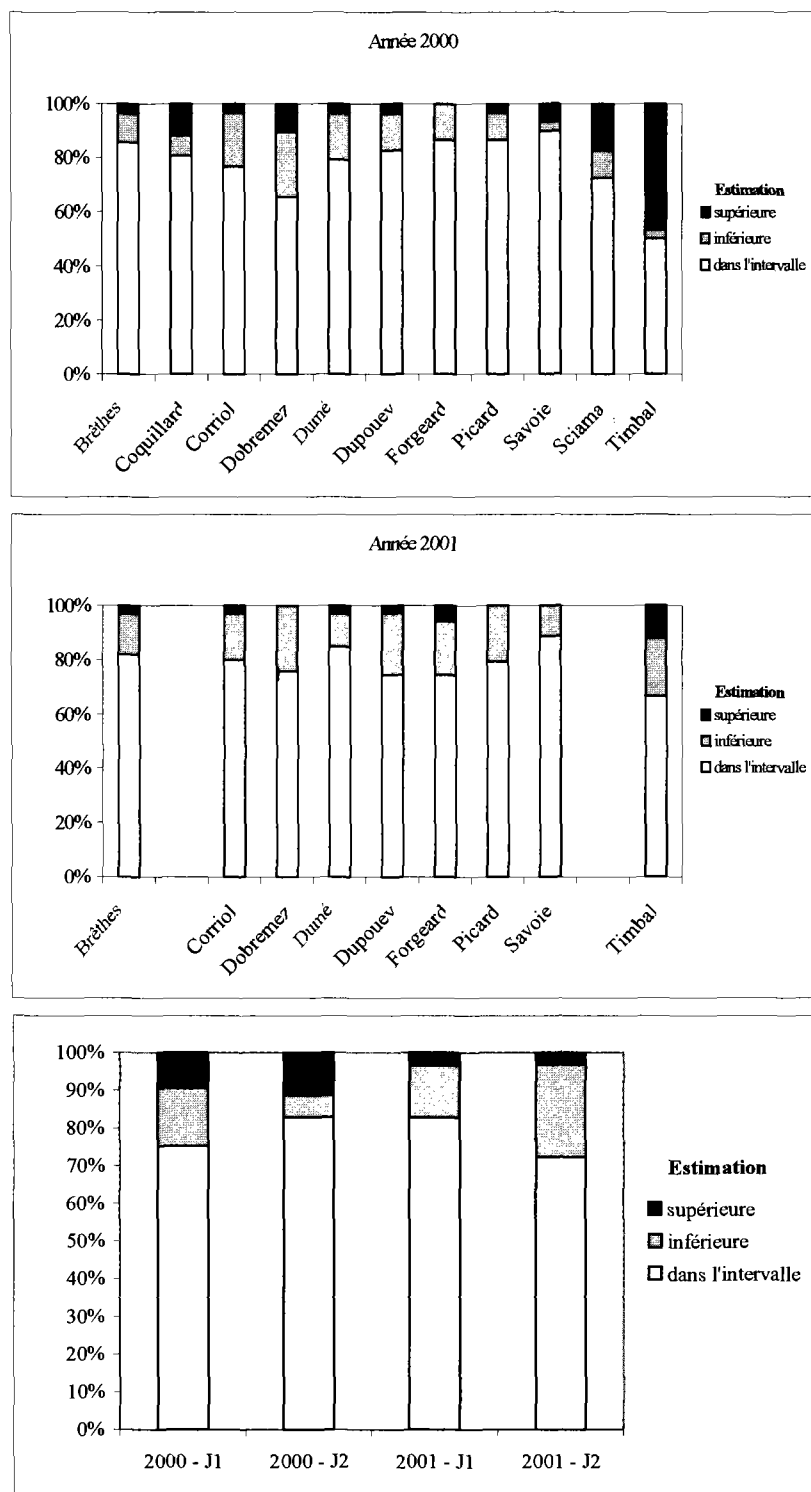


Figure 7 : Comparaison, pour chacun des observateurs (les deux graphiques du haut – jours 1 et 2 confondus) et pour la totalité des observateurs (graphique du bas), entre les recouvrements des strates estimés et calculés à partir des coefficients d’abondance-dominance des espèces notées dans les différents transects en 2000 et 2001.

Figure 7: *Vegetation cover for the different strata as estimated by each expert (top two figures – days 1 and 2 combined) and by all the experts combined (bottom figure), as compared to the cover calculated as the sum of the abundance-dominance coefficients given to all the species recorded in the different transects in 2000 and 2001.*

4.3. Variabilité de l'estimation de la richesse spécifique

Selon les connaissances botaniques des experts et selon leur origine géographique qui les a habitués à une flore particulière, le nombre d'espèces observées varie parfois fortement. La Figure 8 et la Figure 9 montrent cette variabilité pour l'intercalibration 2000 (cette analyse n'a pas été faite pour l'intercalibration 2001, car une seule bande avait été observée en aveugle, c'est-à-dire sans liste d'espèces préétablie).

Les valeurs dans la Figure 8 et la Figure 9 représentent la moyenne et les écarts-types des observations par transect, toutes strates confondues, puis strate par strate. Ces valeurs sont comparées à la moyenne des observations matérialisée par la ligne horizontale.

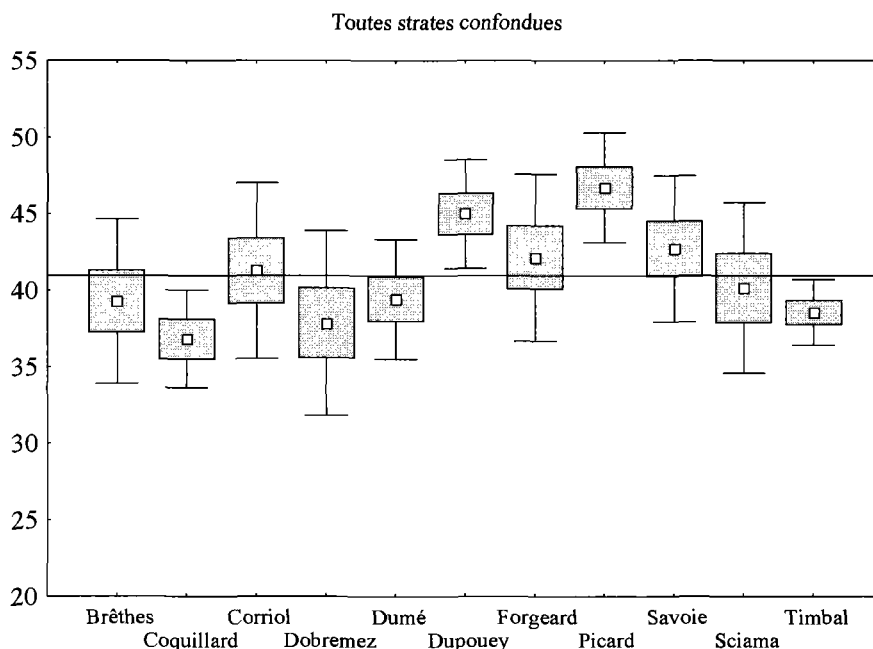


Figure 8 : Variation du nombre d'espèces observées, toutes strates confondues en fonction de l'observateur, pour les transects 2000.

Figure 8: Number of species recorded by the experts (all strata) during the 2000 intercalibration exercise, compared to the mean of all observations (horizontal line).

Les différences peuvent provenir :

- d'une meilleure connaissance de la flore,
- d'erreurs de détermination,
- de la prise en compte d'espèces ou d'individus en limite de bande,
- de la prise en compte d'espèces ou d'individus dans une ou plusieurs strates...

Ces différents cas seront étudiés en détail dans le chapitre 6 sur les contrôles (page 36).

La variabilité des observations concerne toutes les strates (Figure 9), mais les raisons à l'origine des différences ne sont pas les mêmes. Pour les strates hautes, il s'agit le plus souvent d'imprécisions d'affectation à une strate ou d'individus en limite de bandes. Pour les strates basses et en particulier pour les herbacées et les mousses, les problèmes de détermination sont dominants.

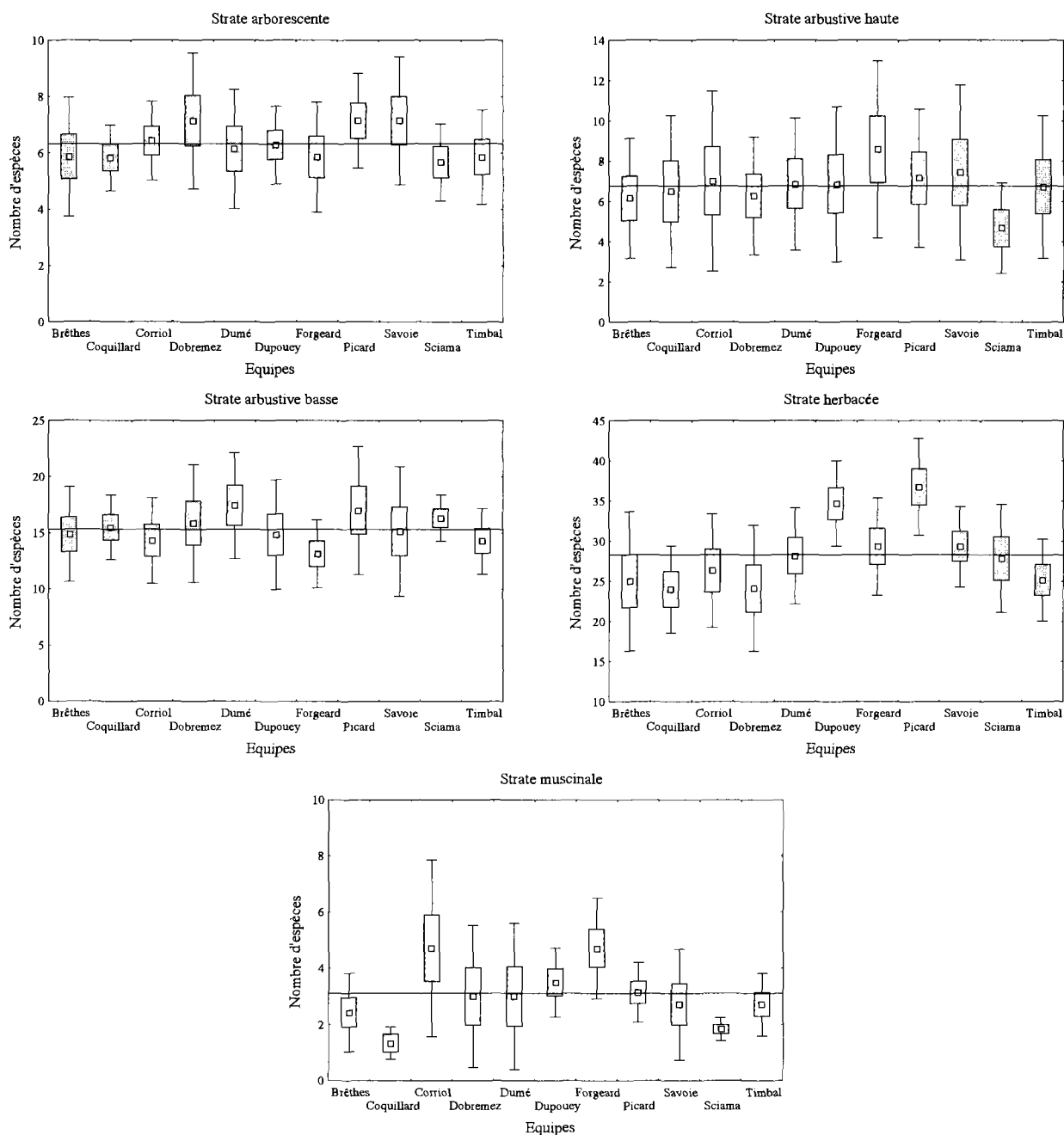


Figure 9 : Variations du nombre d'espèces observées pour chacune des strates, en fonction de l'observateur, pour les transects 2000.

Figure 9: Number of species recorded by the experts, stratum by stratum, during the 2000 inter-calibration exercise, compared to the overall mean by stratum (horizontal line).

Nous avons testé trois facteurs qui pourraient être à l'origine de la variabilité des observations à l'aide de régressions multiples :

- l'ordre dans lequel a été fait le relevé dans la journée (effet fatigue),
- la durée du relevé,
- le nombre d'observateurs dans l'équipe.

L'effet "fatigue" et l'effet "durée" sont nets (Figure 10). La richesse observée diminue avec l'ordre du relevé et augmente avec la durée d'observation. En revanche, l'effet «nombre d'observateurs» n'est pas toujours significatif (Figure 10).

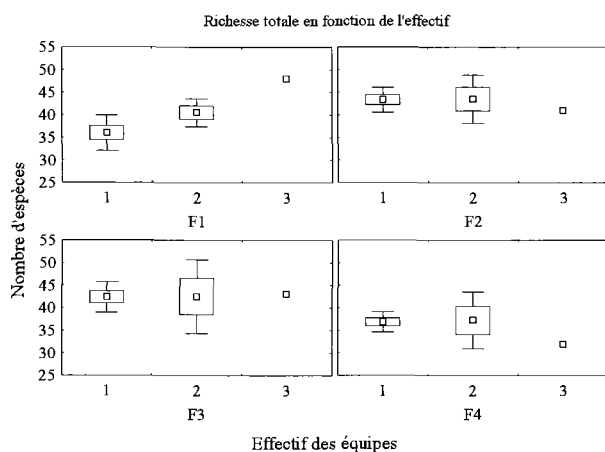
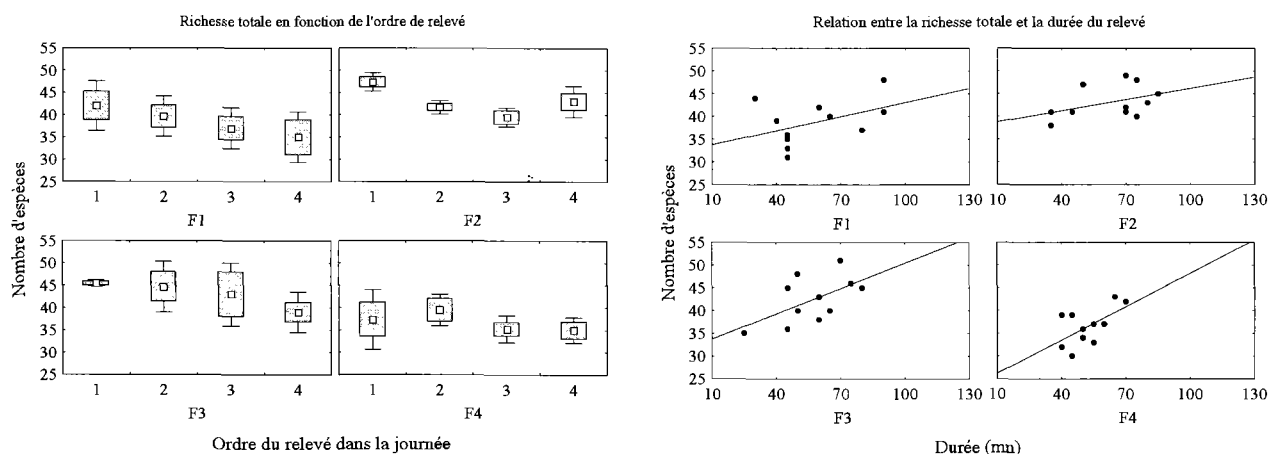


Figure 10 : Influence de l'ordre du relevé, de la durée du relevé et de l'effectif de l'équipe sur la richesse totale observée dans les différents transects en 2000 (F1 à F4 : numéros des transects).

Figure 10: *Effects of relevé order, relevé duration and number of experts in the team on the number of species recorded during the 2000 inter-calibration exercise (F1 to F4: transect numbers).*

Pour l'exercice 2001 (Figure 11) les résultats sont semblables. Pour chaque séance de travail du matin et de l'après-midi, le premier relevé est plus riche que le second. La durée de l'observation est toujours un facteur favorable. L'effet "nombre d'observateurs" est cette fois positif.

Pour déceler l'effet de ces trois variables, nous avons effectué une régression multiple uniquement sur les relevés effectués sans l'aide d'une liste d'espèces : quatre en 2000 et, un, en 2001 (Tableau 5). Pour deux relevés le test de régression multiple est significatif avec une probabilité inférieure à 5%. Pour deux autres relevés la probabilité est inférieure à 10%. Pour les deux autres, la régression n'est pas significative.

Les trois facteurs interviennent, mais avec des poids différents selon les relevés :

- F1 (2000) : le nombre d'observateurs explique près de 50% de la variation du nombre d'espèces observées ;
- F2 (2000) : non significatif ;
- F3 et F4 (2000) : la durée du relevé influence la richesse estimée (contribution de 33 et 35%) ;
- B4 (2001) : régression non significative, mais si l'on élimine un observateur, la régression sur ce nouveau B4* devient significative. La richesse estimée est fortement influencée (64%) par l'effectif, et dans une moindre mesure (20%), par la durée.

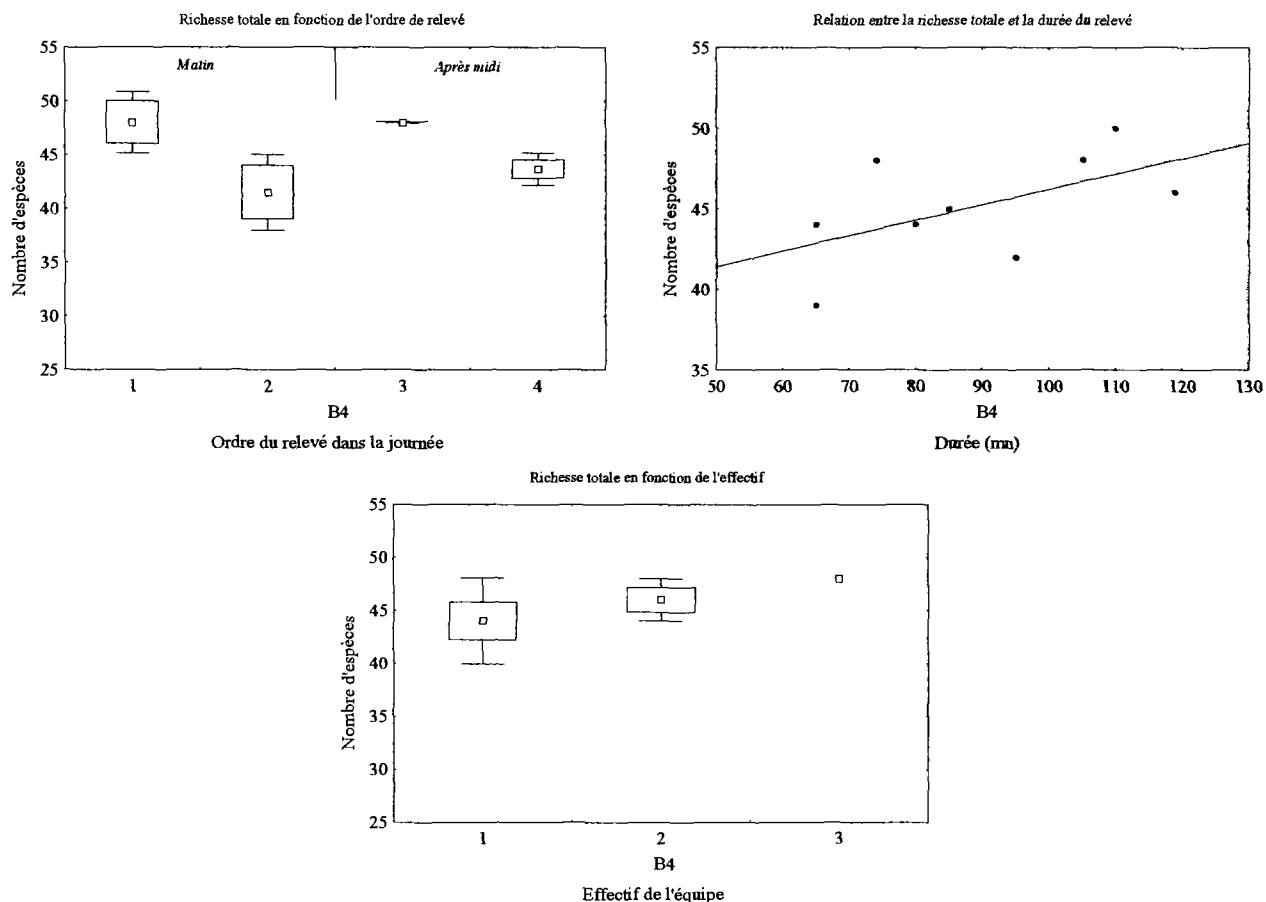


Figure 11 : Influence de l'ordre du relevé, de la durée du relevé et de l'effectif sur la richesse totale observée dans le transect en 2001 (B4 est le seul transect observée sans l'aide d'une liste d'espèces).

Figure 11: *Effect of relevé order, relevé duration and number of experts in the team on the number of species recorded during the 2001 inter-calibration exercise (B4 was the only transect observed without a list of species).*

Tableau 5 : Régressions multiples entre la richesse totale du relevé et l'effectif de l'équipe, l'ordre de passage et la durée du relevé de chaque bande. Les probabilités associées aux test t et F en gras sont inférieures à 5% et en italique, comprises entre 5 et 10%.

Table 5: *Multiple regressions between total richness of relevé and relevé order, relevé duration and number of experts in the team for each transect. Associated probabilities for t and F statistical tests in bold are lower than 5% and in italics, between 5 and 10%.*

Bande	Test de signification de la régression			r	Coeff. corr. Multiple	Contribution des variables			
	n	F	p			Variable	Cstte	p	Contrib
F1	11	F(2,8)=8,28	0,0113	0,82	0,67	Effectif	4,70	0,0150	48,5%
						Ordre	-1,57	0,1326	18,9%
F2	11	F(1,9)=2,73	0,1330	0,48	0,23	Ordre	-1,42	0,1330	23,3%
F3	11	F(1,9)=4,51	0,0627	0,58	0,33	Durée	0,19	0,0627	33,4%
F4	11	F(1,9)=4,76	0,0569	0,59	0,35	Durée	0,24	0,0569	34,6%
B4	9	F(2,6)=3,35	0,1056	0,73	0,53	Durée	0,10	0,0825	32,8%
						Effectif	2,15	0,1503	20,0%
B4*	8	F(3,4)=7,36	0,0418	0,92	0,85	Effectif	3,57	0,0149	64,1%
						Durée	0,07	0,0881	19,6%

* : sans Corriol : observateur ayant trouvé, seul, beaucoup plus d'espèces que les autres.

4.4. Variabilité dans la délimitation des strates

L'affectation d'une espèce, en particulier d'une liane, à une strate est souvent source de confusion et de divergence entre observateurs bien que le manuel technique soit très précis sur ce point : "les lianes doivent être notées dans chacune des strates qu'elles occupent". Le Tableau 6 indique, en détail, pour 9 lianes, le résultat des observations.

Tableau 6 : Nombre d'observateurs ayant noté les espèces de liane dans les différentes combinaisons de strates, pour les transects observés et nombre de combinaisons de strates observées, sur un total de 12 en 2000 et 2001.

Table 6: Number of experts who recorded liana in different strata combinations (out of 12 total) during the 2000 and 2001 inter-calibration exercises.

Espèces	Année	Jour	Bande	Combinaison de strates												Non notée	Nbre Comb.		
				A	A	A	A	A											
				B	B	B			B	B	B	B							
				b			b			b	b		b	b					
			H	H	H	H			H	H		H	H						
<i>Clematis vitalba</i>	2000	J1	F1				1						1		4	5	3		
			F2	1				1	4	3		1					1	5	
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>helix</i>	2000	J1	F1		2	2	1				3	1		1	1		7		
			F2		4		3	2			1			1			5		
			F3		6		4	1									3		
			F4		2	1	1	4			1		1	1			7		
	2001	J2	F6				1							4	6		3		
			F7				1			4				2	4		4		
<i>Lonicera periclymenum</i> subsp. <i>periclymenum</i>	2000	J1	B4												9		1		
			F1							1	1		1	2	1	5	5		
			F2						1	3	1		2		3	1	5		
			F3						1		1		2	6	1		5		
2001	J1	F4									1	4	6		3				
		B4										4	5		2				
<i>Lonicera xylosteum</i>	2000	J1	F1										4	6		1	2		
			F2										8	3			2		
			F3										6	5			2		
			F4										7	3	1		3		
		J2	F6										9			2	1		
			F7							1		5	5				3		
<i>Tamus communis</i>	2000	J1	F1												11		1		
			F2													11		1	
			F3														11		1
			F4													10	1	1	
		J2	F6								1					10		2	
			F7													9	2	1	
<i>Vitis vinifera</i>	2000	J1	F2					1				1			9	2			

Nombre de combinaisons de strates différentes

Espèces	2000							2001
	J1				J2			J1
	F1	F2	F3	F4	F6	F7	B4	
<i>Clematis</i> sp.				1				
<i>Clematis vitalba</i>	3	5						
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>helix</i>	7	5	3	7	3	4	1	
<i>Lonicera nigra</i>	1	1	1	1	1	1		
<i>Lonicera periclymenum</i> subsp. <i>periclymenum</i>	5	5	5	3		1	2	
<i>Lonicera xylosteum</i>	2	2	2	3	1	3		
<i>Tamus communis</i>	1	1	1	1	2	1		
<i>Vitis vinifera</i>		2						

Pour *Hedera helix* subsp. *helix* dans les bandes F1 et F4 de 2000, il n'y a pas eu moins de 7 combinaisons différentes pour 11 équipes. La concertation du lendemain sur les résultats de la première journée a amélioré les résultats de la seconde journée, mais pas complètement. Un effort de cohérence reste nécessaire.

Pour ce qui concerne les arbustes, le manuel n'est sans doute pas assez clair et certains observateurs continuent à ne noter l'espèce que dans une strate, même si elle occupe deux niveaux (Tableau 7). Cela est particulièrement fréquent pour *Rubus fruticosus* car une seule notation indique mieux le recouvrement total de l'espèce. Pour la ronce, les observateurs ont proposé six combinaisons différentes pour la seule bande F2. La concertation du deuxième jour n'a pas sensiblement amélioré les choses, même si l'éventail des notations s'est un peu refermé le second jour.

Tableau 7 : Nombre d'observateurs ayant noté les espèces d'arbustes bas dans les différentes combinaisons de strates, pour les transects observés en 2000 et 2001.

Table 7: Number of experts who recorded lower shrub species in the different strata combinations during the 2000 and 2001 inter-calibration exercises.

Espèces	Année	Jour	Bande	Combinaison de strates						Non notée	Nbre Comb.	
				B	B	B						
				b	b		b	b				
	H	H		H	H							
<i>Daphne laureola</i>	2000	J1	F1				2	2	3	4		3
			F2				5	5	1			3
			F3				3	7	1			3
			F4				2	4	3	2		3
		J2	F6				9	2				2
			F7				9	2				2
<i>Ribes alpinum</i>	2000	J1	F1				2	3	5	1		3
			F2				5	6				2
			F3				5	4	2			3
			F4				1	10				2
		J2	F6				1		2	8		2
			F7				4	4	2	1		3
<i>Rosa arvensis</i>	2000	J1	F1				2	8	1			3
			F2				3	3	5			3
			F3						11			1
			F4				2	3	6			3
		J2	F6				1	7	3			3
			F7				1	5	4	1		3
<i>Rubus fruticosus</i> group.	2000	J1	F1				2	6	3			3
			F2	1	3	1	1	2	3			6
			F3				1	6	3	1		3
			F4				1	7	3			3
		J2	F6				1	7	2	1		3
			F7					9	2			2
<i>Rubus ulmifolius</i>	2001	J1	B4				8	1			2	
<i>Rubus ulmifolius</i>	2000	J1	F2			1				10	1	

Nombre de combinaisons de strates différentes

Espèces	2000						2001
	J1			J2			J1
	F1	F2	F3	F4	F6	F7	B4
<i>Daphne laureola</i>	3	3	3	3	2	2	
<i>Ribes alpinum</i>	3	2	3	2	2	3	
<i>Rosa arvensis</i>	3	3	1	3	3	3	
<i>Rubus fruticosus</i> group.	3	6	3	3	3	2	2

Pour les autres ligneux (Tableau 8) les résultats sont aussi variables et n'ont pas été améliorés par la concertation.

En définitive, l'affectation d'une espèce à une strate, qui rend compte en partie de l'évolution du peuplement ou de la vigueur de croissance des espèces, ne se fait pas encore de manière assez précise et consensuelle. D'autres exercices de concertation sont nécessaires et le manuel pourrait être plus précis.

Tableau 8 : Nombre de combinaisons de strates différentes pour les autres ligneux dans les transects observés en 2000 et 2001.

Table 8: Number of different strata combinations for the other ligneous species during the 2000 and 2001 inter-calibration exercises.

