



**HAL**  
open science

## **Evolution de la teneur en éléments minéraux des microphylls du Mélèze (*larix decidua mill*) dans les alpes internes**

J. Schueller

### ► **To cite this version:**

J. Schueller. Evolution de la teneur en éléments minéraux des microphylls du Mélèze (*larix decidua mill*) dans les alpes internes. *Revue forestière française*, 1978, 30 (2), pp.115-123. <10.4267/2042/21214>. <hal-03396585>

**HAL Id: hal-03396585**

**<https://hal.science/hal-03396585v1>**

Submitted on 22 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX DES MICROPHYLLES DU MÊLÈZE (*LARIX DECIDUA* MILL.) DANS LES ALPES INTERNES

J. SCHUELLER

De très nombreuses études ont été effectuées sur le Mélèze, concernant son tempérament, ses origines, sa répartition, ses relations avec le sol. Mais un aspect seulement retiendra ici notre attention : celui de sa nutrition minérale. Les éléments étudiés sont : l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, le calcium et le magnésium, le manganèse et le zinc. Ces éléments ont été choisis non seulement en raison de leur importance dans la nutrition minérale du Mélèze mais aussi parce qu'ils ont été étudiés chez de nombreux genres résineux et feuillus ; ainsi nos résultats pourront être confrontés avec ceux qui ont été publiés par ailleurs.

Afin de déterminer la saison la plus favorable à l'échantillonnage nous avons essayé de suivre pendant toute une saison de végétation l'évolution des teneurs en éléments minéraux des aiguilles de Mélèze : *Larix decidua* Mill. ; ce sera l'objet de cette première publication.

Les prélèvements ont été effectués dans le Briançonnais (Alpes internes françaises) où le Mélèze se trouve dans son aire normale de répartition.

## PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES

### Stations

Les trois stations choisies se trouvent en Briançonnais (zone occidentale de l'aire de répartition du Mélèze) où cette essence occupe la plupart des ubacs et parfois même les adrets du montagnard et subalpin. On le trouve donc sur de très vastes superficies, en altitude assez élevée, où il jouit de conditions climatiques assez homogènes et où la nature du sol varie beaucoup.

Deux des stations choisies sont situées dans la vallée de la Guisane en amont de Briançon et la troisième dans la zone périphérique du parc des Ecrins.

Serre-Ratier (Station 1) est situé au sud de Chantemerle - Serre-Chevalier, à proximité d'un poste météorologique de l'Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A.) à la cote 1 850 m en exposition nord - nord-est (49,91 gr lat. nord et 4,70 gr long. est). La roche-mère est caractérisée essentiellement par des éboulis, avec quelques placages glaciaires non loin du secteur étudié

ainsi que quelques lentilles de schistes planctoniques. Le sol est de faible profondeur (50 cm en moyenne) et la forêt repose presque directement sur la roche-mère.

L'Aravet (Station 2) est très proche de la station précédente : on y accède par la même route forestière à 50 m plus haut (mêmes coordonnées géographiques). Les arbres choisis se situent exactement à la cote 1 900 m également en orientation nord - nord-est et sur éboulis. Ces éboulis peuvent provenir soit de brèches posttriasiques et des calcaires dolomitiques du trias issus du Prorel, soit des schistes cristallins du flysch noir et des calcschistes planctoniques issus des hauteurs de Serre-Chevalier ; le sol est profond (plus de 1 m).

Narreyroux d'Amont (Station 3) est la station la plus périphérique du Briançonnais. Elle se situe au sud de la Vallouise dans la vallée du torrent de la Combe, qui rejoint la rivière Onde au sud de Puy-Saint-Vincent. Les arbres choisis se situent sur le versant est - sud-est au-dessus de la maison de berger à la cote 1 910 m (4,59 gr long. est, 49,80 gr lat. nord). La roche-mère est essentiellement du glaciaire, de part et d'autre du torrent, surmonté par du flysch des Aiguilles d'Arve.

