

UNIVERSITE DE SAVOIE
Laboratoire de Dynamique
des Ecosystèmes d'Altitude
CHAMBERY

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
SAVOIE

Dynamique de colonisation de pâturages

**par le Pin cembro (*Pinus cembra* (L.))
et l'Epicéa commun (*Picea abies* (L.) Karst)**

- Réserve Naturelle du Plan de Tueda (73) -

Rapport de stage présenté par :

Boris GUERIN

sous la direction de **J.F DOBREMEZ**

MST Sciences de la terre et de la vie appliquée aux milieux de Montagne.

NOVEMBRE 1994

RESUME

Dans la Réserve Naturelle du Plan de Tueda, à la suite d'une baisse de la pression pastorale, les peuplements forestiers gagnent en surface depuis un siècle. Cette colonisation s'effectue par le Pin cembro (*Pinus cembra* L.) et l'Épicéa commun (*Picea abies* (L.) Karst), principalement au détriment d'anciens pâturages.

Cet été une campagne de mesures en collaboration avec l'ONF et le laboratoire dynamique des Ecosystèmes d'Altitude de l'Université de Chambéry, a été réalisée en vue d'étudier la colonisation des pâturages.

Le protocole a consisté à effectuer des mesures qualitatives (présence de touffes, microtopographie...), et quantitatives (hauteur, accroissements, âge) sur les phanérophytes repérés sur le pâturage et sous peuplement (5 mètres à l'intérieur de celui-ci).

La présente étude se réfère à un pâturage dont j'ai inventorié la totalité des semis.

Les principaux résultats concernent :

- ↳ la régénération du Pin cembro,
- ↳ et la dynamique de colonisation d'un pâturage.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier :

Monsieur le Professeur J.F. DOBREMEZ, responsable du laboratoire Dynamique des Ecosystèmes d'Altitude et Madame L. WLERICK, ingénieur à la cellule technique de l'ONF à Albertville, pour m'avoir proposé ce stage.

Mademoiselle V. PIGNOL et Monsieur E. BAUDIN (ONF) avec qui j'ai effectué les mesures de terrain.

Monsieur D. LECLERC, responsable de la Section Interrégionale Alpes de l'ONF, pour son soutien dans l'élaboration de ce rapport.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à :

Cécile pour son aide tout au long de ce stage,

Sylvaine, Richard et Laurent du laboratoire pour leurs conseils,

ainsi que Madame FLECHAIRE, et Madame SUCCO pour la frappe d'une partie de ce rapport.

Enfin, je tiens à remercier la Mairie de MERIBEL-LES ALLUES pour le logement mis gracieusement à notre disposition.

SOMMAIRE

RESUME REMERCIEMENTS INTRODUCTION

1ère partie : Cadre de l'Etude

1- Les objectifs de recherche sur la Cembraie de Tueda	1
2- Problématiques du sujet d'étude	1
3- Présentation du site.....	2
3.1- situation géographique	2
3.2- la topographie	3
3.3- les conditions climatiques	3
3.4- la géologie	4
3.5- la pédologie.....	4
3.6- les stations forestières	4
4- Reproduction sexuée et dissémination des graines de l'épicéa commun et du pin cembro..	5

2ème partie : Le Protocole

1- quelques définitions	8
2- le choix des sites.....	8
3- matériel et méthodes	9
3.1- les dispositifs d'échantillonnage	9
3.1.1- la méthode par transects rayonnants	
3.1.2- l'inventaire en plein	
3.2- les paramètres étudiés	10
3.2.1- renseignements généraux.....	
3.2.2- les données qualitatives	
3.2.3- les mesures quantitatives	
4- critique du protocole.....	13

3ème partie : Résultats - Discussion.....

1- La densité et la composition spécifique des phanérophytes	14
1.1- critique de la démarche adoptée	14
1.2- la densité.....	14
1.3- la composition spécifique	15
1.4- discussion	15

2- La fréquence des individus en touffes	16
2.1- rappel, quelques observations	16
2.2- en fonction des essences	16
2.2.1- les résultats.....	
2.2.2- discussion	
2.3- en fonction de l'âge.....	17
2.3.1- les résultats.....	
2.3.2- discussion	
2.4- en fonction de la microtopographie	18
2.4.1- les résultats.....	
2.4.2- discussion	
3- les flux d'arrivée des résineux dans la colonisation du pâturage et sous peuplement	19
3.1- l'Epicéa commun	19
3.1.1- les résultats.....	
3.1.2- discussion	
3.2- le Pin cembro	21
3.2.1- les résultats.....	
3.2.2- discussion	
4- Répartition spatiale des semis	23
4.1- occupation de l'espace en 1994	23
4.2- dynamique de colonisation du pâturage.....	23
5- Autochorie ou ornithochorie chez le Pin cembro	25

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

INTRODUCTION

Le Pin cembro (*Pinus cembra* (L.)) ou arolle est une espèce caractéristique de l'étage subalpin moyen et supérieur de la chaîne alpine et des Carpates. Toutefois les surfaces occupées sont relativement restreintes, notamment en France où il occupe seulement 0,09 % de la surface forestière (soit 12 400 ha). Cette situation résulte de la surexploitation par l'homme de cette essence, souvent défrichée pour la création de pâturages. Bien qu'il existe encore des belles cembraies en France, les peuplements sont globalement très dispersés surtout dans les Alpes du Nord. A ce titre, la cembraie du Massif de Tueda (commune des Allues) est la plus remarquable par son étendue et son originalité.

L'Office National des Forêts (ONF) est chargé de la gestion du site en tant que forêt communale depuis 1989. En 1990, une réserve naturelle a été créée dont fait partie la cembraie (cogestion avec le Parc National de la Vanoise). Avant de proposer toutes interventions, l'ONF a voulu engager un vaste programme de recherche afin de mieux connaître le fonctionnement de l'écosystème "cembraie" et de préserver sa biodiversité.

L'université de Chambéry et son laboratoire Dynamique des Ecosystèmes d'Altitude s'est alors avérée être un partenaire souhaité pour cette démarche.

Dans ce cadre, j'ai pu participer cet été aux mesures de terrain pour l'étude de la colonisation de pâturage par le pin cembro et l'épicéa commun.

L'analyse des résultats exposés dans ce rapport a donc pour but de :

- ☞ mieux connaître la régénération du Pin cembro : autochorie ou ornithochorie ? en travaillant principalement sur le nombre de touffes.

- ☞ comprendre la dynamique de colonisation du pâturage : flux d'arrivée, facteurs déterminants de l'installation des plants, répartition spatiale pour chacun des deux résineux.

CADRE DE L'ETUDE

1- Les objectifs de recherche sur la Cembraie de Tueda.

Le programme de recherche s'articule en deux points :

- ↳ la compréhension des processus d'élaboration des structures de la cembraie :
- ↳ l'interaction entre ces différents types de structure de peuplement et la diversité biologique.

Ceci dans le but de définir un protocole de gestion permettant de maintenir ou même d'accroître la biodiversité. Pour parvenir à cette finalité une politique de non intervention n'est pas écartée.

Le stage, que j'ai réalisé cet été, s'inscrit dans la première phase du programme de recherche.

Pour comprendre les processus d'élaboration de la diversité des structures, il est nécessaire d'analyser l'histoire des peuplements, leurs structures actuelles, leur dynamique de la régénération naturelle (fructification et dissémination des graines, semis et installation, croissance et concurrence intra et interspécifique).

Ainsi, à ce jour : ♦ l'historique de la végétation a été décrite à partir :

- d'études paléoécologiques (analyse des pollens dans la tourbe - Parc National de la Vanoise),
- des anciens cadastres et de la mappe sarde par EYNARD-MACHET (1993) - Université de Chambéry,
- de photographies aériennes par CALMETZ (1994) - Université de Chambéry.

♦ les structures actuelles des peuplements forestiers ont été définies grâce aux travaux de l'ONF.

♦ l'étude de la fructification du Pin Cembro est en cours par DORMONT - Université de Chambéry.

Cet été, il s'agissait d'aborder l'étude de la dynamique de la régénération naturelle, supposée comme étant à l'origine de la diversité des structures.

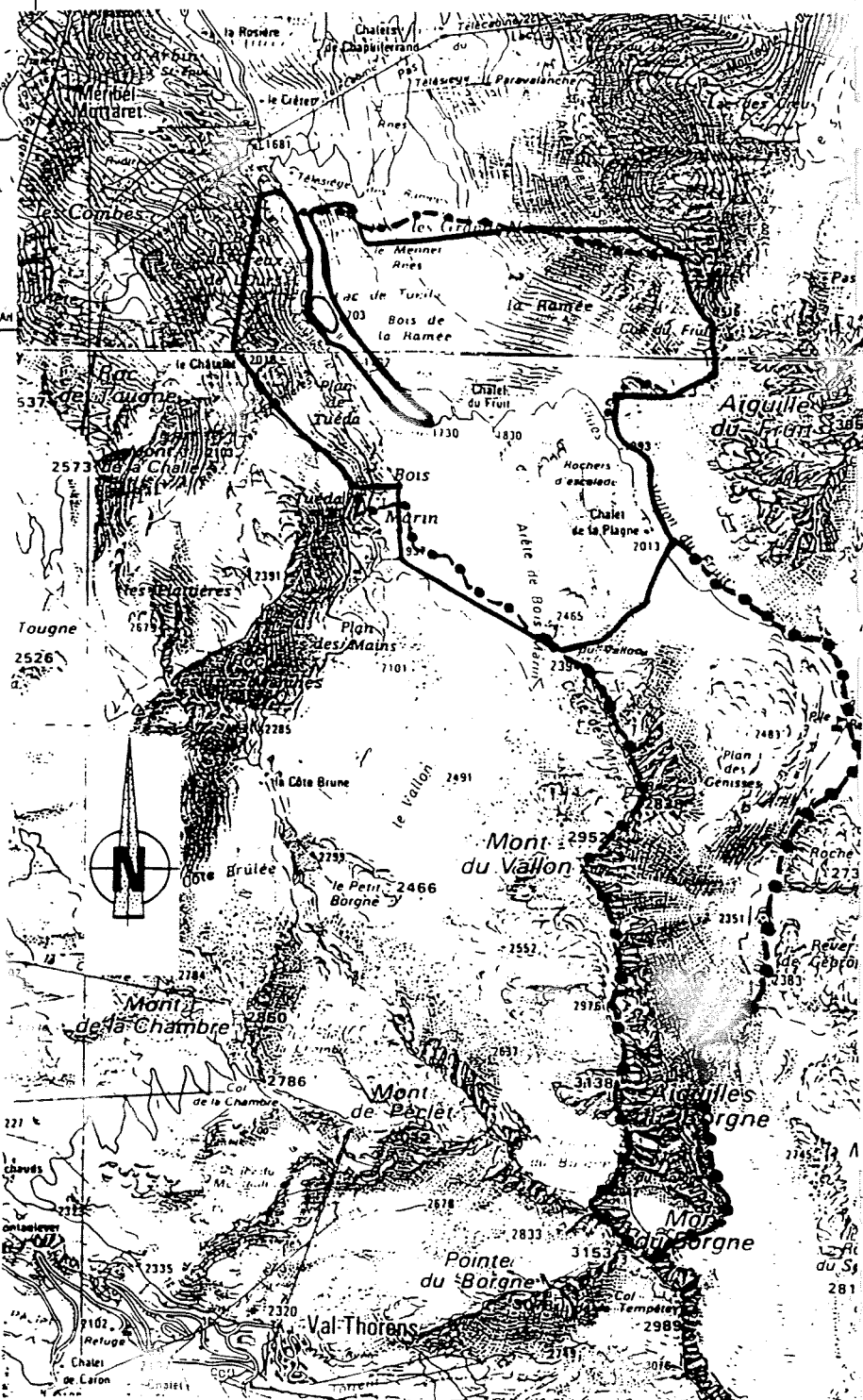
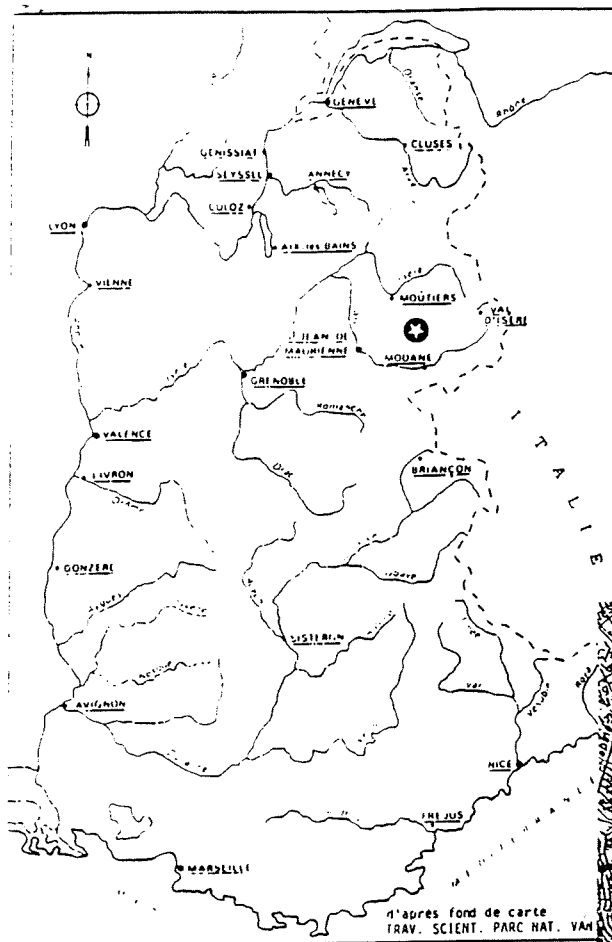
2- Problématique du sujet d'étude

Comme de nombreux sites de montagne, le massif de Tueda est un espace multifonctionnel, véritable révélateur du dynamisme de la vallée. Ainsi les usages et les rôles sont divers et variés et impliquent des exigences propres : tourisme lié à la pratique du ski, tourisme d'été, préservation d'un site écologique exceptionnel, protection de la forêt vis à vis des risques naturels, ... maintien d'une activité pastorale.

Subsistance de cet usage agricole car la pression de pâturage du cheptel a considérablement diminué pendant ce siècle. En effet, actuellement les animaux domestiques pâturant occasionnellement en forêt regroupent 400 bovins et 100 caprins. Tandis qu'en 1945, 600 bovins pâturaient sur des surfaces plus restreintes (charge pastorale accrue) et pendant une durée plus longue (EYNARD-MACHET, communication personnelle).

Or le pâturage au cours des décennies a modelé le paysage du massif par son action sur les limites forêt-herbage : abaissement de la limite supérieure de la forêt (lieu dit "La Ramée"), défrichement des bas de versant plus faciles d'accès, à sol plus profond permettant une meilleure croissance de l'herbe (plan de Tueda).

Fig.1 - Présentation géographique du site d'étude



CARTE DE SITUATION (09/1991)

- Limite de la forêt communale
- - - Limite de la réserve naturelle
(non commune avec la forêt communale)

Echelle 1/50.000 e (Source carte IGN
3533 MOUTIERS et 3534 MODANE - Série
rouge au 1/50.000 e)

En terme de succession végétale, l'abroustissement empêchait l'évolution progressive du milieu d'un stade prairial vers à très long terme un stade forestier climacique en inhibant l'installation des espèces arborées.

Aujourd'hui, la baisse de la charge pastorale permet donc la réinstallation des peuplements forestiers (lorsque les espèces herbacées ne bloquent pas par leur présence, toute succession végétale : modèle d'inhibition, (CONNEL et SLATYER, 1977)).

De ce fait, on assiste à présent à une extension considérable du massif boisé au détriment des prairies. D'après l'analyse des photos aériennes cette évolution se serait intensifiée depuis 1970 (CALMETZ, 1994).

Pour le gestionnaire, ces modifications du milieu ont de nombreuses implications directes et indirectes : diminution des zones à usages pastorales, extension de l'écosystème forestier (baisse de la biodiversité ???) hausse des potentialités sylvicoles, ... fermeture et uniformisation du paysage par réduction des zones ouvertes, perçue actuellement par le public comme une perte de valeur du patrimoine paysager.

Par ailleurs, la recherche débutée cet été sur la colonisation de pâturage par la végétation arborée permet d'appréhender la dynamique de régénération d'une part d'une espèce dont la dissémination des graines est anémochore : *Picea abies* (L.) Karst, d'autre part d'une espèce ornithochore : *Pinus cembra* (L.).

Elle contribue donc à l'étude du fonctionnement d'un écosystème forestier subalpin dans ces stades initiaux.

En conclusion, dans ce contexte, ces travaux fondamentaux doivent intéresser à la fois chercheurs et gestionnaires.

3- Présentation du site

La description du milieu naturel s'inspire des documents suivants :

- PIGNOL (1992) : Procès-verbal d'aménagement de la forêt communale des Allues, massif de Tueda (1991-2002).

- CELLULE TECHNIQUE D'ALBERTVILLE (1988) : Orientations locales d'aménagement pour les forêts soumises non domaniales, Région IFN "TARENTEISE".

- DRAE, CORA, CARENE bureau d'étude (1985) : Projet de réserve naturelle du plan de Tueda.

pour de plus amples informations s'y référer.

3.1- Situation géographique (cf figure 1)

La cembraie de la Tueda est située sur la commune des Allues qui se trouve sur le versant rive gauche de la Vallée de la Tarentaise, en Savoie. La commune occupe une place privilégiée au centre du secteur des "TROIS VALLEES" : les BELLEVILLES, les ALLUES et COURCHEVEL, réputées pour leur vaste domaine skiable.

La forêt communale de Tueda (gérée par l'ONF et le Parc National de la Vanoise) couvre une surface d'environ 600 ha dont 250 ha de peuplements forestiers. L'ensemble de la forêt communale est compris dans la réserve naturelle du plan de Tueda (1 100 ha) contigu au Parc National de la Vanoise.

3.2- La topographie

La forêt est située dans son ensemble sur 3 versants :

- en rive droite du Doron des Allues, exposé Sud-Ouest, Sud-Est, le versant de La Ramée dominé par l'Arête de la Saulire. La dynamique d'extension des peuplements de pin cembro est forte sur ce versant.
- en rive gauche du Doron des Allues, exposé Nord-Est, le Bois du Creux de l'Ours.
- en rive gauche du Doron des Allues, exposé Ouest-Est, le Bois Marin dominé par l'arête de Bois Marin.

Les altitudes s'échelonnent pour les limites de la forêt communale de 1 650 m (au plan de Tueda) à 2 700 m (la pointe de la petite Saulire) ; tandis que les pentes varient de 30 à 110 %.

L'ensemble des peuplements forestiers se situent dans l'étage subalpin (de 1 700 m à 2 300 m environ). Toutefois des Pin cembro sont observés au delà de 2 300 m, y compris au col du Fruit (2 516 m en adret).

3.3- Les conditions climatiques

Les données météorologiques disponibles sont issues du poste de Pralognan la Vanoise (1 420 m). L'intensité des paramètres climatiques variant avec l'altitude en montagne, il convient de moduler ces données. Les précipitations moyennes annuelles serait de l'ordre de 1 000 mm, compte tenu de la carte des isohyètes. Ce qui correspond à un total des précipitations annuelles fréquemment rencontré au niveau de la cembraie (CONTINI et LAVARELO, 1982). Ces précipitations sont bien réparties avec une importance relative de la saison estivale. La proportion des précipitations qui tombe sous forme de neige est forte avec un manteau neigeux qui persiste de 5 à 6 mois. L'exposition des versants a une influence nette sur la durée du manteau neigeux.

L'indice de continentalité de GAMS situe la Tueda à la limite : zone intermédiaire/zone interne.