Espèces	2000						2001
	J1				J2		J1
	F1	F2	F3	F4	F6	F7	B4
<i>Abies alba</i>	3		1	2	3		
<i>Acer campestre</i>	3	1	1	1	4	4	1
<i>Acer opalus</i>	5		3	3	2	1	
<i>Acer platanoides</i>				1			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	2	1	3		4	
<i>Berberis vulgaris</i>					1		
<i>Betula pendula</i>		2					
<i>Carpinus betulus</i>	4	3	3	4	5	3	3
<i>Castanea sativa</i>	4	3	1	2	1		
<i>Cornus sanguinea</i>	2	2	1	3	2	3	
<i>Coronilla emerus</i> subsp. <i>Emerus</i>					1		
<i>Corylus avellana</i>	2	4		2	2	2	
<i>Crataegus laevigata</i> subsp. <i>laevigata</i>	2	2	1	1	1	1	
<i>Crataegus monogyna</i> subsp. <i>monogyna</i>	3	1	1	1	2	1	3
<i>Cytisus scoparius</i> subsp. <i>scoparius</i>					1	1	
<i>Euonymus latifolius</i>	3	3	2	2			
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>				1	2	1	2
<i>Frangula alnus</i>					1	1	
<i>Fraxinus excelsior</i>	3	3	1	2	2	4	
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>helix</i>	6	5	3	6	2	3	
<i>Ilex aquifolium</i>	3	2	1	3	2		2
<i>Laburnum anagyroides</i>					2	3	
<i>Ligustrum vulgare</i>	3	1	1	1	1	1	2
<i>Lonicera periclymenum</i> subsp. <i>periclymenum</i>							1
<i>Malus sylvestris</i>						1	1
<i>Picea abies</i>	3	3	3	3	1	3	
<i>Pinus sylvestris</i>							2
<i>Populus tremula</i>		2					
<i>Prunus avium</i>	3	3	1	1	3		
<i>Prunus mahaleb</i>						1	
<i>Prunus spinosa</i>					1	1	2
<i>Pseudotsuga menziesii</i>		2					
<i>Pyrus pyraeaster</i>					1	1	
<i>Quercus petraea</i>	1	3	1	1	3	1	2
<i>Quercus pubescens</i> subsp. <i>pubescens</i>							4
<i>Rhamnus catharticus</i>					2	1	
<i>Ruscus aculeatus</i>							1
<i>Sorbus aria</i> subsp. <i>aria</i>	1		1		4	1	
<i>Tilia platyphyllos</i> subsp. <i>platyphyllos</i>	3	3	2	3		2	
<i>Viburnum lantana</i>	1		1	1	2	1	
<i>Viburnum opulus</i>					1	1	

4.5. Etablissement d'un relevé modal

Pour comprendre la variabilité des observations, nous avons homogénéisé les données et établi un relevé "modal".

L'homogénéisation, réalisées en concertation avec tous les observateurs, a été apportée sur : la dénomination des espèces. Si une espèce a été nommée différemment par les observateurs, nous avons regroupé les indices donnés par les équipes sous le nom le plus commun (ex : *Viola riviniana* et *Viola reichenbachiana* ont souvent été rassemblées) ;

- l'affectation des strates. Certaines espèces vues dans des strates différents par les observateurs ont été regroupées dans la strate ou les strates les plus communes (ex : *Abies alba* vu par une équipe dans la strate des arbres et par 8 équipes dans la strate des arbustes hauts équivaut à *Abies alba* dans la strate des arbustes hauts pour 9 équipes).

Le relevé "modal", qui nous sert de référence, correspond à la liste des espèces notées par 5 équipes au moins en 2000 et par 4 équipes au moins en 2001 auxquelles est associée le coefficient d'abondance-dominance "modal" qui est celui attribué le plus fréquemment par les équipes. En cas d'égalité de fréquence pour deux coefficients différents, nous avons choisi de prendre le coefficient le plus commun observé dans les relevés voisins pour la même espèce. La Figure 12 illustre cette notion de relevé modal.

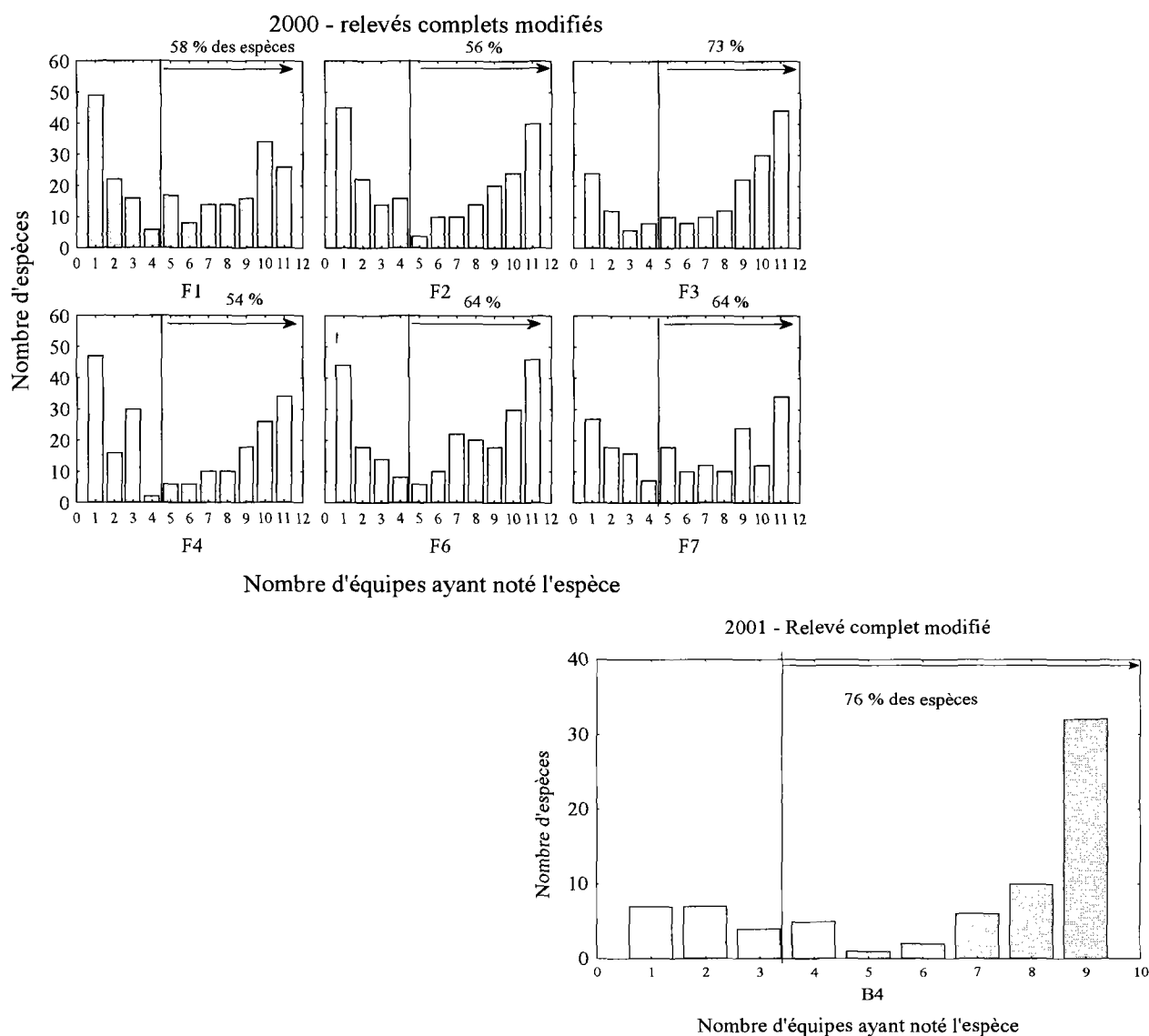


Figure 12 : Nombre d'espèces et nombre d'équipes qui les ont notées.

Figure 12: Number of observed species and number of teams of experts which observed them.

Il faut noter qu'en 2000 seulement 18% des espèces ont été observées par toutes les équipes (pourcentage cumulé sur toutes les bandes) et qu'en 2001 ce pourcentage est passé à 43%. Les espèces vues par une ou quelques équipes seulement sont affectées de coefficients généralement très faibles.

La Figure 13 illustre les mêmes résultats, mais strate par strate. Comme pour la Figure 12, il s'agit de la somme des six bandes pour 2000 et d'une seule bande pour 2001.

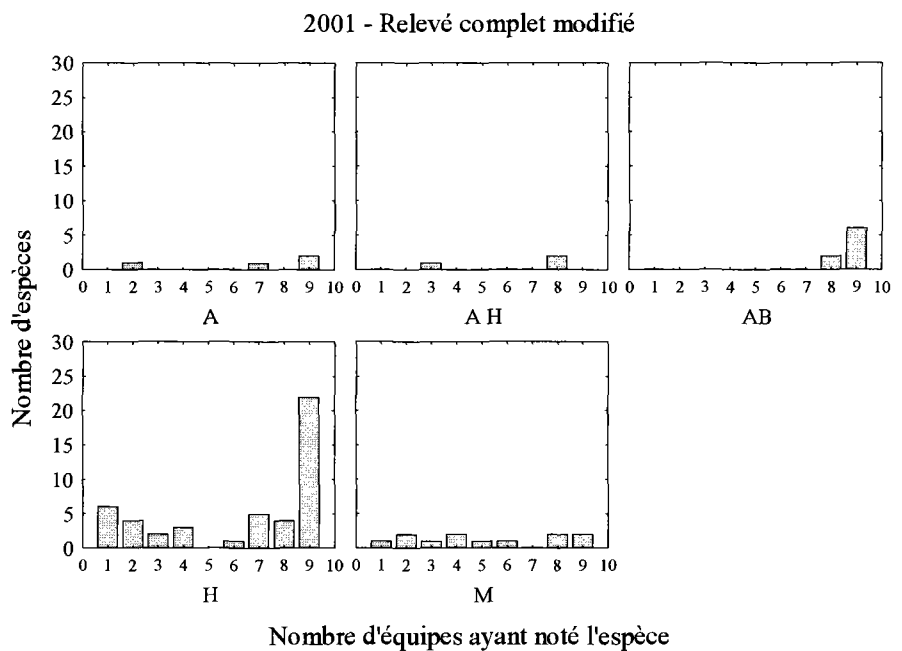
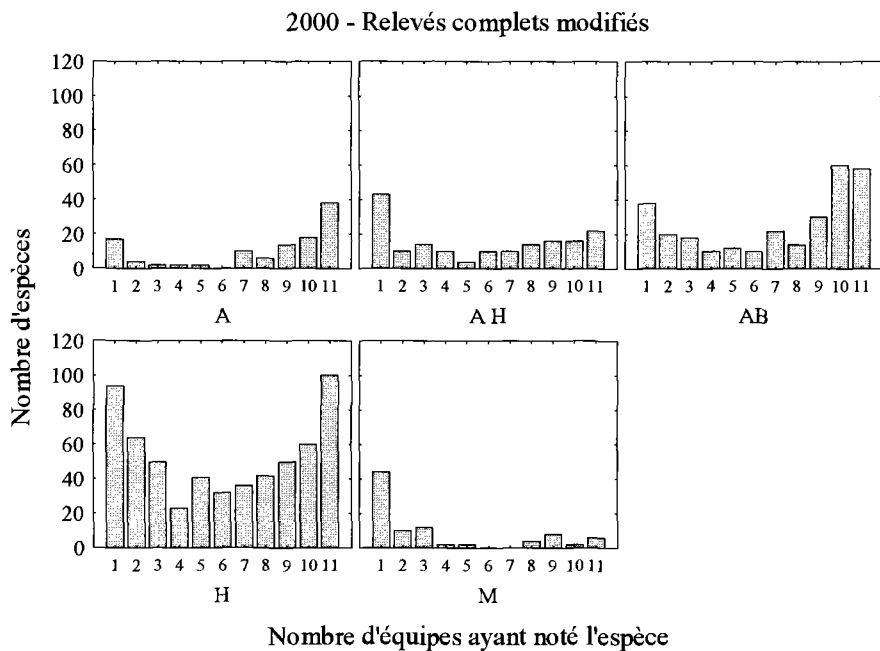


Figure 13 : Nombre d'espèces par strate et nombre d'équipes qui les ont notées (relevés complets modifiés des six bandes en 2000 et de la bande B4 en 2001).
Figure 13: *Number of observed species by strata and number of teams of experts which observed them (modified relevés for the six transects in 2000 and for transect B4 in 2001).*

La Figure 14 illustre les écarts entre coefficients des relevés des équipes et coefficient du relevé modal. En moyenne, 70% des coefficients sont conformes et il y a autant de coefficients sous-estimés que de coefficients surestimés. La Figure 15 montre le détail des différences strate par strate et prouve que le sens des écarts n'est pas systématique pour une équipe. Les plus grands écarts sont observés dans les strates des arbres et des arbustes hauts.

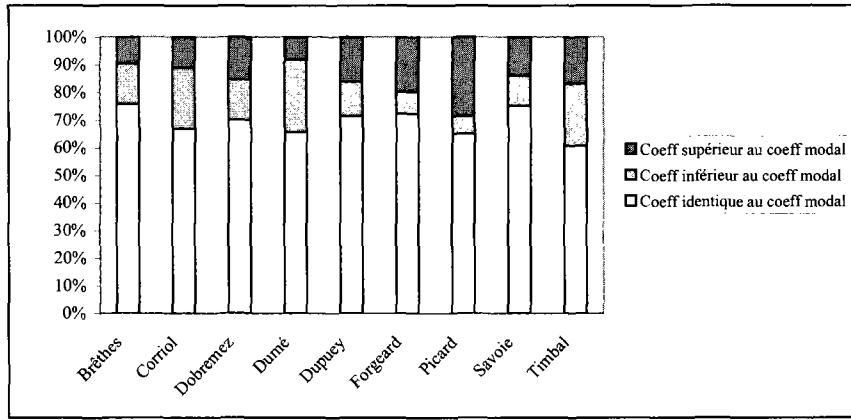


Figure 14 : Comparaison entre les coefficients donnés par les équipes et ceux du relevé modal pour les six relevés avec liste préétablie en 2001.

Figure 14: Comparison between the indices given by the experts and the index from the modal relevé for the six relevés done with a pre-established list in 2001.

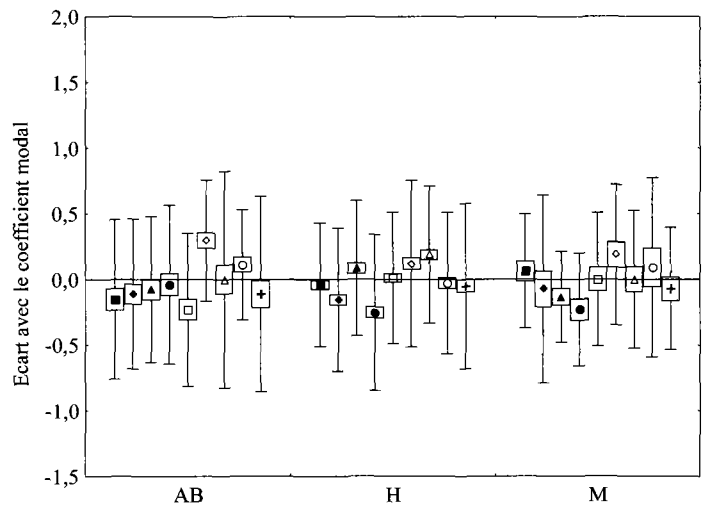
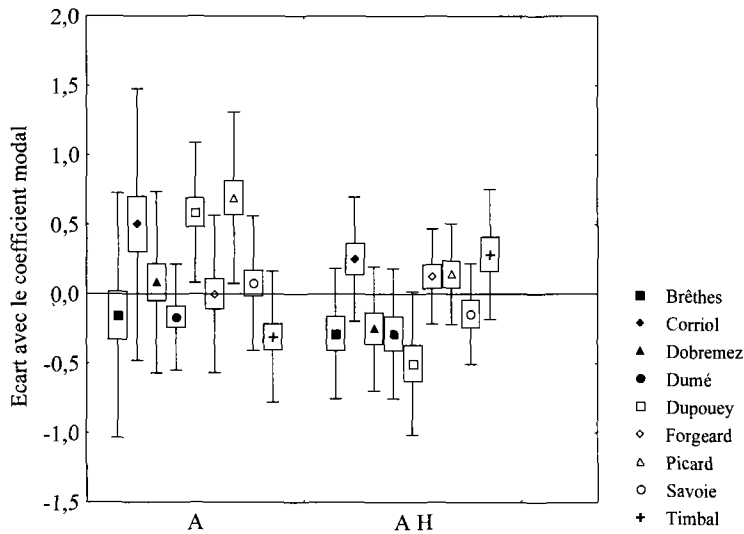


Figure 15 : Ecart entre les coefficients donnés par les équipes et ceux du relevé modal pour les relevés avec liste préétablie en 2001.

Figure 15: Difference between the indices given by the experts and the index of the modal relevé for the six relevés done with a pre-established list in 2001.

4.6. Variabilité dans l'affectation des coefficients d'abondance-dominance

L'attribution à chaque espèce d'un coefficient d'abondance dominance a été longuement discutée lors des réunions d'amélioration du manuel. Malgré cela, la Figure 16 montre que les observateurs ne notent pas de façon homogène. Chacun utilise préférentiellement un coefficient ou un autre par rapport à la valeur modale des coefficients utilisés (colonne de droite de la Figure 16). Il est facile de repérer les "surnoteurs" et les "sousnoteurs" qui apparaissaient déjà dans la Figure 7 (page 21).

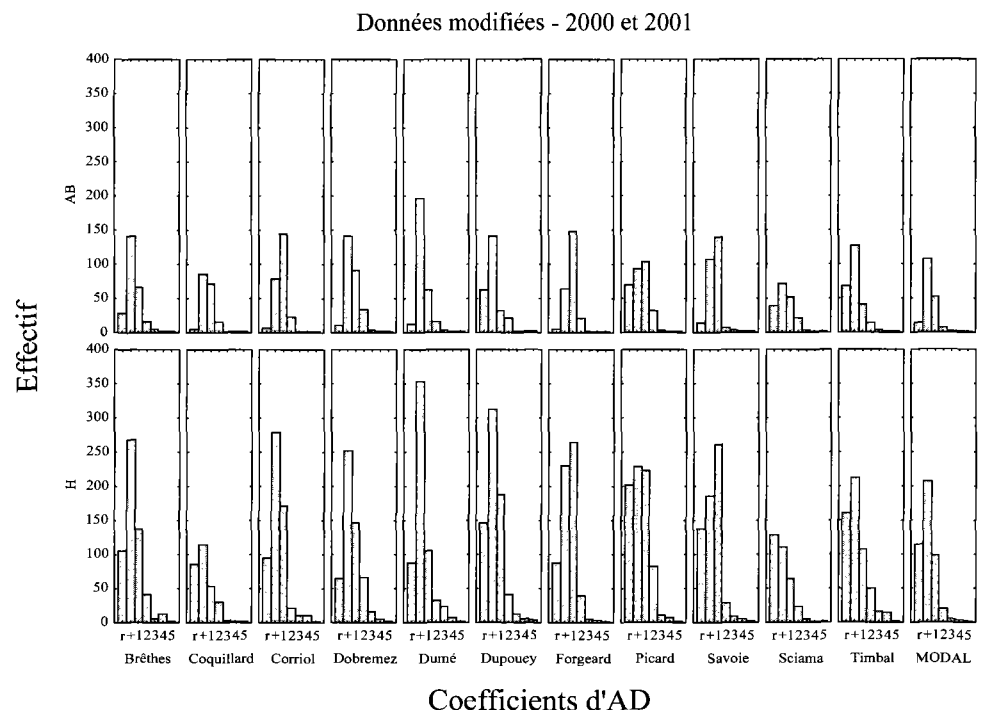
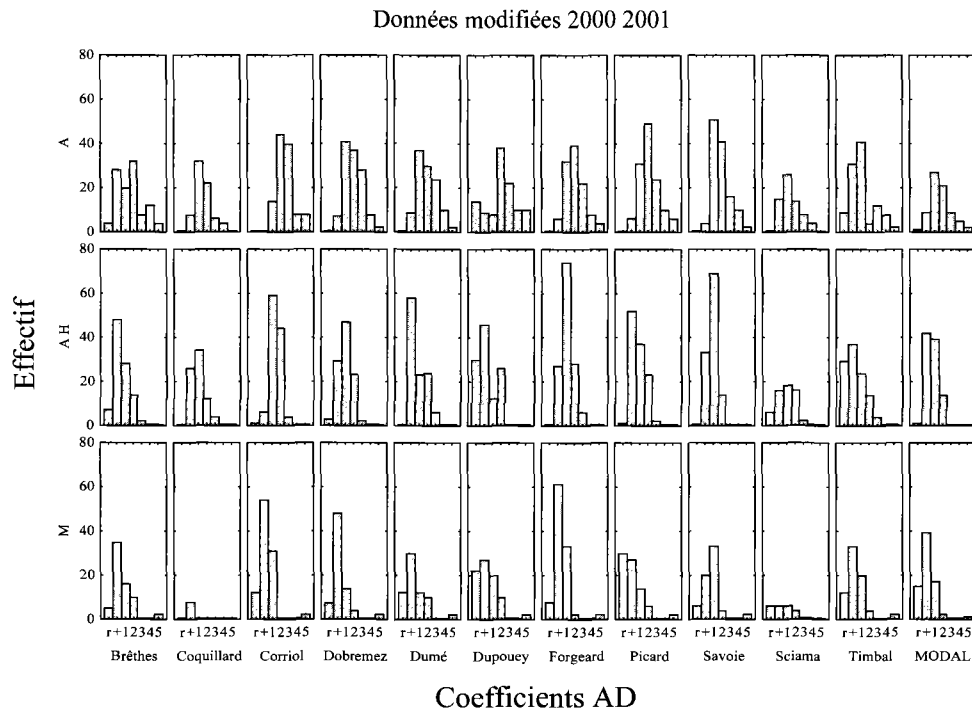


Figure 16 : Indices d'abondance-dominance utilisés par chacun des observateurs en fonction des strates pour les observations 2000 et 2001.

Figure 16: *Abundance-dominance indices given by the experts for each strata during the 2000 and 2001 inter-calibration exercises.*

Le cas des coefficients "r" et "+" est particulier. Le manuel prévoit que ces coefficients ne doivent pas être utilisés pour les arbres et les arbustes hauts car ils ont par leur seule présence un recouvrement forcément significatif. A la rigueur, le coefficient "+" peut être utilisé pour caractériser un individu, arbre ou arbuste haut, en limite de bande. Le Tableau 9 montre qu'en 2000 ces coefficients ont souvent été utilisés à tort. La situation s'est nettement améliorée en 2001.

Tableau 9 : Coefficients d'abondance-dominance "r" et "+" utilisés par les observateurs dans les relevés 2000 et 2001 pour les strates des arbres (A) et des arbustes hauts (AH).

Table 9: *Abundance-dominance indices "r" and "+" used by the experts during the 2000 and 2001 inter-calibration exercises for trees (A) and high shrubs (AH).*

Jour	Coefficient r				Coefficient +			
	Strate A		Strate AH		Strate A		Strate AH	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
J1	13	-	25	2	42	3	92	15
J2	1	-	10	-	16	-	69	4

La Figure 17 montre le pourcentage des écarts entre coefficients attribués dans chaque strate. Les résultats confirment ceux des tableaux et figures précédents. La variabilité de notation est préoccupante, en particulier pour la strate arborescente. Si l'on considère que le couvert forestier est un bon indice de la santé et de l'évolution des peuplements, la méthode utilisée pour l'évaluer ne convient pas. Il n'y a pas eu d'amélioration entre 2000 et 2001.

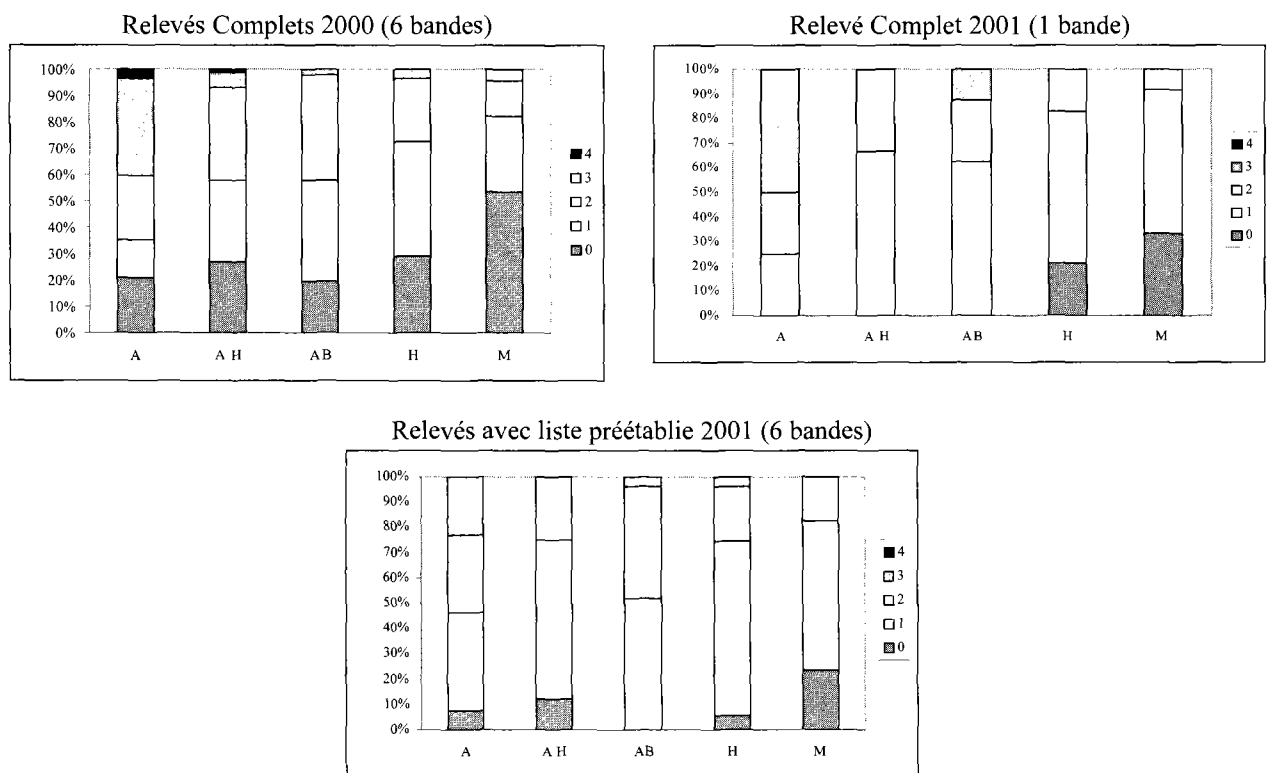


Figure 17 : Ecart entre les coefficients minimal et maximal donnés à chaque espèce pour les relevés 2000 et 2001 et exprimé en pourcentage de toutes les espèces observées dans une strate donnée (les chiffres 1, 2, 3 et 4 indiquent l'amplitude des différences entre coefficients d'abondance-dominance attribués par les experts (r, +, 1, 2, 3, 4, 5)).

Figure 17: *Differences between the lowest and highest indices given to the same species by the different experts during the 2000 and 2001 inter-calibration exercises expressed as the percentage of all plants observed per strata (numbers 1, 2, 3 and 4 show the range of differences between the lowest and highest index given (r, +, 1, 2, 3, 4, 5)).*

Le Tableau 10 permet d'interpréter la Figure 17 et de tempérer les conclusions.

Tableau 10 : Espèces pour lesquelles l'écart entre les coefficients minimal et maximal est le plus grand. Ces observations sont faites sur les données modifiées pour lesquelles une homogénéisation de l'affectation des strates a été réalisée.

Table 10: Species for which the difference between the lowest and highest indices was the greatest. These observations were made using modified data with standardised strata allocation.

Espèces	Strate	Type Relevé*	Année	Bande	Amplitude	Fréquence des indices AD											
						r	+	1	2	3	4	5					
<i>Castanea sativa</i>	A H	Complet	2000	F1	4	1	1	2	3	1							
<i>Hedera helix subsp. helix</i>	A	Complet	2000	F3	4	1	2	6	1	1							
<i>Picea abies</i>	A	Complet	2000	F1	4	1			1	9							
<i>Abies alba</i>	AB	Complet	2000	F1	3	2	5	3	1								
<i>Acer campestre</i>	A	Complet	2000	F6	3	1	4	1	1								
	H	Complet	2000	F4	3	3	4	2	1								
	H	Complet	2000	F7	3	1	6		1								
<i>Acer opalus</i>	A	Complet	2000	F1	3	1	2	6	1								
		Complet	2000	F4	3	1	4	2	2								
<i>Acer pseudoplatanus</i>	A H	Complet	2000	F1	3	1	4	5	1								
<i>Betula pendula</i>	A	Complet	2000	F2	3	2	2	5	1								
<i>Brachypodium sylvaticum subsp. sylvaticum</i>	H	Complet	2000	F6	3	1	4	5	1								
		AD seul	2001	B7	3		1	2	5	1							
<i>Carpinus betulus</i>	A	Complet	2000	F3	3				3	2	5	1					
		Complet	2000	F4	3		1		6	4							
		Complet	2000	F6	3		1	1	6	2							
		Complet	2001	B4	3			1		7	1						
	H	Complet	2000	F4	3	1	1	5	1								
<i>Castanea sativa</i>	A	Complet	2000	F1	3				3	5	2	1					
		Complet	2000	F2	3		1	4	3	3							
		Complet	2000	F3	3		1	3	4	1							
<i>Crataegus monogyna subsp. monogyna</i>	AB	AD seul	2001	B7	3		1		7	1							
<i>Deschampsia flexuosa</i>	H	AD seul	2001	B5	3			1	3	3	2						
<i>Euonymus latifolius</i>	A H	Complet	2000	F2	3	2	5	1	1								
	H	Complet	2000	F2	3	1	4	2	1								
<i>Fagus sylvatica subsp. sylvatica</i>	A	Complet	2000	F6	3		1	3	3	4							
		AD seul	2001	B1	3		1	3	1	1							
		AD seul	2001	B7	3			4	3	1	1						
	A H	Complet	2000	F6	3		3	5	2	1							
AB	Complet	2001	B4	3	1	6	1	1									
<i>Fraxinus excelsior</i>	H	Complet	2000	F3	3		1	3	4	2							
<i>Hedera helix subsp. helix</i>	A	Complet	2000	F2	3	1	2	5	2								
	AB	Complet	2000	F3	3	1	4	4	1								
	H	Complet	2000	F2	3			1	5	3	2						
	H	Complet	2000	F3	3				1	2	7	1					
<i>Ligustrum vulgare</i>	H	AD seul	2001	B7	3		1	5	2	1							
<i>Melica nutans</i>	H	Complet	2000	F6	3	4		5	1								
<i>Picea abies</i>	A	Complet	2000	F2	3		4	2	2	1							
	A	Complet	2000	F3	3		2		7	2							
	A H	Complet	2000	F4	3	1	3	4	3								
	AB	Complet	2000	F4	3	1	2	2	5								
<i>Plagiomnium undulatum</i>	M	Complet	2000	F2	3	2	2	6	1								
<i>Prunus avium</i>	A	Complet	2000	F1	3	1	1	3	2								
		Complet	2000	F3	3	1	2	3	4								
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	A	Complet	2000	F2	3		1	1	5	4							
<i>Pteridium aquilinum subsp. aquilinum</i>	H	AD seul	2001	B5	3				1	3	4	1					
<i>Quercus petraea</i>	A	Complet	2000	F1	3	1		5	1								
		Complet	2000	F2	3	1		5	5								
		Complet	2000	F6	3			1		4	6						
		Complet	2001	B4	3				1	3	4	1					
<i>Quercus pubescens subsp. pubescens</i>	A	AD seul	2001	B7	3			1	1	4	3						
<i>Rosa arvensis</i>	H	Complet	2000	F4	3	1	3	6	1								
<i>Tamus communis</i>	H	Complet	2000	F6	3	1	1	7	2								
<i>Thuidium tamariscinum</i>	M	Complet	2000	F7	3	1	1	4	2								
<i>Tilia platyphyllos subsp. platyphyllos</i>	A	Complet	2000	F3	3		2	2	2	2							
	A H	Complet	2000	F2	3	1	4	3	1								

* Type de relevé: pour les relevés "AD seul", la liste des espèces était donnée à l'observateur.

