

**ETUDE DES RELATIONS STATIONS - PRODUCTION  
POUR LE SAPIN PECTINE  
DANS LES HAUTES CEVENNES (LOZERE)**

Etude réalisée grâce au soutien financier du FFN

**Alain Franc  
Thomas Curt**

**Novembre 1990**

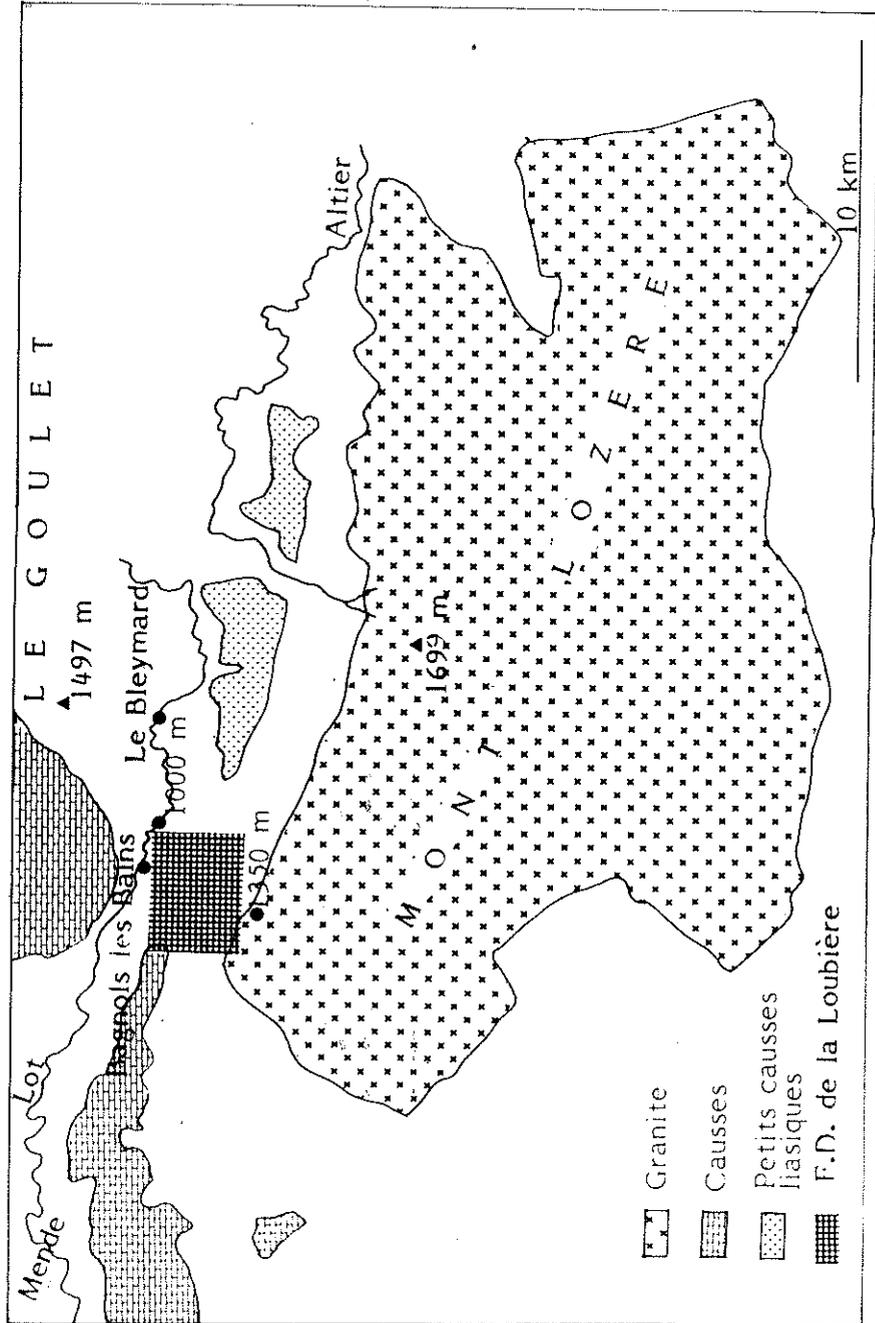
**avec la collaboration de Geneviève Brétière,  
Frank Jarry (ONF, Lozère)  
André Marquier**



## PLAN DU DOCUMENT

- 1 - Présentation de la région Hautes Cévennes
- 2 - Présentation du travail
- 3 - Résumé des conclusions du catalogue
- 4 - Résumé des conclusions de l'étude de fertilité
- 5 - Plan du travail réalisé
- 6 - Plan d'échantillonnage
- 7 - Affectation d'une fertilité à chaque placette
- 8 - Affectation d'une station à chaque placette
- 9 - Résultats bruts
- 10 - Homogénéité des stations
- 11 - Discrimination des stations
- 12 - Modélisation de la croissance
- 13 - Bilans et conclusions

CARTE DE LOCALISATION DE LA FORET DOMANIALE DE LA LOUBIERE



## PRESENTATION DE LA REGION HAUTES CEVENNES

La région Hautes Cévennes est un massif montagneux soumis au climat méditerranéen-montagnard sur le flanc sud-est du Massif Central. Ce sont les premiers escarpements qui relient les plaines méditerranéennes languedociennes aux hauts plateaux granitiques du Massif Central.

L'étage montagnard s'étend entre 800 et 1 500 mètres, et est essentiellement constitué de massifs forestiers, soit naturels et plus ou moins gérés par l'homme, soit totalement artificiels avec notamment la vague des reboisements RTM du début du siècle et la série des projets FFN depuis une trentaine d'années.

Les Hautes Cévennes sont constituées de plusieurs massifs armés par une échine granitique, dont les principaux sont, du nord au sud : le Mont Lozère, le Bougès, l'Aigoual et le Lingas. La crête de chacun de ces massifs fait ligne de partage des eaux entre le bassin méditerranéen (bassin du Rhône) et l'Atlantique (bassin de la Garonne). Cette dissymétrie se retrouve fortement imprimée dans les climats, avec des vallées ouvertes vers la Méditerranée et le sud-est, à pentes fortes, et des vallées plus douces à pente générale vers l'ouest, derniers bassins à influence climatique atlantique. La tectonique alpine a rendu plus saisissant encore ce contraste par des jeux de failles en touches de piano à la fin du Tertiaire, compartimentant violemment le relief.

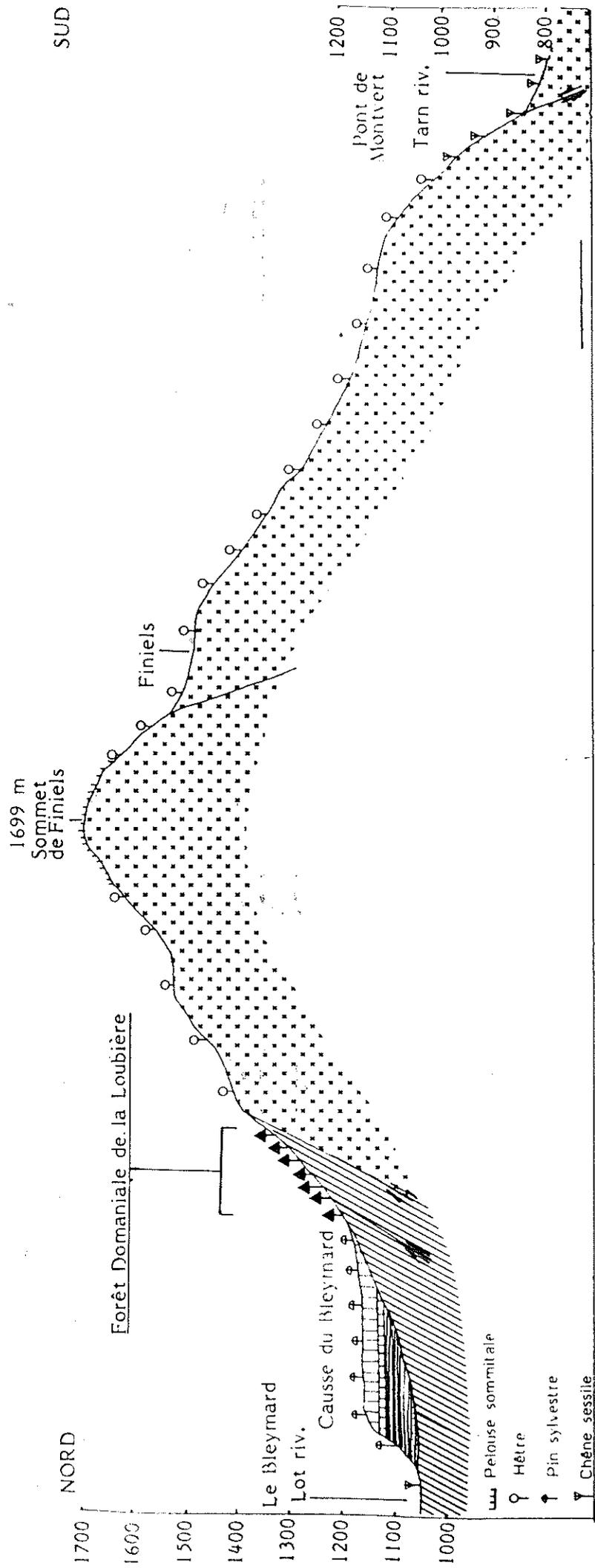
## PRESENTATION DU TRAVAIL

Le travail dont les résultats sont présentés ci-dessous s'est déroulé en trois phases :

