

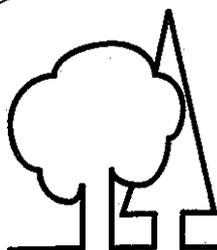


Formation des Ingénieurs Forestiers
FIF-ENGREF

**TYPOLOGIE DES STATIONS
ET ANALYSE DES PERFORMANCES DES
PRINCIPALES ESSENCES DE BOISEMENT SUR
ANCIENNES TERRES AGRICOLES,
DANS LE SUD DE L'ILLE-ET-VILAINE**

Mémoire de troisième année
présenté par
Emmanuel CACOT
Quatrième promotion

Rennes, Juin 1996



Centre Régional
de la Propriété Forestière
de Bretagne

AVERTISSEMENT

Pour être conforme à l'original, certaines pages du document sont à imprimer sur du papier de couleur :

Couleur	Numéros des pages du PDF	Numéros des pages de l'original
vert d'eau	5 10 14 28 68 78 89 91 92 100 105 109 117 125 133 141 144 147 154 161	Non numérotées

FICHE SIGNALÉTIQUE

F.I.F. - E.N.G.R.E.F.	TRAVAUX D'ELEVES
TITRE : Typologie des stations et analyse des performances des principales essences de boisement sur anciennes terres agricoles dans le Sud de l'Ille-et-Vilaine	Mots clés Typologie des stations Boisement des terres agricoles
AUTEURS : CACOT Emmanuel	Promotion 4è
Caractéristiques : nb.vol./nb.pages/fig./annexes/plans/cartes/biblio./etc...	

CADRE DU TRAVAIL	
ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Centre Régional de la Propriété Forestière de Bretagne Nom du responsable : COLOMBET Michel Fonction : Ingénieur du C.R.P.F.	
Nom du correspondant ENGREF : FALCONNET Gérard	
Tronc Commun <input type="checkbox"/>	Stage entreprise <input type="checkbox"/>
Option <input type="checkbox"/>	Stage étranger <input type="checkbox"/>
Spécialisation <input type="checkbox"/>	Stage 3° fin d'études <input type="checkbox"/>
Autres <input type="checkbox"/>	
Date de remise :	
Contrat Junior Entreprise	OUI NON

SUITE A DONNER (réservé à l'administration)		
Non consultable <input type="checkbox"/>	Consultation normale <input type="checkbox"/>	Diffusion <input type="checkbox"/>
Consult. restreinte sur demande <input type="checkbox"/>		Vente souhaitable <input type="checkbox"/>
		Article souhaitable <input type="checkbox"/>

Résumé

Dans le cadre du "Guide du sylviculteur du Sud de l'Ille-et-Vilaine, quatrième catalogue des stations de Bretagne, un volet sur les terres agricoles doit permettre d'évaluer les potentialités forestières de ces milieux.

Pour cela, la présente étude aborde deux aspects principaux :

- Une typologie des stations sur anciennes terres agricoles. La méthode d'étude est basée sur une approche pédo-géomorphologique, en l'absence de plantes indicatrices. Cette typologie aboutit à la définition de 15 types et sous-types de stations.
- Une étude autécologique des quatre principales essences utilisées en boisement des terres agricoles : le Douglas, le Pin laricio de Corse, le Merisier et le Chêne rouge d'Amérique. La croissance de ces essences est analysée pour différents facteurs écologiques et en fonction des types de stations précédemment définis.

Enfin, les potentialités forestières des stations sont développées pour d'autres essences intéressantes.

Résumé en anglais

For the fourth Brittany catalogue of stations, "Guide du sylviculteur du Sud de l'Ille-et-Vilaine", this study presents the forest potentialities of the old agricultural lands. In this purpose, the different types of stations, for this kind of lands, are described. Then the autecology of the four main species (Douglas-Fir, Corsican Pine, Gean and Red Oak) is analysed, from the defined stations. This study is finally extended to the other interesting species.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes remerciements aux personnes qui m'ont apporté leur aide et participé d'une manière ou d'une autre à l'élaboration de ce travail :

Tout d'abord Monsieur ZELLER, directeur régional du CRPF de Bretagne, qui m'a accueilli au CRPF,

Monsieur COLOMBET, ingénieur du CRPF de Bretagne, pour son accueil et ses conseils avisés,

Monsieur FALCONNET, professeur à l'ENGREF, pour les conseils pour la rédaction du présent rapport,

Et bien sûr toute l'équipe du CRPF, pour son accueil chaleureux et sa disponibilité.

Pour tous ceux et celles qui ne sont pas cités mais qui ont contribué de près ou loin à la réalisation de cette étude, qu'ils soient ici remerciés.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
1. PREETUDE ET METHODOLOGIE	3
1.1. Préétude	3
1.1.1. Délimitation de la zone d'étude - Situation géographique, relief et hydrographie	3
1.1.2. Climatologie	3
1.1.2.1. Pluviométrie	3
1.1.2.2. Température et gel	6
1.1.2.3. Autres facteurs	6
1.1.3. Géologie	6
1.1.3.1. Les grandes unités structurales	6
1.1.3.2. Histoire géologique	7
1.1.4. Pédologie	7
1.1.5. Végétation et peuplement forestier	7
1.2. Echantillonnage	8
1.2.1. Choix des essences étudiées et de l'âge des plantations	8
1.2.2. Constitution d'une liste de plantations sur anciennes terres agricoles dans la zone d'étude	8
1.2.3. Choix des plantations	9
1.2.4. Plan d'échantillonnage	9
1.3. Chorologie et exigences écologiques des essences retenues, utilisées pour le reboisement des terres agricoles dans la zone d'étude	10
1.3.1. Le Douglas (<i>Pseudotsuga Menziensis</i>)	11
1.3.2. Le Pin laricio de Corse (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> var. <i>corsicana</i>)	11
1.3.3. Le Merisier (<i>Prunus avium</i>)	12
1.3.4. Le Chêne rouge d'Amérique (<i>Quercus borealis</i>)	12
1.4. Relevés de terrain	13
1.4.1. Les renseignements généraux concernant la plantation	13
1.4.2. Caractérisation de la station	13
1.4.3. Description générale du peuplement	14
1.4.4. Mesures dendrométriques	14
1.4.5. Conclusion	14
2. TYPOLOGIE DES STATIONS	16
2.1. Méthodologie	16
2.1.1. Codage des variables écologiques	16
2.1.2. Analyse factorielle des correspondances	16

2.1.3. Problèmes rencontrés pour le regroupement en types de stations	18
2.1.3.1. L'absence de plantes indicatrices	18
2.1.3.2. L'humus	18
2.1.3.3. Le pH	18
NB : Evolution du pH après abandon de la culture	
2.2. Interprétations des A.F.C.	19
2.2.1. Première A.F.C.	19
2.2.2. Deuxième A.F.C.	20
2.2.2.1. Stations sur podzosol	20
2.2.2.2. Stations de versant sur sol profond	20
2.2.3. Troisième et quatrième A.F.C.	21
2.2.3.1. Troisième A.F.C.	21
2.2.3.2. Quatrième A.F.C.	21
• Signification de l'axe 1	21
• Regroupement en types de stations	22
2.3. Clé de détermination et présentation des différents types de stations	22
2.3.1. Classes d'intensité d'hydromorphie	22
2.3.2. Clé de détermination	23
2.3.3. Diagramme Humidité - Richesse chimique des différents types de stations	25
2.3.4. Types de stations	26
2.3.4.1. Remarques sur le relevé floristique	26
2.3.4.2. Mosaïques de micro-stations	26
2.3.4.3. Types de stations proches	26
2.3.4.4. Fiches de stations	27
2.4. Conclusion	51
3. ETUDE AUTÉCOLOGIQUE DES QUATRE ESSENCES PRINCIPALES UTILISEES EN REBOISEMENT	52
3.1. Méthode d'étude	52
3.1.1. Principe	52
3.1.2. Méthodologie	52
3.1.2.1. Codage des facteurs écologiques	52
3.1.2.2. Le Douglas et le Pin laricio	53
3.1.2.3. Le Merisier et le Chêne rouge d'Amérique	53
3.1.3. Remarque à propos de la méthodologie	53
3.2. Bilan général des relevés	54
3.2.1. Remarques générales concernant le boisement des terres agricoles	54
3.2.2. Bilan de la phase de terrain	54
3.2.2.1. Répartition par essence des plantations mesurées	54
3.2.2.2. Répartition de l'âge des plantations mesurées	55
3.2.2.3. Répartition par antécédent cultural des plantations mesurées	55

3.2.2.4. Répartition par classe de fertilité des plantations mesurées	56
3.3. Résultats	56
3.3.1. Le Douglas	56
3.3.1.1. Topographie	57
3.3.1.2. Protection contre les vents dominants	57
3.3.1.3. Pédologie	58
3.3.1.4. Antécédent cultural	58
3.3.1.5. Type de station	58
3.3.1.6. Autres remarques	59
3.3.2. Le Pin laricio	59
3.3.2.1. Position topographique	60
3.3.2.2. Protection contre les vents dominants	60
3.3.2.3. Pédologie	60
3.3.2.4. Antécédent cultural	61
3.3.2.5. Type de station	61
3.3.2.6. Autre remarque	61
3.3.3. Le Merisier	61
3.3.3.1. Position topographique	62
3.3.3.2. Protection contre le vent	62
3.3.3.3. Pédologie	62
3.3.3.4. Antécédent cultural	62
3.3.3.5. Type de station	63
3.3.4. Le Chêne rouge d'Amérique	63
3.3.5. Préparation et entretien des plantations	63
3.3.5.1. Préparation du terrain à la plantation	63
3.3.5.2. Entretien des plantations	64
3.4. Conclusion	64
4. POTENTIALITES FORESTIERES DES TYPES DE STATIONS	65
4.1. Remarques générales sur le choix des essences	65
4.1.1. Essences déconseillées	65
4.1.2. Le Frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>)	65
4.1.3. Le Peuplier	66
4.1.4. Les essences sur podzsol	66
4.2. Tableau des potentialités forestières	66
4.3. Conclusion	68
CONCLUSION	69
ANNEXES	
Annexe 1 : Tableaux du plan d'échantillonnage	
Annexe 2 : Fiche de terrain	
Annexe 3 : Codage des variables écologiques	

- Annexe 4 : - *Annexe 4a* : Première A.F.C.
- *Annexe 4b* : Deuxième A.F.C.
- *Annexe 4c* : Troisième A.F.C.
- *Annexe 4d* : Quatrième A.F.C.
- Annexe 5 : Courbes de croissance du Douglas et du Pin laricio
- Annexe 6 : Codage des relevés
- Annexe 7 : - *Annexe 7a* : Graphiques âge-hauteur dominante pour différents facteurs écologiques, Merisier
- *Annexe 7b* : Graphiques âge-hauteur dominante pour différents facteurs écologiques, Chêne rouge

BIBLIOGRAPHIE ET LISTE DES SIGLES UTILISES

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Un quatrième catalogue des stations de Bretagne, intitulé «le Guide du Sylviculteur du Sud de l'Ille-et-Vilaine», est en cours de réalisation par le CRPF. Dans ce cadre, la présente étude sur les boisements des terres agricoles permettra d'étendre ce catalogue aux milieux ouverts.

Il existe une demande réelle pour le boisement des terres agricoles. En effet, comme dans de nombreuses régions la surface de terres abandonnées par l'agriculture augmente. De plus la Bretagne est la deuxième région de France par sa superficie nouvellement boisée chaque année.

La typologie des stations des milieux ouverts ou des anciennes terres agricoles a un caractère novateur. En effet, autant il existe de nombreuses typologies des stations en milieu forestier, avec une méthodologie rodée, basée sur la phytosociologie ; autant pour de tels milieux, les précédents sont rares.

Les études similaires que l'on peut trouver pour les milieux ouverts ont été le plus souvent réalisées en étendant et en adaptant la typologie forestière, déjà présente, à ce nouveau domaine. Dans d'autres cas, les rapprochements entre terres agricoles et terres forestières sont aisés du fait des méthodes culturales (rotation fréquente entre la forêt et la culture) ; c'est le cas de la Sologne où existe une typologie des stations actuellement et potentiellement forestières (CHARNET F., juin 1994).

Le catalogue des stations forestières n'étant pas terminé, il a été impossible de l'étendre aux anciennes terres agricoles pour cette étude. Une fois ces deux études réalisées, un parallèle entre ces deux typologies pourra être fait, afin de connaître vers quels types de stations forestières les stations sur anciennes terres agricoles évoluent.

En l'absence, ou quasi-absence, de plantes indicatrices (cet aspect sera développé plus avant dans le rapport), le choix de la méthode d'étude s'est porté sur une approche pédo-géomorphologique pour la typologie des stations agricoles. Celle-ci repose sur la description des sols, la géologie et la situation topographique.

Pour étudier les potentialités forestières des terrains agricoles en voie de déprise et leur mode de mise en valeur envisageable au point de vue sylvicole, il est nécessaire d'analyser les relations station-production des essences déjà utilisées en reboisement dans le Sud de l'Ille-et-Vilaine. Pour cela, il faut passer par deux phases :

- définir les types de stations existants dans la zone d'étude, sur anciennes terres agricoles,
- étudier les performances des essences de reboisement en fonction de critères édaphiques et en fonction des types de stations précédemment définis.

Pour réaliser concrètement ces deux phases, il faut :

- rechercher les plantations intéressantes et établir un échantillonnage parmi ces plantations qui doit prendre en compte à la fois l'étude des stations et la relation station-production,
- effectuer les mesures de terrain (relevés stationnels et dendrométriques),

- réaliser une analyse statistique pour définir les types de stations à partir des critères écologiques (caractéristiques pédologiques, géologiques, topographiques),
- réaliser une deuxième analyse statistique pour déterminer les performances des essences forestières étudiées dans les différents types de stations mis en évidence.

Ces étapes seront développées dans la suite du rapport.

1. PREETUDE ET METHODOLOGIE

1.1. Préétude

1.1.1. Délimitation de la zone d'étude - Situation géographique, relief et hydrographie

La zone d'étude est située à l'Est de la Bretagne, dans la moitié Sud du département de l'Ille-et-Vilaine (35).

L'altitude varie de 3 à 133 mètres sur l'ensemble de la zone.

Le relief est vallonné et en général peu accidenté. Il est marqué par les synclinaux et les anticlinaux qui strient le paysage d'Est en Ouest dans la partie Sud. Les rivières (principalement la Vilaine, la Seiche, le Semnon et le Meu) se sont creusées des vallées, parfois étroites, dans ce paysage.

Le périmètre d'étude du catalogue des stations forestières, au sens strict du terme, se situe au Sud du bassin de Rennes. Il englobe le secteur à dominante feuillue où le Hêtre est minoritaire par rapport au Chêne pour des raisons climatiques. La frange la plus méridionale où domine le Pin maritime en est exclue. Les limites de l'aire d'étude des plantations sur anciennes terres agricoles ont été élargies à partir de cette première zone, afin de prendre en compte un échantillonnage de peuplements potentiellement intéressants plus important. Elles sont définies selon des critères d'ordre géologique et climatologique en conservant une homogénéité.

La zone d'étude ainsi définie s'étend du Nord du bassin de Rennes jusqu'au Sud de l'Ille-et-Vilaine (excepté l'extrême Sud avec les cantons de Redon, Bains/Oust et Ste-Marie), sur une superficie approximative de 300 000 ha. (Cf. carte page 4).

1.1.2. Climatologie

Le climat du Sud de l'Ille-et-Vilaine est marqué par l'influence conjointe d'un climat tempéré océanique et d'un climat continental. Il est souvent marqué par un déficit hydrique estival dans la partie Sud. Il est légèrement plus frais au Nord. On parle d'un climat océanique dégradé.

1.1.2.1. *Pluviométrie*

Cf. carte page 5.

La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 600 et 800 mm. A titre d'exemple, on relève (d'après la carte climatique détaillée de France) :

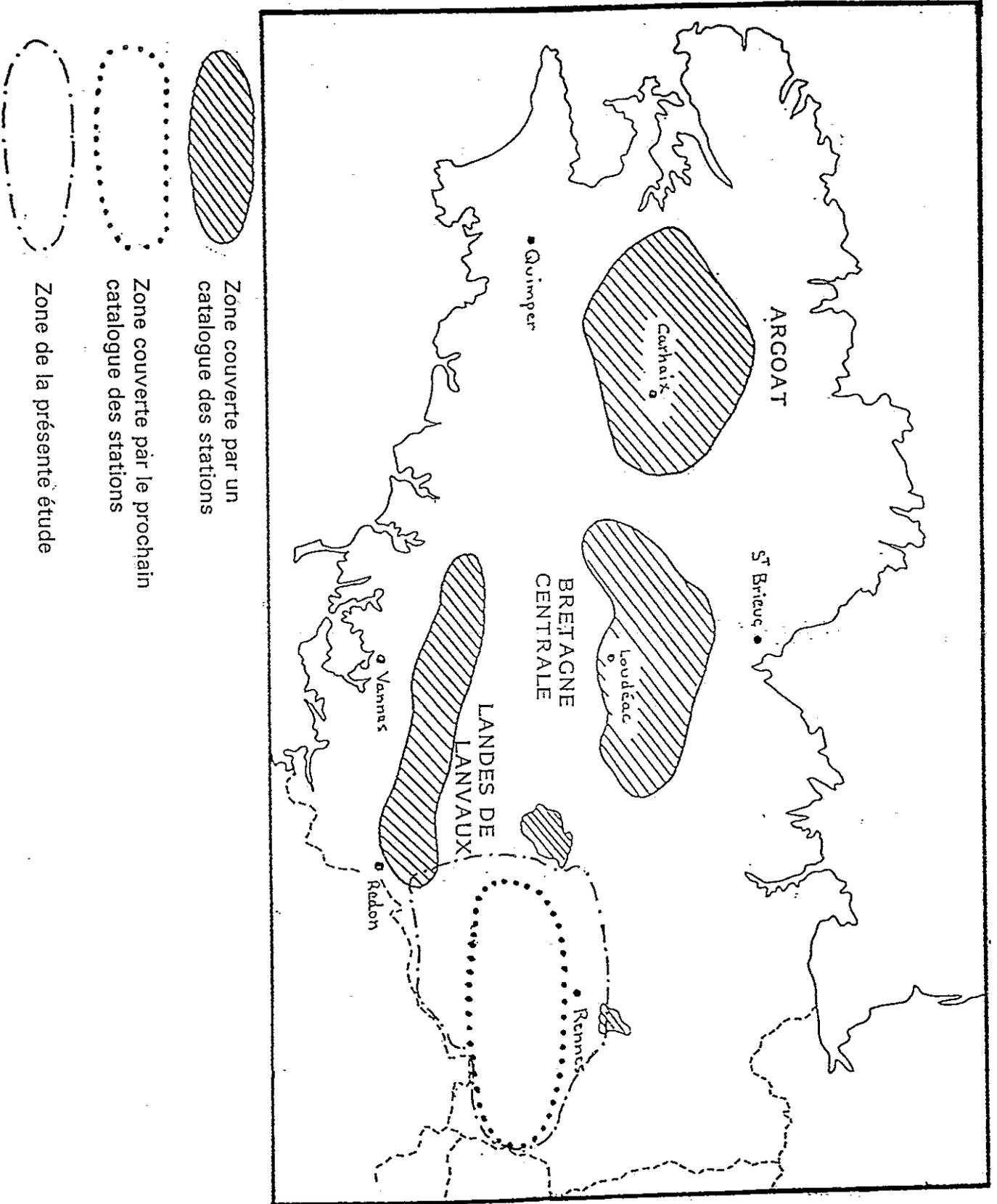
- à Rennes-St-Jacques : 630 mm/an)
- à Corps-Nuds : 679 mm/an) moyennes trentenaires
- à Guipry : 672 mm/an)

Il tombe plus de 900 mm à l'Ouest de la zone d'étude, au niveau de la forêt de Paimpont où les altitudes sont plus importantes (255 m). De même, au Nord-Est de l'aire d'étude, se trouve une zone plus fraîche. Par contre, les précipitations ne s'élèvent en moyenne qu'à 630 mm dans la partie la plus en dépression (bassin de Rennes).

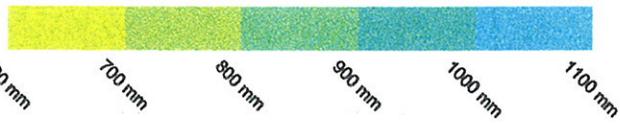
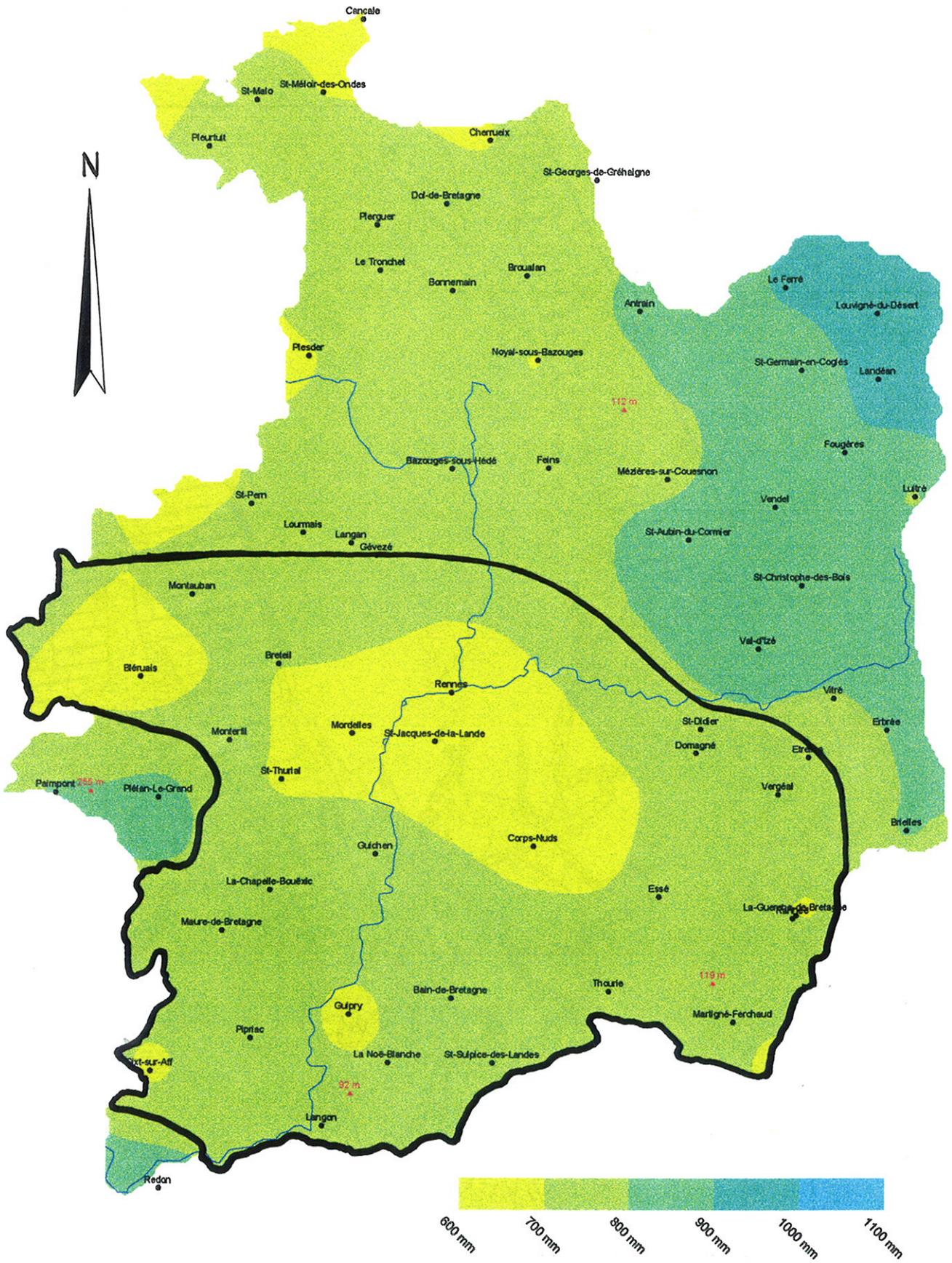
Il pleut en moyenne 170 jours/an à Rennes. C'est en décembre et janvier qu'il pleut le plus.

PREMIERE PARTIE :
PREETUDE ET METHODOLOGIE

ZONE D'ETUDE DES CATALOGUES DE STATIONS



PRECIPITATIONS ANNUELLES SUR L'ILLE-ET-VILAINE
- Moyennes 1961-1990 -

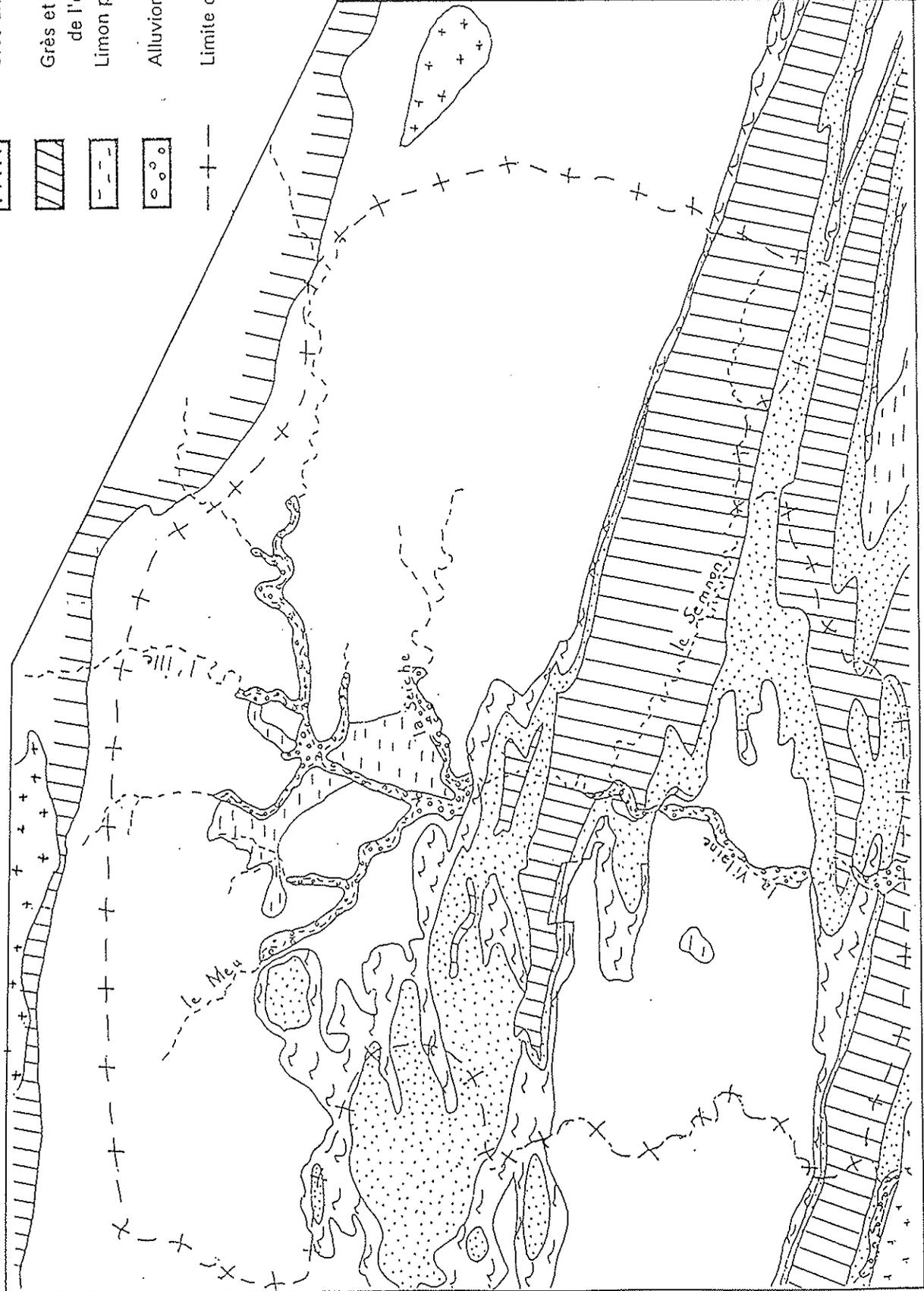


Echelle : 1/500 000° environ

— Limite de la zone d'étude

Carte géologique simplifiée (d'après cartes géologiques au 1/320000°, feuilles de Nantes et Rennes-Cherbourg)

- Granite
- Schiste briovérien
- Schiste et poudingue pourprés de Montfort
- Grès armoricain
- Grès et schistes divers de l'ordovicien supérieur et moyen
- Limon pliocène
- Alluvions modernes
- Limite de la zone d'étude



1.1.2.2. *Température et gel*

La température moyenne de la zone d'étude est comprise entre 10 et 12°C. C'est au Sud qu'elle est la plus élevée.