### Prélèvements

Les prélèvements ont été effectués aux dates suivantes : 26 mai, 29 juin, 19 juillet, 8 août, 11 septembre, 12 octobre 1973, c'est-à-dire à intervalles approximatifs d'un mois (une régularité plus stricte étant impossible pour des raisons pratiques). Chaque mois, les échantillons ont été récoltés dans la même journée, plus précisément entre 9 et 15 heures comme le préconisent Mitchel et Chandler (1935).

Faute de pouvoir atteindre la cime ou le quart supérieur du houppier, nous avons coupé les rameaux de la base du houppier à une hauteur comprise entre 6 et 9 m à partir du sol, selon les difficultés imposées par la pente pour manier l'échenilloir.

Nous avons choisi des extrémités de rameaux situés dans des directions différentes sur le même arbre, à hauteur d'échenilloir, afin de rendre la récolte plus homogène. Dans chaque station, nous avons prélevé sur trois arbres (sauf au mois de mai où le matériel étant peu développé, nous avons dû prendre sur quatre arbres). Les extrémités de rameaux que nous avons détachées portent deux sortes d'aiguilles :

- les aiguilles qui apparaissent sur les rameaux courts ou brachyblastes, et qui sont groupées en touffes ;
- les aiguilles disposées autour des rameaux longs apparus au cours de la saison de végétation ; la base de ces aiguilles est soudée au rameau.

Nous avons recueilli les aiguilles portées par les rameaux longs et par les brachyblastes de la dernière année. Toutes les aiguilles d'un même arbre ont été traitées ensemble. Nous verrons dans la partie « Discussion » que certains auteurs traitent à part ces deux types d'aiguilles.

### Principes et techniques des analyses

Les aiguilles des échantillons ont été séchées à l'air et stockées dans des poches en papier. L'analyse n'a pu être faite qu'un an plus tard. Elles ont été séchées à l'étuve à 65° pendant quatre heures. Une fois séchées, les aiguilles sont broyées en poudre dans des moulins à café électriques qui ont donné jusqu'à présent les meilleurs résultats.

Deux types de minéralisation humide (Clément A., 1971) ont été utilisés :

- une minéralisation à l'acide sulfurique et eau oxygénée pour doser l'azote ;
- une minéralisation à l'acide perchlorique et eau oxygénée pour les autres éléments.

L'azote a été dosé sur chaîne Technicon par colorimétrie de  $\text{NH}_4$  (méthode au bleu d'indo-phénol). Le phosphore a été dosé colorimétriquement sur chaîne Technicon par réactif vanadomolybdique, le soufre par turbidimétrie du précipité de sulfate de baryum ( $\text{BaSO}_4$ ), et le manganèse par colorimétrie du permanganate de potassium.

Le potassium a été dosé par spectrophotométrie d'émission ; le magnésium, le zinc et le calcium ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique.

### MÉTHODES STATISTIQUES

Les méthodes statistiques sont utilisées telles qu'elles sont décrites par R. Heller (1968).

Pour chaque élément, on obtient un résultat numérique par arbre et par date de prélèvement. Les trois résultats numériques (sauf en mai) correspondant aux arbres d'une même station constituent un « échantillon » dont on calcule la moyenne  $m$  et  $m_j$  (la moyenne correspondant pour un même mois aux trois stations).

L'analyse de variance, effectuée sur l'ensemble des moyennes des échantillons, permet de déterminer si, respectivement, la date et la station ont un effet significatif. Pour la plupart des éléments (voir plus loin), il est ainsi apparu que les teneurs ne dépendent pas significativement de la station ; dans ce cas, il est licite de considérer comme indépendants tous les résultats obtenus à la même date, d'en faire la moyenne et de calculer l'intervalle de confiance de cette moyenne.

Si les intervalles de confiance de deux moyennes ne chevauchent pas, on conclut que ces moyennes diffèrent significativement. Si les intervalles de confiance chevauchent, le test  $t$ , effectué entre deux moyennes successives, permet de décider finalement s'il existe une différence significative entre elles. Sur les figures, les points représentatifs de moyennes significativement différentes sont accompagnés de lettres différentes.

