

*Liaisons station - production*

# **LE PIN LARICIO DANS LES CEVENNES**

*Croisement raisonné de plusieurs outils  
d'évaluation du milieu*

Daniel NOUALS  
Bénédicte BOISSEAU

- Avril 1992 -

*Version corrigée*

# RESUME

L'objet de ce travail est de relier la production du Pin laricio dans les Cévennes aux types de stations décrits dans les deux catalogues existants dans cette région. Au delà de son intérêt pratique, l'enjeu de l'étude est surtout méthodologique, notamment du fait de l'utilisation de la clef autécologique permettant de prédire la croissance du Pin laricio en fonction du milieu.

Les aspects méthodologiques abordés sont les suivants :

- utilisation pratique systématique de deux catalogues de station et d'une clef autécologique,
- test de justesse de la clef autécologique,
- pertinence des catalogues pour établir des liaisons stations-production,
- croisement clef autécologique-catalogue.

A cela s'ajoute, du fait de la répartition des peuplements de Pins laricio, un aspect extrapolation de catalogues au delà de leur territoire.

Des problèmes dendrométriques importants n'ont pas permis de répondre aussi précisément qu'espéré à toutes les questions posées, en particulier sur la possibilité d'utiliser la clef autécologique pour les liaisons stations-production.

Il est, malgré tout, clair que cette démarche n'est possible que si catalogues et clefs autécologiques comportent des éléments communs.

Des relations types de stations-fertilité ont pu être établis pour chacun des catalogues.

La production du Pin laricio sur roches métamorphiques dans les Cévennes méditerranéennes peut être estimée en fonction des critères permettant de calculer la réserve utile du sol. Toutefois la flore peut aussi fournir une appréciation qualitative de la fertilité.

# SOMMAIRE

<b>I - ENONCE DU PROBLEME</b>	<b>3</b>
1.1. Le but initial	3
1.2. Les outils	3
1.3. Première approche : les contraintes	3
1.4. La démarche adoptée et les objectifs retenus	4
<b>II - LE TERRAIN : PROTOCOLE DE MESURE ET NATURE DE L'ECHANTILLONNAGE</b>	<b>7</b>
2.1. Choix et forme de la placette	7
2.2. Les données dendrométriques	7
2.3. Les données écologiques	7
2.4. Nombre et localisation des relevés	8
2.5. Nature des peuplements mesurés	9
<b>III - UTILISATION PRATIQUE DES TROIS OUTILS</b>	<b>10</b>
3.1. Utilisation des catalogues	10
3.1.1. Le catalogue des "Basses Cévennes à Pin maritime"	10
3.1.2. Le catalogue des Hautes Cévennes	11
3.1.3. Utilisation simultanée des deux catalogues dans la partie intermédiaire	13
3.2. Utilisation de la clef autécologique du Pin laricio	15
<b>IV - LE PROBLEME DE L'INDICE DE FERTILITE</b>	<b>17</b>
4.1. Utilisation d'un modèle de croissance en hauteur. L'indice de fertilité	17
4.2. Mise en évidence de sous-populations dans les indices de fertilité	17
a) hypothèse dendrométrique	19
b) hypothèse écologique	19
c) hypothèse sylvicole	20
4.3. Scission de l'échantillon	20

<b>V - EXPLOITATION DES RELEVES ET UTILISATION DES TROIS OUTILS</b>	<b>21</b>
5.1. La répartition des relevés	21
5.1.1. Répartition des relevés selon les types de stations dans le catalogue des Hautes Cévennes	21
5.1.2. Répartition des relevés selon les types de stations dans le catalogue des Basses Cévennes	22
5.1.1. Répartition des relevés selon les groupes finaux de la clef autécologique	23
5.2. Croisement des types de station - clef autécologique	24
5.3. Comparaison des peuplements mesurés avec les outils d'évaluation du milieu	27
5.3.1. Indice de fertilité et catalogue des Hautes Cévennes	28
5.3.2. Indice de fertilité et catalogue des Basses Cévennes	29
5.3.3. Indice de fertilité et clef autécologique	30
<b>VI-COMMENT ESTIMER LA CROISSANCE DU PIN LARICIO EN FONCTION DU MILIEU DANS LES CEVENNES</b>	<b>34</b>
6.1. Comparaison des trois outils existants pour la prévision de la croissance du Pin laricio	34
6.1.1. Le catalogue des Hautes Cévennes	35
6.1.2. Le catalogue des Basses Cévennes	36
6.1.3. La clef autécologique	37
6.1.4. Choix du meilleur outil	38
6.1.5. Amélioration du diagnostic : résultat pratique final	38
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>43</b>

## AVANT-PROPOS

Cette étude a été réalisée grâce à l'aide du FONDS FORESTIER NATIONAL.

Les relevés de terrains ont été réalisés par

Nathalie MOURIER  
et  
Jean-Luc GROSSI

de l'Université Joseph FOURIER à Grenoble. Nous leur devons aussi l'essentiel des conclusions sur l'utilisation pratique des catalogues de stations et de la clef autécologique.

La mise en forme des textes et graphiques a été assurée par Dominique BREIL.

Le Pin laricio est une essence largement utilisée en reboisement sur le versant méditerranéen des Cévennes.

Dans cette région, pour évaluer les potentialités forestières du milieu vis à vis de cette essence, les forestiers disposent de trois outils.

- D'une part, deux catalogues des stations forestières :
  - \* typologie forestière des Basses Cévennes à Pin maritime, F. D'EPENOUX - IFN,
  - \* typologie forestière des hautes Cévennes, éléments pour le choix des essences, A. FRANC, T. CURT - CEMAGREF Clermont-Ferrand.
- D'autre part, une clef de détermination d'un indice de fertilité en fonction du milieu pour le Pin laricio, bâtie sur l'ensemble de la région méditerranéenne (cf. fiche Pin laricio du Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français, d'après une étude de R. COMMERÇON, CEMAGREF Aix-en-Provence).

Cette étude, entreprise à la demande de M. le Directeur de l'Espace Rural et de la Forêt, vise à utiliser conjointement ces trois outils pour établir des **relations** entre les **stations forestières** et la **production du Pin laricio** dans les Cévennes.

L'enjeu de cette étude, au delà de son intérêt direct pour les forestiers des Cévennes, est méthodologique : s'il est possible de croiser clef autécologique et catalogue sans retour sur le terrain ou grâce à une campagne très légère de terrain, on pourra gagner un temps considérable dans les études des relations stations-productions en zone méditerranéenne. En effet, il existe d'autres clefs autécologiques qui pourraient être ainsi utilisées.

Le résultat, quel qu'il soit, aura donc pour effet d'influer sur les études des écosystèmes forestiers méditerranéens et de leurs potentialités :

- soit, on pourra utiliser telles quelles les clefs autécologiques pour établir des relations stations-productions pour les catalogues existants,
- soit, on devra faire évoluer ces deux méthodes d'approche du milieu afin que l'utilisation conjointe de celles-ci soit possible.

## **I - ENONCE DU PROBLEME**

### **1.1. Le but initial**

Il est à la fois **pratique** et **méthodologique**

**Pratique** : **Affecter un indice de fertilité pour le Pin laricio à chacun des types de stations décrits dans l'un ou l'autre catalogue.**

**Méthodologique** : **Tester la possibilité de le faire uniquement en croisant clé autécologique et catalogues, avec une phase de terrain réduite au minimum.**

### **1.2. Les outils**

**Deux catalogues** de construction et de finalité assez différentes, mais dont l'objet commun est de proposer une description du milieu, non orientée vers l'évaluation de la production d'une essence en particulier.

**Une clef autécologique** ne retenant que les descripteurs du milieu apparus comme les plus pertinents pour expliquer la croissance du Pin laricio, mais bâtie sur une zone très étendue et des situations extrêmement variées. Les renseignements sur le milieu y sont donc grossiers.

Les finalités des outils que l'on veut rapprocher sont donc différentes, ainsi que les échelles auxquelles ils ont été construits.

Par conséquent, la question est de savoir si, par ce croisement, on ne va pas cumuler les imprécisions de chacun des outils au lieu de bénéficier des avantages qu'ils apportent. Il est donc nécessaire pour cette étude-test de vérifier la pertinence de l'utilisation conjointe de ces deux outils par une phase conséquente de terrain.

### **1.3. Première approche : les contraintes**

**Le croisement à priori** des catalogues et de la clef autécologique s'est très vite avéré impossible car les deux catalogues sont bâtis sur des données climatiques et pédologiques et ne font jamais appel à la flore dans leur clef de détermination, alors que le principal critère de choix de la clef autécologique est un test basé sur la présence ou l'absence de certaines plantes.

Une phase de terrain est donc indispensable pour savoir si certains embranchements de la clef correspondent préférentiellement à certains types de stations des catalogues.

Pour vérifier en outre le bien-fondé de l'utilisation conjointe de la clef et des catalogues, cette phase terrain doit être réalisée sur des peuplements de Pin laricio.

C'est donc principalement la localisation des peuplements de Pin laricio qui va imposer l'assiette de l'échantillonnage, ce qui est aussi apparu comme une contrainte majeure.

En effet, le repérage des peuplements existants sur l'ensemble des Cévennes, fait à l'aide de renseignements obtenus soit à l'IFN (localisation grossière des principaux massifs) soit auprès des services forestiers locaux (ONF, CRPF) a montré que la prospection des seuls boisements situés dans la zone couverte par les catalogues ne fournirait pas un effectif de relevés suffisant pour l'étude car la majorité des peuplements se trouve dans une bande intermédiaire non couverte par les catalogues.

Il s'agit des 3 régions IFN :

Hautes Cévennes Gardoises  
 Basses Cévennes Lozériennes  
 Basses Cévennes Gardoises à châtaigniers (partie nord).

D'autre part, les peuplements situés dans les zones couvertes par les catalogues ne concernent qu'une petite partie de celles-ci, c'est-à-dire la façade méditerranéenne des Hautes Cévennes, et la partie supraméditerranéenne des Basses Cévennes à Pin maritime.

#### **1.4. La démarche adoptée et les objectifs retenus**

L'existence des contraintes majeures exposées ci-dessus a conduit à modifier le but initial, et organiser la campagne de terrain autour des axes suivants.

##### **Zone d'étude**

- **limitée** à la façade méditerranéenne des Cévennes où là seulement se rencontrent des peuplements de Pin laricio en quantité suffisante.
- **étendue** à la partie intermédiaire non couverte par les catalogues et peu différente écologiquement des régions déjà étudiées. Les auteurs des catalogues ont décidé qu'ils étaient l'un et l'autre applicables dans cette partie intermédiaire (cf. carte page suivante).

##### **Types de stations**

Le croisement clef-catalogue n'étant possible que sur les stations où l'on peut vérifier l'indice de fertilité prédit par la mesure de la hauteur d'un peuplement existant, on n'étudiera que les seuls types de stations où l'on aura pu recueillir un nombre de relevés suffisant.

##### **Principe du relevé**

- identifier le type de station dans chacun des catalogues (s'il existe), que l'on soit dans une zone avec ou sans catalogue.
- Utiliser la clef autécologique pour aboutir à une fourchette de fertilité prédite.
- Mesurer l'âge et la hauteur dominante du peuplement pour pouvoir calculer l'indice de fertilité "réel".