En effet, il se trouve toujours une majorité des observateurs pour attribuer le même coefficient ou deux coefficients proches aux espèces. C'est une faible minorité de surnoteurs et de sous-noteurs qui brouille les résultats. Parfois cependant les choses sont moins claires. Pour *Melica nutans* dans F6 : 4 notations "r", 5 notations "1" et même une notation "2". Le manuel est pourtant très clair : "r" est réservé à une espèce représentée par 1 ou 2 individus ; "+" s'applique à une population dans la bande de 3 à 10 individus ; "1" est réservé à une espèce comptant plus de 10 individus mais avec un recouvrement inférieur à 5% ; quant à "2", c'est 5 à 25% de recouvrement. Pour les arbres, les évaluations des coefficients sont curieusement trop diversifiées.

4.7. Conclusion pour l'expertise floristique des placettes

Les exercices d'intercalibration et de concertation, au même titre que les contrôles de placettes (voir chapitre 5, page 36) sont un gage de la qualité et de la répétabilité des observations, donc un gage de leur utilité. Cependant, ces exercices montrent bien la variabilité inhérente à tout groupe dont les observations ne sont que des évaluations.

Certaines de ces analyses ont été réalisées après homogénéisation des strates et malgré cela, nous constatons qu'une des causes majeures des problèmes peut être liée à la distinction des strates. Pour limiter cette variabilité, plusieurs voies semblent nécessaires. La première est d'améliorer encore la précision du manuel. La deuxième est de travailler sur une meilleure distinction des strates. La dernière est donc de multiplier les exercices d'intercalibration afin de bien mettre en œuvre les spécifications du manuel et de corriger les interprétations qui pourraient s'avérer erronées.

5. Contrôle d'observations des placettes et conclusions pour les campagnes d'expertise

Dans un souci du contrôle de la qualité et de la cohérence des observations, un certain nombre de placettes a été observé successivement par deux équipes. La première est dénommée équipe d'observation, la seconde équipe de contrôle. En 1995, 17 relevés avaient été contrôlés. Ce contrôle est destiné à évaluer les différences éventuelles entre les données des observateurs et des contrôleurs. En 2000, 10 relevés ont subi un contrôle.

Le délai moyen entre observation et contrôle s'est amélioré. Il était de 39 jours en 1995 et de 13 jours en 2000, ce qui semble raisonnable (Tableau 11).

Tableau 11 : Placettes contrôlées, premier et deuxième observateur et dates de contrôle.

Table 11: Cross-checked plots, first and second expert and date of verification.

Année	Placette	Saison	Dates		d'observation	Equipe	Ecart (jours)
			Obs	Cont			
1994-95	EPC 74	AUT	10/09/94	18/10/95	J.F. Dobremez et L. Bourjot	A. Schmitt	403
1995	CHP 40	ETE	12/07/95	11/07/95	J. Timbal	J.M. Savoie	-1
1995	CHS 10	PR	04/04/95	25/04/95	A. Schmitt	J.F. Picard et J.L. Dupouey	21
1995	CHS 10	ETE	19/07/95	03/07/95	A. Schmitt	J.F. Picard et J.L. Dupouey	-16
1995	CHS 41	PR	19/04/95	05/05/95	C. Gauberville	F. Forgeard et M. Touffet	16
1995	CHS 72	PR	28/04/95	05/05/95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	7
1995	CHS 72	ETE	16/06/95	26/07/95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	40
1995	CHS 72	AUT	29/09/95	14/09/95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	-15
1995	CHS 81	ETE	26/06/95	27/07/95	J.M. Savoie	P. Coquillard et J. Gueugnot	31
1995	CHS 88	PR	11/04/95	26/04/95	J.F. Picard et J.L. Dupouey	A. Schmitt	15
1995	EPC 81	ETE	28/06/95	28/07/95	J.M. Savoie	P. Coquillard et J. Gueugnot	30
1995	PM 40a	ETE	06/07/95	12/07/95	J. Timbal	J.M. Savoie	6
1995	PM 72	PR	28/04/95	05/05/95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	7
1995	PM 72	ETE	16/06/95	26/07/95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	40
1995	PM 72	AUT	21/09/95	14/09/95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	-7
1995	PS 41	ETE	20/07/95	02/08/95	C. Gauberville	A. Brêthes	13
1995	SP 07	ETE	25/07/95	26/07/95	P. Coquillard et J. Gueugnot	J.F. Dobremez et L. Bourjot	1
2000	CHP 49	ETE	29/06/00	12/07/00	F. Forgeard et M. Touffet	J. Timbal	13
2000	CHP 59	ETE	04/07/00	12/07/00	A. Brêthes	G. Dumé	8
2000	CHS 01	ETE	11/07/00	27/07/00	J.F. Dobremez et L. Bourjot	A. Schmitt	16
2000	CHS 18	ETE	13/07/00	11/07/00	G. Corriol	F. Forgeard et M. Touffet	-2
2000	CHS 57a	ETE	25/07/00	25/07/00	J.F. Picard et J.L. Dupouey	A. Schmitt	0
2000	CHS 61	ETE	04/07/00	11/07/00	F. Forgeard et M. Touffet	G. Corriol	7
2000	EPC 39b	ETE	31/07/00	20/07/00	A. Schmitt	J.F. Dobremez et L. Bourjot	-11
2000	HET 76	ETE	11/07/00	05/07/00	G. Dumé	A. Brêthes	-6
2000	PM 40a	ETE	08/08/00	29/06/00	J. Timbal	P. Coquillard et J. Gueugnot	-40
2000	SP 07	ETE	07/07/00	08/08/00	P. Coquillard et J. Gueugnot	J.M. Savoie	32

Années	Ecart					Total
	0-10 jours	10-20 jours	20-30 jours	30-40 jours	1 an	
1995	6	5	2	3	1	17
2000	5	3	0	2		10

5.1. Comparaison des richesses spécifiques des observations et contrôles

La première comparaison porte sur les richesses spécifiques des observations et des contrôles. En 1995, sur 12 couples d'observations (pour une même placette, les deux à trois saisons ont été regroupés), 7 étaient significativement différents au seuil de 5% et 1 au seuil de 10% (Figure 18). En 2000, pour 10 couples les valeurs sont de 3 et 3, ce qui montre une nette amélioration.

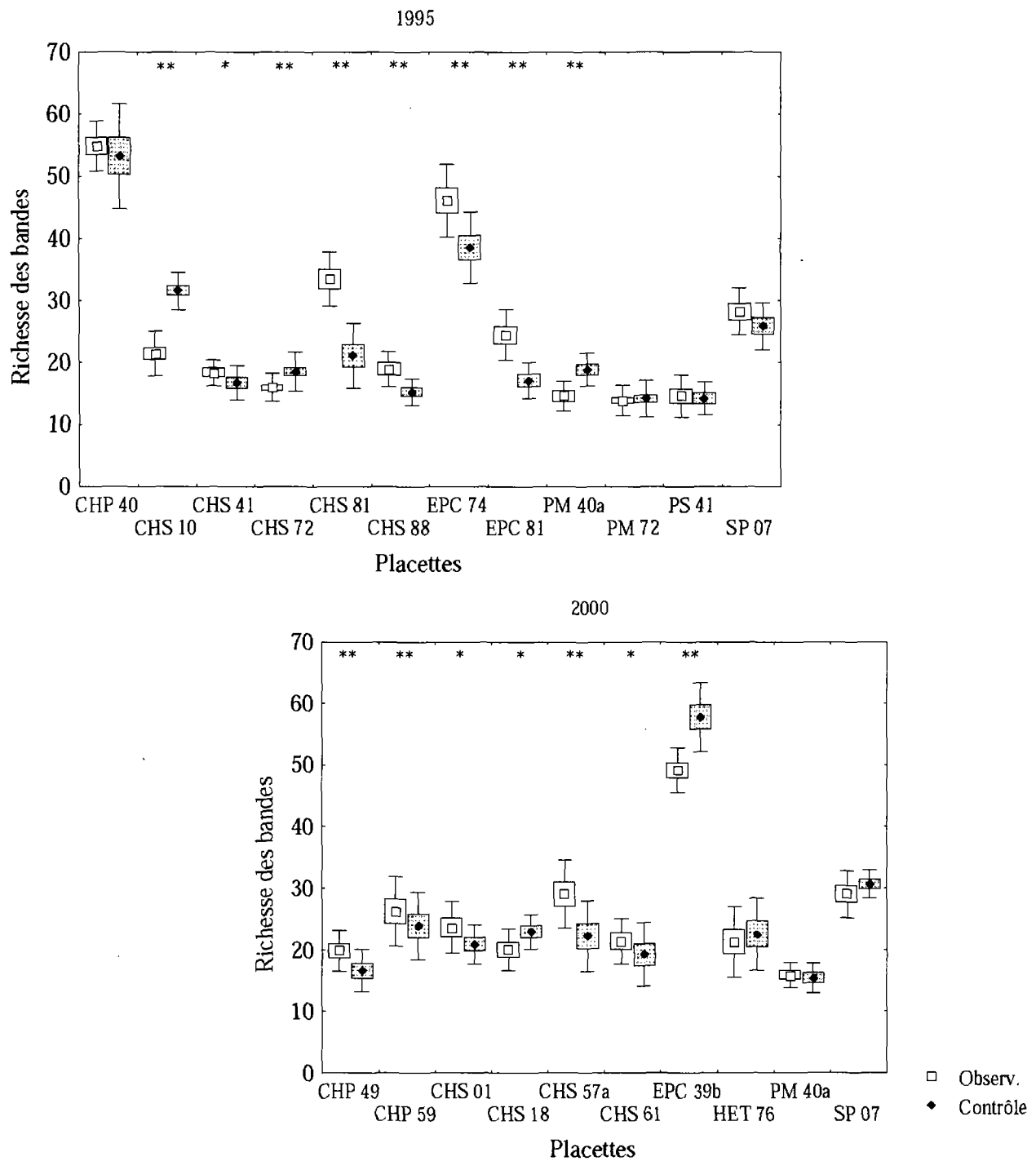


Figure 18 : Richesse spécifique des observations et des contrôles en calculant la moyenne sur les 8 bandes pour 1995 et 2000. Les * donne les résultats du test de Wilcoxon pour échantillons appariés (significatif à 5% = ** et à 10% = *).

*Figure 18: Plant diversity in the verified plots (average of 8 transects) in 1995 and 2000. Wilcoxon test for paired samples (significant at 5% = ** and 10% = *).*

5.2. Différences dans la détermination des espèces

Les différences d'observations peuvent s'analyser de façon plus précise. Il peut s'agir de différences de dénomination des espèces.

Celles-ci sont présentées dans le Tableau 12 (plantes vasculaires) et le Tableau 13 (Bryophytes) qui contiennent plusieurs informations.

Les colonnes six à neuf donnent le nombre d'espèces recensées

- par l'observateur (*Obs*),
 - par le contrôleur (*Con*) ;
- et, la différence entre ces deux valeurs (absolue et en pourcentage).

La partie droite de ces tableaux montre la répartition de ces espèces entre :

- *Dénominations communes* : espèces (ou plutôt taxons) auxquelles les deux experts ont donné le même nom.
- *Dénominations différentes* : espèces (ou plutôt taxons) auxquelles les deux experts n'ont pas donné le même nom.

Pour s'assurer qu'il s'agit bien du même taxon, une comparaison entre les relevés a été faite de manière très fine ; notation dans les mêmes strates et les mêmes bandes avec des coefficients d'abondance-dominance proches.

En général, ce nombre est identique pour l'observateur et le contrôleur. Il arrive cependant que ce ne soit pas le cas quand un expert a distingué deux espèces différentes là où le second n'en a distingué qu'une seule. Ce cas est illustré par le tableau ci-dessous représentant les coefficients d'abondance-dominance donnés à des taxons par l'observateur et le contrôleur dans une bande donnée d'une placette. Le contrôleur a manifestement fait une distinction non réalisée par l'observateur.

Espèce	Coeff. observateur	Coeff. contrôleur
<i>Dryopteris carthusiana</i>		1
<i>Dryopteris dilatata</i>	3	2

Les taxons pour lesquels il existe le plus de problème de détermination appartiennent aux genres *Agrostis*, *Dryopteris* (problème rencontré dans 9 placettes), *Quercus* (6 placettes), *Carex* et *Rubus* (5 placettes).

- *Espèces notées seulement par* : espèces (ou plutôt taxons) notées par un seul des deux experts. Il s'agit en général d'oublis.

Il peut s'agir également de dénomination différente inexplicable (non confirmée de manière sûre et certaine par la comparaison fine des relevés). Par exemple : les experts ont noté chacun une espèce de *Galium* (Observateur : *Galium mollugo* ; Contrôleur : *Galium pumilum*) mais nous ne pouvons pas affirmer qu'il s'agit d'une confusion car ils ne l'ont pas notée dans les mêmes bandes.

- *Dénominations différentes occasionnelles* : espèces, parmi les espèces communes, qui possèdent également occasionnellement (dans une partie des bandes) une dénomination différente.

Ce cas est illustré par le tableau ci-dessous représentant les coefficients d'abondance-dominance donnés à des taxons par l'observateur et le contrôleur dans deux bandes d'une placette.

Le contrôleur donne une dénomination différente de celle de l'observateur à un taxon dans une bande (*Dryopteris carthusiana* au lieu de *Dryopteris dilatata*) alors que dans une autre bande il utilise la même dénomination (*Dryopteris dilatata*).

Espèce	Bande 1		Bande 2	
	Observateur	Contrôleur	Observateur	Contrôleur
<i>Dryopteris carthusiana</i>				+
<i>Dryopteris dilatata</i>	+	+	+	

Tableau 12 : Différences de détermination pour une même placette entre observateur et contrôleur pour les espèces vasculaires.
Table 12: Identification differences on the same plot between experts (observer and controller) for vascular plants.

Placette	Saison	An	Obs	Contrôle	Nombre d'espèces recensées				Dénomination Commune	Dénomination différente		Espèces notées seulement par		Parmi Communes Dénomination différente occasionnelle			
					Obs	Con	Différence	Diff		Obs	Con	Obs	Con	Obs	Con		
																Obs	Con
CHP 40	ETE	1994-95	J. Timbal	J.M. Savoie	99	101	2	2,0%	71	15	15	13	15	3	3		
CHS 10	PR	1994-95	A. Schmitt	J.F. Picard et J.L. Dupouey	24	42	18	75,0%	21	2	4	1	17				
CHS 10	ETE	1994-95	A. Schmitt	J.F. Picard et J.L. Dupouey	33	42	9	27,3%	29	3	4	1	9	1			
CHS 41	PR	1994-95	C. Gauberville	F. Forgeard et M. Touffet	20	19	-1	-5,0%	17	1	1	2	2		1		
CHS 72	PR	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	17	22	5	29,4%	16	1	1		5				
CHS 72	ETE	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	19	23	4	21,1%	18	1	1		4				
CHS 72	AUT	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	18	24	6	33,3%	17	1	1		6				
CHS 81	ETE	1994-95	J.M. Savoie	P. Coquillard et J. Gueugnot	46	31	-15	-32,6%	25	2	3	19	3	1			
CHS 88	PR	1994-95	J.F. Picard et J.L. Dupouey	A. Schmitt	23	18	-5	-21,7%	17	2	1	4			1		
EPC 74	AUT	1994-95	J.F. Dobremez et L. Bourjot	A. Schmitt	68	74	6	8,8%	53	4	9	11	12	4			
EPC 81	ETE	1994-95	J.M. Savoie	P. Coquillard et J. Gueugnot	40	31	-9	-22,5%	21	6	6	13	4	1	1		
PM 40a	ETE	1994-95	J. Timbal	J.M. Savoie	20	21	1	5,0%	17			3	4				
PM 72	PR	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	19	21	2	10,5%	17	2	2		2				
PM 72	ETE	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	19	21	2	10,5%	17	2	2		2				
PM 72	AUT	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	19	21	2	10,5%	17	2	2		2				
PS 41	ETE	1994-95	C. Gauberville	A. Brêthes	20	18	-2	-10,0%	18			2					
SP 07	ETE	1994-95	P. Coquillard et J. Gueugnot	J.F. Dobremez et L. Bourjot	44	43	-1	-2,3%	39	1	1	4	3				
CHP 49	ETE	2000	F. Forgeard et M. Touffet	J. Timbal	29	32	3	10,3%	25	2	2	2	5				
CHP 59	ETE	2000	A. Brêthes	G. Dumé	44	40	-4	-9,1%	31	5	3	8	6				
CHS 01	ETE	2000	J.F. Dobremez et L. Bourjot	A. Schmitt	43	34	-9	-20,9%	30	2		11	4			1	
CHS 18	ETE	2000	G. Corriol	F. Forgeard et M. Touffet	29	33	4	13,8%	24	3	5	2	4	4	2		
CHS 57a	ETE	2000	J.F. Picard et J.L. Dupouey	A. Schmitt	58	50	-8	-13,8%	45	5	4	8	1			1	
CHS 61	ETE	2000	F. Forgeard et M. Touffet	G. Corriol	33	33	0	0,0%	24	2	2	7	7				
EPC 39b	ETE	2000	A. Schmitt	J.F. Dobremez et L. Bourjot	68	88	20	29,4%	61	2	4	5	23	2	1		
HET 76	ETE	2000	G. Dumé	A. Brêthes	41	39	-2	-4,9%	31	3	2	7	6			1	
PM 40a	ETE	2000	J. Timbal	P. Coquillard et J. Gueugnot	19	19	0	0,0%	12			7	7				
SP 07	ETE	2000	P. Coquillard et J. Gueugnot	J.M. Savoie	41	42	1	2,4%	35	3	3	3	4	1	1		

Tableau 13: Différences de détermination pour une même placette entre observateur et contrôleur pour les Bryophytes.

Table 13: Identification differences on the same plot between experts (observer and controller) for Bryophytes.

Placette	Saison	An	Obs	Contrôle	Nombre d'espèces recensées				Dénomination Commune	Dénomination		Espèces notées		Parmi Communes		
					Obs	Con	Difference	Diff		Obs	Con	Obs	Con	Dénomination différente		
															Obs	Con
CHP 40	ETE	1994-95	J. Timbal	J.M. Savoie	7	8	1	14,3%	7				1			
CHS 10	PR	1994-95	A. Schmitt	J.F. Picard et J.L. Dupouey	11	11	0	0,0%	7	1	1	3	3			
CHS 10	ETE	1994-95	A. Schmitt	J.F. Picard et J.L. Dupouey	11	12	1	9,1%	7	2	2	2	3			
CHS 41	PR	1994-95	C. Gauberville	F. Forgeard et M. Touffet	10	10	0	0,0%	7			3	3			
CHS 72	PR	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	8	10	2	25,0%	7			1	3			
CHS 72	ETE	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	8	14	6	75,0%	7			1	7			
CHS 72	AUT	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	12	16	4	33,3%	11			1	5			
CHS 81	ETE	1994-95	J.M. Savoie	P. Coquillard et J. Gueugnot	12	7	-5	-41,7%	6			6	1			
CHS 88	PR	1994-95	J.F. Picard et J.L. Dupouey	A. Schmitt	11	12	1	9,1%	8			3	4			
EPC 74	AUT	1994-95	J.F. Dobremez et L. Bourjot	A. Schmitt	11	16	5	45,5%	8	1	1	2	7			
EPC 81	ETE	1994-95	J.M. Savoie	P. Coquillard et J. Gueugnot	13	7	-6	-46,2%	5			8	2			
PM 40a	ETE	1994-95	J. Timbal	J.M. Savoie	6	7	1	16,7%	5			1	2			
PM 72	PR	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	4	6	2	50,0%	4				2			
PM 72	ETE	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	4	6	2	50,0%	4				2			
PM 72	AUT	1994-95	F. Forgeard et M. Touffet	C. Gauberville	5	5	0	0,0%	4			1	1			
PS 41	ETE	1994-95	C. Gauberville	A. Brêthes	7	6	-1	-14,3%	4	2	2	1				
SP 07	ETE	1994-95	P. Coquillard et J. Gueugnot	J.F. Dobremez et L. Bourjot	11	8	-3	-27,3%	7			4	1			
CHP 49	ETE	2000	F. Forgeard et M. Touffet	J. Timbal	5	3	-2	-40,0%	1	1		3	2			
CHP 59	ETE	2000	A. Brêthes	G. Dumé	11	10	-1	-9,1%	7	1	1	3	2			
CHS 01	ETE	2000	J.F. Dobremez et L. Bourjot	A. Schmitt	5	7	2	40,0%	2	1	1	2	4			
CHS 18	ETE	2000	G. Corriol	F. Forgeard et M. Touffet	8	10	2	25,0%	8				2			
CHS 57a	ETE	2000	J.F. Picard et J.L. Dupouey	A. Schmitt	4	7	3	75,0%	3	1	1		3			
CHS 61	ETE	2000	F. Forgeard et M. Touffet	G. Corriol	12	9	-3	-25,0%	8			4	1			
EPC 39b	ETE	2000	A. Schmitt	J.F. Dobremez et L. Bourjot	15	18	3	20,0%	11	2	3	2	4	1		
HET 76	ETE	2000	G. Dumé	A. Brêthes	7	13	6	85,7%	5			2	8			
PM 40a	ETE	2000	J. Timbal	P. Coquillard et J. Gueugnot	6	5	-1	-16,7%	3			3	2			
SP 07	ETE	2000	P. Coquillard et J. Gueugnot	J.M. Savoie	8	10	2	25,0%	8				2			

En 1995, la différence entre le nombre d'espèces vasculaires recensées par l'observateur et le contrôleur variait de -32,6% à +75% (Tableau 12). Dans certains cas, le contrôleur oubliait 1/3 des espèces et à l'opposé, il en recensait presque le double.

En 2000, la variation de cette différence n'est plus que de -20,9% à +29,4% et seulement -4,9% à +13,8% si on ne tient pas compte d'une équipe d'observateur-contrôleur qui n'a jamais participé aux journées d'intercalibration.

L'amélioration des résultats entre 1995 et 2000 montre l'importance des journées d'intercalibration qui permettent la confrontation des observations.

Entre 1995 et 2000, le pourcentage de dénominations communes (par rapport au nombre maximal d'espèces recensées) reste stable pour les vasculaires, de l'ordre de 73% et diminue pour les bryophytes, 63,5 % en 1995 et 53,1 % en 2000. Ceci nous indique que la reconnaissance des espèces ne s'est pas améliorée entre ces deux dates, elle a même diminué pour les bryophytes, beaucoup d'experts n'étant pas des spécialistes.

5.3. Différences dans la notation des espèces

En plus des différences liées à la détermination des espèces, il existe des différences dans l'attribution d'un coefficient d'abondance-dominance à une espèce dans une strate donnée et une bande donnée, que l'on appelle "notation". Elles sont détaillées dans le Tableau 14 (plantes vasculaires) et le Tableau 15 (Bryophytes) qui contiennent plusieurs informations :

- *Notations* : le nombre d'espèces par bande et strate notés par au moins l'un des experts (Totales), par les deux experts (Communes – la même espèce a été notée dans la même strate et la même bande par les 2) et par un seul des deux experts (Différentes). Par exemple, on distingue dans le tableau ci-dessous, 6 notations au total dont 2 notations communes et 4 notations différentes :

Espèces	F1	
	Observateur	Contrôleur
<i>Strate arborescente</i>		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	2
<i>Picea abies</i> subsp. <i>abies</i>	3	4
<i>Strate arbustive haute</i>		
<i>Acer pseudoplatanus</i>		1
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>	+	
<i>Picea abies</i> subsp. <i>abies</i>	+	
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i>		+

- *Notations communes* : le nombre de notations communes exprimé en pourcentage.
- *Notations différentes* : répartition des notations différentes entre l'observateur et le contrôleur.
- *Origine des différences* :
Strate : nombre de fois où une même espèce a été notée par les 2 experts dans une même bande mais dans deux strates différentes (jointives). Exemple dans le tableau ci-dessous :

Strates	Espèces	F1	
		Observateur	Contrôleur
AB	<i>Rubus fruticosus</i> group.		4
H	<i>Rubus fruticosus</i> group.	3	

Strate (complexe) : nombre de fois où dans une bande un expert a noté une espèce dans une seule strate tandis que le second l'a notée dans deux strates jointives. Exemple dans le tableau ci-dessous :

Strates	Espèces	F1	
		Observateur	Contrôleur
AB	<i>Rubus fruticosus group.</i>	1	4
H	<i>Rubus fruticosus group.</i>	3	

Dénomination : nombre de fois où la différence de notation est due à une différence de dénomination. Exemple dans le tableau ci-dessous :

Strates	Espèces	F1	
		Observateur	Contrôleur
AB	<i>Rubus fruticosus group.</i>	1	
AB	<i>Rubus ulmifolius</i>		1

Dénomination + strate : nombre de fois où la différence de notation est due à une différence de dénomination doublée d'une différence d'attribution de strate. Exemple dans le tableau ci-dessous :

Strates	Espèces	F1	
		Observateur	Contrôleur
AB	<i>Rubus fruticosus group.</i>	1	
H	<i>Rubus ulmifolius</i>		1

Limite : nombre de notations pour lesquelles il a été précisé qu'elles se situaient en limite de bande.

Noté seulement par : nombre de notations différentes dont l'origine n'a pas pu être expliquée.

- *Notations comparables* : Pour les différences, dont l'origine est de type *Strate*, *Strate (complexe)*, *Dénomination* et *Dénomination + Strate*, une correction a été apportée afin que les notations des deux experts puissent être comparées (homogénéisation des noms d'espèces et/ou de l'affectation des strates). Les notations comparables correspondent aux notations communes auxquelles ont été ajoutées ces notations modifiées.

Le pourcentage de notations communes à l'observateur et au contrôleur est assez faible, puisqu'il varie selon les placettes et les années de 34,5 % à 66% pour les plantes vasculaires (moyenne : 51,1%) et entre 24 % et 76,8 % pour les Bryophytes (moyenne : 46,2 %). Ce pourcentage augmente entre 1995 et 2000 (la moyenne varie de 48,7% à 55,2%) pour les vasculaires tandis qu'il reste stable pour les Bryophytes (la moyenne varie de 46,4% à 45,8%).

Parmi les notations différentes, très peu sont dues à des différences dans l'attribution des strates et à des différences de dénomination. En fait la très grande majorité de ces différences reste difficile à expliquer. Il serait peut-être utile que les experts fassent eux-mêmes ensemble ce travail de recherche de l'origine de leurs différences.

Après correction, c'est à dire en considérant les notations comparables, on arrive à un résultat sensiblement meilleur, indiqué à droite des tableaux pour les plantes vasculaires (56,4% et 60,8%). Pour les Bryophytes, l'année 2000 ne montre pas d'amélioration (48,5% et 46,8%).

Comme pour le paragraphe précédent, si nous ne tenons pas compte de l'observateur-contrôleur qui n'a pas participé aux journées d'intercalibration, nous constatons une amélioration significative entre le nombre de notations comparables de 1995 et 2000 pour les plantes vasculaires, dont la valeur minimale passe de 40,9 % à 46 % en 1995 et de 56,4 % à 65 % en 2000.

Tableau 14 : Différences de notation (ou nombre d'espèces observé ou non observé) pour une même placette entre observateur et contrôleur pour les espèces vasculaires.

Table 14: Differences in the number of vascular plants recorded by the experts (observer and controller) on the same plot.