\* la réalisation d'un catalogue de typologie forestière pour la région Hautes Cévennes, par Alain FRANC et Th. CURT, de 1987 à 1990. Le document de synthèse a été publié en 1990 par le Cemagref de Riom ;

\* la réalisation, par la technique des analyses de tige, d'un faisceau de référence des courbes hauteur - âge pour les essences suivantes : sapin pectiné, hêtre, pin sylvestre. Les résultats de ces travaux réalisés à l'ONF de Mende (Lozère) en 1984/1985 sous la direction scientifique de P. DUPLAT (Section Technique de Fontainebleau). Le fascicule des résultats a été publié en 1986 par la Section Technique de l'ONF.

\* la mise en relation des stations forestières du catalogue et de la fertilité du sapin pectiné sur un massif de 300 ha : la Forêt Domaniale de la Loubière, sur le versant micaschisteux nord du Mont Lozère.



COUPE SCHEMATIQUE A TRAVERS LE MONT LOZERE

## RESUME DES CONCLUSIONS DU CATALOGUE

Le catalogue des stations forestières des Hautes Cévennes a été conçu et rédigé dans une optique autécologique et morpho-pédologique. Autécologique, car les éléments du milieu observés et notés sur le terrain sont ceux qui permettent de faire le lien fonctionnel entre le milieu et la croissance des peuplements forestiers : les bilans en eau et les bilans en éléments nutritifs. Morpho-pédologique, car l'étude du milieu est structurée selon les matériaux (morphogénèse) et les sols (pédogénèse). Cette structuration est la plus pertinente pour une utilisation autécologique des stations forestières.

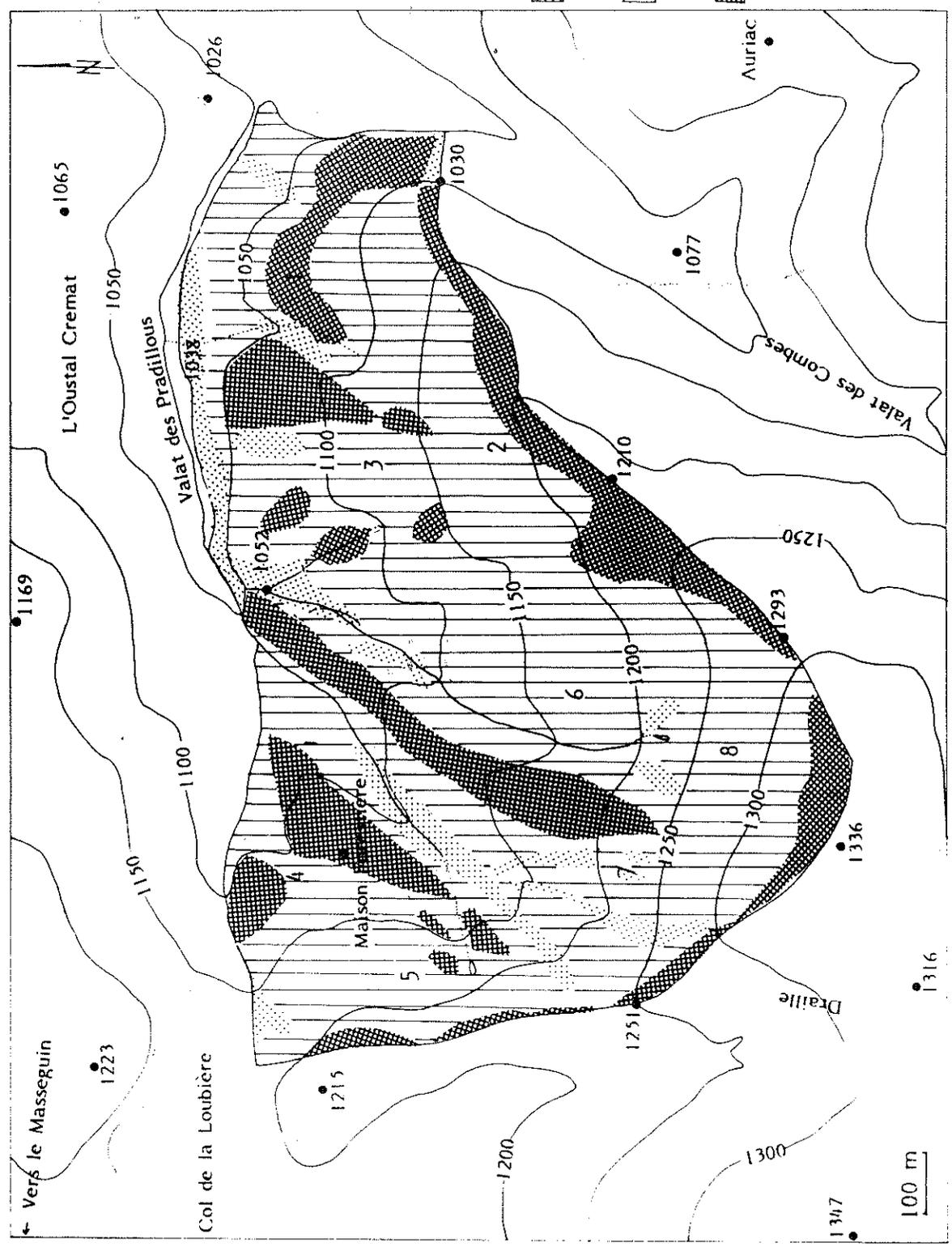
Dans les Hautes Cévennes, les roches les plus représentées sont les granites et les micaschistes. Sur la Loubière, seuls les micaschistes sont représentés.

Les bilans en éléments nutritifs (N, P, K, Ca, Mg) sont estimés à partir d'observations pédologiques : type génétique de sol ; type d'humus. En fait, par l'homogénéité pétrographique des roches et des conditions climatiques, la pédogénèse est assez uniforme : elle est gouvernée par les processus de brunification. La podzolisation est bloquée par l'abondance du fer et de l'argile libérés par l'altération des micaschistes, et le lessivage est peu prononcé. L'immense majorité des sols est donc dans l'ensemble brun acide - brun ocreux - voire ocre podzolique en altitude. Les niveaux trophiques sont donc uniformément oligotrophes.

Une cartographie des groupes de plantes indicatrices sur le massif de la Loubière a confirmé ce résultat.

En revanche, les matériaux ne sont pas homogènes. Ils sont composés de deux fractions : une fraction fine et meuble, de texture dominante limoneuse à limono-argileuse, d'épaisseur très variable (d'ordre décimétrique à métrique, donc un rapport de 1 à 10) et une fraction grossière, formée de plaquettes issues de l'altération par cryoclastie des micaschistes, dont le grain varie de l'échelle millimétrique à décimétrique.