##### **Résultats recherchés**

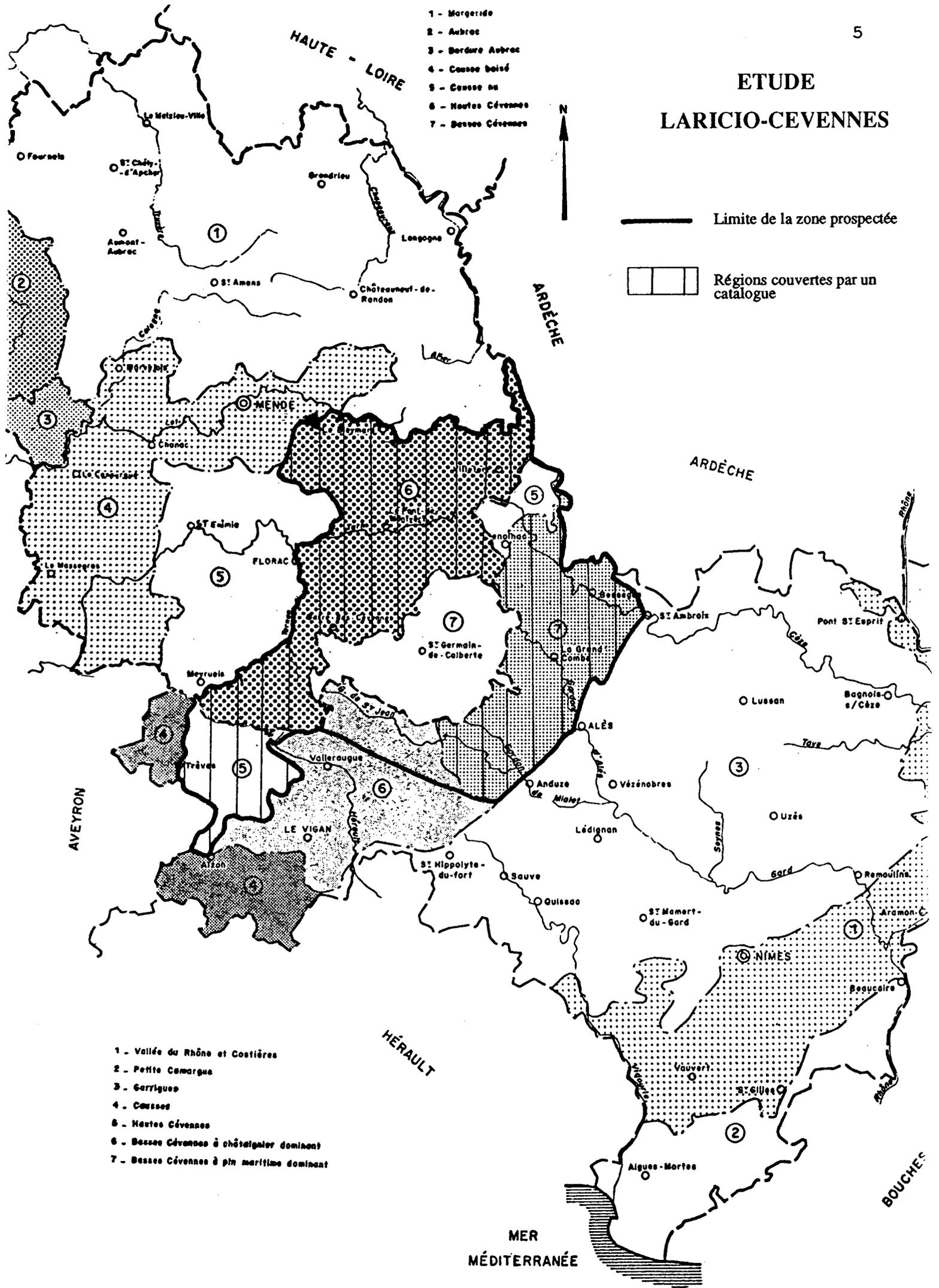
- 1 -Prédit-on à l'aide de la clef autécologique toujours les mêmes indices de fertilité sur un même type de stations (croisement clef-catalogue) ?
- 2 -Obtient-on des indices de fertilité "réels" proches sur un même type de station (liaisons stations-production) ?
- 3 -Les indices de fertilité prédits par la clef sont-ils proches des indices de fertilité "réels" (test de la clef autécologique) ?

# ETUDE LARICIO-CEVENNES

- 1 - Margeride
- 2 - Aubrac
- 3 - Bordure Aubrac
- 4 - Causse boisé
- 5 - Causse nu
- 6 - Hautes Cévennes
- 7 - Basses Cévennes

— Limite de la zone prospectée

▨ Régions couvertes par un catalogue



- 1 - Vallée du Rhône et Costières
- 2 - Petite Camargue
- 3 - Garrigues
- 4 - Causse
- 5 - Hautes Cévennes
- 6 - Basses Cévennes à châtaigner dominant
- 7 - Basses Cévennes à pin maritime dominant

A ces trois questions s'ajoutent par la force des choses deux aspects pratiques auxquels la phase de terrain répondra, et qui ne sont d'ailleurs pas les moins intéressants de l'étude :

- On utilisera de façon systématique deux catalogues de stations et une clef autécologique. Cette expérience pourra être utile aux gestionnaires locaux, car elle met en évidence les difficultés d'utilisation pratique rencontrées et la façon éventuelle de les résoudre.
- On testera la possibilité d'extrapoler ces catalogues sur les zones voisines non couvertes par ceux-ci.

Cette étude abordera donc des aspects multiples que l'on peut énumérer ainsi :

- Utilisation pratique de deux catalogues de stations.
- Utilisation pratique de la clef autécologique du Pin laricio.
- Extrapolation de catalogues hors de leur zone d'étude.
- Croisement clef autécologique-catalogues.
- Pertinence des catalogues pour établir des liaisons stations-production.
- Test de justesse et de précision de la clef autécologique.

## II - LE TERRAIN : PROTOCOLE DE MESURE ET NATURE DE L'ECHANTILLONNAGE

Nous avons vu que le relevé de terrain devait permettre de :

- identifier les types de station,
- prédire un indice de fertilité par l'utilisation de la clef autécologique,
- connaître l'âge et la hauteur dominante du peuplement.

En outre, des renseignements supplémentaires ont semblé utiles.

Pour cela, une fiche de relevé très simple a été établie spécialement, pour compléter une fiche type utilisée classiquement pour les relevés autécologiques au CEMAGREF d'Aix-en-Provence (cf. annexes 1 et 2).

Tous les relevés ont été réalisés par deux étudiants du laboratoire de botanique et de biologie végétale de l'Université de Grenoble 1, durant une période de un mois et demi (août et septembre 1990).

### 2.1. Choix et forme de la placette

Les enquêteurs devaient choisir des peuplements fermés, purs (c'est à dire comprenant plus de 80 % de Pins laricio), équiennes (pour le cas des régénérations naturelles, l'écart entre les âges ne devait pas dépasser 4 ans), et être âgés d'au moins 20 ans. Aucune surface ou forme fixe n'était imposée, mais il était recommandé de localiser le relevé sur une petite surface (de l'ordre de 500 m<sup>2</sup>). La station devait être homogène "à vue", c'est à dire ne pas présenter de variation de topographie ou flore sur toute son étendue.

### 2.2. Les données dendrométriques

Les mesures de hauteur ont été effectuées soit à la perche de type IFN soit au dendromètre (pour les arbres de plus de 20 m).

Il était dans la pratique impossible de mesurer systématiquement les 6 plus gros ou les 6 plus grands arbres de la placette, car dans ces peuplements souvent serrés on ne pouvait voir simultanément la cime et le pied de tous les arbres, condition indispensable pour les mesures au dendromètre.

Ce sont donc 6 arbres, choisis parmi les plus grands de la placette qui ont été mesurés.

Les mesures d'âge ont été faites par sondage plein coeur à la tarière de Pressler, à 30 cm de hauteur sans correction d'âge.

### 2.3. Les données écologiques

Ont été relevés : altitude, exposition, pente, position topographique (d'ordre hectométrique) et topographie stationnelle (en évaluant si le bilan apports-drainage était négatif, nul ou positif), nature, pendage, pourcentage d'affleurement de la roche et nature de la formation superficielle.

Pour ce qui concerne le sol, 5 sondages à la tarière hélicoïdale (de diamètre 4 cm), type d'humus, pourcentage de cailloux en affleurement et dans le sol, texture.

Enfin, un relevé de la végétation (sauf briophytes) en présence absence a été réalisé.

## 2.4. Nombre et localisation des relevés

62 relevés ont été réalisés, répartis dans les régions IFN de la façon suivante :

Nombre de relevés	Régions IFN	Existence d'un catalogue
19	30.05 - Hautes Cévennes Gardoises	Non
10	30.06 - Basses Cévennes à Châtaignier	Non
13	30.07 - Basses Cévennes à Pin maritime	Oui
8	48.06 - Basses Cévennes Lozériennes	Non
12	48.07 - Hautes Cévennes Lozériennes	Oui

Les peuplements ont été trouvés essentiellement sur **roches métamorphiques** (schistes, micaschistes et gneiss. Seulement 3 relevés sur granite) et entre **500 et 1050 m** d'altitude.

Cette tranche altitudinale correspond aux étages supraméditerranéen et Montagnard inférieur. Le Pin laricio est rare en peuplement à l'étage mésoméditerranéen, exceptionnel dans le montagnard moyen et absent dans le montagnard supérieur.

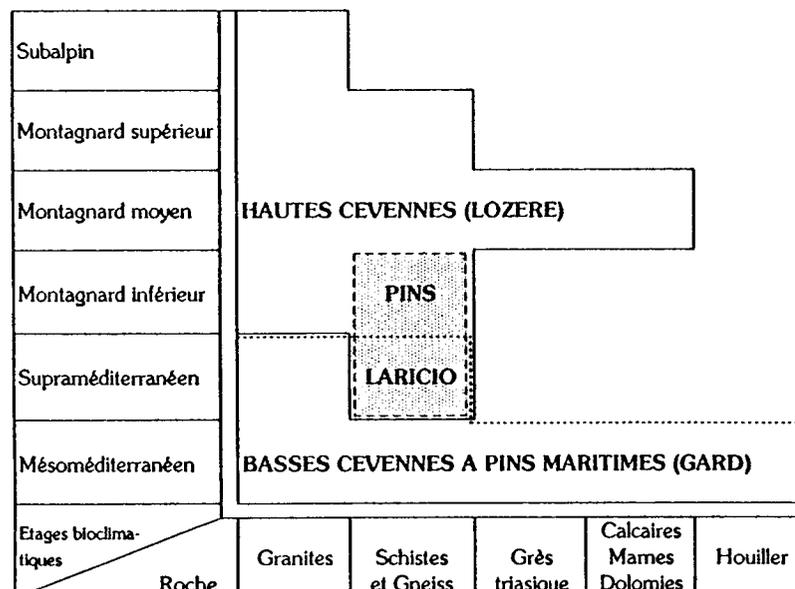
Or, les deux catalogues comprennent aussi des secteurs à roche granitique, gréseuse, ou calcaire, et, pour ce qui concerne l'altitude s'étagent de 150 à 900 m pour les Basses Cévennes, et de 500 à 1700 m pour les Hautes Cévennes.

Dans ces conditions, il apparaît que seule une partie des stations décrites dans chacun des deux catalogues pourra être étudiée.

Il s'agit des stations comprises dans les secteurs écologiques des roches métamorphiques, aux étages supraméditerranéen et montagnard inférieur méditerranéen (cela correspond en fait exactement à la petite région naturelle "Basses Cévennes métamorphiques" décrite dans "Les petites régions naturelles du Languedoc-Roussillon" - RIPERT, NOUALS, FRANC - 1990).

Le schéma ci-dessous situe les secteurs écologiques concernés par l'étude par rapport à l'ensemble des secteurs étudiés dans les catalogues.

SITUATION DES PEUPELEMENTS EXISTANTS DE  
PINS LARICIO DANS LES SECTEURS ECOLOGIQUES DES CATALOGUES



## **2.5. Nature des peuplements mesurés**

Les peuplements répondent bien sûr aux conditions des lois de EICHHORN (peuplements purs, réguliers, équiennes). On peut toutefois distinguer trois types de peuplements selon leur origine :

- les plantations âgées (entre 60 et 110 ans) soit 37 relevés,
- les peuplements issus de régénération naturelle à proximité des précédents, généralement sur des terrains abandonnés par l'agriculture, soit 13 relevés, entre 29 et 55 ans.
- les jeunes plantations, réalisées avec l'aide du FFN, soit 11 relevés entre 20 et 30 ans.

Remarque : signalons au passage la parfaite adaptation du Pin laricio aux Cévennes, vu l'extension que celui-ci est en train de prendre à partir des vieilles plantations.

Son pouvoir de dissémination y est au moins égal à celui du Pin sylvestre, et les anciens parcours et culturesensemencées naturellement portent des gaulis ou perchis très vigoureux. Malheureusement, l'absence quasi-générale de sylviculture dans ce type de peuplement conduit à des densités beaucoup trop fortes pour donner en l'état de véritables peuplements de production.

### III - UTILISATION PRATIQUE DES TROIS OUTILS

#### 3.1. L'utilisation des catalogues

##### 3.1.1. Le catalogue des "Basses Cévennes à Pin maritime"

Ce catalogue a été élaboré d'une part à partir des relevés de l'I.F.N., et s'est appuyé d'autre part sur la méthode du laboratoire des sciences du sol de l'INRA de Montpellier. De par sa conception, il est destiné à être utilisé à l'échelle de la parcelle de gestion forestière. En effet, les stations décrites rappellent les unités pédopaysagères, notion abordée par BORNAND et BARTHES, qui peuvent comprendre une mosaïque de type de sol, et donc des fertilités très variables.

Le concept de station forestière est donc ici très élargi par rapport à son acceptation habituelle (cf. DELPECH, DUME, GALMICHE).