La température moyenne annuelle est de 5,3°C à Pralognan (1 420 m). Si l'on applique un gradient thermique altitudinale de 0,55°C/100 m (selon OZENDA), on obtient entre la limite inférieure (1 700 m) et supérieure (2 300 m) de l'étage subalpin une température moyenne annuelle variant de 3,9°C à 0,5°C. Les températures moyennes du mois le plus froid, et le plus chaud, corrigées par l'altitude (0,4°C pour 100 m en hiver et 0,7°C pour 100 m en été) sont respectivement de :

- ✓ -3,9°C à la limite inférieure ; - 6,3°C à la limite supérieure en janvier ;
- ✓ - 12,1°C à la limite inférieure ; 7,9°C à la limite supérieure en juillet.

Il faut garder à l'esprit des possibilités de variation de température de 3 à 4°C pour des versants d'orientation différente (KERNER et al, 1973 cités par OZENDA, 1985).

Les vents dominants sont ceux de Sud-Sud-Ouest.

En conclusion, il n'y a pas de sécheresse estivale au sens du diagramme ombrothermique de Gaussen. La durée de la période de végétation varie vraisemblablement de 3 à 4 mois selon l'altitude.

Le climat est de type montagnard rude, hiver froid avec une forte amplitude hiver-été. Ce type de conditions climatiques correspond au climat caractéristique de l'étage de la cembraie décrit par CONTINI et LAVARELO (1982).

3.4- La géologie

La vallée des Allues est placée au centre de la région Tarentaise et fait partie de la zone dite briançonnaise. C'est la zone géologique la plus étendue en Savoie, sa partie interne a été métamorphisée. La vallée des Allues est comprise dans la zone houillère briançonnaise peu métamorphisée.

Elle est, entre autres, composée de formations schistogréseuses du houiller qui engendrent des croupes molles et monotones, ainsi que de placages morainiques donnant des terrains fragiles vis-à-vis des glissements de terrain et de l'érosion torrentielle.

La forêt communale repose essentiellement sur un substrat acide constitué par :

- des schistes, des grès, du gneiss, recouverts par des formations glaciaires et des éboulis sur les pentes ;
- des alluvions actuels dans la vallée du Doron (partie non soumise au Régime Forestier).

On notera aussi la présence de niches d'arrachement liées à des glissements de terrain actifs.

Ce type de roche-mère correspond bien aux exigences du Pin cembro qui manifeste une préférence pour les terrains siliceux.

3.5- La pédologie

La gamme de sols rencontrée va des rankers que l'on trouve sur éboulis, aux sols podzolisés (sols plus évolués).

Quant aux bas des versants, aux replats, il est possible d'avoir des sols bruns acides.

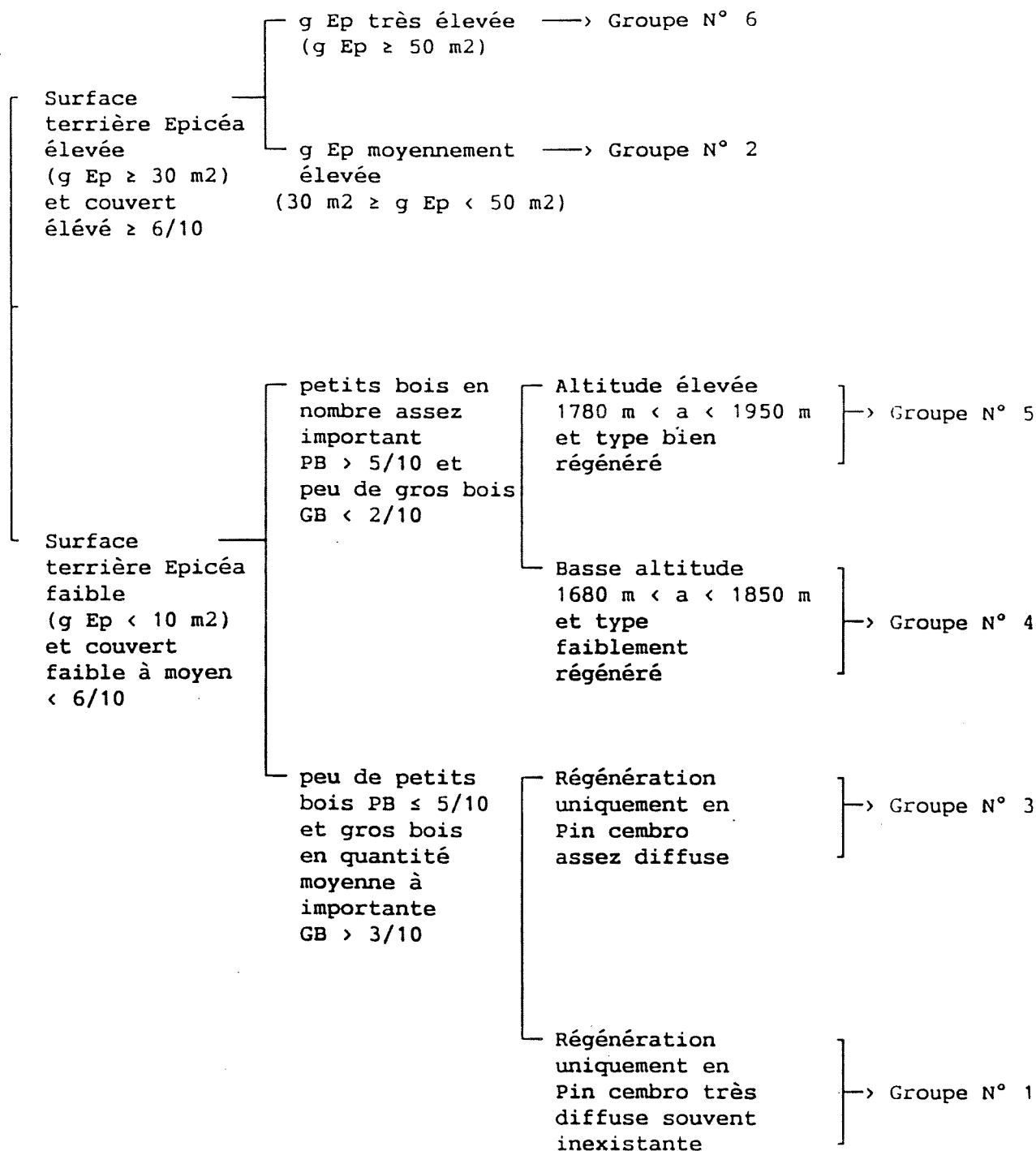
Au niveau d'un talus à proximité de la trouée du Bois Marin, j'ai pu observé un sol podzolique dont la description correspond à l'un des types de sol rencontré par BARTOLI (1966) en forêt domaniale de Thyl (Haute-Maurienne) et par CONTINI et LAVARELO (1982) en forêt communale d'Aussois (cf annexe n° 1).

A noter que le Pin cembro fait preuve d'une grande rusticité vis-à-vis des conditions de sols. Il s'accommode de sols médiocres (éboulis...) à condition que ceux-ci ne soient ni trop compacts, ni trop humides. Bien que de natures différentes, presque tous ces sols ont un caractère en commun : le Pin cembro se développe dans l'ensemble sur des sols à puissante couche d'humus brut, surtout à l'ubac (de façon générale, à l'adret, la sécheresse et l'intensité des radiations entraînent une décomposition plus rapide de l'humus, d'où la présence d'une litière moins épaisse). (CONTINI et LAVARELO, 1982)

3.6- Les stations forestières

Les essences forestières sont représentées par l'épicéa commun et le pin cembro. Ces deux espèces constituent des peuplements mélangés jusqu'à 1 970 m, toutefois la fréquence de l'épicéa diminue dès 1 800 m - 1 900 m. Au dessus de cette limite altitudinale seul le pin cembro est présent et forme des peuplements purs. Dans l'ensemble, les peuplements sont jeunes.

Figure 2 - Clé de détermination des types de peuplements obtenue avec une classification ascendante hiérarchique. (D'après LECLERCQ)



Une typologie des peuplements a été réalisée d'une part sur les peuplements mélangés, d'autre part sur les peuplements purs de pin cembro (cf figure 2 et annexe n° 2), ainsi qu'une cartographie des types de végétation (cf annexe n° 3).

Les peuplements mélangés correspondent au niveau phytosociologique aux stations de la pessière mésoxérophile et acidophile à Silène des rochers, la pessière acidophile à myrtilles, la pessière mésoxérophile et acidophile à airelle rouge. Quant aux cembraies de la réserve naturelle du plan de Tueda, elles présentent à la fois les deux types d'association végétale ce qui est peu courant en France.

Il s'agit : ♣ d'une part de la cembraie dite mésophile à sous bois de rhododendron ferrugineux et myrtille installée souvent sur versant frais. C'est le groupement type le plus répandu que l'on rencontre dans le Bois du Creux de l'Ours, le Bois Marin, et dans une partie de celui de la Ramée.

♣ D'autre part de la Cembraie xérophile développée sur les versants secs et bien exposés où l'arolle domine la lande à genévrier nain, raisin d'ours, et cotoneaster à feuilles entières. Ce groupement est plus localisé que le précédent. Il n'est présent que dans la partie Sud-Est du bois de la Ramée sur un adret secondaire. Ce groupement n'existe nulle part ailleurs en Tarentaise (ETEN, 1982).

4- Reproduction sexuée et dissémination des graines de l'épicéa commun et du pin cembro

L'installation d'un semis et son développement résulte de la conjonction de facteurs biologiques favorables : production de graines capables de germer, prédation sur les graines, site de la germination, la germination (seuil de température et d'humidité), croissance du semis (association avec champignons mycorrhiziens indispensable à ce stade selon ANDRE (1988)).

Or *Picea abies* (L.) et *Pinus cembra* (L.) ont des modes de reproduction différents ce qui pourrait avoir des conséquences sur leur pouvoir colonisateur. Aussi, nous nous attarderons pour chacune de ces espèces sur leur mode de reproduction et de dissémination des graines.

4.1- L'épicéa commun

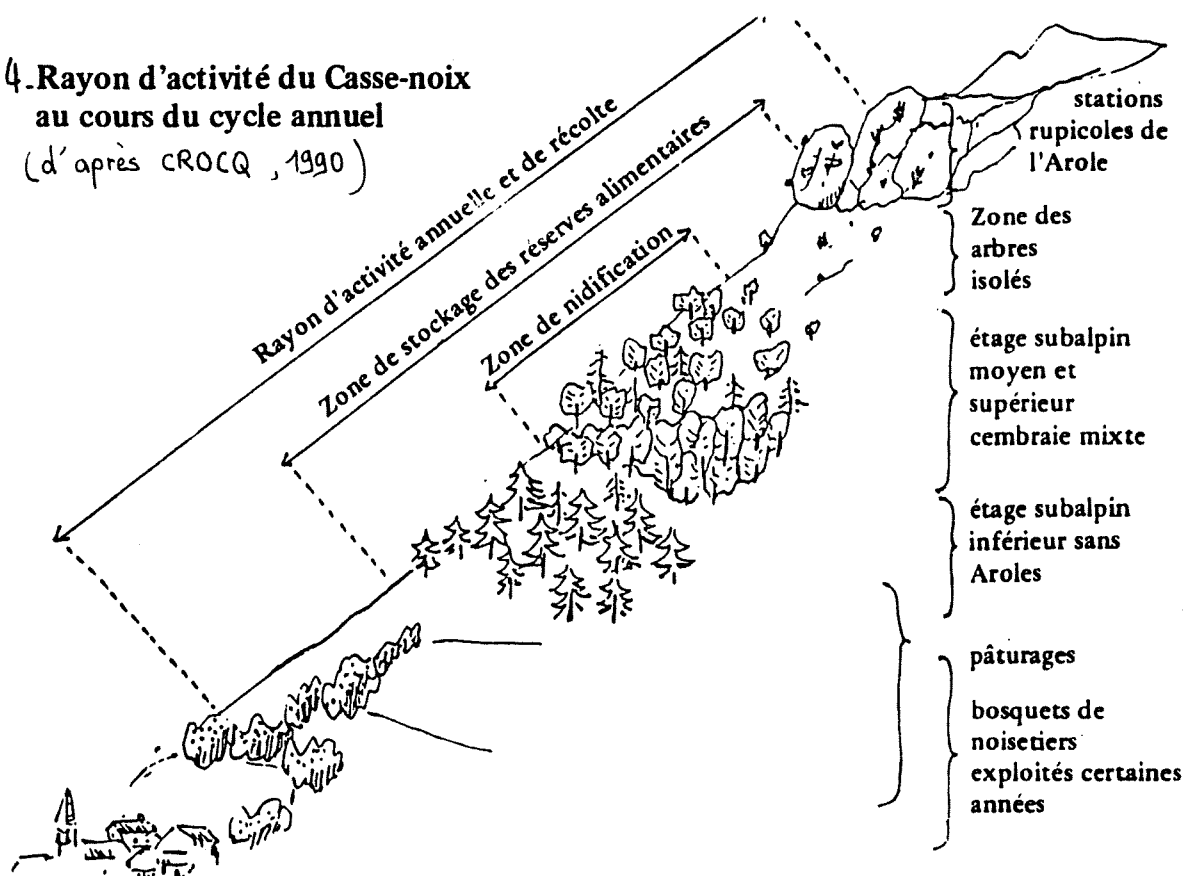
Cette essence atteint sa maturité sexuelle à partir de 40 à 50 ans. La production de graines est considérable puisqu'elle est évaluée à 150 - 400 par m² (GENSAC, 1988). Toutefois, elle est très variable selon les années et les conditions de milieu et diminue avec l'altitude.

PIUSSI (1986) constate qu'en 22 années d'observation, seules 4 années correspondent à de bonnes "grainées". Ainsi, en milieux favorables, les années de bonnes fructifications peuvent être espacées de 2 à 3 ans seulement, mais à altitude élevée, elles n'ont plus lieu que tous les 6 à 8 ans.

Les diaspores étant transportées par le vent (dissémination anémochore), leur dispersion est donc aléatoire. Le site d'arrivée de la graine peut alors ne pas être favorable à sa germination. Aussi, pour palier à cet aléa, la production de graines en grande quantité est nécessaire.

Le cycle de la fructification est annuel : floraison au printemps, maturité en automne, dispersion des semences au printemps suivant sous l'action des vents desséchants du Nord et du Nord-Est (BOUDRU, 1986). Selon SCHÖENENBERGER (1990), 50 % des graines ailées atteignent une distance inférieure à deux fois la hauteur de l'arbre. Ceci correspond globalement aux observations de BOUDRU (1986) : "Les graines ailées sont dispersées à une distance plus ou moins grande des semenciers, la quantité et la qualité des semences étant satisfaisantes pour assurer une bonne régénération jusqu'à une distance de 25 à 40 m, variant avec la hauteur des arbres voisins, la position par rapport aux vents dominants disséminants et la déclivité du terrain".

fig 4. Rayon d'activité du Casse-noix
au cours du cycle annuel
(d'après CROCQ, 1990)



4.2- Le Pin cembro

Cette essence atteint sa maturité sexuelle à partir de 40-60 ans. La production de graines est plus précoce chez un arbre isolé que chez les individus groupés, où elle peut être acquise très tard, jusqu'à 80 ans (DUCREUX, 1980).

Bien que MATTES (1982) considère le cembro comme l'essence de montagne fructifiant le plus fréquemment, il présente comme les autres essences subalpines des variations parfois très marquées de production de cônes. Ainsi, les grainées peuvent être abondantes, moyennes, faibles ou nulles (CAMPELL, in CROCQ, 1990). CROCQ (1990) note cependant que lors des mauvaises fructifications, la production n'est pas totalement nulle à l'échelle de plusieurs massifs, certains arbres ou secteurs isolés fournissant des cônes.

L'abondance cyclique de production de cônes serait très variable selon les conditions locales. Sa périodicité moyenne est de 6-7 ans selon CAMPELL (in CROCQ, 1990), tandis que HOLZER, MATHIEU et GRABOWSKY (in CONTINI et LAVARELO, 1982) l'évaluent à 4 à 6 ans, voire de 9 à 10 ans.

Par ailleurs, ces auteurs ont noté une diminution de la production de cônes "à la limite altitudinale inférieure de son aire de répartition, là où il entre en concurrence avec l'épicéa". A l'inverse, au niveau de la limite sylatique, la fructification ne diminue guère : "Même les arbres buissonnants ont quelques cônes de taille normale" (CONTINI et LAVARELO, in CAMARET, 1992).

A la différence de la plupart des autres conifères alpins (épicéa, mélèze, sapin, pin sylvestre et pin à crochet) dont les cônes s'ouvrent à maturité pour libérer des graines ailées et légères donc susceptibles d'être disséminées par le vent, le pin cembro forme des cônes indéhiscents renfermant des graines lourdes et dépourvues d'ailes.

La dispersion des graines de l'arolle ne peut donc se réaliser que grâce aux animaux (90 % par le Casse-noix moucheté : ornithochorie) ou par gravité (autochorie).

La plupart des auteurs s'accordent sur le fait qu'au dessus de la limite forestière supérieure, où seuls les arbres isolés sont présents, le casse-noix est entièrement responsable de la dissémination de l'arolle. Les avis sont plus partagés en ce qui concerne la zone subalpine de la forêt continue (CROCQ, 1990).

En effet, certains auteurs estiment que la régénération du Cembro se fait par autochorie : les cônes lourds pouvant rouler aisément et être entraînés vers l'aval, assurant ainsi la propagation de l'espèce (HOLTMEIER, 1967). Par la suite, l'analyse des résultats devrait nous permettre d'avancer des arguments quant à ces 2 hypothèses : ornithochorie ou autochorie.

Comment la dispersion des graines puis leur germination peuvent-elles avoir lieu grâce à l'intervention de casse-noix moucheté ?

Le casse-noix a tout d'abord une action prédatrice sur les cônes. Dès que ceux-ci sont arrivés à maturité ou même avant, il décortique les cônes pour en prélever les graines. Celles-ci sont alors ingérées directement ou stockées d'août à octobre dans des caches dont il mémorise l'emplacement pour consommer son contenu durant l'hiver. Notre oiseau a la possibilité lors du prélèvement des graines de les emmagasiner dans une poche sublinguale (pouvant contenir de 30 à 100 graines, en moyenne 70). Les semences sont donc stockées dans des caches de quelques centimètres creusées dans le sol et recouvertes de mousses, de lichen, d'aiguilles... Une cache contient en moyenne une dizaine de graines, parfois 30 ou plus (CONTINI et LAVARELO, 1982). L'aire de stockage des graines comprend pratiquement l'ensemble de la zone d'activité du corvidé (cf figure 4).

Toutefois, si la totalité des caches est exploitée pendant l'hiver, le pin cembro ne peut assurer son renouvellement. Aussi, sa régénération par l'intermédiaire du casse-noix ne peut s'expliquer que par la non-consommation de certains stocks de graines pouvant ainsi germer au printemps suivant. La première hypothèse avancée fut celle de l'oubli d'un certain nombre de caches dû à une mauvaise mémoire. Cependant, celle-ci serait au contraire très performante. D'où les explications suivantes à l'inexploitation des caches :

⇒ La quasi totalité des cônes est exploitée chaque année, y compris lorsque la fructification est abondante. Dans ces conditions la quantité de graines stockées peut être supérieure à la quantité consommée pendant l'hiver. Ainsi l'excédent, en liaison avec le cycle d'abondance de la fructification de l'Arolle, va échapper à l'appétit du Casse-noix et donc pouvoir germer.

⇒ La mémoire des caches étant individuelle, lorsqu'un individu meurt, celles qu'il a réalisées seront inexploitées.



LE PROTOCOLE

1- Quelques définitions

La notion de trouée ou d'ouverture est associée à une discontinuité dans le couvert forestier par disparition d'un ou plusieurs arbres adultes, à la suite d'une perturbation dont l'intensité et la taille modifie les modalités de la cicatrisation (qui se caractérisent par la réinstallation du peuplement initial en général).