La moyenne des maxima du mois le plus chaud est supérieure à 23°C. Les minimas se situent en janvier (3°C) et en février (6°C).

Pour le bassin de Rennes, on observe deux mois subsecs ($P < 3T$) et un mois subsec pour le reste de la zone. Il n'y a pas, dans tous les cas, de mois secs ($P < 2T$).

Le nombre de jours de gelées est de l'ordre de 50 par an. Les grands froids inférieurs à -5°C sont rares.

1.1.2.3. *Autres facteurs*

La prépondérance du climat atlantique explique que le ciel soit souvent nuageux, ce qui entraîne une faible insolation surtout en hiver. La durée moyenne de l'insolation est de l'ordre de 1850 heures/an.

Le vent, souvent violent, est aussi un caractère dominant du climat et souffle fréquemment de l'Ouest, la plupart du temps chargé d'humidité. Au printemps, le vent arrive quelquefois de l'Est, provoquant une sécheresse relative.

1.1.3. Géologie

1.1.3.1. *Les grandes unités structurales*

Cf. carte ci-contre.

Dans la zone d'étude, trois grandes formations peuvent être distinguées :

- **la formation briovérienne** constituée de schistes et de grauwackes ; l'aspect sédimentaire originel n'a été que peu modifié par les événements tectono-métamorphiques ultérieurs. Cette formation se trouve au Nord-Nord-Est de la zone d'étude (Janzé, La-Guerche-de-Bretagne), avec quelques intrusions de microgranite, et au Sud-Ouest (Maure-de-Bretagne), recouverte par endroits de colluvions.

- **un ensemble synclinorial** constitué du synclinorium de Martigné-Ferchaud et de l'anticlinal d'Araize-Bain-de-Bretagne, s'étendant du Centre-Ouest au Sud-Est de la zone d'étude. D'âge cambrio-silurien, cet ensemble est composé essentiellement de schistes pourprés et de poudingues de Montfort du Cambrien, de grès (armoricain, du Châtelier, ...) et de schistes, en partie ardoisiers, du Silurien.

- **une formation calcaire lacustre** du bassin de Rennes, d'âge tertiaire. Cette formation masquée, reconnue par sondage, se trouve au centre de la zone d'étude. En fait, aucune plantation mesurée ne se trouve sur cette formation.

On trouve, en plus, disséminés dans le centre du bassin de Rennes et au Nord de la zone d'étude des sables, graviers et argiles (feldspathiques) du Pliocène, en partie remaniés au quaternaire.

La zone d'étude est limitée au Nord par le massif granitique de Bécherel et par le synclinorium du Ménez-Bélaire, qui n'est pas pris en compte, identique à l'ensemble synclinorial décrit précédemment.

1.1.3.2. Histoire géologique

L'histoire géologique de la région débute avec la formation de la plaine sédimentaire briovérienne issue du dépôt d'éléments détritiques terrigènes hérités d'un socle plus ancien.

Sur ces terrains briovériens s'installe en discordance la transgression paléozoïque, correspondant à l'ouverture vers le Sud du grand bassin paléozoïque. La sédimentation qui s'en suit garde pendant toute cette période un caractère épicontinental. Elle débute par les formations rouges de Pont-Réan discontinues, puis par la formation, très étendue, en zone de plate-forme continentale du grès armoricain. La subsidence se poursuivant, des sédiments essentiellement argileux se déposent (formation d'Angers-Traveusot) sur une aire géographiquement semblable à celle du grès armoricain. Enfin, cette période se termine par la formation du Châtelier dont les apports proviennent du Nord.

Le contraste de sédimentation au Silurien s'accuse avec le passage brutal à des dépôts littoraux de composition et de texture très évoluées, interrompus par un épisode de dépôt de vases en milieu calme intertidal. La sédimentation se poursuit de façon confinée et riche en matière organique.

C'est probablement à la fin de l'ère primaire que la structuration principale des formations paléozoïques est acquise.

En l'absence de dépôts mésozoïques, l'histoire géologique reste inconnue jusqu'à l'aube du tertiaire. Au Paléogène, les reliefs sont déjà pénéplanés. La tectonique cassante ouvre de petits grabens à la mer où se déposent des argiles, des marnes et des calcaires. La dernière transgression marine pliocène étale par endroits des formations argileuses et sablo-graveleuses.

Les glaciations quaternaires achèvent cette histoire géologique avec une intense érosion.

1.1.4. Pédologie

La plus grande partie de la couverture pédologique est occupée par les sols bruns acides et les sols hydromorphes dégradés (pseudogleys podzoliques), assez fréquents dans cette région sur grès armoricain, schistes cambrien et briovérien. Il existe aussi des sols podzoliques et des sols hydromorphes de fond de talweg, peu représentés en surface.

1.1.5. Végétation et peuplement forestier

La région d'étude est caractérisée sur le plan forestier par :

- la dominance en peuplement forestier des feuillus tels Châtaignier et Chêne (rouvre), souvent traités en taillis-sous-futaie,
- la quasi-absence du Hêtre (climat trop sec), la série du Hêtre s'étend en limite Nord-Nord-Est et Ouest de la zone d'étude,
- l'apparition en mélange du Pin maritime sur les stations les plus pauvres, surtout dans le sud de la zone,
- l'apparition sporadique du Charme dans les stations les plus riches.
- la présence de quelques reboisements en feuillus précieux (Merisier notamment), en Chêne rouge, en Douglas et en Pin laricio de Corse,

1.2. Echantillonnage

La zone d'étude étant définie, il reste à établir la liste des plantations à visiter. Ces plantations sont à choisir parmi une liste de peuplements potentiellement intéressants. La méthode est exposée de façon chronologique, telle qu'elle a été mise en oeuvre.

1.2.1. Choix des essences étudiées et de l'âge des plantations

Après discussions avec les agents du CRPF et quelques visites de reconnaissance sur le terrain, il a été décidé de ne pas prendre en compte certaines essences en plantation sur anciennes terres agricoles :

- le Mélèze du japon)
- l'Epicéa commun) qui atteignent leur limite climatique dans la zone d'étude,
- l'Epicéa de Sitka)
- le Pin maritime, pour son faible intérêt en tant qu'essence de reboisement de terres agricoles pour le secteur,
- le Peuplier pour avoir déjà été étudié à travers les placettes d'essais de populiculture et pour son caractère peu forestier.

Le Peuplier est la seule de ces essences à être bien représentée en plantation sur ancienne terre agricole dans la zone d'étude.

Cette présélection des essences a permis en outre de restreindre le nombre de dossiers de subvention consultés à la DDAF d'Ille-et-Vilaine.

L'âge des plantations à prendre en compte a été fixé entre 7 et 25 ans. La limite inférieure fixée à 7 ans est un consensus entre le fait de ne pas prendre de plantations trop jeunes, ceci pour que les arbres aient le temps d'exprimer les potentialités de la station, et le fait d'avoir un nombre de plantations suffisamment important, les plantations de feuillus précieux s'étant notamment développées surtout depuis ces dix dernières années. Au-delà de 25 ans, il devient difficile de retrouver des traces écrites ou la personne ayant effectué la plantation. De plus, à cette époque, le boisement des terres agricoles était très peu développé.

Toutefois, parmi les plantations mesurées, il en existe quelques unes ayant une trentaine d'années. Pour ces cas particuliers, les renseignements les concernant ont pu être retrouvés.

1.2.2. Constitution d'une liste de plantations sur anciennes terres agricoles dans la zone d'étude

Trois sources d'information ont contribué à l'élaboration de cette liste :

- les techniciens du CRPF dont le secteur de travail couvre la zone d'étude,
- le conseiller forestier de la chambre d'agriculture de l'Ille-et-Vilaine,
- les dossiers de subvention de la DDAF, de 1973 à 1988.

A chaque fois, il a été noté :

- l'essence,
- l'âge,
- la superficie totale, un minimum de 0,4 ha d'un seul tenant a été fixé, ceci pour éviter les effets de bordure et avoir des placettes homogènes lors de la phase de mesures,
- la localisation (canton, commune, lieu-dit et références cadastrales quand elles étaient connues par le dossier de subvention),

- le propriétaire (nom, adresse, téléphone),
- l'antécédent cultural (labour, prairie, friche),
- la densité initiale
- les travaux préparatoires.

Lorsque ces renseignements étaient incomplets, un contact auprès des propriétaires a permis d'apporter les informations supplémentaires.

Toutes les plantations ont été localisées précisément sur les cartes IGN au 1/25000°. Celles qui n'ont pu être situées (cas des dossiers de subvention où ne figurait pas de plan) n'ont pas été prises en compte.

1.2.3. Choix des plantations

De cette première liste générale ont été enlevées toutes les essences peu représentées telles que :

- Noyer (*Juglans nigra* et *Juglans regia*),
- Chêne pédonculé (*Quercus robur*) et Chêne sessile (*Quercus petraea*),
- Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*),
- Frêne (*Fraxinus excelsior*).

Quelques plantations de ces essences ont été visitées et mesurées afin de connaître leur comportement général dans la zone d'étude, sans pour autant aboutir à des résultats pertinents.

Quatre essences ont donc été retenues :

- le **Douglas** (*Pseudotsuga menziensis*), avec 96 plantations répertoriées,
- le **Pin laricio de Corse** (*Pinus nigra* subsp. *laricio* var. *corsicana*) avec 79 plantations répertoriées,
- le **Merisier** (*Prunus avium*) avec 40 plantations répertoriées,
- le **Chêne rouge d'Amérique** (*Quercus rubra*) avec 22 plantations répertoriées.

En tout, 154 plantations (certaines comprennent plusieurs essences) ont pu être localisées sur les cartes IGN au 1/25000°.

A ce stade, on peut constater que l'Est de la zone d'étude et le pourtour de Rennes sont très peu touchés par la déprise agricole, d'où la quasi absence de plantations dans ces secteurs. Cela se retrouve dans la répartition des plantations mesurées qui se situent essentiellement à l'Ouest de la zone d'étude (cf. carte des plantations mesurées, page 17).

Pour les plantations de Pin laricio, le tri chez les pépiniéristes entre Pin laricio de Corse et Pin laricio de Calabre n'a pas été systématique, d'où l'existence de plantations mélangées. Ceci existe surtout pour les plantations les plus âgées pour lesquelles la sélection était moins importante. La différence entre les deux variétés peut se faire sur le terrain par comparaison de la branchaison et de la rectitude ; pour la variété calabrica, les branches sont plus grosses et à insertion oblique sur le tronc, de plus la rectitude est souvent moins bonne que pour la variété corsicana. La variété calabrica est de toute façon très peu présente.

1.2.4. Plan d'échantillonnage

A partir de la localisation géographique des plantations, la nature du substrat géologique a été déterminée pour chaque plantation à l'aide des cartes géologiques du BRGM au 1/50000° et au 1/80000°. Ces dernières, plus anciennes, sont peu précises.

Quatre critères interviennent donc pour le plan d'échantillonnage :

- **l'essence utilisée en reboisement** ; cf. les 4 essences déjà retenues.
- **la nature du substrat géologique** ; 6 grands types ont été dégagés :
 - schistes briovériens, de loin les plus représentés dans la zone d'étude,
 - schiste pourpré et poudingue de Montfort (plus schiste et quartzite de Plougastel),
 - grès armoricain,
 - schistes d'Angers, de Riadan et de Poligné (seule 1 plantation se trouve sur schiste de Riadan et 2 sur schiste de Poligné),
 - alluvions modernes (en fond de vallon et bord de rivière),
 - divers : limons éoliens pléistocènes, sable et poudingue, grès du Châtelier, grès de Poligné et de Redon ; cette catégorie est très peu représentée.
- **la position topographique** ; là-aussi 6 grands types ont été dégagés qui seront ensuite redécoupés sur la fiche de terrain pour noter avec plus de précision la situation de la plantation :
 - fond de vallon et bord de cours d'eau,
 - bas de versant,
 - milieu de versant,
 - haut de versant,
 - sommet,
 - plateau (pente $\leq 5\%$).
- **l'antécédent cultural** ; il en existe 3 :
 - culture, labour,
 - prairie, pâture,
 - friche.

Les landes n'ont pas été prises en considération car il s'agit de milieux très particuliers, beaucoup plus pauvres (l'effet « lande »), nettement différents des terres agricoles citées précédemment.

L'ensemble de ces données a permis d'obtenir des tableaux croisés (cf. annexe 1) pour répartir toutes les plantations en fonction de ces quatre critères : en colonne les substrats géologiques, les positions topographiques et les antécédents culturels, en ligne les essences. A chaque case du tableau correspond une modalité.

Les plantations à visiter ont alors été choisies de façon à avoir le maximum de modalités représentées.

1.3. Chorologie et exigences écologiques des essences retenues, utilisées pour le reboisement des terres agricoles dans la zone d'étude

Pour les quatre essences retenues pour l'étude des potentialités forestières des anciennes terres agricoles, une brève recherche bibliographique a été réalisée pour connaître leur comportement général.

Ces données sont approfondies dans la troisième partie, à partir des analyses de variance effectuées pour le Douglas et le Pin laricio.

1.3.1. Le Douglas (Pseudotsuga menziensis)

L'aire naturelle du Douglas est immense et très diverse ; de la Californie à l'Alaska, de 0 à 2000 m d'altitude, avec de grandes variations des conditions climatiques (température moyenne annuelle : 7 à 13°C, pluviométrie annuelle : 400 à 2000 mm). L'espèce a une grande amplitude écologique.

Le Douglas est, de manière générale, une essence exigeante en lumière, à la fois pour son installation et son développement.

Il est peu sensible aux gelées précoces car il s'aouète rapidement. Par contre le jeune Douglas manifeste une sensibilité certaine aux gelées tardives, mais ceci est très variable en fonction de la provenance. Il est peu sensible aux froids hivernaux.

Il supporte bien les sécheresses estivales mais donne de meilleurs résultats sous des climats humides.

Il est en général assez sensible au vent, notamment aux vents marins.

L'élagage naturel est souvent difficile ou absent.

Au point de vue des exigences pédologiques, le Douglas préfère les sols légers, frais, bien drainés et assez profonds. Du fait que son appareil racinaire est relativement superficiel, il n'est pas nécessaire de lui réserver des sols très profonds, mais 40 cm, au minimum, lui sont nécessaires.

Le Douglas redoute les bas fonds où règne une humidité stagnante. D'une manière générale, tous les sols hydromorphes lui sont défavorables.

Les sols qui lui conviennent le mieux sont les sols bruns forestiers à texture équilibrée et à structure grumeleuse avec présence de cailloux et de graviers, constituant un bon ancrage car bien aérés.

Le Douglas modifie peu les propriétés physico-chimiques du sol.

Il est réputé assez exigeant pour la nutrition minérale. Il ne tolère pas les sols trop calcaires. Les conditions les plus favorables d'acidité correspondent à un pH de 4,5 à 6,5.

Il fournit un très bon bois de charpente. Sa bonne résistance à la flexion et sa durabilité lui permettent de concurrencer les meilleures essences résineuses.

1.3.2. Le Pin Laricio de Corse (Pinus nigra subsp. laricio var. corsicana)

Son aire naturelle est limitée aux montagnes cristallines de Corse, où il est caractéristique de l'étage méditerranéo-montagnard. Son optimum se situe entre 900 et 1300 m d'altitude, mais il descend à moins de 700 m sur les versants Nord et monte à plus de 1800 m en exposition Sud, formant la limite supérieure de la forêt.

Il y trouve une assez forte humidité : 800 à 1200 mm de pluie, ou plus, mais le climat reste méditerranéen (été sec).

C'est une essence de pleine lumière, à croissance juvénile rapide.

A l'état juvénile, il est noté comme sensible aux fortes gelées. Son débourrement tardif le met à l'abri des dégâts occasionnés par les gelées de printemps et son aouètement précoce le protège des gelées d'automne. Sa résistance au froid est variable selon les provenances.

Le Pin laricio de Corse ne supporte pas le calcaire. Il est sensible aux sols hydromorphes. Il préfère les sols acides, de pH voisin de 5 à 6. Les sols trop acides à pH

inférieur à 4 ne lui conviennent pas en raison du blocage du fer et de l'aluminium qui s'y produit.

Il n'est pas très exigeant vis-à-vis de la richesse du sol.

Il s'accommode de sols à faible réserve utile, grâce à un enracinement en général pivotant et important.

Le Pin laricio peut donner du bois de charpente. Il est particulièrement apprécié quand l'arbre a poussé lentement.

1.3.3. Le Merisier (Prunus avium)

Le Merisier est une essence héliophile, localisée essentiellement en lisière des parcelles forestières. Il est abondant dans les friches mais rare en peuplement d'une certaine importance.

Il est peu sensible au froid. Les gelées printanières n'occasionnent des dégâts que sur la floraison.

Le Merisier est considéré comme une essence assez plastique, présente dans une grande amplitude de types de station, mais avec des croissances très variables en fonction de l'exigence hydrique, qui reste le facteur primordial de ses performances de croissance, et en fonction d'exigences nutritionnelles. Le Merisier exprime une assez grande tolérance vis-à-vis du calcaire actif et des pH (gamme de 4,5 à 7,5). Cependant, c'est sur les sols mésotrophes à eutrophes qu'il fournit des produits de haute qualité.

En Bretagne, c'est une essence rare du fait de la faible fertilité des sols.

Le bois du Merisier est très recherché pour sa couleur (jaune rosâtre ou brun rosâtre). De plus, c'est un bois qui se travaille très bien.

1.3.4. Le Chêne rouge d'Amérique (Quercus borealis)

Cette essence dispose d'une vaste aire de répartition, dans une grande partie de l'Est du continent nord-américain. La limite d'altitude atteinte par les peuplements de Chêne rouge varie de 200 à 1500 m selon la latitude. Sur cette aire d'origine, les précipitations varient de 600 à 2000 mm/an et les températures moyennes annuelles vont de 4 à 15°C.

Devant ces grandes différences climatiques, il paraît évident que l'effet de la provenance a une grande importance pour l'adaptation de l'essence.

Le Chêne rouge est bien adapté au climat français (sauf cas des régions montagnardes et méditerranéennes). Il ne craint pas le froid, mais les jeunes plants souffrent des gelées tardives.

Il n'est pas particulièrement sensible au vent (chablis), mais la croissance des jeunes plants est difficile dans les sites exposés.

Le Chêne rouge est considéré comme une essence plastique et frugale. Toutefois il ne supporte pas le calcaire actif dans les sols.

Elle exploite les sols à humus de type mull acide à moder, à pH acide, sur des matériaux variés.

La gamme de sols va des sols bruns aux sols podzolisés.

Le Chêne rouge demande une bonne réserve utile en eau dans le sol, mais est plus résistant à la sécheresse que les Chênes sessile et pédonculé.

Cette espèce est sensible à l'hydromorphie dans le jeune âge. La reprise est difficile sur les terrains humides au moment de la plantation et la mortalité est importante. Cette sensibilité s'atténue avec l'âge comme le prouve l'existence de peuplements adultes sur des sols à hydromorphie peu profonde.

Le bois de Chêne rouge est objectivement un bois de bonne qualité. Il possède de bonnes propriétés mécaniques et technologiques. Sa transformation ne pose pas de problème particulier.

Néanmoins, c'est un bois qui est encore peu utilisé en France.

1.4. Relevés de terrain

La zone d'étude étant définie et les plantations échantillonnées, une fiche de relevé a été réalisée. Des renseignements de différentes natures y sont notés (cf. annexe 2).

Sur une même plantation, plusieurs unités stationnelles sont parfois différenciées en fonction de la topographie, du substrat géologique, du sol, de la végétation. L'ensemble est observé en commençant par circuler dans la plantation.

1.4.1. Les renseignements généraux concernant la plantation

A partir du travail d'échantillonnage des plantations, leur emplacement exact (sur carte IGN au 1/25000°) et leur superficie étaient déjà connus, ainsi que le nom des propriétaires. Après de ces derniers, un contact téléphonique et/ou un courrier a été établi pour obtenir l'autorisation de visite de leur(s) plantation(s) et des renseignements concernant l'antécédent culturel et les travaux effectués lors et depuis la plantation.

Ces travaux correspondent au travail du sol, à la fertilisation éventuelle lors de la plantation, puis à l'entretien de la plantation (dégagements, éclaircie, élagage...).

1.4.2. Caractérisation de la station

Le choix de l'emplacement de la placette de mesure (de dimension 20x20 m) est établi à partir de la première observation réalisée en cheminant dans la plantation. Sur la fiche de terrain sont notés :

- la pente mesurée au clisimètre,
- la longueur de versant, d'après la carte IGN au 1/25000° et vérification sur le terrain,
- l'exposition, mesurée à la boussole,
- l'exposition aux vents, évaluée à partir de la situation de la parcelle par rapport aux vents dominants et les conditions d'abri du peuplement (existence de forêts ou de haies mitoyennes),
- la position topographique : plateau (pente \leq 5%), dépression, sommet, fond de vallon, ...,
- la nature du substrat géologique, d'après les cartes géologiques et l'observation sur le terrain,
- les caractères pédologiques ; c'est de l'observation du sol que dépend l'essentiel de la caractérisation de la station ; les critères retenus sont :
 - les caractéristiques et la nature de l'humus (maintenues à titre indicatif, en effet la plupart du temps celui-ci est inexistant ou n'a pas atteint son équilibre),

- le profil pédologique, obtenu à l'aide d'une tarière, avec schéma, profondeur, couleur, texture, traces d'hydromorphie, charge en cailloux, pH et nom des horizons ;
- à partir de ces informations un nom est attribué au sol ;
- le relevé floristique, maintenu à titre indicatif,
- l'antécédent cultural.

Le relevé floristique est souvent inutilisable en phytosociologie, car sous de nombreuses plantations, on ne trouve que du Lierre (*Hedera helix*) et de la Roncé (*Rubus* sp.), d'où l'importance accordée à la description des sols.

Pour tous les profils de sol décrits, un échantillon de chaque horizon a été prélevé pour en mesurer le pH au bureau. Pour chaque échantillon, ce prélèvement s'est effectué en prenant un peu de terre de l'horizon en question sur trois carottes différentes, obtenues à la tarière. Les prospections à la tarière sont espacées d'une dizaine de mètres. Ceci permet de ne pas avoir de biais important, provoqué par un apport extérieur localisé (feu, engrais...).

NB: La mesure du pH des horizons des sols

Le protocole de mesure est le suivant : l'échantillon est tamisé avec un tamis à mailles de 2 mm afin d'obtenir 10 g de terre fine, mélangés alors à 25 ml d'eau distillée ; la solution obtenue est agitée pendant une demi-heure, laissée reposée pendant une autre demi-heure puis réagitée pendant 10 mn, la mesure du pH, avec un pH-mètre à électrode est alors réalisée.

1.4.3. Description générale du peuplement

Différents éléments sont pris en compte :

- l'essence,
- la densité actuelle et la densité initiale,
- l'âge du peuplement depuis la plantation, obtenu par le dossier de subvention et/ou le propriétaire et confirmation sur le terrain,
- le type de plants (racines nues, godet), leur provenance et leur âge au moment de la plantation ..., lorsque ces renseignements ont pu être obtenus,
- la santé et la vigueur du peuplement, appréciés avec le pourcentage de mortalité, la forme des arbres et la branchaison (appréciation générale), la présence d'arbres malades ou parasités,
- l'existence de dégâts de gibier.

1.4.4. Mesures dendrométriques

Cinq à sept arbres dominants (parmi les 100 plus grosses tiges à l'hectare) sont repérés dans chaque unité stationnelle définie. La circonférence à 1,30 m et la hauteur sont mesurées, pour obtenir la hauteur dominante du peuplement.

1.4.5. Conclusion

Cette phase de terrain a duré deux mois. En tout 85 plantations ont été visitées, 110 relevés stationnels ont été effectués et 129 mesures dendrométriques (comptant

chacune 5 à 7 arbres) ont été réalisées. Le traitement des données par la suite s'est déroulé en deux étapes :

- l'analyse des stations, développée dans la partie suivante du rapport,
- l'étude autécologique des quatre essences précitées, traitée dans la troisième partie.

**DEUXIEME PARTIE :
TYPOLOGIE DES STATIONS**

2. TYPOLOGIE DES STATIONS

Lors de la phase de terrain, 110 relevés stationnels ont été réalisés, répartis pour les raisons précitées (cf. 1. Préétude et échantillonnage) essentiellement dans la partie Sud-Ouest de la zone d'étude. (cf. carte page 17)

2.1. Méthodologie

2.1.1. Codage des variables écologiques

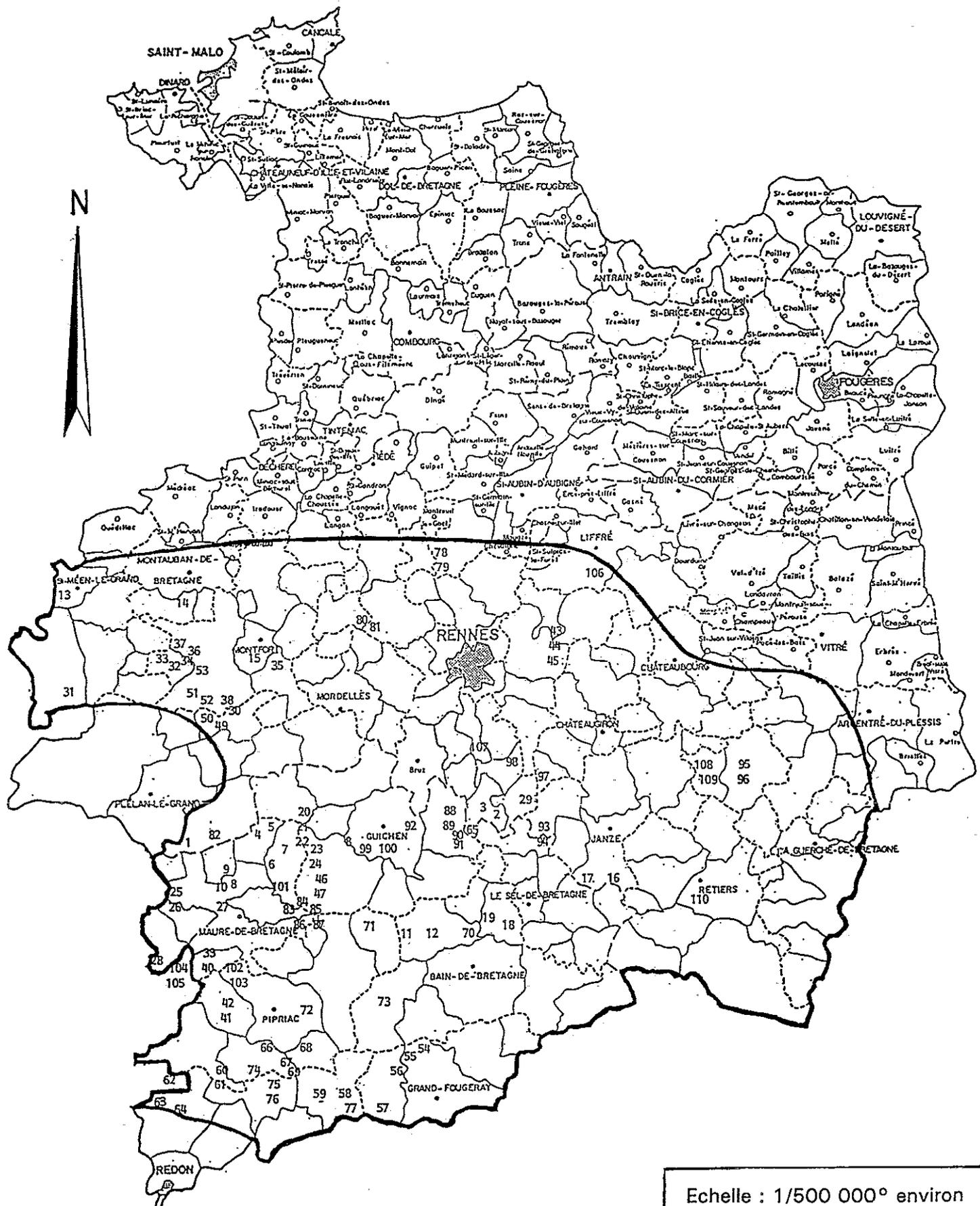
Les variables écologiques notées sur la fiche de relevé et codées sont :

- la position topographique :
 - plateau et plaine
 - sommet,
 - haut de versant,
 - mi-pente,
 - bas de versant et replat sur versant,
 - fond de vallon et vallée,
- la pente,
- l'exposition,
- la longueur de versant,
- la nature du substrat géologique (cf. les grands types définis pour le plan d'échantillonnage),
- la profondeur du sol,
- la charge en cailloux,
- le type de sol :
 - sol brun légèrement lessivé,
 - sol brun acide,
 - sol brun hydromorphe en profondeur (profondeur d'apparition de l'hydromorphie supérieure à 40 cm),
 - sol brun hydromorphe (profondeur d'apparition de l'hydromorphie inférieure à 40 cm),
 - rankosol,
 - podzosol,
- la profondeur d'apparition de l'hydromorphie (existence de taches ocre-rouilles et grises),
- l'existence d'un horizon argileux, suffisamment rare pour être noté, à partir de la texture « limon argileux ».