La détermination des stations sur roche métamorphique se fait par la clef suivante :

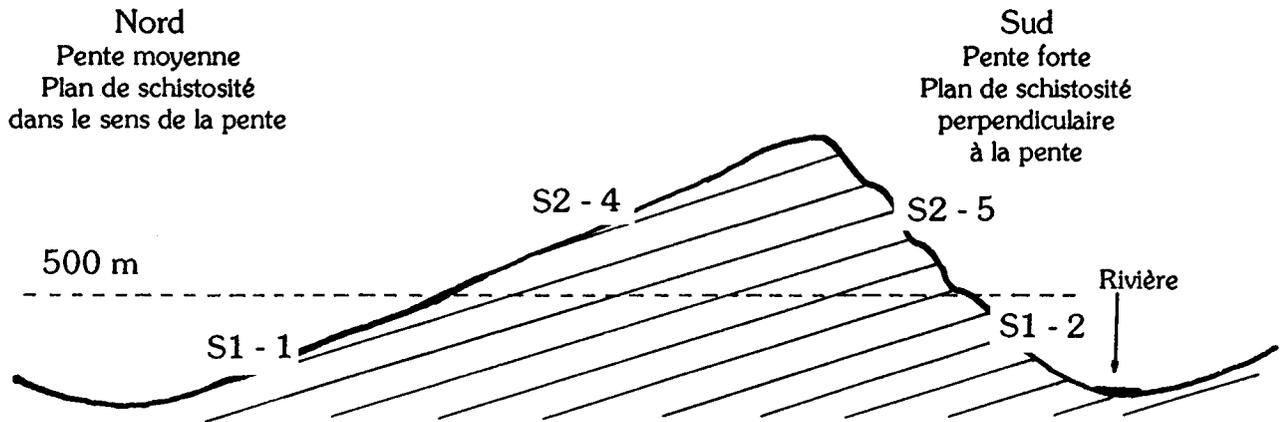
#### Catalogue Basses Cévennes

##### Clef de détermination des stations sur schistes

TYPE N°	S1.1	S1.2	S1.3	S2.4	S2.5	S2.6
ROCHE-MERE	SCHISTES des CEVENNES : SCHISTES et GNEISS					
INDICATION CLIMATIQUE	m > 0 °C variante fraîche 5 > S > 7 méditerranéen au sens large			m < 0 °C variante froide S > 7 péri-méditerranéen		
ALTITUDE	< 500 m			> 500 m		
SECTEURS ECOLOGIQUES	S1			S2		
SENS DU PLAN DE SCHISTOSITE	dans le sens de la pente	non conforme au sens de la pente		dans le sens de la pente	non conforme à la pente	/
PENTE	moyenne	forte	forte	moyenne	forte	faible
EXPOSITION	nord	sud	toutes	nord		toutes
PEDOLOGIE	sol brun et ranker	ranker et lithosol	lithosol	sol brun et ranker	ranker ± développé	ranker et lithosol
VEGETATION	Pin maritime Châtaignier	Pin maritime Châtaignier Chêne vert	futaie de Pin maritime	Pin laricio Pin sylvestre Châtaignier Pin sylvestre	Pin maritime Châtaignier Pin laricio	landes Ericacées Papilionacées
PROPOSITION D'ESSENCES DE REBOISEMENT	Cèdre Liban Erable de Mont. Aulne en coeur Frêne à fleur Cyprès vert Cyprès Arizona	Cèdre Liban Cyprès vert Cyprès Arizona Pin laricio	Protection	Pin laricio Douglas Cèdre Atlas Sapin Céphal. Robinier Aulne en coeur	Pin laricio Erable sycomor. Aulne en coeur Pin sylvestre Alisier blanc Cormier	Cèdre Atlas Pin laricio Pin sylvestre Bouleau Hêtre Erables
<b>Légende :</b>	m = moyenne des minima du mois le plus froid.		Pe = précipitation de juin, juillet, août		M = moyenne des maxima du mois le plus chaud	
S = $\frac{Pe}{M}$	S = indice de sécheresse estivale d'Emberger					

On voit qu'il s'agit de la combinaison de plusieurs facteurs, dont les principaux sont pendage, pente, exposition, type de sol.

Dans la pratique, les stations rencontrées opposent deux situations principales, subdivisées par la tranche d'altitude. Cette configuration est résumée par le schéma suivant :



### Coupe d'une vallée Cévenole

Les autres stations décrites sont marginales, et n'ont pratiquement pas été échantillonnées.

#### Problèmes rencontrés

- Ce schéma régional s'applique très bien sur la plus grande partie du catalogue, et même au delà, dans la zone typique des Cévennes schisteuses, c'est à dire là où les vallées sont parallèles entre elles et orientées Nord-Ouest, Sud-Est.

Par contre, sur une petite partie du territoire concerné (au pied du Mont Lozère et en limite du plateau Ardéchois), l'organisation du paysage est beaucoup plus perturbée, et il devient difficile d'identifier les stations, même dans la zone couverte par le catalogue.

- En dehors des deux cas bien décrits et très courants d'exposition et de pendage, il existe de nombreuses positions intermédiaires. Il y a dans ces cas beaucoup d'appréciations subjectives pour se situer dans l'un ou l'autre type de stations.
- Le paramètre pente est à utiliser avec prudence (topographie locale et microtopographie l'influençant fortement), de même que l'exposition dans la zone atypique.

#### 3.1.2. Le catalogue des Hautes Cévennes

Les grandes unités écologiques de ce catalogue ont été bâties après une analyse de la logique de répartition des sols dans le paysage d'une part et d'un découpage bioclimatique d'autre part.

La plupart des relevés se trouve dans l'unité dite des Cévennes schisteuses, sous climat méditerranéen et montagnard inférieur.

La détermination de la station est ensuite basée sur le niveau trophique (estimé par le type d'humus) et la réserve en eau du sol (estimée par la profondeur prospectable).

La clef des stations sur schistes est reproduite ci-dessous :

## Catalogue Hautes Cévennes

### Clef de détermination des stations sur schistes

Le matériau est une formation géoliffuée de texture dominante limoneuse, avec une charge en éléments grossiers variable.

#### UNITE S1 : STATIONS SUR SCHISTES ET MICASCHISTES ETAGE COLLINEEN (CHENAIE) CLIMAT MEDITERRANEEN

- l'humus est un mull eutrophe ou mésotrophe :

\* la profondeur prospectable est supérieure à 60 cm . . . . . STATION S1-FE

- l'humus est un mull acide ou un mull-moder :

\* la profondeur prospectable est inférieure à 30 cm  
et le pendage schisteux conforme à la pente . . . . . STATION S1-fOC

\* la profondeur prospectable est inférieure à 30 cm  
et le pendage schisteux inverse à la pente . . . . . STATION S1-fOI

\* la profondeur prospectable est comprise entre 30 et 60 cm  
et le pendage schisteux conforme à la pente . . . . . STATION S1-MOC

\* la profondeur prospectable est comprise entre 30 et 60 cm  
et le pendage schisteux inverse à la pente . . . . . STATION S1-MOI

\* la profondeur prospectable est comprise entre 60 et 100 cm . . . . . STATION S1-FO

\* la profondeur prospectable est supérieure à 100 cm . . . . . STATION S1-AO

#### UNITE S2 : STATIONS SUR SCHISTES ET MICASCHISTES ETAGE MONTAGNARD INFERIEUR (HETRAIE-CHENAIE) CLIMAT MEDITERRANEO-MONTAGNARD

- l'humus est un mull eutrophe ou mésotrophe :

\* la profondeur prospectable est supérieure à 60 cm . . . . . STATION S2-FE

- l'humus est un mull acide ou un mull-moder :

\* la profondeur prospectable est inférieure à 30 cm  
et le pendage schisteux conforme à la pente . . . . . STATION S2-fOC

\* la profondeur prospectable est inférieure à 30 cm  
et le pendage schisteux inverse à la pente . . . . . STATION S2-fOI

\* la profondeur prospectable est comprise entre 30 et 60 cm  
et le pendage schisteux conforme à la pente . . . . . STATION S2-MOC

\* la profondeur prospectable est comprise entre 30 et 60 cm  
et le pendage schisteux inverse à la pente . . . . . STATION S2-MOI

\* la profondeur prospectable est comprise entre 60 et 100 cm . . . . . STATION S2-FO

\* la profondeur prospectable est supérieure à 100 cm . . . . . STATION S2-AO

A l'échelle de la placette de relevé, qui est notre échelle de travail, cette clef est facilement utilisable.

D'autre part, ce catalogue a été conçu par ses auteurs comme un outil d'évaluation de la fertilité, il correspond bien à l'objectif visé dans cette étude.

### **Problèmes rencontrés**

- Le plus important est celui de l'évaluation de la profondeur du sol. Sauf sur sols très peu épais, celle-ci se fait par sondages à la tarière. On retient après plusieurs essais (au moins 5) la profondeur d'enfoncement maximum comme profondeur du sol.

L'erreur commise ainsi peut être importante, surtout dans ce type de matériau (par exemple, dallage de certains horizons par des plaques de schistes, transportées par gravité ou soli-gélifluxion).

- Le pourcentage de cailloux dans le sol, mentionné dans le catalogue pour le calcul de la réserve utile, n'intervient pas dans la clef pour définir le type de stations. Or, il peut être souvent supérieur à 50 %, ce qui ne doit pas être sans incidence sur la fertilité.
- Enfin, la station ainsi définie aura souvent une surface très limitée, au milieu d'une mosaïque de stations différentes. Il sera alors difficile de l'utiliser pour la gestion forestière sans interprétation et regroupements préalables (mais ce problème est plutôt cartographique et n'influence pas les résultats de la présente étude).

#### **3.1.3. Utilisation simultanée des deux catalogues dans la partie intermédiaire**

- Le catalogue des Hautes Cévennes n'est pas bâti sur un schéma régional de répartition des stations. Il a donc pu être utilisé sur toute la zone d'étude.
- Pour contre, celui des Basses Cévennes ne s'applique correctement que sur la zone typique, faite de vallées Nord-Ouest Sud-Est. Cette zone s'étend en fait en dehors des limites du catalogue, à toute la région IFN des Basses Cévennes Lozériennes.

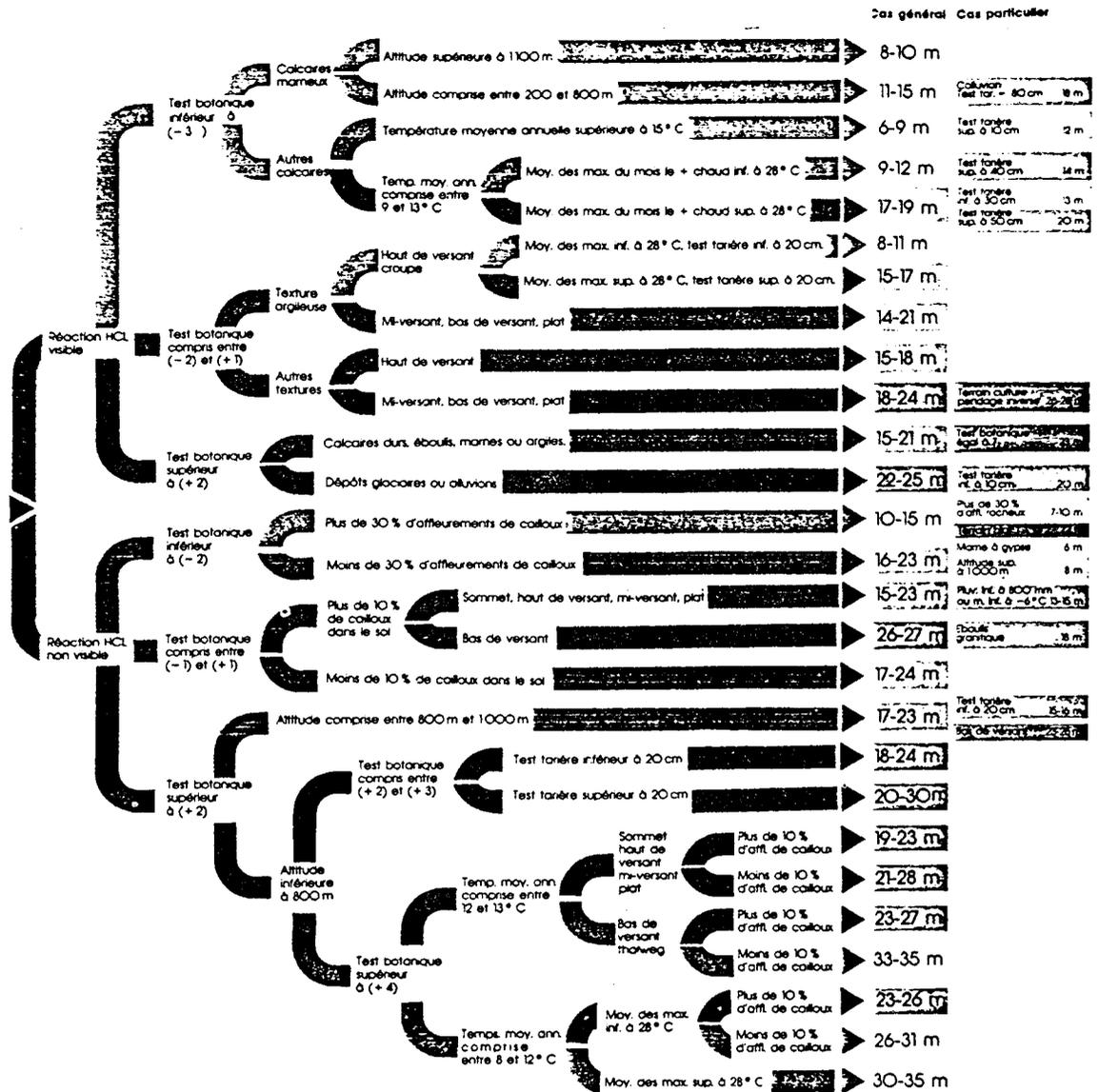
On peut donc proposer à posteriori certaines limites pour l'utilisation et l'extrapolation de ce catalogue (cf. carte page suivante).