L'ouverture ou la trouée constitue donc un stade dans le cycle sylvo-génétique appelé par MAYER (1976) : phase d'écroulement et de rajeunissement.

La trouée peut se "cicatriser" grâce à deux types de stratégie selon qu'elles concernent :

➤ soit la végétation antérieure à l'ouverture : multiplication végétative (rejets, drageons...) libération de tiges antérieurement réprimées par l'ombrage, extension latérale des houppiers des arbres du pourtour de la trouée.

➤ soit l'établissement de nouveaux individus postérieurement à la perturbation : levée de dormance de graines précédemment enfouies dans le sol ou germination de graines provenant de semenciers plus ou moins éloignés.

Le développement et la croissance des jeunes plants constitue dans tous les cas la régénération.

Au sujet de l'extension de la forêt au détriment des pâturages, on ne peut parler de régénération. En effet les semis s'installent dans un milieu "ncuf" où la forêt a disparu de longue date : on parle de colonisation.

2- Le choix des sites

Au vue de l'imbrication espaces boisés - espaces pâturés, deux types d'organisation de ces formations végétales peuvent être observés. Soit la limite peuplement forestier - pâturage est diffuse (fréquente à la limite supérieure de la forêt), soit c'est l'inverse.

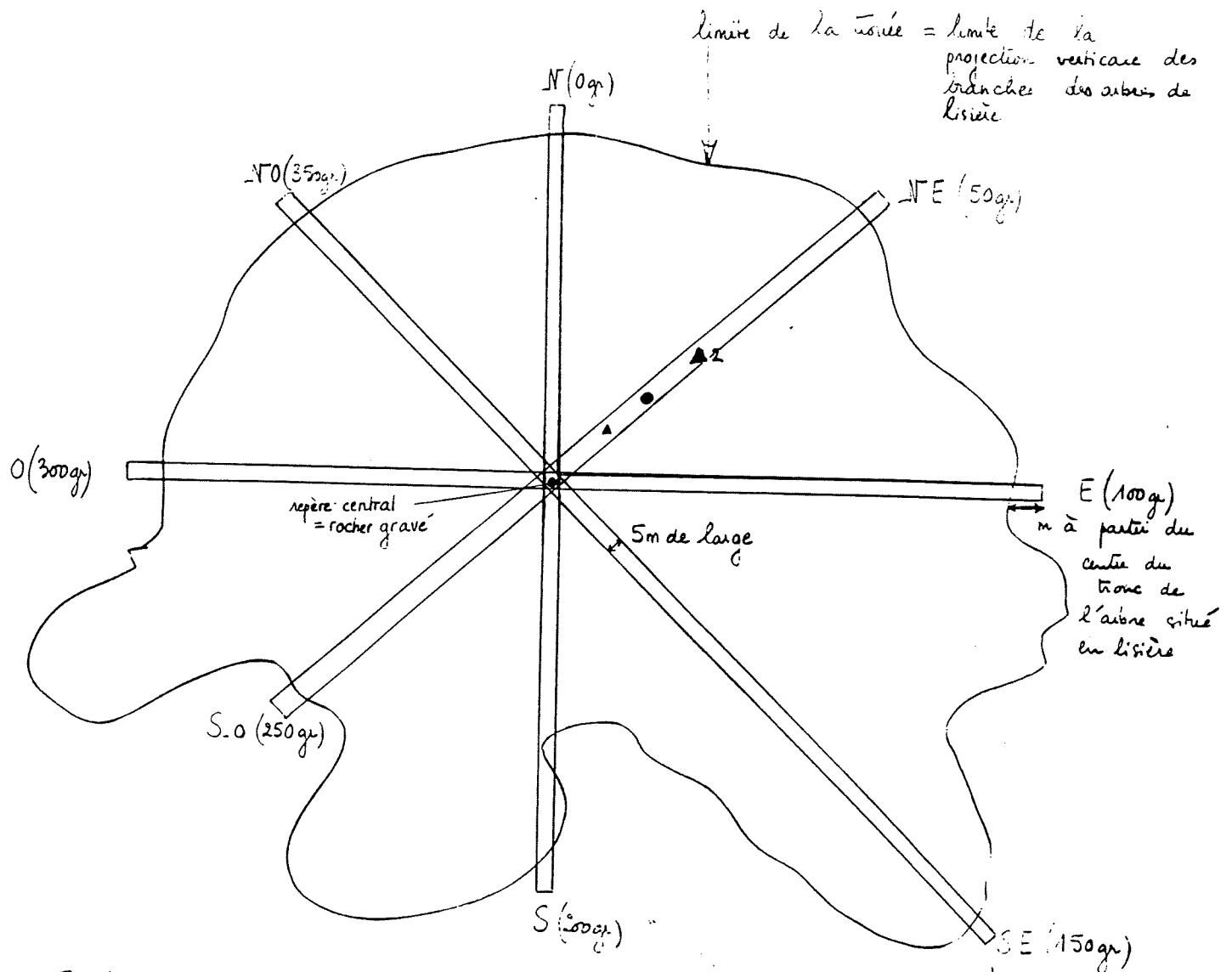
Cette mosaïque de milieu exige des techniques d'échantillonnage adaptées. Lorsque les limites sont nettes, la colonisation du pâturage peut être analysée globalement en tant que système défini. A l'inverse, lorsque les limites sont irrégulières il faut approcher les milieux dans leur diversité, au moyen de méthode linéaire par exemple.

Un transect altitudinal établi dans la Ramée et parcourant une dénivelée d'environ 600 m est donc prévu dans ce cas. Ce transect traversera des zones pâturées, des peuplements mélangés d'épicéa et pin cembro, dont une partie a fait l'objet d'une coupe par un privé en 1965, de la cembraie pure, de landes. Les mesures réalisées sur ce transect devraient permettre de mieux connaître la progression altitudinale du Pin cembro, la régénération à l'intérieur des peuplements, l'effet d'une coupe, et d'appréhender la dynamique des peuplements.

Notre travail de cet été s'est donc limité à échantillonner des pâturages bien délimités. Six pâturages ont donc été retenus, situés à des expositions variées : 3- La Ramée (exposition Sud-Ouest/Sud-Est), 2- Le Creux de l'Ours (exposition Nord-Est), 1- Le Bois Marin (exposition Ouest-Est), de superficie variable à des altitudes différentes (1 740, 1 745, 1 775, 1 865, 1 875, 2 095 mètres d'altitude au repère central).

Ils sont tous caractérisés phytosociologiquement par l'association végétale de la Nardaie.

fig 3 - DISPOSITION DES MESURES DANS LE CAS
DE LA METHODE PAR TRANSECTS RAYONNANTS
 (d'après WLERICK)



Epicea { arbre ▲
 semis Δ

Pin cembro { arbre ●
 semis ○

Sorbier des oiseleurs +

Bouleau *

Sureau rouge □

Saule sp s

Aulne vert a

touffe n ≥ 8 et
 2 epiceas { 2Δ

Pin cembro n = 14 isolé 14○

3- Matériels et méthodes

Pour chaque pâturage en voie de colonisation, l'objectif est de repérer l'ensemble des phanérophytes (plante ligneuse dont les bourgeons de renouvellement sont situés à plus de 50 cm au dessus du sol (RAUNKIER, 1934)) sur une portion du terrain voir sur l'ensemble de sa surface. Sur les tiges inventoriées des mesures sont prises, différentes selon qu'il s'agisse d'espèces résineuses ou feuillus.

3.1- les dispositifs d'échantillonnage

3.1.1- *la méthode par transects rayonnants (cf figure 3)*

A partir d'un point central matérialisé sur le terrain (borne gravée), les semis sont notés en continu, en suivant 8 transects de 5 mètres de large orientés suivant 8 directions (0, 50, 100, ... tous les 50 grades) jusqu'à 5 mètres à l'intérieur du peuplement jouxtant le pâturage à partir du centre du tronc du premier arbre situé en lisière.

L'axe central de chaque transect est matérialisé par un fil ("topofil"). Sa direction est déterminée à la boussole, sa largeur grâce à une pige graduée de 2,50 m appliquée perpendiculairement de part et d'autre de l'axe. Les individus situés exactement à 2,50 m de l'axe sont pris en compte, au delà, ils ne le sont plus. Chaque tige est donc repérée par sa distance en mètres (arrondi tous les 50 centimètres) par rapport au repère central donné grâce au topofil et par sa distance en mètres par rapport à l'axe précisé grâce à la pige graduée.

La pente du transect est également relevée au clinomètre afin de permettre les corrections de pente (projection horizontale de chaque individu sur un plan). Cinq pâturages ont été échantillonnés selon cette méthode par l'ONF et moi-même.

3.1.2- *l'inventaire en plein*

A l'occasion de mon stage, j'ai pu réaliser à la demande de l'ONF une cartographie complète des espèces ligneuses colonisant un pâturage. Chaque plant a donc été repéré en coordonnée cartésienne (x, y) par rapport à un point central (borne gravée). Cinq mètres à l'intérieur du peuplement en lisière du pâturage ont également été pris en compte dans l'échantillonnage selon les modalités décrites dans le paragraphe précédent.

Afin d'effectuer cet inventaire, j'ai matérialisé sur le terrain à l'aide d'un double-décamètre des lignes parallèles à un axe des ordonnées fictif représenté par la direction du nord magnétique à partir de la borne gravée. Ces lignes étaient espacées de 5 mètres selon l'axe des abscisses représenté par la direction de l'est. La lecture du double décimètre fournissait donc les mesures de distances des ordonnées.

A l'aide d'un mètre, la distance du plant par rapport à l'axe du double décimètre est lu. L'abscisse de l'individu est ensuite déduit en fonction de l'éloignement de l'axe par rapport à l'origine du repère (+ 5m, + 10 m, ...)

En ne prenant en compte que les sujets situés à moins de 2,50 mètres de part et d'autre du double décimètre, cette méthode m'a donc permis d'échantillonner méthodiquement l'ensemble de la surface du pâturage. Les pentes ont été également relevées au clinomètre le long de chaque repère longitudinal, pour faire les corrections de pente.



photo n°1

- Touffe de jeunes pousses d'Arole provenant d'une cache que l'oiseau n'a pas exploitée.

3.2- Les paramètres étudiés (cf fiche de relevé : annexe n° 4)

3.2.1- renseignements généraux

Pour chaque transect, on note :

- ✎ la date d'observation,
- ✎ le numéro du pâturage,
- ✎ son orientation en grades (boussole),
- ✎ l'altitude de départ, sur le plan (fond de plan 1/5 000 DDE), l'altitude d'arrivée (en mètres lus) grâce au calcul de la dénivelée,
- ✎ l'exposition en grades (boussole),
- ✎ la pente du transect en grades (clinomètre),
- ✎ la végétation :
 - 0 pas de végétation,
 - 1 pelouse,
 - 2 prairie,
 - 3 landes (rhododendron)
 - 4 landes (rhododendron + génévrier),
 - 5 landes (génévrier),
 - 6 landes (airelle rouge),
 - 7 landes (myrtilles),
 - 8 aune vert,
 - 9 autres.

✎ la microtopographie :

Dans le sens de la pente

- 1 haut de pente,
- 2 bas de pente,
- 3 replat (dans la pente),
- 4 plateau,
- 5 pente réglée.

Dans le sens de la courbe de niveau

- 1 crête,
- 2 combe,
- 3 pente réglée,

✎ la présence d'éboulis : leur distance d'apparition et de disparition par rapport au centre de la placette.

NB : la distance par rapport au centre de la placette est notée à chaque changement.

3.2.2- les données qualitatives

Pour chaque plant l'espèce est déterminée. Les relevés comportent : l'épicéa commun, le pin cembro pour les résineux, le sorbier des oiseaux, le sureau rouge, l'aulne vert, les bouleaux sp. (pubescent dans la plupart des cas), les saules sp., et le cerisier à grappe pour les feuillus.

Soit une tige est isolée soit il y a présence d'une "touffe". Une touffe est constituée de plusieurs individus dont les bases sont distantes entre elles de moins de 20 cm (cf photo n° 1). Lorsqu'il y a présence d'une touffe, le nombre de pousses par touffe est précisé.

La microtopographie est également notée : elle correspond à la situation topographique à proximité immédiate du semis.

Plusieurs cas sont possibles :

- près d'une souche (distance inférieure à 20 cm),
- près d'un arbre (" " " "),
- près d'un rocher (" " " "),

- dans un creux,
- dans une pente,
- sur une crête,
- sur un replat.

Les dégâts sur chacun des individus sont ensuite observés.

Types de dégâts rencontrés :

☞ dégâts du gibier :

⇒ frottis : impact d'ongulés qui lorsqu'ils se débarrassent de la peau recouvrant leur bois se frottent aux tiges et branches et provoquent ainsi des blessures. Le frottis occasionne des ruptures du tissu vasculaire et favorise les infections cryptogamiques. Cette définition est étendue dans notre cas aux blessures provoquées par les animaux domestiques par frottements (par exemple le piétinement par les vaches).

⇒ abrouissements : impact d'ongulés lors de leur alimentation. L'abrouissement occasionne la perte de bourgeons, d'aiguilles et de rameaux et, dans les cas extrêmes provoquent la mort des jeunes plants. Cette définition est également étendue dans notre cas à l'abrouissement d'animaux domestiques (dégâts importants par les chèvres dans certains secteurs : Bois Marin).

☞ dégâts dus aux insectes :

Ils sont essentiellement dus sur épicéa aux chermès qui provoquent la formation de galles en forme d'"ananas" caractéristiques. Lorsque l'individu est fortement touché cela peut conduire à un ralentissement de la croissance. Parfois de jeunes ardoles ont également des aiguilles consommées par des larves d'insectes mais l'origine de ces attaques n'a pas pu être identifiée.

☞ maladies cryptogamiques :

Ce sont les attaques de champignons qui présentent les plus graves dangers pour les jeunes arbres en altitude. Ces parasites sont étroitement liés aux conditions microclimatiques régnant à l'intérieur du manteau neigeux car ils se développent à l'intérieur de celui-ci.

2 types d'attaques ont été fréquemment rencontrées :

➔ *Herpotrichia nigra* Htg :

Symptômes : les aiguilles, les branches ou même de petits arbres entiers sont recouverts d'un faisceau brun-noir constitué par le mycélium.

Hôtes : le "noir" contamine tous les résineux à aiguilles persistantes : très fréquent chez l'épicéa et le génévrier lorsque les conditions sont favorables, peu observé à Tueda sur le Cembro.

Exigences et dégâts occasionnés : le champignon est souvent localisé dans les zones humides à neige abondante, trous à neige. Il a besoin d'une couverture neigeuse se maintenant longtemps. L'herpotrichie noire ne peut mettre en danger que de petits arbres restant longtemps recouverts de neige au printemps, ils en meurent alors souvent.

➔ *Phacidium infestans* Karst :

Le plus courant et le plus dangereux des parasites sur pin cembro.

Symptômes : après la fonte des neiges, les aiguilles contaminées apparaissent jaune pâle puis se colorent en rouge-brun et deviennent gris clair dès le mois d'août.

Hôtes : ce champignon se manifeste seulement sur l'arolle.

Exigences et dégâts occasionnés : le parasite ne peut se développer que sous la couche neigeuse avec un taux d'humidité très élevé.

La première année, l'attaque a lieu en priorité sur les branches basses. Les plus petits plants périssent dès la première année, tandis que les plus grands résistent en général pendant plusieurs saisons de végétation. Il leur est donc possible d'en réchapper à la faveur de plusieurs hivers à faible enneigement et s'ils parviennent à dépasser la hauteur du manteau neigeux.

Phacidium infestans est donc capable d'empêcher toute régénération de pin cembro pendant de longues périodes dans des sites particulièrement enneigés.

↳ dégâts mécaniques :

Ils sont dus aux mouvements de la neige et provoquent le bris des branches, des cimes et des déformations morphologiques des arbres.

Tant que les tiges sont élastiques : cas des jeunes arbres, la plupart des troncs soumis au phénomène de reptation ont une croissance en forme de sabre mais ne se brisent que très rarement. Au contraire, les arbres plus âgés sont plus sensibles, en général dès qu'ils dépassent 1 à 2 mètres. Seul les bris de branches et de cimes ont été notés. Lorsque la tige principale est cassée, la croissance en hauteur est reprise par un ou plusieurs rameaux formés à partir de bourgeons dormants ou de branches latérales qui se redressent.

Pour les feuillus seul l'essence, la présence de touffes, le nombre d'individus par touffes (indéterminé lorsqu'il ne peut être dénombré) et les dégâts sont notés.

3.2.3- les mesures quantitatives

Elles concernent :

- ✓ la mesure de la hauteur totale fin 1993, en centimètres. La pousse de l'année n'est en effet pas prise en compte car en été lors de la prise de donnée la saison de végétation n'était pas terminée. Cette hauteur est mesurée à l'aide d'une règle graduée pour les arbres de 0 à 2 mètres de haut, à la perche américaine pour les individus de plus de 2 m (arbres adultes situés en lisière du peuplement bordant le pâturage).

- ✓ la longueur de la pousse de l'année 1993 et 1992 en centimètres.

- ✓ l'âge, saison de végétation 1993 inclus. Soit l'âge est déterminé par comptage de verticilles : ensemble des branches insérées en cercle au même niveau de la tige principale, la distance entre deux verticilles correspond pour les résineux à une saison de végétation, soit par prélèvement de carotte de sondage avec la terrière de Pressler pour les arbres de plus de 15 cm de diamètre à 1,30 m.

- ✓ les diamètres en centimètres à 1,30 m pour les tiges de plus de 15 cm de diamètre (arbres adultes bordant le pâturage).

4- Critique du protocole

Définition d'une touffe

Lors de la prise de données, tout individu situé à moins de 20 cm les uns des autres formaient une touffe. Pourtant, ils pouvaient parfois s'agir de sujets d'espèces et d'arbres différents. A l'extrême un semis au pied d'un arbre adulte est alors une touffe de 2 individus. De plus, pour la microtopographie existait le type : près d'un arbre (distance inférieure à 20 cm). Mais cette situation topographique n'a jamais été utilisée puisque dans ce cas les individus définissaient une touffe.

C'est pourquoi, j'ai considéré au niveau du traitement comme touffe : tous les individus de même espèce, ayant le même âge à un an près et situés à moins de 20 cm, les uns des autres.

Définition d'une crête

Cette microtopographie n'a pu faire l'objet d'une analyse et a été regroupée sous la dénomination pente lors du traitement. En effet, cette situation était fixée arbitrairement selon l'appréciation de chacun. Aussi faudrait-il mieux l'expliquer. A mon sens un plant se situe microtopographiquement sur une crête lorsqu'il est installé au niveau d'une rupture de pente.

Mesure non effectuée - le taux de dépérissement

Les sujets morts n'ont pas été dénombrés ce qui est à mon avis une erreur. En effet, certains "sujets isolés" se trouvaient associés à une pousse morte et constituaient donc bien une touffe. De plus le taux de dépérissement des plants en fonction de l'âge serait intéressant à connaître. Cependant les mesures ultérieures prévues dans les mêmes zones (analyse diachronique) permettront de mieux connaître ce facteur mortalité naturelle.

Validité de la mesure de l'âge

La mesure de l'âge à partir des verticilles peut parfois induire des erreurs. Cependant, cette méthode a été vérifiée sur certains plants en les coupant au collet pour compter les cernes. L'erreur d'appréciation ne dépassait jamais un an, ce qui est tolérable. Lorsque l'âge était délicat à déterminer il n'était pas pris en compte.

En fonction du temps (dès 15 ans en général) l'âge est d'autant plus difficile à mesurer.

Durée de la prise de données

Il est intéressant de connaître le temps nécessaire pour réaliser les mesures. L'inventaire en plein du pâturage a nécessité le travail de deux personnes pendant 14 jours. Cette durée est longue et de telles études ne peuvent vraisemblablement pas faire l'objet d'une activité salariée.