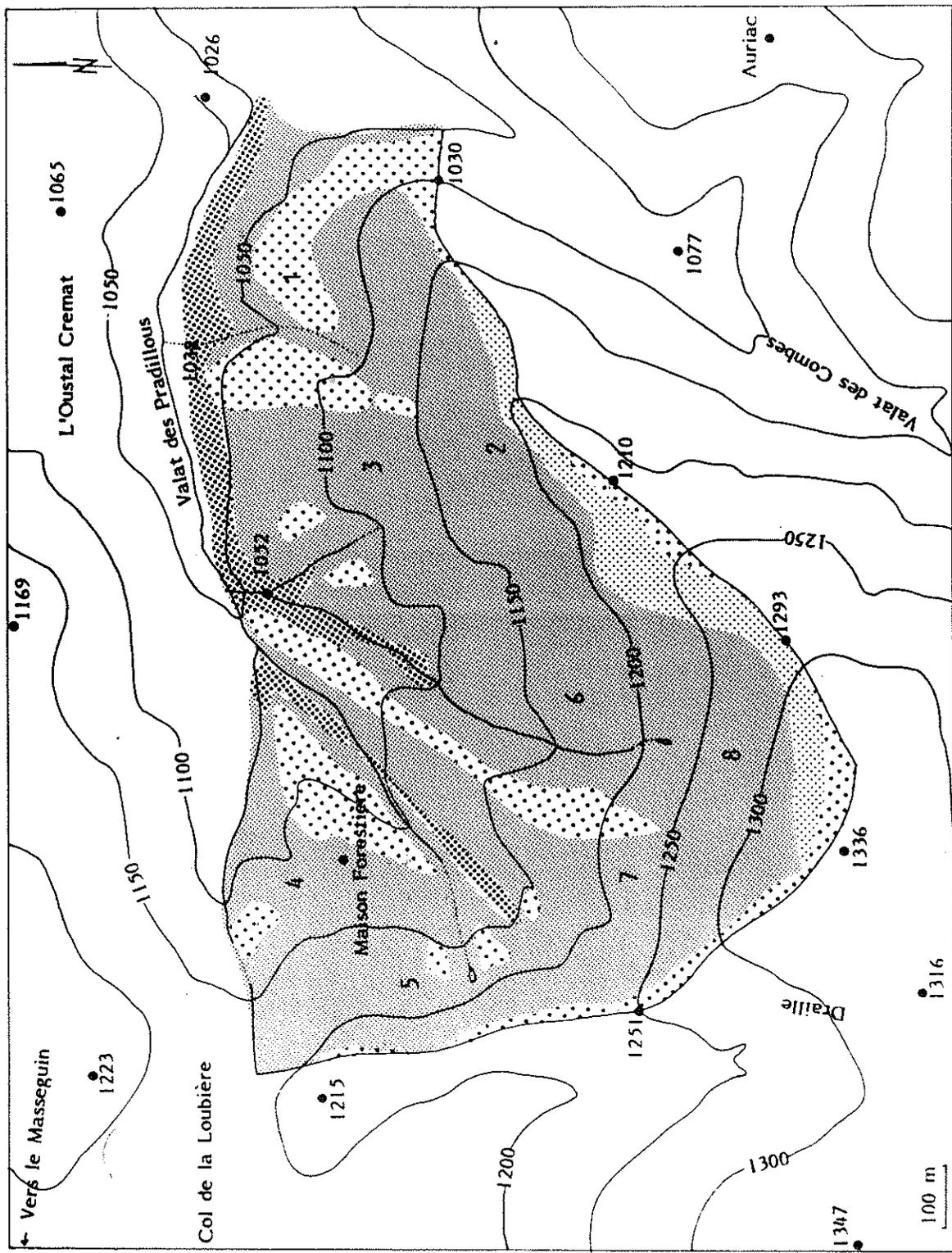
FORET DOMANIALE DE LA LOUBIERE (LOZERE)



CARTE DES PROFONDEURS DE SOL

- supérieure à 100 cm
- de 50 à 100 cm
- inférieure à 50 cm

# FORET DOMANIALE DE LA LOUBIERE (LOZERE)



## RESERVE EN EAU

-  Très forte : > 150 mm
-  Forte : de 100 à 150 mm
-  Moyenne : de 50 à 100 mm
-  Faible : < 50 mm

En fait, dans le massif de la Loubière, la fraction grossière est peu ou mal représentée, et les matériaux sont souvent représentés par un nappage de la fraction fine empâtant les versants dessinés par les micaschistes. La fraction fine étant de texture relativement homogène, seule l'épaisseur du colluvium de cette fraction fine redistribuée sur les versants lors des derniers épisodes froids gouverne la variabilité de réserve en eau.

L'épaisseur des colluvium est donc un bon facteur synthétique de la variabilité stationnelle, et a été cartographié au 1/10 000 ième sur l'ensemble de la Loubière. La carte, intitulée "Carte des profondeurs de sol", est reproduite dans ce document.

La profondeur du sol étant confondue avec l'épaisseur du matériau (horizon C au sens des pédologues, matériau parental au sens des pédologues, matériau au sens des géomorphologues), il était simple de traduire cette information en terme de réserve en eau des sols, sachant que la R.U. est définie par :

$$R.U. = Ru * Ep * (1-ChC)$$

où Ru est la réserve utile unitaire selon la texture par mm de sol ; Ep l'épaisseur du matériau et ChC la charge en éléments grossiers du matériau.

Cette information, calculée à partir de la carte des profondeurs du sol, est indiquée dans la carte "Réserves en eau".

## RESUME DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE FERTILITE

L'étude de fertilité sur le sapin pectiné pour la construction du faisceau de croissance hauteur - âge a été réalisée sur le massif de l'Aigoual, proche géographiquement et écologiquement du Mont Lozère, par analyse de tiges.

Le protocole a été le suivant, placette par placette :

- \* délimitation au sein de peuplements choisis d'une placette de centre aléatoire de 6 ares de superficie

- \* mesure de la circonférence de tous les arbres de fort diamètre

- \* tri ordonné décroissant de ces diamètres
- \* sélection des arbres numérotés 1, 3 et 5
- \* mesures sur ces arbres
- \* ajustement d'un modèle du type

$$H(A) = f(A, S)$$

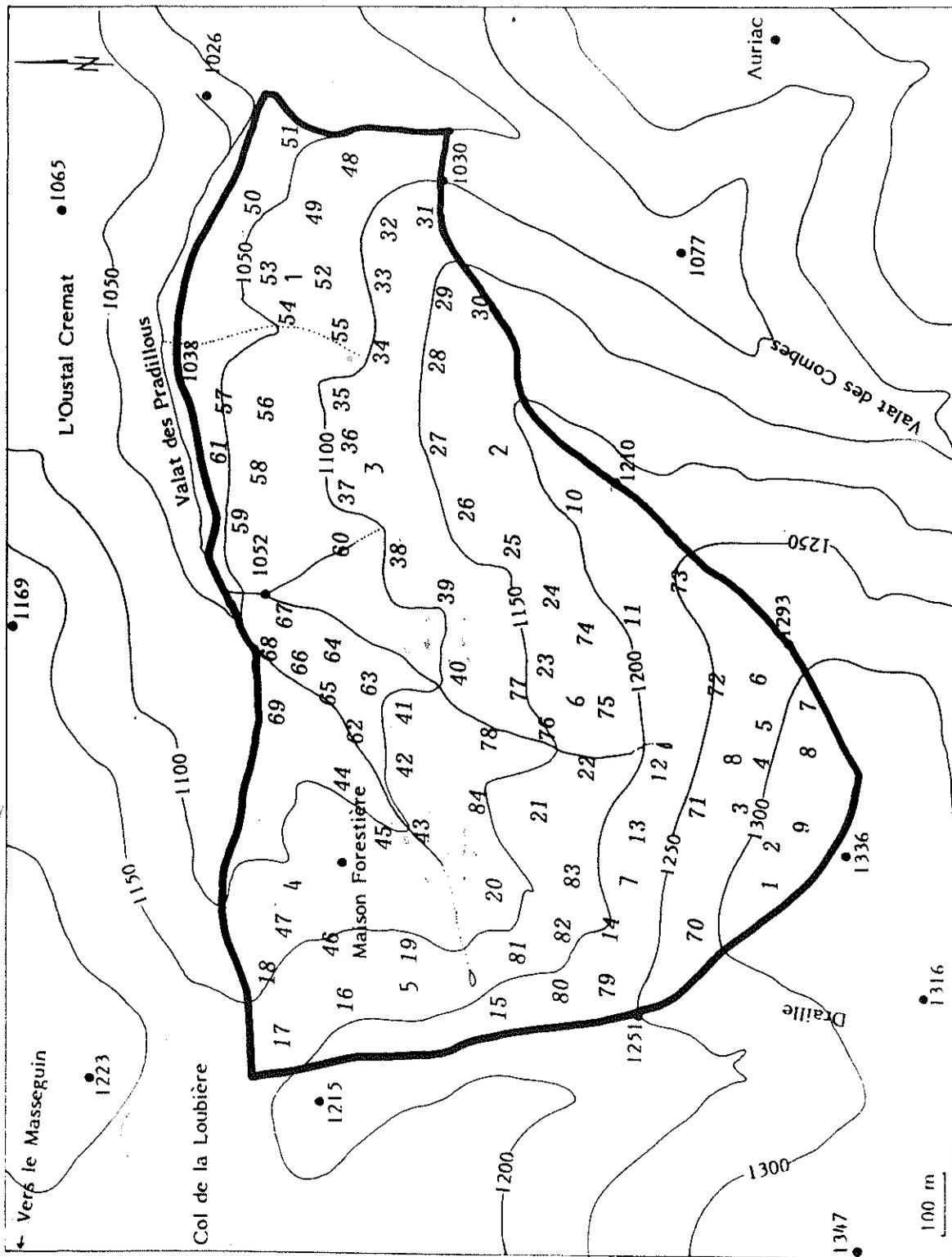
où S est la fertilité,

pour chaque placette.