Pour quelques éléments (calcium, potassium et manganèse), l'analyse de variance fait apparaître un effet significatif des stations. Les résultats numériques obtenus à la même date dans une même station ne sont donc pas indépendants. On pourrait alors traiter séparément chaque station, mais en raison des très faibles effectifs de chaque échantillon, il n'apparaît guère de différences significatives d'une date à une autre, même si l'analyse de variance a montré l'existence d'un effet significatif des dates de prélèvement. Nous avons préféré, dans ce cas, faire la moyenne des résultats pour chaque date et calculer l'intervalle de confiance de cette moyenne en diminuant de 3 le nombre de degrés de liberté (puisque'il y a trois échantillons, à l'intérieur desquels les résultats ne sont pas indépendants) ; l'intervalle de confiance ainsi calculé n'est considéré que comme indicatif.

### RÉSULTATS

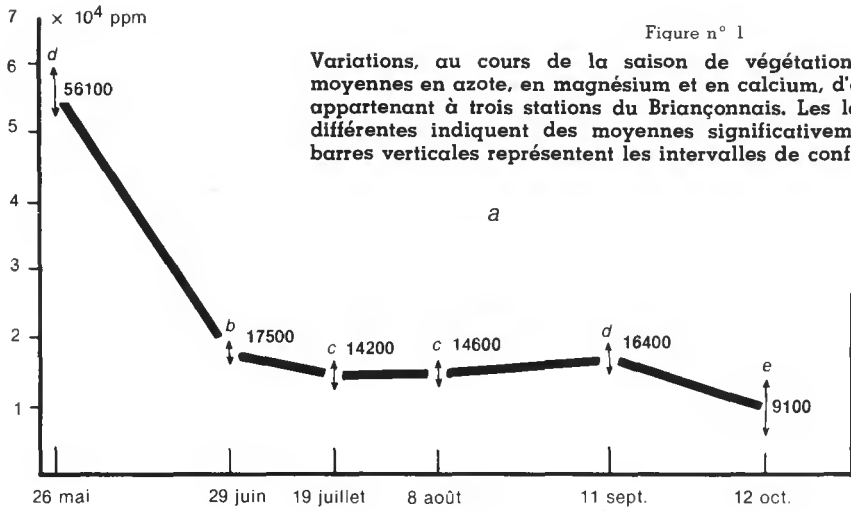
Les variations saisonnières mises en évidence par l'analyse statistique des résultats d'analyses peuvent être considérées comme se rattachant à trois types.

#### Type « azote » (figure n° 1)

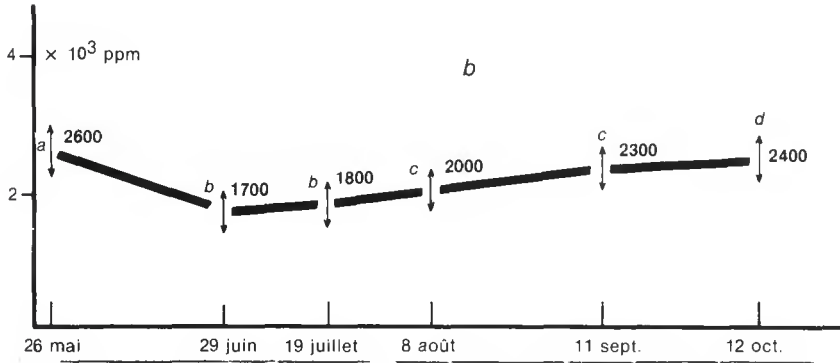
— La teneur en azote subit une baisse printanière, très rapide de mai à juin, se poursuivant jusqu'en juillet ; elle reste constante de juillet à août ; c'est donc à ce moment que se situe la période favorable pour effectuer un prélèvement ponctuel. En septembre, il y a une remontée significative qui paraît résulter d'une reprise d'activité après la sécheresse de l'été, et qui précède la chute automnale (tableau n° 1).