Ce type de recherche est donc limité d'où l'intérêt de l'effectuer dans le cadre d'un stage.

RESULTATS — DISCUSSION

remarque préliminaire : Seul le pâturage ayant été inventorié en plein par moi-même a fait l'objet d'un traitement de données dont les résultats sont exposés ci-après. L'exploitation des autres pâturages est prévue par l'ONF.

Le pâturage analysé se situe sur le versant du creux de l'ours à 75 grades d'exposition. (Nord-Est-Est) ; les altitudes s'échelonnent de 1740 m à 1770 m.

Il couvre une superficie d'environ 6768 m². En ajoutant les 5 m d'échantillonnage du peuplement, la surface de travail approche l'hectare (environ 9530,5 m².)

1. La densité et la composition spécifique des phanérophytes

1.1. critique de la démarche adoptée

Les chiffres ayant été pris en compte représentent pour les résineux la somme des individus, pour les feuillus la somme des touffes (cf définition dans 322 les données qualitatives p 10...) et des individus isolés.

En effet, le nombre de pousses par touffe dans le cas des feuillus est souvent élevé et introduit donc un biais.

Exemple : 1 épicéa et une touffe de 2 sorbiers

- Dans un cas, l'épicéa représente le tiers des individus
- mais, si la touffe est considérée comme une seule et même entité, il représente la moitié de la somme des touffes (une de sorbier) et des individus isolés (1 épicéa).

La même remarque peut-être formulée concernant les pins cembros même si le biais est moins important : fréquence moins élevée d'individus en touffes.

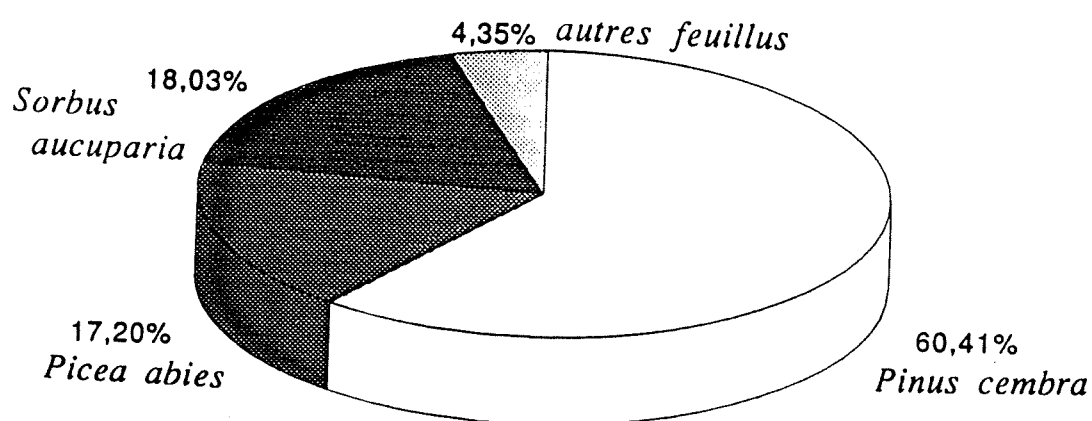
De ce fait et pour une meilleure cohérence dans l'interprétation des résultats chaque espèce aurait dû être prise en compte par rapport à la somme des touffes et des individus isolés. Ce nouveau traitement n'a pu être réalisé faute de temps.

Malgré cela des tendances peuvent être dégagées des résultats.

1.2. La densité

Essence	Epicéas commun	Pins cembros	Sorbiers des oiseleurs	Autres feuillus
Densité (en nombre de tiges / ha)				
colonisant le paturage	245	861	257	62
régénération sous peuplement	279	369	1031	112
arbres adultes composant le peuplement	47	431	–	–

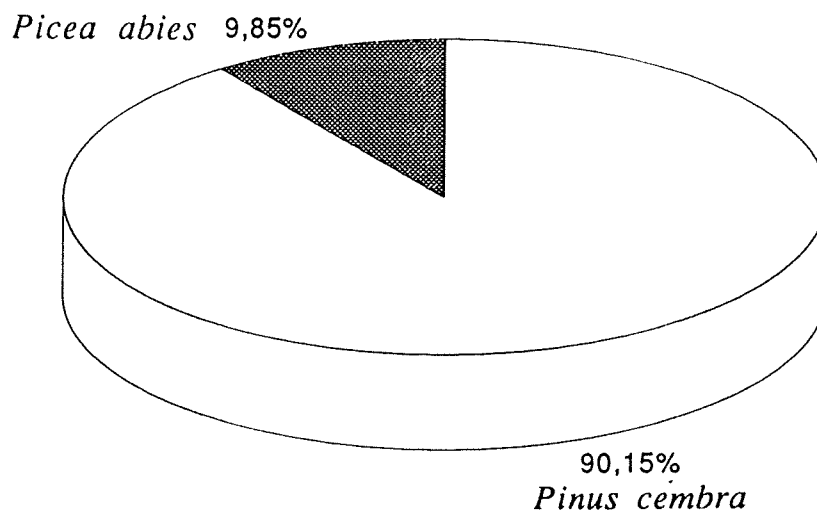
Fig 5 COMPOSITION SPECIFIQUE DES PHANEROPHYTES
DANS LA COLONISATION DU PATURAGE
creux de l'ours



Nombre total d'individus résineux = 749 ;

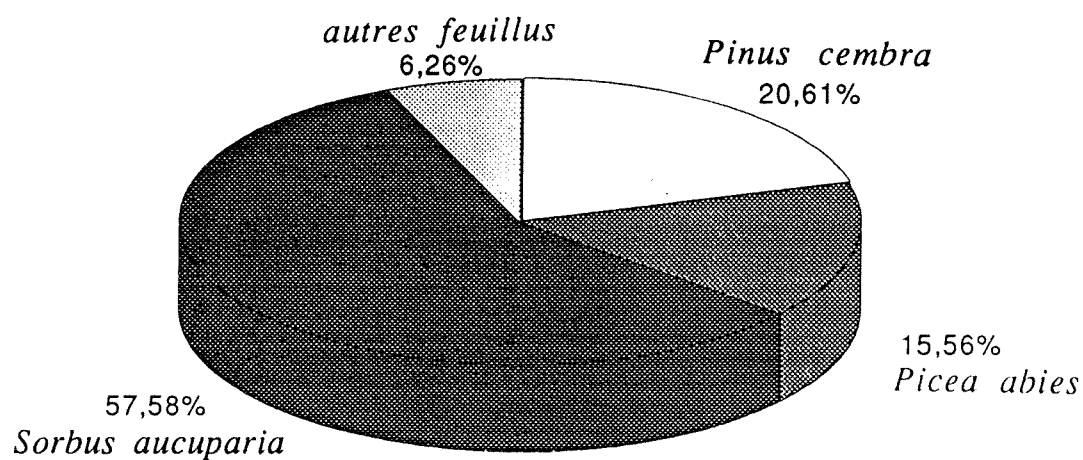
Nombre total de touffes et sujets isolés feuillus = 216

fig 6 COMPOSITION SPECIFIQUE DES ARBRES DU
PEUPLEMENT creux de l'ours



Nombre total d'individus = 132

fig 7 COMPOSITION SPECIFIQUE DE LA REGENERATION
SOUS PEUPLEMENT
creux de l'ours



Nombre total d'individus résineux = 179 ;

Nombre total de touffes et sujets isolés = 216

remarque : les espèces feuillus autres que les sorbiers des oiseleurs sont peu représentées, aussi sont-elles regroupées sous la dénomination : autres feuillus.

Le Pin cembro est dans chaque cas l'essence la mieux représentée.

En ce qui concerne la colonisation du pâturage, on constate une nette dominance du Pin cembro par rapport aux autres essences.

De plus, si l'on compare pour chaque espèce la densité des plants au niveau du pâturage et sous peuplement, on observe :

- une densité légèrement plus élevée des semis d'Epicéa commun sous peuplement par rapport au pâturage
- la prédominance des feuillus sous peuplement
- plus de deux fois plus d'individus de Pin cembro au niveau du pâturage que sous peuplement.

D'autre part, les arbres constituant le peuplement forestier sont majoritairement des Arolles.

1.3. la composition spécifique (cf fig 5 à 7)

Ces figures confirment les observations précédemment décrites.

A savoir : - le Pin cembro est l'essence la mieux représentée sur le pâturage, à l'inverse les feuillus dominent sous le peuplement.

- sous le peuplement, la régénération du Pin cembro et de l'épicéa est comparable en tenant compte du biais lié au nombre d'individus par touffes

- l'épicéa ne représente que 10 % des arbres composant le peuplement forestier.

1.4. discussion

Le pin cembro semble mieux se régénérer au niveau d'une ouverture que sous lui-même. D'ailleurs si l'on parcourt les peuplements forestiers de Tueda on observe plutôt la régénération en limite de la projection horizontale des houppiers à la faveur d'une discontinuité du couvert.

Cette prédominance du Pin cembro sur le pâturage pourrait s'expliquer par l'action du casse-noix capable de transporter les graines sur de longues distances. A l'inverse si les graines sont dispersées lors de la chute du cône vers l'aval, celui-ci sera vite stoppé par un obstacle = tronc, cailloux, creux...

Toutefois, cette analyse élémentaire ne peut permettre une bonne interprétation. En effet, tout sujet situé au delà du couvert des arbres bordant le pâturage est considéré comme colonisant l'ouverture. Pourtant lorsqu'un semis est proche de cette limite forestière la distance de dissémination est faible.

Pour les mêmes raisons, on ne peut conclure sans une analyse plus fine que le pâturage a peu d'effets ou limite l'installation des semis d'Epicéa commun et de Sorbier des oiseleurs. Par ailleurs, les plants situés sous peuplement en limite du pâturage bénéficient probablement d'un apport latéral de lumière. Les résultats pourraient être très différents si l'on échantillonnait plus à l'intérieur du peuplement.

fig 8 PROPORTION DU NOMBRE DE TOUFFES PAR RAPPORT AUX ISOLES

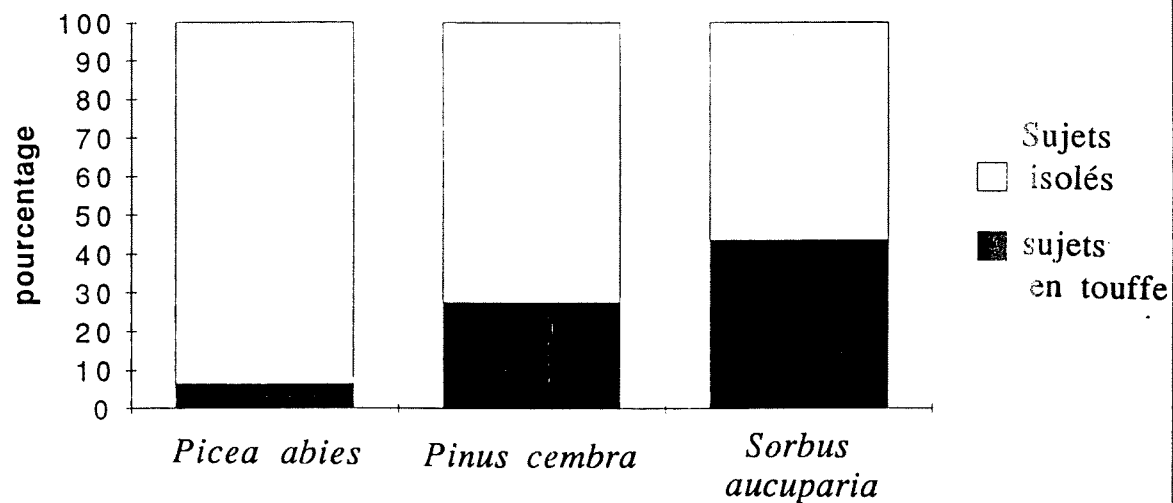
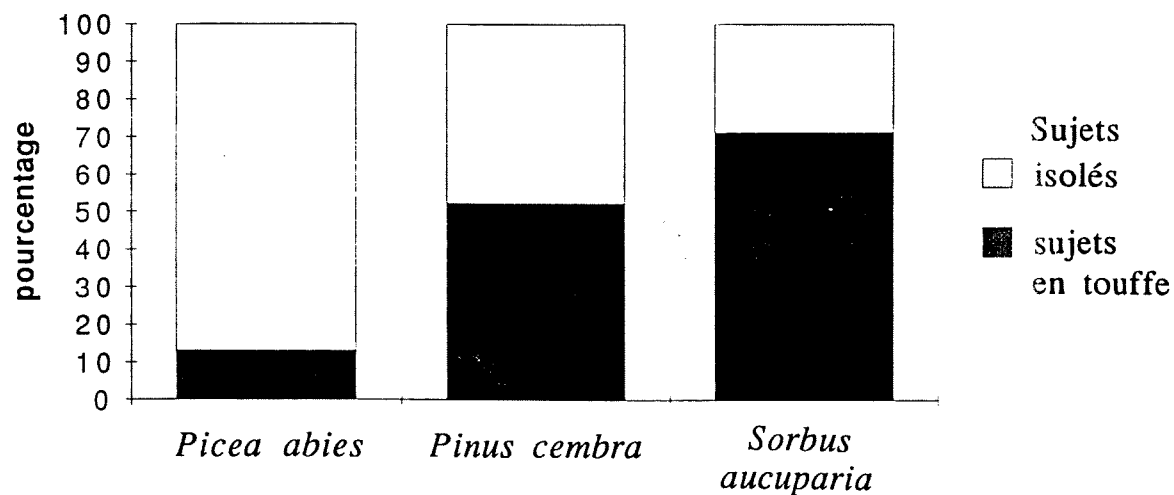


fig 9 PROPORTION DES SUJETS EN TOUFFE PAR RAPPORT AUX ISOLES



D'autre part cette répartition des plants peut-être liée à la réceptivité du site. Les milieux où vont germer et se développer les plantules sont très différents : le pâturage est constitué en majeure partie d'un tapis herbacée, le peuplement d'un tapis d'aiguilles ou de myrtilles.

De plus les densités indiquées sont peu représentatives du degré de fermeture du milieu (part du couvert des espèces arborées par rapport à celle des herbacées).

Les traitements ultérieurs (notamment la cartographie et l'analyse de la répartition spatiale)s'efforceront d'apporter des éléments à ces réflexions.

La faible proportion d'Epicéa commun dans le peuplement forestier peu paraître étonnante, puisque décrit en tant que peuplement mélangé de Pin Cembro et Epicéa commun à couvert fermé. Cela démontre simplement l'extrême irrégularité du mélange Cembro-Epicéa commun tant en composition qu'en structure : pied à pied, par bouquets... Ce peuplement correspondrait au type 1 de la typologie caractérisé par une surface terrière en Epicéa inférieur à 10 m², une régularisation dans les bois moyens et gros bois ; une faible régénération, il s'en éloigne par un couvert et une densité plus importante.

2 La fréquence des individus en touffes

2.1. Rappel, quelques observations

Chez le Pin cembro on observe fréquemment une disposition groupée par deux, trois... voir plus d'individus ayant le même âge. Ces regroupements caractéristiques sont appelés "touffes". Elles ne peuvent donc provenir que d'un amas de graine dont la germination c'est produite au même moment.

Cependant pour 28 % des touffes de Pin cembro observées il y a un décalage d'un an dans la mesure de l'âge des individus formant une touffe. Cette différence pourrait certes provenir de l'imprécision de la mesure de l'âge. Mais nous avons pu vérifier la pertinence de cette observation sur des touffes dont l'âge des pousses était certain du fait de la présence de cotylédons. Aussi est-il possible d'affirmer que quelques graines accusent un retard d'un an dans leur germination au sein d'un même amas de semences. Leur nombre peut-être aussi bien majoritaire que minoritaire.

Parfois j'ai pu également constater la mise en commun des racines des sujets d'une même touffe.

En outre, une touffe constitué de 26 individus de 4 ans a pu-être observée ce qui est un record CROCOQ, (1990) signale en effet que le nombre de pousses par touffe dépasse rarement une douzaine d'individus.

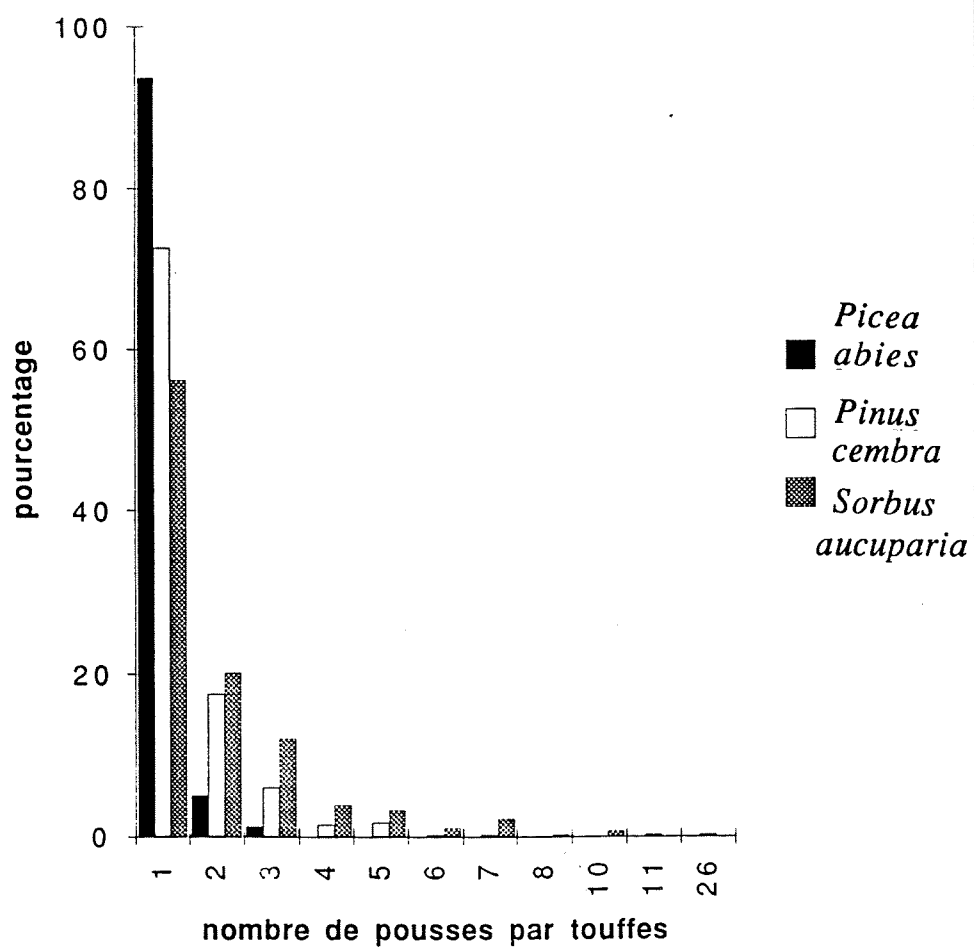
2.2 En fonction des essences

2.2.1 les résultats (cf fig 8 , 9, 10)

En tenant compte du nombre total d'individus, environ 50 % des sujets de Pin cembro sont en touffes. Toutefois si l'on ne tient compte que du nombre de touffes (cf.11 critique de la démarche adoptée p.14) le rapport touffes / sujets isolés n'est plus que de 27 % pour le Pin cembro ce qui illustre bien le biais précédemment décrit;

Aussi par la suite les traitements seront appliqués en fonction du nombre de touffe.

fig 10 PROPORTION DES TOUFFES ET SUJETS
ISOLES EN FONCTION DU NOMBRE DE
POUSSES PAR TOUFFES



La comparaison entre chaque essence reste cependant similaire entre les deux premières figures. En effet, le Sorbier des oiseleurs est l'espèce la plus fréquemment en touffes (43 % du nombre de touffes et sujets isolés), ensuite vient l'Arolle (27 %) puis l'Epicéa rarement en touffes (6 %).