L'ensemble de ces facteurs a été codé en différentes classes (cf. en annexe 3 les codes attribués aux différentes variables).

2.1.2. Analyse factorielle des correspondances

Un premier regroupement des stations a d'abord été effectué sans outil statistique, à partir des critères suivants, classés par ordre d'importance : l'hydromorphie, la profondeur du sol prospectable à la tarière, la position topographique, la charge en cailloux, l'acidité du sol et la phytosociologie. L'analyse factorielle des



Echelle : 1/500 000° environ
 — Limite de la zone d'étude
 81 N°de relevé

correspondances (A.F.C.) et la classification ascendante hiérarchique (C.A.H.) ont permis, à l'aide du codage des relevés, d'affiner par la suite ce classement des relevés.

Les C.A.H. ne donnant pas des regroupements cohérents, leurs résultats n'ont pas pu être pris en compte pour l'ensemble de l'analyse.

2.1.3. Problèmes rencontrés pour le regroupement en type de stations

2.1.3.1. L'absence de plantes indicatrices

Un des problèmes principaux a été l'absence ou la quasi absence de plantes indicatrices sous des peuplements fermés et/ou la prédominance de plantes de milieux ouverts non utilisables en phytosociologie. Pour l'A.F.C., les plantes ont donc été utilisées comme variables supplémentaires et les données pédo-géomorphologiques comme variables actives.

Il a parfois été possible de relier un type de station à des groupes de plantes. Les A.F.C. avec les variables supplémentaires ont mis en évidence ces liens.

2.1.3.2. L'humus

L'humus n'est pas un critère pertinent pour le regroupement des relevés, car la litière est souvent inexistante et les horizons de surface ont été labourés avant la plantation. L'humus forestier est en formation. Il n'a pu être noté de façon certaine que pour de rares plantations, il a alors permis d'affiner les résultats.

2.1.3.3. Le pH

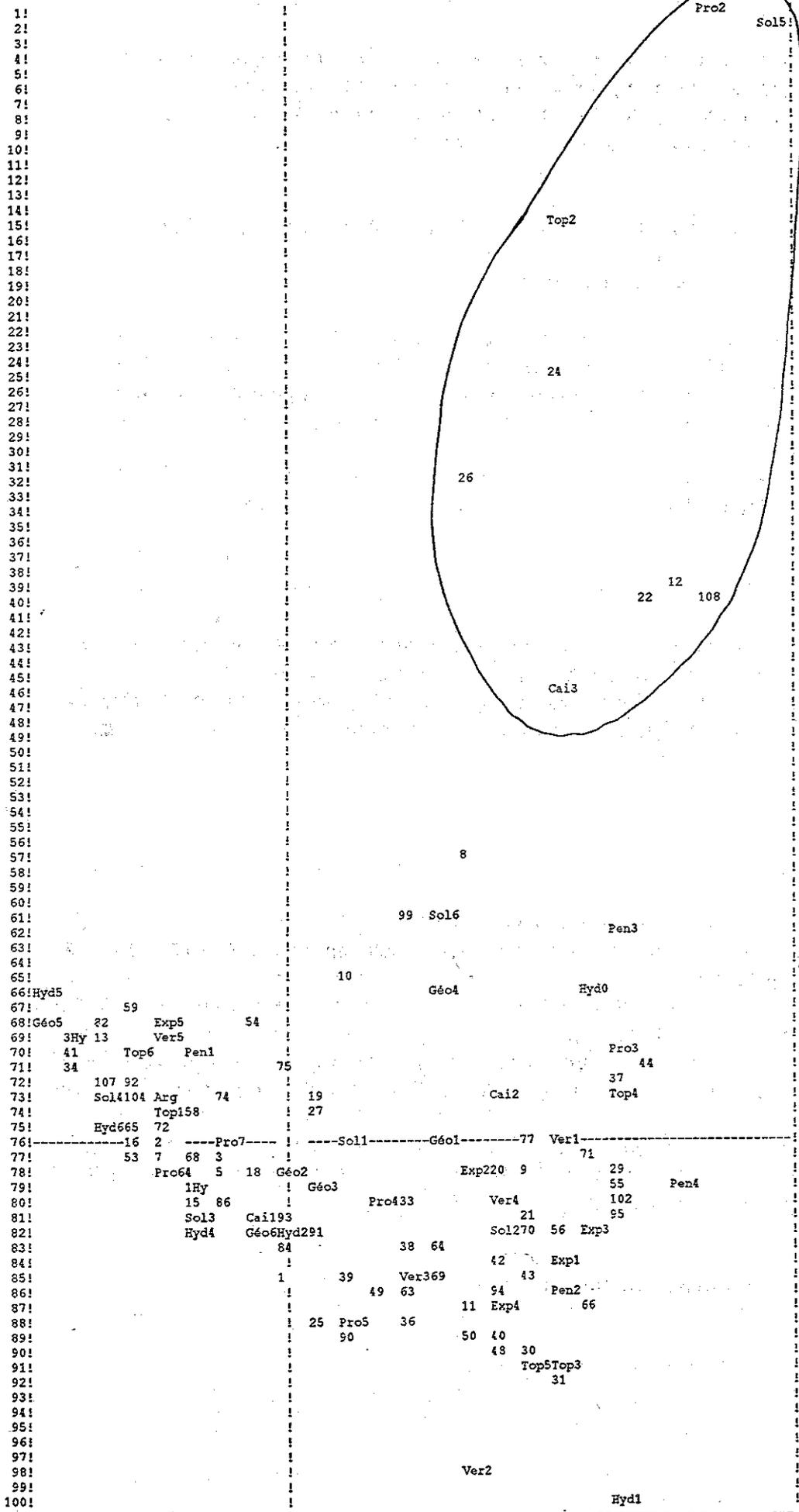
Le pH n'est pas rentré en ligne de compte pour le classement des relevés pour plusieurs raisons :

- il peut être variable en fonction de l'antécédent cultural pour une même parcelle,
- il semble évoluer à partir du moment où la terre agricole est abandonnée au profit de la plantation,
- il ne reflète pas précisément la richesse chimique de la station ; en effet sur des stations où l'on trouvait du Troène (*Ligustrum vulgare*, calcicline), du Daphné lauréole (*Daphne laureola*, neutrocalcicole) et de l'Erable champêtre (*Acer campestre*, calcicline), stations rares pour la Bretagne, il a été observé des pH moyens de 4,5-5,
- le pH de surface n'est pas en rapport avec celui des autres horizons ; on peut trouver jusqu'à des écarts de 2 unités de pH entre les horizons de surface et ceux de profondeur sur un sol de 80-90 cm de profondeur.

NB : Remarque sur l'évolution des pH après abandon de la culture

L'évolution du pH après abandon de la culture semble se faire par lessivage des apports anthropiques. Ceux-ci sont entraînés vers le fond puis disparaissent. En mesurant les pH, on observe :

- peu de temps après l'abandon de la culture, un pH plus élevé dans les premières dizaines de centimètres du sol (cf. profil type de la fiche F, relevé n°38),
- quelques années plus tard, ce sont les horizons intermédiaires qui ont un pH plus élevé,



TYPE A

- quelques années encore après, ce sont les horizons de profondeur qui sont moins acides (cf. profil type de la fiche G1, relevé n°32).

Ce phénomène s'atténue d'une phase à une autre par dilution et entraînement des apports anthropiques, la différence de pH entre les horizons moins acides et les autres diminue.

Cette vitesse d'entraînement des apports paraît très variable d'un sol à l'autre. Mais en général, c'est le troisième cas qui a été le plus observé, étant donné que toutes les plantations visitées ont été abandonnées par la culture depuis une dizaine d'années au moins.

L'évolution des pH du sol semble dépendre aussi de l'antécédent cultural. Le phénomène est d'autant plus marqué que la culture a été intensive avant la plantation. En outre, sur une même station, il a été remarqué des différences d'une demi-unité à une unité de pH entre un sol sur ancienne prairie et un sol sur ancienne culture (plus basique).

2.2. Interprétations des A.F.C.

Plusieurs A.F.C. ont été réalisées pour obtenir des regroupements en type de station de plus en plus fins. Sur les premières A.F.C., des groupes homogènes de relevés se différencient nettement du reste. Leur contribution à l'axe qu'ils «étiraient» était forte. Ils ont donc été enlevés afin de se concentrer sur la masse des autres relevés. Chaque groupe homogène ainsi retiré a constitué un type de station.

Etant donné les pourcentages d'inertie des premiers axes pour les différentes A.F.C. effectuées, deux axes ont été conservés à chaque fois, mais un seul a une réelle signification.

2.2.1. Première A.F.C.

Cf. annexe 4a.

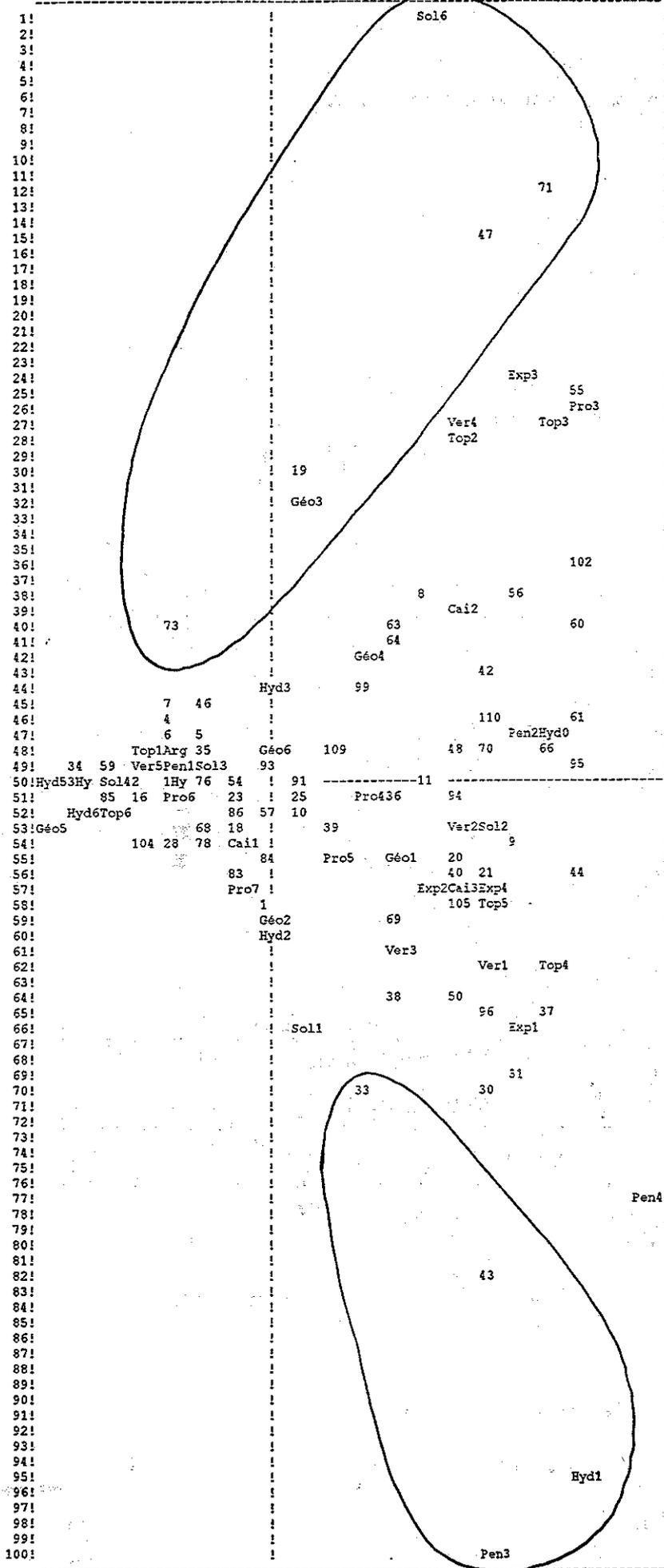
Cf. ci-contre, représentation de la première A.F.C..

Sur la première A.F.C. se dégage nettement les relevés n°12, 22, 108, 24, 26, ayant en commun un sol très peu profond, à relier avec les variables Pro2 (sol entre 20 et 40 cm de profondeur) et Sol5 (rankosol). Ces relevés et ces variables écologiques ont été extraits pour la deuxième A.F.C..

Les stations à rankosols se trouvent essentiellement sur sommet (Top2) avec une très forte charge en cailloux (Cai3). Ces deux variables n'ont pas été enlevées car ne correspondent pas exclusivement aux rankosols. La variable Top2 aurait pu toutefois être enlevée à ce stade-là, car seuls deux autres relevés se trouvent sur cette position topographique ; de plus, étant complètement à l'écart dans la troisième A.F.C., elle sera extraite pour obtenir la quatrième A.F.C..

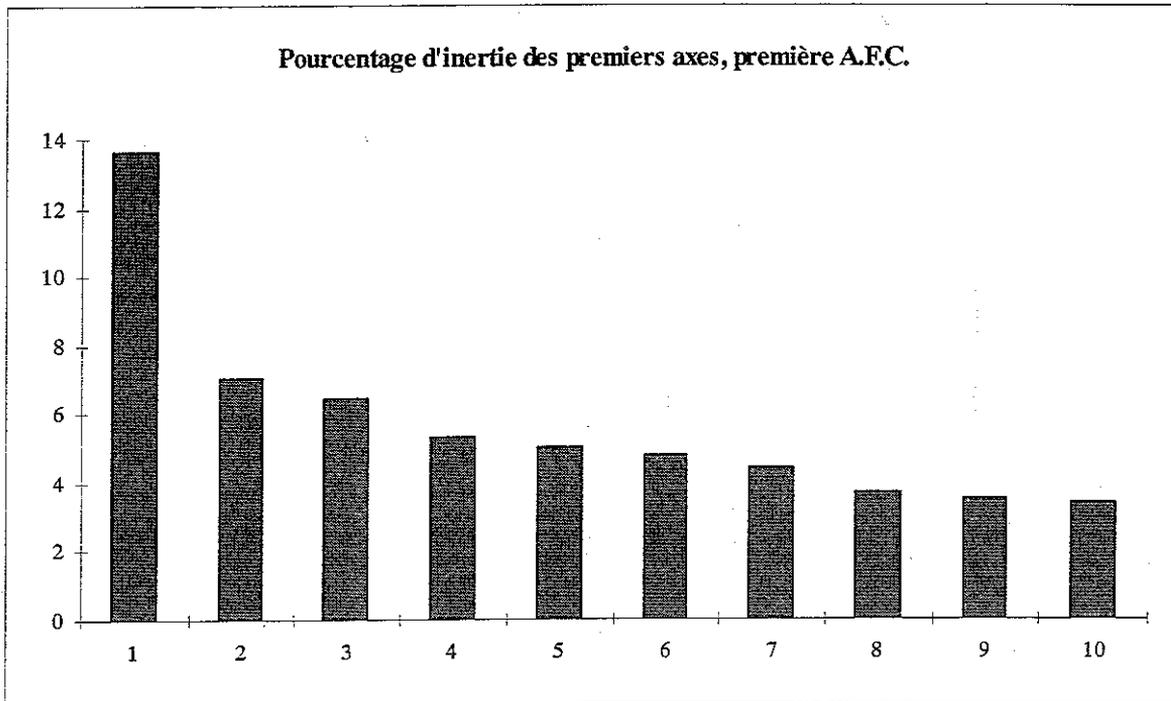
Deux plantes sont associées à ce regroupement :

- Calluna vulgaris (Callune), rencontrée sur un rankosol très acide,
- Rumex acetosella (petite oseille).



TYPE B

TYPE E



2.2.2. Deuxième A.F.C.

Cf. annexe 4b.

Cf. ci-contre représentation de la deuxième A.F.C..

Sur cette deuxième analyse, deux groupes se distinguent à chaque extrémité de l'axe 1. Tous les relevés faisant partie de ces groupes contribuent fortement à la formation de cet axe 1.

2.2.2.1. *Stations sur podzsol*

Un premier groupe, en haut de l'axe 1, correspond aux stations sur podzsol (Sol6), relevés n° 73, 19, 47, 71, développés uniquement sur grès armoricain (Géo3). Les pH moyens y sont très faibles (3,5-4).

Les podzols les plus typiques se trouvent sur haut de versant (Top3) assez long (Ver4), en exposition sud (Exp3) et avec une profondeur moyenne (Pro3 : entre 40 et 60 cm de profondeur). Ces quatre derniers facteurs se retrouvent aussi pour le relevé n° 55, d'où sa position dans l'A.F.C., même si ce n'est pas un podzol.

Le Bouleau verruqueux (*Betula pendula*) a fréquemment été observé sur ces stations.

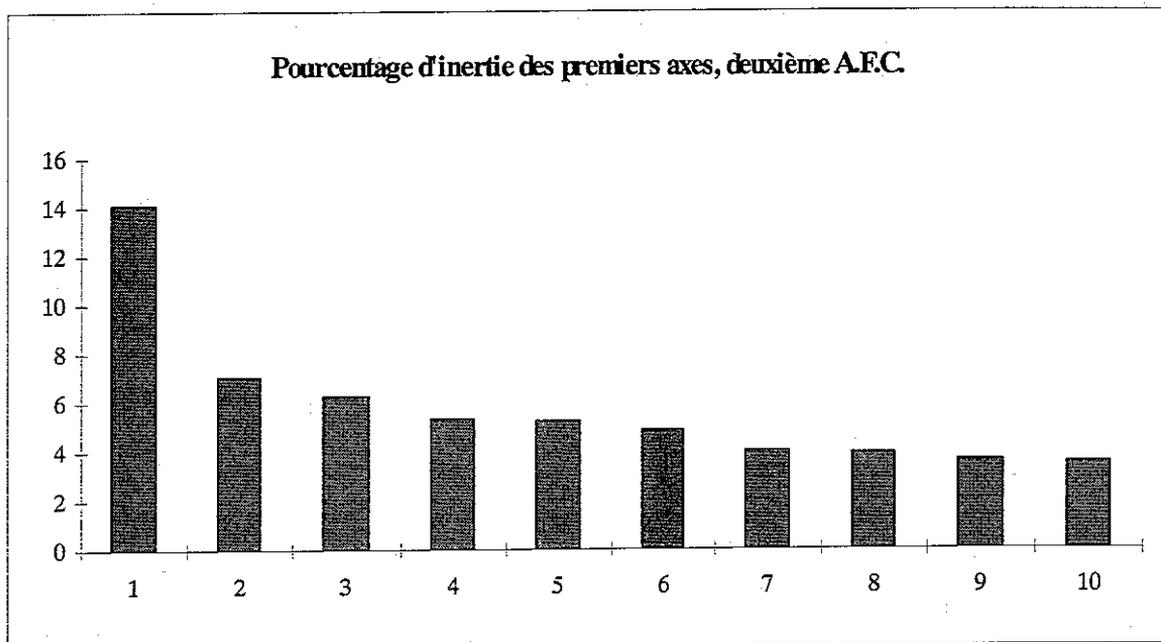
Les quatre relevés sur podzsol et la variable Sol6 ont été supprimés pour la troisième A.F.C..

2.2.2.2. *Stations de versant sur sol profond*

Le deuxième groupe homogène, situé en bas de l'axe 1, est constitué des relevés n° 33 et 43 sur forte pente (Pen3 : entre 15 et 25%) et avec une très faible hydromorphie en profondeur (Hyd1).

Ces stations sont plus riches chimiquement et fraîches. Sur une de ces stations, de l'Orme champêtre (*Ulmus minor*) a été observé.

Ces deux relevés et la variable de pente (Pen3) ont été enlevés pour la suite.



2.2.3. Troisième et quatrième A.F.C.

2.2.3.1. *Troisième A.F.C.*

Cf. annexe 4c.

Sur la troisième A.F.C., la variable Top2 se séparait fortement des autres points. Pour les raisons déjà citées, elle a donc été supprimée pour obtenir la quatrième A.F.C.. Cette suppression n'a pas entraîné de répartition différente des points restants mais a permis de mieux voir les regroupements.

2.2.3.2. *Quatrième A.F.C.*

Cf. annexe 4d.

Cf. ci-contre représentation de la quatrième A.F.C., avec les regroupements effectués.

• **Signification de l'axe 1 :**

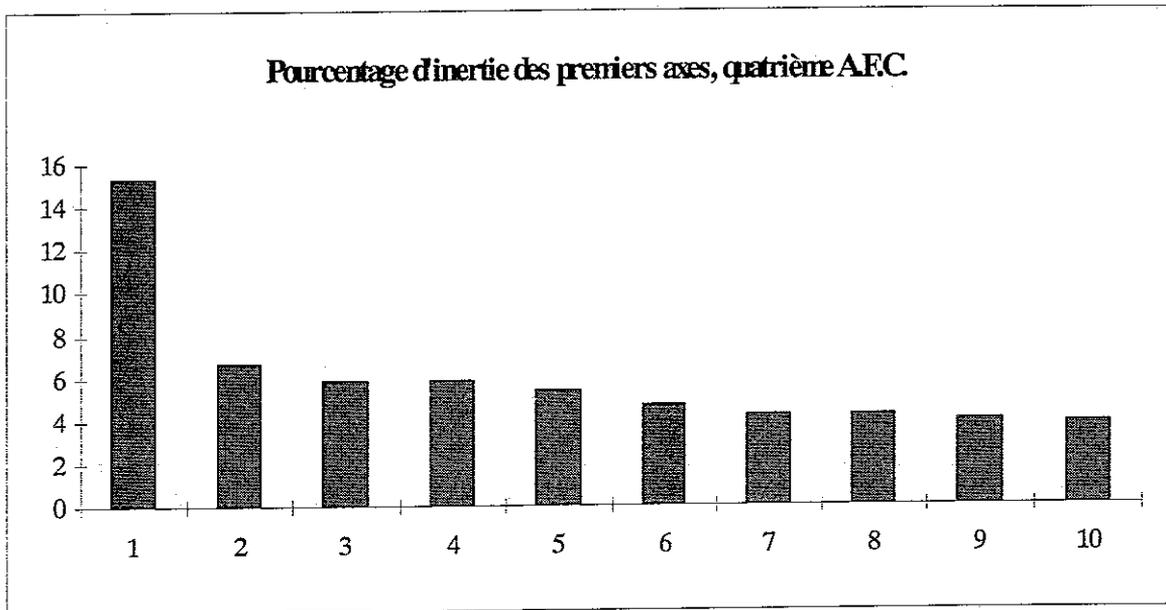
Par son pourcentage d'inertie, le premier axe se différencie des autres axes. Seules les variables écologiques contribuent fortement à la formation de cet axe, les relevés interviennent peu dans sa formation.

Il n'existe pas de gradient particulier le long de cet axe. C'est une combinaison linéaire entre plusieurs facteurs dont la topographie en général (position topographique, pente, longueur de versant), le sol (sa nature, sa profondeur) et la profondeur d'apparition de l'hydromorphie. On peut cependant noter la présence des relevés les plus hydromorphes à gauche de cet axe et ceux les plus secs (situés surtout sur pente et peu profond) à droite.

- **Regroupement en types de stations :**

Il s'agit essentiellement de confronter les premiers regroupements obtenus sans outil statistique et les résultats donnés par cette A.F.C., la C.A.H. ne pouvant être prise en considération.

Le découpage s'est opéré surtout en fonction de l'intensité et de la profondeur d'apparition de l'hydromorphie, qui est apparu comme le facteur écologique principal après observation sur le terrain, et de la profondeur du sol. Des sous-types ont ensuite été créés pour des raisons de richesse chimique, d'existence de certaines plantes, et de substrats géologiques donnant des sols particuliers (placage de limons éoliens du quaternaire de 2-3 mètres d'épaisseur, placage de sable pliocène).



2.3. Clé de détermination et présentation des différents types de station

2.3.1. Classes d'intensité d'hydromorphie

Pour utiliser la clé de détermination et différencier les types de station, plusieurs classes d'intensité d'hydromorphie sont définies :

- **hydromorphie d'intensité 1** : 10 à 20% de taches ocre-rouille, décoloration peu nette ou inférieure à 10%,
- **hydromorphie d'intensité 2** : au moins 20% de matrice, au moins 20% de taches ocre-rouille, décoloration nette supérieure à 10%,
- **hydromorphie d'intensité 3** : existence de taches ocre-rouille sur fond gris (chroma ≤ 2).

L'absence d'hydromorphie d'intensité 1, 2 ou 3 ne sous-entend pas forcément l'absence totale d'hydromorphie pour un sol. Celle-ci peut être inférieure à l'intensité 1 : moins de 10% de taches ocre-rouille, décoloration très peu visible. Ce degré d'hydromorphie n'est pas pris en compte, car trop faible pour être considéré comme une contrainte vis-à-vis de la végétation.