Figure n° 1

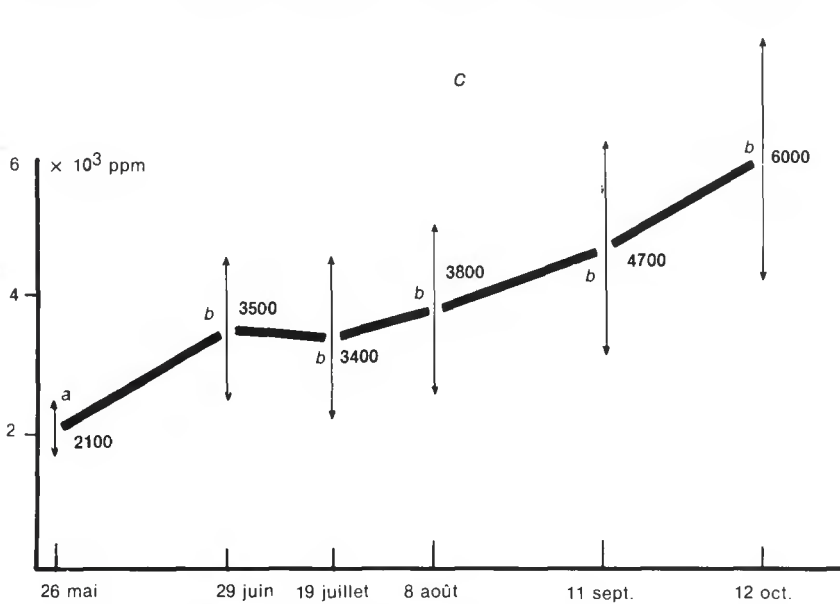
Variations, au cours de la saison de végétation 1973, des teneurs moyennes en azote, en magnésium et en calcium, d'aiguilles de mélèzes appartenant à trois stations du Briançonnais. Les lettres alphabétiques différentes indiquent des moyennes significativement différentes; les barres verticales représentent les intervalles de confiance pour  $p = 0,05$ .



N



Mg



Ca



— Le *phosphore* : sa teneur ne dépend pas significativement des stations, si du moins l'on excepte les prélèvements d'octobre : la chute automnale ne s'est pas encore produite à ce moment dans la station alors qu'elle s'est produite dans les deux autres, ce qui entraîne une hétérogénéité. L'effet des dates de prélèvement est hautement significatif.

— Le *soufre* : les variations en fonction des dates sont significatives ( $p = 0,05$ ) mais non très significatives ; il n'y a pas de différences entre stations.

— Le *potassium* : les variations peuvent être décrites comme appartenant au type « azote » mais à titre indicatif seulement, car il y a ici un effet significatif (mais non très significatif) des stations qui nous empêche de comparer rigoureusement les moyennes successives ; en tout état de cause, l'analyse de variance indique l'existence d'une variation saisonnière hautement significative.

— Le *zinc* : le facteur « station » ne joue pas, le facteur « date » a un effet hautement significatif.

#### Type « magnésium » (figure n° 1)

— Pour le *magnésium*, le facteur « station » n'a pas d'effet ; l'analyse de variance pour le facteur « date » fait apparaître un effet très significatif. La même analyse limitée à la période de juin à octobre fait encore apparaître une variation très significative dans cet intervalle de temps. Il y a donc d'abord une chute de mai à juin puis une remontée, attestée par l'étude des intervalles de confiance et par le test  $t$  : l'augmentation est significative de juillet à août et de septembre à octobre.

— Pour le *manganèse*, les deux facteurs « date » et « station » ont un effet hautement significatif ; les variations saisonnières peuvent être rattachées, à titre indicatif, au type « magnésium ».

#### Type « calcium » (figure n° 1)

C'est le seul élément dont les teneurs vont en croissant tout au long de la saison de végétation ; l'effet de la date est très significatif, mais à cause de l'effet également très significatif du facteur « station », les intervalles de confiance ne sont donnés, sur la figure, qu'à titre indicatif.