Cette étude a montré que les courbes de croissance des différentes placettes se répartissaient bien selon un faisceau étagé, qui peut être considéré comme le faisceau de la population des sapins des Hautes Cévennes.

Ces courbes ont été utilisées pour mesurer la fertilité des peuplements de sapin par une grandeur qui est la hauteur à 80 ans du peuplement considéré, soit H80.

FORET DOMANIALE DE LA LOUBIERE (LOZERE)



EMPLACEMENT DES RELEVÉS

## PLAN DU TRAVAIL REALISE

La mise en relation de la fertilité du sapin pectiné et des stations du catalogue s'est réalisée par un travail en 4 phases :

- \* réalisation d'un plan d'échantillonnage sur l'ensemble du massif, recouvrant la plus grande variabilité possible des stations
- \* mesure sur chacune des placettes de la fertilité du sapin pectiné, par le même protocole que celui qui avait servi à construire les courbes hauteur - âge
- \* observation sur chacune des placettes des paramètres écologiques analytiques ayant servi à construire le catalogue, et affectation d'un type de station à chacune des placettes
- \* traitements statistiques des données ainsi accumulées et interprétation des résultats.

## PLAN D'ECHANTILLONAGE

L'objectif de l'étude est de mettre en relation la fertilité, que l'on sait mesurer, avec le milieu, que l'on peut décrire, pour vérifier l'hypothèse que le milieu contrôle la fertilité.

Aussi, la plus grande variabilité possible du milieu a-t-elle été explorée, par une couverture systématique du massif.

81 placettes ont été mesurées, indiquées sur la carte "Emplacement des relevés". Ces relevés s'échelonnent entre 800 et 1 350 m.

## AFFECTATION D'UNE FERTILITE A CHAQUE PLACETTE

### Protocole d'affectation

La sapinière de la Loubière forme un massif homogène et équienné de 80 ans, qui satisfait aux conditions d'application de la loi de Eichhorn : peuplements équiennes, monospécifiques et fermés. Aussi, après construction d'un faisceau de courbes hauteur - âge, la mesure de la fertilité d'un peuplement quelconque par son site index est-il licite.

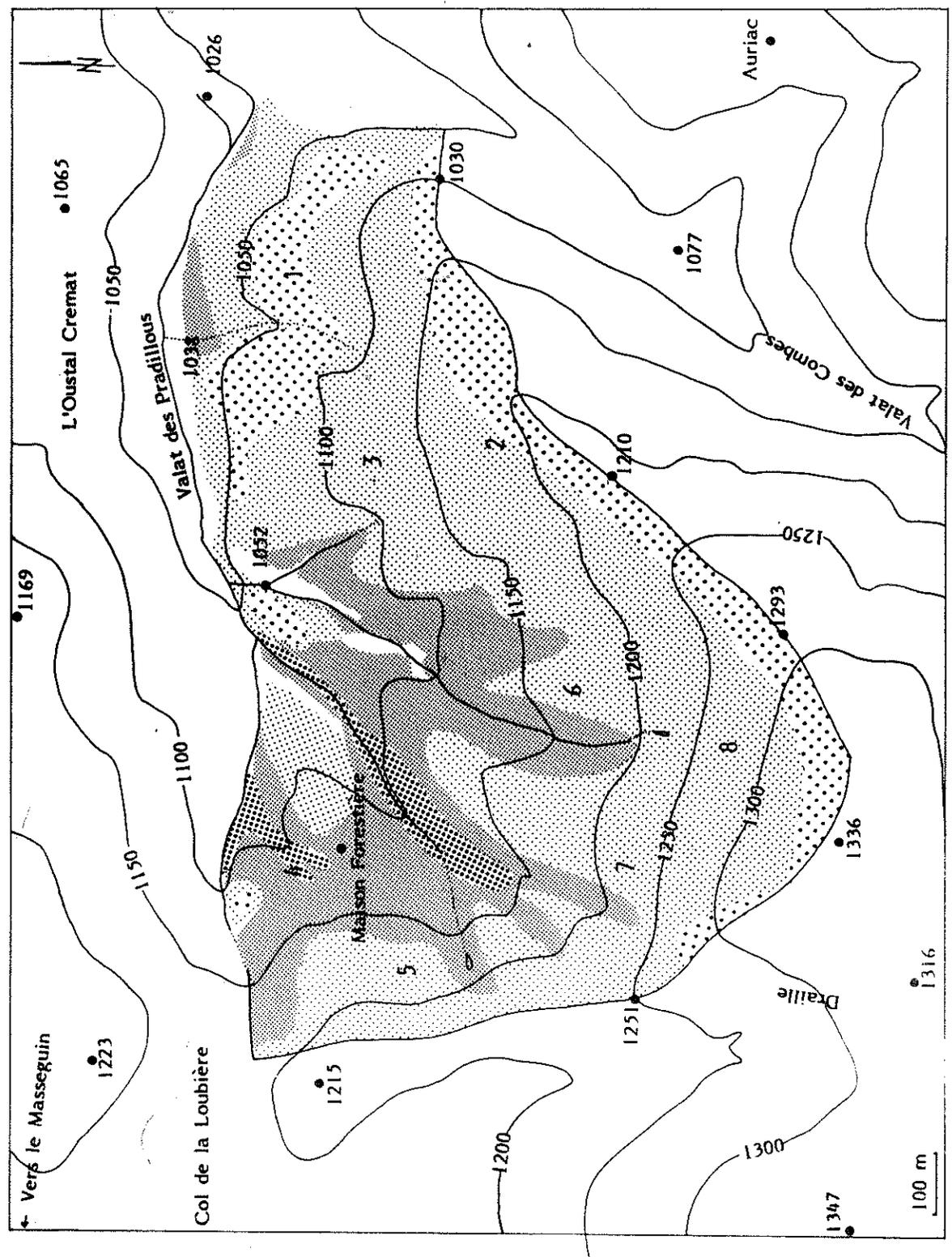
A chaque placette, une fertilité mesurée par la hauteur du peuplement à 80 ans a été affectée. Pour cela, un soin tout particulier a été mis en oeuvre pour respecter à la lettre le protocole de construction des courbes pour l'utilisation des mêmes courbes, à savoir :

- \* individualisation du centre de la placette
- \* implantation d'une placette circulaire de 6 ares autour du centre
- \* mesure des diamètres des arbres dans cette placette
- \* ordonnancement par valeurs décroissantes de ces mesures de diamètre
- \* repérage des arbres numérotés 1,3 et 5
- \* mesure de la hauteur et de l'âge de ces arbres
- \* vérification du caractère équienné de la placette
- \* calcul de la hauteur moyenne et de l'âge moyen des arbres 1,3 et 5
- \* Affectation à chaque placette d'un couple hauteur /âge.

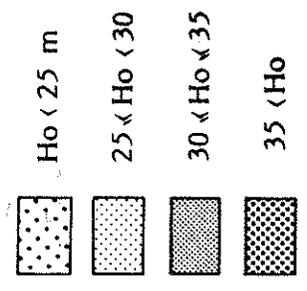
La connaissance de la hauteur pour un même âge de deux placettes permet d'en comparer la fertilité. Pour pouvoir comparer la fertilité de deux placettes d'âge différent, il faut pouvoir calculer la hauteur qu'auraient eu ou qu'avaient les placettes à un âge de référence, le même pour toutes les placettes. Cet âge a été choisi égal à 80 ans, qui représente l'âge moyen de la forêt.