2.3.2. Clé de détermination

1/ Sol inférieur à 30-40 cm de profondeur, forte charge en cailloux
—————→ **Type A**

2/ Sol supérieur à 40 cm de profondeur :

2.1/ Existence d'un podzosol, sur grès armoricain
Plus ou moins profond (de 50 à 100 cm), hydromorphe en profondeur
(intensité 3 au maximum) avec une légère illuviation pour les podzosols
profonds

—————→ **Type B**

2.2/ Pas de podzosol :

2.2.1/ Pas d'hydromorphie d'intensité 1, 2 ou 3 sur l'ensemble du profil du
sol (il peut cependant exister un peu d'hydromorphie au fond) :

2.2.1.1/ Profondeur du sol de l'ordre de 50 cm, charge en cailloux
importante (jusqu'à 25-30%), sur versant ou sommet-
croupe, très rarement sur plateau
(et tous les sols sur pente de plus de 50%)

—————→ **Type C**

2.2.1.2/ Profondeur du sol comprise entre 70 et 90 cm, sur
plateau ou versant, avec présence éventuelle d'un peu
d'hydromorphie à la base

—————→ **Type D**

2.2.1.2.1/ Présence de Troène et de Daphné lauréole

—————→ **Type D1**

2.2.1.2.2/ Plantes précédentes absentes

—————→ **Type D2**

2.2.1.3/ Profondeur du sol supérieure à 100 cm, sur versant,
légère hydromorphie en profondeur, uniquement sur
schiste :

2.2.1.3.1/ Forte pente (>20%)

—————→ **Type E**

2.2.1.3.2/ Pente moyenne à faible

—————→ **Type F**

2.2.2/ Présence d'hydromorphie au moins d'intensité 1 :

2.2.2.1/ Apparition de l'hydromorphie dès la surface, au moins
hydromorphie d'intensité 3 en profondeur, illuviation,
présence de jonc, de Bouleau et de Saule :

—————→ **Type G**

2.2.2.1.1/ Profondeur du sol 70-80 cm, à réserve en eau moyenne

—————> **Sous-type G1**

2.2.2.1.2/ Sol supérieur à 110 cm de profondeur, à très bonne réserve en eau

—————> **Sous-type G2**

2.2.2.2/ Apparition de l'hydromorphie entre 20 et 40 cm de profondeur :

2.2.2.2.1/ Profondeur du sol supérieure à 100 cm, hydromorphie d'intensité 2 au fond, rarement d'intensité 3, sur plateau ou versant de faible pente, voire fond de vallon, essentiellement sur schiste

—————> **Type H**

2.2.2.2.1.1/ Présence d'Erable champêtre et/ou de Troène et Daphné lauréole

—————> **Sous-type H1**

2.2.2.2.1.2/ Plantes précédentes absentes

—————> **Sous-type H2**

2.2.2.2.2/ Profondeur du sol 70-90 cm, hydromorphie d'intensité 2 au maximum, fréquemment sur grès armoricain

—————> **Type I**

2.2.2.3/ Apparition de l'hydromorphie en-dessous de 40-50 cm de profondeur (voire plus), sur plateau ou vallée :

—————> **Type J**

2.2.2.3.1/ Présence de Daphné lauréole et de Troène

—————> **Sous-type J1**

2.2.2.3.2/ Plantes précédentes absentes :

2.2.2.3.2.1/ Placage limoneux (parfois sableux en profondeur) sur plus d'un mètre

—————> **Sous-type J2**

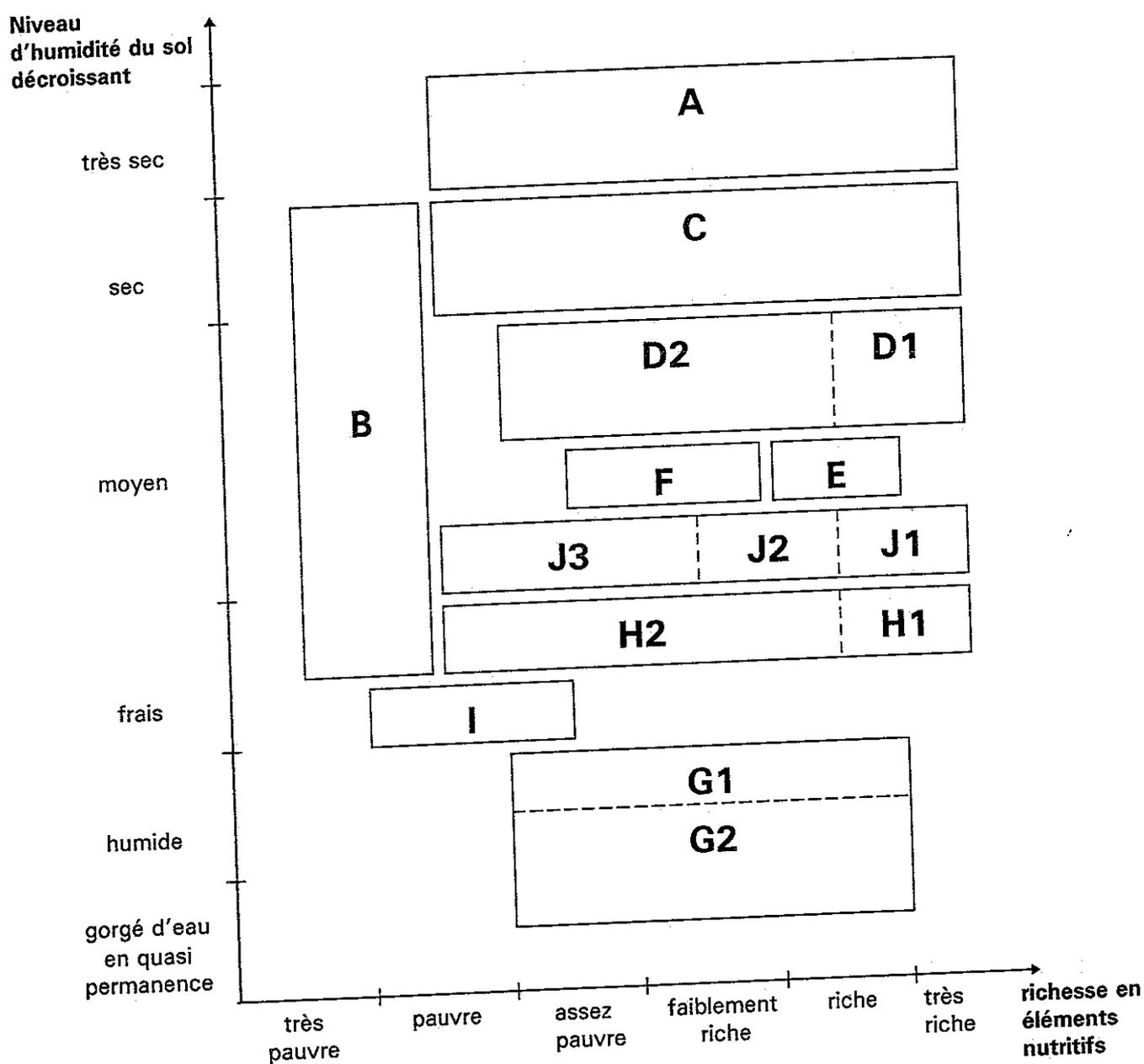
2.2.2.3.2.2/ Pas de placage limoneux

—————> **Sous-type J3**

2.3.3. Diagramme des relations Humidité - Richesse chimique des différents types de stations

Les types de stations ont été classés sur un graphique humidité - richesse chimique. Les classes définies pour la richesse chimique sont données à titre indicatif, l'absence des plantes indicatrices ne permet pas toujours de rentrer dans le détail.

La catégorie «humide» correspond souvent à des sols dont le niveau hydrique est variable au cours de l'année. Ces sols sont en général engorgés pendant l'hiver et le printemps, mais font preuve d'une sécheresse relative en été. C'est le cas des stations de type G1.



2.3.4. Types de stations

2.3.4.1. *Remarques sur le relevé floristique*

Sur la quasi-totalité des relevés stationnels, on trouve des plantes neutro-acidiclines à large amplitude :

- *Hedera helix* (lierre),
- *Rubus* sp. (ronce),
- *Lonicera periclymenum* (chèvrefeuille).

Elles se rencontrent dans de nombreuses stations et la présence de ce groupe écologique ne sert à caractériser aucune d'entre elles. Par contre, son absence prend une signification, notamment pour la définition des stations très humides ou très acides à tendance podzolique.

D'autres espèces neutro-nitrophiles sont aussi fortement présentes :

- *Viola riviniana* (violette des bois),
- *Galium aparine* (gaillet gratteron),
- *Dactylis glomerata* (dactyle aggloméré),
- *Urtica dioica* (ortie),
- *Sambucus nigra* (sureau noir).

Leur présence est due à un effet « agricole », par enrichissement du sol par des apports anthropiques. Cet effet semble durer assez longtemps (une vingtaine d'années) car ces plantes se retrouvent sur d'anciennes plantations.

2.3.4.2. *Mosaïques de micro-stations*

Certains milieux sont composés de mosaïques des types de stations définis précédemment. L'échelle de l'unité stationnelle, de l'ordre de l'are, est trop faible pour pouvoir différencier plusieurs stations sur le terrain. La mosaïque la plus fréquemment rencontrée est une juxtaposition de stations de type A, C, D2, voire J3, avec parfois en plus des affleurements rocheux.

La potentialité forestière d'un tel milieu est proche de celle de la station « moyenne » entre ces quatre types rencontrés, en l'occurrence C ou D2 en fonction de la prédominance des types de stations composant la mosaïque. Toutefois, la potentialité moyenne ne reflète pas les différences de croissance que l'on peut rencontrer sur le terrain où les plantations sont très hétérogènes : très bonne croissance en général sur les unités stationnelles de type J3, et forte mortalité et/ou croissance faible sur celles de type A.

2.3.4.3. *Types de stations proches*

Les types E et F sont assez proches. Mais les différentes A.F.C. les ont nettement séparés, le type E est notamment défini à part avec la deuxième A.F.C.. En outre, on note une plus grande richesse chimique pour les stations de type E.

Les types A et C sont de même différenciés à partir des A.F.C. Le type A, sur rankosol, est clairement mis à part par la première A.F.C.. Le type C regroupe des sols ayant une réserve utile plus importante, permettant l'installation d'une plus large gamme d'essences forestières (cf. 4. Potentialités forestières des types de stations).

Enfin, le type G, caractéristique des sols très hydromorphes, a été découpé en deux sous-types :

- le sous-type G1, avec un sol de 70-80 cm de profondeur, ne se trouve que sur plateau. Il est à craindre en été un assèchement excessif de ces sols, empêchant l'installation d'essences, telles que le Peuplier.
- le sous-type G2, avec des sols nettement supérieurs à 120 cm de profondeur sur plateau et supérieurs à 110 cm en vallée, présente des sols ayant une réserve hydrique bien plus importante. Cela permet l'installation d'essences telles que le Peuplier.

En raison de ces différences de réserve hydrique (liée en partie à la position topographique), ces sous-types ont été différenciés.

2.3.4.4. *Fiches de stations*

NB : Remarques à propos des fiches

L'échelle des différents profils types des sols, dans les fiches descriptives des types de stations, est en centimètres.

Pour la représentation de ces profils, l'échelle des humus n'est pas respectée.

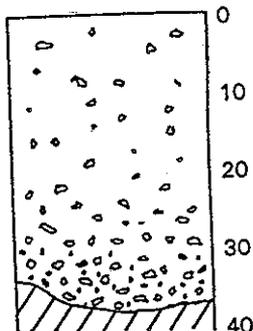
Pour chaque type de station, une liste des plantes caractéristiques de cette station a été dressée. Les plantes notées entre parenthèses ne sont présentes que sporadiquement sur ce type de station.

Pour les horizons très faiblement hydromorphes, la notation «g» à côté du nom de l'horizon est marqué entre parenthèses.

L'ensemble des noms des horizons adoptés pour la description des sols correspond à ceux du nouveau référentiel pédologique (AFES, 1995).

TYPE A : station sur rankosol

- **Localisation :**
Sur versant, sommet ou croupe. Ne se trouve jamais en fond de vallon ou plaine.
- **Importance spatiale :**
Ce type de station est peu fréquent en zone agricole, il représente 4 à 5% des types inventoriés.
- **Substrat géologique :**
Ces stations ne se trouvent que sur des schistes qui donnent par leur altération des sols très caillouteux :
 - schiste briovérien,
 - schiste pourpré,
 - schiste d'Angers.
- **Principaux caractères pédologiques :**
 - Sol peu profond, de 30 à 40 cm d'épaisseur.
 - L'humus, quand il a pu être déterminé, est de type *dysmull*.
 - Ces sols sont en général *acide* (pH de 3,8 à 4,8 en moyenne).
 - La charge en cailloux est élevée : au moins 5% en surface, jusqu'à 30% au fond.
 - Ces sols reposent soit sur une dalle schisteuse continue, soit sur un schiste très finement fissuré donnant de nombreux petits cailloux d'altération.
- **Variations possibles :**
Pour ce type, le principal facteur est la très faible épaisseur du sol. Il existe toutefois quelques différences quant à la richesse chimique de ces stations :
 - sur les sols les plus pauvres, on trouve de la Callune (*Calluna vulgaris*), avec un pH très bas (3,8),
 - sur les sols les plus riches, on trouve du Troène (*Ligustrum vulgare*) et du Daphné lauréole (*Daphne laureola*), avec un pH plus élevé (4,7).
- **Flore :**
Aucune autre plante particulière sauf la petite oseille (*Rumex acetosella*) par endroit.
- **Facteurs limitants pour la production forestière :**
Le facteur fortement limitant, quelle que soit la richesse chimique du sol, est la très faible réserve hydrique disponible pour les arbres.
- **Profil type : (relevé n°22)**



LA : texture limoneuse moyenne, avec une couleur brune (7,5 YR 4/3), structure grumeleuse. La charge en cailloux, de 2-3 cm, est importante et augmente le long du profil (de 5% de cailloux à la surface à 20-25% au fond). Le pH est faible (4,8 en moyenne).

R : dalle de schiste pourpré continue.

TYPE B : station sur podzolosol

- **Localisation :**

Les podzolos les plus caractéristiques se trouvent sur haut de versant, en exposition sud. Toutefois, il en existe, plus rarement, sur plateau.

- **Importance spatiale :**

Ce type de station est peu fréquent, il représente 2 à 3% des types inventoriés.

- **Substrat géologique :**

Les podzolos ne se développent que sur grès, grès armoricain essentiellement, à cause de sa très grande pauvreté chimique, mais aussi grès de Poligné et de Redon.

- **Principaux caractères pédologiques :**

- La profondeur du sol est en général de 50-65 cm, mais certains sont nettement plus profonds (100 cm).
- L'humus est de type *dysmoder à mor*.
- Le pH moyen de ces sols est très faible, de l'ordre de 3,5-4.
- L'altération des grès donne un sol sableux avec une forte charge en cailloux (jusqu'à 20-25%) gênant fortement la progression de la tarière.

- **Variations possibles :**

Sur plateau, les podzolos sont épais (100 cm) avec un forte hydromorphie à partir de 50 cm (jusqu'à hydromorphie d'intensité 3). Un horizon Eg apparaît assez haut (40-45 cm de profondeur), ne laissant de Bph qu'un horizon discontinu, présent entre les glosses. En profondeur, se trouve un horizon BTg/Cg (présence d'une illuviation avec horizon d'accumulation des argiles). L'ensemble de ces horizons s'interpénètrent par des glosses. Le pH est plus élevé, en moyenne 4,5.

- **Flore :**

Aucune des plantes caractéristiques des podzolos n'a été remarquée, toutefois on rencontre fréquemment les plantes acidiphiles suivantes :

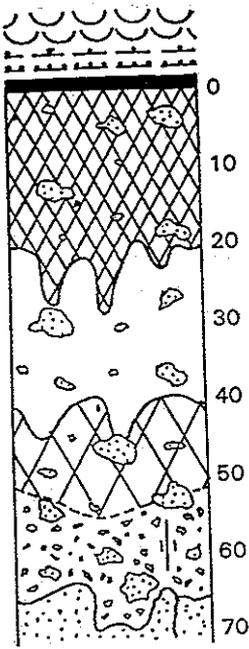
- *Cytisus scoparius* (genêt à balai)
- *Ulex europaeus* (ajonc d'Europe)
- *Pteridium aquilinum* (fougère aigle)

Le Bouleau verruqueux (*Betula pendula*) est aussi couramment présent.

- **Facteurs limitants pour la production forestière :**

- Le facteur limitant essentiel est la pauvreté chimique et l'acidité du sol, provoquant un blocage de la matière organique. Seules quelques essences résineuses frugales peuvent donner des résultats en reboisement.
- Un autre facteur limitant, secondaire, est la présence d'une forte hydromorphie pour les podzolos les plus profonds.
- Sur les podzolos les moins profonds, la réserve hydrique peut être insuffisante en été.

• Profil type : (relevé n° 19)



OLn, Olv, OF et OH présents en couches épaisses, humus de type mor.

Ap : couleur très sombre, brun-grisâtre très foncé (10 YR 3/2), de texture «limon léger sableux» avec un pH très faible (3,5). Structure microgrumeleuse. La matière organique est bloquée. La charge en cailloux, du grès (jusqu'à une taille de 5cm), y est moyenne (5-7%). Cet horizon s'interpénètre par des glosses avec l'horizon suivant.

Ep : couleur claire (gris-brunâtre clair, 10 YR 6/2), de texture limono-sableuse avec un pH de 3,6. Il ne reste par endroit que le squelette de silice. La charge en cailloux augmente (10%).

Bph : couleur foncée (brun foncé, 7,5 YR 3/3), de texture limono-sableuse, le pH est de 3,5. La charge en cailloux est toujours importante (10%). Cet horizon s'interpénètre avec le précédent par des glosses. Il est par endroit très fin. La limite avec l'horizon inférieur n'est pas nette.

Bg/Cg : couleur plus claire (brun-jaunâtre foncé, 10 YR 4/6), avec quelques rares taches d'hydromorphie peu marquées. La texture est limono-sableuse, avec un taux d'argile plus important que les horizons précédents. Le pH est de 3,7. La charge en cailloux est de 20% environ. Cet horizon remonte par endroit presque jusqu'à l'horizon Ep.

R : grès armoricain fissuré

TYPE C : station sur sol brun pierrique moyennement profond

- **Localisation :**

Ce type de station se situe sur versant, parfois avec une forte pente (50%) ou sur sommet, très rarement sur plateau.

- **Importance spatiale :**

Ces stations sont assez bien répandues, environ 10% de la surface.

- **Substrat géologique :**

On ne les trouve que sur des schistes, briovérien ou d'Angers.

- **Principaux caractères pédologiques :**

- La profondeur du sol est en général de 50 à 60 cm, sur forte pente les sols sont plus profonds (80 cm).

- Le pH moyen est de l'ordre de 5, sans grande variation le long du profil.

- La charge en cailloux est élevée et augmente en profondeur. Ces fragments de schiste altéré sont de petite taille, inférieurs à 2 cm.

- Il n'existe ni trace d'hydromorphie, ni trace d'illuviation.

- **Variations possibles :**

On peut trouver sur ces stations du *Troène* (*Ligustrum vulgare*), indiquant une richesse chimique plus importante, mais qui n'est pas suffisante, étant donné les contraintes du milieu, pour obtenir de bonnes croissances des arbres.

Sur forte pente ($\geq 50\%$), le sol est plus profond (80 cm) avec un pH nettement plus faible (3,6 en surface, 4,1 en profondeur). L'humus est de type dysmull. Ce cas est rare.

- **Flore :**

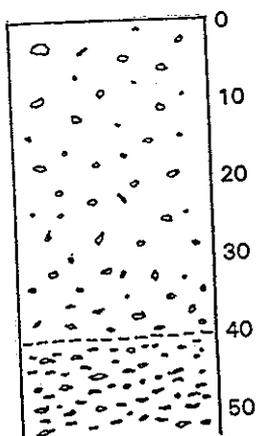
Il n'existe pas de flore caractéristique. Les plantes présentes appartiennent aux groupes des neutrophiles, des neutro-acidiphiles et des méso-acidiphiles à large amplitude.

- **Facteurs limitants pour la production forestière :**

- Le facteur limitant principal reste la faiblesse de la réserve hydrique.

- La richesse chimique est très variable, mais, sauf exception, n'est pas excellente.

- **Profil type : (relevé n° 19)**



LA : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4), texture « limon moyen », avec un pH de 5,4. La charge en petits cailloux (inférieurs à 2 cm) est importante dès la surface (10%).

C : couleur, texture et pH identiques à ceux de l'horizon précédent. Seule la charge en cailloux est plus importante (20 à 25% d'altérites), empêchant une prospection plus profonde.

TYPE D : station sur sol brun acide

- **Localisation :**

On trouve ces stations sur plateau, replat sur versant et bas de versant, plus rarement sur versant de faible pente.

- **Importance spatiale :**

Ce type a une bonne répartition spatiale, il occupe 16% de la surface des stations inventoriées. Le sous-type D1 est bien moins représenté que le sous-type D2.

- **Substrat géologique :**

Ces stations peuvent se trouver sur l'ensemble des grès et schistes présents dans la zone d'étude, les grès sont plus rares que les schistes comme roche mère.

- **Principaux caractères pédologiques :**

- *Sol brun acide de 70 à 90 cm de profondeur.*

- *L'humus est de type oligomull ou dysmull, quand il a pu être observé, voire moder sur grès armoricain.*

- *Le pH en surface est de l'ordre de 4,5-5. En profondeur, sa variation est bien plus importante (de 4,6 à 6,3) pour le sous-type D2. Le sous-type D1 présente lui un pH moins variable en profondeur (environ 5-5,5).*

- *La charge en cailloux est faible en général, augmentant parfois en profondeur avec les fragments de roche issus de l'altération.*

- *L'hydromorphie, quand elle existe en profondeur, ne dépasse pas l'hydromorphie d'intensité 1.*

- *L'illuviation, quand elle existe, reste faible.*

• **Sous-type D1 :**

◇ **Flore :**

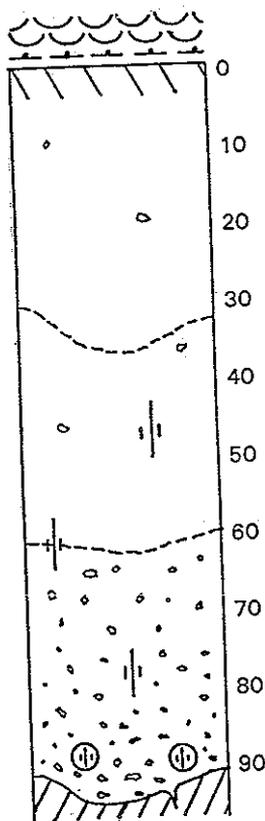
Ce sous-type est caractérisé par sa richesse chimique. On y trouve :

- Daphne laureola (Daphné lauréole)
- Ligustrum vulgare (Troène)
- Acer campestre (Erable champêtre)
- Arum maculatum (Gouet tacheté)
- Sambucus nigra (Sureau noir)
- Fraxinus excelsior (Frêne)
- Hedera helix (Lierre)

◇ **Facteurs limitants pour la production forestière :**

Etant donné la richesse chimique, la capacité de rétention en eau et l'absence d'une forte hydromorphie, il n'existe pas de facteurs limitants particuliers. Cependant, lors d'années particulièrement sèches, il existe un risque de déficit hydrique pouvant nuire fortement aux essences très exigeantes en eau.

◇ **Profil type : (relevé n°11)**



Oln, Oliv et OF continus, humus de type dysmull

LA : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/6), texture « limon léger », pH=4,5, aucun cailloux. L'horizon A commence à acquérir une structure d'horizon forestier (structure microgrumeleuse).

E(g) : couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/6), texture « limon moyen », pH=5,3, pas de cailloux. Quelques rares taches ocres d'hydromorphie apparaissent (2-3%), elles sont peu visibles.

Bg/Cg : couleur gris clair (7,5 Y 7/2) provoquée par la dégradation de la roche mère, texture « limon moyen » à « limon argileux », pH=5,4. Cet horizon est pulvérulent. En plus des quelques taches ocres, on trouve des concrétions rouilles (environ 10%). La charge en cailloux s'élève à 10%.

R : schiste d'Angers, très peu faillé.

• **Sous-type D2 :**

◇ **Flore :**

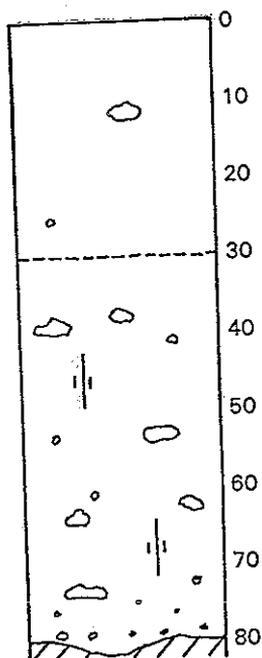
Les plantes présentes sont indicatrices d'un sol assez frais et font partie du groupe des acidiphiles :

- *Teucrium scorodonia* (germandrée scorodaine)
- *Digitalis purpurea* (digitale pourpre)
- *Dryopteris filix-mas* (fougère mâle)
- (- *Pteridium aquilinum* (fougère aigle))

◇ **Facteurs limitants pour la production forestière :**

Seule la richesse chimique peut être un facteur limitant pour les essences les plus exigeantes. Cependant, comme pour le sous-type précédent, lors d'année particulièrement sèche, il existe un risque de déficit hydrique pouvant nuire fortement aux essences très exigeantes en eau.

◇ **Profil type : (relevé n°39)**



LA : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4), texture « limon moyen », pH=4,7, structure grumeleuse. La charge en cailloux est très faible (1 à 2%).

S(g) : couleur brun-olive clair (2,5 Y 5/6), texture « limon moyen », pH=4,9. La charge en cailloux (de taille inférieure à 5 cm) augmente un peu. Quelques taches ocre (5%) et grises (2%) apparaissent, surtout au fond, elles sont peu visibles.

R : schiste briovérien

TYPE E : station sur sol brun acide profond de forte pente

- **Localisation :**

Sur versant (rectiligne, bas de versant, rentrant sur versant), avec une pente supérieure à 25%, de faible longueur (maximum 250 m).

- **Importance spatiale :**

Très faible représentation de ce type, 1-2% des types inventoriés.

- **Substrat géologique :**

Ces stations se trouvent sur schiste briovérien, avec parfois placage d'alluvions modernes en bas de versant.

- **Principaux caractères pédologiques :**

- Sols bruns acides très profonds ($> = 100$ cm).
- Humus de type *mésomull*, quand il a pu être déterminé.
- La charge en cailloux est très faible (maximum 2-3% dans les horizons de profondeur).
- L'hydromorphie n'apparaît qu'en profondeur et son intensité n'est jamais très forte, elle reste inférieure à l'hydromorphie d'intensité 1.
- L'illuviation existe rarement et reste d'une faible intensité.
- Ces sols sont caractérisés par une bonne richesse chimique.
- Très grande homogénéité des horizons le long des profils, il existe peu de critères de distinction.

- **Flore :**

La flore est caractéristique d'un milieu plus frais et plus riche :

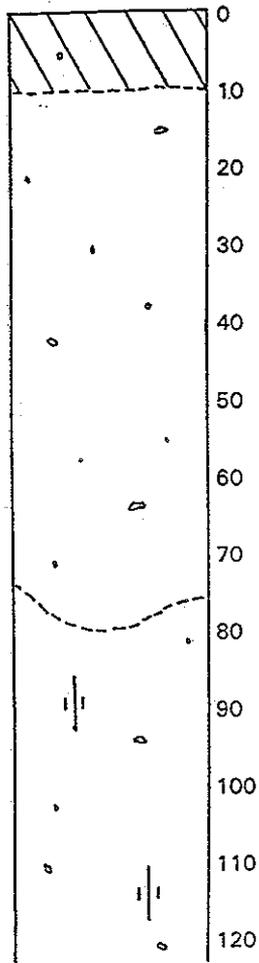
- *Ranunculus ficaria* (ficaire)
- *Urtica dioïca* (ortie dioïque)
- *Primula vulgaris* (primevère)
- *Arum maculatum* (gouet tacheté)
- *Sambucus nigra* (sureau noir)
- *Geranium robertianum* (géranium herbe-à-Robert)
- (- *Glechoma hederacea* (lierre terrestre))
- (- *Euphorbia amygdaloïdes* (euphorbe faux amandier))
- (- *Ulmus minor* (Orme champêtre))

- **Facteurs limitants pour la production forestière :**

Etant donné la richesse chimique, la capacité de rétention en eau et l'absence d'une forte hydromorphie, il n'existe pas de facteurs limitants particuliers.

La richesse chimique de ces stations est inférieure à celle rencontrée dans les stations de type D1, dont elles sont très proches.

• Profil type : (relevé n°43)



LA : couleur brune (10 YR 4/3), texture «limon moyen». La charge en cailloux est très faible.

S1 : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 5/6), texture «limon moyen», charge en cailloux très faible.

S2(g) : couleur, texture et charge en cailloux identiques à celles de l'horizon précédent. Quelques taches ocres et grises (1-2% de l'horizon) d'hydromorphie, peu visibles, apparaissent.

TYPE F : station sur sol brun acide profond, légèrement lessivé

- **Localisation :**

Sur bas de versant principalement, plus rarement sur mi-versant, pente environ 8 à 10%.

- **Importance spatiale :**

Ce type représente environ 7% des stations inventoriées.

- **Substrat géologique :**

Ces stations ne se trouvent que sur schiste :

- schiste pourpré essentiellement,
- schiste d'Angers)secondairement.
- schiste briovérien)

- **Principaux caractères pédologiques :**

- *Sols bruns acides profonds* (≥ 100 cm d'épaisseur).
- L'humus, quand il a pu être déterminé, est de type *oligomull*.
- Le pH de surface varie de 4,5 à 6,2 ; cette différence est due aux antécédents culturaux très divers.
Le pH de profondeur est moins variable, de 5 à 5,5 environ.
- *La charge en cailloux est très variable*, presque nulle pour certains sols, atteint 10-15% en moyenne sur tout le profil pour d'autre. On retrouve toujours un horizon d'altération de la roche mère avec 15-20% de petits cailloux.
- *L'hydromorphie apparaît en profondeur* (plus de 60 cm) et reste faible, inférieure à l'hydromorphie d'intensité 1.
- En général, *il existe une très légère illuviation*.

- **Flore :**

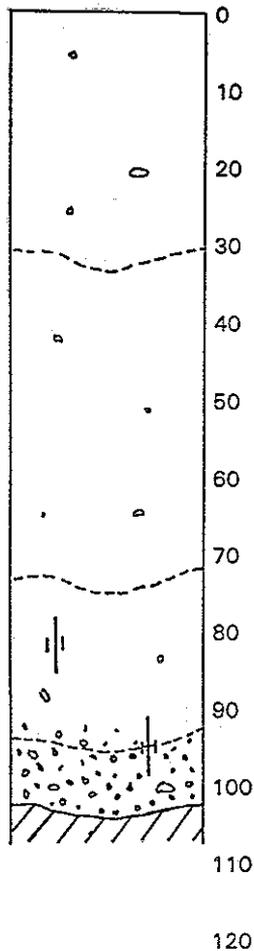
On y retrouve tout le cortège général des stations sur anciennes terres agricoles, avec quelques plantes indiquant une plus grande fraîcheur :

- *Ranunculus ficaria* (ficaire)
- *Urtica dioica* (ortie dioïque)
- *Rumex acetosa* (oseille)
- (-*Euphorbia amygdaloides* (euphorbe faux amandier))

- **Facteurs limitants pour la production forestière :**

La richesse chimique est variable mais reste moyenne en général. Sinon la réserve hydrique et la faible intensité de l'hydromorphie sont des facteurs favorables.