Placette	Saison	An	Origine des différences														
			Notations			Notations commun. (%)	Notations		Strate	Strate (complexe)	Dénomination	Dénomination + Strate	Limite		Noté seulem.		Notations comparables
			Total	Commun.	Diff.		Obs	Con					Obs	Con	Obs	Con	
CHP 40	ETE	1994-95	661	258	403	39,0	247	156	12		64				171	80	50,5%
CHS 10	PR	1994-95	284	106	178	37,3	15	163			9		0	3	6	151	40,9%
CHS 10	ETE	1994-95	298	155	143	52,0	31	112	4		17		0	2	10	89	59,5%
CHS 41	PR	1994-95	203	119	84	58,6	33	51	6		1				26	44	62,1%
CHS 72	PR	1994-95	196	95	101	48,5	62	39	10		5				47	24	56,1%
CHS 72	ETE	1994-95	204	99	105	48,5	64	41	11		5				48	25	56,4%
CHS 72	AUT	1994-95	204	103	101	50,5	64	37	9		7				48	21	58,3%
CHS 81	ETE	1994-95	307	137	170	44,6	113	57	18		3				92	36	51,5%
CHS 88	PR	1994-95	155	79	76	51,0	61	15	1		4	2			54	8	55,5%
EPC 74	AUT	1994-95	474	186	288	39,2	211	77	3		24		6	0	178	50	45,5%
EPC 81	ETE	1994-95	202	87	115	43,1	77	38	3		20				54	15	54,5%
PM 40a	ETE	1994-95	168	58	110	34,5	41	69	17	2					22	50	45,8%
PM 72	PR	1994-95	156	78	78	50,0	38	40	8		7				23	25	59,6%
PM 72	ETE	1994-95	161	83	78	51,6	42	36	5		7	1			29	23	59,6%
PM 72	AUT	1994-95	164	86	78	52,4	43	35	7		7	1			28	20	61,6%
PS 41	ETE	1994-95	132	85	47	64,4	24	23	12						12	11	73,5%
SP 07	ETE	1994-95	268	167	101	62,3	48	53	13		2				33	38	67,9%
CHP 49	ETE	2000	274	152	122	55,5	88	34	4	4	1		0	4	79	21	59,6%
CHP 59	ETE	2000	218	142	76	65,1	42	34	2		7		0	1	33	24	69,6%
CHS 01	ETE	2000	283	131	152	46,3	119	33	2		2				115	29	47,7%
CHS 18	ETE	2000	244	127	117	52,0	54	63	2		25				27	36	63,1%
CHS 57a	ETE	2000	303	149	154	49,2	119	35	7		19				93	9	57,8%
CHS 61	ETE	2000	242	148	94	61,2	60	34	1		9				50	24	65,3%
EPC 39b	ETE	2000	551	255	296	46,3	87	209	14		5		0	1	68	189	49,8%
HET 76	ETE	2000	210	124	86	59,0	44	42	1		10		2	3	31	28	65,9%
PM 40a	ETE	2000	176	90	86	51,1	45	41	5				11	0	29	36	57,6%
SP 07	ETE	2000	282	186	96	66,0	40	56			14	2			24	40	71,6%

Tableau 15 : Différences de notation (ou nombre d'espèces observée) pour une même placette entre observateur et contrôleur pour les Bryophytes.
Table 15: Differences in the number of Bryophytes recorded by the experts (observer and controller) on the same plot.

Placette	Saison	An	Notations						Origine des différences								Notations comparables
			Total	Notations		Notations différentes	Strate	Strate (complexe)	Dénomination	Dénomination + Strate	Limite		Noté seulem.				
				Commun.	Diff.						commun. (%)	Obs	Con	Obs	Con	Obs	
CHP 40	ETE	1994-95	37	25	12	67,6	5	7							5	7	67,6%
CHS 10	PR	1994-95	77	37	40	48,1	12	28			8				4	20	58,4%
CHS 10	ETE	1994-95	78	37	41	47,4	12	29			9				3	20	59,0%
CHS 41	PR	1994-95	57	22	35	38,6	19	16							19	16	38,6%
CHS 72	PR	1994-95	42	29	13	69,0	4	9							4	9	69,0%
CHS 72	ETE	1994-95	52	31	21	59,6	2	19							2	19	59,6%
CHS 72	AUT	1994-95	68	35	33	51,5	9	24							9	24	51,5%
CHS 81	ETE	1994-95	58	20	38	34,5	31	7							31	7	34,5%
CHS 88	PR	1994-95	76	35	41	46,1	23	18							23	18	46,1%
EPC 74	AUT	1994-95	77	24	53	31,2	28	25			3				25	22	35,1%
EPC 81	ETE	1994-95	57	22	35	38,6	29	6							29	6	38,6%
PM 40a	ETE	1994-95	50	29	21	58,0	4	17							4	17	58,0%
PM 72	PR	1994-95	32	9	23	28,1	9	14							9	14	28,1%
PM 72	ETE	1994-95	32	9	23	28,1	9	14							9	14	28,1%
PM 72	AUT	1994-95	32	10	22	31,3	10	12							10	12	31,3%
PS 41	ETE	1994-95	42	23	19	54,8	11	8			4				7	4	64,3%
SP 07	ETE	1994-95	48	27	21	56,3	15	6							15	6	56,3%
CHP 49	ETE	2000	25	8	17	32,0	15	2							15	2	32,0%
CHP 59	ETE	2000	59	38	21	64,4	12	9							12	9	64,4%
CHS 01	ETE	2000	41	12	29	29,3	11	18			1				10	17	31,7%
CHS 18	ETE	2000	53	31	22	58,5	4	18							4	18	58,5%
CHS 57a	ETE	2000	23	10	13	43,5	7	6			1				6	5	47,8%
CHS 61	ETE	2000	50	23	27	46,0	19	8							19	8	46,0%
EPC 39b	ETE	2000	102	42	60	41,2	26	34			3				23	31	44,1%
HET 76	ETE	2000	50	12	38	24,0	9	29							9	29	24,0%
PM 40a	ETE	2000	52	22	30	42,3	20	10							20	10	42,3%
SP 07	ETE	2000	56	43	13	76,8	3	10							3	10	76,8%

5.4. Différences dans l'affectation des coefficients d'abondance-dominance

La Figure 19 quantifie pour chaque couple d'observations les différences de notation entre observateur et contrôleur. Un décalage de la médiane vers les valeurs négatives indique une notation "pessimiste" ou basse de l'observateur par rapport au contrôleur. Un décalage vers les valeurs positives est le signe d'une notation "optimiste" ou haute du contrôleur par rapport à l'observateur. Il faut observer qu'en 2000 les seules différences significatives (CHS 01 et EPC 39b) concernent un expert "sous-évaluateur" qui n'a pas participé aux exercices d'intercalibration.

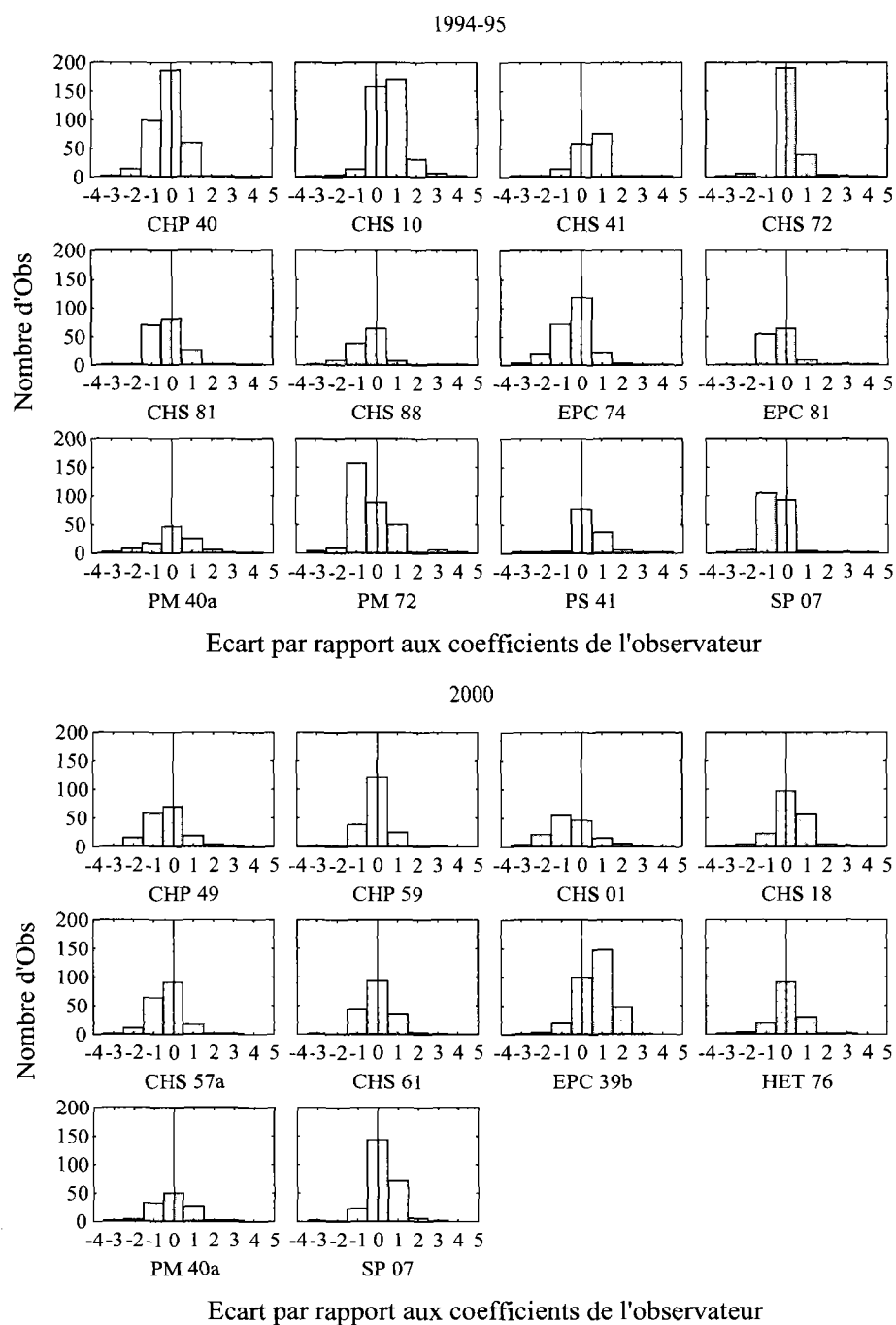


Figure 19 : Différence de notation de l'abondance-dominance entre observateur et contrôleur en 1995 et en 2000 (différence en nombre de classes).

Figure 19: Differences between the abundance-dominance indices given by the first expert and the second expert (controller) in 1995 and 2000 (difference in number of classes).

Le Tableau 16 précise strate par strate ces différences d'estimation. En 1995, le pourcentage de sur ou sous-estimation d'amplitude strictement supérieure à 1 était de 5 à 6 % quelles que soient les strates. En 2000, ce même pourcentage varie de 2 % pour la strate muscinale à 7-8% pour les strates des herbacées et des arbustes bas à 15-16 % pour les strate des arbustes hauts et des arbres. Ces différences augmentent avec la hauteur des strates.

Si on ne tient pas compte de l'observateur n'ayant pas participé aux exercices d'intercalibration, ce pourcentage varie seulement de 1% à 11%. En particulier, pour la strate des herbacées, il diminue de manière significative (test du Khi2) de 8% à 3%.

5.5. Comparaison entre les contrôles de 1995 et ceux de 2000

Si l'on compare les deux séries de contrôle des placettes, l'année 2000 atteste d'une amélioration nette des résultats aussi bien en ce qui concerne la notation des espèces que ce soit les vasculaires ou les mousses que l'affection à une strate, les coefficients d'abondance-dominance et les recouvrements des différentes strates et du sol nu. Un petit effort doit encore être fait concernant le rapprochement des dates d'observation et de contrôle.

Cependant, la variabilité des observations entre équipes est encore trop élevée et risque de masquer les changements qui pourraient affecter la composition floristique. Ceci rendrait inefficace tout le dispositif mis en place pour évaluer les effets du changement global sur les écosystèmes forestiers. La solution évidente pour palier à cette variabilité des observations est l'organisation régulière d'exercices d'intercalibration et de confrontation des experts. Cet exercice devrait avoir lieu régulièrement.

6. Résultats du suivi inter-annuel de 1994-95 à 2000

Dans le cadre des programmes actuels de suivi à long terme de l'état de santé des forêts européennes, l'étude de la dynamique de la végétation a été reconnue comme un thème important permettant de suivre l'impact des changements environnementaux sur les écosystèmes forestiers. La végétation herbacée est en effet à la fois un bio-indicateur des conditions environnementales (fertilité du sol, climat, bilan hydrique...), et une composante importante des écosystèmes forestiers (biodiversité, compétition avec les essences arborescentes...) dont il importe de connaître les évolutions à long terme. Malheureusement, les méthodes actuellement utilisées en Europe pour le suivi à long terme de la végétation diffèrent fortement d'un pays à l'autre. De façon à aider à l'homogénéisation de ces méthodes, deux problèmes méthodologiques posés par le suivi à long terme de la végétation ont été étudiés sur 14 placettes du réseau RENECOFOR (Tableau 17) :

- la comparaison des méthodes d'estimation du recouvrement des espèces,
- l'estimation des variations intra- et inter-annuelles dans les placettes.

Tableau 17 : Description des placettes utilisées pour le suivi intra- et inter-annuel. Les méthodes d'estimation du recouvrement des espèces ont été testées sur les 3 placettes indiquées en caractère gras.

Table 17: Description of the plots used for the intra- and inter-annual study. The sampling methods were compared in plots shown in bold.

Placette	Zone bioclimatique	Forêt	Espèce principale	Altitude (m)
CHS 57a	Nord-Est de la France (climat sub-continental)	Amélecourt	<i>Quercus petraea</i>	315
CHS 88		Darney	<i>Quercus petraea</i>	330
HET 54a		Azerailles	<i>Fagus sylvatica</i>	325
HET 54b		Haye	<i>Fagus sylvatica</i>	390
HET 88		Ban d'Harol	<i>Fagus sylvatica</i>	400
EPC 73	Alpes (climat montagnard)	Bourg St-Maurice	<i>Picea abies</i>	1700
EPC 74		Voirons	<i>Picea abies</i>	1200
HET 26		Lente	<i>Fagus sylvatica</i>	1320
SP 05		Boscodon	<i>Abies alba</i>	1360
SP 26		Lente	<i>Abies alba</i>	1150
HET 29	Ouest de la France (climat atlantique)	Carnoët	<i>Fagus sylvatica</i>	50
HET 14		Cerisy	<i>Fagus sylvatica</i>	90
CHS 35		Rennes	<i>Quercus petraea</i>	80
CHS 72		Bercé	<i>Quercus petraea</i>	170

Les 14 placettes étudiées avec un nombre total d'espèces cumulé de 512 sur 6 ans (de 1994-95 à 2000) montrent que celles-ci sont représentatives de la forêt française, et en particulier du réseau RENECOFOR (Tableau 18). Dans l'ensemble des 88 placettes suivies en 1994-95 et 2000, un total de 858 espèces a été recensé lors des deux campagnes.

Tableau 18 : Nombre total d'espèces observées dans les différentes placettes.

Table 18: Total number of species observed in the different plots.

Placettes	CHS 57a	CHS 88	HET 54a	HET 54b	HET 88	Total
Région sub-continentale	84	67	60	106	29	200
Nombre cumulé d'espèces						
Placettes	EPC 73	EPC 74	HET 26	SP 05	SP 26	Total
Région de montagne	141	145	152	166	130	350
Nombre cumulé d'espèces						
Placettes	CHS 35	CHS 72	HET14	HET 29	Total	
Région atlantique	45	53	73	62	129	
Nombre cumulé d'espèces						
Nombre total d'espèces :						512

6.1. Méthodes d'estimation du recouvrement des espèces

Trois méthodes d'estimation du recouvrement des espèces ont été comparées en terme d'efficacité quant au nombre d'espèces inventoriées et à la présence possible de biais d'estimation du recouvrement. Ces trois méthodes sont :

La méthode des transects

C'est la méthode classique de Braun-Blanquet, basée sur l'estimation visuelle de l'abondance-dominance des espèces sur une échelle ordinale de 7 degrés (r, +, 1, 2, 3, 4 et 5).

La flore est observée sur 8 transects d'une surface de 100m^2 ($L = 50\text{ m}$, $l = 2\text{ m}$). Les espèces sont réparties en 5 strates : arbres ($>7\text{ m}$), arbustes hauts (2-7 m), arbustes bas (0,3-2 m), herbacées et mousses. Le protocole est identique à celui employé sur toutes les autres placettes du réseau RENECOFOR.

La méthode des carrés

Le recouvrement de la flore est estimé visuellement sur des carrés d'une surface de 1m^2 chacun, avec un total de 200 carrés par placette, à raison de 25 carrés par transect.

Chaque carré est repéré par le numéro du transect et un numéro de 1 à 25. Les carrés sont répartis alternativement de part et d'autre de la ligne centrale du transect, le carré numéro 1 étant toujours situé vers l'intérieur de la placette, en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les espèces sont réparties en 5 strates : arbres, arbustes hauts, arbustes bas, herbacées et mousses. Pour les strates hautes, on considère la projection des houppiers dans le carré. Chaque espèce est caractérisée par l'estimation de son pourcentage de recouvrement dans le carré (0 à 100%). On note également le pourcentage de sol sans végétation (sans arbuste bas, herbacée ni mousse) et, le cas échéant, le pourcentage de surface occupée par la section des troncs.

La méthode des points contacts

La flore est observée sur la ligne centrale des 8 transects. Après avoir tendu un penta-décamètre entre les deux bornes d'un transect, on observe tous les 20 cm les végétaux touchés par une ligne verticale virtuelle. Pour faciliter l'observation, une fine baguette rigide est utilisée et les contacts avec les espèces des strates des mousses, des herbacées et des arbustes bas sont notés. On compte un seul contact par espèce, mais tous les contacts avec des espèces différentes. S'il n'y a aucun contact avec la végétation, le point est compté en sol sans végétation (bois mort, litière, sol nu, rocher, rocher moussu, souche, souche moussue, tronc). Les espèces sont réparties en 5 strates : arbres, arbustes hauts, arbustes bas, herbacées et mousses. Tous les mètres, la projection éventuelle des arbres et des arbustes hauts est notée.

Chaque notation est repérée par le numéro du transect suivi d'un numéro compris entre 1 et 250.

Cette comparaison a été effectuée dans 3 placettes du réseau RENECOFOR, dans trois domaines bioclimatiques contrastés :

- sub-continental – CHS 57a,
- montagnard – SP 26,
- atlantique – CHS 35 ;

une ou deux fois par an et pendant 2 ans, en 1996 et 1997.

Résultats de la comparaison

A l'échelle de la placette, la méthode des transects est de loin la plus efficace en terme de nombre d'espèces trouvées, quelles que soient la saison et la zone bioclimatique (Tableau 19). Elle permet de recenser 94% de la richesse totale observée avec les trois méthodes. La méthode des carrés recense 82% de cette richesse totale et la méthode des points contacts, seulement 57%.

Y-a-t-il des espèces vues uniquement par une méthode (Tableau 20) ? Oui, mais très rarement par les méthodes des carrés et des points contacts avec, respectivement, 5,7% et 0,5%. La méthode des transects permet, par contre, de recenser 15% d'espèces en plus.

Tableau 19 : Nombre d'espèces observées par chacune des trois méthodes.

Table 19: *Number of species observed with each of the three tested methods (Transect = 50 X 2 m, Carrés = 200 quadrats of 1 m² each and "Points -contacts" = 2,000 contact points).*

	Année	Saison	Transects	Carrés	Points-contacts	Nombre total
Zone Sub-continentale						
CHS 57a	1996	Printemps	51	44	-	51
	1996	Eté	51	45	24	52
	1997	Printemps	49	44	28	55
	1997	Eté	55	48	27	57
Moyenne		51,5	45,3	26,3	53,8	
% sur nb total		95,9%	84,3%	48,1%	100%	
Zone Montagne						
SP 26	1996	Printemps	82	67	-	86
	1996	Eté	93	83	55	96
	1996	Automne	84	70	51	86
	1997	Eté	92	84	-	104
	1997	Automne	80	-	56	82
Moyenne		86,2	76,0	54,0	90,8	
% sur nb total		95,2%	81,6%	61,6%	100%	
Zone Atlantique						
CHS 35	1996	Eté	26	25	20	30
	1997	Eté	30	26	20	35
Moyenne		28,0	25,5	20,0	32,5	
% sur nb total		86,2%	78,8%	61,9%	100%	
Moyenne totale			63,0	53,6	35,1	66,7
% sur nb total			93,8%	82,1%	56,6%	100%

Tableau 20 : Nombre d'espèces trouvées avec une seule méthode, deux méthodes et les trois méthodes.

Table 20: *Number of species found with one method only, two methods only or all three methods.*

	Année	Saison	Transects	Carrés	Points-contacts	Transects + Carrés	Transects + Points-contacts	Carrés + Points-contacts	Les trois méthodes
Subcontinentale									
CHS57a	1996	Eté	7	1	0	20	0	0	24
	1997	Printemps	8	4	2	15	1	0	25
	1997	Eté	7	2	0	21	2	0	25
Moyenne			7,3	2,3	0,7	18,7	1,0	0	24,7
% sur nb total			13,4%	4,2%	1,2%	34,2%	1,8%	0%	45,2%
Montagne									
SP26	1996	Eté	13	3	0	25	0	0	55
	1996	Automne	14	2	0	19	2	0	49
Moyenne			13,5	2,5	0	22,0	1,0	0	52,0
% sur nb total			14,9%	2,7%	0%	24,1%	1,2%	0%	57,1%
Subatlantique									
CHS35	1996	Eté	5	3	0	2	0	1	19
	1997	Eté	6	4	0	5	3	1	16
Moyenne			5,5	3,5	0	3,5	1,5	1,0	17,5
% sur nb total			16,9%	10,7%	0%	10,5%	4,3%	3,1%	54,5%
Moyenne totale			8,6	2,7	0,3	15,3	1,1	0,3	30,4
% sur nb total			14,8%	5,7%	0,5%	24,5%	2,3%	0,9%	51,3%

Les espèces oubliées par la méthode des transects et vues par la méthode des carrés ont un recouvrement inférieur à 5% et dans 90% des cas, à 0,4%. L'observation est identique pour les espèces non vues par la méthode des points-contacts avec un recouvrement inférieur ou égal à 0,4% dans les carrés et un coefficient d'abondance-dominance inférieur ou égal à "1", voire inférieur ou égal à "+" dans 83,5% des cas. Les espèces non vues par la méthode des carrés ont un coefficient d'abondance-dominance inférieur ou égal à "1", et dans 91,3% inférieur à "+".

Il existe aussi des différences d'observation en fonction des strates et suivant les différentes méthodes :

- pour la strate des arbres, les observations sont identiques quelle que soit la méthode ;
- pour les strates des arbustes hauts et bas, les méthodes des carrés et des points contacts minorent le nombre d'espèces observées. Les espèces de la strate des arbustes hauts et bas présents avec un faible recouvrement dans les transects ne sont pas recensées par la méthode des carrés et encore moins par la méthode des points-contacts ;
- pour la strate des herbacées, c'est la méthode des transects qui recense le maximum d'espèces, suivie de très près par la méthode des carrés. La méthode des points-contacts oublie entre 35% et 45% des espèces ;
- pour la strate des mousses, les méthodes des transects et des carrés donnent des résultats identiques. La méthode des points-contacts minore le nombre d'espèces.

Les espèces non repérées par l'une ou l'autre des méthodes sont principalement des espèces à très faible recouvrement.

Parmi les trois méthodes comparées, la méthode des transects est de loin la plus efficace en terme de nombre d'espèces trouvées : deux à trois fois plus d'espèces observées avec cette méthode qu'avec les deux autres pour un temps d'observation donné. La méthode des carrés est deux fois plus longue à mettre en oeuvre que la méthode des transects ou des points-contacts (Tableau 21). Des résultats identiques ont été observés pour les placettes CHS 57a et CHS 35.

Tableau 21 : Temps moyen mis pour effectuer les relevés et la saisie des données par les trois méthodes dans la placettes SP 26.

Table 21: Average time taken to carry out the surveys and enter the data for the three methods in plot SP 26.

Méthode	Relevé sur le terrain	Saisie des données	Total
transects	2 personnes x 4 h	1 personne x 3 h	11 h
carrés	2 personnes x 10 h	1 personne x 5 h	25 h
points contacts	2 personnes x 6 h	1 personne x 2 h	14 h

Le nombre d'espèces vues par chacune des méthodes est directement lié à la surface explorée :

- 800 m² par la méthode des transects,
- 200 m² par la méthode des carrés,
- 8 lignes de 250 points (50 pour les arbustes hauts et arbres) par la méthode des points-contacts.

Afin de comparer le nombre d'espèces observées par les méthodes des transects et des carrés pour une surface définie, des nombres moyens d'espèces ont été recalculés pour différentes surfaces (Tableau 22). A surface égale, la méthode des carrés observe un plus grand nombre d'espèces par rapport à la méthode des transects.

Tableau 22 : Nombre moyen calculé à partir de données réellement observées par les méthodes des transects et des carrés pour différentes surfaces échantillonnées.

Table 22: *Number of species observed with the transect and quadrat methods for different sampling surface areas.*

Area	CHS 57a		SP 26		CHS 35	
	carrés	transects	carrés	transects	carrés	transects
Nb sp						
1 m ²	7,0	-	10,3	-	4,4	-
5 m ²	13,0	-	27,0	-	8,8	-
25 m ²	24,3	-	51,5	-	15,2	-
50 m ²	31,9	-	63,1	-	18,3	-
100 m²	40,2	24,8	76,5	48,1	22,0	16,7
200 m²	51,0	35,4	89,0	66,0	26,0	21,1
400 m ²	-	45,9	-	81,8	-	25,5
800 m ²	-	58,0	-	99,0	-	30,0

Les estimations de recouvrement par les trois méthodes ne sont pas cohérentes. De nombreux biais semblent exister pour chaque méthode. Les différences entre équipes, ou entre strates de végétation pour une équipe donnée montrent clairement une grande part de subjectivité pour toutes les méthodes d'estimation du recouvrement, même pour la méthode des points-contacts supposée a priori objective. Les forts recouvrements sont correctement estimés par les trois méthodes, la plus précise étant probablement dans ce cas la méthode des points-contacts. Pour les valeurs plus faibles de recouvrement, aucune méthode ne semble adéquate. La plupart des espèces que nous avons observées ont un recouvrement de moins de 0,5%, souvent beaucoup moins, atteignant couramment des valeurs aussi faibles que 0,05%. A ces faibles niveaux de recouvrement, aucune méthode n'est véritablement efficace. Dans la gamme des valeurs intermédiaires (entre 0,5% et 50%), la méthode des carrés est probablement la plus satisfaisante.

Tant que nous ne savons pas si les effets à long terme des changements environnementaux se marqueront plus rapidement dans les valeurs de recouvrement que dans la présence-absence des espèces, ou plutôt sur les espèces à fort recouvrement que sur celles à faible recouvrement, il n'est pas possible de conclure quelle est la meilleure méthode à employer parmi les trois testées. Cependant, nos résultats montrent que la méthode des points-contacts est sans doute très mal adaptée, et que la méthode des carrés a un coût très élevé pour une garantie limitée de précision. Si, comme on peut s'y attendre, les changements interviennent en priorité sur la présence-absence des espèces de faible recouvrement (qui représentent la majorité des espèces forestières), la méthode des transects est la plus efficace pour le suivi à long terme des évolutions de la végétation forestière.

6.2. Variations intra- et inter-annuelle de la composition de la végétation

Nous avons aussi étudié les variations intra- et inter-annuelles de la composition de la végétation et du recouvrement des espèces de façon à aider au choix de la meilleure fréquence d'échantillonnage. Cette étude a été faite dans 14 placettes du réseau RENECOFOR, incluant les trois précédentes, pendant 6 ans, à raison de un ou deux passages par an et en utilisant exclusivement la méthode des transects. Deux placettes (HET 54a et HET 54b) ont été détruites par la tempête de décembre 1999 et n'ont donc pas été observées en 2000.

Les résultats montrent des variations intra- et inter-annuelles significatives de la richesse spécifique et de la composition en espèces.

Les trois premières années d'observations (1995, 1996 et 1997), la végétation a été observée deux ou trois fois dans l'année à des saisons différentes afin de suivre les variations intra-annuelles et de voir quelle saison était la plus représentative. Une seule visite annuelle, en été, permet de recenser

88% de la richesse spécifique et deux visites, à deux saisons différentes, permettent d'atteindre un taux moyen de 95%.

Les Tableaux 23 et 24 donnent l'évolution du nombre d'espèces, toutes strates confondues et uniquement pour les strates herbacées et arbustes bas, des différentes placettes observées annuellement depuis 6 ans.

Tableau 23 : Nombre d'espèces, toutes strates confondues, observées annuellement de 1994-95 à 2000 dans les placettes.

Table 23: Number of species observed annually from 1994-95 to 2000 in all strata.

Plot	1994-95 An 1	1996 An 2	1997 An 3	1998 An 4	1999 An 5	2000 An 6	Nombre total d'espèces sur 6 ans	Variation maximum sur 6 ans
CHS 57a	55	54 →	58 ↗	68 ↗	64 ↘	66 →	84	14
CHS 88	39	43 ↗	45 →	41 →	48 ↗	47 →	67	9
HET 54a	41	39 →	50 ↗	51 →	47 ↘	-	60	10
HET 54b	79	77 →	84 ↗	-	92 ↗	-	106	13
HET 88	17	23 ↗	21 ↘	-	22 →	23 →	29	6
EPC 73	85	99 ↗	118 ↗	97 ↘	109 ↗	103 ↘	141	33
EPC 74	93	108 ↗	120 ↗	115 →	115 →	111 →	145	27
HET 26	77	102 ↗	117 ↗	109 ↘	92 ↘	95 →	152	40
SP 05	112	123 ↗	134 ↗	126 ↘	129 →	134 ↗	166	22
SP 26	83	101 ↗	91 ↘	104 ↗	89 ↘	96 ↗	130	21
HET 29	38	47 ↗	47 →	45 →	46 →	48 →	62	10
HET 14	48	40 ↘	44 ↗	40 ↘	39 →	46 ↗	73	-9
CHS 35	29	30 →	32 ↗	28 ↘	26 ↘	36 ↗	45	7
CHS 72	27	34 ↗	32 ↘	27 ↘	31 ↗	44 ↗	53	17

Tableau 24 : Nombre d'espèces des strates herbacées et arbustes bas cumulées, observés annuellement de 1994-95 à 2000 dans les placettes.