- La notion de pendage n'est pas tout à fait identique dans les deux catalogues : dans le catalogue Hautes Cévennes, le pendage est envisagé par rapport à la pénétration racinaire ; dans celui des Basses Cévennes, elle est un révélateur d'un schéma régional, d'où, parfois, des difficultés d'interprétation du pendage observé.



### 3.2. Utilisation de la clef autécologique du Pin laricio

Cette clé doit permettre de prédire la croissance du Pin laricio en fonction des paramètres observés sur la station. Elle a été établie sur l'ensemble de la zone méditerranéenne.



### TEST BOTANIQUE

(Différence entre le nombre de plantes de la liste 1 et le nombre de plantes de la liste 2)

#### Réaction HCl non visible

①

Châtaignier (*Castanea sativa*)  
 Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*)  
 Coronille arbrisseau (*Coronilla emerus*)  
 Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*)  
 Frêne commun (*Fraxinus excelsior*)  
 Germandrée scorodonaire (*Teucrium scorodonia*)  
 Lierre (*Hedera helix*)  
 Millepertuis (*Hypericum sp.*)  
 Ronces (*Rubus sp.*)  
 Violette (*Viola sp.*)

②

Amélanchier (*Amelanchier vulgaris*)  
 Chèvrefeuille d'Etrurie (*Lonicera etrusca*)  
 Ciste de Montpellier (*Cistus Monspelienensis*)  
 Dompte venin noir (*Vincetoxicum nigrum*)  
 Dorycnium (*Dorycnium pentaphyllum*)  
 Genêt scorpion (*Genista scorpius*)  
 Genévrier commun (*Juniperus communis*)  
 Lavande à larges feuilles (*Lavandula latifolia*)  
 Panicaut (*Eryngium sp.*)  
 Thym (*Thymus vulgaris*)

En fait, seule la moitié inférieure de la clef (réaction HCl non visible) a été utilisée, puisque tous les relevés étaient situés sur substrat acide.

### **Problèmes rencontrés**

Sur une région très délimitée, comme les Cévennes, il apparaît certains facteurs d'imprécision dans l'utilisation :

- Cas du test botanique  $\geq 2$  et altitude  $> 800$  m : de très nombreux relevés correspondent à cette situation, et ne sont pas discriminés.
- Le cas des relevés au dessus de 1000 m d'altitude n'est pas prévu dans la clé.
- Par le jeu des compensations de facteurs, des milieux très différents aboutissent à des fourchettes de fertilité identiques et parfois assez larges.
- Certains embranchements font appel à des données thermométriques (T, m, M). Or les stations météorologiques qui fournissent ces données sont rares et pas forcément dans des conditions proches des peuplements recensés.

## IV - LE PROBLEME DE L'INDICE DE FERTILITE

### 4.1. Utilisation d'un modèle de croissance en hauteur. L'indice de fertilité

Il nous faut maintenant aborder la phase d'exploitation des données recueillies sur le terrain.

Notre problème étant de pouvoir comparer les relevés entre eux, il nous faut ramener les peuplements à un même âge de référence et estimer la hauteur atteinte à cet âge. Cette hauteur sera considérée comme **l'indice de fertilité** de la station pour le Pin laricio.

Nous avons utilisé pour cela le modèle de croissance en hauteur établi par R. COMMERÇON lors de l'étude autécologique. L'âge de référence retenu est celui figurant sur la clef autécologique, c'est à dire 50 ans. L'indice de fertilité H50 est obtenu par la formule

$$H50 = 0,7825 \times \text{hauteur} \times \frac{1}{1 - e^{-(0,026 \times \text{Age})^{1,61}}}$$

### 4.2. Mise en évidence de sous-populations dans les indices de fertilité

Une phase exploratoire a consisté à mettre en relation l'indice de fertilité ainsi obtenu avec les facteurs du milieu pris isolément, ainsi qu'avec les types de stations des catalogues.

On a utilisé pour cela la méthode des analyses de variance.

**Aucune différence significative de moyenne n'est apparue, quelle que soit la variable mise en relation avec l'indice de fertilité.**

Cette absence de corrélation, très décevante, pouvait conduire à abandonner l'étude.

Mais elle était aussi très surprenante, et on en a cherché la cause.

**Il s'est avéré en fait que le seul facteur explicatif de l'indice de fertilité était l'âge des peuplements**, comme le montre le résultat d'une analyse de variance sur deux classes d'âge :

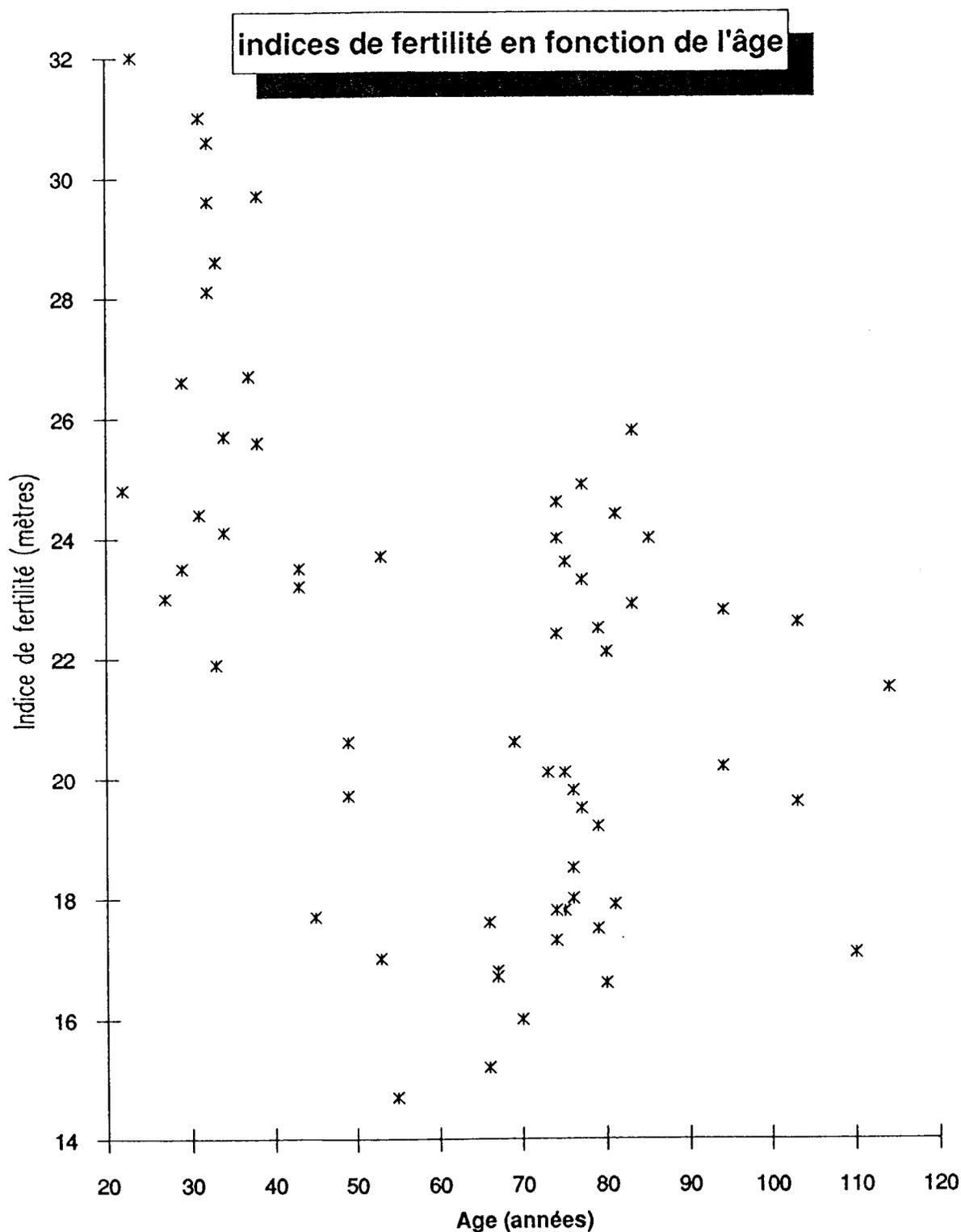
	Peuplements de moins de 45 ans	Peuplements de plus de 45 ans
Effectif	19	43
Moyenne des H50	26,4 m	20,1 m
Ecart type	3,1 m	3,0 m
Valeurs extrêmes	22 - 32 m	15 - 26 m
Test de Duncan	A	B

Valeur du Fischer : 58,32

Test de Fischer < 0,0001

On voit donc que les peuplements les plus jeunes ont des indices de fertilité beaucoup plus élevés que les peuplements plus âgés (avec un seuil de significativité inférieur à  $1\text{‰}$ ). Ils forment une population pratiquement disjointe du reste de l'échantillon, sans qu'aucun facteur écologique ne puisse être associé à cette population et donc expliquer cette différence.

La figure ci-dessous montre cette séparation en deux groupes distincts des indices de fertilité en fonction de l'âge.



Nous avons envisagé plusieurs hypothèses pour expliquer ce phénomène. Ces hypothèses sont d'ordre dendrométrique, écologique et sylvicole.

#### a) Hypothèses dendrométriques

La supposition la plus immédiate est celle de la non validité du modèle de croissance de R. COMMERÇON. En effet, ce modèle a été élaboré à partir d'un nuage de points, comprenant de nombreux peuplements jeunes et vérifié sur des segments d'analyse de tige.

Même si, comme cela a été fait, toutes les précautions ont été prises pour le choix de l'asymptote, et pour compenser l'effectif déséquilibré vers les jeunes peuplements, il est possible que le modèle ajusté à l'aide du seul nuage de points estime mal la croissance initiale des jeunes peuplements et surestime ainsi d'une façon ou d'une autre leur indice de fertilité.

Une autre hypothèse dendrométrique peut être formulée concernant la phase même de mesure des arbres : les arbres les plus hauts (hauteur > 23 m) ont été mesurés au dendromètre. Ces hauteurs sont généralement atteintes sur des arbres d'âge supérieur à 50 ans. Or, on a vu que dans le cas des mesures au dendromètre, ce ne sont pas forcément les arbres les plus hauts qui étaient choisis mais les arbres mesurables de l'étage dominant. Cette entorse au protocole de mesure a peut-être fait sous-estimer la hauteur dominante des peuplements les plus vieux. Mais l'erreur ainsi commise n'a d'une part, certainement pas été systématique, et d'autre part, jamais supérieure à 2 ou 3 m. Cette erreur est en plus amoindrie en ramenant les peuplements à l'âge de référence de 50 ans.

#### b) Hypothèse écologique

Si aucune explication **actuellement observable** et suffisamment significative par les facteurs du milieu n'a pu être mise en évidence pour expliquer une meilleure croissance des jeunes peuplements, on peut envisager une explication écologique **ancienne**.

En effet, l'objectif principal des plantations réalisées entre 1870 et 1920 était la restauration et la protection des sols. Cela laisse à penser que ces sols étaient dégradés par le surpâturage, et que les phénomènes de ruissellement et d'érosion étaient importants.

On peut donc supposer qu'une station où l'eau ruisselait plus qu'elle ne pénétrait, où l'activité biologique était faible et où le rajeunissement par l'érosion empêchait le sol d'évoluer, était plus défavorable qu'une station du même type, c'est à dire à matériau et topographie équivalents, dans le contexte forestier actuel.

En effet, si des traces d'érosion anciennes sont fréquemment visibles sous les vieux peuplements, elles n'existent pas sous les peuplements postérieurs à 1940. Ces phénomènes, liés au surpâturage ont d'ailleurs totalement disparu de la région.