• Profil type : (relevé n°38)



LA : couleur brun-brun foncé (7,5 YR 4/3), texture «limon léger», pH=6,2 (l'un des sols les moins acides rencontrés). La charge en cailloux est très faible.

S1/E : couleur brune (7,5 YR 5/4). La texture, le pH et la charge en cailloux sont les mêmes que pour l'horizon précédent.

S2(g)/B(g) : couleur brune (7,5 YR 5/4), pH=5,6, la charge en cailloux est toujours très faible. Il existe une légère illuviation, texture «limon moyen». Quelques taches ocres (5%, de couleur brun vif, 7,5 YR 5/8) apparaissent.

C(g) : couleur et pH identiques à ceux de l'horizon précédent. Texture «limon moyen», le taux d'argile est cependant plus élevé que pour l'horizon supérieur. Le niveau d'hydromorphie est le même. Cet horizon contient 10 à 15% de schistes pourprés altérés (taille des cailloux inférieure à 2 cm)

R : schiste pourprés très peu fissuré.

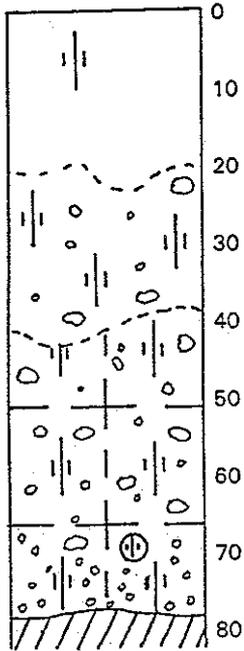
TYPE G : station hydromorphe de vallée ou de plaine

- **Localisation :**
En général, en vallée et plaine, plus rarement sur plateau pour le sous-type G2.
Uniquement sur plateau pour le sous-type G1.
- **Importance spatiale :**
Type de station assez fréquente en plaine et vallée, plus rare sur plateau.
- **Substrat géologique :**
 - Schiste briovérien)
 - Schiste pourpré) avec parfois placage de limon (de faible épaisseur)
 - Schiste d'Angers)
 - Très rarement du grès armoricain, uniquement pour le sous-type G1.
- **Principaux caractères pédologiques :**
 - *Humus* de type dysmull (quand il a pu être déterminé).
 - *Rédoxisol* avec taches rouilles dès la surface (anciennement pseudogley). Au fond, hydromorphie d'intensité 3, apparaissant entre 20 et 50 cm de profondeur.
 - *L'illuviation* est plus ou moins importante, mais toujours présente.
 - *Les pH* sont variables : pH de surface de 4,6 à 5,7
pH de profondeur de 5,7 à 6,8
 - Au fond, il est fréquent de trouver un horizon graveleux d'altération de la roche mère.
- **Flore :**
 - *Juncus effusus* ou *conglomeratus* (jonc épars ou jonc aggloméré)
 - *Salix atrocinnerea* (Saule)
 - *Rumex obtusifolius* (patience à feuilles obtuses)
 - *Rumex hydrolapathum* (patience aquatique)
 - *Rumex acetosa* (oseille)
 - *Urtica dioica* (ortie dioïque)
 - (- *Betula pendula* (Bouleau verruqueux))
 - (- *Fraxinus excelsior* (Frêne))
 - (- *Taraxacum officinalis* (pissenlit))
- **Facteurs limitants pour la production forestière :**
 - Forte hydromorphie avec un engorgement annuel long.
 - Contraste hydrique important entre l'hiver et l'été pour le sous-type G1.
 - La compacité du sol est importante en profondeur.

• **Sous-type G1 :**

◇ **Principaux caractères pédologiques :**
Sol de 70-80 cm de profondeur.

◇ **Profil type : (relevé n° 32)**



LAg : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4), texture «limon moyen», pH=5. L'hydromorphie est présente dès la surface bien qu'en faible intensité (1% de taches ocres). La charge en cailloux est nulle.

Eg : couleur brun-olive clair (2,5 Y 5/4), texture «limon moyen», pH=5,9. L'hydromorphie s'intensifie avec 15% de taches ocres et 25% de taches grises. La charge en cailloux augmente un peu avec 5% de cailloux de moins de 5 cm.

Bg/Cg : texture «limon moyen» / «limon argileux», pH=6,8. L'horizon est constitué de marbrures ocres (40 à 50%, de couleur rouge-jaunâtre, 5 YR 5/8) sur fond gris clair (2,5 Y 7/2), avec en plus 2% de concrétions rouilles. La charge en cailloux augmente jusqu'à 10%.

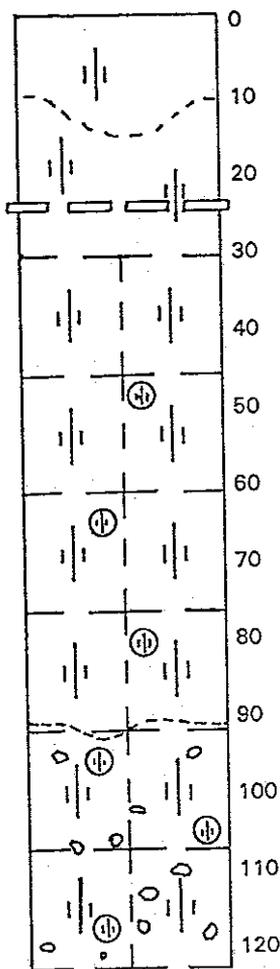
R : schiste briovérien, peu fissuré.

• **Sous-type G2 :**

◇ **Principaux caractères pédologiques :**

Sol supérieur à 110 cm de profondeur (plus profond sur plateau).

◇ **Profil type : (relevé n°98)**



Ag : couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/4), texture «limon moyen», pH=5,7, structure massive. L'hydromorphie est présente dès la surface bien qu'en faible intensité (3% de taches ocre-rouille et 3% de taches grises). La charge en cailloux est nulle.

Eg : texture «limon moyen», pH=5,7. L'hydromorphie s'intensifie très rapidement pour constituer un horizon marbré avec des marbrures ocres (40 à 50%, de couleur brun-jaunâtre, 10 YR 5/8) sur fond gris-olive clair (5 Y 6/2), avec quelques concrétions rouilles (5%). La charge en cailloux est toujours nulle.

Bg : texture «limon moyen» / «limon argileux», pH=5,9. L'hydromorphie reste la même pour cet horizon. La charge en cailloux est quasi-nulle (2% de cailloux inférieurs à 4-5 cm).

TYPE H : station sur sol brun hydromorphe profond

- **Localisation :**

Sur plateau ou versant ayant une pente très légère ($\leq 6-7\%$).

- **Importance spatiale :**

Ce type de station est le plus répandu, il représente 20% de l'ensemble des stations répertoriées.

- **Substrat géologique :**

Se trouve surtout sur schiste briovérien et schiste pourpré, voire sur d'autres schistes (d'Angers, de Plougastel), beaucoup plus rarement sur grès armoricain (sauf pour le sous-type H1).

- **Principaux caractères pédologiques :**

- *Sols bruns hydromorphes profonds* (≥ 100 cm), plus rarement supérieurs à 120 cm.

- *Humus* : mésomull-oligomull pour le sous-type H1
oligomull-dysmull pour le sous-type H2

- pH : 4,5 à 5 en moyenne pour les horizons de surface

- pH : 5 à 5,5 en profondeur.

En moyenne les pH sont compris entre 4,5 et 5,5 mais il existe des sols moins acides du fait des apports anthropiques.

- La charge en cailloux peut être importante sur grès armoricain et schiste de Plougastel (en moyenne 10-15 % sur tout le profil). Sur les autres roches mères, il existe au fond un horizon Cg riche en cailloux issus de l'altération de la roche, de petites tailles (< 1 cm).

- L'hydromorphie apparaît entre 20 et 40 cm de profondeur, avec une intensité 2 en général, plus rarement d'intensité 3.

- L'illuviation, quand elle existe, reste légère.

• Sous-type H1 :

◇ Flore :

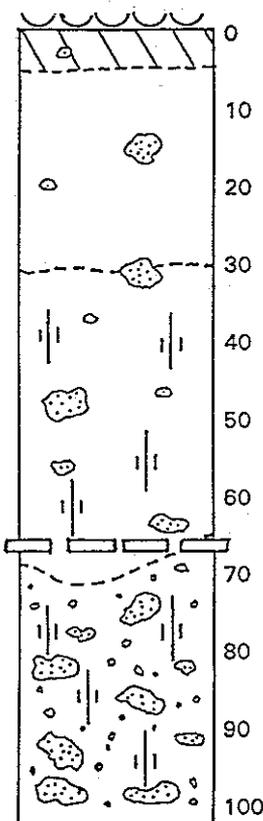
La flore est caractéristique d'un milieu frais et riche :

- Acer campestre (Erable champêtre)
- Ligustrum vulgare (Troène)
- Arum maculatum (gouet tacheté)
- Anagalis arvensis (mouron)
- Rumex acetosa (oseille)
- (- Potentilla reptans (potentille rampante))
- (- Veronica chamaedrys (Véronique petit chêne))

◇ Facteurs limitants pour la production forestière :

Ces stations présentent une très bonne richesse chimique mais l'hydromorphie est forte et influe sur le choix des essences de reboisement.

◇ Profil type : (relevé n° 90)



Oln continu, Olv discontinu, humus de type mésomull

A : couleur brun foncé (10 YR 3/3), texture « limon moyen », pH=5,2, structure grumeleuse Dès la surface apparaît une charge en cailloux relativement importante (>5%, cailloux de taille inférieure à 7-8 cm).

S : couleur brun-brun foncé (10 YR 4/3), texture « limon moyen » avec un taux d'argile plus important que celui de l'horizon A, pH=5,3. La charge en cailloux est la même.

Eg/Sg : couleur, texture, pH et charge en cailloux identiques à ceux de l'horizon précédent. Toutefois, le taux d'argile est inférieur à celui de l'horizon S tout en restant dans la catégorie de texture « limon moyen ». L'hydromorphie apparaît avec 20% de taches ocres (couleur brun-jaunâtre, 10 YR 5/6) et 35% de taches de décoloration claires (couleur brun-olive clair, 2,5 Y 5/4).

Bg/Cg : couleur brun-jaunâtre clair (2,5 Y 6/4), texture « limon moyen » avec un taux d'argile plus élevé, pH=5,1. La charge en cailloux augmente avec en plus de nombreux graviers (environ 5%) issus de l'altération du grès. Les taches ocres (jaune-brunâtre, 10 YR 6/8) représentent 35% de cet horizon et autant pour les taches grises (brun-jaunâtre clair, 2,5 Y 6/3).

• **Sous-type H2 :**

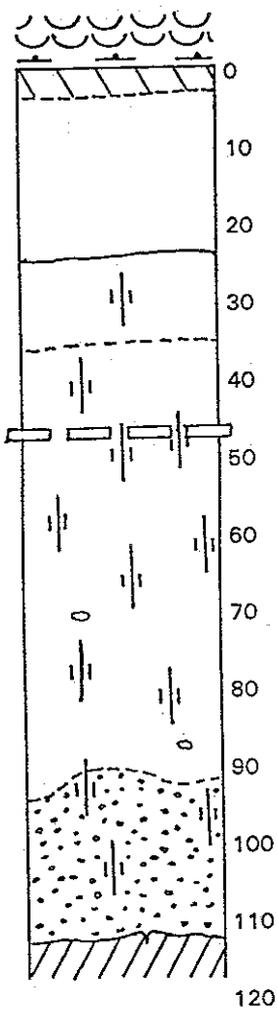
◇ **Flore :**

- Pteridium aquilinum (fougère aigle)
- Ulex europaeus (ajonc d'Europe)
- Urtica dioïca (ortie dioïque)
- Rumex obtusifolius (patience à feuilles obtuses)
- Salix atrocinerea (Saule)

◇ **Facteurs limitants pour la production forestière :**

- L'hydromorphie est importante et peut gêner l'enracinement des arbres.
- La richesse chimique est en général assez faible pour ces stations.

◇ **Profil type : (relevé n°53)**



- Oln, Olv continus, OF discontinu, humus de type oligomull
- A : couleur brun foncé (10 YR 3/3), texture «limon léger», le pH est faible (4,8), dus à une concentration en matière organique plus importante, structure grumeleuse. La charge en cailloux est nulle.
- E1 : couleur plus claire (brun-brun foncé, 10 YR 4/3), texture «limon léger», pH=5,2, la teneur en matière organique diminue. La charge en cailloux est toujours nulle.
- E2g : couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/6), texture «limon léger», pH=6. L'hydromorphie apparaît faiblement, les taches ocres (10% de l'horizon) et les taches grises (5%) sont peu visibles. La charge en cailloux n'augmente pas.
- Bg : couleur de la matrice jaune-brunâtre (10 YR 6/6), texture «limon moyen», pH=5,9. C'est un horizon d'accumulation de l'argile. L'hydromorphie s'intensifie avec des taches ocres représentant 40% de l'horizon et les taches de décoloration 20%. Quelques cailloux apparaissent.
- Cg : couleur variant entre un rouge pâle et un brun-rougeâtre (entre 10 R 4/4 et 2,5 YR 4/4) provoquée par l'altération de la roche mère (schiste pourpré), texture «limon moyen» / «limon argileux», pH=5,7. L'hydromorphie reste la même que celle de l'horizon supérieur. Nombreux graviers d'altération (20%).
- R : schiste pourpré peu faillé.

TYPE I : station sur sol brun acide, hydromorphe sur grès armoricain

- **Localisation :**

Sur plateau essentiellement, plus rarement en plaine.

- **Importance spatiale :**

Ce type de station est faiblement représenté (6% des stations inventoriées).

- **Substrat géologique :**

Ces stations se trouvent surtout sur grès armoricain, mais aussi sur schiste briovérien et schiste d'Angers.

- **Principaux caractères pédologiques :**

- *Sols bruns acides de 70 à 90 cm de profondeur.*

- *L'humus, quand il a pu être observé, est de type *dysmull*.*

- *pH = 5-5,3 en surface*

pH = 5,2 à 6,2 en profondeur ; malgré la présence de grès armoricain, les pH ne sont pas très faibles.

- *La charge en cailloux est moyenne, en général on en rencontre quelques gros (environ 5 cm) dans les premiers horizons avec en plus des graviers d'altération au fond.*

- *L'hydromorphie apparaît entre 20 et 40 cm de profondeur, en général d'intensité 2.*

- *Il existe une légère illuviation.*

- **Flore :**

Il n'existe pas de flore caractéristique, toutefois on note la présence de plantes plus hygrophiles :

- *Rumex acetosa (oseille)*

- *Anagalis arvensis (mouren jaune)*

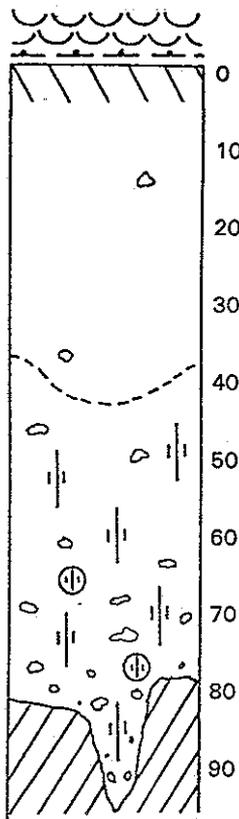
- *Ranunculus bulbosa (renoncule bulbeuse)*

- **Facteurs limitants pour la production forestière :**

- *L'hydromorphie est importante et peut gêner l'enracinement des arbres. La présence de la nappe d'eau est temporaire et le milieu peut devenir sec en été.*

- *La richesse chimique est en général faible sur grès armoricain.*

• Profil type : (relevé n° 14)



Oln, Oliv, OF continus, humus de type dysmull.

LA : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4), texture «limon léger» / «limon moyen», pH=5,2, structure microgrumeleuse. La charge en cailloux est très faible. Au sommet de cet horizon, un horizon A commence à se structurer avec une concentration en matière organique plus importante.

Sg : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/6), texture «limon moyen», pH=5,9. Il existe une légère illuviation avec concentration des argiles dans le deuxième horizon. La charge en cailloux est faible (de 2 à 5%). L'hydromorphie est forte avec 30% de marbrures ocres et 20% de marbrures grises. A partir de 60 cm de profondeur, 2 à 5% de concrétions rouilles apparaissent.

R : schiste briovérien, fortement faillé.

TYPE J : station sur sol brun très profond de plateau

- **Localisation :**
Sur plateau le plus fréquemment, mais aussi en vallée et fond de vallon (rare)
- **Importance spatiale :**
Ce type est assez répandu, il occupe 14-15% des stations inventoriées.
- **Substrat géologique :**
Ces stations se trouvent sur :
 - schiste d'Angers) pour le *sous-type J1*.
 - grès armoricain)
 - placage de limons éoliens et/ou placage de sables pour le *sous-type J2*.
 - schiste briovérien)
 - schiste d'Angers) pour le *sous-type J3*.
 - schiste pourpré)
- **Principaux caractères pédologiques :**
 - *Sol brun acide très profond* (≥ 100 cm), plus fréquemment supérieur à 120 cm de profondeur.
 - *L'hydromorphie apparaît vers 40-60 cm de profondeur*, elle ne dépasse une intensité 2.
 - Sauf rares cas, la charge en cailloux reste faible le long du profil. Dans l'horizon de profondeur, il peut exister des graviers d'altération (jusqu'à 10-15%).
 - L'illuviation, quand elle existe, reste faible.

• Sous-type J1 :

◇ **Principaux caractères pédologiques :**

- Humus de type *mésomull*, quand il a pu être déterminé.
- pH de surface : 5,5.
- pH des horizons intermédiaires et de profondeur : 6,5-7.

Ces sols sont parmi les moins acides, surtout pour les horizons de profondeur.

- *La charge en petits cailloux (inférieurs à 3 cm) est élevée.*

◇ **Flore :**

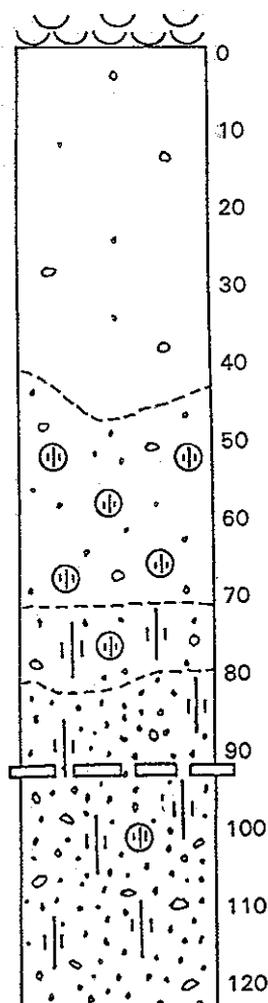
La flore est caractéristique d'un milieu frais et riche :

- *Ligustrum vulgare* (Troène)) uniquement sur schiste
- *Daphne laureola* (Daphné lauréole)) d'Angers
- *Acer campestre* (Erable champêtre)
- *Arum maculatum* (gouet tacheté)
- *Ranunculus ficaria* (ficaire)
- *Urtica dioica* (ortie dioïque)
- *Rumex obtusifolius* (patience à feuilles obtuses)

◇ **Facteurs limitants pour la production forestière :**

Ces stations présentent une très bonne richesse chimique. L'hydromorphie est un facteur faiblement limitant, mais à prendre en compte dans le choix des essences les plus sensibles.

◇ **Profil type : (relevé n°100)**



OLn continu, OLv discontinu, humus de type *mésomull*
 LA/E : couleur brun-olive (2,5 Y 4/4), texture «limon moyen»,
 pH=5,4. La charge en cailloux est très faible (1%).

Bg1 : couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/6), texture «limon argileux», pH=6,7. L'hydromorphie se présente sous forme de concrétions rouilles (20 à 50%). La charge en cailloux augmente avec 10% de graviers.

Bg2 : couleur de la matrice, texture, pH et charge en cailloux identiques à ceux de Bg1. L'hydromorphie s'intensifie pour donner un horizon bariolé avec 25-30% de marbrures ocres (couleur brun-jaunâtre, 10 YR 5/8), 25-30% de marbrures grises (couleur brun très clair, 10 YR 7/4) et 10-15% de concrétions rouilles.

Cg : couleur gris-brunâtre clair (2,5 Y 6/2) due à l'altération de la roche mère. La texture est moins argileuse, «limon moyen» / «limon argileux». pH=6,5. La charge en graviers augmente (20% de l'horizon). Les marbrures ocres (couleur brun-jaunâtre, 10 YR 5/8) représentent 40%, les marbrures grises (environ 40%) sont très peu visibles.

• **Sous-type J2 :**

◇ **Variations possibles :**

Il existe en plus des sols sur placage de sable et placage de limon, décrits ci-après, d'autres sols développés uniquement sur des placages de limons de 2 à 3 m d'épaisseur. La station conserve un bon niveau trophique, avec des pH plus faibles (entre 5,2 et 5,8).

◇ **Flore :**

Les plantes présentes sont plus indicatrices d'un milieu frais que d'un milieu riche, on y trouve :

- *Sambucus nigra* (sureau noir)
- *Urtica dioica* (ortie dioïque)
- *Ranunculus ficaria* (ficaire)
- *Rumex acetosa* (oseille)
- *Rumex obtusifolius* (patience à feuilles obtuses)
- *Salix atrocinerea* (Saule)
- (- *Primula vulgaris* (primevère))
- (- *Vinca minor* (petite pervenche))

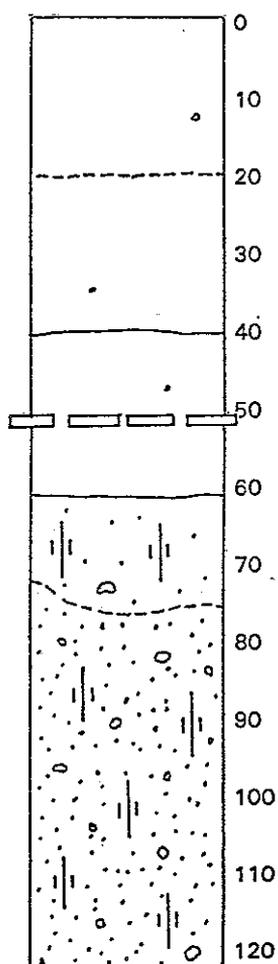
◇ **Facteurs limitants pour la production forestière :**

L'hydromorphie de par son intensité est à prendre en considération dans le choix des essences de reboisement, cependant compte tenu de sa profondeur d'apparition elle ne représente pas un facteur très gênant.

Ces stations présentent une bonne richesse chimique, inférieure toutefois à celle du sous-type J1.

◇ **Profil type : (relevé n°81)**

Ce sol s'est développé sur placage de sables et poudingues, surmonté d'un autre placage de limon éolien du pliocène. on y trouve les meilleurs pH relevés au cours de cette étude.



LA : couleur brun-brun foncé (10 YR 4/3), texture «limon moyen», pH=6. La charge en cailloux est nulle.

LS : les caractéristiques de cet horizon sont identiques à celles de l'horizon LA. La couleur est légèrement plus claire (couleur brune, 10 YR 5/3)

E : couleur brun-olive clair (2,5 Y 5/4), texture «limon léger», pH=6,7. La charge en cailloux est toujours nulle.

IIBg : couleur brun-olive clair (2,5 Y 5/4), texture «limon moyen» / «limon moyen sableux», pH=6,9. Des taches d'hydromorphie apparaissent, avec 20% de taches ocre (couleur brun-jaunâtre, 10 YR 5/8) et 20% de taches de décoloration (couleur brun-jaunâtre clair, 2,5 Y 6/4, peu visibles). Il existe quelques petits cailloux (3%).

IICg : couleur brun-olive clair (2,5 Y 5/4), texture «limon sableux», pH=7,1. L'hydromorphie s'intensifie un peu avec 30% de taches ocre et 30% de taches grises. La charge en cailloux reste la même.

• **Sous-type J3 :**

◇ **Principaux caractères pédologiques :**

- Humus de type *oligomull* à *dysmull*, quand il a pu être déterminé.
- La charge en cailloux est très variable.
- Le *pH* moyen de ces sols varie entre 4 et 4,5 pour les plus acides, 5,5 et 6 pour les moins acides.

◇ **Flore :**

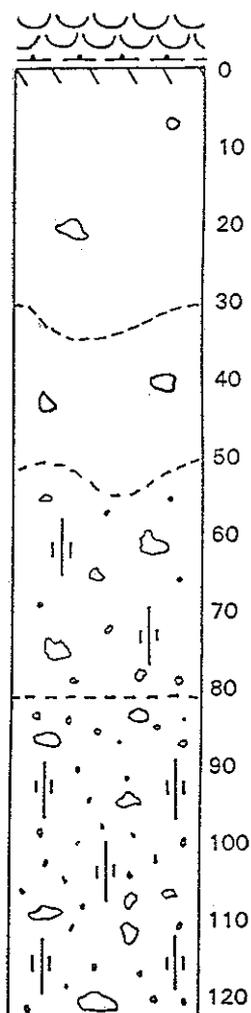
Il n'existe pas de flore caractéristique, toutefois on note la présence de plantes plus hygrophiles :

- *Rumex acetosa* (oseille)
- *Rumex obtusifolius* (patience à feuilles obtuses)
- (- *Phyllitis scolopendrium* (scolopendre) (sur les sols les moins acides))

◇ **Facteurs limitants pour la production forestière :**

L'hydromorphie apparaissant en profondeur, la richesse chimique est le facteur limitant principal pour le choix des essences de reboisement.

◇ **Profil type : (relevé n° 106)**



OLn, OLv et OF continus, humus de type *dysmull*

LA : couleur brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4), texture «limon moyen», *pH*=5,4, structure grumeleuse. La charge en cailloux (inférieurs à 5 cm) est faible (2-3%).

S1/E : couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/6), *pH*=5,8. La texture et la charge en cailloux sont identiques à celles de l'horizon LA.

S2g/Bg : couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/6), texture «limon moyen», *pH*=5,8. L'hydromorphie apparaît avec 15% de taches ocres (couleur brun vif, 7,5 YR 5/8) et 10% de taches grises (couleur jaune pâle, 2,5 Y 7/4). La charge en cailloux augmente avec des graviers.

Cg : couleur de la matrice brun vif (7,5 YR 5/8), texture «limon moyen», *pH*=5,9. Les taches d'oxydation du fer représentent 25% de l'horizon (couleur rouge, 10 R 4/6) et les taches de décoloration 25% (couleur jaune, 10 YR 7/6). La charge en graviers augmente.

2.4. Conclusion

L'ensemble des 15 types et sous-types de stations précédemment décrits font partie, sauf exception (podzosol, rankosol, rédoxisol), des meilleures stations que l'on puisse rencontrer dans la zone d'étude. Leur ancien antécédent cultural n'est pas étranger à ce fait, par les apports anthropiques.

L'hydromorphie prend une grande importance dans la définition des stations sur anciennes terres agricoles car il n'existe pas le phénomène de pompe des peuplements forestiers. Le climat à dominante océanique, le faible relief et la nature des roches mères de la région contribue à la formation de cette forte hydromorphie.

Les types de stations décrits ne prendront leur pleine signification que lorsqu'ils seront reliés aux types de stations forestières du catalogue du sud de l'Ille-et-Vilaine, à venir. Il sera intéressant de voir vers quel type probable de station forestière ils évoluent. Cela permettra de mieux connaître le niveau de richesse chimique des stations, par le relevé floristique, et d'affiner ainsi leurs potentialités forestières.

Cependant il existe des inconnues pour de tels rapprochements, c'est notamment l'évolution de la richesse chimique du sol à partir de l'abandon de la culture et de l'arrêt des fertilisations. De plus, comme cela a été souligné précédemment, l'hydromorphie en milieu ouvert est plus forte qu'en forêt.

Les problèmes de semelle de labour et de tassement du sol n'ont pas été évoqués car, malgré la prédominance des limons dans la zone d'étude, quasiment aucun problème de ce genre n'a été observé. Un seul cas de tassement a été relevé sur une plantation, entraînant un fort développement du jonc (*Juncus conglomeratus*). Sinon, le cortège floristique n'a pas été modifié par ces problèmes.

Introduction

The purpose of this document is to provide a comprehensive overview of the project's objectives, scope, and timeline. The project aims to develop a robust system that can handle complex data processing tasks efficiently. The scope includes the design, implementation, and testing of the system, as well as the documentation of the process. The timeline is divided into several phases, each with specific milestones and deliverables.