Corrélativement, plus une espèce est souvent en touffes, plus le nombre de pousses par touffes peut-être élevé et plus "les familles nombreuses" représentent une part importante (cf. fig 10). Pour le Pin cembro les touffes de 2, 3 individus sont les plus courantes. Mais le nombre de pousses peut-être important : jusqu'à 26 pour anecdote. Quant à l'Epicéa commun, les touffes ne dépassent jamais 3 individus.

2.2.2. discussion

Le rapport des touffes et sujets isolés pour le Cembro est assez faible comparé aux résultats cités dans la littérature. CROCOQ, (1990) donne deux valeurs pour des sites différents, l'un de 48,0 % à Ceillac, l'autre de 66,6 % aux Orres. Les Arolles ayant été dénombrées mesuraient moins d'un mètre de hauteur.

CONTINI et LAVARELO (1982) avancent quant à eux des pourcentages de 27 à 48% pour des semis de moins de 1,30 mètre de haut dans les bois des Ayes.

Le fait que nous ayons éliminé les touffes dont les individus présentaient des différences d'âge importantes (5 ans et 15 ans par exemple), contrairement à ces auteurs diminue nos valeurs d'environ 6 %. De même, les auteurs précédemment cités ont effectué des dénombrements sur des touffes de moins d'un mètre, ou 1,3 mètre donc vraisemblablement assez jeune (âge inférieur à 20, 30 ans), ce qui n'est pas notre cas puisque tous les Cembros ont été pris en compte. Or il y a une baisse du nombre d'individus en touffes en fonction de l'âge (cf. 2.3 en fonction de l'âge P 16).

L'analyse d'autres sites pourrait permettre de mieux connaître les facteurs qui influencent ce pourcentage : altitude, déclivité du terrain, rôle du casse-noix.

Cependant, comparé à l'Epicéa la disposition des individus en touffes est bien une particularité de la régénération du Pin cembro. Cette proportion n'est en effet que de 6 % pour l'Epicéa. Mais si l'on y ajoute les touffes dont les plants n'ont pas le même âge le rapport devient de l'ordre de 12% ce qui comparativement au Pin cembro est toujours faible. Ceci prouve qu'un certain pourcentage de graines d'Epicéa commun peut germer au pied d'individus plus âgés au fil du temps créant ainsi de petits "collectifs".

2.3. En fonction de l'âge

2.3.1 les résultats, (cf fig 11 et 12)

Les deux distributions sont assez éloquentes.

Pour le Pin cembro le nombre de touffes diminue de 10 à 15 % tous les 6 ans. au cours des 12 premières années le rapport touffes / sujets isolés varie de 38 à 51 % tandis qu'il n'est plus que d'environ 20 % ensuite. Les tiges de plus de 23 ans n'ont pas été pris en compte car elles étaient trop peu nombreuses.

Pour l'Epicéa commun le rapport augmente en fonction de l'âge avec trois phases de 12 ans d'intervalles : 0 % dans un premier temps, puis environ 3 %, et enfin de 20 à 25 %.

N.B : les individus ayant germés au printemps 94 sont notés 0 dans la colonne âge.

fig 11 EVOLUTION DU NOMBRE DE TOUFFES EN FONCTION
DE L'AGE - cas de l'Epicea commun -

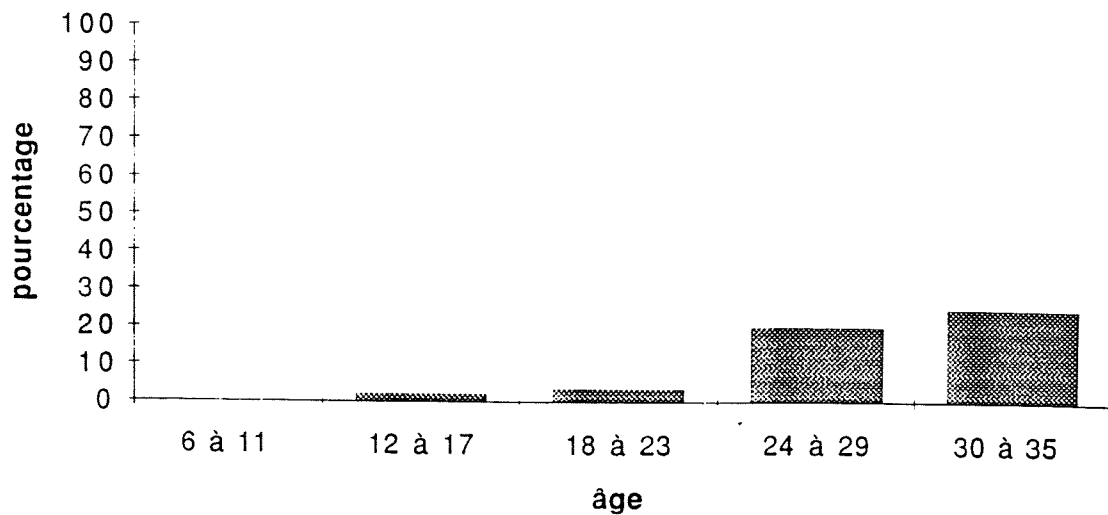


fig 12 EVOLUTION DU NOMBRE DE TOUFFES EN FONCTION
DE L'AGE - cas du Pin cembro -

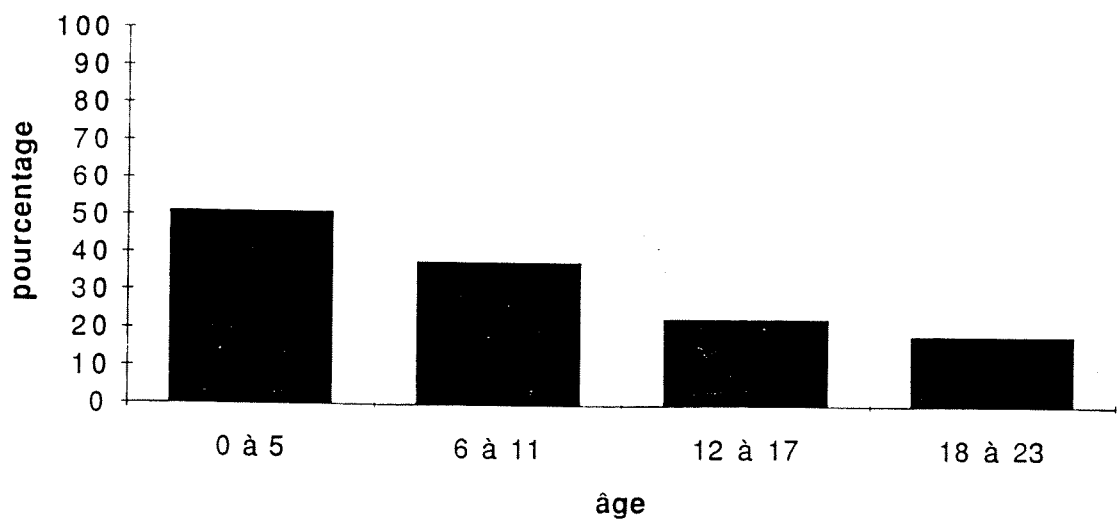


fig 13

PROPORTION DES SUJETS ISOLEES ET EN TOUFFES
EN FONCTION DE LA MICROTOPOGRAPHIE

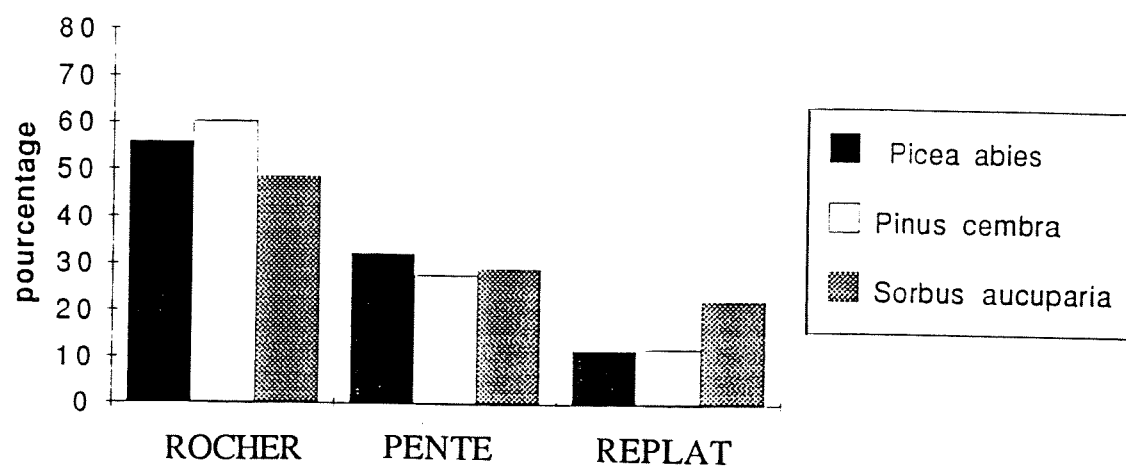
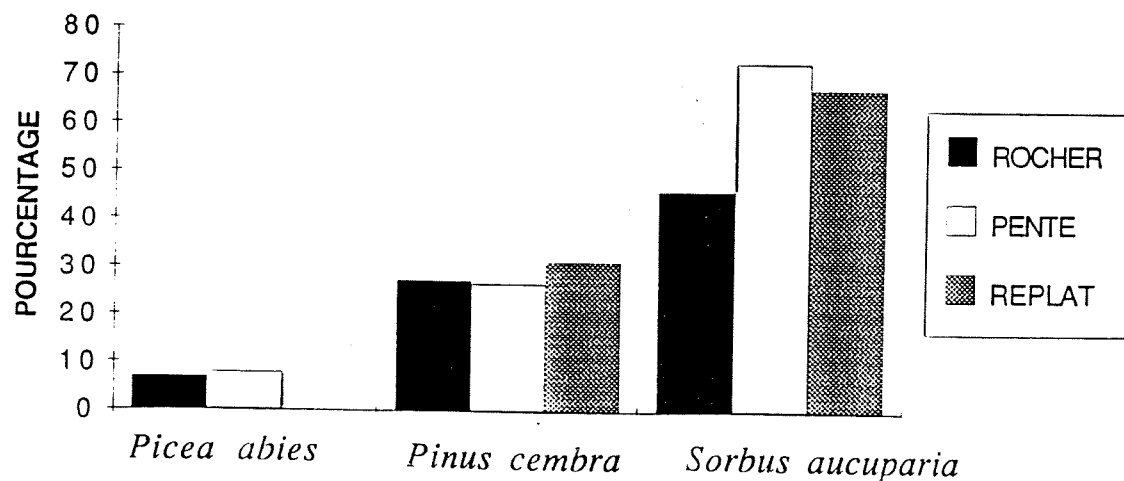


fig 14 PROPORTION DES SUJETS EN TOUFFE PAR
RAPPORT AUX ISOLEES EN FONCTION DE LA
MICROTOPOGRAPHIE



2.3.2 discussion

La diminution du nombre de touffes en fonction de l'âge peut-être expliquée par la mortalité naturelle qui au sein d'une touffe élimine au cours du temps les sujets les plus faibles et les moins bien placés. Cette constatation est étayée par un plus grand nombre de pousses par touffes chez les plus jeunes.

Aussi peut-on dire que certains sujets isolés relativement âgés sont à l'origine, issus d'un regroupement de plusieurs individus. C'est également ce que pense certains auteurs, (CROCO, 1990).

En ce qui concerne l'Epicéa commun, ces résultats s'expliquent par le fait qu'au cours de certaines périodes les graines dispersées par le vent se sont trouvées plus moins proches les unes des autres. D'autant plus proche (donc constituant des touffes) dans les premiers stades de colonisation : il faut donc y voir une tendance plus marquée des graines à germer au même endroit. Ce qui pourrait être liée à la réceptivité du site ou simplement au fait qu'un semencier ait produit de nombreuses graines à une époque donnée.

2.4. en fonction de microtopographie

2.4.1 les résultats (cf fig 13 et 14)

Les situations topographiques sont plus diversifiées qu'ils apparaissent sur la figure. Toutefois 3 grands types de microtopographie regroupent la quasi totalité des individus : rocher, pente, replat. Parfois un semis peut se trouver à la fois à proximité d'un rocher (moins de 20 cm) et dans une pente. Dans ce cas la situation microtopographique "rocher" a été retenue pour le classement.

On observe une certaine régularité dans la répartition des situations topographiques en fonction des essences (cf fig 13). En effet, plus de 50 % des sujets en touffes et isolés se trouvent à proximité d'un rocher pour le Cembro et l'Epicéa, un peu moins de 50 % pour le Sorbier des oiseleurs, environ 30 % des individus restant se trouve sur une pente, tandis que les plants situés dans un replat ne représentent que 10 % pour les résineux et 20 % pour le Sorbier.

Par la suite, la question s'est posée de savoir si en fonction de la microtopographie les individus en touffes ou isolés n'étaient pas mieux représentés.

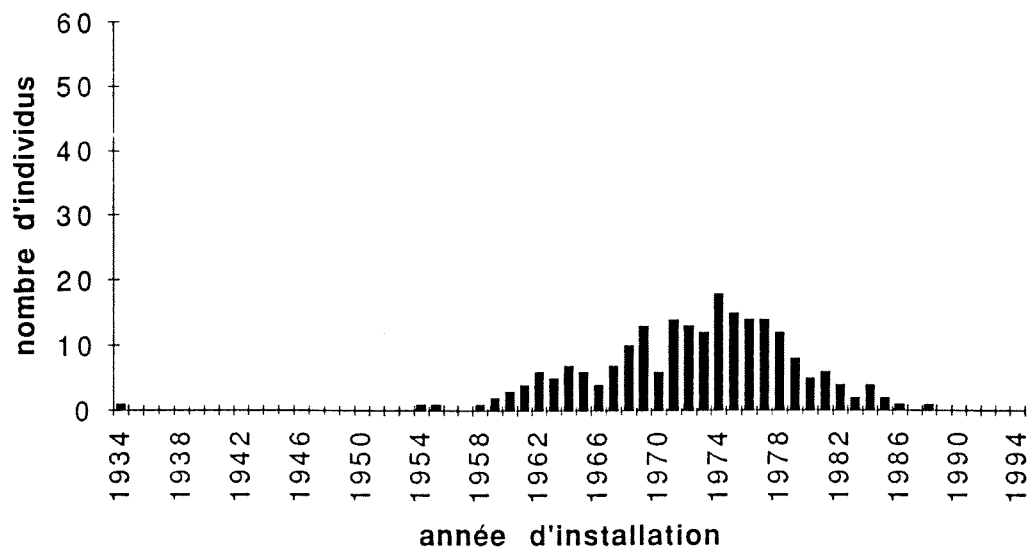
D'après la fig 14, aucune différence ne peut s'observer pour l'Epicéa et le Pin cembro alors que le Sorbier présente une proportion importante de touffes en situation de pente et de replat (73 et 67 %) comparée au nombre de touffes près d'un rocher (45 %).

2.4.2 discussion

L'abondance des Epicéas, Pins et Sorbiers près d'un rocher peut, au vue de ces résultats être considérée comme une caractéristique de l'installation de ces espèces ligneuses sur notre placette. En effet, la macrotopographie de la zone d'étude (pâturage et peuplement) est un versant réglé. Aussi devrions nous trouver la quasi totalité des semis sur une pente. Or c'est là où l'on constate la présence d'éboulis, de rochers qui crée des discontinuités dans le tapis végétal en place (herbacée pour le pâturage ou de myrtilles sous peuplement) que s'effectue préférentiellement l'installation des espèces ligneuses.

GREUX DE L'OURS

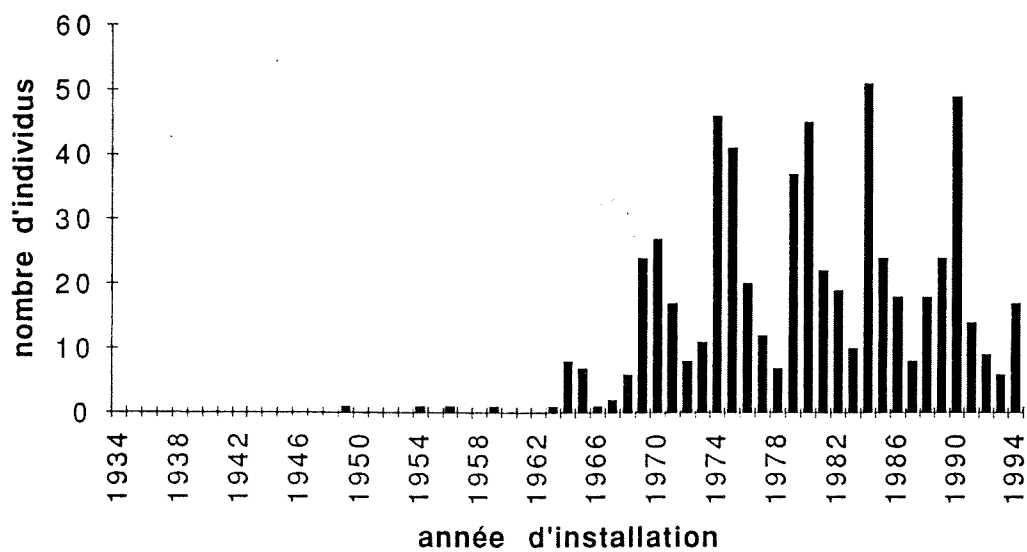
fig 15 FLUX D'ARRIVEE DE PICEA ABIES



(21 individus dont l'age est inconnu)

GREUX DE L'OURS

fig 16 FLUX D'ARRIVEE DE PINUS CEMBRA



(90 individus dont l'age est inconnu)

La fréquence des Sorbiers dans les replats vient de leur présence courante sous les arbres adultes.

La propension des semis de Pin Cembro à se trouver au contact d'obstacles est citée par CONTINI et LAVARELLO (1982). "Nous avons trouvé que 41 % des semis venaient au contact d'une racine, ou directement contre le pied d'un préexistant ou encore contre ou sur une souche". Concernant ce dernier milieu qui est souvent présenté à l'étage sulbapin comme un site favorable à l'installation d'espèces arborées nous rappelons que les peuplements sont relativement jeunes et qu'aucune coupe n'a été faite sur la zone d'étude.

Quant à la proportion plus importante de touffes de sorbier dans les pentes et replats par rapport aux rochers aucune explication n'est avancée : effet du hasard ???

Pour chacune des figures, un traitement distinguant les semis sous peuplement de ceux colonisant le pâturage aurait peut-être apporté des renseignements intéressants.

3 les flux d'arrivée des résineux dans la colonisation du pâturage et sous peuplement.

Les flux d'arrivée correspondent à la distribution des années d'installation des sujets vivants au moment de la prise de données. Toutes les tiges dont le diamètre était inférieur à 15 cm et n'ayant pas fait l'objet d'un carottage à la tarière pour déterminer l'âge, ont été considérées comme jeunes sujets.

L'ensemble de ces individus est à la base du traitement suivant. Cela comprend donc la régénération sous peuplement pour prendre en compte un effet de lisière, et les plants colonisant le pâturage.

Pour l'analyse des graphiques obtenus, la répartition spatiale des semis au cours du temps (42 dynamiques de colonisation du pâturage P 23) facilite l'interprétation et permet de distinguer les tiges sous peuplement de celles colonisant le pâturage.

3.1 L'Epicéa commun

3.1.1. les résultats (cf fig 15)

La forme générale de la figure est celle d'une courbe de Gauss très aplatie légèrement excentrée vers la droite. Finalement l'installation des semis est concentrée sur une assez longue période de temps (29 ans) avec chaque année quelques plants qui survivent (de 1 à 18 pour le minimum et maximum).

Par ailleurs, 50 % des Epicéas présents en 94 sur le site d'étude se sont installés de 1971 à 1978.