En outre, nous avons vu que de nombreux peuplements jeunes étaient issus par régénération naturelle des premières plantations. Ils sont donc à proximité de sites où a pu se développer dans le sol tout un cortège biologique, notamment des mycorhizes, associé au Pin laricio, et donc susceptible de favoriser la croissance de la 2<sup>e</sup> génération (ce phénomène est courant en forêt).

Cette explication n'est par contre pas à retenir pour les boisements réalisés après guerre avec l'aide du FFN, d'âge inférieur à 30 ans, et qui sont dans le groupe des meilleurs indices de fertilité.

Par ailleurs, signalons que les nouveaux peuplements sont probablement souvent installés sur d'anciennes terres agricoles (parcours ou anciennes cultures) qui sont peut-être des milieux améliorés par l'action humaine.

Enfin, pour en terminer avec les hypothèses dites écologiques, il faut savoir que le même phénomène, sans atteindre l'ampleur constatée ici, a été maintes fois observé sur d'autres régions et d'autres essences. Parmi les hypothèses avancées figurent celles d'une évolution climatique d'une part, et de la composition de l'atmosphère d'autre part (BECKER et Al., 1990).

#### c) Hypothèse sylvicole

La dernière explication envisagée serait celle d'une sylviculture de cueillette : l'implantation d'un important bassin minier dans les Basses Cévennes suscitait une forte demande de bois de mines (raison de l'introduction massive du Pin maritime).

Peut-être certaines forêts ont-elles fait l'objet de prélèvements d'arbres, correspondant aux dimensions demandées, dans l'étage dominant (prélèvement des plus beaux arbres).

Mais ce mode de gestion, s'il fut fréquent à proximité des mines, et certainement appliqué à certaines forêts de Pin laricio, peut difficilement être attribué à l'ensemble de ces plantations, en général déjà trop éloignées du bassin houiller.

### **4.3. Scission de l'échantillon**

Pour pouvoir poursuivre l'exploitation de nos relevés, nous devons pouvoir comparer ce qui est comparable, c'est à dire les relevés appartenant à une même sous-population, du moins lorsque l'élément à comparer est l'indice de fertilité.

Nous avons décidé de fixer à 45 ans l'âge de séparation de notre échantillon en deux groupes, d'une part parce que c'est cette limite qui apparaît comme la plus significative parmi plusieurs autres découpages suivis d'analyses de variance. Par ailleurs cet âge est proche de l'âge de référence (50 ans) ce qui minimise l'erreur commise.

Le problème maintenant est que nous avons scindé un effectif déjà peu élevé en deux parties distinctes.

Pour les analyses faisant appel à l'indice de fertilité, nous n'étudierons que le groupe des peuplements d'âge supérieur à 45 ans car c'est le plus nombreux (43 relevés). Mais cet effectif est très restreint si nous voulons donner une valeur statistique à nos résultats.

Mais auparavant, nous allons nous intéresser à la répartition de nos relevés dans les types de station des différents outils que nous avons utilisés, indépendamment de la hauteur des arbres mesurés.

## V - EXPLOITATION DES RELEVÉS ET UTILISATION DES TROIS OUTILS

### 5.1. La répartition des relevés

#### 5.1.1. Répartition des relevés selon les types de stations dans le catalogue Hautes Cévennes

Nous avons vu que le catalogue des Hautes Cévennes pouvait être utilisé valablement sur toute la zone d'étude, du moins sur la partie de cette zone où sont situés les peuplements de laricio.

Chaque relevé a donc pu être rattaché à un type de station, même s'il était situé en dehors de la zone couverte par le catalogue.

Le tableau suivant donne le nombre de relevés par type de stations

		Nom du type de station	Nombre de relevés		
			Moins de 45 ans	Plus de 45 ans	Total
<b>S C H I S T E S</b>	Altitude 300 à 800 m (Etage supraméditerranéen)	S1 f	2	3	5
		S1 M	6	8	14
		S1 F	8	6	14
	Altitude 800 à 1100 m (Etage Montagnard méditerranéen inférieur)	S2 f	--	4	4
		S2 M	1	12	13
		S2 F	1	6	7
		S2 A	--	1	1
	Altitude 1050 à 1350 m (Etage Montagnard moyen)	S3 F	--	1	1
	<b>GRANITES</b> (Etage Montagnard méditerranéen inférieur)	G1	1	2	3
			<b>T o t a l</b>	<b>19</b>	<b>43</b>

**Nota :** f : profondeur prospectable < 30 cm,  
M : profondeur prospectable comprise entre 30 et 60 cm,  
F : profondeur prospectable comprise entre 60 et 100 cm,  
A : profondeur prospectable > 100 cm.

On voit que les stations à profondeur prospectable moyenne à forte sont mieux représentées que les stations de faible profondeur, bien que les enquêteurs aient recherché ces dernières pour équilibrer l'échantillonnage.

En fait, les peuplements purs de Pin laricio sont rares sur ce type de station.

A l'opposé, les stations à profondeur prospectable supérieure à 1 m sont très rares avec ou sans Pin laricio (du moins lorsque cette profondeur est évaluée à la tarière).

Enfin, la proportion de peuplements âgés est plus grande en altitude.

### 5.1.2. Répartition des relevés selon les types de stations du catalogue Basses Cévennes

Seuls les relevés situés sur le territoire du catalogue, ainsi que ceux de la zone où ce catalogue peut être extrapolé (Basses Cévennes lozériennes et Vallée Borgne) ont été replacés valablement dans les types de stations.

Le tableau suivant montre cette répartition :

			Nom du type de station	Nombre de relevés		
				Moins de 45 ans	Plus de 45 ans	Total
<b>S C H I S T E S</b>	de 400 à 500 m	Pendage conforme	S1 - 1	2	1	3
		Pendage non conforme	S1 - 2	4	–	4
	de 500 à 900 m	Pendage conforme	S2 - 4	3	8	11
		Pendage non conforme	S2 - 5	2	7	9
			<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>27</b>

On voit que l'effectif est à peu près équilibré entre les stations à pendage conforme et exposition de secteur Nord, et celle à pendage non conforme et exposition de secteur Sud.

### 5.1.3. Répartition des relevés selon les groupes finaux de la clef autécologique

Gr.	Nombre de relevés		
	Moins de 45 ans	Plus de 45 ans	Total
1	–	–	–
2	–	–	–
3	1	13	14
4	–	–	–
5	1	4	5
6	1	16	17
7	–	–	–
8	7	6	13
9	1	–	1
10	2	–	2
11	1	1	2
12	1	1	2
13	2	2	4
14	1	–	1
15	1	–	1

On voit que sur les 15 cas possibles, 4 ne sont jamais présents. Il s'agit des cas suivants :

- Groupes 1 et 2 (test botanique < -2) La raison de l'absence de relevés dans ce cas est principalement climatique puisque la liste "négative" du test botanique comprend surtout des plantes méditerranéennes, très rares sur la zone étudiée.
- Groupe 4 - Raison accidentelle due à la situation des boisements. Il y a en fait peu de relevés en topographies basses, et il ne s'en est pas trouvé dans ce cas là.
- Groupe 7 - Il n'y a jamais eu de test tanière moyen inférieur à 20 cm, quel que soit le relevé.

D'autre part, 3 groupes concentrent 43 relevés (soit près de 70 %), le reste (19 relevés) étant éparpillé dans 8 groupes restants, en particulier dans la partie basse de la clef, qui comprend les meilleures fertilités (groupes 9 à 15).

Cette répartition très inégale nous a permis de constater que l'on pouvait regrouper tous les relevés en quatre groupes principaux, en utilisant uniquement l'altitude et le test botanique.

Cette simplification se fait bien sûr au détriment de la précision des fourchettes de hauteurs finales proposées, mais elle permet d'éviter l'utilisation de données thermométriques, dont on a vu les difficultés d'emploi.

Les relevés sont répartis de la façon suivante dans la clef ainsi simplifiée :

	Fourchette des hauteurs prévues	Peuplements de moins de 45 ans	Peuplements de plus de 45 ans	Total
Test botanique $\leq 1$	15 - 24 m	2	17	19
Altitude > 800 m	17 - 23 m	1	16	17
Test botanique > 1	20 - 30 m	7	6	13
Altitude < 800 m	21 - 35 m	9	4	13
Test botanique < 4				
Test botanique $\geq 4$				
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>43</b>	<b>62</b>

Cette simplification fait mieux apparaître une différence de répartition entre les jeunes peuplements et les autres. Notamment, presque la moitié des jeunes peuplements présente un test botanique supérieur ou égal à 4, alors que ce n'est le cas que pour 12 % des peuplements plus âgés.

Enfin, lorsqu'on replace ces fourchettes dans l'ensemble de la clé, on constate que les fertilités prédites sont moyennes à très bonnes (classe III à classe exceptionnelle). La clef autécologique, à l'échelle régionale, indique que le Pin laricio est bien à sa place dans les Cévennes.

## **5.2. Croisement des types de station - clef autécologique**

Parmi les questions posées au début de l'étude figurait la suivante :

-Y a-t-il une corrélation entre les types de stations des catalogues et certains groupes finaux de la clef autécologique ?

que l'on peut formuler aussi par :

-Peut-on affecter une fourchette de prédiction de hauteurs pour le Pin laricio aux types de stations à l'aide de la clef autécologique ?

Indépendamment des hauteurs de peuplements et des âges mesurés, les tableaux croisant la répartition des relevés entre types de stations et clef autécologique donnent les réponses suivantes (les types de stations insuffisamment représentés ne figurent pas dans ces tableaux).

## A - Catalogue Hautes Cévennes x Clef autécologique

Groupe Nom du type de station	Clef											Amplitude pour un même type
	3 15-23	5 17-24	6 17-23	8 20-30	9 19-23	10 21-28	11 23-27	12 33-35	13 23-26	14 26-31	15 30-35	
S1 f	2			2	1							15 - 30
S1 M	4			7		1		1	1			15 - 35
S1 F	3			3			2	1	3	1	1	15 - 35
S2 f	2	1	1									15 - 24
S2 M	3	1	9									15 - 24
S2 F	1		6									15 - 23
<b>Total</b>	15	2	16	12	1	1	2	2	4	1	1	Effectif total
Clef simplifiée	17		16	12	12						57	

On voit que mise à part une distinction concordante d'altitude (fournie conjointement par la clef et le catalogue), les groupes finaux de la clef ne se répartissent pas préférentiellement dans l'un ou l'autre des types de station, ce qui aboutit à des fourchettes de prédiction bien trop larges pour les stations d'altitude inférieure à 800 m, et un peu plus réduites pour les autres.

On peut toutefois remarquer une certaine concordance entre les groupes à test botanique élevé et les stations à sol profond d'altitude inférieure à 800 m (S1 F).

A altitude plus élevée, ce fait, même s'il existe, ne peut apparaître puisque le test botanique n'intervient plus dans les choix proposés par la clef.

En résumé, si l'on appliquait telles quelles les prédictions de la clef autécologique aux types de stations du catalogue, on estimerait simplement que les stations de l'étage montagnard donneraient des peuplements de 3<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> classe de fertilité (ce qui reste à vérifier), alors que toutes celles de l'étage supraméditerranéen pourraient aller de la 3<sup>e</sup> classe jusqu'à la classe exceptionnelle (ce qui ne présente aucun intérêt pratique).

## B - Catalogue Basses Cévennes x Clef autécologique

Nom du type de station	Groupe clef											Amplitude pour un même type
	3 15-23	5 17-24	6 17-23	8 20-30	9 19-23	10 21-28	11 23-27	12 33-35	13 23-26	14 26-31	15 30-35	
S1 - 1				1			2					20 - 30
S1 - 2					1	1		1		1		19 - 31
S2 - 4	4	2		4					1			15 - 30
S2 - 5	4		1	1					2		1	15 - 35
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Effectif total</b>
Clef simplifiée	10		1	6	10						27	

Le résultat n'est guère plus satisfaisant. La particularité réside ici dans le fait que la classe de fertilité 3 serait absente des stations d'altitude inférieure à 500 m.

**En définitive, il est illusoire de vouloir affecter une prévision de fertilité à un type de station par le seul croisement direct avec la clef autécologique.**

Deux grands types de raison peuvent être invoquées pour expliquer ce résultat décevant :

- \* celles liées aux différences de construction des outils,
- \* celles liées à la précision des outils.