Table 24: Number of species observed annually from 1994-95 to 2000 in the herbaceous and low-shrub strata.

Plot	1994-95 An 1	1996 An 2	1997 An 3	1998 An 4	1999 An 5	2000 An 6	Variation maximum sur 6 ans
CHS 57a	49	49 →	51 →	58 ↗	57 →	61 ↗	12
CHS 88	11	15 ↗	13 ↘	28 ↗	33 ↗	29 ↘	22
HET 54a	36	35 →	45 ↗	44 →	41 ↘	-	10
HET 54b	78	75 →	82 ↗	-	90 ↗	-	12
HET 88	11	15 ↗	13 ↘	-	15 ↗	15 →	4
EPC 73	78	87 ↗	102 ↗	91 ↘	98 ↘	94 →	24
EPC 74	84	92 ↗	104 ↗	100 →	102 →	96 ↘	20
HET 26	77	93 ↗	106 ↗	107 →	92 ↘	87 ↘	30
SP 05	106	113 ↗	126 ↗	118 ↘	120 →	126 ↗	20
SP 26	73	85 ↗	75 ↘	87 ↗	77 ↘	78 ↗	14
HET 29	24	32 ↗	33 →	31 ↘	30 →	27 ↘	9
HET 14	38	31 ↘	35 ↗	34 →	33 →	35 ↗	7
CHS 35	22	20 ↘	18 ↘	15 ↗	14 ↘	19 ↗	8
CHS 72	19	19 →	21 ↗	17 ↘	20 ↗	28 ↗	11

Les deux premières années, le nombre d'espèces observées, toutes strates confondues ou uniquement pour les strates herbacées + arbustes bas, augmente dans la majorité des placettes. Cette augmentation est due à la redondance des observations ; les observateurs améliorent d'année en année leur taux de découverte des espèces dans des placettes de mieux en mieux connues. Seule une

placette, SP 26 dans le Vercors, voit son nombre d'espèces diminuer fortement. Cette diminution s'explique par un climat très froid avec des gelées localisées dans cette région à la St Jean. Les gelées ont desséché la végétation.

Les années suivantes, le nombre d'espèces observées augmente, diminue ou reste stable. Il n'y a pas de règle. Néanmoins nous observons que le nombre d'espèces nouvelles chaque année diminue fortement dès la deuxième année d'observation (Figure 20) pour se stabiliser vers la 4^{ème} ou la 5^{ème} année.

Le nombre d'espèces non revues d'une année sur l'autre (ces espèces peuvent être de nouveau observées par la suite) ne suit pas vraiment de règle (Figure 20). Il peut varier de 0 à 27 d'une année sur l'autre pour une même placette. Dans le cas des placettes dans les Alpes, ces variations sont liées aux conditions climatiques locales. Une année froide et/ou sèche sera marquée par un nombre d'espèces non revues élevé.

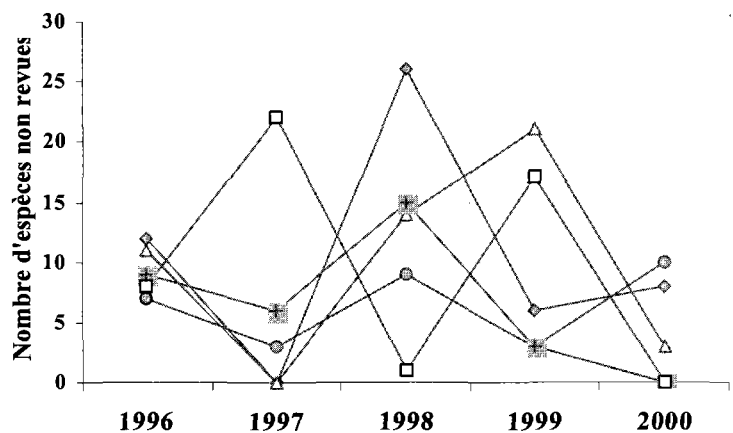
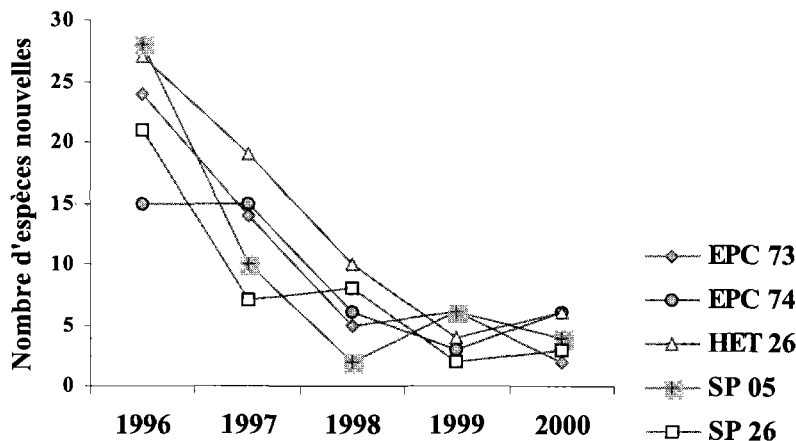


Figure 20 : Nombre d'espèces nouvelles et non revues d'une année sur l'autre, depuis 1996, dans 5 placettes des Alpes.

Figure 20: Number of new species and species not recorded during the previous year in 5 plots in the Alps.

Les variations inter-annuelles sont grandes et actuellement nous ne pouvons pas mettre en évidence une tendance générale. Une année d'observation n'est pas obligatoirement représentative d'un état moyen, particulièrement en montagne, où les conditions climatiques ont localement une forte influence.

Le Tableau 25 donne le pourcentage d'espèces de l'année par rapport au nombre d'espèces cumulées sur les 6 ans, de 1994-95 à 2000. Il met en évidence qu'il n'est pas possible d'observer la totalité des espèces présentes dans une placette en une seule année d'observation. Au maximum, ce chiffre est de 87% avec un minimum à 51% et une moyenne, pour les 14 placettes observées depuis 6 ans, de 71%.

Tableau 25 : Pourcentage du nombre d'espèces observé chaque année par rapport au nombre d'espèces cumulé sur les 6 ans, de 1994-95 à 2000.

Table 25: *Percentage of the total number of species observed per year compared to the total number of species observed from 1994 to 2000.*

<i>Placette</i>	1994-95	1996	1997	1998	1999	2000	Moyenne
CHS 35	64 %	67 %	71 %	62 %	58 %	80 %	67 %
CHS 57a	67 %	64 %	69 %	81 %	76 %	79 %	73 %
CHS 72	58 %	64 %	60 %	51 %	58 %	83 %	63 %
CHS 88	61 %	64 %	67 %	61 %	72 %	70 %	66 %
EPC 73	64 %	72 %	84 %	69 %	77 %	73 %	73 %
EPC 74	69 %	74 %	83 %	79 %	79 %	77 %	77 %
HET 14	68 %	55 %	60 %	55 %	53 %	63 %	59 %
HET 26	57 %	67 %	81 %	72 %	61 %	63 %	67 %
HET 29	61 %	76 %	76 %	73 %	74 %	77 %	73 %
HET 54a	68 %	65 %	83 %	85 %	78 %		76 %
HET 54b	75 %	73 %	79 %		87 %		79 %
HET 88	76 %	79 %	72 %		76 %	79 %	77 %
SP 05	70 %	81 %	84 %	76 %	78 %	81 %	78 %
SP 26	68 %	78 %	75 %	80 %	68 %	74 %	74 %

La répétition des observations avec un intervalle de 5 années ne donne donc qu'une image partielle de la composition floristique des peuplements.

7. Méthodes de traitement des données

7.1. Constitution du jeu de données

Avant d'être rassemblés, les relevés floristiques ont dû être homogénéisés à la fois dans leur format et dans leur contenu. Une part importante de ce travail d'homogénéisation a porté sur la nomenclature.

7.1.1. Rassemblement de toutes les années de relevé (1994 à 2000)

Données 1994-95

Le travail d'homogénéisation pour le jeu de données 1994-95 a porté uniquement sur le changement de dénomination d'espèces causé par l'utilisation de la liste informatisée des taxons de *Flora Europaea*. La dénomination de 160 taxons a ainsi été modifiée en raison du changement de leur niveau de détermination qui est passé du niveau spécifique au niveau infra-spécifique (ex : *Myosotis sylvatica* devient *Myosotis sylvatica* subsp. *sylvatica*, *Asphodelus delphinensis* devient *Asphodelus albus* subsp. *albus*)

Données 1996-99

Etant donné que les relevés effectués entre 1996 et 1999 (Annexe 1) n'avaient pas encore fait l'objet d'une analyse, à l'exception des données relevés dans le cadre de la comparaison des méthodes (voir chapitre 6, page 48), ils ont nécessité un travail d'homogénéisation qui a porté non seulement sur la dénomination des espèces mais aussi sur les codes attribués aux strates, l'utilisation des caractères (voir § 2.4.2., page 5), voire les coefficients d'abondance-dominance.

Données 2000

Pour la campagne 2000, la saisie des relevés dans la base Saisie Flore Renecofor a permis d'améliorer la qualité des jeux de données reçus, avec une diminution très nette des fautes de frappe et surtout l'existence d'une référence taxonomique unique. Une vérification des données a cependant été entreprise et quelques questions ont du être posées aux équipes.

Une fois l'ensemble des données nettoyées et intégrées à la base de données, la comparaison des relevés effectués dans les mêmes bandes à des dates différentes a révélé certaines incohérences et oublis d'une date à l'autre.

Exemples : Le nom des taxons mal déterminés à une date donnée n'a pas toujours été remplacé par le nom correctement déterminé à une date ultérieure, ce qui engendre la présence de deux dénominations ou plus pour un même taxon.

Les absences que l'on peut qualifier d'oublis concernent les espèces des strates arborescentes et arbustives (ex : un arbuste haut vu au printemps et en automne et non revu en été).

Pour améliorer les données, il est alors apparu nécessaire de demander aux équipes de vérifier leurs données en portant une attention particulière à la comparaison des dates de relevés. Des fiches synthétiques ont donc été élaborées pour les bandes de chaque placette et mises en ligne sur le site Web du laboratoire Dynamique des Ecosystèmes d'Altitude de l'Université de Savoie pour que les équipes puissent les télécharger, les imprimer et effectuer leurs corrections sur les fiches papier. Les corrections ont ensuite été apportées dans la base de relevés.

Le travail d'homogénéisation des données antérieures à 2000, d'élaboration des fiches synthétiques de vérification et de correction des données dans la base de relevés a nécessité 4 mois de travail à temps plein.

7.1.2. Dates de relevés

La tempête de décembre 1999 a endommagé une partie des placettes (voir chapitre 3, page 11) parmi lesquelles 13 n'ont pu être échantillonnées au cours de la campagne 2000 (Tableau 26). Sur ces 13 placettes, 6 n'ont donc été échantillonnées qu'une seule année, au cours de la première campagne, tandis que les 7 autres ont eu de 1 à 2 années d'échantillonnage supplémentaires entre 1995 et 2000.

Sur les 90 placettes échantillonnées (88 placettes françaises et 2 placettes luxembourgeoises) en 2000 près de la moitié n'ont été échantillonnées qu'au cours de ces campagnes tandis que les autres ont été relevées entre 1995 et 2000 soit parce qu'elles faisaient partie du programme de recherche européen sur le suivi inter-annuelle (travaux présentés chapitre 6, page 48) ou en raison d'interventions sylvicoles (Annexe 1).

Tableau 26 : Nombre d'années séparant le premier et le dernier relevé en fonction du nombre d'années de relevés dans les placettes du réseau. Les placettes observées chaque année sont représentées dans des cellules grisées.

Table 26: Number of years between the first and the last survey related to the number of years with surveys on the network plots. The plots observed each year are in grey cells.

Nombre d'années de relevés	Durée période (en années)					Total
	0	2	3	4	5	
1	6					6
2		1	3		46	50
3				1	27	28
4					5	5
5				2		2
6					12	12
Total	6	1	3	3	90	103 *

* 103 parcelles = 101 parcelles en France + 2 au Luxembourg.

Le Tableau 27 montre que, malgré le protocole établi pour la première campagne, un certain nombre de placettes n'ont pas été échantillonnées aux trois saisons (printemps, été et automne) en 1994-95. En revanche, au cours de la campagne 2000 toutes les placettes, à l'exception de la placette HET 03 et des placettes fortement touchées par la tempête, ont été échantillonnées comme prévu durant les saisons de printemps et d'été.

L'analyse de l'évolution de la composition floristique portera uniquement sur les relevés effectués au printemps et en été au cours des campagnes 1994-95 et 2000.

Tableau 27 : Nombre de combinaisons des saisons de relevé dans les placettes pour chaque année.

Table 27: Number of seasonal combinations for surveys in the plots for each year (PR=spring, ETE=summer, AUT=fall).

Années	Saisons						Total
	PRE	ETE	AUT	PRE	ETE	PR	
1994-95	89	5	1	2	5	1	103
1996	3	11				2	16
1997		19	2	4			25
1998		22	7		9		38
1999		10			8		18
2000		90					90
Total	92	157	10	6	22	3	290

7.2. La mise en défens des placettes

7.2.1. Interruption de la mise en défens

La mise en défens de certaines placettes a connu des interruptions plus ou moins longues comme l'illustre le Tableau 28. Ces interruptions ont été causées en majorité par un endommagement de la clôture suite à des chablis.

Certains observateurs ont également noté des signes de passage récent d'ongulés, abroustissement ou frottis, dans la zone centrale des placettes sans que la clôture n'ait été endommagée. A l'échelle du réseau, ce type d'observation est cependant incomplet car l'intérêt porté aux signes d'abroustissement varie énormément selon les équipes d'observateurs (Figure 21).

Tableau 28 : Informations concernant l'interruption de la mise en défens.

Table 28: *Information on damage to protective fencing.*

Origine de l'information :			Remarques des observateurs				Relevés	
Equipe	Placette	Année	Ordre de durée	Mise en défens constante	Origine	Nombre d'interruptions	Signes de passage	"a"*** en enclos
Picard Dupouey	CHS 57a	2000	Semaine	Non	Clôture ouverte	1		Oui
Picard Dupouey	CHS 68	2000	Mois	Non	Clôture ouverte	1		
Picard Dupouey	CHS 88	1996	Année	Non	Trou sous la clôture	1		
Picard Dupouey	CPS 67	2000	Mois	Non	Clôture ouverte	1	Oui	
Coquillard Gueugnot	EPC 63	2000	Mois	Non	Clôture effondrée	1		
Dobremez Bourjot	EPC 74	1997	Semaine				Oui	Oui
Coquillard Gueugnot	EPC 87	2000	Semaine	Non	Porte ouverte	1		
Picard Dupouey	EPC 88	1998	Semaine				Oui	
Dumé	HET 02	2000	Mois	Non	Arbre sur clôture	1	Oui	
Dobremez Bourjot	HET 04	2000	Semaine				Oui	Oui
Dobremez Bourjot	HET 26	1997	Mois	Non	Clôture écrasée par la neige	1	Oui	Oui
Picard Dupouey	HET 54b	1996		Non	Trou sous la clôture	2		
Picard Dupouey	HET 54b	1999		Non	Clôture couchée	2		
Dobremez Bourjot	PS 04	1994		Non	Clôture effondrée	1		
Coquillard Gueugnot	PS 63	2000		Non	Clôture effondrée	1		
Dobremez Bourjot	SP 26	1999	Mois	Non	Trou dans la clôture	1	Oui	Oui
Picard Dupouey	SP 57	2000	Mois	Non	Clôture ouverte	1		
Picard Dupouey	SP 68	2000	Mois	Non	Clôture effondrée	1		
Corriol	CHS 18	2000						Oui
Dumé	CHS 60	2000						Oui
Corriol	CHS 61con	2000						Oui
Corriol	CPS 77	2000						Oui
Dobremez Bourjot	HET 26	1998						Oui
Dobremez Bourjot	HET 26	1999						Oui
Dobremez Bourjot	HET 26	2000						Oui
Picard Dupouey	HET 55	2000						Oui
Savoie	HET 65	2000						Oui
Corriol	PL 41	2000						Oui
Timbal	PM 17	2000						Oui
Timbal	PM 40b	2000						Oui
Timbal	PM 40c	2000						Oui
Corriol	PS 41	2000						Oui
Corriol	PS 45	2000						Oui
Corriol	PS 78	2000						Oui
Dobremez Bourjot	SP 38	2000						Oui

*** : "a" = abroustis ; de l'abroustissement récent a été observé dans certains enclos.

7.2.1. Espèces végétales abruties

Au cours des relevés, certaines équipes ont noté systématiquement la présence de traces d'abrutissement ou de traces de frottis. Cette notation est concrétisée par la lettre "a" ajoutée au coefficient d'abondance-dominance. La Figure 21 atteste bien que certaines équipes ne sont pas sensibles à ce phénomène.

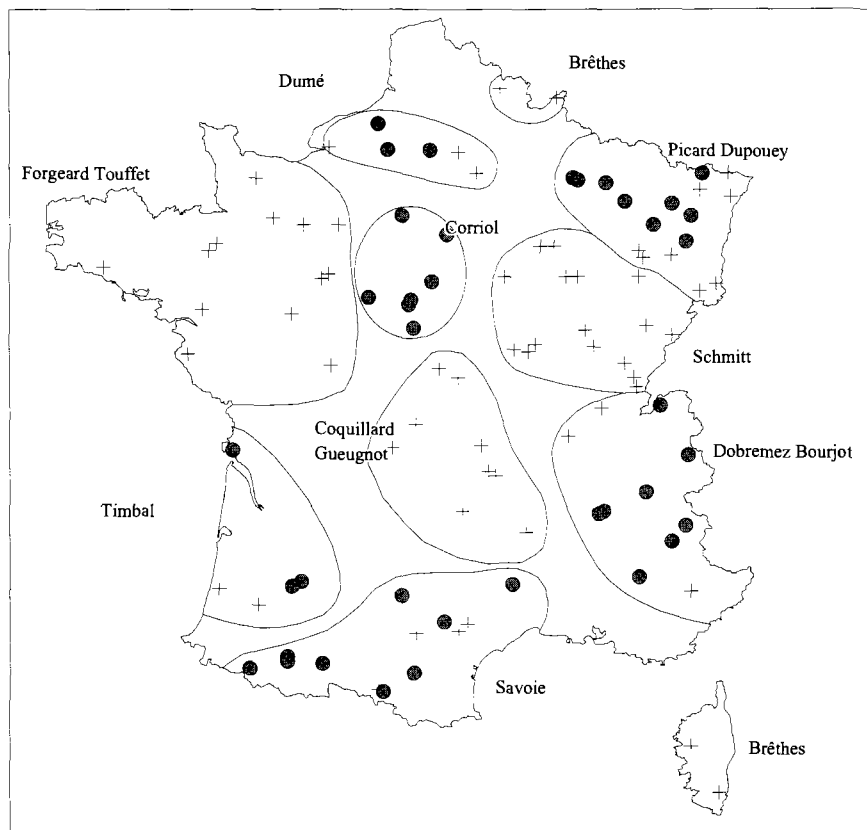


Figure 21 : Distribution des notations d'abrutissement ou de frottis dans les placettes du réseau (sans distinction entre enclos et exclos) mise en relation avec les équipes d'observateurs ; "•" = observation d'abrutissement ; "+" = pas d'observation.

Figure 21: Distribution of the records for browsing or fraying in network plots (both inside and outside fencing) by team of experts; "•" = browsing observed; "+" = no browsing observed.

Pour ceux qui ont relevé les traces d'impact du gibier, les données sont uniquement qualitatives. En effet, aucun protocole précis d'estimation des interactions gibier-végétation n'a été mis en œuvre. Cependant ces résultats apportent des indications sur les espèces les plus sensibles ou le plus souvent consommées comme le montrent le Tableau 29 et le Tableau 30.

Tableau 29 : Genres les plus abrutis ("a"). Les chiffres associés sont indicatifs et ne donnent pas le taux réel d'abrutissement des genres.

Table 29: The most heavily browsed genera ("a"). The numbers are indicative and do not show the real browsing rate.

Genre	Nombre de placettes	Nombre de "a"	Genre	Nombre de placettes	Nombre de "a"	Genre	Nombre de placettes	Nombre de "a"
<i>Quercus</i>	23	38	<i>Rosa</i>	6	73	<i>Luzula</i>	4	7
<i>Rubus</i>	16	87	<i>Sorbus</i>	5	22	<i>Fagus</i>	4	5
<i>Abies</i>	10	119	<i>Dryopteris</i>	4	8	<i>Fraxinus</i>	4	5
<i>Prenanthes</i>	8	60	<i>Sambucus</i>	4	8	<i>Ilex</i>	4	5
<i>Acer</i>	7	13	<i>Lonicera</i>	4	7			

Tableau 30 : Espèces végétales pour lesquelles les équipes ont noté un abrutissement. Les chiffres associés sont seulement indicatifs et ne sont pas des taux réels d'abrutissement des espèces.

Table 30: *Plant species for which browsing was observed by the teams. The numbers are only indicative and do not show the real browsing rate.*

Espèce	Nombre placettes	Nombre de "a"	Espèce	Nombre placettes	Nombre de "a"
<i>Rubus fruticosus</i> group.	12	58	<i>Epilobium angustifolium</i>	1	3
<i>Abies alba</i>	10	119	<i>Ribes alpinum</i>	1	3
<i>Prenanthes purpurea</i>	8	60	<i>Rosa canina</i>	1	3
<i>Rubus idaeus</i>	8	27	<i>Rumex alpestris</i>	1	3
<i>Quercus petraea</i>	6	15	<i>Silene dioica</i>	1	3
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5	10	<i>Angelica sylvestris</i>	1	2
<i>Rosa pendulina</i>	4	68	<i>Athyrium filix-femina</i>	1	2
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i>	4	19	<i>Euonymus latifolius</i>	1	2
<i>Fagus sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>	4	5	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	2
<i>Fraxinus excelsior</i> subsp. <i>excelsior</i>	4	5	<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>obtusifolius</i>	1	2
<i>Ilex aquifolium</i>	4	5	<i>Sorbus aria</i> subsp. <i>aria</i>	1	2
<i>Polygonatum verticillatum</i>	3	16	<i>Stachys alpina</i>	1	2
<i>Anemone nemorosa</i>	3	12	<i>Ulmus glabra</i>	1	2
<i>Frangula alnus</i>	3	10	<i>Valeriana officinalis</i> subsp. <i>sambucifolia</i>	1	2
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>helix</i>	3	6	<i>Agrostis capillaris</i>	1	1
<i>Sambucus racemosa</i>	3	5	<i>Caltha palustris</i>	1	1
<i>Mycelis muralis</i>	3	3	<i>Cardamine pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>	1	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	3	<i>Carex pilulifera</i> subsp. <i>pilulifera</i>	1	1
<i>Corylus avellana</i>	2	9	<i>Clematis vitalba</i>	1	1
<i>Carpinus betulus</i>	2	5	<i>Cornus mas</i>	1	1
<i>Lonicera alpigena</i> subsp. <i>alpigena</i>	2	5	<i>Cornus sanguinea</i> subsp. <i>sanguinea</i>	1	1
<i>Luzula sylvatica</i> subsp. <i>sylvatica</i>	2	5	<i>Epilobium montanum</i>	1	1
<i>Acer campestre</i>	2	3	<i>Galium odoratum</i>	1	1
<i>Festuca altissima</i>	2	3	<i>Hieracium laevigatum</i> group.	1	1
<i>Heracleum sphondylium</i> subsp. <i>sphondylium</i>	2	3	<i>Hieracium murorum</i> group.	1	1
<i>Phyteuma spicatum</i> subsp. <i>spicatum</i>	2	3	<i>Knautia dipsacifolia</i> subsp. <i>dipsacifolia</i>	1	1
<i>Quercus rubra</i>	2	3	<i>Laburnum anagyroides</i>	1	1
<i>Sambucus nigra</i>	2	3	<i>Luzula nivea</i>	1	1
<i>Cytisus scoparius</i> subsp. <i>scoparius</i>	2	2	<i>Luzula pilosa</i>	1	1
<i>Dryopteris dilatata</i>	2	2	<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>atlantica</i>	1	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>	2	2	<i>Populus tremula</i>	1	1
<i>Lonicera nigra</i>	2	2	<i>Primula elatior</i> subsp. <i>elatior</i>	1	1
<i>Rosa arvensis</i>	2	2	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1	1
<i>Quercus robur</i> subsp. <i>robur</i>	1	6	<i>Solidago virgaurea</i>	1	1
<i>Simethis planifolia</i>	1	5	<i>Sorbus torminalis</i>	1	1
<i>Betula pubescens</i> subsp. <i>pubescens</i>	1	4	<i>Stachys sylvatica</i>	1	1
<i>Castanea sativa</i>	1	4	<i>Teucrium scorodonia</i> subsp. <i>scorodonia</i>	1	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1	4	<i>Ulex minor</i>	1	1
<i>Quercus pyrenaica</i>	1	4	<i>Vinca minor</i>	1	1

7.3. Traitement des données

7.3.1. Etablissement d'un relevé floristique annuel par placette

Avant de calculer un certain nombre d'indices pour chaque année d'observation, un relevé synthétique de chaque bande a été réalisé en rassemblant les relevés de printemps et d'été afin de s'affranchir d'une variabilité intra-annuelle. Pour les espèces présentes aux deux saisons, c'est le coefficient d'abondance-dominance (AD) maximal qui a été conservé. Les espèces en limite n'ont pas été retenues.

Si l'on analyse la contribution des différentes strates à la richesse floristique des placettes, on s'aperçoit que c'est la strate herbacée qui contribue le plus à cette richesse avec une contribution supérieure à 87 % pour la moitié des placettes (Figure 22). Si l'on combine cette strate à la strate arbustive basse, la contribution de l'ensemble atteint cette fois 100% pour au moins la moitié des placettes.

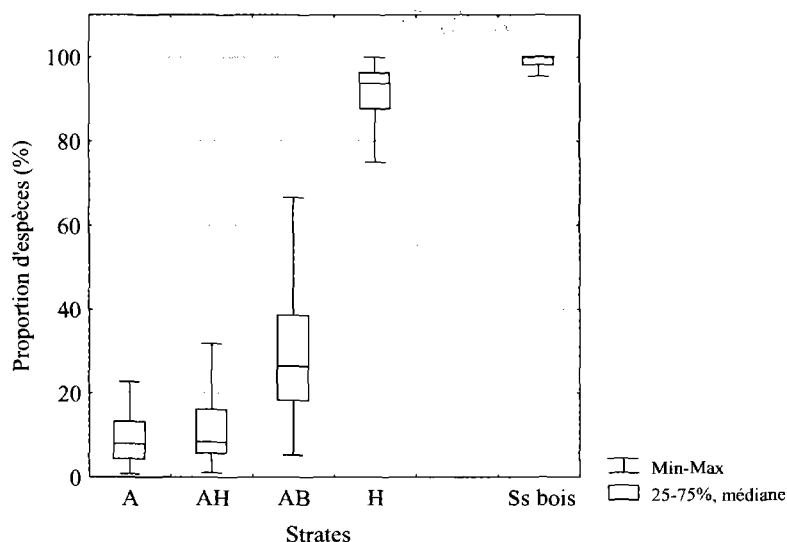


Figure 22 : Contribution des strates à la richesse des placettes en espèces vasculaires, (Ss bois = H + AB)

Figure 22: *Proportionate vascular species richness for each strata in the plots, (Ss bois = H + AB).*

Certaines strates ont donc été combinées de la manière suivante :

- Sup : strates arborescente et arbustive haute,
- Ss-Bois : strates herbacée et arbustive basse,

Tot : toutes les strates.

Pour les espèces présentes dans plusieurs strates rassemblées, c'est le coefficient d'abondance-dominance maximal qui a été conservé.

Enfin, lorsqu'un pourcentage de recouvrement était nécessaire dans les calculs, le recouvrement de chaque espèce a été déduit de son coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle suivante :

<i>Equivalence coefficient AD - recouvrement</i>						
$r \Rightarrow 0,005\%$	+ $\Rightarrow 0,05\%$	1 $\Rightarrow 2,5\%$	2 $\Rightarrow 15\%$	3 $\Rightarrow 37,5\%$	4 $\Rightarrow 62,5\%$	5 $\Rightarrow 87,5\%$

7.3.2. Indices calculés à partir des relevés

A partir des relevés floristiques annuels de 1995 et 2000, plusieurs indices ont été calculés sur les strates "Ss-Bois" et "Tot". Nous avons ensuite appliqué un test statistique pour savoir (1) s'ils avaient évolué de manière significative entre 1995 et 2000 et (2) si la mise en enclos d'une partie des bandes avait eu une influence significative sur eux. Ces indices ont également été calculés pour les placettes observées les années 1996 à 1999. Un test statistique identique a été appliqué à ces données pour savoir si on obtenait le même résultat avec 2 et 6 années de relevés.

Diversité floristique :

- *Richesse spécifique* : nombre d'espèces.
- *Indice de Shannon* : cet indice prend en compte à la fois le nombre d'espèces présentes et leur abondance relative. Il se calcule, pour chaque bande, selon la formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^s f_i \log_2 f_i$$

où f_i est l'abondance relative (c'est-à-dire le recouvrement de l'espèce, divisé par la somme des recouvrements de toutes les espèces) de la $i^{\text{ème}}$ espèce et s le nombre total d'espèces.