Les premiers Epicéas colonisant le pâturage se sont développés à partir de 1954, 1955. Après 1978, chaque année de moins en moins de semis s'établissent et depuis 1989 plus aucune régénération n'est observée. De plus, dès 1980 la quasi-totalité des semis d'Epicéa ne colonisent plus le pâturage.

3.1.2 discussion

La distribution des années d'installation de l'Epicéa commun peut s'expliquer par l'abandon progressif du pâturage. En effet, même si plus de la moitié des plants d'Epicéa ont été notés sous peuplement aujourd'hui et donc ne devaient pas souffrir d'une activité pastorale (cf 1 densité et composition spécifique), ils se situent en fait généralement à la limite du pâturage et sous couvert des arbres adultes.

Cette situation peut s'expliquer par le caractère héliophile de cette essence et l'effet du pâturage des Bovins éliminant tout individu s'établissant dans la prairie.

Dans le cas d'un abandon progressif (qui implique la baisse constante de la charge pastorale mais, le maintien de l'impact de l'abrouissement) les premiers individus ayant survécus à la dent du bétail ont été ceux situés au niveau de la limite entre le pâturage et le peuplement forestier.

D'après le début de la colonisation du pâturage par l'Epicéa on peut dater l'amorce de la baisse de la pression pastorale à 1954 mais surtout dans les années 1960. L'hypothèse d'une diminution continue de la charge pastorale peut se justifier par la constatation de l'augmentation du nombre de semis pendant 20 ans et, par la quasi-absence de sujets à plus de 10 m des arbres adultes.

La plus grande proportion de touffes chez les Epicéas âgés de 24 à 35 ans peut également s'expliquer par un abandon progressif.

En effet, grâce à la baisse de la charge en Bovins la colonisation des espèces arborées se réalise, néanmoins les animaux sont toujours présents et exercent leur action destructive. Aussi le regroupement d'individus en touffes leur permet de se protéger de la dent du bétail. De plus, les surfaces susceptibles d'être colonisées sont réduites par la présence des vaches. Les graines ont donc tendance à germer et à se développer au même endroit d'où la formation de touffes. Cette déprise a conduit à l'abandon total du pâturage dans les années 1975 : correspondant à un pic de régénération et une localisation des semis plus diffuse dans l'ouverture.

A noter que cet abandon ne s'est pas simplement traduit par le développement d'espèces arborées mais aussi d'arbustes comme les aulnes vert (à gauche de l'ouverture) qui constitue parfois les limites actuelles du pâturage (les fourrés ayant une surface d'extension supérieure à 5 m).

Par contre, on peut s'interroger sur les causes de la chute de l'installation des semis d'Epicéa 3 à 4 ans après les années 1974 – 1975 et l'absence de régénération de ces dernières années ?

Les flux d'arrivée sont la résultante de divers processus (grainées : quantité, qualité, dissémination, prédation... ; installation : germination, croissance du jeune semis ...) d'où la difficulté de désigner les facteurs déterminants sans autres informations.

Il reste cependant possible d'émettre des hypothèses.

Ainsi cette très faible régénération pourrait être due à la conjonction de facteurs défavorables :

- d'ordre climatique : gel des fleurs et des cônes, des semis, sécheresse de printemps et d'été empêchant la germination ou tuant les jeunes plantules.

- d'ordre biotique : prédation sur les cônes, les semis (ROQUES, 1988 ; TROSSET 1988) ; développement d'agents pathogènes comme *herpotrichia nigra*.

Une mauvaise réceptivité du site peut en être également à l'origine. Quels changements depuis 1978–1980 peuvent être mis en cause ?

J'ai pu observer au niveau d'un pâturage que nous avons échantillonné avec l'ONF, "l'abondance" de jeunes semis d'Epicéa. Dans ces zones, le passage des troupeaux domestiques était plus fréquent et par conséquent le tapis herbacée "tondu" à ras. D'autre part, quelques microstations étaient plus humides du fait d'un ruissellement d'eau en surface.

Aujourd'hui dans notre site d'étude plus aucun pâturage ne s'exerce, le développement des graminées et autres ombellifères n'est donc pas entravé et celles ci atteignent une hauteur importante.

Or, la compétition exercée par la végétation herbacée est une cause d'échec fréquente de la régénération.

Les effets négatifs de cette concurrence agissent à plusieurs niveaux :

– hydrique par le biais d'un système racinaire dense.

La compétition est très importante avec les graminées et bien entendu plus l'appareil végétatif sera grand plus les besoins en eau de ces plantes augmenteront.

– mécaniques : * en empêchant l'enfouissement de la graine. Elles est alors soumis à l'insolation directe et à la dessiccation par l'atmosphère : l'Epicéa y est très sensible (BOUDRU, 1986)

* en gênant le développement des pousses terminales.

Parfois la lumière n'arrive plus aux jeunes plants par fort développement de la végétation adventice. La concurrence mécanique est essentiellement due aux dicotylédones (SCHÜTZ, 1990).

Un développement exubérant de la prairie pourrait donc au moins en partie être responsable de la diminution puis l'absence de régénération d'Epicéa, 3 à 4 ans après l'abandon du pâturage.

CHEVALLET (1992) signale, en outre, l'effet bénéfique du piétinement de moutons pouvant écorcher le tapis végétal, sur la germination de graines de pin sylvestre.

3.2. le Pin Cembro

3.2.1 les résultats (cf fig 16)

Le mode de distribution des flux d'arrivée est très différent de celui constaté pour l'Epicéa. On y observe des pics réguliers d'installation du Pin cembro tous les 4 à 6 ans.

Les premiers Pin cembro colonisant le pâturage se sont installés à partir de 1949 mais la colonisation ne débute réellement qu'en 1964. Cinq ans après, un nouveau flux d'arrivée se concrétise par l'établissement de 51 plants en deux ans. Les deux vagues suivantes après 1974, se caractérisent par la mise en place de respectivement 87 et 82 individus sur deux ans. Après 1980 le nombre de semis n'est plus que de 51 et 49 pour deux pics successifs limités à une année. Le dernier flux d'arrivée important a eu lieu en 1990. En 1994 un plus grand nombre de semis s'est installé par rapport aux années antérieures.

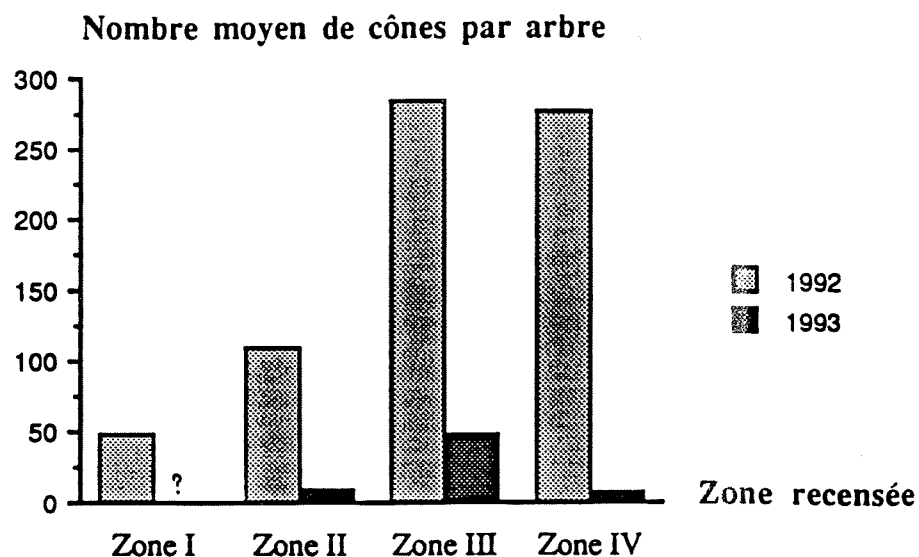


Figure. 17 Production comparée en cônes, pour deux années consécutives, dans différents secteurs de la forêt de Tuéda.

Zone I= Peuplement pur Pin cembro, exposition sud, 2100 m.

Zone II= Peuplement pur Pin cembro, exposition nord, 1850 m.

Zone III= Arbres isolés, exposition est, 1800 m.

Zone IV= Peuplement mixte Pin cembro/Epicéa, exposition est, 1800 m.

(d'après DORMONT)

3.2.2. discussion

Les pics d'installation tous les 4 à 6 ans pourraient correspondre au cycle d'abondance de la production de cônes (et donc de graines !) chez l'Arolle. (cf 42 le Pin cembro P 6)

Ce qui confirmerait l'hypothèse selon laquelle la régénération de la cembraie serait liée aux années où le casse-noix n'exploite pas la totalité de ses caches pour ses besoins alimentaires à la suite d'une fructification importante.

Dans le cas où on considère bien entendu que la dispersion des graines est ornithochore.

Les variations du nombre de plants s'installant lors de chacune de ces vagues corroborent l'hypothèse d'abandon progressif du pâturage formulé ci-dessus.

En effet, lors des trois premiers pics, le nombre de semis augmente de façon continue ce qui coïnciderait avec la baisse de la charge pastorale. Les deux flux d'arrivée de 1974-1975 et 1979-1980 consacraient la plus forte installation de Cembro, conséquence de l'abandon du pâturage. Après 1980 on observe comme dans le cas de l'Epicéa une baisse du nombre de semis. L'effet compétitif du développement exubérant du tapis prairial peut donc à nouveau être mis en cause. (ou toutes autres modifications dans la réceptivité du site, plusieurs phénomènes peuvent en outre se conjuguer). A moins qu'il y est eu changement climatique pendant les années 1980 ???

D'autres questions peuvent être posées au regard de ces résultats. Pourquoi lors des quatre premiers pics, la régénération s'effectue sur deux ans?

Comme on l'a vu, il peut y avoir un décalage d'un an entre des individus composant une même touffe.

Mais le nombre de touffes diminue avec l'âge. La situation observée est donc autant plus paradoxale.

En outre, DORMONT (1993) qui a suivi la fructification à Tueda sur trois années consécutives (thèse en cours) révèle une très forte production de cônes en 1992, suivie d'une année où le massif est quasiment dépourvu de cônes en 1993.

A priori, deux années consécutives de bonne fructification ne seraient donc pas vérifiées bien au contraire.

Aussi ces pics répartis sur deux ans seraient dûs vraisemblablement à la détermination de l'âge à un an près. D'autant plus que le risque d'erreur augmente avec l'âge.

Disposant d'informations précises sur la fructification à Tueda lors des années 1992 à 1994, il est intéressant de la comparer au nombre de semis s'installant à ces époques.

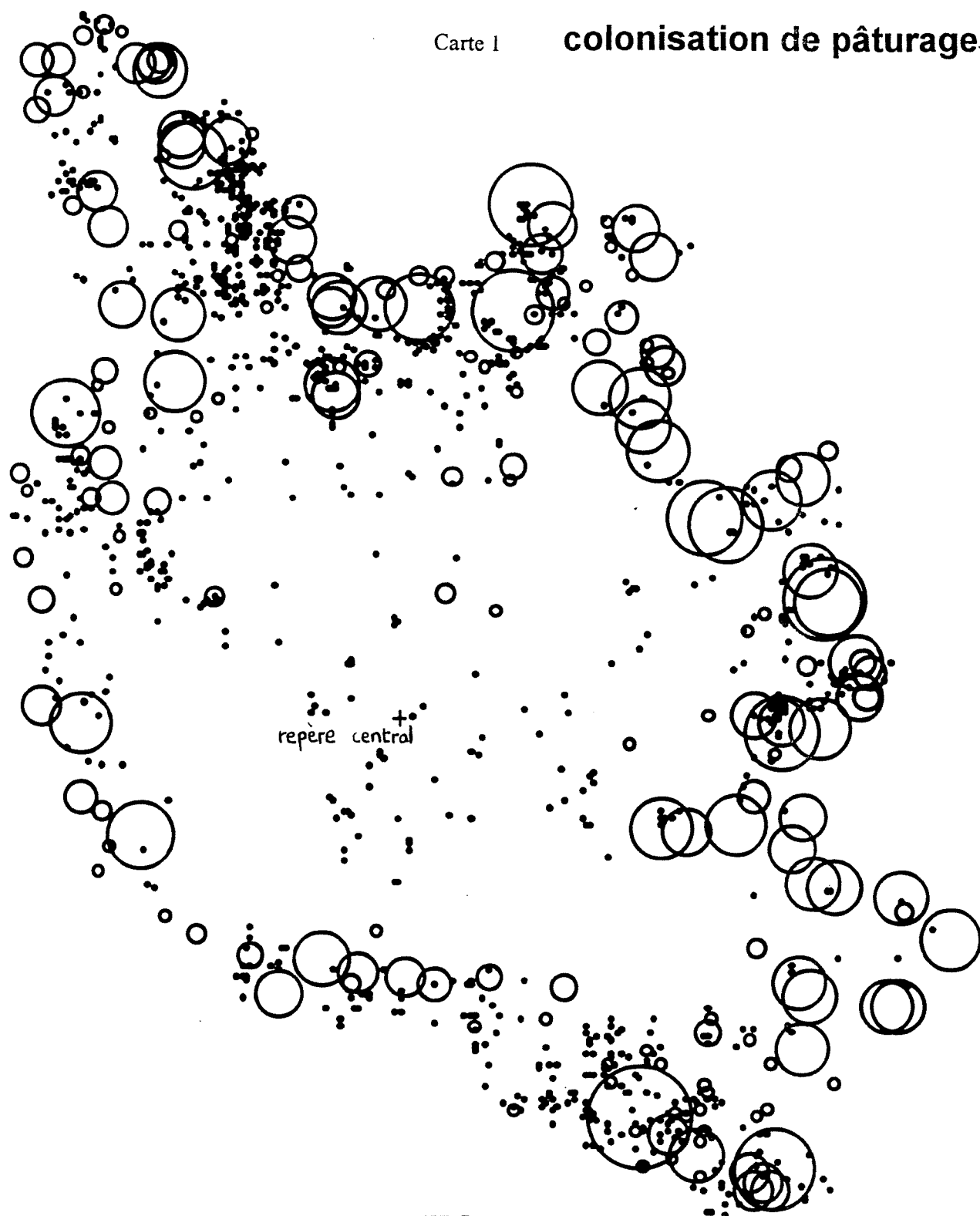
Compte tenu de l'abondance de la production de graines en 1992 à Tueda, nous aurions dû en 1993 constater une augmentation du nombre de semis.

Ceci illustre la difficulté de comparer la régénération du Pin cembro en fonction de période de fructification connue à un endroit précis.

La présence d'un semis est, en effet, "la résultante" d'un nombre élevé de conditions indispensables (cf 4 reproduction sexuée et dissémination des graines de l'Epicéa commun et du pin cembro P 5). Cette situation est d'autant plus complexe chez l'Arolle de part son mode de dispersion ornithochore. Ainsi, lorsque la production de cônes semble importante sur l'ensemble du massif, attention cependant à l'influence des versants et de l'altitude (cf fig 17). Le casse-noix par la répartition des caches sur son territoire modifie la dispersion éventuelle de la régénération. Par exemple, dans certaines régions des Alpes des auteurs ont observé que les Casse-noix, tout en récoltant les Arolles dans les cembraies exposés au nord, préféraient s'installer sur les versants sud soumis à un enneigement moins prolongé (in CROCQ, 1990).

Carte 1

colonisation de pâturage



PROJECTION AU SOL DES HOUPPIERS

de tous les arbres inventoriés

(• diamètre de houppier inférieur à 1,20 mètres)

La production de cônes en 1993 ne permet pas de justifier l'importance du flux d'arrivée de 1994. Aussi peut-on supposer que c'est la production de graines de l'année N-2 (1992) qui est à l'origine de l'installation des semis à l'année N (1994). Cette hypothèse est discutable. Selon divers auteurs (CONTINI et LAVARELO, 1982) la germination a lieu dès le printemps suivant la mise en terre. Mais le pâturage est un milieu particulier qui pourrait agir sur la germination.

4 REPARTITION SPATIALE DES SEMIS

Lors de la prise de données, le diamètre de la projection horizontale des houppiers a été mesuré sur chaque plant. Cela m'a permis de réaliser une carte, grâce aux logiciels graphmu et macdraw, représentant l'emprise de tout individu repéré en coordonnées cartésiennes (x,y). (cf carte 1).

Remarque : tout individu dont le diamètre du houppier était inférieur à 1,20 mètres est représenté par un point noir.

4.1. occupation de l'espace en 1994 cf carte 1)

Les limites entre le peuplement et le pâturage sont très irrégulières car les houppiers des arbres adultes ne se touchent pas toujours. Le nombre de plants est globalement plus important à proximité et sous peuplement, où dans certaines zones les semis se concentrent. La colonisation du centre du pâturage est beaucoup plus diffuse avec parfois sur une surface relativement importante l'absence de plants.

4.2 dynamique de colonisation du pâturage

Pour l'Epicéa, la majeure partie des sujets isolés et des touffes se trouve à proximité immédiate des limites du peuplement forestier puisque seulement 5 % de ceux ci se situent à plus de 8 m du pourtour du pâturage. (cf carte 2)

Quant au Cembro, 12 % des sujets isolés et des touffes se situent à plus de 8 m des limites. Compte tenu de la proportion plus importante d'Arolle sur le site, cette essence présente donc une meilleure faculté de colonisation du pâturage par rapport à l'Epicéa (cf carte 3)

La faible proportion d'Epicéa vers le centre du pâturage pourrait être due à sa difficulté de propagation des graines sur de longues distances (cf 4 reproduction sexuée et dissémination des graines P5). En effet, les Epicéas adultes représentent une faible part du peuplement de bordure. La quantité de graines n'est donc peut-être pas suffisante pour permettre le développement d'un grand nombre de jeunes plants du fait de l'éloignement des semenciers.

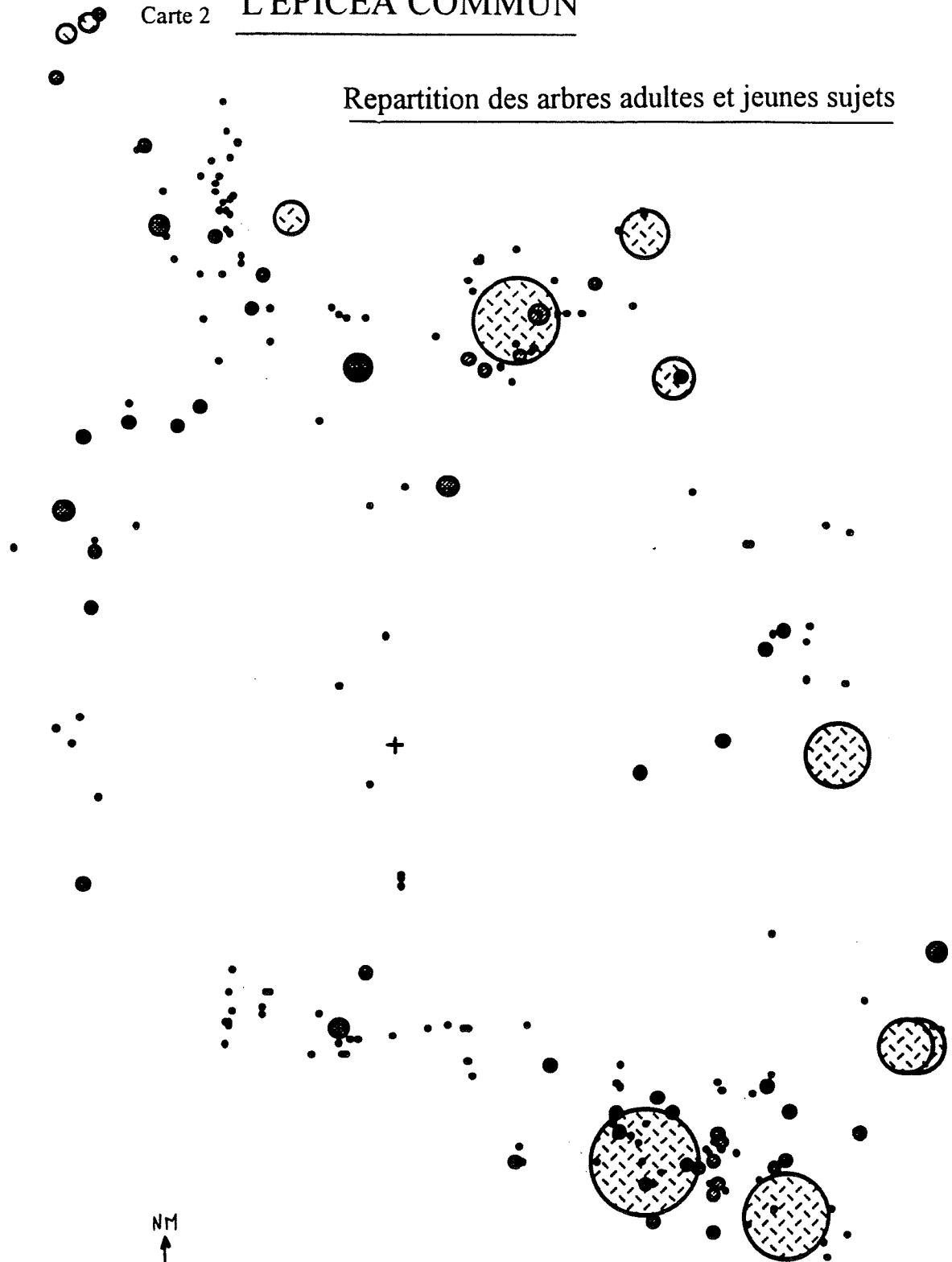
Pourtant, lorsque les plants semblent provenir d'arbres adultes du peuplement (exemple des deux Epicéas les plus au sud), les jeunes sujets se concentrent au maximum sur 18 mètres autour du semencier (cf carte 2).