### *Différences de constructions des catalogues et de la clef autécologique*

Reprenons l'exemple de la typologie des Hautes-Cévennes. La profondeur du sol est une clef d'entrée déterminante du catalogue. Les seuils de profondeur choisis pour différencier les stations, tout en étant pertinents, n'ont rien d'absolu. Même si la clef autécologique était basée sur ce même critère de profondeur du sol, il y aurait peu de chance que les seuils soient les mêmes. Dès lors, le croisement des 2 outils introduit une imprécision qu'on peut illustrer par un exemple fictif :

		Clef autécologique basée sur la profondeur du sol			H50 pour les stations du catalogue après croisement avec la clef
		0 à 20 cm	20 à 50 cm	plus de 50 cm	
Catalogue basé sur la profondeur du sol	0 à 30 cm				→ 15 - 30 m
	30 à 60 cm				→ 20 - 35 m
	Plus de 60 cm				→ 30 - 35 m
H50 du Pin laricio d'après la clef		↓ 15 - 20 m	↓ 20 - 30 m	↓ 30 - 35 m	

Un relevé à 15 cm de profondeur est classé dans la 1ère station du catalogue et correspond à un indice de fertilité de 15 - 20 m.

Un relevé à 25 cm de profondeur est aussi classé dans la 1ère station du catalogue et correspond à un indice de fertilité de 20 - 30 m par la clef autécologique.

On obtiendra donc pour la 1ère station du catalogue une fourchette de hauteur du Pin laricio allant de 15 à 30 m alors que l'amplitude réelle des indices de fertilité de la 1ère station est sûrement plus serrée.

Dans notre cas, une différence supplémentaire vient s'introduire puisque catalogues et clef ne sont pas construits à partir des mêmes descripteurs du milieu. Même si ceux-ci exprimaient de façon différente une même "qualité" du milieu, on risque d'avantage encore d'avoir des décalages rendant le croisement infructueux. Prenons l'exemple de la station S2-4 du catalogue des Basses Cévennes, un relevé correspondant à un indice de fertilité de 23 m peut aussi bien être "rangé" par la clef dans la fourchette de 15 - 23 m ou de 20 - 30 m, d'où la très large amplitude de hauteur de cette station.

### **Précision des outils**

Nous n'avons pour l'instant pas remis en questions la pertinence et la précision des différents outils pour décrire la fertilité du Pin laricio. Ce peut être un facteur d'imprécision s'ajoutant à celui inhérent au croisement des outils. Nous allons donc vérifier leur qualité par la comparaison avec les peuplements réels de Pin laricio.

### **5.3. Comparaison des peuplements mesurés avec les outils d'évaluation du milieu**

Vu le problème dendrométrique exposé précédemment, nous ne ferons cette comparaison qu'en utilisant les indices de fertilité des peuplements d'âge supérieur à 45 ans.

D'autre part, pour que cette comparaison ait un sens, nous ne tiendrons pas compte des relevés situés dans des secteurs écologiques marginaux dans notre échantillon.

C'est pourquoi nous n'utiliserons pas les 3 relevés effectués sur granite et l'unique relevé de l'étage montagnard moyen.

### 5.3.1. Indice de fertilité et catalogue des Hautes Cévennes

Le tableau ci-dessous donne les effectifs, la moyenne et les extrêmes des indices de fertilité des peuplements mesurés par type de station.

Nota : le seul relevé situé dans le type de station S2 A (profondeur supérieur à 1 m) a été joint à ceux du type S2 F (profondeur comprise entre 60 cm et 1 m).

Types de station	SCHISTES					
	300 < Altitude < 800 m			800 < Altitude < 1050 m		
	Profondeur ← 30 60 →			Profondeur ← 30 60 →		
Indice de fertilité	S1 f	S1 M	S1 F	S2 f	S2 M	S2 F
Effectif	3	8	6	4	12	7
Moyenne	17,7 m	18,7 m	21,8 m	17,5 m	20,2 m	23,8 m
Ecart type	1,5 m	3,2 m	1,3 m	1,6 m	2,8 m	0,8 m
Valeurs extrêmes	16,7-19,4m	15,2-25,8m	20,1-23,6m	16,0-19,7m	14,7-24,6m	22,7-24,9m

Les moyennes des fertilités sont légèrement supérieures dans l'étage montagnard inférieur (20,8 m) à celles de l'étage supraméditerranéen (19,6 m), mais on voit surtout que ces moyennes de fertilité progressent de façon parallèle dans les deux étages en fonction de la profondeur du sol.

Les fourchettes des fertilités observées par type de station se recouvrent par contre beaucoup, ce qui signifie qu'il est difficile en l'état de donner une prédiction quantitative de la hauteur des peuplements par type de station.

### 5.3.2. Indice de fertilité et catalogue des Basses Cévennes

Types de station	SCHISTES			
	Altitude 300 à 500 m		Altitude 500 à 900 m	
	Versant nord pendage conforme	Versant sud pendage inverse	Versant nord pendage conforme	Versant sud pendage inverse
Indice de fertilité	S1 - 1	S1 - 2	S2 - 4	S2 - 5
Effectif	1	--	8	7
Moyenne	20,6 m	--	21,1 m	17,4 m
Ecart type	--	--	2,6 m	1,4 m
Valeurs extrêmes	--	--	17,8 - 24,6 m	15,2 - 19,5 m

On voit que l'étude de la croissance du Pin laricio sur les types de station de ce catalogue se réduit à comparer deux grands types de stations, situés sur les schistes de l'étage supraméditerranéen (sur les 21 types de station du catalogue).

Malgré l'hétérogénéité affichée des types de stations décrits, on peut voir que la croissance du Pin laricio semble confirmer le schéma régional annoncé, à savoir que les versants nord à plan de schistosité conforme sont généralement plus fertiles que celles des versants sud à plan de schistosité inverse. Mais les fertilités ne sont pas pour autant très bien discriminées.

### 5.3.3. Indice de fertilité et Clef autécologique

On n'a conservé ici que les relevés situés dans les cas prévus par la clef (jusqu'à 1000 m d'altitude) ce qui a conduit à supprimer le relevé de l'étage montagnard moyen, mais à conserver ceux des granites.

Peuplements d'âge supérieur à 45 ans						
Groupe final de la Clef et fourchette des fertilités prévues		Indices de fertilité		Prévisions justes	Prévisions fausses	
		Effectif	Moyenne Mini Maxi		H50 < Clef	H50 > Clef
3	15 - 23 m	13	18,8 16,0 22,4	13	--	--
5	17 - 24 m	3	20,5 17,1 24,6	2	--	1
6	17 - 23 m	15	21,2 14,7 24,4	6	1	8
8	20 - 30 m	6	18,7 15,2 23,6	2	4	--
11	23 - 27 m	1	20,6 -- --	0	1	--
12	33 - 35 m	1	25,8 -- --	0	1	--
13	23 - 26 m	3	21,5 16,8 24,9	2	1	--
<b>TOTAL</b>		42	14,7 25,8	25 (60 %)	8 (19 %)	9 (21 %)

On voit que :

- les prévisions sont bonnes sur le groupe 3,
- elles sont moyennes à mauvaises pour les suivants,
- les mauvaises prédictions se situent plutôt au dessus de l'indice de fertilité, sauf pour le groupe 6.

En ce qui concerne le groupe 6, les enquêteurs avaient déjà remarqué qu'il semblait être hétérogène. Des potentialités variées avaient été observées au dessus de 800 m sans que la clef ait prévu de les dissocier. Il s'agirait donc d'un cas sous-échantillonné dans la clef autécologique.

Pour les autres groupes, se pose ici le problème de base, qui est celui de la construction de la clef.

On a vu que l'on pouvait émettre de sérieux doutes sur la validité du modèle qui, s'il paraît correct pour les arbres d'âge supérieur à 50 ans (au delà du point d'inflexion), semble surestimer la croissance ultérieure des peuplements jeunes.

Or c'est bien ce modèle qui a servi à calculer l'indice de fertilité des relevés utilisés pour la construction de la clef.

En outre, l'échantillon de R. COMMERCION comprenait beaucoup de peuplements jeunes.

On peut donc se demander si les fourchettes des hauteurs données dans la partie basse de la clef (cas des tests botaniques  $\geq +2$  et des altitudes supérieures à 800 m, où se trouvent les prévisions de fertilité les plus élevées, soit 19 - 35 m) ne sont pas issues principalement de ces peuplements jeunes.

Cette hypothèse paraît d'autant plus sérieuse que l'échantillon recueilli dans les Cévennes pour la présente étude, confirme bien que la plupart des jeunes peuplements est située, dans cette région, à basse altitude.

En outre, le même tableau que le précédent sur le peuplement d'âge < 45 ans, donne les résultats suivants :

<b>Peuplements d'âge inférieur à 45 ans</b>						
Groupe final de la Clef et fourchette des fertilités prévues		Indices de fertilité		Prévisions justes	Prévisions fausses	
		Effectif	Moyenne Mini Maxi		H50 < Clef	H50 > Clef
3	15 - 23 m	1	23,5	0	-	1
5	17 - 24 m	1	23,0	1	-	-
6	17 - 23 m	1	23,2	0	-	1
8	20 - 30 m	7	26,7 24,1 31,0	5	-	2
9	19 - 23 m	1	32,0	0	-	1
10	21 - 28 m	2	23,4 21,9 24,8	2	-	-
11	23 - 27 m	1	29,7	0	-	1
12	33 - 35 m	1	28,6	0	1	-
13	23 - 26 m	2	25,8 23,5 28,1	1	-	1
14	26 - 31 m	1	26,7	1	-	-
15	30 - 35 m	1	30,6	1	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>21,9 32</b>	<b>11 (58 %)</b>	<b>1 (5 %)</b>	<b>7 (37 %)</b>

On voit qu'ici, près de 85 % des relevés se trouvent dans le cas du test botanique  $> 2$  et d'altitude  $< 800$  m, mais que, contrairement au tableau précédent, la fiabilité de la clef est correcte dans ce cas, la proportion des prévisions justes était exactement la même, et les mauvaises prévisions très rarement éloignées de l'indice de fertilité observé.

Par contre, ici, toutes les mauvaises prédictions se situent **en dessous** de l'indice de fertilité.

On peut donc se demander si, les mêmes causes produisant les mêmes effets, les valeurs indiquées dans les groupes finaux 8 à 15 de la clef autécologique (partie basse) ne sont pas issues principalement de peuplements jeunes, et celles des groupes 3 à 6 de peuplements plus âgés (plus fréquents à des altitudes élevées).

Le doute pesant sur le modèle de croissance remet donc en question les fourchettes de hauteur fournies par la clé.

Pour autant, les grandes tendances restent-elles valables ?

En d'autre terme, la clef autécologique reste-t-elle un outil de comparaison qualitative des stations, sachant que sa valeur quantitative est douteuse ?

Indépendamment des fourchette de fertilités prévues, voici, pour chacune des deux classes d'âges les moyennes des indices de fertilité observées pour chaque branche de la clef simplifiée :

### Peuplement de plus de 45 ans

	Effectif	Moyenne	Ecart type	Minimum-maximum
Test botanique $\leq 1$	16	19,2	2,3	16,0 - 24,6
Test botanique $\geq 2$ / Altitude $> 800$ m	16	21,4	3,1	14,7 - 24,9
Test botanique $\geq 2$ / Altitude $< 800$ m / Test botanique $< 4$	6	18,7	2,9	15,2 - 23,6
Test botanique $\geq 2$ / Altitude $< 800$ m / Test botanique $\geq 4$	4	21,5	3,8	16,8 - 25,8

### Peuplement de moins de 45 ans

	Effectif	Moyenne	Ecart type	Minimum-maximum
Test botanique $\leq 1$	2	23,2	0,3	23,0 - 23,5
Test botanique $\geq 2$ / Altitude $> 800$ m	1	23,2	—	—
Test botanique $\geq 2$ / Altitude $< 800$ m / Test botanique $< 4$	7	26,7	2,6	24,1 - 31,0
Test botanique $\geq 2$ / Altitude $< 800$ m / Test botanique $\geq 4$	9	27,3	3,4	21,9 - 32,0

Il ressort de ces tableaux que les relevés à test botanique inférieur ou égal à 1 d'une part, et ceux dont le test est supérieur à 4 d'autre part, présentent de façon constante respectivement les moins bonnes et les meilleures moyennes.

Lorsque vient s'intercaler une séparation par l'altitude, la distinction n'est plus vraiment claire, et cela est certainement dû à la fois à l'indice de fertilité mal évalué, et à cette distinction altitudinale dont on vient de voir qu'elle était probablement artificielle.

Reste donc la distinction des fertilités par le seul moyen du test botanique. La clef simplifiée ainsi à l'extrême donne le résultat suivant sur les arbres de plus de 45 ans.

	<b>Effectif</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>	<b>Minimum-maximum</b>
Test botanique < 2	16	19,2 m	2,3 m	16,0 - 24,6 m
Test botanique = 2 ou 3	19	20,2 m	3,1 m	14,7 - 24,9 m
Test botanique > 3	7	22,6 m	3,0 m	16,8 - 25,8 m

La croissance de la moyenne en fonction du test botanique est donc ici confirmée, surtout pour les fortes valeurs de celui-ci.