Valeurs indicatrices d'Ellenberg :

Calcul de la valeur moyenne des indices d'Ellenberg associés aux espèces du relevé appartenant à la strate sous-bois (herbacées + arbustes bas). Il s'agit d'une moyenne pondérée par le recouvrement de chaque espèce et dont la signification est présentée dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Signification des valeurs indicatrices d'Ellenberg .

Table 31: Interpretation of Ellenberg values.

Valeur	Signification	Valeur	Signification
<i>Indice</i>	<i>Acidité</i>		<i>Humidité</i>
1	sol très acide	1	sol très sec
2	sol acide à très acide	2	sol très sec à sec
3	sol acide	3	sol sec
4	sol acide à peu acide	4	sol sec à frais
5	sol peu acide	5	sol frais
6	sol peu acide à neutre	6	sol frais à humide
7	sol neutre	7	sol humide
8	sol neutre à alcalin	8	sol humide à hydromorphie temporaire
9	sol alcalin	9	sol hydromorphe
<i>Indice</i>	<i>Azote</i>		<i>Lumière</i>
1	sol très pauvre en azote	1	station très ombragée
2	sol pauvre à très pauvre en azote	2	station très ombragée à ombragée
3	sol pauvre en azote	3	station ombragée
4	sol pauvre à moyennement riche en azote	4	station ombragée à mi-ombragée
5	sol moyennement riche en azote	5	station mi-ombragée
6	sol relativement riche en azote	6	station mi-ombragée à ensoleillée
7	sol riche en azote	7	station ensoleillée
8	sol riche à très riche en azote	8	station ensoleillée à très ensoleillée
9	sol très riche en azote	9	station très ensoleillée

Suivi du recouvrement de quelques taxons :

Pour le suivi des espèces potentiellement abruties, nous avons dans un premier temps établi une liste d'espèces à étudier plus particulièrement dans la strate Ss-Bois. Cette liste comporte (1) les espèces ayant une valeur pastorale non nulle (espèces de prairie essentiellement), (2) des espèces signalées comme étant consommées par le gibier dans des études sur le régime alimentaire de différents ongulés, et (3) des espèces qui présentent au moins dans une placette à une date donnée une différence entre le recouvrement moyen des bandes d'enclos et d'exclos supérieure ou égale à 10%. Nous n'avons pas pris en compte les espèces d'arbre présentes en sous-bois car l'effet de l'abrutissement sur ces espèces n'est pas encore aisément décelable au travers de leur recouvrement (en général assez faible). Par exemple, le sapin dans la strate "ss-bois" peut être très fortement soumis à la pression du gibier sans que son recouvrement en soit affecté en 5 ans.

A partir de cette liste, certaines espèces d'un même genre ont été regroupées, c'est par exemple le cas des espèces de *Rubus*, *Agrostis* (rassemblées le cas échéant pour associer les espèces déterminées et indéterminées) ou *Deschampsia* (rassemblées pour obtenir un recouvrement plus élevé et qui puisse être comparé plus facilement). La nouvelle liste comporte donc des espèces bien individualisées et des genres dont le recouvrement correspond à la somme des recouvrements des espèces lui appartenant.

Tous les taxons appartenant à cette liste n'ont pas été systématiquement analysés dans toutes les placettes où ils ont été observés. Dans une placette donnée, seuls les taxons dont le coefficient d'abondance-dominance dans la strate Sous-bois était supérieur ou égal à 2 au moins 1 fois dans au moins une bande d'une placette ont été étudiés.

8. Richesse floristique des placettes RENECOFOR

Les placettes du réseau RENECOFOR ont fait l'objet d'une première campagne d'observations floristique en 1994-1995 et d'une deuxième campagne en 2000. Les tableaux et figures suivants montrent la richesse floristique des 88 placettes observées lors des deux campagnes, la tempête de décembre 1999 ayant détruit 8 placettes à plus de 70% et 5 autres ayant été encore trop perturbées pour que l'on puisse y pénétrer (danger de chutes d'arbres).

8.1. Richesse floristique des 88 placettes

Dans l'ensemble des 88 placettes, un total de 858 espèces², 735 vasculaires et 123 cryptogames, a été recensé lors des deux campagnes (Tableau 32 et Figure 23). Sur ces 858 espèces, 172 espèces sont "non déterminées précisément" (voir § 8.1.1, page 66). La proportion des espèces "non déterminées précisément" est de 17% pour les vasculaires et 38% pour les cryptogames.

Tableau 32 : Nombre d'espèces recensées dans les 88 placettes en 1994-95 et 2000.

Table 32: Number of species observed in the 88 plots in 1994-95 and 2000.

Nombre d'espèces	1994-95		2000		Total	
	déterminé	non déterminé précisément	déterminé	non déterminé précisément	déterminé	non déterminé précisément
Vasculaires	548	78	555	102	610	125
Cryptogames	64	25	69	40	76	47
Total	612	103	624	142	686	172

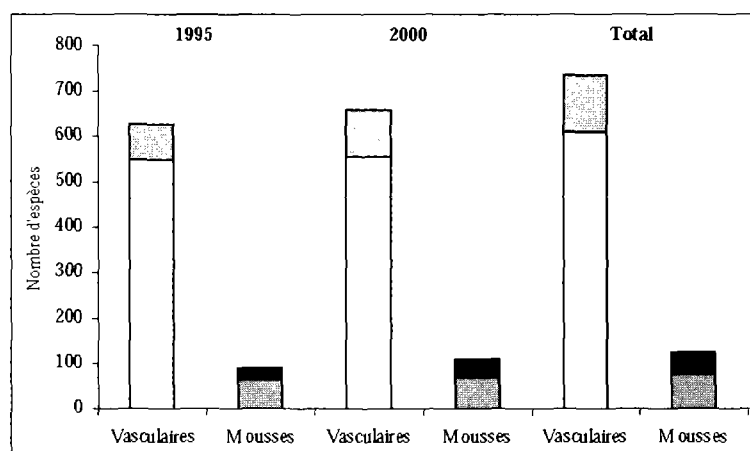


Figure 23 : Nombre d'espèces observées dans les 88 placettes du réseau échantillonnées en 1995 et 2000 (en foncé, le nombre d'espèces "non déterminées précisément").

Figure 23: Total number of species observed in the network for the 88 plots sampled in 1994-95 and 2000 (in dark, species with unsure identification).

La comparaison entre les données 1994-95 et 2000 donne les résultats suivants (Tableau 33) :

- Sur 735 espèces vasculaires au total :
 - 78 espèces ont été vues uniquement en 1995 (11%),
 - 548 espèces ont été vues en 1995 et 2000 (74%),
 - 109 espèces ont été vues uniquement en 2000 (15%).

² Dans cette partie, nous employons le terme "espèces", alors qu'on parle plutôt de taxons ayant des statuts taxonomiques variables plus ou moins bien déterminés.

Sur 123 espèces de mousses au total : - 14 espèces ont été vues uniquement en 1995 (11%),
 - 71 espèces ont été vues en 1995 et 2000 (56%),
 - 38 espèces ont été vues uniquement en 2000 (30%).

Le pourcentage d'espèces vues uniquement en 2000 est supérieur au pourcentage d'espèces vues uniquement en 1995, particulièrement pour les mousses. Cela s'explique en partie par la pression d'observation et en partie par une meilleure attention portée à certaines espèces suite aux journées d'intercalibration.

Les nouvelles espèces observées en 2000 dans la strate des arbres et des arbustes hauts correspondent soit à des arbustes hauts devenus des arbres ou des arbustes bas devenus des arbustes hauts, soit à des meilleures déterminations, surtout pour les chênes, soit à des oublis.

Tableau 33 : Nombre d'espèces par strate dans les 88 placettes observées en 1994-95 et en 2000.
Table 33: *Number of species per strata observed in the 88 plots in 1994-95 and 2000.*

Strates	1994 - 95		2000		Total	Nouvelles espèces vues en 2000	Espèces non revues en 2000
Arbres	38	4,2%	39	4%	42	4	3
Arbustes Hauts	62	7,3%	67	6,9%	74	12	7
Arbustes Bas	122	13,3%	126	12,9%	132	10	6
Herbacées	600	65,5%	636	65,1%	718	118	82
Mousses	89	9,7%	109	11,1%	123	34	14
Nombre total d'espèces	715		766		858	143	92

Le nombre d'espèces observées dans le réseau a peu évolué entre 1995 et 2000, avec une augmentation du nombre d'espèces recensées de seulement 7%. Cette petite augmentation se retrouve dans le nombre moyen d'espèces par placettes qui évolue de 50,4 à 51,9, toutes strates confondues.

La Figure 24, tirée du rapport technique 2002 sur la surveillance intensive des écosystèmes forestiers en Europe (de Vries *et al.*, 2002), montre l'existence d'un double gradient de richesse floristique du nord vers le sud de l'Europe qui est très net, et de l'ouest vers l'est qui est un peu moins net. Le nombre d'espèces par placette est supérieur en région méditerranéenne, comparé aux forêts boréales, à l'exception de quelques placettes en Norvège. En Pologne et en France, le nombre d'espèces augmente d'ouest en est.

Les placettes françaises montrent un nombre moyen d'espèces important. En 2000, la placette moyenne du réseau RENECOFOR est la suivante :

- 3,4 espèces dans la strate des arbres,
- 4,2 espèces dans la strate des arbustes hauts,
- 10,7 espèces dans la strate des arbustes bas,
- 38,4 espèces dans la strate des herbacées,
- 9,6 espèces dans la strate des mousses.

Les placettes montrent un grand nombre d'espèces mais chaque espèce, en 1994-95 et en 2000, n'apparaît en moyenne que dans 6 placettes sur un total de 88 placettes étudiées. En 1994-95, 9 espèces sur un total de 715 espèces différentes ont été vues dans plus de 50% des placettes, soit 1,3%. En 2000, ce chiffre est de 1,7% avec 13 espèces sur un total de 766 espèces différentes.

Trois espèces ont été observées dans plus de 70% des placettes, ce sont les mêmes pour les deux années d'observations :

- *Rubus fruticosus* group. (vue dans 69 placettes en 1994-95 et 71 placettes en 2000),
- *Polytrichum formosum* (vue dans 68 placettes en 1994-95 et en 2000),
- *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* (vue dans 65 placettes en 1994-95 et 68 placettes en 2000).

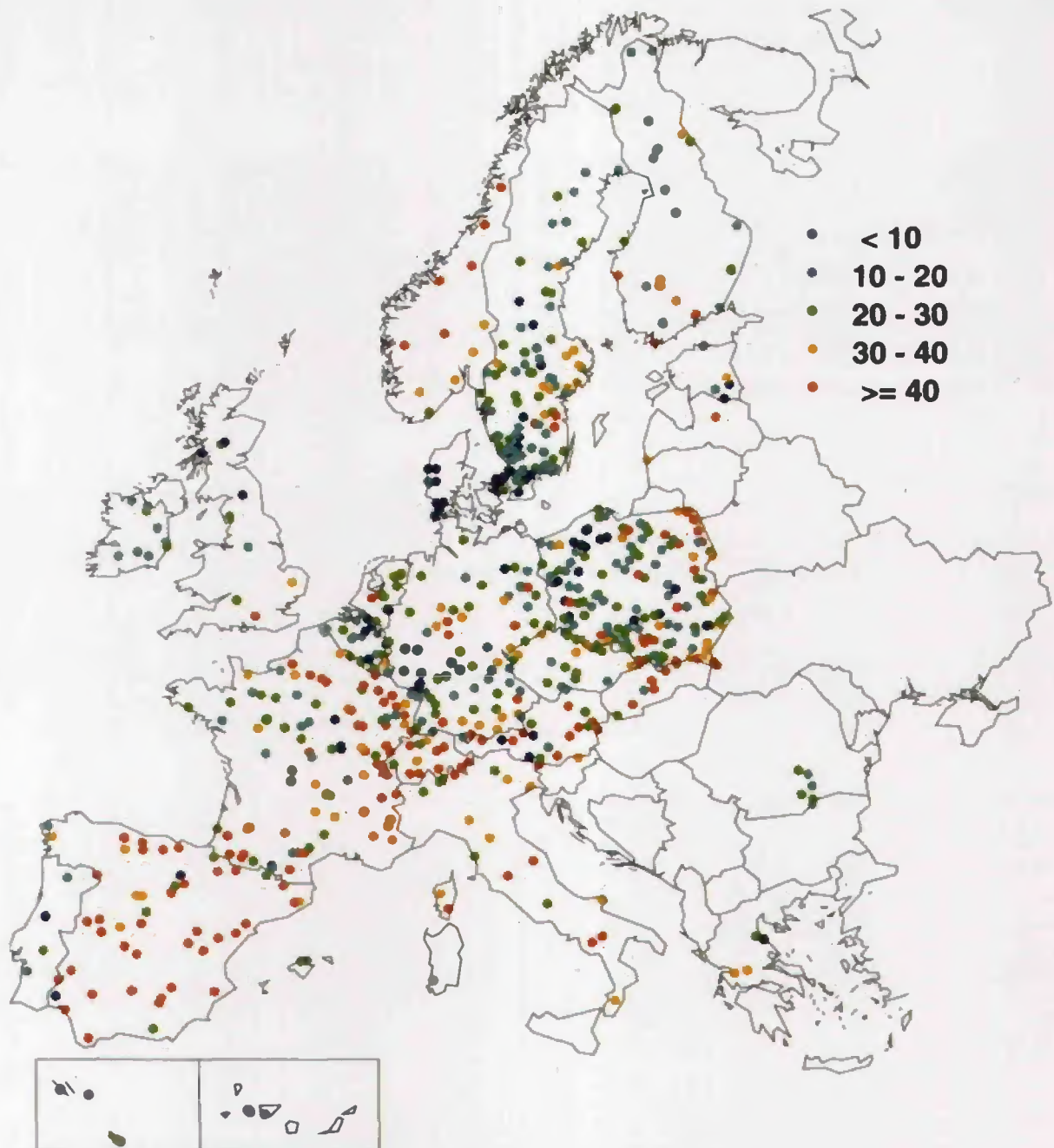


Figure 24 : Nombre d'espèces vasculaires observées dans les 674 placettes du réseau européen de suivi des écosystèmes forestiers - données disponibles en 1999- (de Vries *et al.*, 2002).

Figure 24 : Number of vascular plant species in the 674 plots in the European Network for Forest Ecosystem Monitoring - data available up to 1999 - (de Vries *et al.*, 2002).

8.1.1. Les espèces "non déterminées précisément"

Une espèce est définie comme "non déterminée précisément" dans les trois cas suivants (Tableau 34) :

- l'indétermination est sur le genre (ex : cf. *Agrostis* sp.)
- l'indétermination est sur l'espèce (ex : *Luzula* sp. ou *Luzula* cf. *multiflora*)
- l'indétermination est sur la sous-espèces (ex : *Dactylorhiza sambucina* ssp. ou *Dactylorhiza sambucina* cf. *insularis*).

La fréquence des espèces "non déterminées précisément" est de 4,3 % en 1994-95 et 5,3 % en 2000, le pourcentage des lichens et mousses "non déterminées précisément" étant supérieur à celui des plantes supérieures. Dans les espèces "non déterminées précisément", l'indétermination la plus fréquente se situe au niveau de l'espèce, respectivement 76% et 71% en 1994-95 et 2000.

Tableau 34 : Fréquence des espèces "non déterminées précisément" recensées dans les 88 placettes en 1994-95 et 2000 (sup., pour espèces supérieures et li-mo, pour lichens et mousses)

Table 34: *Frequency of species with unsure identification in the 88 plots in 1994/95 and 2000* ("sup." = superior species and "li-mo" = lichens and mosses).

	Espèces "non déterminées précisément"								Total des espèces			
	sous-espèce		espèce		Genre		Total		Total	sup.	li-mo	Total
	sup.	li-mo	sup.	li-mo	sup.	li-mo	sup.	li-mo				
1994-95	40	0	110	36	2	4	152	40	192	3668	766	4434
2000	42	1	131	42	14	14	187	57	244	3722	841	4563

Parmi les espèces supérieures très fréquentes qui posent le plus de problèmes dans les placettes RENECOFOR, *Quercus* arrive en tête avec respectivement 17% et 20% d'échantillons non identifiés en 1994-95 et 2000, particulièrement lorsqu'il s'agit de semis (Tableau 35).

Tableau 35 : Espèces "non déterminées précisément" recensées dans les 88 placettes en 1994-95 et 2000, regroupés par genre.

Table 35: *Species with unsure identification observed in the 88 plots in 1994-95 and 2000, by genus.*

Genre		1994-95 : Fréquences de l'espèce			2000 : Fréquences de l'espèce		
		non dét.	totale	% non dét/tot	non dét.	totale	% non dét/tot
<i>Quercus</i>	sup.*	18	105	17%	22	111	20%
<i>Agrostis</i>	sup.	6	46	13%	10	53	19%
<i>Hypnum</i>	li-mo*	8	75	11%	8	73	11%
<i>Cladonia</i>	li-mo	5	11	45%	9	12	75%
<i>Juncus</i>	sup.	7	39	18%	7	40	18%
<i>Rubus</i>	sup.	9	121	7%	5	118	4%
<i>Carex</i>	sup.	3	163	2%	10	173	6%
<i>Eurhynchium</i>	li-mo	6	72	8%	7	82	9%
<i>Prunus</i>	sup.	5	42	12%	7	46	15%
<i>Luzula</i>	sup.	4	99	4%	6	99	6%
<i>Festuca</i>	sup.	5	32	16%	4	28	14%
<i>Arum</i>	sup.	3	17	18%	5	19	26%
<i>Poa</i>	sup.	4	44	9%	3	44	7%
<i>Salix</i>	sup.	2	20	10%	5	20	25%
<i>Epilobium</i>	sup.	4	39	10%	2	40	5%
<i>Rumex</i>	sup.	2	21	10%	4	19	21%
<i>Senecio</i>	sup.	1	18	6%	5	20	25%
<i>Hieracium</i>	li-mo	2	40	5%	3	44	7%

* : sup., pour espèces supérieures et li-mo pour lichens et mousses.

Les espèces "non déterminées précisément" sur la sous-espèce ne sont pas prises en compte.

Pour *Rubus* et *Carex*, ces chiffres sont seulement de 7% et 2% en 1994-95 et 4% et 6% en 2000 (Tableau 35). Parmi les lichens et les mousses, à l'exception de *Cladonia*, *Hypnum* est la mousse la moins bien déterminée avec un taux de 11%. Pour les graminées, le genre *Agrostis* compte respectivement 13% et 19% d'espèces "non déterminées précisément" en 1994-95 et 2000.

Entre 1994-95 et 2000, les difficultés de détermination se retrouvent sur les mêmes genres.

8.2. Richesse floristique par essence dominante

Les 88 placettes sont regroupées en fonction de l'essence dominante, c'est-à-dire dans l'ordre :

- CHP (Chêne pédonculé, *Quercus robur*) – 9 placettes,
- CHS (Chêne sessile, *Quercus petraea*) – 18 placettes,
- CPS (Chênes pédonculé et sessile) – 2 placettes,
- DOU (Douglas, *Pseudotsuga menziesii*) – 5 placettes,
- EPC (Epicéa commun, *Picea abies*) – 10 placettes,
- HET (Hêtre commun, *Fagus sylvatica*) – 15 placettes,
- MEL (Mélèze d'Europe, *Larix decidua*) – 1 placettes,
- PM (Pin maritime, *Pinus pinaster*) – 2 placettes,
- PL (Pin laricio, *Pinus nigra subsp. laricio*) – 7 placettes,
- PS (Pin sylvestre, *Pinus sylvestris*) – 8 placettes,
- SP (Sapin pectiné, *Abies alba*) – 11 placettes.

Le Figure 25 présente la richesse floristique et le nombre moyen d'espèces par placette par essence dominante pour l'année 2000. Le Tableau 36 complète ces informations en donnant aussi les chiffres pour l'année 1994-95.

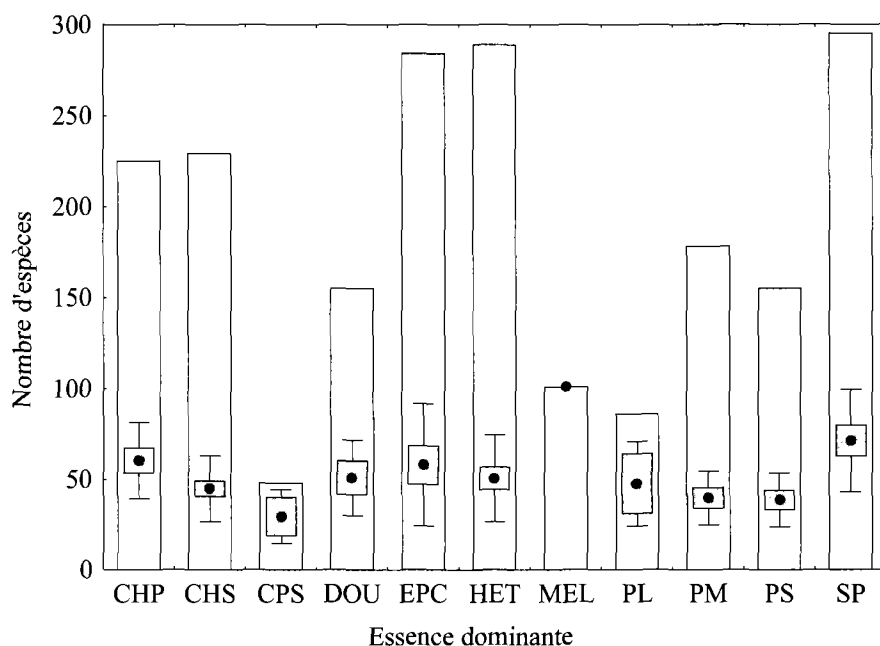


Figure 25 : Nombre moyen d'espèces par placette et par essence dominante dans les 88 placettes observées en 2000.

Figure 25: Mean number of species per plot and per dominant tree species in the 88 plots observed in 2000.

Tableau 36 : Nombre d'espèces par essence dominante dans les 88 placettes observées en 1994-95 et 2000.

Table 36: *Number of species per dominant tree species in the 88 plots observed in 1994-95 and 2000.*

	CHP	CHS	CPS	DOU	EPC	HET	MEL	PL	PM	PS	SP
Nombre de placettes	9	18	2	5	10	15	1	2	7	8	11
Nb sp différentes 1995	223	214	51	178	280	275	85	69	146	154	273
Nb sp différentes 2000	225	229	48	155	284	289	101	86	178	155	295
Nb sp différentes total	253	268	60	200	325	329	117	93	198	178	314
Nb moyen sp/placette 1995	63,3	42,5	29,4	57,2	59	49,5	85	39	34,4	37,5	65,3
Nb moyen sp/placette 2000	60,3	44,8	29,5	50,8	57,9	50,5	101	47,5	39,6	38,5	71,2

En 2000, les sapinières montrent la plus grande richesse floristique avec 295 espèces, suivies des hêtraies et des pessières avec, respectivement, 289 et 284 espèces. Les pinèdes de Pin laricio ont 86 espèces dans 2 placettes. Les observations doivent être modérées car, une essence représentée par 18 placettes ne peut être valablement comparée à une essence représentée par une ou deux placettes seulement.

La Figure 26 représente, pour chacune des essences dominantes, le nombre total d'espèces différentes en fonction du nombre de placette pour les relevés 1995 et 2000 confondus. On observe une relation directe entre le nombre de placettes échantillonnées et le nombre total d'espèce

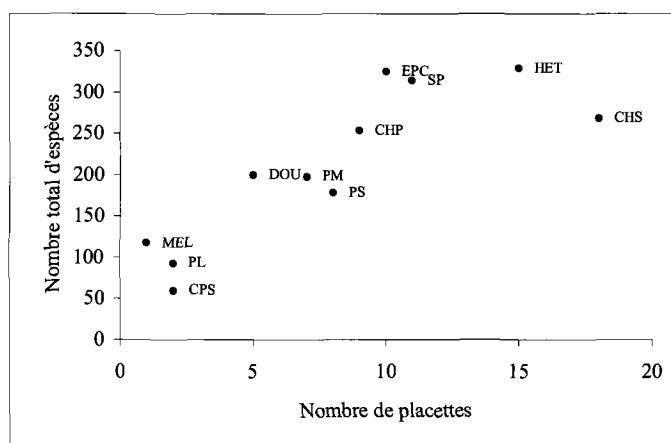


Figure 26 : Relation entre le nombre de placettes et le nombre total d'espèces différentes (relevés 1994/95 et 2000 confondus) par essence dominante.

Figure 26: *Relation between the number of plots and the total number of species (1994/95 and 2000 inventories combined) per dominant tree species*

Au vu de ces observations, les hêtraies (15 placettes) comparées aux chênaies sessiles (18 placettes), ont une richesse floristique de 26 - 28 % plus élevée, que ce soit en 1994-95 ou en 2000.

Entre 1994-95 et 2000, les plantations de Douglas ont connu la plus grande diminution en richesse floristique (-13%). A l'inverse, les pinèdes de pin maritime montrent la plus grande augmentation (+22%). Nous ne parlons pas du peuplement de mélèze où il y a une seule placette, ni des pinèdes de pin laricio avec seulement deux placettes.

Sans tenir compte des peuplements de mélèze, de pin laricio et des mélanges chênes pédonculé et sessile, le nombre moyen d'espèces différentes par placette en 1994-95 et 2000 est le plus faible dans les pinèdes de pin maritime ou de pin sylvestre et le plus élevé dans les sapinières.

Ce sont les plantations de pin maritime, de Douglas et les sapinières qui montrent la plus grande différence entre le nombre moyen d'espèces par placette en 1994-95 et 2000 : une augmentation de 15% pour les pinèdes de pin maritime et de 9% pour les sapinières et une diminution de 11% pour les plantations de Douglas. *La raison de cette diminution du nombre d'espèces dans les plantations de Douglas peut s'expliquer par la présence des branchages laissés sur place après éclaircie et qui empêchent les herbacées de repousser.*

Nous remarquons qu'en 2000, les sapinières ont un nombre moyen d'espèces par placette beaucoup plus élevé (+37%) que la moyenne des placettes qui est de 51,9. En 1994-95, cette différence existait aussi mais elle était seulement de l'ordre de 30% comme pour les peuplements de chêne pédonculé.

8.3. Richesse floristique par zone biogéographique

Les 88 placettes sont réparties en 3 grandes zones biogéographiques (Figure 27, montagnes, sub-continentale et atlantique) suivant le découpage de Ozenda et Lucas (1987) dans la "Carte de la végétation potentielle de la France" à 1/1 500 000. La zone montagnes est partagée en 5 sous-zones : Jura, Alpes, Massif central, Pyrénées et Corse. Les Vosges sont rattachées au Jura.

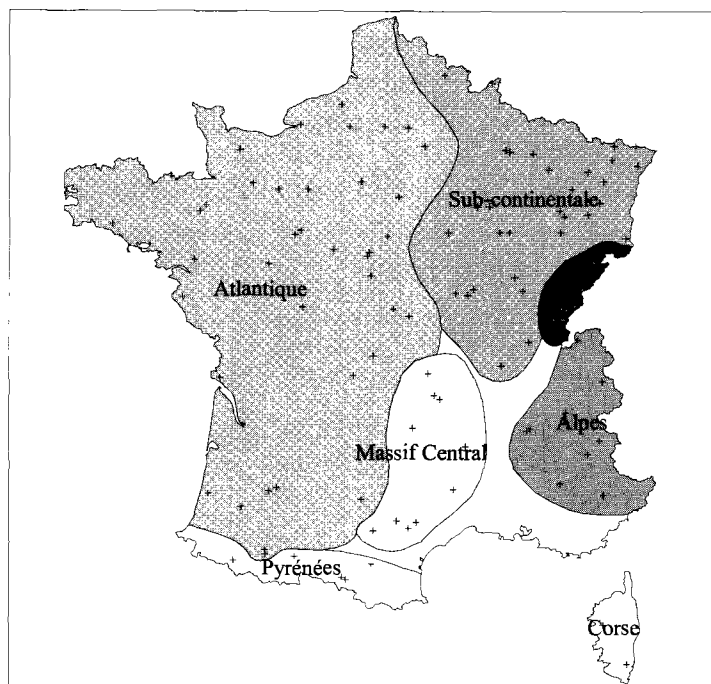


Figure 27 : Zones biogéographiques.

Figure 27: Bio-regions.

Pour chacune des zones biogéographiques, les espèces les plus fréquentes sont :

- dans la zone montagnes, *Fagus sylvatica*, vue dans 27 placettes sur un total de 31 ;
- dans la zone atlantique, *Rubus fruticosus* et *Hedera helix*, vues dans 32 placettes sur 36 ;
- dans la zone subcontinentale, *Polytrichum formosum* vu dans 20 placettes sur 21 et *Rubus fruticosus* dans 19 sur 21.

La zone montagnes présente la plus grande richesse floristique en 1994/95 et 2000 avec, respectivement 513 et 536 espèces, soit 72% et 70% du total des espèces recensées dans RENECOFOR (Tableau 37). La zone sub-continentale est la moins riche.

La zone montagnes est la plus riche pour la strate des herbacées (Tableau 37). Dans les strates supérieures à 30 cm de haut, et plus particulièrement la strate des arbustes hauts, la zone atlantique est la plus riche.

Tableau 37 : Nombre d'espèces par zone biogéographique pour les 88 placettes observées en 1994-95 et 2000.

Table 37: Number of species per bio-region for the 88 plots surveyed in 1994-95 and 2000.