D'après nos références bibliographiques, il devrait être capable de disperser les graines sur une distance plus grande.

En conclusion, d'autres facteurs ne permettent pas l'installation des jeunes plantules au delà d'une certaine distance vers le centre du pâturage.

Carte 2 L'EPICEA COMMUN

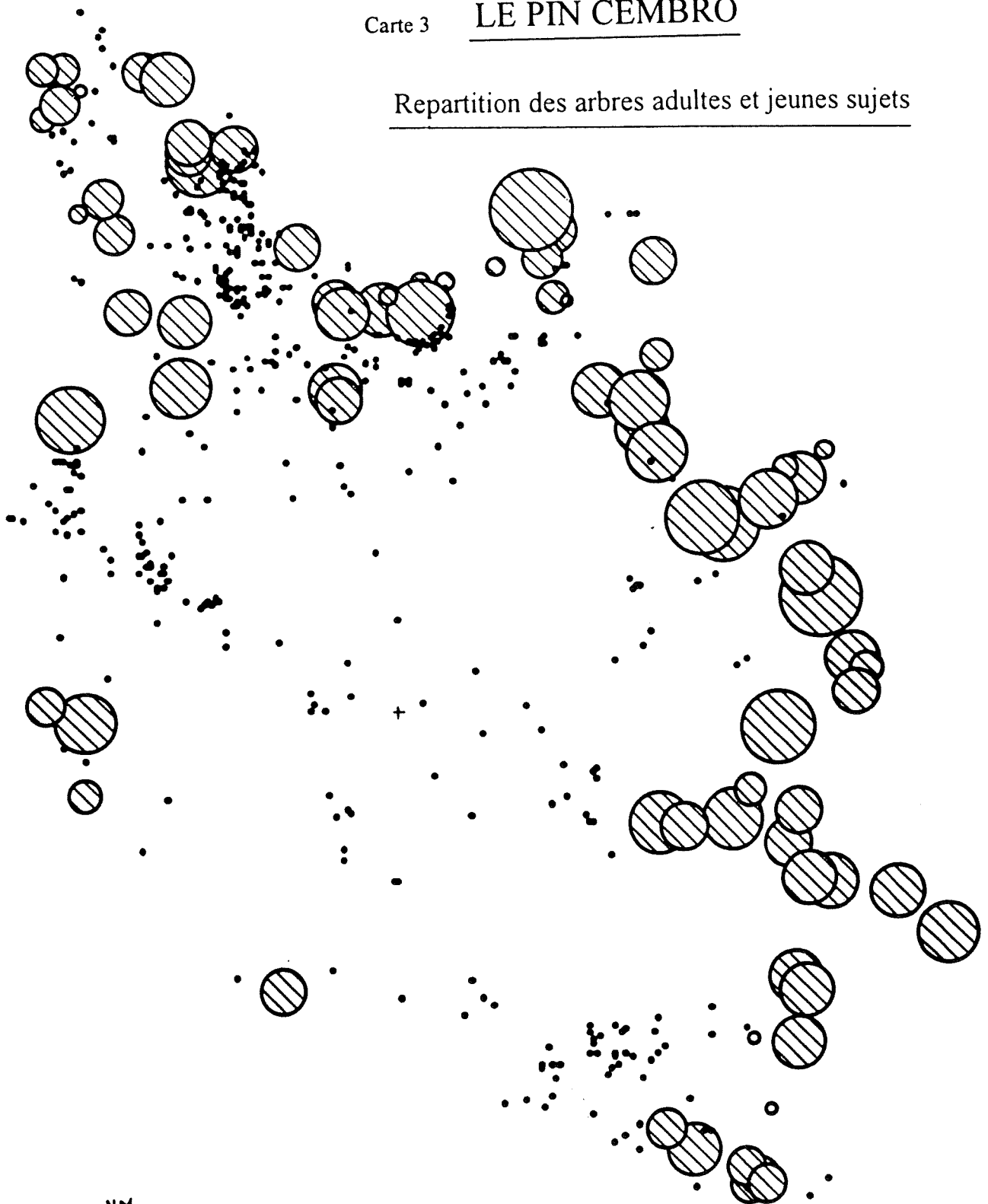
Repartition des arbres adultes et jeunes sujets



Carte 3

LE PIN CEMBRO

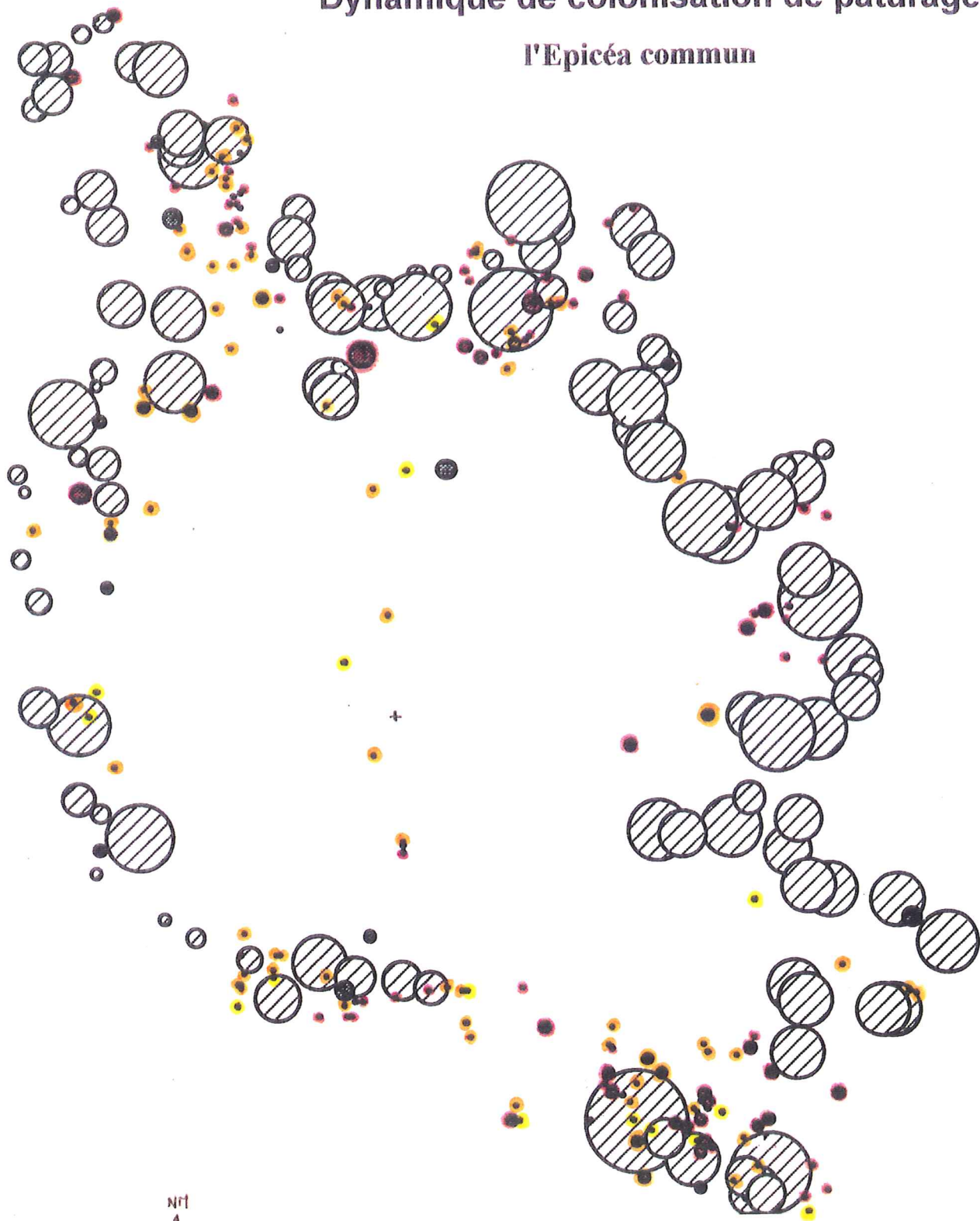
Repartition des arbres adultes et jeunes sujets



e: 1: 712

Dynamique de colonisation de pâturage

l'Epicéa commun



Jeunes sujets s'installant durant la période :

1934 à 1973

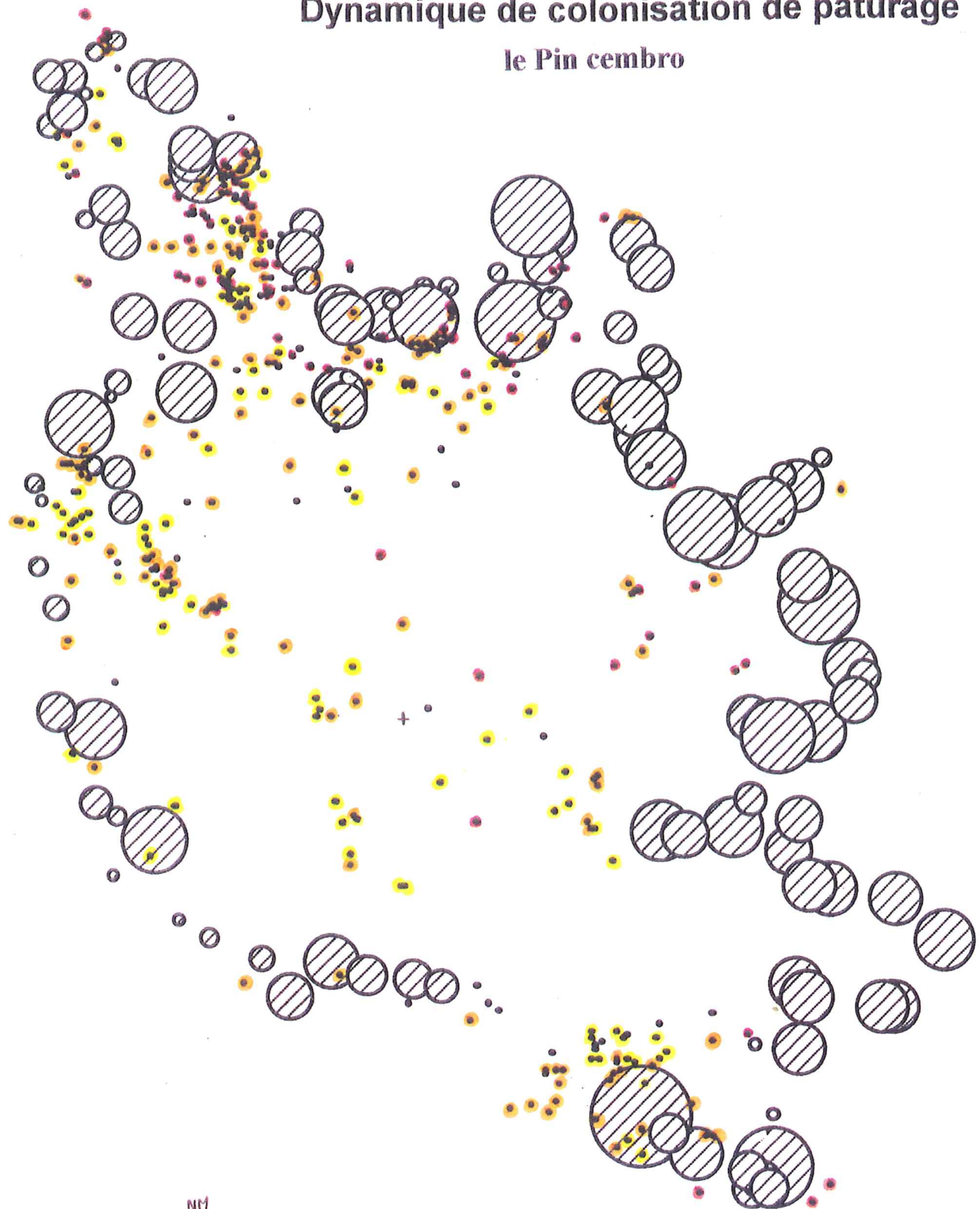
1974 à 1980

1981 à 1994

arbres adultes limitant le pâturage

N
↑
e: 1:712

Dynamique de colonisation de pâturage le Pin cembro



Jeunes sujets s'installant durant la période :

- 1949 à 1973
- 1974 à 1980
- 1981 à 1994

↑ N
e: 1:712



arbres adultes limitant le pâturage

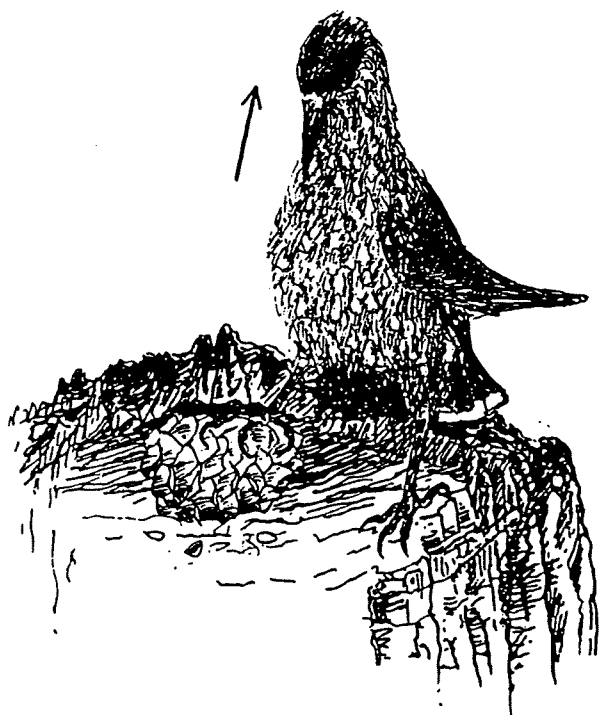
Lors des premiers stades de colonisation, le maintien de la pression pastorale peut-être à l'origine de la concentration des jeunes plants en limite du pâturage (cf carte 4). Par conséquent, après abandon (1974), l'Epicéa a tendance à s'installer plus loin des semenciers. mais dès 1978-1980, la concurrence herbacée se ferait ressentir : la colonisation du pâturage par un Epicéa devient rare même si les plants sont capable de s'implanter plus loin de la limite des peuplements.

Remarque : la déclivité du terrain et le sens des vents dominants ont certainement une action déterminante sur la distance de dissémination.

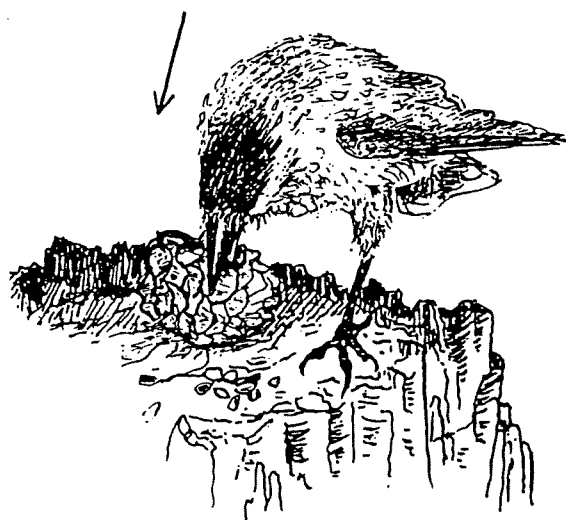
Du début de la colonisation jusqu'à l'abandon le nombre de plants et touffes pour chacune des deux essences est presque semblable. Les Epicéas étant faiblement représentés sur le pâturage, leur installation ayant débuté plus tôt que celle du Pin cembro, *Picea abies* résisterait donc mieux à un abrutissement du bétail. Des aiguilles piquantes acquises dès leur plus jeune âge permettraient de les préserver de cette action destructrice.

L'installation du Pin Cembro a été plus importante après abandon du pâturage, mais à partir de 1980, le nombre de plants diminue suite au développement de la végétation herbacée (cf carte 5)

On observe un gradient de concentration des plants d'Arolle en se rapprochant de la limite forestière. Toutefois, la proportion de Pins s'établissant vers le centre du pâturage est équivalente au cours du temps.



COMMENT LE CASSE-NOIX
DEPEÇE LES GRAINES



C.C.

5 Autochorie ou ornithochorie, chez le Pin Cembro

Nous avons déjà évoqué les deux modes de dispersion supposées pour les graines d'Arolle (cf 4 reproduction sexuée et dispersion des graines P 5).

Dans quelles mesures nos résultats permettent d'infirmer ou de confirmer l'une ou l'autre de ces hypothèses ?

Par autochorie, les cônes tombent et roulent, ils devraient donc s'accumuler dans les creux de terrain. Cette microtopographie n'a jamais été observée. D'autre part, sur les pentes aucun obstacles ne semble pouvoir arrêter la course d'une pigne d'Arolle; en considérant le rocher commun un obstacle éventuel, on peut remarquer que plus de 50 % du nombre de touffes se trouvent dans cette situation topographique. Toutefois, une part non négligeable sont certes à proximité d'un rocher mais dans une pente.

Si l'on considère la disposition des individus en touffes comme caractéristique de l'ornithochorie (amas de graines effectué par les casse-noix) ce phénomène est fréquent dans nos relevés si l'on tient compte de l'âge des plants.

De plus, l'établissement des caches par le casse-noix à proximité de repères visuels tel que les rochers a été évoqué par divers auteurs.

J'ai donc cherché l'existence ou non d'un lien entre la fréquence des touffes et la microtopographie. Nous aurions pu, ainsi, distinguer les influences réciproques de chacun des deux modes de dispersion ; par exemple, faible fréquence du nombre de touffes dans les zones de replat due à l'autochorie. Cette analyse n'a fait apparaître aucune différence selon la situation topographique. Le mode de dissémination serait homogène en fonction de celle-ci.

Par ailleurs, la limite ouest du pâturage est constituée seulement par 4 Pins cembro adultes, elle est ensuite suivie par un léger replat dans la pente. Or très peu de jeunes cembros sont installés dans cette zone, tandis qu'à l'aval (là où la pente est prononcée) c'est l'inverse. A priori le replat devrait donc agir comme "un piège à cônes". Les plants situés à l'aval ne pourraient donc provenir d'une dispersion des graines par autochorie.