**La flore peut être un indicateur de la fertilité des stations pour le Pin laricio dans les Cévennes.**

En résumé, si la clef autécologique du Pin laricio peut rester un outil utilisable à l'échelle d'une grande région, elle n'est pas utilisable à l'échelle de la petite région naturelle des Cévennes schisteuses. Les hauteurs prédites ne sont pas sûres, et les embranchements finaux semblent artificiels. Par contre, son principal critère discriminant, qui est le test botanique, peut donner une appréciation qualitative de la station.

## **VI - COMMENT ESTIMER LA CROISSANCE DU PIN LARICIO EN FONCTION DU MILIEU DANS LES CEVENNES**

Nous avons vu que les 3 outils que l'on a utilisé pouvaient donner chacun des indications sur la croissance du Pin laricio.

Nous avons été amené, pour des raisons propres à chacun de ces outils, à les évaluer puis les simplifier pour les besoins de cette étude.

Il est bien entendu que cette simplification ne s'applique qu'au problème qui nous occupe, et ne doit en aucun cas devenir la nouvelle façon d'utiliser ces outils.

Mais pour le Pin laricio dans les Cévennes, nous cherchons maintenant à obtenir une méthode utilisable par le praticien.

Nous allons donc comparer nos trois résultats :

### **6.1. Comparaison des trois outils existants pour la prévision de la croissance du Pin laricio**

Comme élément de comparaison, nous disposons d'une part de l'expérience acquise par les enquêteurs de terrain et de leurs observations quant aux problèmes posés par les différentes clés ; d'autre part nous utiliserons les indices de fertilité des peuplements de plus de 45 ans, à l'aide d'analyses de variance par type de station.

### 6.1.1. Le catalogue des Hautes Cévennes

- Avantages :
- Conçu comme un diagnostic de fertilité. Correspond donc bien au problème posé.
  - S'applique facilement sur l'ensemble de la zone d'introduction préférentielle du Pin laricio.

- Inconvénients :
- Difficulté d'évaluation de la profondeur du sol qui est un des principaux éléments de reconnaissance de la station.
  - Dans la clef, pas de correction de la profondeur par la charge en cailloux et la texture.

Discrimination des fertilités en fonction des types de stations : résultat des analyses de variance.

Afin d'avoir un résultat statistiquement valable, on a regroupé par profondeur de sol les stations situées dans les étages supraméditerranéen et montagnard inférieur, car c'est bien la profondeur du sol qui semblait la plus discriminante (cf. tableau p. 28).

On aboutit alors à 3 grands types de stations :

SCHISTES ETAGES supraméditerranéen et montagnard Sol brun acide			
Profondeur du sol			
	30	60	
	S1 fo S2 fo	S1 Mo S2 Mo	S1 Fo S2 Fo
Effectif	7	20	13
Moyenne	17,6 m	19,6 m	22,9 m
Ecart type	1,4 m	2,9 m	1,4 m
Minimum-Maximum	16,0 - 19,7 m	14,7 - 25,8 m	20,1 - 24,9 m
Test de DUNCAN	B	B	A

Valeur du Fisher : 13,57  
Test de Fisher < 0,0001

### 6.1.2. Le catalogue des Basses Cévennes

Avantages :

- Bien adapté à une réflexion globale sur une parcelle ou une forêt.

Inconvénients :

- Stations hétérogènes du point de vue des potentialités.
- Ne s'applique pas sur la totalité de la zone potentiellement favorable au Pin laricio.

Fertilités en fonction des types de stations :

Seuls deux grands types de stations ont été suffisamment échantillonnés dans la zone d'application du catalogue.

	SCHISTES Altitude 500 à 900 m	
	Versant Nord pendage conforme S2 - 4	Versant Sud pendage non conforme S2 - 5
Effectif	8	7
Moyenne	21,1 m	14,4 m
Ecart type	2,6 m	1,4 m
Minimum-Maximum	17,8 - 24,6 m	15,2 - 19,5 m
Test de DUNCAN	A	B

Valeur du Fisher : 10,90  
Test de Fisher : 0,0057

### 6.1.3. La Clef autécologique

Avantages :

- Outil construit uniquement pour évaluer la fertilité des stations pour le Pin laricio.

Inconvénients :

- Doutes pesant sur sa fiabilité, du fait de la construction du modèle de croissance.

#### Fertilités en fonction des types de stations :

Du fait de la répartition des peuplements de Pin laricio, et de la solidité douteuse de certains embranchements nous n'avons conservé que la clef simplifiée à l'extrême, c'est à dire l'utilisation du test botanique comme unique critère de choix.

	TEST BOTANIQUE		
	Moins de 2	2 ou 3	plus de 3
Effectif	16	19	7
Moyenne	19,2 m	20,2 m	22,6 m
Ecart type	2,3 m	3,1 m	3,0 m
Minimum-Maximum	16,0 - 24,6 m	14,7 - 24,9 m	16,8 - 25,8 m
Test de DUNCAN	B	B	A

Valeur du Fisher : 3,58  
 Test de Fisher : 0,0375

#### 6.1.4. Choix du meilleur outil

Les trois outils ainsi adaptés peuvent donc être utilisés comme estimateurs de la fertilité des stations pour le Pin laricio.

Mais la comparaison simultanée

- des résultats obtenus
- de la facilité d'emploi
- de l'adaptation au problème posé de chacun de ces trois outils nous conduit à privilégier l'approche exposée dans le catalogue des Hautes Cévennes car :
  - en valeur absolue, les résultats chiffrés sont les meilleurs,
  - toute la zone intéressée est couverte par le catalogue.

#### 6.1.5. Amélioration du diagnostic : Résultat pratique final

Nous avons essayé d'améliorer la prévision de la fertilité en cherchant les critères qui pouvaient apporter une discrimination supplémentaire dans les types de stations simplifiés.

Le test botanique a été une des voies explorées. Il s'avère en fait que sa valeur moyenne croit bien avec la profondeur moyenne par type de station. Mais il n'apporte pas de précision supplémentaire.

Par contre, nous avons introduit parmi les variables à prendre en compte, la réserve utile calculée en fonction de la profondeur (test tarière maximum), la texture, et la charge en cailloux. Ce critère est celui qui a apporté l'amélioration des résultats la plus intéressante.

Par ailleurs, bien que le calcul de réserve utile ne figure pas dans la clef, son évaluation est bien conforme à l'esprit de ce catalogue, dont le propos est de discriminer les stations en fonction des trois grands critères : climat, niveau trophique, réserve utile.

Le résultat final est présenté page suivante.

## Fertilité des stations pour le Pin laricio dans les Cévennes schisteuses

Le résultat est applicable seulement si les trois conditions suivantes sont réunies.

- **Roche** : schiste, micaschiste ou gneiss
- **Etage bioclimatique** : Supraméditerranéen  
Montagnard inférieur méditerranéen
- **Humus** : mull acide ou mull moder.

	Profondeur du sol ≤ 30 cm <b>OU</b> RU ≤ 50 mm	Profondeur du sol entre 30 et 60 cm <b>ET</b> RU entre 50 et 80 mm	Profondeur du sol ≥ 60 cm <b>OU</b> RU ≥ 80 mm
Effectif	15	10	15
<b>Moyenne</b>	<b>17,6 m</b>	<b>20,1 m</b>	<b>23,2 m</b>
Ecart type	1,7 m	2,0 m	1,6 m
<b>Minimum-Maximum</b>	<b>14,7 - 20,6 m</b>	<b>17,8 - 23,3 m</b>	<b>20,1 - 25,8 m</b>
Test de DUNCAN	B	C	A

Valeur de Fisher : 38,95  
Test de Fisher < 0,0001

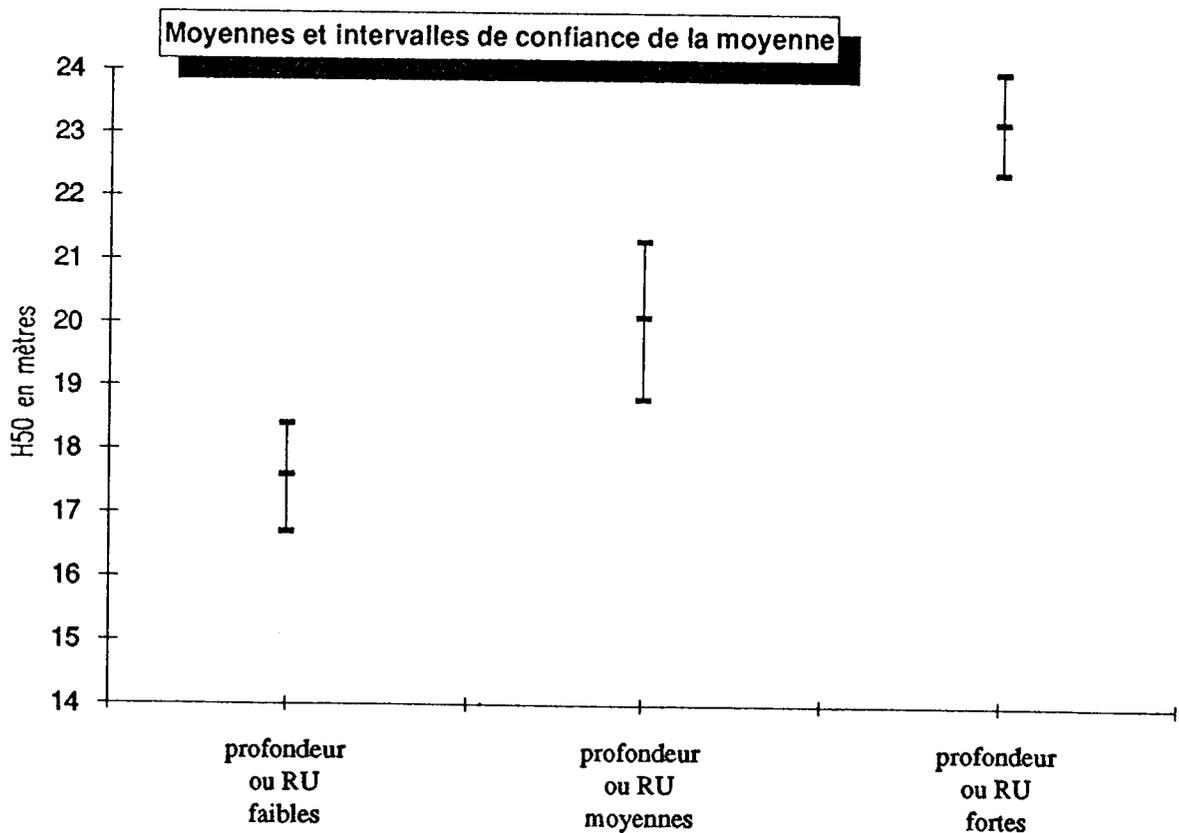
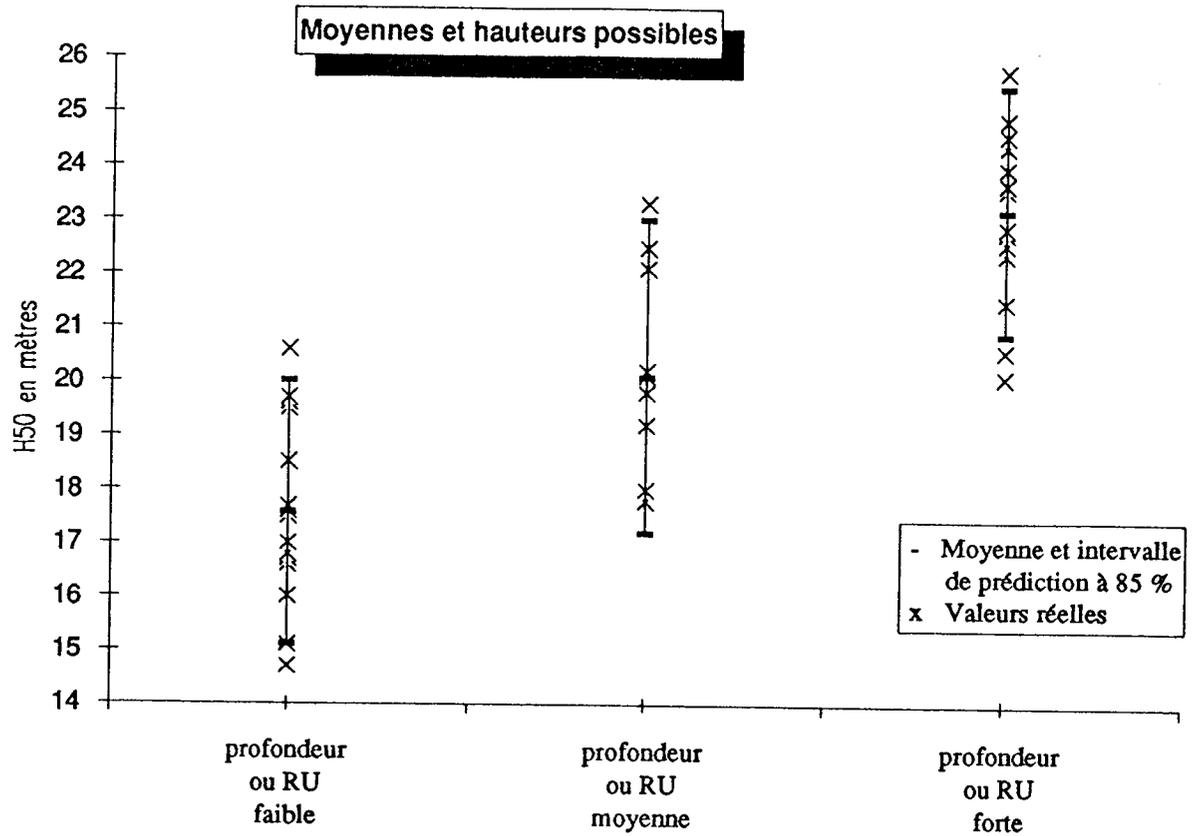
La profondeur du sol, corrigée par le calcul de la Réserve Utile permet donc bien d'évaluer la fertilité des stations pour le Pin laricio **sur ce type de matériau**.