## DISCUSSION

Il est intéressant de comparer nos résultats à ceux qui ont déjà été obtenus sur le Mélèze et de rechercher s'il est possible de comparer ce résineux à d'autres essences. Parmi les auteurs qui ont étudié le Mélèze, nous ferons souvent référence à Czerney et Fiedler (1968) en Allemagne et Materna (1972) en Tchécoslovaquie. Leurs analyses ne portent pas toujours sur le même type d'échantillon : elles ne sont pas basées uniquement sur la teneur des aiguilles mais elles semblent porter globalement sur les pousses de mai d'une part et les brachyblastes d'autre part. Pour Materna, les pourcentages d'éléments sont évalués à plusieurs niveaux :

- sur des aiguilles portées par des brachyblastes,
- sur des rameaux avec des brachyblastes,
- sur des aiguilles des pousses de l'année,
- sur les pousses de l'année elles-mêmes.

D'autre part les résultats devront être comparés avec prudence étant donné les méthodes d'analyse différentes suivant les auteurs.

#### **Teneur en azote**

Materna observe, comme nous-mêmes, une décroissance de mai à juin mais sans palier net en été ; notre courbe se rapproche davantage de celle obtenue par Czerney et Fiedler, avec la même chute brutale de mai à juin. Bonneau (communication personnelle) fait remarquer que la baisse estivale de concentration de l'azote est artificiellement accentuée ici puisque les aiguilles de rameaux longs qui sont plus pauvres sont en mélange avec les aiguilles de rameaux courts. Cet aspect de notre courbe se retrouve chez de nombreuses essences en particulier chez le Hêtre (Le Tacon et Toutain, 1973) dont le Mélèze occupe plus ou moins la place dans les parties basses des vallées internes où il n'y aurait pas assez d'humidité pour le Hêtre. L'allure de cette courbe se retrouve aussi chez le Charme et le Chêne mais avec des teneurs moins importantes que chez le Mélèze.

#### **Teneur en phosphore**

Les résultats sont comparables à ceux de Czerney et Fiedler non seulement pour le Mélèze mais aussi pour le Chêne et même un peu l'Aulne où la teneur en mai est beaucoup plus faible. Ces mêmes auteurs font ressortir que les teneurs en phosphore et potassium des jeunes aiguilles sur pousses longues sont plus élevées que celles des vieilles aiguilles en bouquets. Ceci expliquerait une chute un peu moins brutale que pour l'azote. Des résultats comparables sont obtenus chez l'Epicéa par A. Clément et chez le Hêtre par Le Tacon et Toutain.

#### **Teneur en soufre**

Nos résultats montrent une tendance à la décroissance, alors que, selon Materna (1972), les teneurs sont essentiellement croissantes. Des analyses complémentaires pourraient permettre éventuellement de confirmer et d'expliquer cette différence.

#### **Teneur en potassium**

Notre courbe marque une chute jusqu'en juillet, mais elle ressemble aussi à la courbe du phosphore avec des valeurs faiblement décroissantes. Ceci se retrouve chez l'Epicéa où il ne se produirait pas de phénomènes de dilution en milieu de saison, au contraire de ce qu'on observe chez *Pinus pinaster*, le Hêtre et le Chêne.

#### **Teneur en zinc**

Les variations sont très comparables à celles du phosphore, ce qui ne se retrouve pas exactement dans le travail de Czerney et Fiedler ; mais la tendance décroissante avec l'âge des aiguilles se retrouve chez le Chêne et le Charme.

#### **Teneur en magnésium**

La diminution de teneur que nous observons de mai à juin est beaucoup moins accentuée que celle qui a été décrite par Czerney et Fiedler : ces auteurs l'expliquent (comme pour l'azote, le phosphore et le zinc) par l'apparition à ce moment-là des pousses de l'année. La même chute a été signalée chez *Pinus pinaster* (Sauvageot). Pour le Mélèze (Czerney et Fiedler) et l'Epicéa (Clément), le magnésium présente des fluctuations peu caractéristiques car les feuilles jeunes

en possèdent une teneur irrégulière. Par contre, les feuillus (Hêtre, Chêne) ont un comportement différent puisque les teneurs en magnésium y décroissent constamment au cours de la saison.