CONTINI et LAVARELLO (1982) apporte d'autres arguments en faveur d'une régénération liée au casse-noix :

- il semble que les cônes non cueillis restent fixés à l'arbre au moins tout l'hiver suivant leur maturité (CAMPELL, 1950). Les graines subissent alors le gel et le dessèchement hivernal, et une grande partie sont avariées à la chute du cône,

- les cônes tombés dans ces conditions restent à la surface du sol, et les graines trouvent de moins bonnes conditions de germination que celles qui ont été enfouies sous terre. Elles sont par ailleurs, plus facilement repérables par les petits rongeurs et autres prédateurs secondaires,

- nous n'avons jamais rencontré de semis ayant germé sur des restes de cônes (ou au moins à proximité). CROCQ (1978) fait la même remarque,

Il semblerait donc que l'ornithochorie (intervention du casse-noix) soit pour une grande part à l'origine de la régénération du Pin cembro.

CONCLUSION

La colonisation de pâturage par les espèces arborées est une réponse dynamique. A Tueda, elle est liée à l'installation du Pin Cembro et de l'Epicéa commun. Cependant ces deux essences ont des modes de propagation différents qui vont influencer sur leurs modalités de colonisation.

Cette étude a permis de mettre en évidence quelques particularités de l'établissement de ces résineux au niveau d'un pâturage de l'étage subalpin du massif de Tueda :

⇒ Le Pin cembro est l'espèce la mieux représentée. Il se présente caractéristiquement sous la forme de touffes (regroupement de 2 à 5 individus, voir plus). Le nombre de touffes diminue avec l'âge mais ne dépend pas de la microtopographie.

⇒ Les espèces ligneuses se localisent pour 50 % d'entre elles au niveau de rochers car ils créent des discontinuités dans le tapis prairial propice à la germination et au développement des graines.

⇒ La régénération du Pin cembro serait principalement dû à l'intervention du Casse-noix moucheté.

⇒ L'Epicéa commun résiste bien au maintien de la pression pastorale en constituant quelques touffes et en s'établissant en limite du peuplement forestier (protection) et du pâturage (apport de lumière). Il est peu représenté vers le centre du pâturage ce qui pourrait être dû au petit nombre de semenciers et à la faible distance de propagation des graines par anémochorie.

⇒ Le Pin cembro présente parfois de forte concentration des semis en lisière forestière mais il occupe comparativement plus le centre du pâturage. Son installation est liée au cycle d'abondance de la fructification des arbres adultes (4 à 6 ans sur la placette).

⇒ Après abandon du pâturage, l'établissement des résineux s'accélère mais suite au développement exubérant de la végétation herbacée, la colonisation est freinée, voir stoppée dans le cas de l'Epicéa.

En définitive, le Pin cembro grâce au Casse-noix moucheté : enfouissement des graines, établis fréquemment dans des sites de germination favorable comme les rochers, est plus à même d'être à l'origine de l'établissement d'un peuplement forestier dans un pâturage abandonné, par rapport à l'Epicéa (graines dont le développement est tributaire des aléas liés à une dissémination "aveugle" des graines).

BIBLIOGRAPHIE

ANDRE - 1988 - Comment exprimer le phénomène de régénération en termes de succession ? Réunion de travail organisée à Chambéry par l'Université de Savoie et l'ONF.

BOUDRU - 1986 - Sylviculture appliquée aux essences.

CAMAREST - 1992 - Cicatrisation, régénération et gestion des forêts d'altitude. Fermeture d'un couloir d'avalanche. DEA des Espaces Montagnards : Société et Environnement.

CHEVALLET - 1992 - Impact des pratiques agricoles sur la colonisation et la régénération de *Pinus sylvestris*. DESS Environnement, Gestion, Equipement des pays de montagne.

CONTINI et LAVARELO - 1982 - Le Pin cembro (*Pinus cembra* L.) : répartition, écologie, sylviculture et production.

CROCQ - 1990 - Le Casse-noix moucheté - *Nucifraga caryocatactes* (L.).

DORMONT - 1993 - Insectes ravageurs de cônes et régénération des forêts d'altitude. Le cas du Pin cembro (*Pinus cembra* L.).

DRAE - 1985 - Projet de création de réserve naturelle : le Plan de Tueda.

FAILLE, LEMEE et PONTAILLER - 1984 - Dynamique des clairières d'une forêt inexploitée (réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau). Fermeture des clairières actuelles.

GENSAC - 1988 - Régénération des forêts d'altitude. Réunion de travail organisée par l'Université de Savoie et l'ONF.

LEMEE - 1987 - Dynamique de fermeture par régénération et évolution morphométrique du hêtre dans les vides des forêts non exploitées (réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau).

MENJOZ - 1992 - Cicatrisation d'une forêt d'altitude suite à une perturbation (avalanche). Mémoire de fin d'année de l'ENITA de Dijon - Université de Savoie - Laboratoire de Dynamique des écosystèmes d'altitude.

OZENDA - 1985 - La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen.

PIGNOL - 1992 - Procès-verbal d'aménagement de la forêt communale de LES ALLUES - Massif de Tueda - 1991 - 2002 - Office National des Forêts.

PONGE, ANDRE, BERNIER et GALLET - 1994 - La régénération naturelle : connaissances actuelles. Le cas de l'Epicéa en forêt de Macot (Savoie).

ROQUES - 1988 - Impact des insectes ravageurs des cônes et graines sur les potentialités de régénération naturelle des principales essences constituant les forêts d'altitude du Briançonnais. Réunion de travail organisée par l'Université de Savoie et l'ONF.

SCHÜTZ - 1990 - Sylviculture, principes d'éducation des forêts.

TROSSET - 1988 - La régénération des pessières d'altitude : comportement des semis expérimentaux soumis à différents traitements. Réunion de travail organisée par l'Université de Savoie et l'ONF.

WLERICK - 1993 - Laissons nous charmer par l'Arolle.

ANNEXES

ANNEXE 1

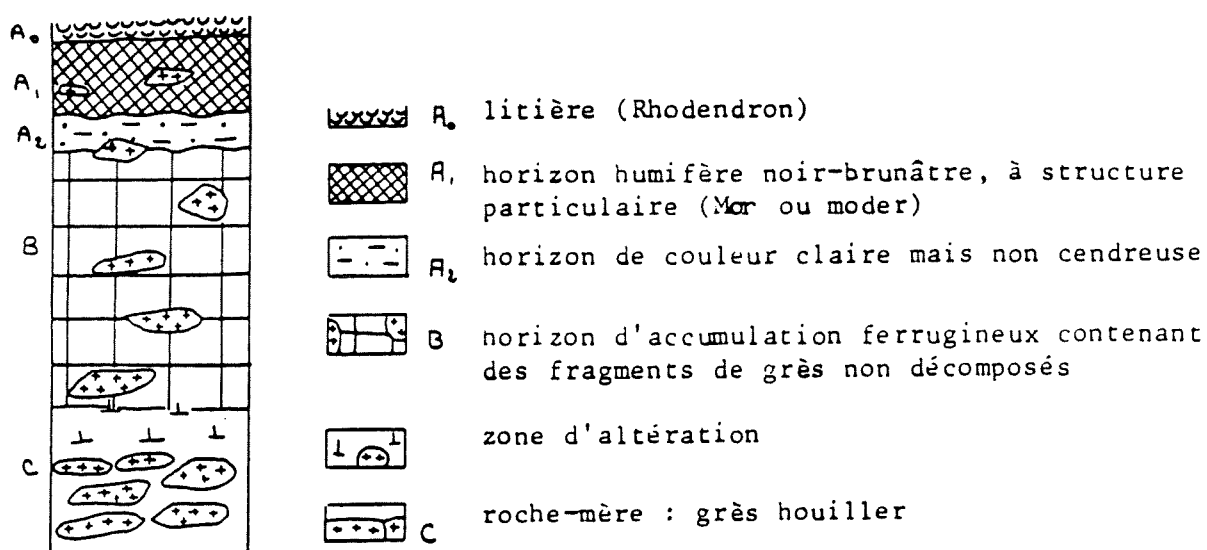
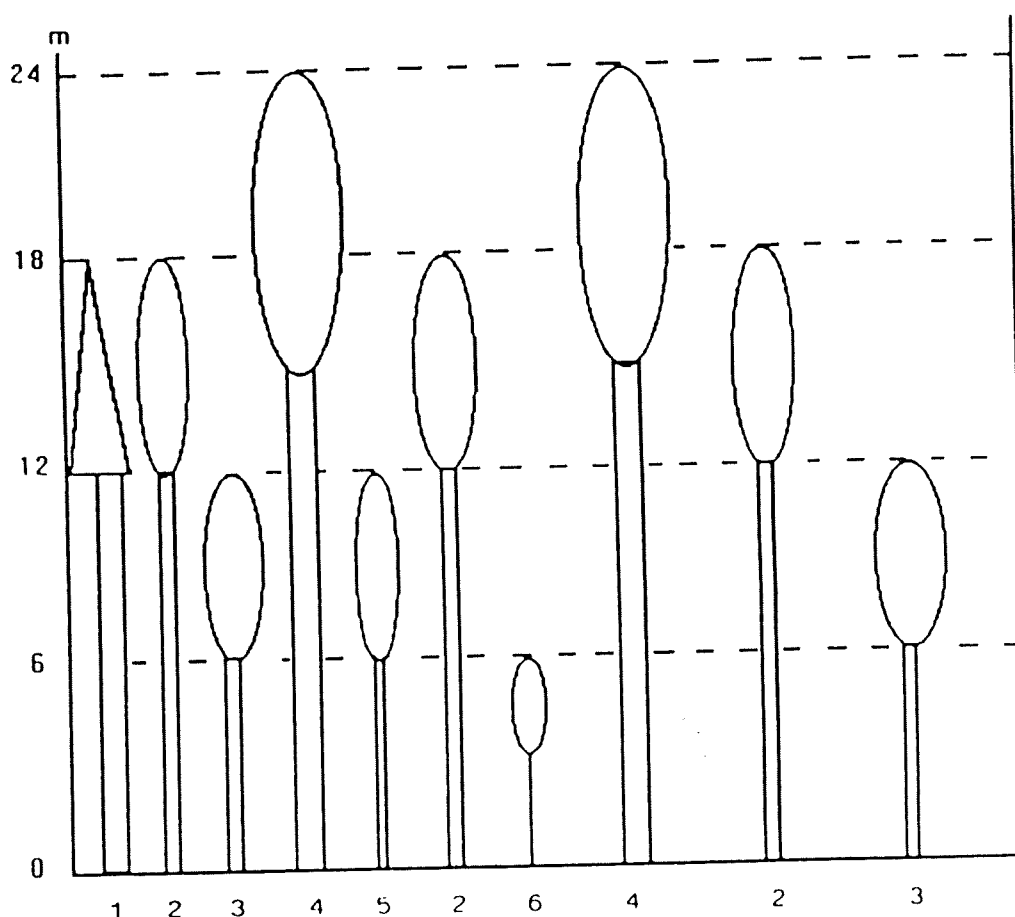


FIGURE 41. - Sol podzologique sur grès houiller
(D'après BARTOLI, 1966)

ANNEXE 2

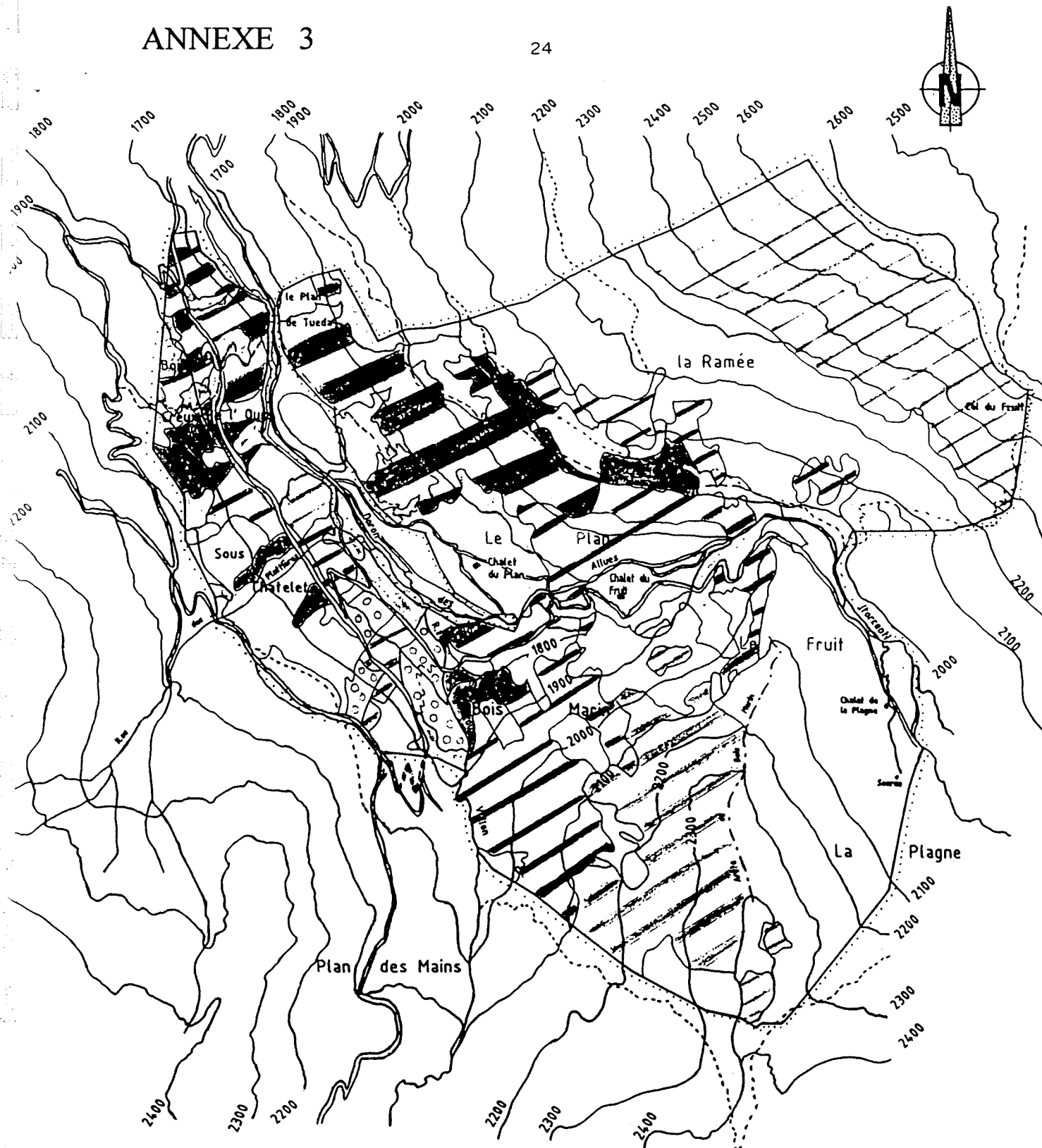
- Groupe 1 - Caractéristiques et schéma

CARACTERISTIQUES	EPICEA ET PIN CEMBRÉ	POUR L'EPICEA (ép)	POUR LE PIN CEMBRÉ (pc)
	Altitude moyenne (m) = 1.740	Régénération Epicéa (1/10) = 0	Régénération Pin cembro (1/10) = 1,4
* g calculée	Couvert (1/10) = 5,4	N ép/ha = 28	N pc/ha = 274
	Strate 1 (24-18 m) (1/10) = 1,9	G ép (m2) = 3 *	G pc (m2) = 36,4 *
	Strate 2 (18-12 m) (1/10) = 5,4	V ép/ha (m3) = 22,5	V pc/ha (m3) = 205,3
	Strate 3 (12- 6 m) (1/10) = 2,7	GB ép (1/10) = 4	GB pc (1/10) = 4,4
<u>Rappel</u>	GB (1/10) = 5,3	BM ép (1/10) = 2	BM pc (1/10) = 4,3
GB = $\phi \geq 40$ cm	BM (1/10) = 3,9	PB ép (1/10) = 4	PB pc (1/10) = 1,3
BM = $25 \text{ cm} \leq \phi \leq 35$ cm	PB (1/10) = 0,8	Σ ép en nb tiges = 9	Σ pc en nb tiges = 91
PB = $10 \text{ cm} \leq \phi \leq 20$ cm	Régénération (code) = 0,1	Σ ép en G = 8	
<u>Code régénération</u>	Nombre total tiges/ha = 302		
0 = absente	g total (m2) (estimation relascope Bitterlich) = 34,3		
1 = très diffuse			
2 = clairsemée			
3 = abondante			



1 = GB - ST 2 - ép
2 = BM - ST 2 - pc
3 = BM - ST 3 - pc

4 = GB - ST 1 - pc
5 = PB - ST 3 - pc
6 = régénération - pc



CARTE SIMPLIFIÉE DES TYPES

DE VEGETATION

(09/1991)


Office National des Forêts
 Forêt communale des ALLUES
 Réserve naturelle de TUEDA

Echelle : 1/20.000 ème

- | | | | |
|---|---------------------------------------|--|---|
|  | Cembraie pure > 40 % de couvert |  | Cembraie pure 5 à 40 % de couvert |
|  | Pin cembro + Epicéa > 40 % de couvert |  | Pin cembro + Epicéa 5 à 40 % de couvert |
|  | Aulne vert + Sorbier des Oiseleurs |  | Aulne vert |
|  | Eboulis + landes |  | Landes |
|  | Pelouse + Eboulis |  | Prairie |

ANNEXE 4

DATE : FICHE MESURES / Transect continu / Trouée fermée / sur transect

N° Trouée			
Orientation (gr)			
Altitude de départ (m)			
Altitude d'arrivée (m)			
Exposition (grades)	Distance : Exposition :	Distance : Exposition :	Distance : Exposition :
Pente de transect (gr)	Distance : Pente :	Distance : Pente :	Distance : Pente :
Végétation : 0 - Pas de végétation 1 - Pelouse 2 - Prairie 3 - Landes (Rhododendron) 4 - Landes (Rhododendron + Genévrier) 5 - Landes (Genévrier) 6 - Landes (Airelle rouge) 7 - Landes (Myrtilles) 8 - Aulne vert 9 - Autre	Distance : Végétation :	Distance : Végétation :	Distance : Végétation :
Macrotopographie (dans le sens de la pente) : 1 - Haut de pente 2 - Bas de pente 3 - Replat (dans la pente) 4 - Plateau 5 - Pente réglée	Distance : Macrotopographie :	Distance : Macrotopographie :	Distance : Macrotopographie :
Eboulis	Distance début :	Distance début :	Distance début :
	Distance fin :	Distance fin :	Distance fin :

Nº FICHE :

DATE OBSERVATION:

N° TROUÉE:

ORIENTATION DU TRANSECT:

[illegible]

RESUME

Dans la Réserve Naturelle du Plan de Tueda, à la suite d'une baisse de la pression pastorale, les peuplements forestiers gagnent en surface depuis un siècle. Cette colonisation s'effectue par le Pin cembro (*Pinus cembra* L.) et l'Epicéa commun (*Picea abies* (L.) Karst), principalement au détriment d'anciens pâturages.

Cet été une campagne de mesures en collaboration avec l'ONF et le laboratoire dynamique des Ecosystèmes d'Altitude de l'Université de Chambéry, a été réalisée en vue d'étudier la colonisation des pâturages.

Le protocole a consisté à effectuer des mesures qualitatives (présence de touffes, microtopographie...), et quantitatives (hauteur, accroissements, âge) sur les phanérophytes repérés sur le pâturage et sous peuplement (5 mètres à l'intérieur de celui-ci).

La présente étude se réfère à un pâturage dont j'ai inventorié la totalité des semis.

Les principaux résultats concernent :

- ↳ la régénération du Pin cembro,
- ↳ et la dynamique de colonisation d'un pâturage.