Les schémas de la page suivante permettent de visualiser ces résultats.

Le deuxième schéma permet d'apprécier la valeur prédictive de cette estimation: il estime l'amplitude des cas possibles de part et d'autre de la moyenne si l'on accepte un risque d'erreur de 15 %.

Ces chiffres, obtenus sur des peuplements âgés de plus de 45 ans, ne tiennent pas compte d'une éventuelle croissance supérieure des peuplements plus jeunes.

## Croissance du Pin laricio en fonction de la profondeur du sol et de la réserve utile dans les Cévennes schisteuses méditerranéennes



## CONCLUSIONS

La présente étude n'a pas permis de répondre avec autant de précision qu'espéré aux différentes questions méthodologiques posées. En effet, la mise en évidence de deux sous-populations selon l'âge des peuplements, même si elle est due pour partie à des raisons écologiques a fait peser un doute sur la validité du modèle de croissance et donc sur celle de l'un des outils testés (la clef autécologique). Par suite, on n'a pu croiser aussi fructueusement qu'on l'aurait souhaité la clef et les catalogues. Par ailleurs, le fait d'avoir dû écarter de l'étude le tiers des relevés a réduit la possibilité de bien séparer les différents cas possibles, pour des raisons d'effectif.

Ces problèmes imprévus ont toutefois participé à l'évolution de notre réflexion méthodologique.

Les questions posées en début d'étude étaient, rappelons-le, les suivantes :

- Utilisation pratique de deux catalogues de stations.
- Utilisation pratique de la clef autécologique du Pin laricio.
- Extrapolation des catalogues hors de leur zone d'étude.
- Test de justesse et de précision de la clef autécologique.
- Pertinence des catalogues pour établir des liaisons stations-production.
- Croisement clef autécologique-catalogues.

- Les conclusions sur les trois premiers points ont été reprises dans les fiches synthétiques par outil (p. 35, 36, 37).

C'est un intérêt de l'étude que d'avoir pu tester sur le terrain de façon systématique 3 outils d'évaluation du milieu. Nous pensons que les utilisateurs locaux seront ainsi mieux avertis des problèmes posés par chacun d'eux, et en feront donc meilleur usage.

- Il est difficile d'établir un diagnostic sur la clef autécologique. Les problèmes liés au modèle de croissance viennent perturber l'appréciation de la clef et des critères écologiques déterminant la croissance du Pin laricio.

On remarque cependant que malgré les incertitudes dendrométriques, le test botanique, principal critère établi par la clef, est un descripteur intéressant pour la fertilité des stations. Il semble ici apporter une information convergente avec la profondeur du sol. On peut espérer qu'avec un meilleur modèle de croissance, il aurait été plus précis. D'autres critères écologiques auraient peut-être été mis en évidence par cette méthode.

Pour nous, ces résultats ne remettent donc pas en question la démarche autécologique mais montrent sa fragilité : si le modèle de croissance à partir duquel la clef est construite est mauvais, c'est toute la clef qu'il faut reprendre.

Ce problème n'existe pas avec les catalogues de stations, outils bâtis indépendamment de l'essence.

Il est donc particulièrement important lors d'une étude autécologique de

- . soigner le modèle de croissance,
- . conforter les résultats de la clef par une "logique écologique" : **vérifier** qu'aucun facteur écologique ne se trouve introduit artificiellement dans la clef ; **vérifier** la cohérence des résultats sur l'ensemble de la clef. Ils doivent permettre de décrire le comportement écologique de l'essence concernée.

A ces conditions, la démarche autécologique peut apporter un gain de temps et de moyens par rapport à des liaisons stations-production établis pour chaque petite région. La précision des résultats demandés reste cependant déterminante. On ne peut espérer obtenir une même précision avec 250 relevés sur l'ensemble de la zone méditerranéenne et une centaine de relevés sur une petite région. Il reste peut-être à trouver une échelle intermédiaire de prise en compte de la fertilité du milieu pour les essences forestières.

- En ce qui concerne les catalogues, il semble clair que des liaisons stations-indice de fertilité peuvent être établis. Cependant, tels quels, les catalogues étudiés ici sont insuffisants. Des facteurs supplémentaires doivent être introduits pour mieux discriminer la fertilité du milieu pour le Pin laricio. Les catalogues auraient pu être utilement complétés par les critères de la clef autécologique, d'où l'idée du croisement des deux outils.

Il est maintenant acquis qu'on ne peut valablement croiser un catalogue de stations et une clef autécologique si ces deux outils ne présentent rien de commun dans leurs clefs.

Si l'on veut que cette démarche soit possible, il faut que figurent dans le catalogue certains des éléments de la clef autécologique, et réciproquement. Un croisement strict des deux outils nécessiterait même que des seuils identiques soient déterminés pour les facteurs **communs** aux deux outils.

Par conséquent, pour aborder de cette façon le problème des relations stations-production, il faut que la construction de chacun de ces deux types d'outils fassent intervenir des éléments communs, et ce dès la phase des relevés.

Ce peut être un souhait pour les futures études. Les résultats des travaux antérieurs d'autécologie peuvent tout de même être **utilisés** conjointement avec les catalogues existants. Il faudra alors traduire en terme qualitatif les clefs autécologiques et **exploiter** ces éléments sur le comportement des essences pour évaluer de façon grossière (bonne, moyenne, mauvaise) la fertilité d'une station pour telle ou telle essence. Peut être est-ce dans bien des cas suffisant ...?

Au delà de ces réflexions méthodologiques, la présente étude a permis de fournir, pour une essence d'intérêt primordial pour les Cévennes comme le Pin laricio, un moyen très simple d'évaluer sa production en fonction du milieu.

Nous pensons d'ailleurs que la qualité des peuplements âgés, leur faculté de régénération, ainsi que l'extrême vigueur des jeunes peuplements dans cette région des Cévennes schisteuses méditerranéennes devraient faire jouer au Pin laricio un rôle de tout premier plan.

## BIBLIOGRAPHIE

- **M. BECKER, O.U. BRÄKER, G. KENK, O. SCHNEIDER, F.H. SCHWEINGRUBER**  
Aspect des houppiers et croissance des arbres au cours des dernières décennies dans les régions frontalières d'Allemagne, de France et de Suisse.  
Revue Forestière Française n° 3, 1990.
  
- **CEMAGREF**  
Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français, chapitre 3 : Essences Forestières (33 fiches), 1987.
  
- **R. COMMERÇON**  
Comportement du Pin laricio en région méditerranéenne française - Mémoire de 3<sup>e</sup> année ENITEF - CEMAGREF, juin 1984.
  
- **R. DELPECH, G. DUME, P. GALMICHE**  
Vocabulaire - Typologie des stations forestières, IDF, 1985.
  
- **F. D'EPENOUX**  
Typologie forestière des Basses Cévennes à Pin maritime, IFN, 1988.
  
- **A. FRANC, T. CURT**  
Typologie forestière des Hautes Cévennes, CEMAGREF, Avril 1990.
  
- **C. RIPERT, D. NOUALS, A. FRANC**  
Découpage du Languedoc-Roussillon en Petites régions naturelles (26 p. + carte et notices), CEMAGREF, 1990.

# **ANNEXES**

## FICHE DE RELEVES N° 1

### IDENTIFICATION

Fiche Numero :

Date : / /

Référence station dans le catalogue HAUTES CEVENNES :

Référence station dans le catalogue BASSES CEVENNES :

### SITUATION GEOGRAPHIQUE

Département :                      Commune :  
Lieu-dit :

Région IFN :  
Carte IGN No :

### PARAMETRES STATIONNELS

Type de peuplement :

Densité : 0 1 2

Altitude :                              Exposition :  
Topographie :

Pente :  
Indice microtopographique :

### PARAMETRES RELATIFS AU SOL

Test tarière :

Profondeur prospectable :

Pierrosité :

Pendage réel :

Texture :

Pendage HC :

Type d'humus :

Nom du sol :

Pendage BC :

#### CALCUL DE LA RESERVE UTILE

$RU = \frac{1 - \text{Pierrosité}}{\text{Pierrosité}} \times \text{Pierrosité}$

RESERVE UTILE:	mm	FAIBLE	MOYENNE	FORTE
----------------	----	--------	---------	-------

### RELEVÉ FLORISTIQUE

*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_
*_	*_	*_

TEST BOTANIQUE : ( ) - ( ) =

### SUIVI DE LA CLEF PIN LARICIO:

INDICE DE FERTILITE DE LA STATION:	ou
------------------------------------	----

### OBSERVATIONS :

I - LOCALISATION ET DESCRIPTION DE LA STATION

1) SITUATION

Département / N° d'ordre (n° évent. des autres fiches portant sur le même bois) .....

Canton ..... / Commune ..... / Lieu .....

Région I.F.N./Secteur O.N.F./Distance au littoral (km) .....

Propriétaire : Etat (1) Département (2) Commune et collectivité (3) Particulier (4) .....

Latitude/Longitude (milligrades).....

2) STATION

Altitude : (en mètres) .....

Topographie : plaine ou vallée (0) plateau ou replat (1) sommet (2) haut de versant (3) mi-versant (4) bas versant (5)  
thalweg ou vallon (6) croupe (7) 3+4 (8) 4+5 (8) .....

Exposition du versant : N (1) E (2) S (3) W (4) toutes (5) .....

Exposition de la station : N (1) NE (2) E (3) SE (4) S (5) SW (6) W (7) NW (8) toutes (9) .....

Pente (en %) : .....

3) SOUS-SOL

Nature de la roche mère (voir code) : .....

Affleurement de la roche mère : de 0 à 10 % (1) de 10 à 30 % (2) de 30 à 60 % (3) de 60 à 100 % (4) .....

Formation superficielle : roche mère nue (1) altération de la roche mère (2) colluvion (3) alluvion (4) moraine (5)  
restanques (6) déblai (7) .....

4) SOL

Profondeur du sol : 5 sondages (en cm) : .....

Pourcentage de cailloux en affleurement : de 0 à 10 % (1) de 10 à 30 % (2) de 30 à 60 % (3) de 60 à 100 % (4) .....

Pourcentage de cailloux dans le sol : de 0 à 10 % (1) de 10 à 30 % (2) de 30 à 60 % (3) de 60 à 100 % (4) .....

Texture : Argile (1) limon (2)  
sable (3) équilibrée (4) .....

Horizon de surface (litière exclue) : minéral (1) peu organique (2) organique (3) autres (4) .....

5) OBSERVATIONS SUR LA STATION (en particulier facteurs déterminants éventuels)

Pendage : (conforme, inverse) .....

Erosion : (de surface, en rigoles, bad-lands) .....

Alimentation en eau : (drainage, hydromorphie) .....

Nature du colluvion : (% bloc, cailloux, graviers, fines) .....

Réaction HCl terre fine : nulle (1) légèrement audible non visible (2) nettement audible peu visible (3) visible (4) forte (5) .....

II - VEGETATION ENVIRONNANTE ET ACCOMPAGNATRICE

Département/N° d'ordre .....

esp.	.....	.....	.....
dom.	.....	.....	.....
nan.	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Département/N° d'ordre .....

.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

OBSERVATIONS (notamment espèces introduites non étudiées) : .....

.....