#### Teneur en manganèse

Notre courbe ressemble assez à la courbe du magnésium, c'est-à-dire qu'après la chute de juin les valeurs sont constamment croissantes. Ces mêmes résultats se retrouvent chez Czerney et Fiedler non seulement pour le Mélèze mais aussi pour le Chêne et l'Aulne.

#### Teneur en calcium

C'est la seule courbe où les valeurs soient constamment en croissance. A. Clément a déjà obtenu des résultats semblables chez l'Epicéa où il note une accumulation de calcium quand le tissu foliaire vieillit. Les mêmes observations ont été faites chez le *Pinus pinaster* (A. Sauvageot, 1973), le Hêtre (Le Tacon et Toutain, 1973), le Chêne (Leroy, 1968). Cela ne paraît pas étonnant si l'on songe au rôle du calcium (pectates de calcium) dans la constitution de la membrane squelettique des cellules qui s'épaissit progressivement au cours de la saison.

La figure n° 2 indique l'évolution des teneurs moyennes des différents éléments dosés. Comme on l'a indiqué précédemment, l'évolution de chacun peut être décrite par l'un des trois types suivants : « azote », « magnésium », « calcium ». Dans le type « azote » (N, P, K, S, Zn), il y a une chute printanière importante, une stabilisation estivale, une réaugmentation éventuelle en septembre et une chute automnale ; comme Czerney et Fiedler, on peut penser que la forte chute enregistrée en juin pour les éléments essentiels N, P, K peut s'expliquer par un effet de dilution de ces éléments par suite du décalage de la croissance considérable du houppier et de l'absorption par les racines qui n'arrive pas à suivre le même rythme. Par contre le taux minimum pour ces mêmes éléments apparaît bien en automne et non pas en pleine saison de végétation comme ces mêmes auteurs ont pu l'observer ; la chute automnale paraît témoigner d'une mobilisation des éléments qui doivent être évacués vers les parties pérennantes de l'arbre.

Dans le type « magnésium » (Mg, Mn) il y a une baisse printanière modérée suivie d'une très lente remontée jusqu'en fin de saison. Enfin dans le type « calcium » la teneur augmente constamment au cours de la saison de végétation. Les éléments de ces deux derniers groupes ne sont donc pas évacués avant la chute des aiguilles.

### CONCLUSIONS

Pour tous les éléments, les variations de teneur en juillet-août sont soit nulles, soit très faibles : par conséquent, c'est à ce moment qu'il faut opérer lorsqu'on désire n'effectuer qu'un seul prélèvement au cours de la saison. La délimitation précise de cette période favorable était le premier objectif de notre travail.

La comparaison de nos résultats avec ceux que Materna et Czerney-Fiedler ont aussi obtenus sur le Mélèze ne peut aboutir à des conclusions définitives car les organes qui ont été prélevés sont différents ainsi que le niveau de prélèvement. En fait la teneur en différents éléments du genre étudié dépend non seulement du lieu de récolte mais du niveau précis de prélèvement des organes, et de la situation écologique de l'arbre. Malgré toutes ces divergences entre nos résultats et ceux des auteurs précités, certains des éléments montrent des variations comparables : P (Czerney), Ca (Materna), Mg (Materna et Czerney).

Chez Czerney et Fiedler, l'idée même d'associer dans une même étude le Mélèze aux trois feuillus : Chêne, Charme et Aulne (et les résultats le confirment), prouve bien que ce résineux cadu-

cifolié partage avec ces feuillus des réactions identiques qui seraient beaucoup plus d'ordre spécifique qu'écologique. Son tempérament le rapprocherait des conifères des régions tempérées où on note aussi une baisse rapide des éléments N, P, K au cours des premiers mois dans les jeunes aiguilles ; par contre sa position écologique le rapprocherait peut-être de résineux de régions chaudes comme le *Pinus pinaster*, étudié en forêt de Mamora au Maroc (Sauvageot, 1973). En effet, certaines courbes (N, S, Zn) présentent une certaine remontée en septembre (significative pour l'azote) due peut-être à un adoucissement des conditions climatiques au cours de la saison de végétation dans cette zone particulièrement sèche des Alpes internes.