Le calcul de cette hauteur à un âge de référence (H80) a été réalisé graphiquement, sur le faisceau étagé des courbes de croissance en hauteur. Cette réalisation graphique est indiquée sur la figure "Modélisation de la croissance en hauteur dominante pour le sapin dans l'Aigoual".

FORET DOMANIALE DE LA LOUBIERE (LOZERE)



ESTIMATION DES HAUTEURS DOMINANTES



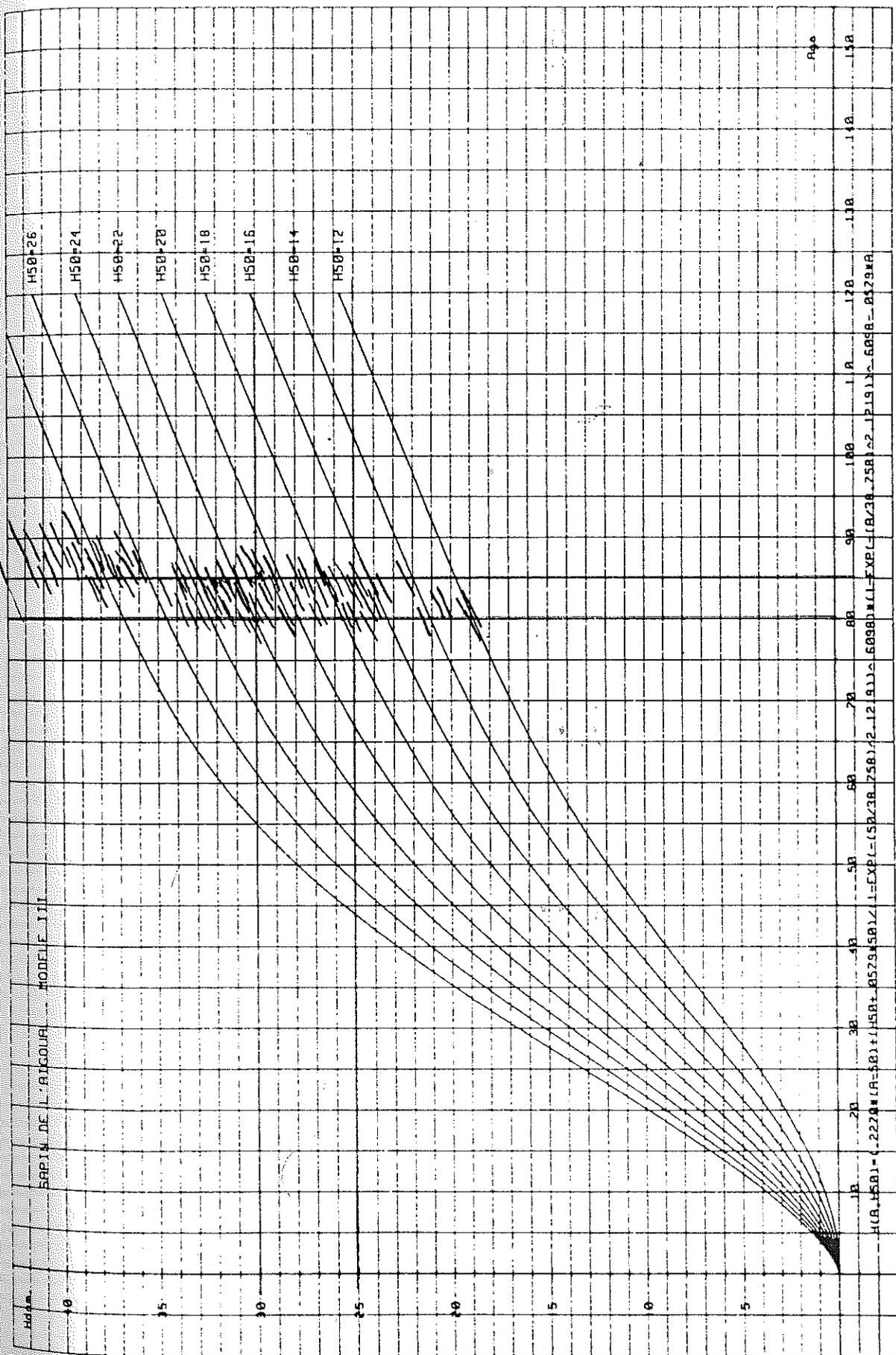


Figure 7 : Modélisation de la croissance en hauteur dominante pour le SAPIN dans l'Aigoual

## Résultat

Les placettes recouvrant de façon homogène le massif de la Loubière, ce massif étant d'autre part facile d'accès, l'ensemble des mesures sur les placettes a été complété par interpolation rapide pour mener à une cartographie au 1/10 000 ième de la fertilité en sapin pectiné du massif de la Loubière.

Pour celà, les fertilités ont été regroupées en classes :

- \* Classe I :  $35 \text{ m} < \text{H80}$
- \* Classe II :  $30 \text{ m} < \text{H80} < 35 \text{ m}$
- \* Classe III :  $25 \text{ m} < \text{H80} < 30 \text{ m}$
- \* Classe IV :  $25 \text{ m} < \text{H80}$

La carte des classes de fertilité est présentée sous le titre "estimation des hauteurs dominantes".

Les classes de fertilité n'ont été retenues que pour la cartographie, afin de visualiser les résultats. Lors des tests statistiques qui servent de base pour valider ou infirmer des hypothèses, ce sont les données brutes, à savoir les nombre réels H80, qui ont été utilisés.

## **AFFECTATION D'UNE STATION A CHAQUE PLACETTE**

### Protocole d'affectation

Chaque placette a été affectée d'une station, en respectant la procédure suivante :

- \* Les facteurs écologiques servant d'entrée dans la clé des stations du catalogue ont été relevés,
- \* D'autres facteurs écologiques complémentaires ont également été notés
- \* une station a été affectée à chaque placette.

La codification des facteurs relevés est la suivante :

- \* RESH : Réserve utile :
  - 1 : Faible : < 50 mm
  - 2 : Moyenne : 50 - 100 mm
  - 3 : Forte : 100 - 150 mm
  - 4 : Très forte : > 150 mm
- \* TOPO : Topographie :
  - 1 : crête
  - 2 : replat
  - 3 : versant
  - 4 : combe ou fond de vallon
- \* CRET : Distance à la crête :
  - 1 : Fond de vallon abrité
  - 2 : versants, > 200 m
  - 3 : crête secondaire
  - 4 : crête principale
- \* PROF : Profondeur du sol :
  - 1 : > 100 cm
  - 2 : 50 - 100 cm
  - 3 : 20 - 50 cm
  - 4 : < 30 cm
- \* NIVT : Niveau trophique :
  - 1 : Eutrophe & mésotrophe
  - 2 : Oligotrophe
  - 3 : Hyperoligotrophe

Ont également été notés, en nombres réels non codés en classes :

- \* l'altitude, en m de 10 en 10
- \* la pente, en ° de 5 en 5

## Résultats

L'ensemble du massif de la Loubière est dans le secteur S3 du catalogue des Hautes Cévennes.

Les stations observées sont les suivantes :

- \* Station 1 : Station de fond de vallon  
Sol brun mésotrophe ou eutrophe  
Réserve utile très forte
- \* Station 2 : Station de versant ou de tête de vallon  
Sol brun acide ou brun ocreux  
Réserve utile très forte ou forte

- \* Station 3 : Station de versant  
Sol brun acide ou brun ocreux  
Réserve utile moyenne
- \* Station 4 : Station de replats secs  
Sol brun acide ou lithosol  
Réserve utile faible
- \* Station 5 : Station de crêtes ventées  
Lithosols  
Réserve utile faible.

Les effectifs de placettes par station sont les suivants :

- \* Station 1 : 11 placettes
- \* Station 2 : 12 placettes
- \* Station 3 : 32 placettes
- \* Station 4 : 19 placettes
- \* Station 5 : 8 placettes

### RESULTATS BRUTS

Les résultats bruts sont présentés par trois graphiques.