Zones biogéographiques	Montagnes		Atlantique		Sub-continentale		Total		
	1994-95	2000	1994-95	2000	1994-95	2000	1994-95	2000	
Nombre de placettes	31	31	36	36	21	21	88	88	
Nombre d'espèces différentes	513	536	373	395	240	248	715	766	
% nb d'espèces / nb d'espèces total	72 %	70 %	52 %	52 %	34 %	32 %			
Nombre moyen d'espèces par placette	62,1	65,1	43,8	44,7	44,3	44,7	50,4	51,9	
Nombre d'espèces par strate	Arbres	25	25	29	28	17	22	38	39
	Arbustes hauts	34	36	46	50	17	18	62	66
	Arbustes bas	79	84	83	82	44	50	122	126
	Herbacées	434	459	299	319	193	194	600	636
	Mousses	52	58	53	62	40	45	89	109

Les placettes observées en montagne ont un nombre moyen d'espèce par placette respectivement de 62,1 et 65,1 en 1994-95 et 2000 (Tableau 37). Pour les mêmes années, le nombre moyen d'espèces sur l'ensemble des placettes est de 50,4 et 51,9. La différence entre les zones est due principalement au nombre moyen d'espèces de la strate herbacée qui varie de 30,4 à 48,6 en 1994-95 et de 31,3 à 51,3 en 2000. En moyenne, la zone montagnes a 1,6 fois plus d'herbacées que dans les zones atlantique et sub-continentale. De plus, nous observons une augmentation de 5%, entre 1994-95 et 2000, du nombre moyen d'espèces de la strate herbacée dans les placettes de la zone montagnes alors que ce nombre a stagné dans les deux autres zones.

Le découpage de la zone montagnes en 5 sous-zones (Pyrénées, Massif central, Jura, Corse et Alpes) montre qu'il existe de grandes variations entre les différents massifs - Figure 28).

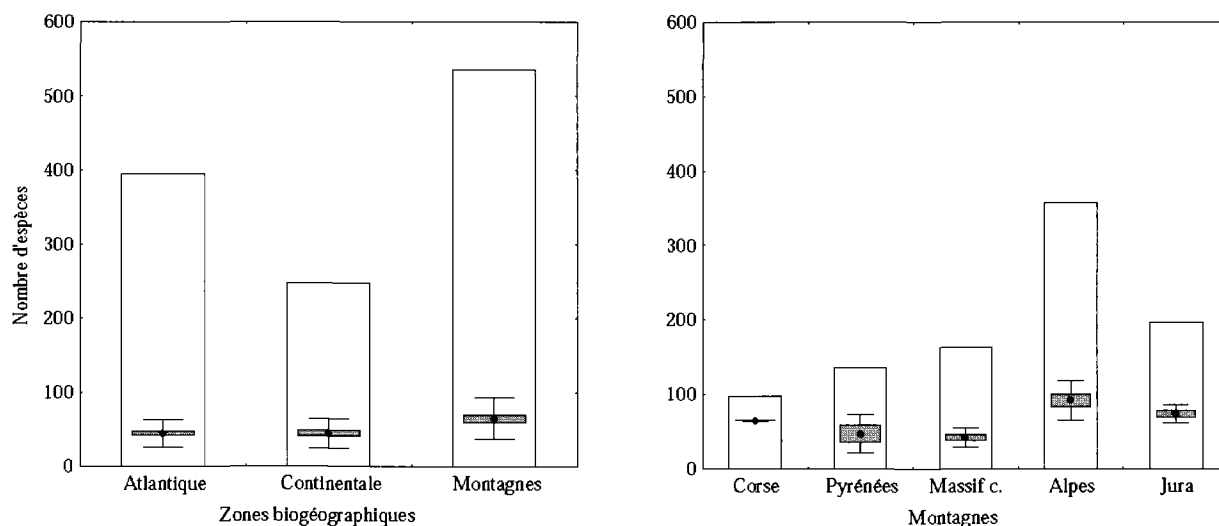


Figure 28 : Nombre total d'espèces et nombre moyen d'espèces par placettes par zone biogéographique pour les observations 2000.

Figure 28: Total number of species and mean number of species per plot per bio-region for the year 2000 survey.

Les Alpes ont la plus grande richesse floristique avec respectivement 318 et 357 espèces différentes en 1994-95 et 2000 (9 placettes), soit 44% et 47% de la totalité des espèces observées dans RENECOFOR (Figure 28). Le Jura vient ensuite avec respectivement 203 et 196 espèces différentes en 1994-95 et 2000 (6 placettes).

Entre 1994-95 et 2000, la richesse floristique des différents massifs a évolué différemment. Les Alpes et la Corse ont vu leur richesse floristique augmenter avec un nombre moyen d'espèces par placette qui est passé de 80,6 à 92,1 pour les Alpes et de 47,5 à 64,5 pour la Corse, soit des augmentations respectives de 14% et 36%. Pour les autres massifs, la richesse floristique a stagné voire diminué de 13% dans le Massif central. La différence de variation de richesse entre les massifs est due principalement aux herbacées.

Comment expliquer ces variations ?

En Corse, les observations ne sont faites que sur deux placettes et, en 1994-95, ces placettes avaient été fortement perturbées par les cochons dans l'exclos et l'enclos. En 2000, uniquement quelques bandes extérieures des placettes étaient labourées par les cochons. La mise en enclos a favorisé l'installation d'une végétation "naturelle". Ceci peut expliquer l'augmentation du nombre d'espèces en enclos mais ceci n'est plus vrai pour les bandes en exclos et encore moins pour PM 20. Par contre, il faut noter que les observations, en 2000, ont été réalisées par deux personnes (et non pas une seule comme en 1994-95) dont un spécialiste de la flore locale.

Dans les Alpes, le nombre d'espèces observées varie fortement en fonction du climat local. L'année 2000, ni trop sèche, ni trop humide, a été propice à la végétation.

Le Tableau 38 montre que 8 placettes sur 9 dans le Massif central ont une richesse globale qui a diminué de 9 % à 15%. Y a-t-il eu un évènement climatique localisé ?

8.4. Richesse floristique par placette

Les 88 placettes observées en 1994-95 et 2000 dans le réseau RENECOFOR montrent des grandes disparités. Le Tableau 38 donne la liste des placettes avec le nombre total d'espèces recensées en 1994-95 et en 2000. Les placettes sont classées en fonction de l'évolution décroissante du nombre d'espèces entre 1994-95 et 2000. Le nombre d'espèces différentes varie de 8 à 113 en 1994-95 et 9 à 134 en 2000 avec respectivement une moyenne de 50 et 52 espèces par placette.

En 1994-95, les deux placettes les moins riches sont HET 09, en région Midi-Pyrénées, et CPS 67, en Alsace, avec 8 et 10 espèces différentes. En 2000, HET 09 est toujours la placette la moins riche avec 9 espèces différentes alors que CPS 67 est la placette qui a connu la plus grande progression en nombre d'espèces avec +90%.

Les deux placettes les plus riches en 1994-95 sont CHP 40, en Aquitaine, et SP 05, en Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec respectivement 113 et 112 espèces différentes. En 2000, le nombre total d'espèces différentes de SP 05 a augmenté de 20% et celui de CHP 40 a légèrement diminué.

Sur les 88 placettes observées, la richesse globale a augmenté pour 48 placettes, diminué pour 36 placettes et est restée identique dans 4 placettes (Tableau 38 et Figure 29). La plupart des augmentations sont plutôt liées à une meilleure connaissance du milieu par les observateurs et non à des évolutions liées à l'environnement.

Pour trois placettes, le nombre total d'espèces a augmenté de plus de 50% : CPS 67, + 90% ; SP 68, + 74% et CHS 72, + 63% (Tableau 38 et Figure 29).

Tableau 38 : Liste des 88 placettes observées en 1994-95 et en 2000 avec le nombre total d'espèces et la différence du nombre d'espèces (en %) entre 1994-95 et 2000.

Table 38: List of the 88 plots surveyed in 1994-95 and 2000 with the total number of species and the difference in species numbers (in %) between 1994-95 and 2000.

Placette	Zone* biogéographique	Nb total d'espèces		Différence en %	Placette	Zone biogéographique	Nb total d'espèces		Différence en %
		1994-95	2000				1994-95	2000	
CPS 67	C	10	19	90%	PS 44	A	25	26	4%
SP 68	M Jura	43	75	74%	SP 57	C	56	58	4%
CHS 72	A	27	44	63%	CHS 18	A	37	38	3%
HET 65	M Pyrénées	29	42	45%	SP 09	M Pyrénées	47	48	2%
PM 85	A	37	53	43%	CHP 10	C	41	41	0%
PL 20	M Corse	47	64	36%	EPC 87	A	22	22	0%
PM 20	M Corse	48	65	35%	PL 41	A	31	31	0%
HET 88	C	17	23	35%	PM 40a	A	26	26	0%
CHS 68	C	59	76	29%	SP 11	M Pyrénées	80	79	-1%
CHS 61	A	39	50	28%	HET 02	A	61	60	-2%
HET 29	A	38	48	26%	HET 64	M Pyrénées	59	58	-2%
PM 72	A	23	29	26%	HET 55	C	86	84	-2%
CHS 35	A	29	36	24%	CHP 40	A	113	110	-3%
HET 26	M Alpes	77	95	23%	HET 14	A	48	46	-4%
PS 35	A	31	38	23%	SP 25	M Jura	90	86	-4%
EPC 71	C	18	22	22%	EPC 39b	M Jura	89	84	-6%
EPC 73	M Alpes	85	103	21%	CHS 41	B	31	29	-6%
CHP 59	C	52	63	21%	CHS 10	C	44	41	-7%
CHS 88	C	39	47	21%	CHS 01	C	56	52	-7%
CHS 57a	C	55	66	20%	HET 76	A	56	51	-9%
SP 05	M Alpes	112	134	20%	DOU 71	C	22	20	-9%
EPC 74	M Alpes	93	111	19%	HET 81	M Mas. central	22	20	-9%
CHS 86	A	26	31	19%	PS 78	A	32	29	-9%
MEL 05	M Alpes	85	101	19%	CHP 71	C	55	49	-11%
HET 30	M Mas. central	28	33	18%	EPC 34	M Mas. central	42	37	-12%
SP 26	M Alpes	83	96	16%	CHP 18	A	58	51	-12%
DOU 23	A	46	53	15%	SP 07	M Mas. central	58	51	-12%
PS 45	A	27	31	15%	CHP 65	A	70	61	-13%
CHS 60	A	76	86	13%	SP 63	M Mas. central	36	31	-14%
PM 17	A	23	26	13%	DOU 34	M Mas. central	71	61	-14%
HET 09	M Pyrénées	8	9	13%	EPC 81	M Mas. central	54	46	-15%
SP 39	M Jura	47	52	11%	EPC 63	M Mas. central	66	56	-15%
SP 38	M Alpes	66	73	11%	PS 63	M Mas. central	53	44	-17%
PS 67b	C	36	39	8%	PM 40c	A	47	39	-17%
CHP 49	A	38	41	8%	EPC 08	C	28	23	-18%
CHP 55	C	66	71	8%	CPS 77	A	49	40	-18%
HET 60	A	67	72	7%	CHS 21	C	53	43	-19%
PS 41	A	27	29	7%	EPC 39a	M Jura	93	75	-19%
CHS 81	A	58	62	7%	HET 04	M Alpes	55	44	-20%
CHS 57b	C	17	18	6%	HET 25	M Jura	91	72	-21%
PM 40b	A	37	39	5%	CHP 70	C	77	56	-27%
DOU 61	A	42	44	5%	DOU 65	A	105	76	-28%
CHS 03	A	23	24	4%	CHS 27	A	52	37	-29%
PS 04	M Alpes	69	72	4%	CHS 58	C	44	27	-39%

Zones biogéographiques : A pour Atlantique, C pour Continentale et M pour Montagnes.

La forte augmentation observée dans les placettes CPS 67 et SP 68 s'explique par un changement d'observateur entre 1994-95 et 2000.

Pour la placette CHS 72, l'observateur n'a rien signalé de particulier. Une coupe a eu lieu en 1999 et cette éclaircie peut être en partie à l'origine de la forte augmentation du nombre d'espèces.

Mais attention, une coupe d'éclaircie avec débardage et ouverture du peuplement ("explosion" de certaines espèces déjà présentes) peut entraîner une diminution du nombre d'espèces observées, surtout quand on passe juste après comme c'est le cas pour la placette CHS 27 (-29 %).

La plus forte diminution de richesse est observée à CHS 58 avec - 39%. Pour cette placette, il est difficile de donner une explication car aucune information ne nous a été transmise. Est-ce dû à un évènement climatique localisé ou à une observation de moins bonne qualité ?

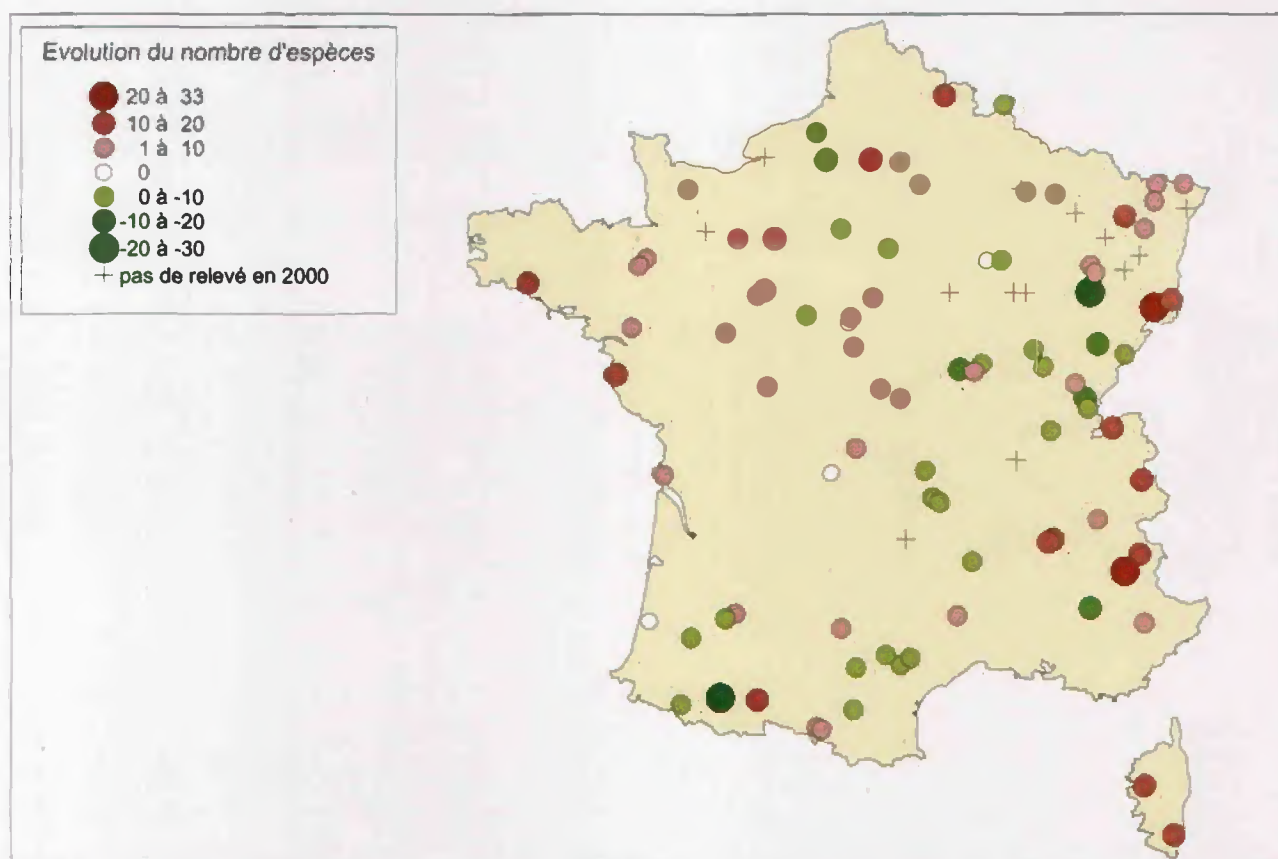


Figure 29: Evolution du nombre total d'espèces pour les 88 placettes observées en 1994-95 et 2000.

Figure 29: Changes in total number of species for the 88 plots observed in 1994-95 and 2000.

9. Evolution de la composition floristique survenue entre les deux campagnes de relevés avec prise en compte de l'effet enclos

9.1. Analyse de l'évolution et de l'effet enclos par comparaison des campagnes 1994-95 et 2000

Un test statistique a été appliqué, pour chaque placette, aux variables suivantes :

- richesses spécifiques du sous-bois et total
- diversités spécifiques du sous-bois et total
- valeurs d'Ellenberg
- taxons
 - *Aconitum lycoctonum* - *Galium rotundifolium* - *Prenanthes purpurea* - Genre *Dryopteris*
 - *Aegopodium podagraria* - *Geranium sylvaticum* - *Symphytum tuberosum* - Genre *Festuca*
 - *Anemone nemorosa* - *Glechoma hederacea* - *Vaccinium myrtillus* - Genre *Hieracium*
 - *Anthoxanthum odoratum* - *Hedera helix* subsp. *helix* - *Vaccinium vitis-idaea* - Genre *Holcus*
 - *Calluna vulgaris* - *Hordelymus europaeus* - Genre *Agrostis* - Genre *Molinia*
 - *Cardamine flexuosa* - *Lotus corniculatus* - Genre *Carex* - Genre *Poa*
 - *Cardamine pratensis* - *Mercurialis perennis* - Genre *Chaerophyllum* - Genre *Rosa*
 - *Erica cinerea* - *Phyteuma spicatum* - Genre *Deschampsia* - Genre *Rubus*

La richesse calculée dans cette partie correspond à la richesse moyenne des bandes et non pas à la richesse globale de la placette.

Il s'agit d'une ANOVA à 2 critères de classification, les critères étant l'année de relevé et le statut de la bande vis-à-vis de l'enclos. Il permet de tester l'effet de ces deux facteurs et leur possible interaction en même temps. Les résultats obtenus pour 89 placettes (les 88 placettes françaises plus les deux placettes luxembourgeoises échantillonnées au cours des deux campagnes moins la placette PM 40b dont l'organisation a profondément changé) sont présentés dans le Tableau 39.

Evolution de la richesse et de la diversité spécifique (Tableau 39)

- L'ANOVA décèle un effet significatif dans seulement 34 à 46% des placettes selon les variables.
- Il y a plus d'effet année (20 à 34% des placettes) que d'effet enclos (de 12 à 16% des placettes) pour ces variables.
- Quand il y a un effet année, il n'y a pas de tendance nette à l'augmentation ou à la diminution à l'exception de la diversité du sous-bois pour laquelle il y a deux fois plus de diminutions entre 1994-95 et 2000 que d'augmentation (9 et 20 respectivement).
- Dans le cas des effets enclos, le nombre de placettes pour lesquelles la valeur des variables est supérieure en enclos ou en exclos est globalement identique. Une exception tout de fois existe pour la diversité du sous-bois : 3 placettes possèdent un enclos plus diversifié que l'exclos tandis que 10 possèdent l'inverse.
- Un effet conjugué "année" et "enclos" n'est décelé que dans 7% des placettes tandis qu'une interaction, plus difficile à interpréter, est observée dans moins de 6% des placettes.

Il n'existe donc pas de tendance générale d'évolution de la richesse et de la diversité floristiques des placettes du réseau RENECOFOR.

Evolution des valeurs indicatrices d'Ellenberg (Tableau 39)

- Ces variables possèdent une plus grande stabilité. En effet, l'ANOVA décèle un effet dans seulement 10 à 28 % des placettes selon les valeurs indicatrices.

Tableau 39 : Résultat global des tests ANOVA à deux critères de classification (année et enclos) qui ont porté sur les variables obtenues pour chaque placette à partir des relevés des campagnes 1994-95 et 2000. Les chiffres correspondent au nombre de placettes pour lesquelles on observe un effet pour une variable. Seuls les effets significatifs au seuil de 5% sont pris en compte (N : enclos et X : exclos).

Table 39: *Global results of the two-way ANOVA analysis of variance (year and fence). These tests were made with the variables obtained for each plot from the 1994-95 and 2000 data. The figures correspond to the number of plots for which an effect on one variable was observed. Only effects significant at 5% are taken into account (N : inside, and X : outside fencing).*

Variables	Nombre de placettes	Aucun effet	Effet année		Effet enclos		Effet année + effet enclos				Interaction			Enclos N					
			Augmentation	Diminution	N > X	X > N	Augmentation		Diminution		Enclos N ↗			Enclos N →			Enclos N ↘		
							N > X	X > N	N > X	X > N	X ↗	X →	X ↘	X ↗	X →	X ↘	X ↗	X →	X ↘
Richesse et diversité																			
Richesse ss-bois	89	59	6	6	3	5	2	3	1			1		1					2
Richesse totale	89	48	14	11	2	4	1	3	1			1	1	1					2
Diversité ss-bois	89	53	7	16	2	4		2	1	3			1						
Diversité totale	89	48	10	14	3	4	2	3		1		1	1	1					1
Valeurs d'Ellenberg																			
Acidité	89	74	3	1	4	3			1										2
Azote	89	80		1	3	2						1							1
Humidité	89	77	2	4	2	2													1
Lumière	89	64	2	8	9	1			1	1			1	1					
Taxons																			
<i>Anemone nemorosa</i>	18	10	2	3	2						1								
<i>Calluna vulgaris</i>	9	8										1							
Genre <i>Agrostis</i>	12	10				1										1			
Genre <i>Deschampsia</i>	27	22	1	2	1							1							
Genre <i>Festuca</i>	9	3	2	2		1						1							
Genre <i>Rubus</i>	59	32	2	9	10		2		3				1						
Genre <i>Carex</i>	22	18	1	1		1													1
<i>Hedera helix</i>	33	22	4	1	2	2						2							

Les résultats du Tableau 39 sont à moduler en fonction de l'effet "observateur", qui est important comme cela a été noté lors des exercices d'intercalibration, mais il n'a pas été possible de prendre en compte cet effet. Pour cela il faudrait avoir des relevés floristiques (PR et ETE) par au moins deux observateurs sur plusieurs placettes.

- C'est pour la lumière qu'il y a le plus d'effet significatif. On observe une diminution de cette valeur dans 10 placettes (8 placettes avec uniquement un effet année et 2 placettes avec un effet cumulé année-enclos) tandis qu'elle augmente dans 2 autres. De plus, on observe que cette valeur indicatrice est supérieure en enclos pour 10 placettes (9 placettes avec uniquement un effet enclos et 1 placettes avec un effet cumulé enclos-année). Sur ces 10 placettes, 7 possèdent un recouvrement du genre *Rubus* significativement supérieur en enclos (SP 38, CHP 49, HET 14, HET 76, SP 11, SP 26, SP 57). On note également chez EPC 74 une relation entre la variation de la valeur indicatrice de lumière et du recouvrement du genre *Rubus*. La lumière a augmenté en enclos et diminué en exclos tandis que le recouvrement de *Rubus* a augmenté entre 1994-95 et 2000 en enclos et en exclos, tout en restant significativement supérieur en enclos.

Evolution du recouvrement de certains taxons (Tableau 39)

- Globalement les variations de recouvrement des taxons sont faibles, à l'exception du Genre *Rubus*. Sur les 59 placettes où le recouvrement de ce taxon est suffisant (recouvrement supérieur ou égal à 15% au moins une fois dans au moins une bande), l'ANOVA décèle un effet dans 27 d'entre elles, soit 46%. Pour 16 de ces placettes on observe un recouvrement significativement supérieur en enclos par rapport à l'exclos. Il s'agit du seul impact du gibier observé de manière quantitative sur une espèce végétale.
- Le caractère vernal d'*Anemone nemorosa* explique sa variabilité inter-annuelle, décelée par l'ANOVA (augmentation ou diminution).
- Dans le cas d'*Hedera helix*, il faut avoir à l'esprit que la manière d'estimer le recouvrement de cette liane dans les différentes strates a varié entre 1994-95 et 2000, suite notamment aux discussions lors des journées d'intercalibration.

9.2. Impact du nombre d'années de relevés sur les résultats obtenus

Les relevés effectués tous les ans dans le cadre du programme de suivi annuel (voir chapitre 6, page 48) permettent d'évaluer la représentativité des données floristiques relevées une fois tous les 5 ans par rapport à des relevés annuelles.

Le test de l'effet année et enclos a été mené sur les 12 placettes en prenant en compte les 6 années d'échantillonnage, de 1994-95 à 2000. Les résultats obtenus ont ensuite été comparés à ceux obtenus en ne considérant que les relevés des campagnes 1994-95 et 2000.

Le taux de concordance entre les résultats, obtenus avec 2 et 6 observations sur la période suivie de 6 ans, varie de 17 à 83% selon les variables (Tableau 40).

Tableau 40 : Nombre de placettes pour lesquelles les effets décelés par l'ANOVA sont identiques ou différents selon que l'on considère 2 et 6 observations sur la période suivie de 6 ans

Table 40: *Number of plots where the effects detected by ANOVA are similar or different depending on whether 2 or 6 samplings were made over a 6-year period.*

Variables		Résultats globaux		Résultats (en %)	
		identiques	différents	identiques	différents
Richesse	Sous-bois	6	6	50%	50%
	Totale	7	5	58%	42%
Diversité	Sous-bois	8	4	67%	33%
	Totale	2	10	17%	83%
Ellenberg	Acidité	10	2	83%	17%
	Azote	11	1	92%	8%
	Humidité	10	2	83%	17%
	Lumière	11	1	92%	8%

9.2.1. Richesse et diversité floristiques des bandes

Pour 5 à 6 placettes, les résultats obtenus pour la richesse spécifique totale et du sous-bois diffèrent selon que l'on considère 2 ou 6 observations sur la période. Dans la majorité des cas où une telle différence est décelée, les 6 années de mesure de la richesse spécifique du sous-bois permettent de déceler des effets non détectés avec seulement deux relevés (Tableau 41). Il s'agit d'un effet année pour 2 placettes (illustré pour la placette EPC 74 dans la Figure 30) et d'un effet enclos pour 3 placettes, illustré pour la placette SP 05 dans la Figure 31.

En 1995, il y a eu une coupe avec débusquage à cheval dans la placette EPC 74. Cette ouverture dans un peuplement très dense, a entraîné l'explosion de certaines espèces dans les années qui ont suivi avec un opimum en 1997. De plus, cette placette est sensible aux conditions climatiques locales. Ces deux facteurs expliquent les grandes variations inter-annuelles observées.

Pour la diversité spécifique, il existe une très grande différence (significative au seuil de 5% d'après le test de comparaison de pourcentages) selon que l'on considère la strate sous-bois uniquement ou la totalité des strates. En effet, pour la strate sous-bois, les résultats obtenus avec 2 ou 6 relevés sur 6 ans sont identiques dans 67% des cas contre 17% pour la strate totale.

La plus grande différence obtenue pour la diversité totale est liée à une variabilité du recouvrement relatif des espèces des strates supérieures plus élevée.

Pour la diversité du sous-bois, les relevés annuels apportent une information différente dans seulement 4 des 12 placettes. La Figure 32 montre par exemple que 6 relevés sur 6 ans permettent de déceler dans EPC 73 un effet conjugué enclos et année, indécélable avec 2 relevés seulement sur la même période.

La placette EPC 73, située à 1700 m d'altitude est très sensible aux conditions climatiques locales. Des conditions de gel et de neige au mois de juin, comme cela fut le cas en 1997, ont des répercussions immédiates sur la richesse des espèces.

Tableau 41 : Comparaison des effets décelés par l'ANOVA avec 2 et 6 relevés sur 6 ans pour la richesse et la diversité spécifique toutes strates confondues (Totale) et uniquement les strates herbacées + arbustes bas (Sous-bois).

Table 41: Comparison of the effects detected by ANOVA with 2 or 6 samplings over 6 years for the specific richness and diversity for all strata ("Totale") and only the herbaceous + lower shrub strata ("Sous-bois").

Résultats globaux		Richesse		Diversité	
2 relevés	6 relevés	Sous-bois	Totale	Sous-bois	Totale
<i>Résultats identiques</i>					
	Effet An		3	1	
	Effet An + Effet N + Interaction	1	1		
	rien	5	3	7	2
<i>Effet décelé uniquement avec 6 relevés</i>					
rien	Effet An	2		1	6
rien	Effet An + Effet N		1	2	1
rien	Effet N	3	2		
Effet An	Effet An + Effet N			1	1
<i>Effet infirmé par les 6 relevés</i>					
Effet An	rien		2		1
<i>Résultats très différents</i>					
Effet An	Effet N	1			1

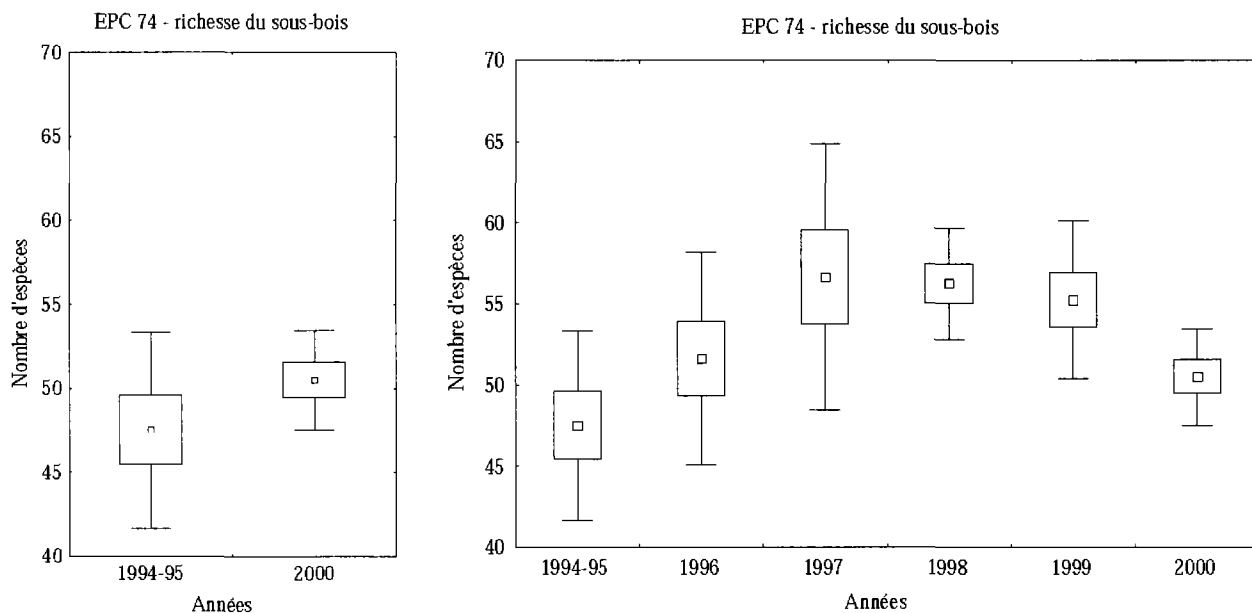


Figure 30 : Evolution de la richesse spécifique du sous-bois (herbacées + arbustes bas) de la placette EPC 74 (n=8 bandes) entre 1994-95 et 2000. L'effet année n'est décelé qu'avec les 6 relevés sur 6 ans.