J. SCHUELLER  
Université de Grenoble  
LABORATOIRE DE BOTANIQUE  
ET DE BIOLOGIE VÉGÉTALE  
B.P. 53  
38041 GRENOBLE CEDEX

#### REMERCIEMENTS

C'est à l'obligeance de M. Bonneau et des personnes de son laboratoire, tout spécialement M. Clément mais aussi M. Nys et Mlle Bitsch, que nous devons d'avoir pu effectuer ces analyses foliaires telles qu'elles sont mises au point et réalisées au laboratoire de Pédologie du C.N.R.F.

Nous remercions M. Carlier de ses conseils pour la mise au point du manuscrit. Pour les prélèvements, nous sommes particulièrement reconnaissants à B. Dassonville (I.N.R.A. de Briançon), et à M. Brun pour son aide si efficace sur le terrain.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BONNEAU (M.), GELPE (J.), LE TACON (F.). — Influence des conditions de nutrition minérale sur le dépérissement du Pin maritime dans les Landes de Gascogne. *Annales des sciences forestières*, vol. 25, n° 4, 1968, pp. 251-289.
- CLÉMENT (A.). — Recherche et dosage des formes azotées minérales dans les aiguilles de résineux. Problèmes posés par la minéralisation de l'Azote organique d'un échantillon d'aiguilles de résineux lorsqu'il renferme des nitrates. — D.E.A., Nancy, 1968.
- CLÉMENT (A.). — Étude de l'équilibre acidobasique de l'Epicéa (*Picea excelsa* L.) sur sol très carbonaté et décarbonaté. — Thèse, Faculté des sciences de l'Université de Nancy, 1972.
- CLÉMENT (A.). — Principes et méthodes d'analyses des macroéléments et microéléments dans les échantillons foliaires. — Nancy-Champenoux, C.N.R.F. — Laboratoire des sols forestiers, 1971 (document ronéo).
- CLÉMENT (A.). — Principes et méthodes d'analyses de l'azote minéral, de l'azote soluble, de l'azote total dans les échantillons foliaires. — Nancy-Champenoux, C.N.R.F. — Laboratoire des sols forestiers, 1971 (document ronéo).
- CZERNEY (P.), FIEDLER (H.J.). — Zur Mineralstoffdynamik in den Assimilationorganen gedüngter und ungedüngter Baumarten auf einem Pseudogley-Standort. *Archiv für Forstwesen*, vol. 17, n° 12, 1968, pp. 1263-1278.
- GARBAYE (J.). — Influence de la date et de la hauteur du prélèvement sur les résultats de l'analyse foliaire chez deux clones de peupliers. *Annales des sciences forestières*, vol. 29, n° 4, 1972, pp. 451-463.
- HELLER (R.). — Manuel de statistique biologique à l'usage des étudiants de faculté et des biologistes et agronomes. — Paris, Gauthier-Villars, 1968.
- LEROY (P.). — Variations saisonnières des teneurs en eau et éléments minéraux des feuilles de Chêne (*Quercus pedunculata*). *Annales des sciences forestières*, vol. 25, n° 2, 1968, pp. 83-117.
- LE TACON (F.), TOUTAIN (F.). — Variations saisonnières et stationnelles de la teneur en éléments minéraux des feuilles de Hêtre (*Fagus sylvatica*) dans l'Est de la France. *Annales des sciences forestières*, vol. 30, n° 1, 1973, pp. 1-29.
- MATERNA (J.). — Nektere poznatky o vyzive modrinu (An information on Larch nutrition). *Práce Vyzkumného Ústavu Lesního Hospodárství a Myslivosti*, n° 42, 1972, pp. 73-86.
- SAUVAGEOT (A.). — Recherches sur la nutrition minérale de *Pinus pinaster* en forêt de la Mamora. *Annales de la recherche forestière au Maroc*, n° 13, 1973, pp. 1-62.