The project is organized into several key sections. The first section discusses the background and motivation for the project. The second section details the system architecture and the technologies used. The third section describes the implementation process, including the development of the core components. The fourth section covers the testing and validation of the system. Finally, the fifth section provides a conclusion and a list of references.

The project is supported by a team of experienced professionals who are committed to delivering high-quality results. The project manager will be responsible for coordinating the team and ensuring that the project stays on track. The project sponsor will provide the necessary resources and support for the project.

TROISIEME PARTIE :
ETUDE AUTECOLOGIQUE DES QUATRE ESSENCES
PRINCIPALES UTILISEES EN REBOISEMENT

3. ETUDE AUTÉCOLOGIQUE DES QUATRE ESSENCES PRINCIPALES UTILISÉES EN REBOISEMENT

Les types de stations étant définis, il est possible d'étudier les relations station-production pour les quatre principales essences utilisées en reboisement des terres agricoles.

Pour cela, deux analyses de la croissance de ces essences ont été réalisées :

- une pour chaque facteur écologique,
- une pour les types de stations, regroupant l'analyse précédente.

3.1. Méthode d'étude

3.1.1. Principe

Il s'agit d'acquérir une meilleure connaissance autécologique des quatre principales essences utilisées en reboisement des anciennes terres agricoles en Ile-et-Vilaine : le Douglas, le Pin laricio, le Merisier et le Chêne rouge. Pour cela, le couple âge/hauteur dominante a été mesuré sur chaque plantation visitée. Le but est de connaître l'influence de différents facteurs écologiques sur la croissance de ces essences.

3.1.2. Méthodologie

3.1.2.1. *Codage des facteurs écologiques*

Les différents facteurs écologiques pris en compte sont :

- la position topographique
- la pente,
- l'exposition,
- la protection contre les vents dominants, critère important en Bretagne compte tenu du climat,
- le type de sol
- la profondeur d'apparition de l'hydromorphie (existence de taches ocre-rouille et grises),
- la réserve utile théorique calculée sur les 100 premiers centimètres (lorsque le sol atteint cette profondeur),
- la charge en cailloux,
- la nature du substrat géologique (cf. les grands types définis pour le plan d'échantillonnage),
- l'antécédent cultural.

L'ensemble de ces facteurs a été codé en différentes classes (cf. annexe 3 les classes définies pour l'analyse statistique des types de station).

3.1.2.2. *Le Douglas et le Pin laricio*

Les mesures dendrométriques ont servi à déterminer le couple âge-hauteur dominante qui est le critère de fertilité le plus facilement utilisable lorsque l'on dispose de courbes de croissance pour l'essence étudiée, ce qui est le cas pour le Douglas et le Pin laricio.

Les courbes de croissance qui ont servi sont celles de la Forestry Commission de Grande-Bretagne, fréquemment utilisées en Bretagne compte tenu des similitudes climatiques et en l'absence d'autres courbes de croissance pour l'Ouest de la France pour les essences étudiées. Toutefois, dans de nombreux cas, quelle que soit l'essence, les peuplements considérés appartiennent à des classes de fertilité supérieures à celles des tables de production anglaises. Il a donc été nécessaire de procéder à une extrapolation graphique des classes existantes pour en recréer d'autres (classes de fertilité n° 26, 28 et 30), déjà utilisées lors d'essai de mise en relation station-production des essences exotiques de reboisement sur les landes de Lanvaux (CARREAU J.M., GROSSET S., 1987). (Cf. annexe 5)

A partir de ces classes de fertilité et du couple âge-hauteur dominante mesuré, la hauteur dominante à 20 ans a été déterminée pour chaque peuplement. Cette hauteur, représentative d'après les lois de Eichhorn de la classe de fertilité et du niveau de production, permet de comparer entre eux les relevés. L'âge de référence a été fixé à 20 ans, valeur proche de la moyenne des âges des peuplements échantillonnés. On définit ainsi un indice de fertilité pour chaque peuplement.

Des analyses de variance ont ensuite permis d'étudier les relations entre cet indice de fertilité et les facteurs écologiques précédemment cités. Pour ces analyses, seuls des croisements facteur par facteur ont été réalisés.

Ces analyses de variance ont été réalisées même si les hypothèses ne sont pas forcément vérifiées (normalité des résidus, égalité des variances).

3.1.2.3. *Le Merisier et le Chêne rouge d'Amérique*

Pour ces deux essences, il n'existe pas pour la région bretonne de courbes de croissance permettant de déterminer la hauteur dominante de chaque peuplement à 20 ans. La comparaison à un âge donné par des analyses de variance n'a donc pu être réalisée.

Pour chaque facteur écologique, les codes relatifs aux différentes modalités ont été reportés à côté de chaque point, correspondant à un relevé, sur les graphiques âge-hauteur dominante de l'ensemble des plantations échantillonnées de Merisier et de Chêne rouge. Cela a permis de voir la tendance générale de l'influence des différents facteurs écologiques.

Il est évident que cette méthode est beaucoup moins sûre que les analyses de variance utilisées pour les deux essences résineuses. On ne peut que donner des tendances.

3.1.3. Remarque à propos de la méthodologie

La hauteur dominante d'un peuplement n'est pas forcément corrélée à son état sanitaire. Il a été observé des peuplements ayant une hauteur dominante convenable mais avec un pourcentage de mortalité élevé du fait des conditions stationnelles défavorables (hydromorphie notamment). Les résultats obtenus à partir de la hauteur dominante sont donc à relativiser en fonction du pourcentage de mortalité observé.

3.2. Bilan général des relevés

3.2.1. Remarques générales concernant le boisement des terres agricoles

Les plantations sur anciennes terres agricoles dans la zone d'étude sont en général de petites tailles, en moyenne 1,3 ha pour les plantations visitées toutes essences confondues, les plantations résineuses sont plus grandes. Cela correspond au maillage bocager assez resserré de Bretagne.

Comme partout en France, on constate ces dernières années une augmentation du nombre des plantations de feuillus précieux (Merisier et Chêne rouge essentiellement, mais aussi Frêne, Erable sycomore, Noyer) et d'autres feuillus (Chênes rouvre et pédonculé). Le Douglas et le Pin laricio restent les essences principales de reboisement, sans oublier le Peuplier qui occupe toujours une place importante.

La déprise agricole bien que d'une importance limitée dans la zone d'étude se développe de plus en plus, entraînant avec elle une augmentation du nombre de terres agricoles reboisées.

3.2.2. Bilan de la phase de terrain

Cf. annexe 6.

L'échantillonnage a été élaboré de façon à avoir la plus grande répartition possible des types de stations et une large distribution des relevés pour chaque facteur écologique. Toutefois, du fait de la sous-représentation de certaines modalités, l'échantillonnage peut parfois être déséquilibré.

3.2.2.1. *Répartition par essence des plantations mesurées*

Lors de la phase de terrain, 85 plantations ont été visitées, certaines comprenant plusieurs unités stationnelles et/ou plusieurs essences. Soit 110 relevés stationnels et 129 mesures dendrométriques dont :

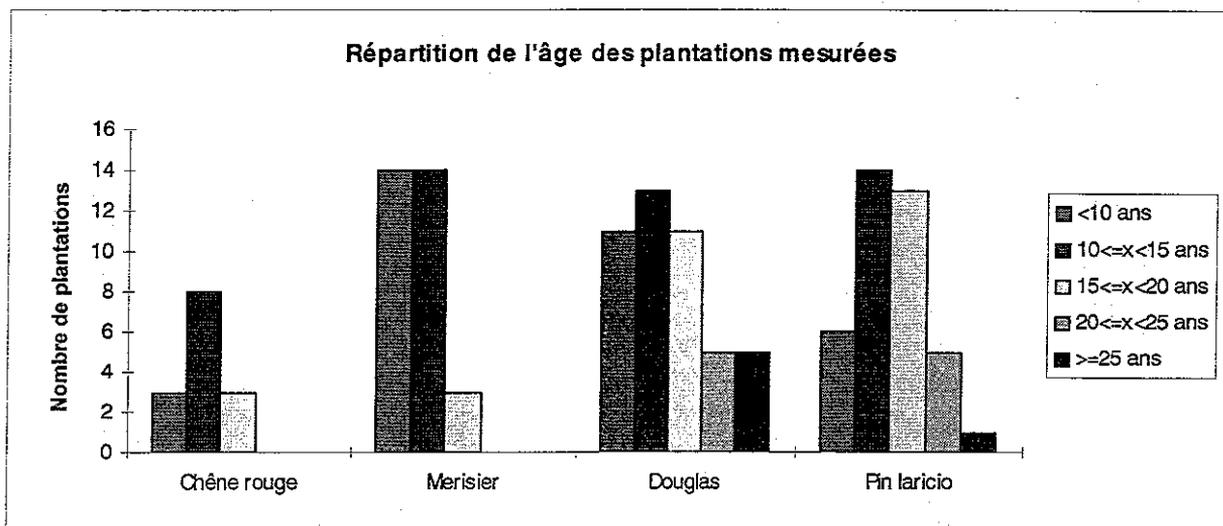
- 14 pour le Chêne rouge d'Amérique,
- 31 pour le Merisier,
- 39 pour le Pin laricio,
- 45 pour le Douglas,
- plus quelques unes pour des essences comme le Frêne, l'Erable sycomore, le Chêne pédonculé.

Les essences résineuses sont les plus nombreuses car les plus importantes dans la zone d'étude.

L'ensemble des résultats obtenus pour les potentialités autécologiques de chaque essence est à relativiser de part la taille des échantillons mesurés.

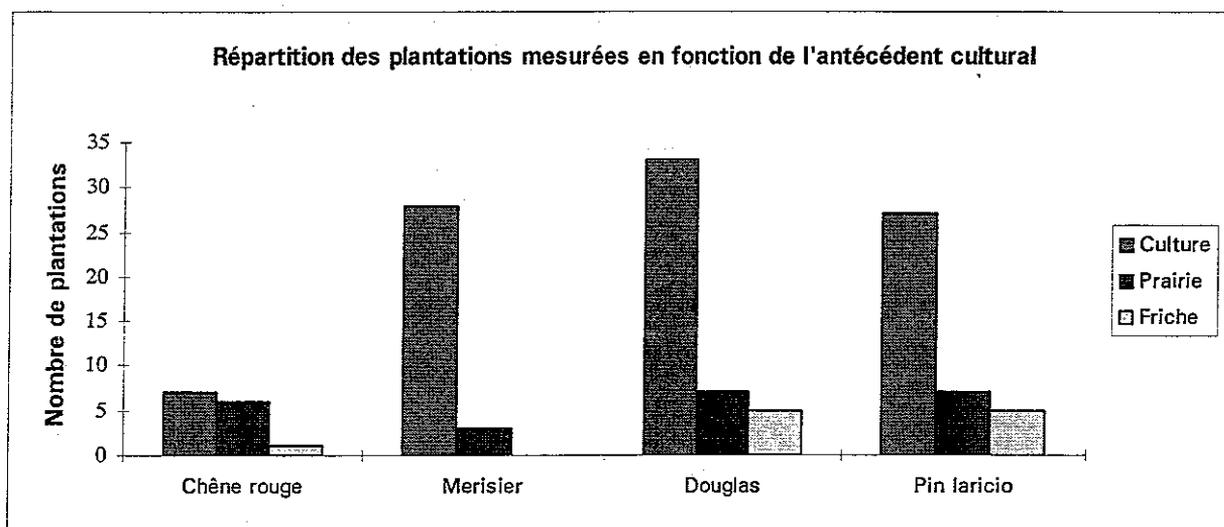
3.2.2.2. Répartition de l'âge des plantations mesurées

Les plantations de feuillus sont plus jeunes que les plantations de résineux du fait de leur récent développement. Il a été impossible de trouver des plantations de Merisier et de Chêne rouge de plus de 20 ans, car elles n'étaient alors pas subventionnées par le Fonds Forestier National.



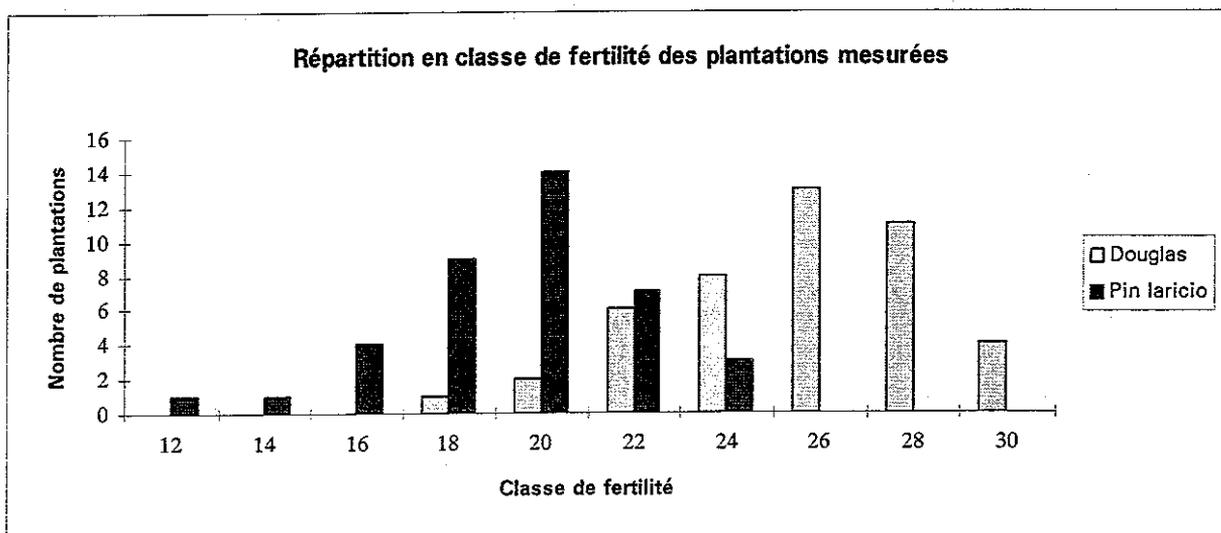
3.2.2.3. Répartition par antécédent cultural des plantations mesurées

L'antécédent cultural «culture» est beaucoup plus fréquent que l'antécédent «prairie» ou «friche». Les plantations s'effectuent fréquemment juste après l'abandon de la culture, d'où la faible représentation des friches.



3.2.2.4. Répartition par classe de fertilité des plantations mesurées

Cette répartition n'a pu être établie que pour le Douglas et le Pin laricio pour lesquels existaient des tables de production.



Pour ces deux essences, les peuplements mesurés se trouvent parmi les meilleures classes de fertilité des tables anglaises, voire au-dessus de ces classes (surtout pour le Douglas). Ces deux essences sont en général très bien adaptées aux conditions du milieu dans la zone d'étude, d'où leur forte croissance.

La meilleure «réussite» du Douglas peut s'expliquer par le fait qu'il est plus souvent introduit sur de meilleures stations que le Pin laricio, considéré comme une essence plus frugale.

A âge équivalent et sur même type de station, le Douglas est plus productif que le Pin laricio, sa croissance est nettement plus rapide.

3.3. Résultats

3.3.1. Le Douglas

Ci-contre le graphique présentant l'ensemble des couples âge-hauteur dominante relevés pour le Douglas.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'analyse de variance réalisée pour l'indice de fertilité en fonction de différents facteurs écologiques (au seuil de 5%).

Facteur écologique	Nombre de modalités	Valeur de F calculée	Niveau de signification	Valeur de F de la table
Position topographique	4	2,885	0,0472	2,84
Pente	4	0,445	0,7218	2,84
Exposition	5	0,558	0,6946	2,01
Protection contre les vents dominants	5	1,897	0,1322	2,69
Type de sol	5	3,806	0,0103	2,01
RU	5	3,126	0,025	2,01

Profondeur d'apparition de l'hydromorphie	5	0,793	0,5364	2,01
Charge en cailloux	3	3,701	0,0331	3,23
Nature du substrat géologique	6	0,957	0,456	2,45
Antécédent cultural	3	1,928	0,1581	3,23
Type de station	11	2,774	0,0133	2,16

En grisé, sont notés les facteurs écologiques ayant une influence, significative au seuil de 5%, sur la croissance du Douglas, d'après l'analyse de variance.

En gras, sont notés les facteurs écologiques pour lesquels il existe des différences entre des modalités, d'après le test de Fischer, au seuil de 5%.

Pour certains facteurs écologiques, l'analyse de variance générale n'indique pas que ces facteurs ont une influence sur l'indice de fertilité du Douglas. Toutefois, le test de Fischer met parfois en évidence des différences, significatives au seuil de 5%, entre les diverses modalités de ces facteurs. Au cas par cas, une modalité peut ainsi apparaître moins favorable qu'une autre pour la croissance du Douglas.

Pour les autres facteurs n'ayant aucune différence significative pour l'indice de fertilité du Douglas, les commentaires sont établis à la suite d'observations sur le terrain, ils n'ont alors qu'une valeur indicative.

L'ensemble de ces résultats sont développés facteur par facteur dans les paragraphes suivants.

3.3.1.1. Topographie

Pour l'analyse de variance, les relevés effectués sur sommet (un seul relevé) ont été regroupés avec ceux sur plateau ; de même, les relevés effectués en haut de versant (au nombre de 2), ont été regroupés avec ceux de versant. On constate alors que la position topographique de versant est plus défavorable que celle de «bas de versant - replat sur versant» et celle de «fond de vallon - vallée». Cela est certainement dû à la réserve utile plus faible sur versant. Sinon, il ne semble pas exister de différences significatives entre les autres positions topographiques.

La pente n'est pas un facteur influençant la fertilité du Douglas.

Il en est de même pour l'exposition.

Cette **faible influence de la topographie** en générale sur la fertilité du Douglas s'explique par un relief peu marqué dans la zone d'étude. De surcroît, les anciennes terres agricoles sont rarement sur des pentes fortes.

3.3.1.2. Protection contre les vents dominants

La première analyse de variance présentée dans le tableau ci-dessus ne met pas en évidence d'influence de ce facteur sur la croissance du Douglas.

Mais, si l'on ne prend pas en compte les peuplements sur rankosol qui, quelle que soit la protection contre les vents dominants, ont une très faible croissance, la **protection contre les vents dominants a une influence positive sur la croissance**. S'il est fortement exposé, le Douglas risque d'avoir de nombreuses cimes cassées. Dans le cas des rankosols, la réserve utile est le facteur écologique le plus important.

Lors de la phase de terrain, il a été constaté qu'une forte hydromorphie fragilisait le Douglas vis-à-vis des chablis, en empêchant un enracinement profond.

3.3.1.3. *Pédologie*

Le type de sol influe sur l'indice de fertilité. Sur rankosol, le Douglas a une croissance nettement moindre que sur les autres types de sol.

Ceci est lié à la réserve utile du sol. Une bonne réserve utile conditionne favorablement la croissance.

A priori le Douglas n'est pas sensible à la profondeur d'apparition de l'hydromorphie. Mais ce résultat ne prend pas en compte le **pourcentage de mortalité nettement plus important sur sol très hydromorphe** (jusqu'à 40% de mortalité) que sur sol bien drainé (5% au maximum).

Ce résultat ne prend pas non plus en compte les problèmes de stabilité, déjà évoqués, par rapport aux vents sur des sols très hydromorphes.

De même, l'intensité de l'hydromorphie n'est pas prise en compte. La profondeur d'apparition d'une hydromorphie d'intensité 1, 2, ou 3 n'a pu être étudiée avec l'analyse de variance. L'échantillon est trop restreint pour différencier des classes d'intensité d'hydromorphie et faire une analyse statistique probante.

Le Douglas est sensible à une forte charge en cailloux, sa classe de fertilité est plus faible quand la charge en cailloux augmente. La teneur en cailloux joue conjointement avec la réserve utile, qu'elle abaisse, et la profondeur du sol. En effet, dans la zone d'étude, les sols les moins profonds sont en général les plus caillouteux.

La nature du substrat géologique ne semble avoir aucune influence sur la croissance du Douglas. Sur grès armoricain, malgré sa plus grande pauvreté chimique, le Douglas ne donne pas particulièrement de plus mauvais résultats. Sur grès armoricain, on trouve une large gamme de stations, des stations les plus pauvres, avec podzosol, aux stations très riches.

3.3.1.4. *Antécédent cultural*

Aucune différence n'apparaît suivant l'antécédent cultural. Il est souvent difficile de différencier l'antécédent «culture» et l'antécédent «prairie».

Le Douglas trouve de bonnes conditions de croissance sur les sols à la fois sains et enrichis par l'activité humaine.

3.3.1.5. *Type de station*

L'analyse de variance de l'indice de fertilité par type de station confirme les résultats des analyses pour les différents facteurs écologiques.

Les stations sur rankosol (type A) se dégagent des autres stations ; sur rankosol, la croissance du Douglas est nettement inférieure.

Contrairement à l'analyse de l'indice de fertilité en fonction de la profondeur d'apparition de l'hydromorphie, l'analyse selon les types de stations met en évidence une sensibilité du Douglas à l'hydromorphie à partir d'un certain seuil. Les stations à sol très hydromorphe (type G) se distinguent des stations à sol profond, sur faible pente,

bien drainé, avec une très faible hydromorphie en profondeur (type F). La croissance du Douglas est évidemment meilleure sur ces dernières stations.

L'analyse de variance met ici en évidence la sensibilité du Douglas à l'hydromorphie car le nombre de modalités est élevé (11 types de stations où le Douglas est présent). Cela permet une analyse plus fine que celle réalisée pour la profondeur d'apparition de l'hydromorphie (nombre de modalités au nombre de 5).

Les stations à sol profond, sur faible pente, bien drainé, avec une très faible hydromorphie en profondeur (type F) sont bien sûr les meilleures pour le Douglas. Elles se différencient aussi des stations où les sols ne dépassent pas 50 cm de profondeur, où la croissance du Douglas est la plus faible après les rankosols.

Le Douglas a besoin pour avoir une bonne croissance : d'un sol profond (au moins 50 cm), bien drainé, peu caillouteux, avec une faible hydromorphie.

3.3.1.6. *Autres remarques*

Malgré une position plus favorable en fond de vallon et vallée, les sols hydromorphes qui y sont plus fréquents sont à éviter pour les raisons déjà citées.

La quasi totalité des peuplements de Douglas souffre d'une **carence en cuivre** plus ou moins marquée. Cela est provoqué par la pauvreté générale des différentes roches mères en cuivre. Les antécédents cultureux n'ont pas une incidence sur cette carence, puisque des peuplements installés en forêt présentent les mêmes symptômes. Cela se traduit par une croissance sinueuse des rameaux, et dans les cas les plus graves par un tronc sinueux.

3.3.2. Le Pin laricio

Ci-contre le graphique présentant l'ensemble des couples âge-hauteur dominante relevés pour le Pin laricio.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'analyse de variance réalisée pour l'indice de fertilité en fonction de différents facteurs écologiques (au seuil de 5%).

Facteur écologique	Nombre de modalités	Valeur de F calculée	Niveau de signification	Valeur de F de la table
Position topographique	6	1,916	0,1183	2,53
Pente	3	1,817	0,1755	3,23
Exposition	5	4,391	0,0057	2,69
Protection contre les vents dominants	5	2,909	0,0363	2,69
Type de sol	6	1,104	0,3769	2,53
RU	5	0,742	0,5702	2,69
Profondeur d'apparition de l'hydromorphie	6	0,568	0,724	2,53
Charge en cailloux	3	0,631	0,538	5,18
Nature du substrat géologique	5	0,514	0,7257	2,69

Antécédent cultural	3	2,753	0,0771	3,25
Type de station	10	1,193	0,3361	2,28

En grisé, sont notés les facteurs écologiques ayant une influence, significative au seuil de 5%, sur la croissance du Pin laricio, d'après l'analyse de variance.

En gras, sont notés les facteurs écologiques pour lesquels il existe des différences entre des modalités, d'après le test de Fischer, au seuil de 5%.

Pour certains facteurs écologiques, l'analyse de variance générale n'indique pas que ces facteurs ont une influence sur l'indice de fertilité du Pin laricio. Toutefois, le test de Fischer met parfois en évidence des différences, significatives au seuil de 5%, entre les diverses modalités de ces facteurs. Au cas par cas, une modalité peut ainsi apparaître moins favorable qu'une autre pour la croissance du Pin laricio.

Pour les autres facteurs n'ayant aucune différence significative pour l'indice de fertilité du Pin laricio, les commentaires sont établis à la suite d'observations sur le terrain, ils n'ont alors qu'une valeur indicative.

L'ensemble de ces résultats sont développés facteur par facteur dans les paragraphes suivants.

3.3.2.1. *Position topographique*

La position de haut de versant se dégage des autres positions topographiques pour lesquelles il n'existe pas de différence. Le Pin laricio a une croissance moindre sur haut de versant. Ceci est à relier aux podzols qui se développent de préférence en haut de versant et limitent fortement la croissance des arbres.

La pente n'a pas d'influence sur la croissance du Pin laricio.

L'exposition Nord semble meilleure que les autres expositions. Ceci est probablement dû à une meilleure protection contre les vents dominants. Toutefois, ce résultat n'est pas forcément démonstratif étant donné le faible nombre de relevés pour chaque modalité, sauf pour la modalité «sans exposition».

Comme pour le Douglas, **la topographie n'a pas une forte influence** car peu marquée dans la région.

3.3.2.2. *Protection contre les vents dominants*

La croissance du Pin laricio est favorisée si les peuplements sont protégés contre les vents dominants. Comme pour le Douglas, le Pin laricio exposé au vent a des risques de bris de cime.

3.3.2.3. *Pédologie*

Les **podzosols** se distinguent des autres types de sol par une **croissance plus faible** du Pin laricio (11,2 m de hauteur dominante à 20 ans pour 13 m sur les meilleures stations). Sur **rankosol**, la hauteur dominante est aussi assez faible. Sinon, aucune différence n'a été mise en évidence entre les autres types de sol.

**QUATRIEME PARTIE :
POTENTIALITES FORESTIERES DES TYPES DE STATIONS**

Le Pin laricio n'est pas sensible à la variation de la réserve utile. C'est une essence plus plastique que le Douglas, souvent introduite sur les sols les moins profonds.

La profondeur d'apparition de l'hydromorphie semble n'avoir aucune influence sur la croissance du Pin laricio. Toutefois, les problèmes évoqués pour le Douglas sont les mêmes pour le Pin laricio. C'est une essence sensible à une forte hydromorphie, mais moins que le Douglas.

La charge en cailloux n'influe pas sur la croissance du Pin laricio.

La nature de la roche mère n'est pas un critère limitatif de la croissance du pin. Comme pour le Douglas, le grès armoricain, plus pauvre chimiquement, ne se distingue pas des autres substrats géologiques.

3.3.2.4. *Antécédent cultural*

Sur antécédent «friche», le Pin laricio a une plus mauvaise croissance que sur antécédents «culture» et «prairie». Deux raisons peuvent expliquer cela :

- l'effet «agricole» peut s'être atténué depuis le moment où la culture a été abandonnée,
- dans les dossiers de subvention dans lesquels sont notés l'antécédent cultural, l'antécédent «friche» regroupe parfois des landes (à bruyères et ajoncs), nettement plus pauvres, ce qui limite la croissance des Pins laricio.

3.3.2.5. *Type de station*

Là-aussi, les stations sur podzosol (type B), où la croissance est la plus mauvaise, se différencient des stations sur sol profond, bien drainé et à faible hydromorphie (type F).

Toutefois les différences entre types de stations sont moins évidentes que pour le Douglas. Le Pin laricio est en effet une essence plus plastique que le Douglas.

3.3.2.6. *Autre remarque*

Rares ont été les plantations à présenter des problèmes sanitaires, notamment la chenille processionnaire semble peu présente.