Figure 30: Change in species richness for lower shrub + herbaceous strata plot EPC 74 (n=8 sub-plots) between 1994-95 and 2000. The year effect is only detected with 6 samplings over 6 years.

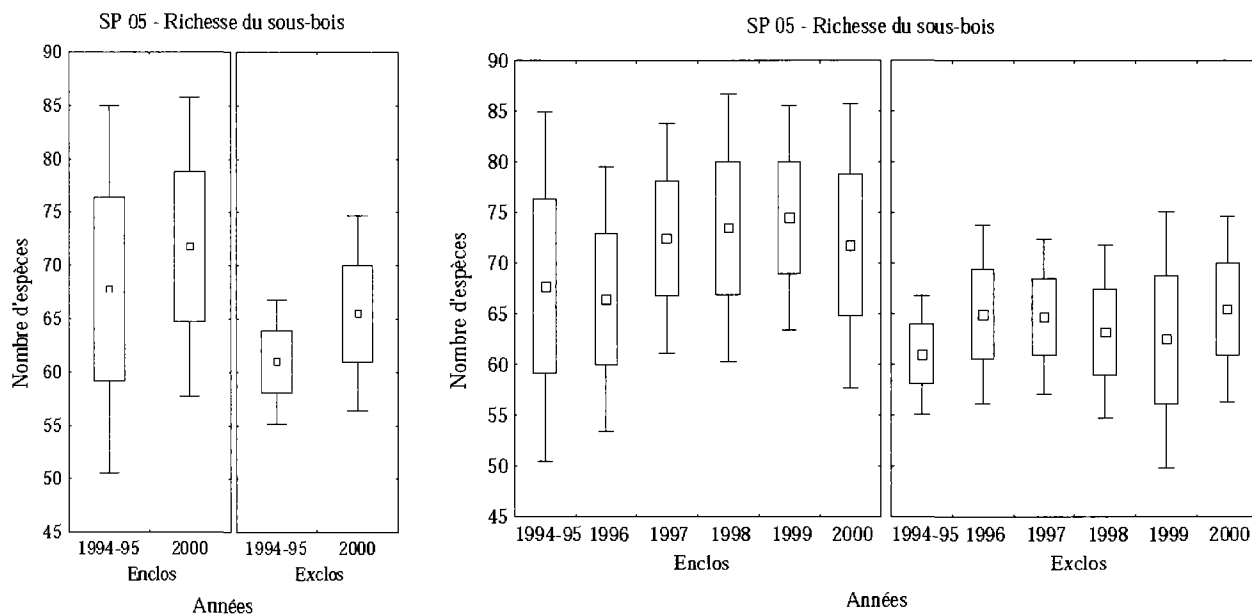


Figure 31 : Evolution de la richesse spécifique du sous-bois (herbacées + arbustes bas) en enclos et en exclos dans la placette SP 05 (n=4 bandes) entre 1994-95 et 2000. L'effet enclos n'est décelé qu'avec des relevés annuels.

Figure 31: Change in species richness in lower shrub + herbaceous strata inside and outside the fence for plot SP 05 (n=4 sub-plots) between 1994-95 and 2000. The fence effect can only be detected with annual observations.

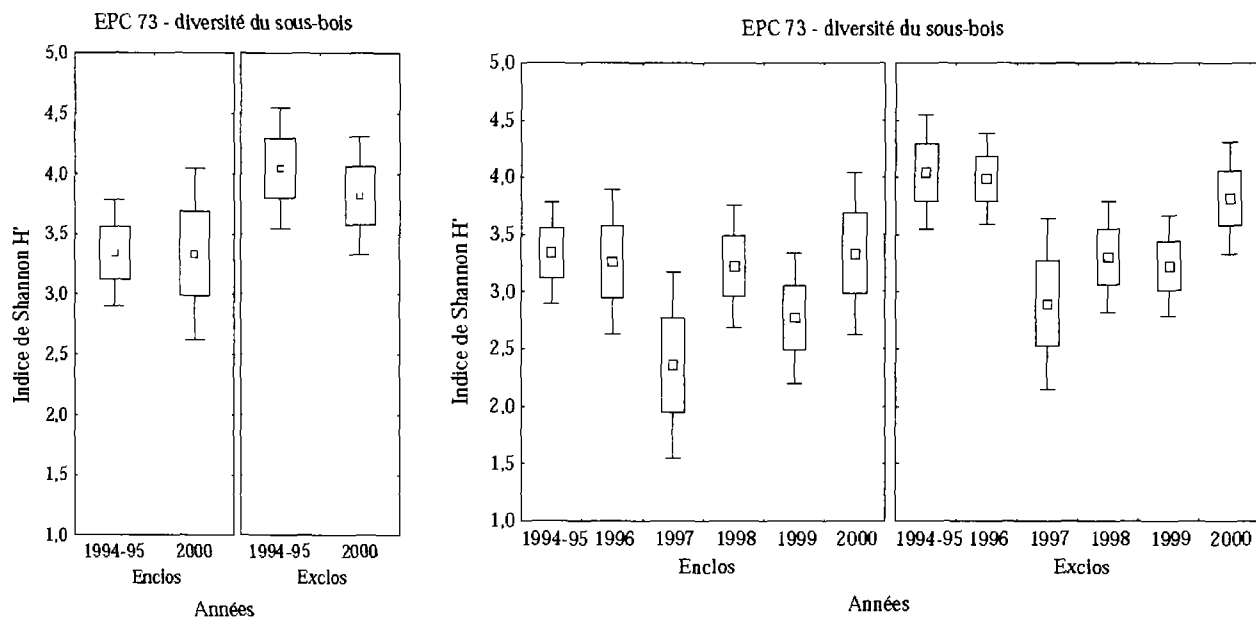


Figure 32 : Evolution de la diversité spécifique du sous-bois (herbacées + arbustes bas) en enclos et en exclos dans la placette EPC 73 (n=4 bandes) entre 1994-95 et 2000. Seules des relevés annuels permettent de déceler un effet année et un effet enclos.

Figure 32: Change in species diversity in lower shrub + herbaceous strata inside and outside the fence for plot EPC 73 (n=4 sub-plots) between 1994-95 and 2000. The fence and year effects can only be detected with annual observations.

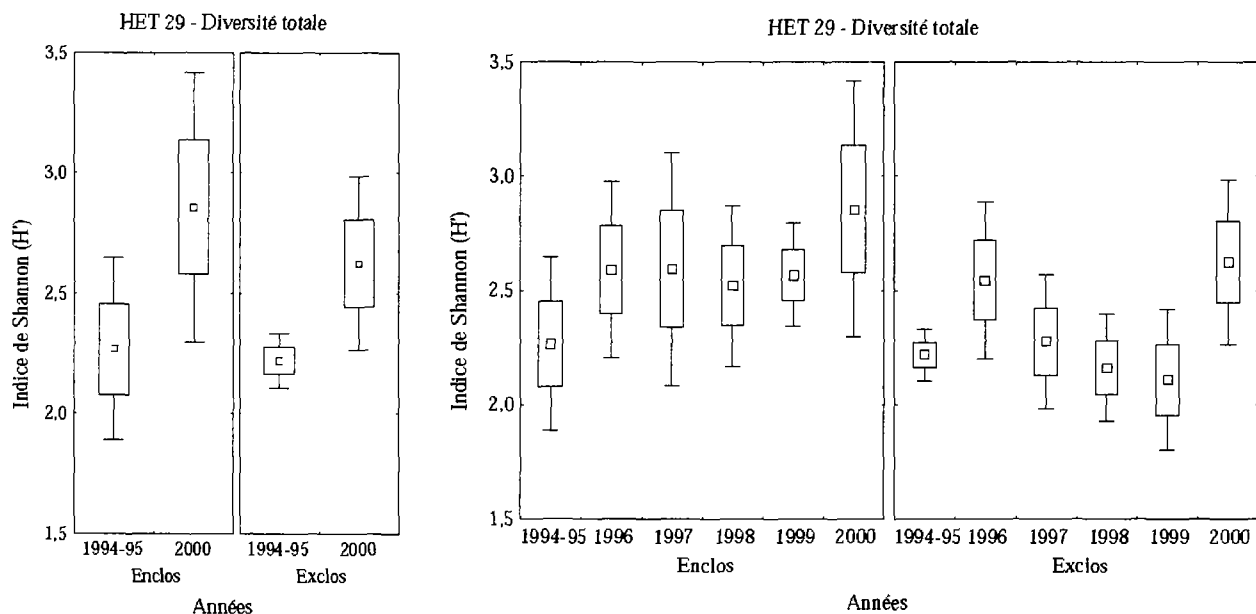


Figure 33 : Evolution de la diversité totale en enclos et en exclos dans la placette HET 29 (n=4 bandes) entre 1994-95 et 2000. Deux relevés révèlent un effet année alors que 6 relevés révèlent un effet enclos.

Figure 33: Change in total species diversity inside and outside the fence for plot HET 29 (n=4 sub-plots) between 1994-95 and 2000. Two years of sampling reveal a "year effect", on the contrary, 6 years of recording reveal a fence effect.

Pour la diversité totale, la différence entre le résultat obtenu avec 2 ou 6 relevés porte principalement sur la distinction d'une variabilité inter-annuelle possible uniquement avec 6 ans d'échantillonnage (6 placettes au total). On peut noter également pour la placette HET 29 que les résultats obtenus avec 2 ou 6 relevés donnent des résultats contradictoires : avec 2 relevés c'est un effet année qui est décelé, alors qu'avec 6 relevés aucun effet année n'est observé (au seuil de 5 %) tandis qu'un effet enclos est cette fois détecté (Figure 33).

9.2.2. Valeurs indicatrices d'Ellenberg

Dans la grande majorité des cas (10 à 11 placettes sur 12 selon les valeurs), il y a concordance entre les résultats obtenus pour les valeurs indicatrices d'Ellenberg avec 2 et 6 relevés (Tableau 40). Pour les rares cas où il existe une différence, elle porte sur le fait que l'échantillonnage continu entre 1994-95 et 2000 permet de déceler un effet enclos, invisible avec uniquement 2 relevés (Tableau 42).

Tableau 42 : Comparaison des effets décelés par l'ANOVA avec 2 et 6 relevés entre 1994-95 et 2000 pour les valeurs indicatrices d'Ellenberg.

Table 42 : *Comparison of the effects detected by ANOVA with 2 or 6 samplings between 1994-95 and 2000 for the Ellenberg values.*

Résultats globaux		Valeurs indicatrices d'Ellenberg			
2 relevés	6 relevés	Acidité	Azote	Humidité	Lumière
<i>Résultats identiques</i>					
	Effet N	1			2
	Effet N + Interaction				1
	rien	9	11	10	8
<i>Effet décelé uniquement avec 6 relevés</i>					
Effet An	Effet An + Interaction			1	
rien	Effet N	2	1	1	1

Au vue de cette partie nous faisons les conclusions suivantes:

Après 5 années, l'effet enclos/exclos est plus marqué. L'effet de la mise en défens de la partie centrale des placettes est parfois bien net avec un effet enclos pour :

- la richesse et/ou la diversité spécifique dans 33% des placettes (29/89),
- au moins une valeur d'Ellenberg dans 31% des placettes (28/89),
- au moins une espèce végétale dans 30% des placettes (27/89).

Globalement, un effet enclos est ainsi décelé pour au moins une de ces variables dans 62% des placettes (56/89).

Il existe un fort impact du rythme de passage (effet année) sur l'estimation de la richesse et de la diversité. Ceci est probablement lié au fort biais d'observation qui pèsent sur ces variables.

L'impact du rythme de passage (effet année) sur les valeurs indicatrices d'Ellenberg est faible. Cela montre que le biais d'observation ne touche pas à la composition en espèces des placettes.

10. Conclusions et perspectives

Les travaux d'observation floristique sur 101 placettes RENECOFOR menés en 1994-95 avaient apporté une image à l'instant t_0 de la composition en plantes du réseau et devaient permettre de déceler les effets du changement global sur les peuplements forestiers.

Les investigations, en 2000, à 5 ans d'intervalles sur les placettes du réseau et le suivi annuel de 15 placettes, depuis 1994-95, ont-elles permis d'observer des ébauches de changements, et si non que nous montrent-elles ?

- Actuellement, nous ne notons pas de tendances à long terme car les différences dues aux variations climatiques, aux éclaircies, et aux accidents météorologiques ont une amplitude plus grande qu'une tendance éventuelle à long terme. Il est trop tôt pour prévoir des évolutions de fond, valables sur de vastes zones géographiques ou sur certaines essences.

Si on veut déceler une variation éventuelle à long terme, il faut continuer les observations aux pas de 5 ans et, ce, pendant une durée suffisante pour déceler ces tendances. On ne peut pas se prononcer sur cette durée

- Au moins dans les stations pour lesquelles les observateurs ont noté les traces d'abrouissement, le seul effet notable qui a pu être quantifié est celui de l'impact de la faune sauvage sur la végétation. On a pu déceler les espèces les plus sensibles et quantifier pour certaines d'entre elles un net effet de déprécatage. En particulier, il existe un effet enclos bien visible pour *Rubus fruticosus*.

Cependant les traces d'abrouissement sont plus ou moins visibles selon les espèces. Le cas du lierre est tout à fait intéressant car le mode de consommation par les ongulés ne laisse pas de traces facilement observables bien que l'on sache que cette espèce est très consommée.

- Le suivi des placettes a montré que la richesse spécifique forestière est concentrée dans les strates inférieures (arbustes bas, herbacées et mousses) avec un facteur dix entre le nombre d'espèces des strates supérieures et le nombre d'espèces des strates inférieures. Le regroupement des placettes par zone biogéographique a permis de voir des effets biogéographiques nets entre zones atlantique, sub-continentale et de montagnes.

- Les différences qualitatives et quantitatives notées entre les différentes équipes restent d'une amplitude supérieure à celle des simples variations inter-annuelles ; en conséquence, elle risque de masquer les tendances à long terme. Certaines analyses ont été réalisées après homogénéisation des strates et malgré cela, nous constatons qu'une des causes majeures des problèmes peut être liée à la distinction des strates.

Il faut encore améliorer la précision du manuel, travailler sur une meilleure distinction des strates et, surtout, continuer l'effort de comparaison et d'intercalibration entre équipes, non seulement dans un souci d'assurance qualité, mais surtout pour éviter ce bruit de fond qui masque les variations réelles.

- La tempête a touché 50% des placettes et gravement endommagé 16 %. Cette perturbation majeure naturelle permettra peut-être de tirer quelques enseignements du suivi de l'évolution des peuplements affectés.

Il ne faut pas abandonner les placettes touchées.

- Les variations inter-annuelles sont grandes et, actuellement, nous ne pouvons pas mettre en évidence une tendance générale. Une année d'observation n'est pas obligatoirement représentative d'un état moyen, particulièrement lorsque les conditions climatiques ont localement une forte influence.

La répétition des observations avec un intervalle de 5 années ne donne donc qu'une image partielle de la composition floristique des peuplements.

Si possible, il faut continuer des observations annuelles sur quelques placettes, distribuées dans les différentes zones biogéographiques, de façon à bien connaître le bruit de fond des variations inter-annuelles et de déceler les tendances profondes des changements éventuels.

- Autant les observations de 5 ans et celles de 1 an ont permis de bien tester les méthodes utilisés et, en terme, de rapport qualité des observations sur investissement en temps, le choix de la méthode Braun Blanquet appliquée aux 8 bandes de 50 m sur 2 m (4 en enclos et 4 en exclos), s'est révélée performant.

En effet, les travaux de suivi à long terme entrepris jusqu'ici ont mis en œuvre des méthodes très variées et des localisations très différentes qui ne permettent aucune comparaison générale. Le réseau RENECOFOR de part son homogénéité permettra et permet déjà des comparaisons à l'échelle nationale et à l'échelle européenne

Cette étude a apporté des acquis méthodologiques sur les méthodes de suivi floristique à long terme. Les journées d'intercalibration ont montré l'importance du nombre d'observateurs lors des relevés et du temps passé sur la placette pour chacun de ces relevés.

- Pour finir, nous devons mentionner l'existence de problèmes de piétinement dans certaines placettes.

Pour éviter ce problème, il faudrait faire plus attention à l'installation des différents équipements de mesure qui se rajoutent au fil des années et/ou à la matérialisation des chemins de circulation.

11. Bibliographie

- Babad G., 1997. Etude des relations entre un peuplement animal et la végétation. Impact du chamois, du chevreuil et du mouflon sur les peuplements forestiers dans la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage des Bauges (Savoie). *Thèse*, Université de Savoie, 272 p.
- Cluzeau C., Ulrich E., Lanier M., Garnier F., 1998. RENECOFOR – Interprétation des mesures dendrométriques de 1991 à 1995 des 102 peuplements du réseau. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2-84207-151-4, 309 p.
- Delpech R., Dumé G. et Galmiche P., 1985. Vocabulaire de typologie des stations forestières. Institut pour le développement forestier, 243p.
- Dhôte J.F., Dupouey J.-L., Bergès L., 2000. Modifications à long terme, déjà constatées, de la productivité des forêts françaises. *Revue Forestière Française*, n° spécial « Conséquences des changements climatiques pour la forêts et la sylviculture » : 37-48.
- Dobremez J.-F., Camaret S., Bourjot L., Ulrich E., Brêthes A., Coquillard P., Dumé G., Dupouey J.-L., Forgeard F., Gauberville C., Gueugnot J., Picard J.-F., Savoie J.-M., Schmitt A., Timbal J., Touffet J., Trémolières M., 1997. RENECOFOR - Inventaire et interprétation de la composition floristique des 101 peuplements - campagne 1994/95. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 111 - 5, 513 p.
- Dupouey J.-L., Bourjot L., Camaret S., Dobremez J.-F., Forgeard F., Picard J.-F., Touffet J., 1999. Study of sampling frequency and comparison of cover estimation methods for ground vegetation assessment in the French RENECOFOR network. Oxalis-project - final report, EU project n°96.60.FR.005.0, convention DERF (MAP), 65 p.
- de Vries W., G.J Reinds, H van Dobben, D de Zwart, D. Aamlid, P. Neville, M. Posch, J Auée, J.C.H. Voogd, E.M. Vel. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, 2002 technical Report. EC, UN/ECE 2002, Brussels, Geneva, 175p.
- Legendre L. et Legendre P. 1984. *Ecologie numérique. 2 : La structure des données écologiques*. Masson, Paris, 2e éd., 335 p.
- Ozenda P., Lucas M.J., 1987. Esquisse d'une carte de la végétation potentielle de la France à 1/1 500 000. *Documents de cartographie Ecologiques*, XXX, 49-80.
- Société Britannique de Bryologie. Liste des Bryophytes britanniques et irlandaises ; <http://www.rbge.org.uk/bbs/uklist.htm>.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1964.- *Flora Europaea*, vol. 1, *Lycopodiaceae* to *Platanaceae*. Cambridge University Press, 464 p.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1968. *Flora Europaea*, vol. 2, *Rosaceae* to *Umbelliferae*. Cambridge University Press, 455 p.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1972. *Flora Europaea*, vol. 3, *Diapensiaceae* to *Myoporaceae*. Cambridge University Press, 370 p.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1976. *Flora Europaea*, vol. 4, *Plantaginaceae* to *Compositae* (and *Rubiaceae*). Cambridge University Press, 505 p.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1980. *Flora Europaea*, vol. 5, *Alismataceae* to *Orchidaceae* (Monocotyledones). Cambridge Univers. Press, 452 p.
- Tutin T.G. et al., 1993. *Flora Europaea*, vol. 1, *Psilotaceae* to *Platanaceae*, 2nd edition. Cambridge University Press.
- Ulrich E., 2000. RENECOFOR - 8^{ème} bilan technique et financier et bilan des dégâts des tempêtes de décembre 1999. Editeur : Office National des Forêts, Département Recherche et Développement, Fontainebleau, 30 p.

12. Annexes

12.1. Observations floristiques intermédiaires entre les deux campagnes nationales

Ces observations floristiques ont été faites en prévision d'une intervention sylvicole susceptible d'être à l'origine de changements de la composition floristique ou pour le programme sur le suivi annuel : détail par placette.

Placette	Relevés supplémentaires			Raison
	1996	1997	1998	
CHP 40		2		Coupe 94
CHP 55		2		Coupe 95
CHP 65			2	Coupe 95
CHP 70		2		Coupe 95
CHS 10			2	Coupe 97
CHS 27			2	Coupe 97
CHS 35	2	2	1	Oxalis
CHS 57a	2	2	2	Oxalis
CHS 60			2	Coupe 95
CHS 68		2		Chablis 95
CHS 72	2	2	1	Oxalis
CHS 86			1	
CHS 88	2	2	2	Oxalis
DOU 34		2		Coupe 94
DOU 61		1	1	Coupe 94
EPC 39b			2	Coupe 97
EPC 73	3	2	2	Oxalis
EPC 74	2	2	2	Oxalis
EPC 81			2	
EPC 88			2	Coupe 98
HET 14	2	2	1	Oxalis
HET 26	2	2	2	Oxalis
HET 29	2	2	1	Oxalis
HET 54a	2	2	2	Oxalis
HET 54b	2	2	2	Oxalis
HET 55			2	Coupe 98
HET 60			2	
HET 64		2		Coupe 95
HET 65	1	2		Coupe 94 97
HET 76			2	Coupe 97
HET 88	2	2	2	Oxalis
MEL 05		2		Coupe 95
PL 41			2	Coupe prévue 97
PM 17		2		Coupe 94
PM 40b			2	Coupe 95
PM 40c			2	Coupe 97
PM 72			1	Coupe 96
PS 41			2	Coupe prévue 97
PS 44			1	
PS 45			2	Coupe 95 98
PS 61			1	
PS 67a			2	
PS 67b			2	
PS 88		2		Coupe 95
PS 89			2	Coupe 98
SP 05	3	2	2	Oxalis
SP 09			2	
SP 11			2	Coupe 97
SP 26	3	2	2	Oxalis
SP 57			2	Coupe 98
SP 68	1	2		Coupe 95

12.2. Liste alphabétique et adresse des auteurs et observateurs

Laurence Bourjot
Bourjot Environnement
B.P. 300
Savoie Technolac
F-73375 Le Bourget du Lac
Tél. : 33 (0)4 79 26 10 37
Fax. : 33 (0)4 79 25 31 58
e-mail: bourjot@univ-savoie.fr

Sylvaine Camaret
Université de Savoie
Dynamique des Ecosystèmes d'Altitude
F-73 376 Le Bourget du Lac Cedex
Tél. : 33 (0)4 79 75 88 67
Fax. : 33 (0)4 79 75 88 90
e-mail: camaret@univ-savoie.fr

Gilles Corriol
Conservatoire botanique pyrénéen
CBN midi pyrénéen
Vallon de Salut - BP 315
F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex
Tél. : 33 (0)5 62 95 85 30
Fax. : 33 (0)05 62 95 03 48
e-mail: cbp.gc@laposte.net

Gérard Dumé
Inventaire Forestier National
Château des Barres
F-45290 Nogent sur Vernisson
Tél. : 33 (0)2 38 28 02 24
Fax : 33 (0)2 38 28 18 28
gdume@ifn.fr

Françoise Forgeard
Université de Rennes I
Laboratoire d'Ecologie Végétale
Complexe Scientifique de Beaulieu
35042 Rennes Cedex
France
Tél. : 33 (0)3 2 99 28 61 50
Fax. : 33 (0)3 2 99 28 16 26
e-mail: francoise.forgeard@univ-rennes1.fr

Josée Gueugnot
Université d'Auvergne
Faculté de Pharmacie
Laboratoire d'Ecologie Végétale et Cellulaire
B.P. 38
F-63001 Clermont Ferrand cedex
Tél. : 33 (0)4 73 60 80 00
Fax. : 33 (0)4 73 27 79 07
e-mail: josee.gueugnot@u-clermont1.fr

Alain Brêthes
Direction Territoriale de l'Office Nationale des Forêts
Parc Technologique Orléans-Charbonnière
100, boulevard de la Salle
B.P. 18
F-45760 Boigny sur Bionne
Tél. : 33 (0)2 38 65 47 00
Fax. : 33 (0)2 38 681 76 21
e-mail: alain.brethes@onf.fr

Patrick Coquillard
Université de Nice-Sophia Antipolis
Faculté des Sciences
Equipe Gestion de la Biodiversité 3156
Parc Valrose
06108 Nice Cedex 2
Tél. : 33 (0)4 92 07 68 23
Fax. : 33 (0)4 92 07 68 24
e-mail: patrick.coquillard@unice.fr
Jean-François Dobremez
Université de Savoie
Dynamique des Ecosystèmes d'Altitude
F-73 376 Le Bourget du Lac Cedex
Tél. : 33 (0)4 79 75 88 67
Fax. : 33 (0)4 79 75 88 90
e-mail: dobremez@univ-savoie.fr

Jean-Luc Dupouey
Institut National de la Recherche Agronomique
Equipe phytoécologie
F-54280 Champenoux
Tél. : 33 (0)3 83 39 40 49
Fax. : 33 (0)3 83 39 40 22
e-mail: dupouey@nancy.inra.fr

Myriam Lebret
Université de Rennes I
Laboratoire d'Ecologie Végétale
Complexe Scientifique de Beaulieu
35042 Rennes Cedex
France
Tél. : 33 (0)3 2 99 28 61 50
Fax. : 33 (0)3 2 99 28 16 26
e-mail: myriam.lebret@univ-rennes1.fr

Jean-François Picard
Institut National de la Recherche Agronomique
Equipe phytoécologie
F-54280 Champenoux
Tél. : 33 (0)3 83 39 40 49
Fax. : 33 (0)3 83 39 40 22
e-mail: dupouey@nancy.inra.fr

Jean-Marie Savoie
Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan
75, voie de TOEC
31076 Toulouse Cedex 3
Tél. : 33 (0)5 61 15 30 61
Fax. : 33 (0)5 61 15 30 00
e-mail : jm.savoie@esa-purpan.fr

Jean Timbal
Institut National de la Recherche Agronomique
Centre de Bordeaux-Cestas
Equipe Ecophysiologie et Nutrition
Unité de Recherche Forestière
Domaine INRA de l'Hermitage, Pierroton
F-33610 Cestas
Tél. : 33 (0)5 57 97 90 35
Fax. : 33 (0)5 56 68 05 46
e-mail: timbal@zouk.pierroton.inra.fr

Erwin Ulrich
Office National des Forêts
Direction Technique
Réseau RENECOFOR
Boulevard de Constance
F-77300 Fontainebleau
Tél. : 33 (0)1 60 74 92 21
Fax. : 33 (0)1 64 22 49 73
e-mail: erwin.ulrich@onf.fr

Aimée Schmitt
Université de Franche-Comté
UFR Sciences et Techniques
Laboratoire de Biologie des Organismes et des
Ecosystèmes
1, place Leclerc
F-25030 Besançon cedex
Tél. : 33 (0)3 81 66 57 40
Fax. : 33 (0)3 81 66 57 34
e-mail: aime.schmitt@univ-fcomte.fr

Jean Touffet
Université de Rennes I
Laboratoire d'Ecologie Végétale
Complexe Scientifique de Beaulieu
F-35042 Rennes Cedex
Tél. : 33 (0)3 2 99 28 61 50
Fax. : 33 (0)3 2 99 28 16 26
e-mail: ecoveg@univ-rennes1.fr

Crédit photographique (couverture)

En haut : Laurence Bourjot

En bas : Erwin Ulrich

Légendes des photos de la couverture

En haut à gauche : *Campanula barbata*

En haut à droite : *Rhododendron ferrugineum*

En bas à gauche : *Orchis purpuracea* et *Polygonatum odoratum*

En bas à droite : *Listera ovata*

Exemplaires imprimés : 1200

Imprimerie ONF - Fontainebleau

ISBN 2 - 84207 - 290-1
Dépôt légal 1^{er} semestre 2004



Office National des Forêts

Direction Technique

Réseau RENECOFOR

Boulevard de Constance - 77300 Fontainebleau

Tél. : +33 (0) 1 60 74 92 22 - Fax : +33 (0) 1 64 22 49 73

Méls ; erwin.ulrich@onf.fr ; marc.lanier@onf.fr ; luc.croise@onf.fr ; sebastien.cecchini@onf.fr ; valerie.trevedy@onf.fr

Site Web : www.onf.fr/pro/tenecofor/index.htm