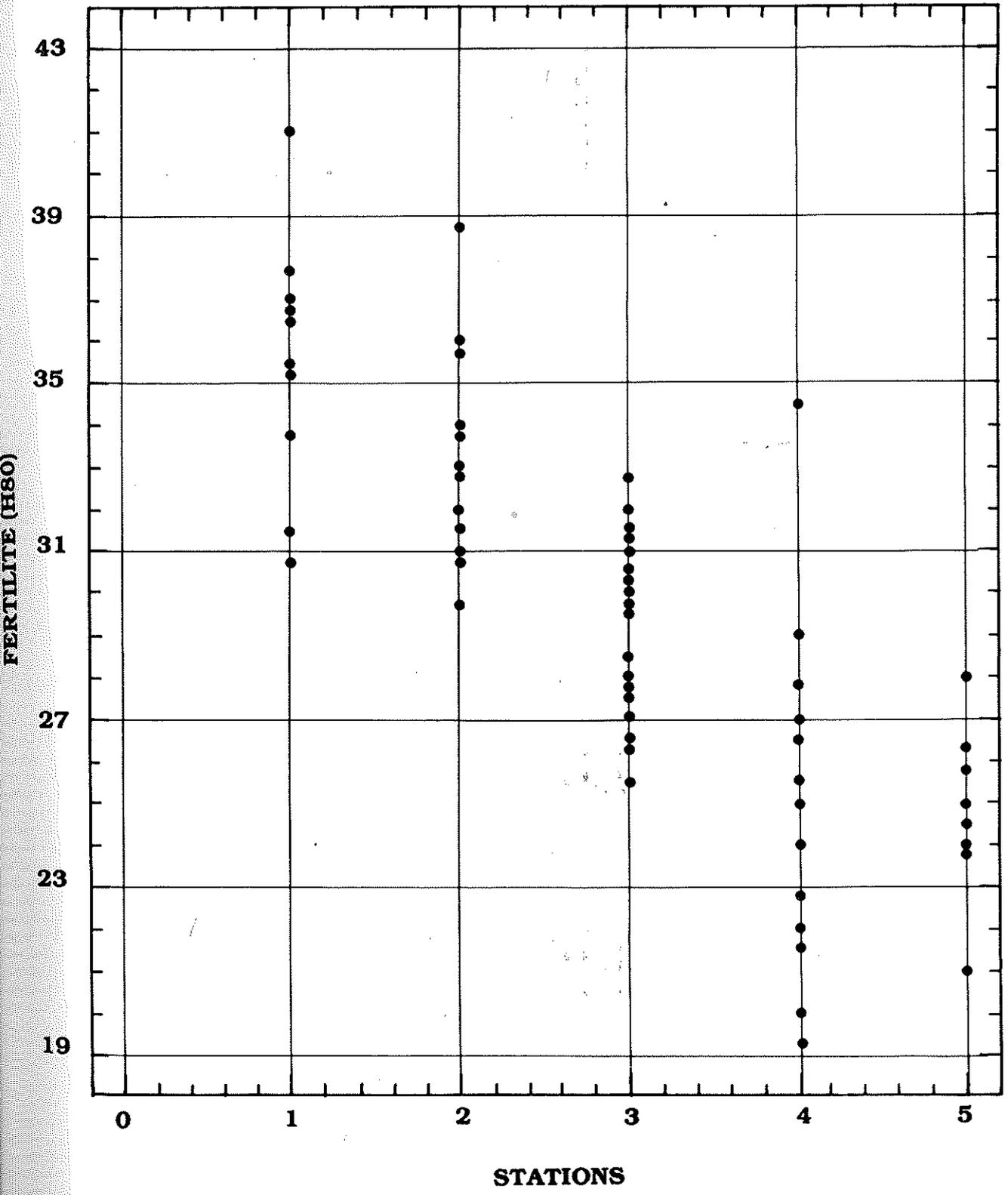
Un premier graphique, intitulé "**Fertilité du sapin à la Loubière**", décrit, station par station, la variabilité des fertilités observées. Les stations sont en abscisse, repérées par les nombres de 1 à 5, et les fertilités sont en ordonnées, mesurées en mètre. Chaque point du graphique correspond à une placette, donc à une observation station - fertilité.

Deux questions sont alors légitimes :

Première question : les fertilités sont elles homogènes dans chaque station ? C'est le problème de l'homogénéité des stations.

Deuxième question : les fertilités sont elles significativement différentes pour deux stations différentes ? C'est le problème de la discrimination des stations.

FERTILITE DU SAPIN A LA LOUBIERE



## HOMOGENEITE DES STATIONS

### Commentaires

Le problème de l'homogénéité des stations a été abordé par voie descriptive dans un premier temps. Pour cela, pour chaque station, l'ensemble des placettes ordonnées par ordre de fertilité a été partagé en quatre parties d'effectif égal. Chacune des parties ainsi constituée est un quartile. Le premier quartile représente donc le quart des placettes de plus grande fertilité, et ainsi de suite pour les différents quartiles. L'avantage des quartiles est de permettre une grande stabilité des résultats par rapport aux valeurs extrêmes et exceptionnelles.

Les quartiles de fertilité pour les différentes stations sont représentés sur le graphique "Quartiles" (du nom des inventeurs de cette représentation).

On remarque sur ce graphique que, pour les stations 1 et 2 (toutes deux caractérisées par une réserve utile très bonne, mais discriminées écologiquement par un niveau trophique mésotrophe ou eutrophe pour la station 1 et oligotrophe pour la station 2), les quartiles supérieurs sont importants en amplitude vis à vis des trois autres, relativement équilibrés. C'est l'indication de valeurs extrêmes, exceptionnellement hautes. Ces valeurs sont en fait les deux placettes dont la fertilité est voisine de 40 m, sur la station 1 et une sur la station 2. Or, les stations 1 et 2 sont caractérisées par une réserve utile très bonne, c'est à dire supérieure à 150 mm, ce qui physiquement correspond à des colluviums d'épaisseur supérieure à un mètre environ. La plupart des colluviums de la forêt de la Loubière dépassent rarement l'épaisseur de 1,50 m, voire deux mètres, mais il existe un vallon qui a été le siège de fortes accumulations, où l'épaisseur des colluviums est supérieure à quatre mètres. C'est précisément dans ces situations écologiquement exceptionnelles que se retrouvent les deux placettes de fertilité exceptionnelle.