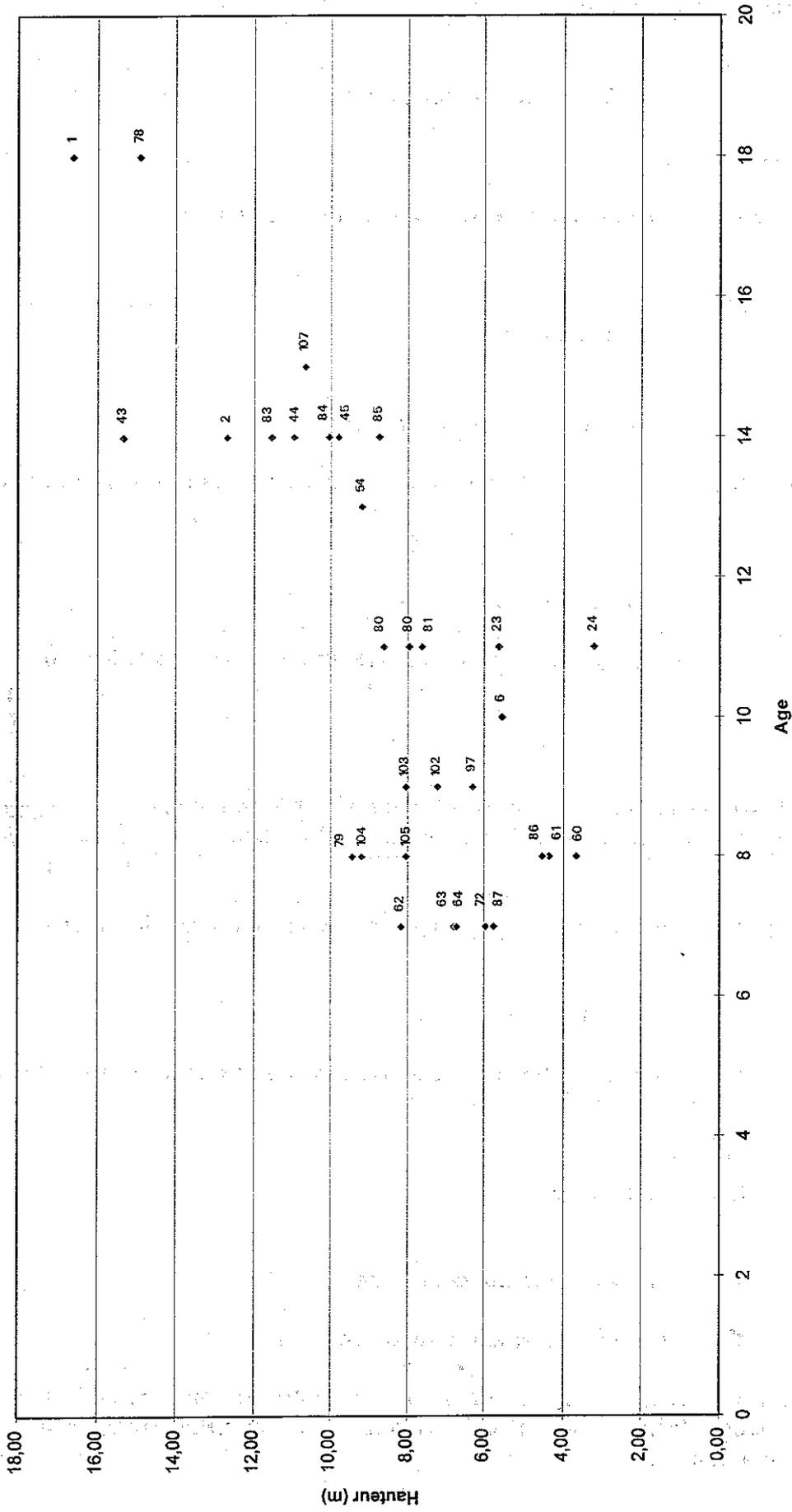
3.3.3. Le Merisier

Cf. annexe 7a.

L'ensemble des commentaires qui suivent sont donnés comme indication à partir de l'observation de terrain. Ce ne sont que des tendances du fait de la méthode d'étude utilisée (cf. 3.1.2.3. Le Merisier et le Chêne rouge).

La croissance dans les premières années du Merisier est fortement conditionnée par les travaux d'installation de la plantation. Ceux-ci peuvent avoir une influence prépondérante sur les facteurs stationnels, d'où un biais introduit dans les jeunes plantations observées.

Relation âge-hauteur dominante, Merisier



Ci-contre le graphique présentant l'ensemble des couples âge-hauteur dominante relevés pour le Merisier.

3.3.3.1. *Position topographique*

La topographie étant peu marquée dans la zone d'étude, elle **ne semble pas influencer la croissance du Merisier**. Par contre, l'exposition Ouest est la plus mauvaise pour le Merisier. Ceci est lié aux vents dominants d'Ouest, les plantations situées sur d'autres expositions sont plus protégées contre ces vents.

3.3.3.2. *Protection contre le vent*

Le Merisier est favorisé par une protection contre les vents dominants. Ainsi l'exposition Ouest lui est-elle la plus défavorable. Sur plusieurs plantations, il a été constaté de fortes différences entre des Merisiers protégés contre le vent, ayant une forte croissance, et des Merisiers sans protection, ayant une croissance nettement plus faible.

3.3.3.3. *Pédologie*

Le Merisier est généralement introduit sur les meilleurs sols, les différences sont donc faibles. Cependant, du fait de son exigence en réserve hydrique, **les rankosols lui sont nettement plus défavorables**.

En général, les peuplements où la réserve utile théorique est faible ont une croissance moindre. La réserve hydrique conditionne fortement la croissance du Merisier.

Deux relevés biaisent cette observation, car leur forte teneur en cailloux a empêché la progression de la tarière, le calcul de la réserve utile en est faussé.

Le Merisier semble **sensible à une forte hydromorphie**. Toutefois, il reste une essence assez plastique, résistant à l'hydromorphie.

Une forte charge en cailloux paraît moins bonne pour le Merisier.

Deux roches mères se dégagent sur lesquelles la croissance du Merisier est plus faible :

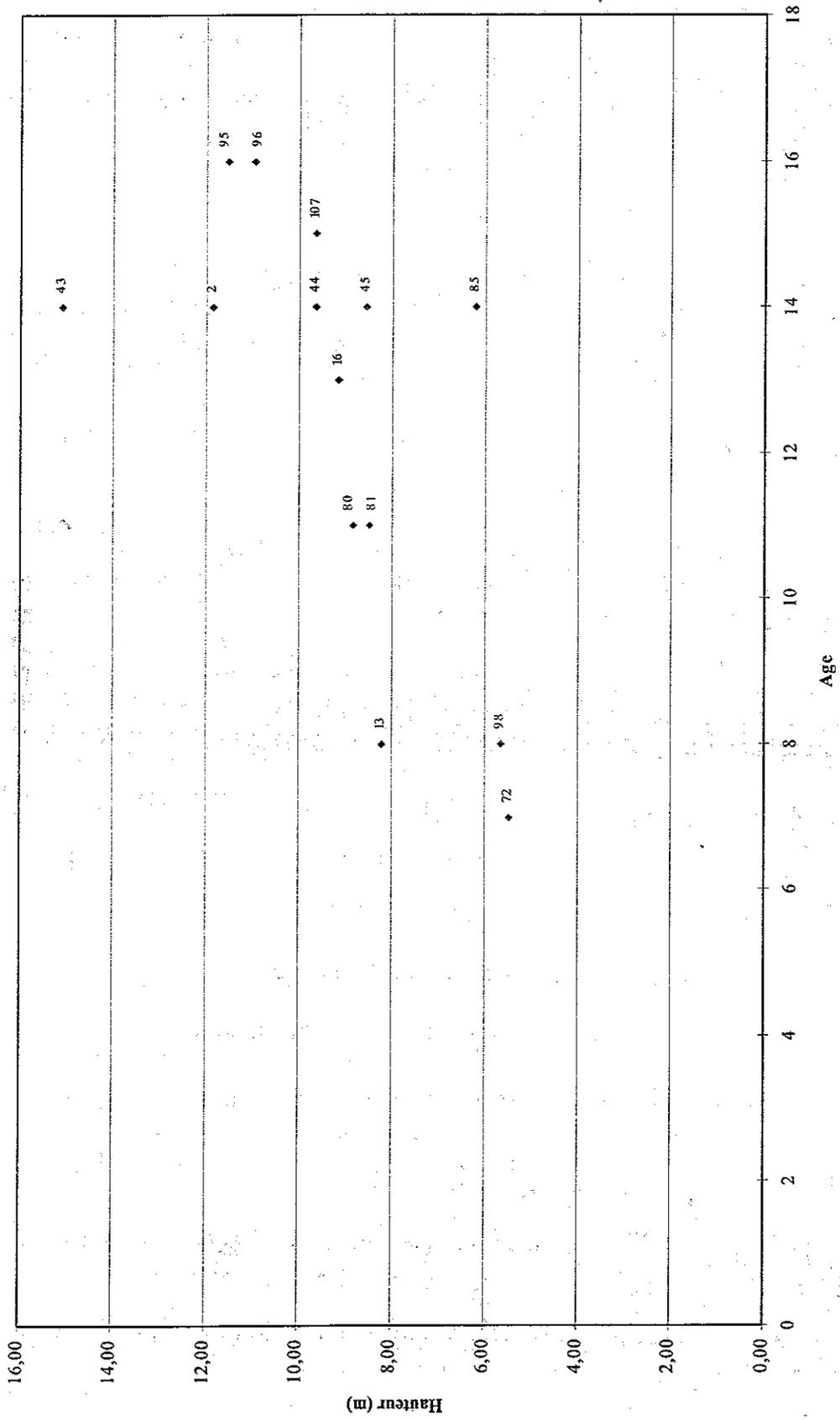
- le grès armoricain par sa plus grande pauvreté chimique,
- le schiste d'Angers sur lequel se développe un sol caillouteux et peu profond, dans le cas des plantations de Merisiers observées.

3.3.3.4. *Antécédent cultural*

Dans le cas du Merisier, aucun antécédent sur friche n'a été observé. En général, il n'existe pas de différence entre l'antécédent «prairie» et l'antécédent «culture».

Seule sur une plantation visitée où se trouvait les deux antécédents, une différence assez faible a été notée, l'antécédent «culture» étant moins bon que l'antécédent «prairie».

Relation âge-hauteur dominante, Chêne rouge



◆ N° Relevés

3.3.3.5. *Type de station*

L'analyse de la croissance du Merisier selon les types de station confirme les remarques précédentes.

Les sols peu profonds (moins de 50 cm) sont à déconseiller pour l'installation du Merisier.

Le grès armoricain semble une roche mère peu appréciée par le Merisier.

Une forte hydromorphie ne lui convient pas.

Pour cette essence aussi, les sols profonds, bien drainés, sur pente, où l'hydromorphie est faible sont les meilleurs sols. Les sols développés sur placage limoneux (éolien, du pléistocène) conviennent tout à fait au Merisier.

3.3.4. Le Chêne rouge d'Amérique

Cf. annexe 7b.

Ci-contre le graphique présentant l'ensemble des couples âge-hauteur dominante relevés pour le Chêne rouge.

Etant donné la taille de l'échantillon, seules des remarques d'ordre générale peuvent être émises.

La topographie ne semble avoir aucune influence sur la croissance du Chêne rouge.

Il semblerait sensible aux vents dominants, une protection lui est favorable.

La croissance est meilleure sur les sols profonds, avec peu d'hydromorphie et forte réserve hydrique. Bien que réputé assez sensible à l'hydromorphie dans le jeune âge, de beaux peuplements sur des sols à hydromorphie importante ont été observés. C'est le cas, notamment, de deux plantations visitées où l'hydromorphie apparaît dès 20 cm de profondeur, et dont une où les Chênes rouges étaient installés en creux d'ados.

Ni la teneur en cailloux, ni la nature du substrat géologique ne semble influencer la croissance du chêne rouge.

Le Chêne rouge est une essence plastique, a priori adaptée aux conditions du milieu rencontrées dans la zone d'étude.

3.3.5. Préparation et entretien des plantations

3.3.5.1. *Préparation du terrain à la plantation*

La plupart des plantations n'ont eu pour seule préparation qu'un labour profond, rarement un sous-solage. Certaines plantations n'ont eu même aucune préparation. Les apports d'engrais sont rares. Etant donné l'importance des limons dans la zone d'étude, le passage d'engins lourds est à proscrire.

Aucune différence notable sur la croissance des arbres n'a été relevée entre les différents modes de préparation du sol. Seul un labour en ados se distingue favorablement d'un labour ordinaire sur les sols très hydromorphes.

Sur les stations fortement hydromorphes, il est parfois intéressant d'effectuer des travaux de drainage. Ainsi, a-t'il été observé un peuplement de Douglas (relevé n°92) sur sol très hydromorphe dont une partie se portait très bien du fait de la proximité de

fossés de drainage. Ces fossés étaient d'autant plus efficaces qu'il existait une très légère pente.

Cependant, sur les stations très hydromorphes, avec une nappe temporaire, et dont le sol est moyennement profond (70-90 cm), un drainage peut se révéler néfaste, car il provoquerait un assèchement excessif les années sèches. En général, ce drainage est peu efficace car il n'existe pas d'exutoire naturel la plupart du temps.

Les apports d'engrais avec du cuivre pour le Douglas seraient à développer à l'installation de la plantation pour de meilleurs résultats.

3.3.5.2. *Entretien des plantations*

Il n'a pas été réalisé d'analyse statistique concernant l'entretien des plantations (débroussaillage, apport d'engrais, éclaircies...) car il était impossible de coder l'entretien en fonction de sa fréquence, de son intensité. Mais il va sans dire que l'entretien des plantations conditionne leur croissance, surtout pour les essences feuillues. Les plantations de résineux s'en sortent à peu près même s'il n'y a aucun entretien. Les jeunes plants souffrent de la concurrence de la ronce, du genêt, de l'ajonc... Les plus beaux sujets ont été observés dans les plantations les mieux entretenues.

C'est concernant l'élagage des arbres qu'il existe le plus de problèmes, bien que l'on trouve des plantations correctes. Certaines plantations sont élaguées à la serpe et non à la scie. La plupart des plantations de Merisiers sont trop fortement élaguées, ne laissant que deux ou trois couronnes de branches aux arbres.

3.4. Conclusion

Le Pin laricio est de loin l'essence la plus frugale et la plus plastique, s'adaptant à une très large gamme de stations. Les trois autres essences sont elles aussi assez plastiques mais en moindre mesure, elles craignent notamment une forte hydromorphie.

Sur de bonnes stations, le Merisier a, des quatre essences étudiées, la plus forte croissance annuelle (plus d'un mètre par an sur les meilleures stations). Le Chêne rouge a d'aussi bons résultats en hauteur dominante, mais par contre a des circonférences beaucoup plus faibles. Le Douglas connaît lui-aussi des croissances de plus d'un mètre par an mais cela reste rare. Le Pin laricio est l'essence qui pousse le plus lentement.

Ces quatre essences sont bien adaptées aux conditions du milieu rencontrées dans la zone d'étude, d'où leur bonne réussite.

Dans la région Nord-Pas-de-Calais-Picardie, les plantations pures de Merisiers sont fortement touchées par une bactériose (provoquée par *Pseudomonas*) venue d'Angleterre et qui provoque jusqu'à 90 % de mortalité dans ces peuplements. Il est à craindre l'arrivée d'une telle maladie en région bretonne. Il paraît donc judicieux d'installer cette essence en mélange avec d'autres feuillus (Chêne rouvre et Chêne pédonculé, à développer), plantation plus proche d'un peuplement naturel.

Il semble intéressant d'étudier les potentialités d'autres essences (Frêne, Chêne rouvre, Chêne pédonculé...) qui pourraient venir en complément des essences déjà utilisées couramment en reboisement des terres agricoles.

4. POTENTIALITES FORESTIERES DES TYPES DE STATIONS

A partir des résultats obtenus dans la troisième partie et à l'aide des informations contenues dans les fascicules pour l'élargissement du catalogue des essences de reboisement de Bretagne (CARMINATI M., octobre 1991), les potentialités forestières de chaque type de station ont été établies pour différentes essences.

Certaines essences indiquées ne sont pas subventionnées par le Fonds Forestier National, en Ile-et-Vilaine. Certaines sont mêmes nouvelles en Bretagne et font encore l'objet de plantations à caractère expérimental.

4.1. Remarques générales sur le choix des essences

4.1.1. Essences déconseillées

Certaines essences, présentées dans les fascicules pour l'élargissement du catalogue des essences de reboisement en Bretagne, sont à déconseiller vivement dans la zone d'étude, quel que soit le type de station, car elles se trouvent hors de leur zone climatique optimale. Les conditions climatiques rencontrées à l'Est de la Bretagne sont en effet différentes des conditions générales du centre Bretagne ou du Finistère (pluviométrie et humidité atmosphérique plus faibles à l'Est). Ce sont :

- l'Epicéa de Sitka (*Picea Sitchensis*),
- l'Epicéa commun (*Picea abies*),
- le Mélèze d'Europe, du Japon et l'hybride (*Larix decidua*, *Larix kaempferi*),
- le Tsuga de l'ouest (*Tsuga heterophylla*),
- le Cyprés de Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana*),
- le Thuya géant (*Thuya plicata*),
- le Cryptomère du Japon (*Cryptomeria japonica*),
- le Pin de Monterey (*Pinus radiata*).

4.1.2. Le Frêne (*Fraxinus excelsior*)

Les plantations de Frênes qui ont été observées souffraient fortement d'attaques de frelons, rongant l'écorce des jeunes rameaux. Cela retarde la croissance des arbres dans leur jeune âge et entraîne des problèmes de conformation des troncs. Dans les cas les plus graves, ces attaques ont provoqué une mortalité importante. Ces plantations ne présentaient pas de protections contre le gibier.

Le Frêne est souvent déjà affaibli car hors de ses conditions optimales de croissance. L'optimum du Frêne n'a jamais été rencontré dans la zone d'étude, les sols sont souvent trop acides et à réserve hydrique limitée. Cet optimum est atteint sur des stations à sol basique à neutre, voire légèrement acide, avec une bonne réserve hydrique.

4.1.3. Le Peuplier

Les clones principalement utilisés en Bretagne sont, par ordre d'importance :

- Beaupré,
- Unal,
- Boelare,
- I 45 51.

Les clones interaméricains sont les plus utilisés car les mieux adaptés aux conditions générales de la Bretagne, où les pH sont acides et où il existe peu de grandes vallées alluviales plus propices aux euraméricains.

4.1.4. Les essences sur podzsol

Sur les podzsoles, les résineux, comme le Pin maritime, le Pin laricio de Corse et le Pin sylvestre, donnent des résultats acceptables compte tenu des contraintes de la station. Mais ils ont tendance à dégrader encore plus le sol par une acidification, ce qui rend la station impropre à accueillir par la suite d'autres essences.

Il est donc intéressant de planter en mélange avec les résineux, des feuillus comme le Bouleau verruqueux ou le Chêne rouvre, voire d'installer uniquement ces essences feuillues. Leur croissance sera inférieure à celle des pins mais ils maintiendront la fertilité du sol à un meilleur niveau.

4.2. Tableau des potentialités forestières

Les essences considérées dans ce tableau sont :

- **Essences feuillues :**

- Chêne rouvre (*Quercus petraea*)
- Chêne pédonculé (*Quercus robur*)
- Chêne rouge (*Quercus rubra*)
- Hêtre (*Fagus sylvatica*)
- Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*)
- Frêne (*Fraxinus excelsior*)
- Merisier (*Prunus avium*)
- Noyer (*Juglans regia*, *Juglans nigra* et hybride)
- Saule (*Salix atrocinerea*)
- Bouleau (*Betula pendula*, *Betula pubescens*)
- Châtaignier (*Castanea sativa*)
- Peuplier (*Populus* sp.)
- Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*)

- **Essences résineuses :**

- Pin laricio de Corse (*Pinus nigra* subsp. *laricio* var. *corsicana*)
- Pin maritime (*Pinus pinaster*)
- Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)
- Douglas (*Pseudotsuga menziesii*)

TYPE DE STATION	ESSENCES CONSEILLEES	ESSENCES POSSIBLES	ESSENCES A EVITER
A		Pin laricio Chêne rouvre Bouleau Pin sylvestre *	Toutes les autres essences
B		Pin maritime Pin sylvestre Pin laricio Chêne rouvre et Bouleau en accompagnement	Toutes les autres essences
C	Pin laricio Pin sylvestre	Chêne rouvre	Feuillus précieux
D1	Chêne rouvre Chêne rouge Douglas Pin laricio Châtaignier	Chêne pédonculé Hêtre Erable sycomore Merisier	Peuplier Noyer Frêne
D2	Chêne rouvre Douglas Pin laricio	Chêne pédonculé Hêtre Chêne rouge Erable sycomore Châtaignier	Tous les autres feuillus
E	Chêne rouvre Chêne pédonculé Châtaignier Chêne rouge Erable sycomore Merisier Douglas	Hêtre Noyer Frêne	Peuplier
F	Chêne rouvre Chêne pédonculé Châtaignier Chêne rouge Douglas	Hêtre Erable sycomore Merisier	Peuplier Noyer Frêne
G1	Chêne pédonculé Aulne glutineux et Saule en accompagnement	Pin sylvestre Pin laricio *	Toutes les autres essences
G2	Peuplier Chêne pédonculé Aulne glutineux et Saule en accompagnement	Frêne Pin sylvestre Pin laricio *	Toutes les autres essences
H1 et H2	Chêne rouvre Chêne pédonculé	Chêne rouge * Pin sylvestre Pin laricio Douglas *	Toutes les autres essences
I	Chêne rouvre Chêne pédonculé	Pin laricio * Douglas *	Toutes les autres essences

TYPE DE STATION	ESSENCES CONSEILLEES	ESSENCES POSSIBLES	ESSENCES A EVITER
J1	Chêne rouvre Chêne pédonculé Châtaignier Chêne rouge Erable sycomore Douglas	Noyer Frêne Merisier	Peuplier
J2	Chêne rouvre Chêne pédonculé Châtaignier Chêne rouge Erable sycomore Merisier Noyer Douglas	Frêne Aulne glutineux	Peuplier
J3	Chêne rouvre Chêne pédonculé Châtaignier Chêne rouge Erable sycomore Douglas	Hêtre Merisier	Peuplier Noyer Frêne

* Les essences marquées d'un astérisque sont des essences potentiellement utilisables en reboisement sur les stations indiquées, mais leur résultat ne sera pas forcément des meilleurs. C'est par exemple le cas du Douglas sur les stations de type I ; il a été observé des peuplements de Douglas sur ces stations lors de la phase terrain avec une réussite satisfaisante, mais la pauvreté chimique du sol se fait ressentir sur la croissance des arbres, notamment une forte carence en cuivre entraînant une croissance sinueuse du tronc.

4.3. Conclusion

La réussite d'une plantation dépend avant tout de l'adaptation à la station de l'essence choisie. Quelque soit l'essence, cette réussite est aussi fonction des travaux d'installation et d'entretien (cf. troisième partie). Il n'est pas rare de voir des plantations de feuillus précieux (Merisier, Erable sycomore) complètement envahies par la ronce, et dont la survie est en jeu.

L'intérêt de porter son regard sur d'autres essences de reboisement est d'autant plus vif que l'on voit s'accroître le nombre de plantations en feuillus divers : Chênes rouvre et pédonculé, feuillus précieux. Pour ces essences, il apparaît nécessaire d'acquérir des connaissances supplémentaires.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'analyse des quatre essences principales de reboisement a permis d'obtenir quelques résultats concernant leur autécologie. Il serait intéressant de la compléter avec les boisements réalisés sur antécédent forestier, pour obtenir une clé autécologique de chaque essence, valable pour la zone d'étude.

Cette extension permettrait de s'affranchir des problèmes liés à l'installation des plantations qui sont un problème prépondérant pour les boisements des terres agricoles. L'absence fréquente d'abris rend l'évapotranspiration réelle élevée, avec de surcroît une concurrence herbacée forte.

Lors de l'étude typologique, quinze types et sous-types de stations ont été définis, essentiellement à partir du relevé pédologique. Une place importante a été accordée à l'hydromorphie pour la définition des stations.

Une étude plus approfondie des sols (analyses chimiques et granulométriques des différents horizons) aurait probablement permis de diminuer le nombre de types et sous-types définis par la typologie. L'analyse de la flore n'a pas permis de diminuer ce nombre.

Pour mener une étude complète sur les milieux ouverts, en relation avec les milieux forestiers, il aurait fallu mener une étude basée sur l'analyse de l'évolution de la flore à partir de l'abandon de la terre agricole. Pour ce faire, il aurait été nécessaire :

- de choisir les emplacements de relevés stationnels et le nombre de relevés de façon à avoir pour chaque type de station potentiel la représentation de toutes les étapes de la reconquête forestière naturelle à partir de l'abandon de la terre agricole jusqu'à la forêt « climacique ».
- d'établir pour chaque relevé, en plus de la description pédologique et topographique, un relevé floristique complet. Cela nécessite plusieurs passages dans l'année pour les milieux ouverts (surtout en juin-juillet).

Il est possible aussi de suivre pendant plusieurs années les mêmes placettes, sur des stations différentes, en notant l'évolution de la flore depuis l'abandon de la terre agricole.

On peut ainsi définir des stades végétaux indicateurs des conditions écologiques et une classification phytosociologique pour chaque phase de la reconquête forestière naturelle, depuis l'abandon de la terre. D'après les études réalisées, les regroupements floristiques propre à chaque stade reflètent :

- la pratique culturale antérieure : culture, prairie (les groupes sont différents s'il s'agit d'une prairie de fauche ou d'une prairie de pâture),
- les facteurs édaphiques comme pour le milieu forestier.

Ces regroupements étant connus, l'extrapolation des stations forestières aux milieux ouverts se fait de manière plus fine. Cela permet de plus de passer outre les problèmes de tassement du sol et d'hydromorphie.

Cette méthode n'en reste pas moins très longue et très lourde à mettre en place. Le choix pour la présente étude s'était donc porté sur une méthode pédogéomorphologique.

ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux du plan d'échantillonnage

Annexe 2 : Fiche de terrain

Annexe 3 : Codage des variables écologiques

Annexe 4 : - *Annexe 4a* : Première A.F.C.
- *Annexe 4b* : Deuxième A.F.C.
- *Annexe 4c* : Troisième A.F.C.
- *Annexe 4d* : Quatrième A.F.C.

Annexe 5 : Courbes de croissance du Douglas et du Pin laricio

Annexe 6 : Codage des relevés

Annexe 7 : - *Annexe 7a* : Graphiques âge-hauteur dominante pour différents facteurs écologiques, Merisier
- *Annexe 7b* : Graphiques âge-hauteur dominante pour différents facteurs écologiques, Chêne rouge

ANNEXE 1 : TABLEAUX DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE

Les numéros des plantations dans les tableaux du plan d'échantillonnage correspondent aux numéros et codes qui leur ont été attribués lors de la recherche des plantations intéressantes, à la DDAF et avec les techniciens du CRPF.

A côté de ce numéro, figure **entre parenthèse l'âge de la plantation.**

D'autres codes sont parfois notés avec le numéro de la plantation :

- ' : il existe plusieurs essences sur la même plantation,
- * : l'essence indiquée se trouve sur une autre position topographique pour la même plantation,
- **Les chiffres en exposant** indiquent que pour la même plantation l'essence se trouve sur un autre substrat géologique :
 - ¹ : schiste briovérien,
 - ² : schiste pourpré et poudingue de Montfort
 - ³ : grès armoricain
 - ⁴ : schistes d'Angers, de Riadan et de Poligné
 - ⁵ : alluvions modernes
 - ⁶ : divers.

La position topographique indiquée, le substrat géologique et les essences présentes pour une plantation sont ceux notés lors de la phase d'échantillonnage, à l'aide des cartes géologiques et topographiques et des dossiers de subvention. En fait, il existe des erreurs (sur la nature du substrat géologique à cause des cartes au 1/80000° peu précises, sur les essences présentes) qui ont été corrigées lors de la phase de terrain.

Pour certaines plantations, l'antécédent culturel n'était pas connu lors de la phase d'échantillonnage. Ce sont celles pour qui ne se trouvent pas dans une colonne correspondant à un antécédent précis.

Pour les autres essences, **les abréviations** sont:

- Es : Erable sycomore,
- F : Frêne,
- CP : Chêne pédonculé,
- C : Châtaignier.

Les plantations sur fond grisé sont celles visitées lors de la phase de terrain.