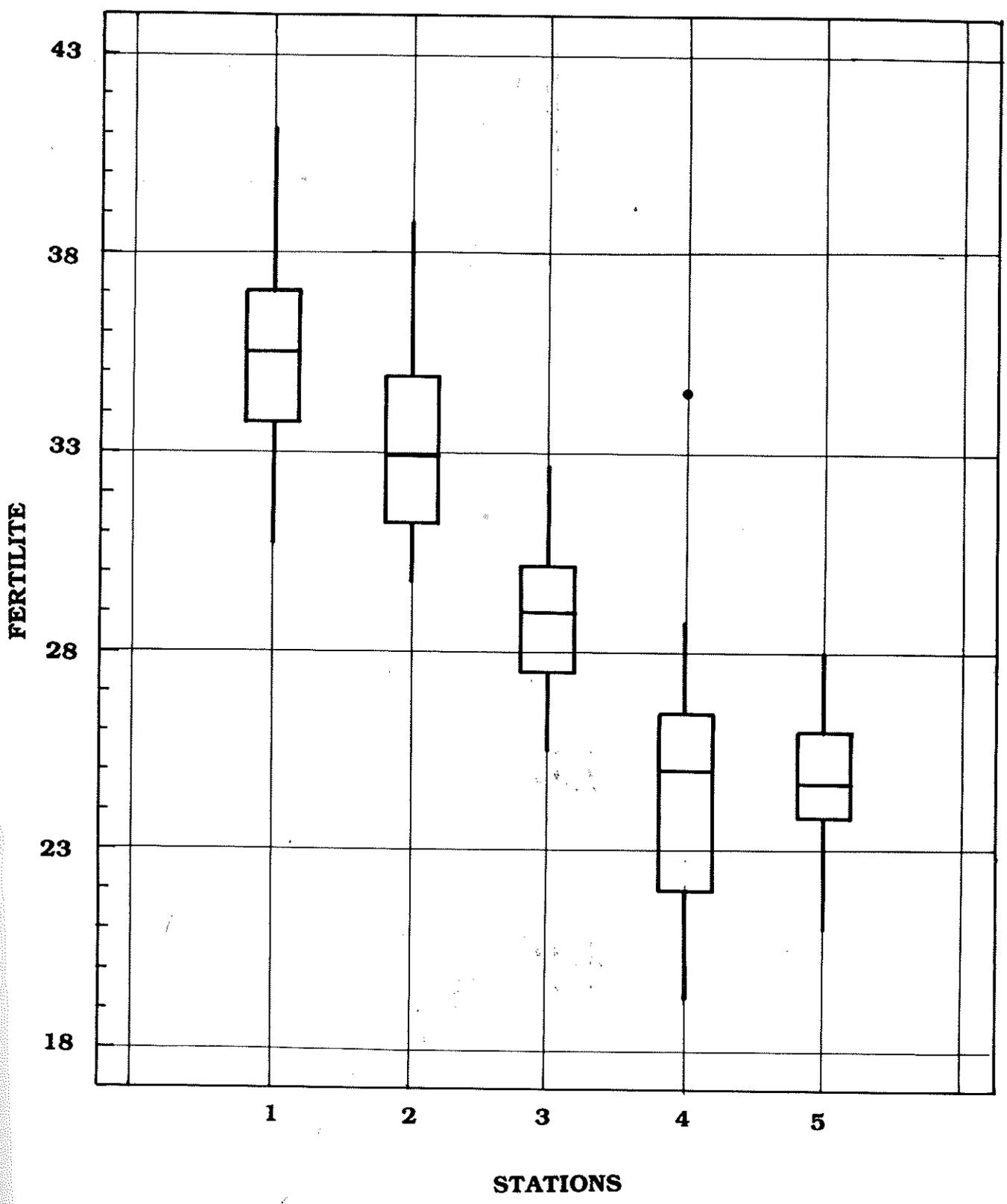
### Résultats

Les stations 3, 4 et 5 sont homogènes en fertilité. Les stations 1 et 2 sont hétérogènes. Cette hétérogénéité s'explique par des valeurs exceptionnellement bonnes liées à des colluviums d'épaisseur exceptionnelle.

### Conclusions

Au vu de ce résultat, bien que ces colluviums exceptionnels ne représentent qu'une surface minime des Hautes Cévennes, ils seront individualisés comme station particulière dans le catalogue, car la fertilité observée, donc les potentialités, sont nettement au dessus des valeurs observées par ailleurs.

### QUARTILES



## DISCRIMINATION DES STATIONS

### Introduction statistique et méthodologique

Le problème écologique de discrimination des stations, tel qu'il est posé, est typiquement un problème d'analyse de variance, où, sur l'ensemble des 81 placettes réparties en 5 stations, on teste l'hypothèse  $H_0$  : "toutes les stations sont équivalentes en fertilité" contre l'hypothèse alternative "il existe au moins une station différente des autres".

Cette analyse est statistiquement légitime si :

\* 1) la répartition des fertilités dans la Loubière suit une loi gaussienne

ou

\* 2) les effectifs mesurés par station sont supérieurs ou égaux à 30 individus.

La deuxième condition n'est pas réalisée, et la première n'a pas été vérifiée par les tests adéquats. Aussi, afin de confirmer les résultats de l'analyse de variance, nous avons effectué un test sur les rangs, de Kruskal-Wallis.

Les deux tests (analyse de variance et Kruskal-Wallis) indiquent qu'il y a une forte influence de la station sur la fertilité.

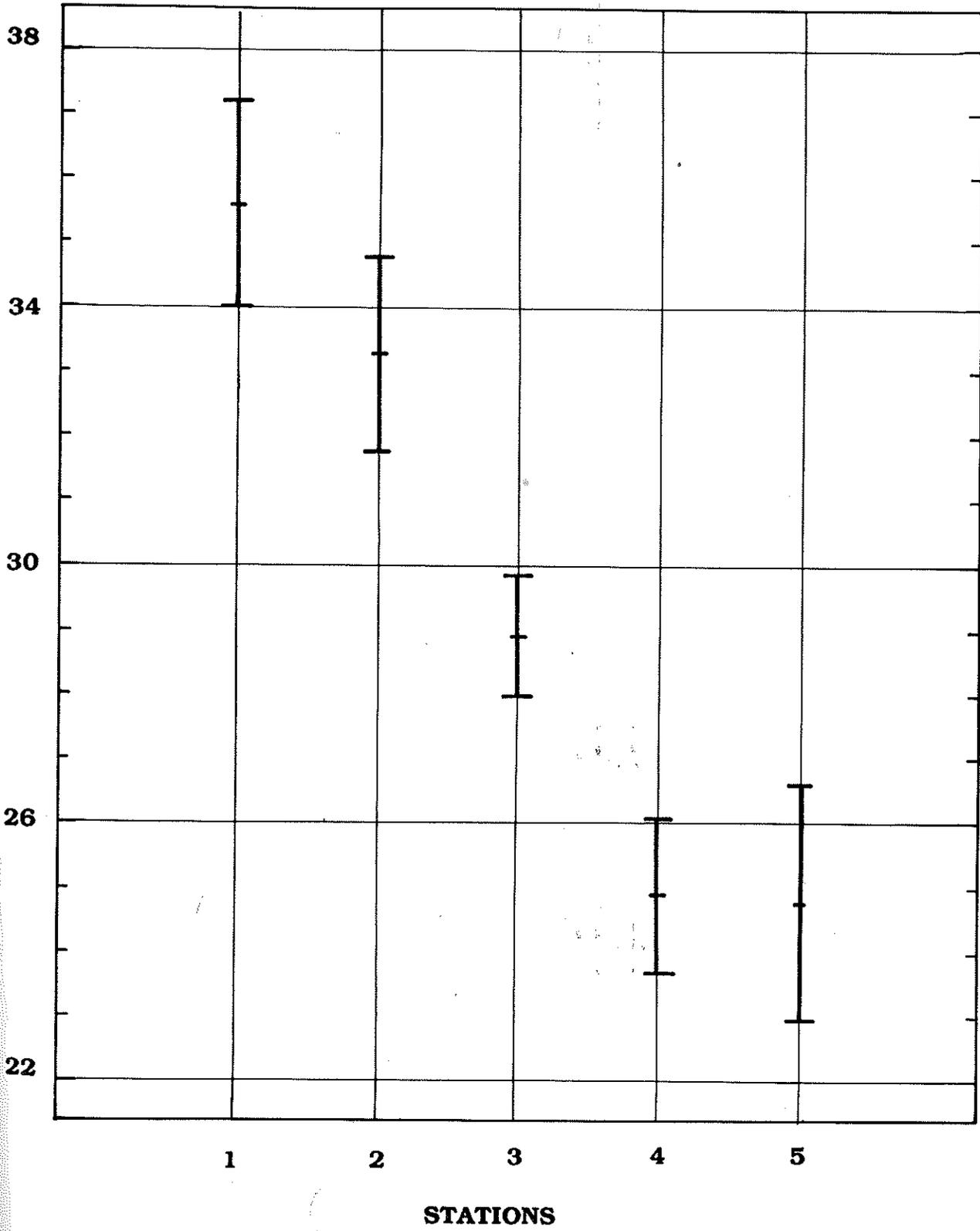
### Résultats de l'analyse de variance

L'analyse de variance consiste essentiellement à estimer une moyenne des fertilités station par station, affectée d'un intervalle de confiance. L'intervalle de confiance se rapporte à l'estimation de la moyenne, et non à la dispersion des points autour de cette moyenne.

Cette estimation pour les différentes stations est la suivante :

**ANALYSE DE VARIANCE :**

**INTERVALLE DE CONFIANCE à 95 % POUR LA MOYENNE**



Station	Moyenne	Intervalle de confiance
1	35.3 m	33.9 - 36.8 m
2	33,2 m	31,9 - 34,6 m
3	29.2 m	28.4 - 30 m
4	24.5 m	23.4 - 25.6 m
5	26 m	24.4 - 27.7 m

Les résultats de ce tableau sont visualisés dans le graphique "**Analyse de variance : intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne**", où, pour chaque station en abscisse, sont indiqués en ordonnée la moyenne des fertilités pour cette station et l'intervalle de confiance au seuil de 95 % de cette moyenne estimée.

Visuellement, on remarque qu'il y a chevauchement des intervalles de confiance pour les stations 1 et 2 d'une part, et pour les stations 4 et 5 d'autre part. Ce qui signifie que, étant donné les observations réalisées, on ne peut conclure avec un risque inférieur à 5 chances sur 100 de se tromper à une différence entre les stations 1 et 2 d'une part et entre les stations 4 et 5 d'autre part. On ne peut non plus conclure définitivement que ces stations sont semblables : il est probable que la discrimination ne peut se faire sur une base statistique sûre car les échantillons mesurés pour chaque station sont trop petits.

La variance totale des 81 placettes, qui représente la dispersion des fertilités autour de la fertilité moyenne, est de 1542 m<sup>2</sup>. La variance entre les stations, qui représente la dispersion des moyennes des stations, est de 1121 m<sup>2</sup>. La variance intra-stationnelle, qui représente la dispersion des fertilités autour de la moyenne de chaque station, est de 421 m<sup>2</sup>. Ainsi, le pourcentage de variance expliquée est de 1121/1542, soit 72.7%.

Le test de Fisher pour cette analyse de variance est de 51.23, valeur qui est significative à des seuils infimes (largement inférieurs au milliardième). L'effet global des stations sur la fertilité est alors indiscutable.

### Conclusions de l'analyse de variance

L'analyse de variance nous amène à trois conclusions :

1) Il y a indiscutablement un effet station sur la fertilité du sapin pectiné dans le massif de la Loubière.



## MODELISATION DE LA FERTILITE

### Intérêt d'une modélisation de la fertilité

D'une part, l'observation des quartiles de répartition montre qu'à quelques placettes près, les stations sont homogènes et d'autre part, l'analyse de variance confirmée par le test de Kruskal-Wallis indique que les stations discriminent bien les fertilités.

### Modélisation par régression

Les facteurs écologiques retenus étant soit des facteurs quantitatifs, soit des facteurs qualitatifs mais codés selon un gradient en plusieurs classes, la technique de modélisation retenue est celle de l'ajustement d'un modèle linéaire.

Cette technique est grossière et n'est donc pas optimale en cas de facteurs qualitatifs, mais elle est fiable et les résultats sont facilement interprétables. Une technique plus fine sera à rechercher en cas d'impossibilité d'extraire des résultats corrects.

D'autre part, les facteurs notés sont très corrélés entre eux. Citons comme exemple de corrélations fortes :

- \* station & réserve utile      & profondeur du sol
- \* station & niveau trophique
- \* altitude & position topographique
- \* altitude & distance à la crête
- \* etc ..

La technique utilisée est donc celle de la régression pas à pas, qui permet d'éviter l'introduction dans un modèle de facteurs redondants.

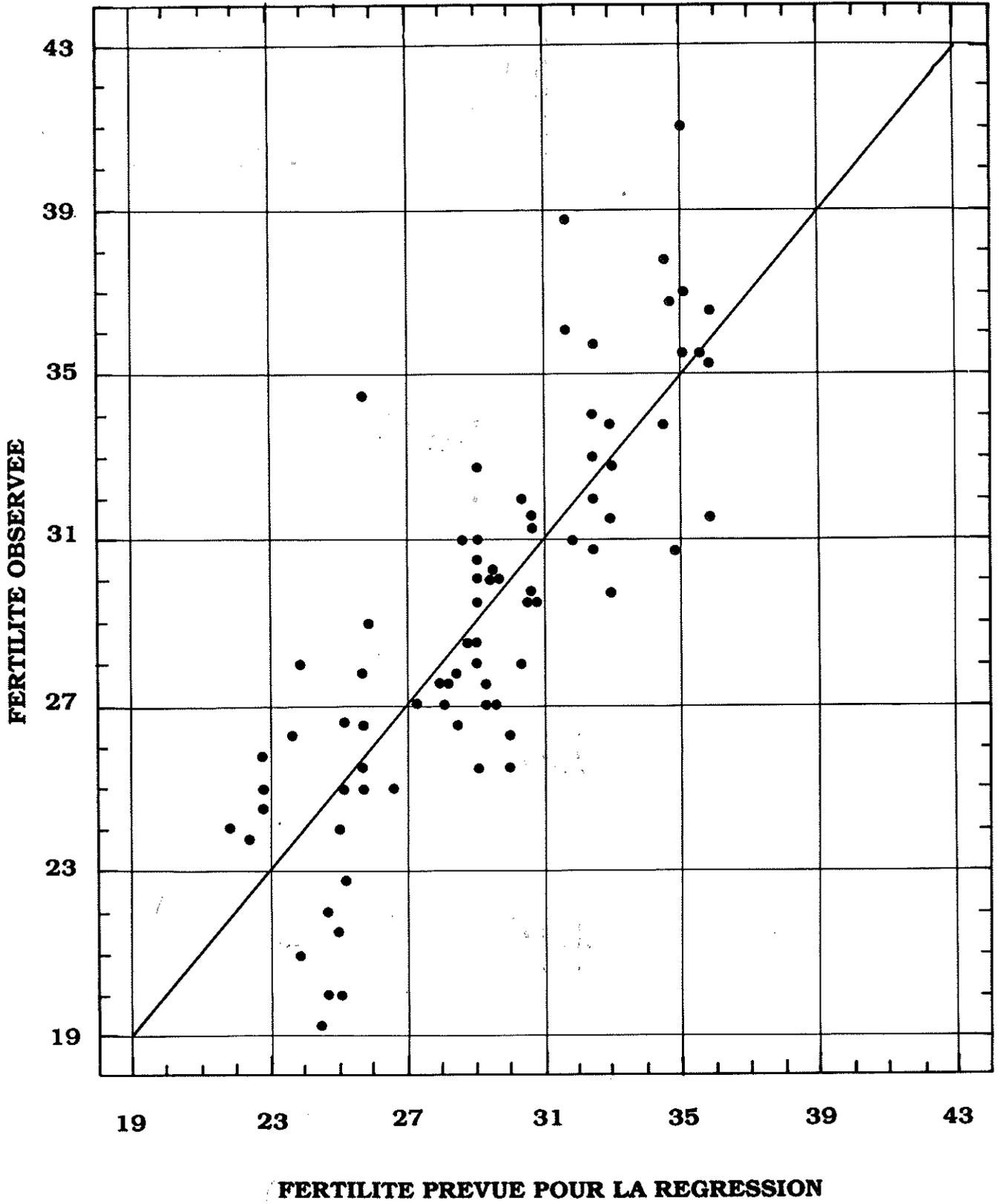
## Résultats de la régression

Deux facteurs ressortent de la régression pas à pas : la station et l'altitude, avec des degrés de signification infimes (donc une très bonne validation du modèle) :

Facteur	Coefficient	Ecart type	t de Student	Signification
Constant	24.32 m	3.74 m	6.5	< 10 <sup>-6</sup>
Altitude	0.013	0.003	3.83	3*10 <sup>-4</sup>
Station	- 3.31	0.24	-13.5	< 10 <sup>-9</sup>

Afin de visualiser les résultats, nous présentons le graphique "**Fertilité : qualité de la régression**", qui représente, pour chaque placette, en abscisse la valeur de H80 prévue par le modèle, et en ordonnée la valeur de H80 mesurée. Si le modèle était parfait, tous les points seraient alignés sur la diagonale. L'écart à la diagonale représente donc l'imperfection du modèle.

### FERTILITE : QUALITE DE LA REGRESSION



## BILAN ET CONCLUSIONS

L'étude précédente a montré :

- 1) Que les stations étaient homogènes en fertilité
- 2) Que les stations discriminaient les fertilités
- 3) Qu'il existait un modèle liant la fertilité, les stations et l'altitude.

Cette étude démontre donc la faisabilité des études de station.

La précision des résultats obtenus tient probablement à ce que, à chaque étape du travail, nous nous sommes attachés à ne retenir que les techniques les plus précises :

- a) définition des stations dans un but d'études autécologiques (l'aspect synthèse écologique a été rejeté au second plan)
- b) construction d'un modèle de croissance par analyse de tige
- c) sélection rigoureuse de peuplements monospécifiques, équiennes et fermés
- d) application stricte du même protocole de mesure des couples hauteur/âge pour la construction et l'utilisation du faisceau de courbes étagées
- e) choix d'un âge de référence voisin de l'âge des peuplements réels.

En chassant ainsi toutes les sources potentielles d'erreur, il est possible de produire des résultats précis et probants de relation entre les stations et la fertilité.

La question qui reste en suspens est : en quoi ce résultat est-il transposable à d'autres régions ? à d'autres essences ?

Fait à Riom, le 24 novembre 1990.

**Texte et traitements :** Alain Franc  
**Cartes :** Thomas Curt  
**Relevés :** Thomas Curt  
Geneviève Brétière  
Frank Jarry  
André Marquier

I.S.B.N. : 2.85.362.323.8

Prix de vente : 60 F T.T.C.