SCHISTE ET POUINGUE POURPRES DE MONTFORT (+ schiste et quartzite de Plougastel)																			
SUBSTRAT	FOND DE VALLON			BAS DE VERSANT			MILIEU DE VERSANT			HAUT DE VERSANT			PLATEAU			SOMMET			
	culture	prairie	friche	culture	prairie	friche	culture	prairie	friche	culture	prairie	friche	culture	prairie	friche	culture	prairie	friche	
TOPOGRAPHIE																			
ANTECEDENT CULTURAL																			
PLANTATION (AGE)				122(13) ¹	140(11) ⁵		81(15) ⁵	135(11) ¹¹		185(8) ¹	151(9)		91(15)	58(17)	142(10)	185(8) ¹			
							122(13) ¹	140(11) ⁵					172(8) ¹	157(9) ¹					
							174(8)	174(8)											
DOUGLAS								195(7)										11JM(30)	
PIN LARICIO				105(14)			52(19) ¹	135(11) ¹¹	87(15) ¹	52(19)	84(15) ¹³	5(23)	24(21)	109(14)	128(9)	185(8) ¹	84(15) ¹	87(15) ¹	
							80(15)	157(9) ¹		185(8) ¹			172(8) ¹	140(11)	142(10)				
							81(15) ⁶			192(7) ¹			174(8)	174(8)					
MERISIER				164(8) ¹⁵			191(7) ¹			185(8) ¹			192(7) ¹	171(8)				41JM(8?)	
							192(7) ¹												
							35JM(7) ¹												
CHENE ROUGE				164(8) ¹⁵															
				194(7) ⁵															
AUTRES ESSENCES							191(7) ¹¹											188CP(7) ¹¹	

ANNEXE 2 : FICHE DE TERRAIN

PLANTATIONS SUR ANCIENNES TERRES AGRICOLES SUD DE L'ILLE-ET-VILAINE

Plantation n°: Essence(s):	N° du relevé: Date du relevé:
-------------------------------	----------------------------------

RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Propriétaire: Commune: Références cadastrales: Section: Surface du peuplement:	Carte IGN au 1/25000°: Lieu-dit: Parcelle(s) n°:
--	--

GEOMORPHOLOGIE-TOPOGRAPHIE

Pente (%): Exposition: Exposition aux vents:	Longueur de versant: Degrés: Situation de la parcelle: Conditions d'abri du peuplement:
--	--

1=Zone de plateau; 2=Dépression; 3=Sommet; 4=Bordure de plateau; 5=Haut de versant; 6= Versant rectiligne; 7= Replat sur versant; 8= Saillant sur versant; 9= Rentrant sur versant; 10= Bas de versant; 11=Vallon; 12=Vallée; 13=Bordure de cours d'eau; 14=Autres:

PEDOLOGIE-GEOLOGIE

GEOLOGIE

Formation lue sur la carte géologique:
Substrat observé:

HUMUS

OL	OLn	continu	discontinu	
	OLv	continu	discontinu	
OF	continu	discontinu		
OH	absent	discontinu	présent: épaisseur (cm):	

Structure 1° horizon:
Forme d'humus : 1=dysmoder ou mor; 2=moder; 3=hémimoder; 4=oligomull;
5=mésomull; 6=eumull; 7=amphimull; 8=dysmull

PROFIL

schéma	profondeur	couleur	texture	traces d'hydromorphie	charge en cailloux	pH	nom d'horizon

NOM DE SOL:

ANTECEDENT CULTURAL

Culture, labour:
 Prairie, pâture:
 Friche (date approximative d'abandon):

RELEVÉ FLORISTIQUE (hors essences plantées)

Strate	Espèces	Abondance
Arborescente % de recouvrement		
Arbustive % de recouvrement:	Acer campestre (érable champêtre)	
	Betula pendula (bouleau véruqueux)	
	Carpinus betulus (charme)	
	Castanea sativa (châtaignier)	
	Corylus avellana (coudrier)	
	Crataegus monogyna (aubépine monogyne)	
	Cytisus scoparius (genêt à balai)	
	Daphne laureola (daphné lauréole)	
	Fraxinus excelsior (frêne)	
	Ilex aquifolium (houx)	
	Ligustrum vulgare (troène)	
	Populus tremula (tremble)	
	Prunus spinosa (prunellier)	
	Quercus petraea (chêne sessile)	
	Quercus robur (chêne pédonculé)	
	Rosa sp. (rosier)	
	Salix atrocinerea (saule roux)	
	Sambucus nigra (sureau noir)	
	Sorbus torminalis (alisier torminal)	
	Ulex europaeus (ajonc)	
Ulmus minor (orme champêtre)		
Herbacée % de recouvrement:	Acer campestre (érable champêtre)	
	Betula pendula (bouleau véruqueux)	
	Calluna vulgaris (callune)	
	Carpinus betulus (charme)	
	Castanea sativa (châtaignier)	
	Corylus avellana (coudrier)	
	Crataegus monogyna (aubépine monogyne)	
	Cytisus scoparius (genêt à balai)	
	Daphne laureola (daphné lauréole)	
	Fraxinus excelsior (frêne)	
	Ilex aquifolium (houx)	
	Ligustrum vulgare (troène)	
	Populus tremula (tremble)	
	Prunus spinosa (prunellier)	
	Quercus petraea (chêne sessile)	
	Quercus robur (chêne pédonculé)	
	Rosa sp. (rosier)	
	Ruscus aculeatus (fragon)	
	Salix atrocinerea (saule roux)	
	Sambucus nigra (sureau noir)	

	Sorbus torminalis (alisier torminal)	
	Ulex europaeus (ajonc)	
	Ulmus minor (orme champêtre)	
Herbacée	Achillea millefolium (achillée mille-feuilles)	
	Ajuga reptans (bugle rampante)	
	Anagalis arvensis (mouron)	
	Arum maculatum (gouet tacheté)	
	Cardamine flexuosa (cardamine flexueuse)	
	Cirsium arvense (chardon)	
	Dactylis glomerata (dactyle aggloméré)	
	Digitalis purpurea (digitale pourpre)	
	Dryopteris filix-mas (fougère mâle)	
	Erica tetralix (bruyère à quatre angles)	
	Euphorbia amygdaloïdes (e. faux amandier)	
	Fragaria vesca (fraisier sauvage)	
	Galium aparine (gaillet grateron)	
	Geranium robertianum (g. herbe à Robert)	
	Glechoma hederacea (lierre terrestre)	
	Hedera helix (lierre)	
	Hyacinthoides non-scripta (jacynthe des bois)	
	Juncus conglomeratus (jonc aggloméré)	
	Juncus effusus (jonc épars)	
	Lonicera periclymenum (chèvre-feuille)	
	Lysimachia nemorum (mouron jaune)	
	Mentha arvensis (menthe des champs)	
	Molinia caerulea (molinie)	
	Narcissus pseudo-narcissus (jonquille)	
	Phyllitis scolopendrium (scolopendre)	
	Plantago lanceolata (plantain)	
	Potentilla reptans (potentille rampante)	
	Potentilla sterilis (faux fraisier)	
	Primula veris (primevère officinale)	
	Primula vulgaris (primevère)	
	Pteridium aquilinum (fougère aigle)	
	Ranunculus auricomus (renoncule à tête d'or)	
	Ranunculus bulbosa (renoncule bulbeuse)	
	Ranunculus ficaria (ficaire fausse renoncule)	
	Rubus spp. (ronce)	
	Rumex acetosa (oseille)	
	Rumex acetosella (petite-oseille)	
	Rumex hydrolapathum (patience aquatique)	
	Rumex obtusifolius (patience à feuilles obtuses)	
	Stachys officinalis (bétoine)	
	Stellaria holostea (stellaire)	
	Taraxacum officinale (pissenlit)	
	Teucrium scorodonia (germandrée scorodoine)	
	Urtica dioïca (ortie dioïque)	
	Veronica chamaedrys (Véronique petit chêne)	
	Veronica hederifolia (V. à feuilles de lierre)	
	Vinca minor (pervenche)	
	Viola riviniana (violette de Rivin)	

DESCRIPTION GENERALE DU PEUPEMENT

Densité:	Age du peuplement (source):
Densité initiale:	Type de plants:
SANTE ET VIGUEUR DU PEUPEMENT	
% de mortalité:	
Forme des arbres, branchaison:	
Maladies, attaques parasitaires:	
Dégâts de gibier:	

MESURE DE L'ECHANTILLON (5-7 tiges dominantes)

Circonférence	Classe de circonférence	Hauteur totale

TRAVAUX EFFECTUES LORS ET DEPUIS LA PLANTATION (tout type)

Année	Travaux	Observations

ANNEXE 3 : CODAGE DES VARIABLES ECOLOGIQUES

Position topographique:

- 1- Plateau-plaine
- 2- Sommet
- 3- Haut de pente
- 4- Mi-pente
- 5- Bas de versant-replat
- 6- Fond de vallon-vallée

Pente:

- 1- $\leq 5\%$
- 2- $5 < x \leq 15\%$
- 3- $15 < x \leq 25\%$
- 4- $> 25\%$

Exposition:

- 1- Nord ($\geq 315^\circ$ ou $< 45^\circ$)
- 2- Est ($45^\circ \leq x < 135^\circ$)
- 3- Sud ($135^\circ \leq x < 225^\circ$)
- 4- Ouest ($225^\circ \leq x < 315^\circ$)
- 5- Pas d'exposition

Longueur de versant:

- 1- < 0.3 km
- 2- $0.3 \leq x < 0.4$
- 3- $0.4 < x < 0.6$
- 4- ≥ 0.6
- 5- pas de versant

Nature du substrat géologique:

- 1- Schiste briovérien
- 2- Schiste pourpré et poudingue de Montfort
- 3- Grès armoricain
- 4- Schistes d'Angers, de Riadan, de Poligné
- 5- Alluvions modernes
- 6- Divers: limons, sable et poudingue, grès du Châtelier, grès de Poligné et de Redon

Profondeur du sol:

- 1- ≤ 20 cm (n'existe pas dans l'échantillon mesuré)
- 2- $20 < x \leq 40$ cm
- 3- $40 < x \leq 60$ cm
- 4- $60 < x \leq 80$ cm
- 5- $80 < x \leq 100$ cm
- 6- $100 < x \leq 120$ cm
- 7- > 120 cm

Charge en cailloux:

- 1- $< 5\%$ sur tout le profil
- 2- de 5 à 15%...
- 3- de 15 à 30%...
- 4- $> 30\%$... (n'existe pas dans l'échantillon mesuré)

Type de sol:

- 1- Sol brun légèrement lessivé
- 2- Sol brun acide
- 3- Sol brun hydromorphe en profondeur (> 40 cm)
- 4- Sol brun hydromorphe
- 5- Rankosol
- 6- Podzosol

Hydromorphie:

Profondeur d'apparition de taches d'hydromorphie: 0- pas de taches d'hydromorphie

- 1- au-delà de 80 cm
- 2- de 60 à 80 cm
- 3- de 40 à 60 cm
- 4- de 0 à 20 cm

Existence d'un horizon argileux (en profondeur, à partir de LA):

- 0- Pas d'horizon argileux
- 1- Horizon argileux

Protection contre les vents dominants (vents de Nord-Ouest):

- 0- Aucune protection
- 1- Protection faible (une haie côté vent dominant, maillage bocager lâche)
- 2- Protection moyenne (une haie côté vent dominant, maillage bocager resséré)
- 3- Bonne protection (un bois côté vent dominant)
- 4- Excellente protection (plantation en enclave dans une forêt)

Antécédent culturel:

- 1- Labour, culture
- 2- Prairie, pâture
- 3- Friche

Réserve utile :

- 1- de 1 à 40 mm
- 2- de 41 à 60 mm
- 3- de 61 à 80 mm
- 4- de 81 à 100 mm
- 5- de 101 à 140 mm
- 6- de 141 à 200 mm

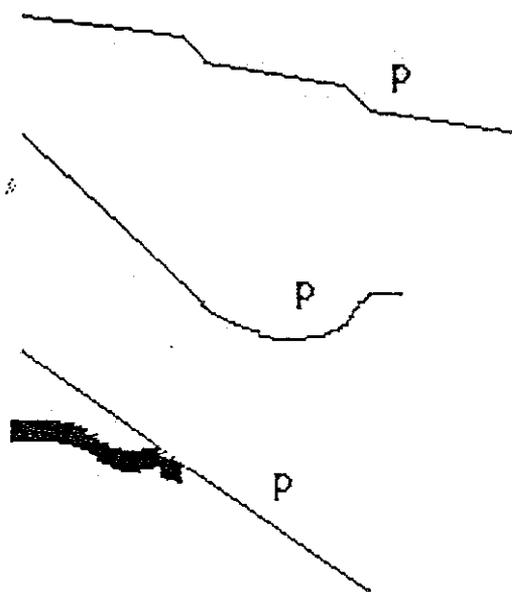
La réserve utile est calculée pour les 100 premiers centimètres de sol, en tenant compte de l'indice de drainage (voir page suivante). Après avoir cumulé les valeurs les valeurs obtenues pour chaque horizon (charge en cailloux déduite), on applique au total un coefficient multiplicatif correcteur qui tient compte de l'*indice de drainage* :

- 1,5- indice de drainage très favorable
- 1,2- indice de drainage favorable
- 1- indice de drainage normal
- 0,8- indice de drainage défavorable

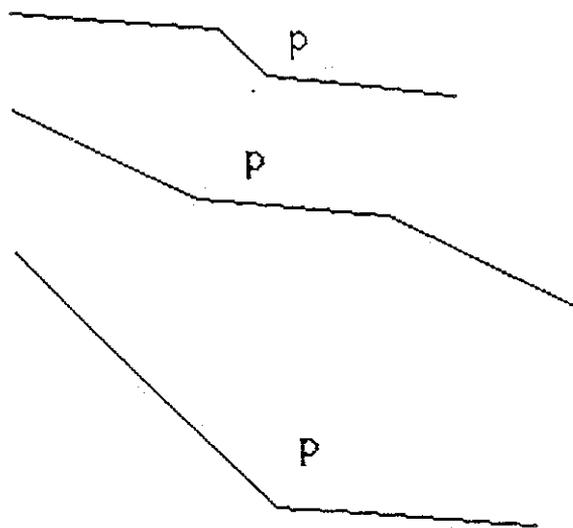
INDICE DE DRAINAGE

Il se réfère au bilan (apports-exports) d'alimentation en eau de la placette, en liaison avec la microtopographie locale.

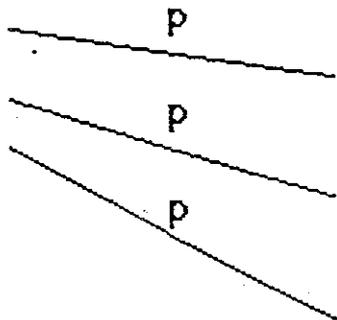
- 1 très favorable (bilan très excédentaire)
- 2 favorable (bilan excédentaire)
- 3 normal (bilan nul)
- 4 défavorable (bilan déficitaire)



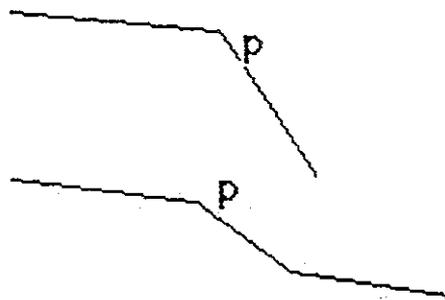
Classe 1



Classe 2

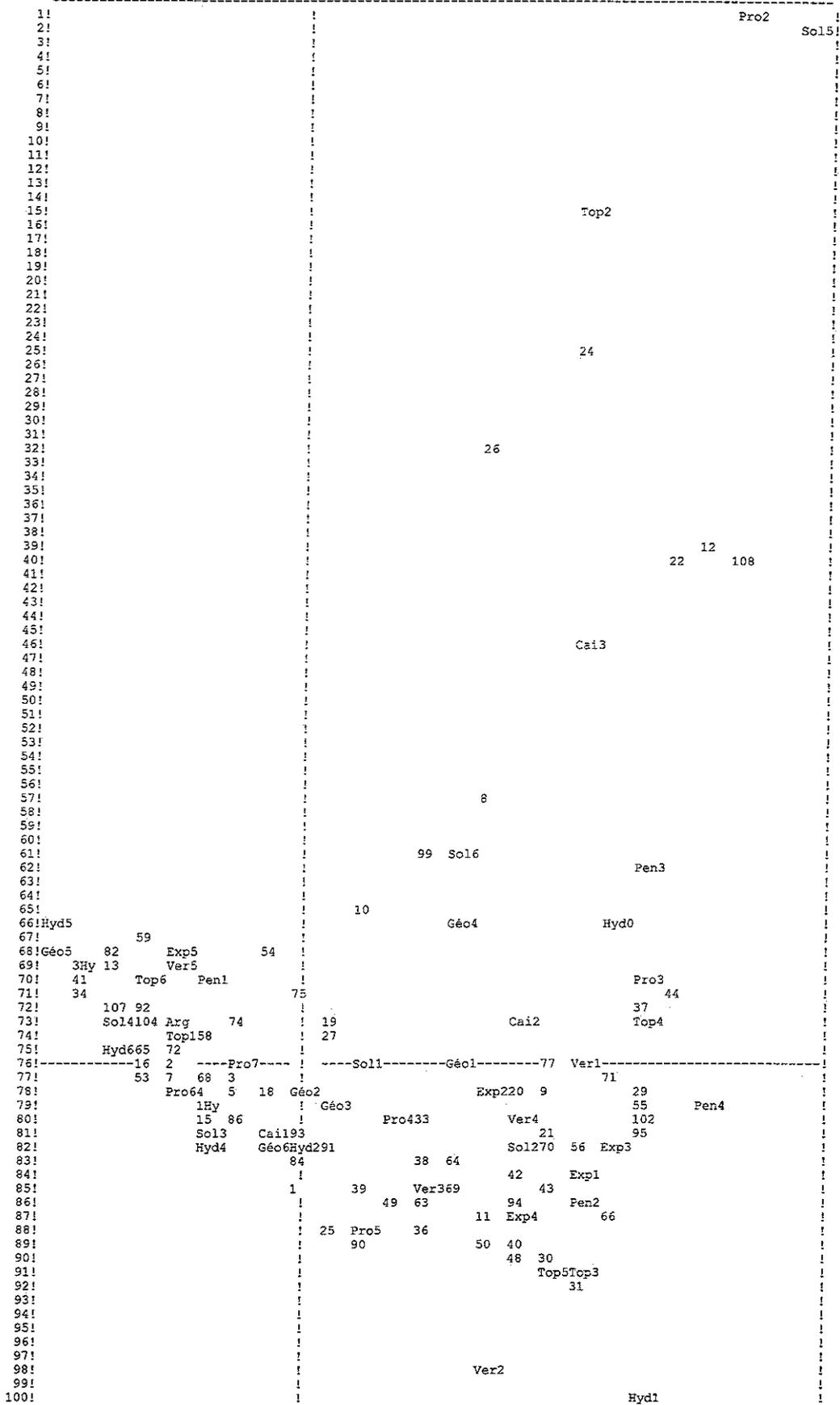


Classe 3



Classe 4

ANNEXE 4A : PREMIERE A.F.C.

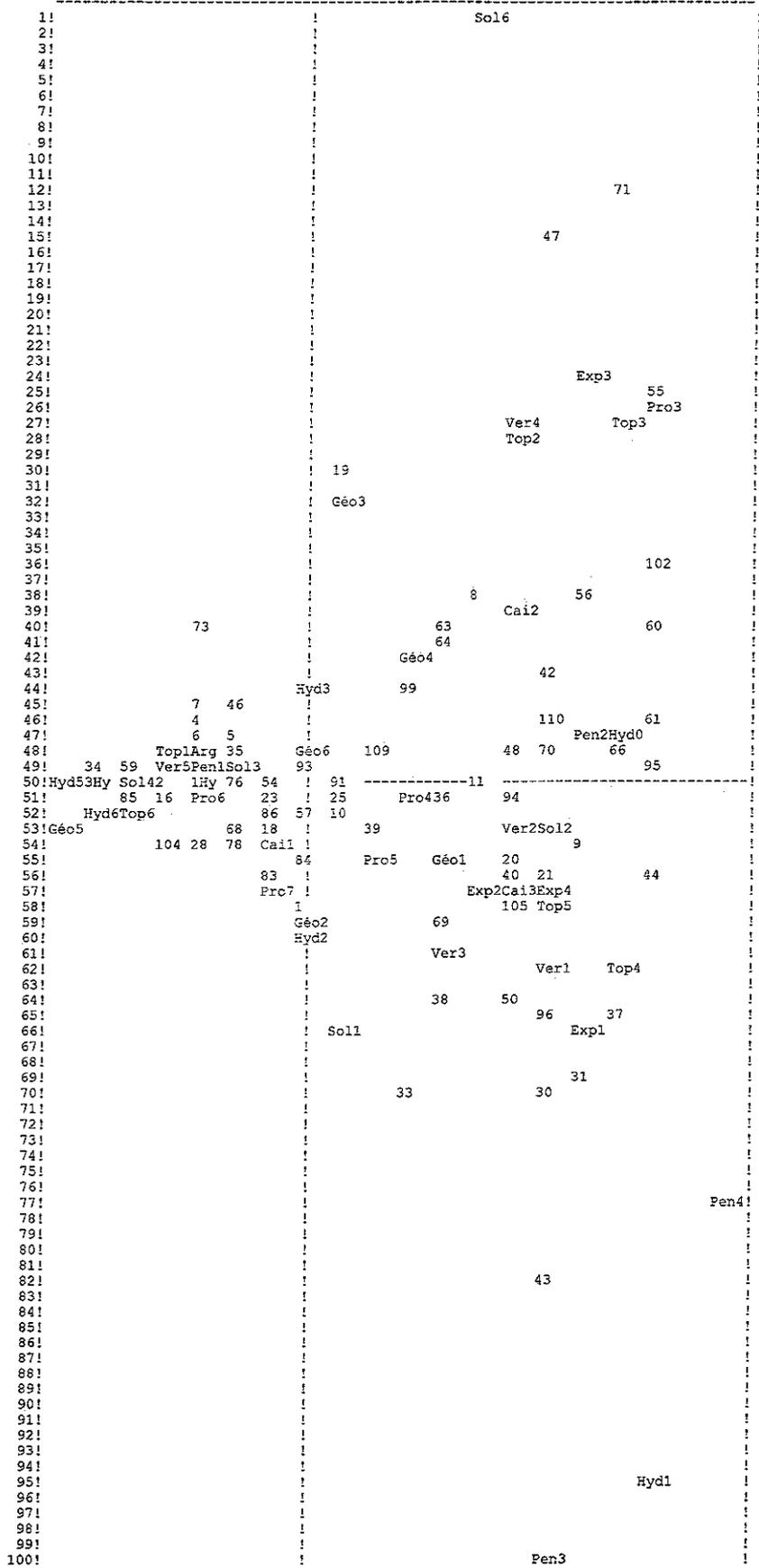


NOMBRE DE POINTS REPRESENTES 122
 NOMBRE DE POINTS NON REPRESENTES: 40
 LISTE DES POINTS SUPERPOSES

82	&	98	EN	68	!
41	&	51	EN	70	!
44	&	45	EN	71	!
34	&	52	EN	71	!
19	&	57	EN	73	!
19	&	67	EN	73	!
Arg	&	73	EN	73	!
74	&	76	EN	73	!
Top1	&	28	EN	74	!
Top1	&	32	EN	74	!
65	&	97	EN	75	!
72	&	100	EN	75	!
72	&	101	EN	75	!
16	&	17	EN	76	!
Pro7	&	23	EN	76	!
Pro7	&	46	EN	76	!
2	&	62	EN	76	!
Pro7	&	78	EN	76	!
Pro7	&	79	EN	76	!
2	&	80	EN	76	!
16	&	85	EN	76	!
16	&	88	EN	76	!
7	&	81	EN	77	!
68	&	87	EN	77	!
68	&	89	EN	77	!
68	&	106	EN	77	!
Pro6	&	2Hy	EN	78	!
4	&	6	EN	78	!
4	&	14	EN	78	!
5	&	83	EN	78	!
55	&	60	EN	79	!
55	&	61	EN	79	!
15	&	35	EN	80	!
Hyd2	&	Hyd3	EN	82	!
Sol2	&	47	EN	82	!
70	&	96	EN	82	!
70	&	110	EN	82	!
42	&	105	EN	84	!
90	&	109	EN	89	!

Qur3 & Raau EN 65 !
59 & 98 EN 72 !
34 & 41 EN 74 !
44 & 45 EN 74 !
34 & 51 EN 74 !
34 & 52 EN 74 !
Ule2 & Acmi EN 76 !
57 & 67 EN 76 !
Ule3 & 73 EN 76 !
Juef & 104 EN 76 !
Viri & 19 EN 77 !
Cas2 & 27 EN 77 !
28 & 32 EN 77 !
28 & 58 EN 77 !
Phsc & 74 EN 77 !
San2 & Ruob EN 78 !
Coa3 & 65 EN 78 !
Coa3 & 72 EN 78 !
Coa3 & 88 EN 78 !
Coa3 & 97 EN 78 !
Coa3 & 101 EN 78 !
Gaap & Rusp EN 79 !
Ruac & Vimi EN 79 !
Ruac & 7 EN 79 !
2 & 16 EN 79 !
2 & 17 EN 79 !
23 & 46 EN 79 !
2 & 62 EN 79 !
23 & 78 EN 79 !
23 & 79 EN 79 !
2 & 80 EN 79 !
Ruac & 87 EN 79 !
3 & 5 EN 80 !
4 & 14 EN 80 !
3 & 18 EN 80 !
4 & 68 EN 80 !
29 & 71 EN 80 !
53 & 81 EN 80 !
3 & 83 EN 80 !
4 & 89 EN 80 !
4 & 106 EN 80 !
Ptaq & Rabu EN 81 !
Fre2 & 20 EN 81 !
55 & 60 EN 81 !
55 & 61 EN 81 !
Drfi & Urdi EN 82 !
15 & 35 EN 82 !
21 & 47 EN 83 !
Cas3 & Vehe EN 84 !
96 & 110 EN 84 !
Hyno & 42 EN 85 !
Prs2 & Prve EN 88 !
Prs2 & Ruhy EN 88 !
Ulm2 & Naps EN 89 !
48 & 50 EN 90 !

ANNEXE 4B : DEUXIEME A.F.C.



NOMBRE DE POINTS REPRESENTES 114
 NOMBRE DE POINTS NON REPRESENTES: 41
 LISTE DES POINTS SUPERPOSES

Géo4 & 90 EN 42 !
6 & 58 EN 47 !
Top1 & Exp5 EN 48 !
Top1 & 2Hy EN 48 !
Arg & 32 EN 48 !
Top1 & 62 EN 48 !
Géo6 & 75 EN 48 !
Top1 & 88 EN 48 !
Top1 & 92 EN 48 !
Arg & 100 EN 48 !
Pen1 & Hyd4 EN 49 !
Pen1 & 14 EN 49 !
Sol3 & 15 EN 49 !
Sol3 & 74 EN 49 !
Pen1 & 80 EN 49 !
Pen1 & 89 EN 49 !
3Hy & 13 EN 50 !
3Hy & 41 EN 50 !
3Hy & 51 EN 50 !
3Hy & 52 EN 50 !
2 & 53 EN 50 !
2 & 72 EN 50 !
1Hy & 87 EN 50 !
2 & 97 EN 50 !
2 & 101 EN 50 !
1Hy & 106 EN 50 !
16 & 17 EN 51 !
Pro4 & 49 EN 51 !
16 & 65 EN 51 !
Pro6 & 81 EN 51 !
85 & 107 EN 51 !
10 & 27 EN 52 !
57 & 67 EN 52 !
Hyd6 & 82 EN 52 !
Top6 & 98 EN 52 !
Sol2 & 77 EN 53 !
Cai1 & 3 EN 54 !
78 & 79 EN 54 !
44 & 45 EN 56 !
Top4 & 29 EN 62 !

Ule3 & 46 EN 47 !
Pore & 4 EN 49 !
Lyne & 5 EN 49 !
6 & 58 EN 50 !
Dal3 & Sot3 EN 51 !
Qur3 & 32 EN 51 !
Qur3 & 100 EN 51 !
62 & 88 EN 52 !
80 & 89 EN 52 !
Rabu & 93 EN 52 !
Ros3 & Ajre EN 53 !
Prs2 & Prve EN 53 !
Prs2 & Ruhy EN 53 !
34 & 51 EN 53 !
2 & 53 EN 53 !
Ros3 & 54 EN 53 !
2 & 72 EN 53 !
Rusp & 91 EN 53 !
Ros2 & Ruac EN 54 !
13 & 52 EN 54 !
Ros2 & 76 EN 54 !
Juef & 85 EN 54 !
97 & 101 EN 54 !
87 & 106 EN 54 !
Juef & 107 EN 54 !
Dagl & Juco EN 55 !
16 & 17 EN 55 !
Ila2 & 49 EN 55 !
16 & 65 EN 55 !
16 & 81 EN 55 !
Pot2 & 98 EN 55 !
Ila3 & 10 EN 56 !
Ila3 & 27 EN 56 !
57 & 67 EN 56 !
Phsc & 86 EN 56 !
3 & 78 EN 58 !
3 & 79 EN 58 !
20 & 40 EN 60 !
44 & 45 EN 60 !
Ulm2 & Naps EN 88 !

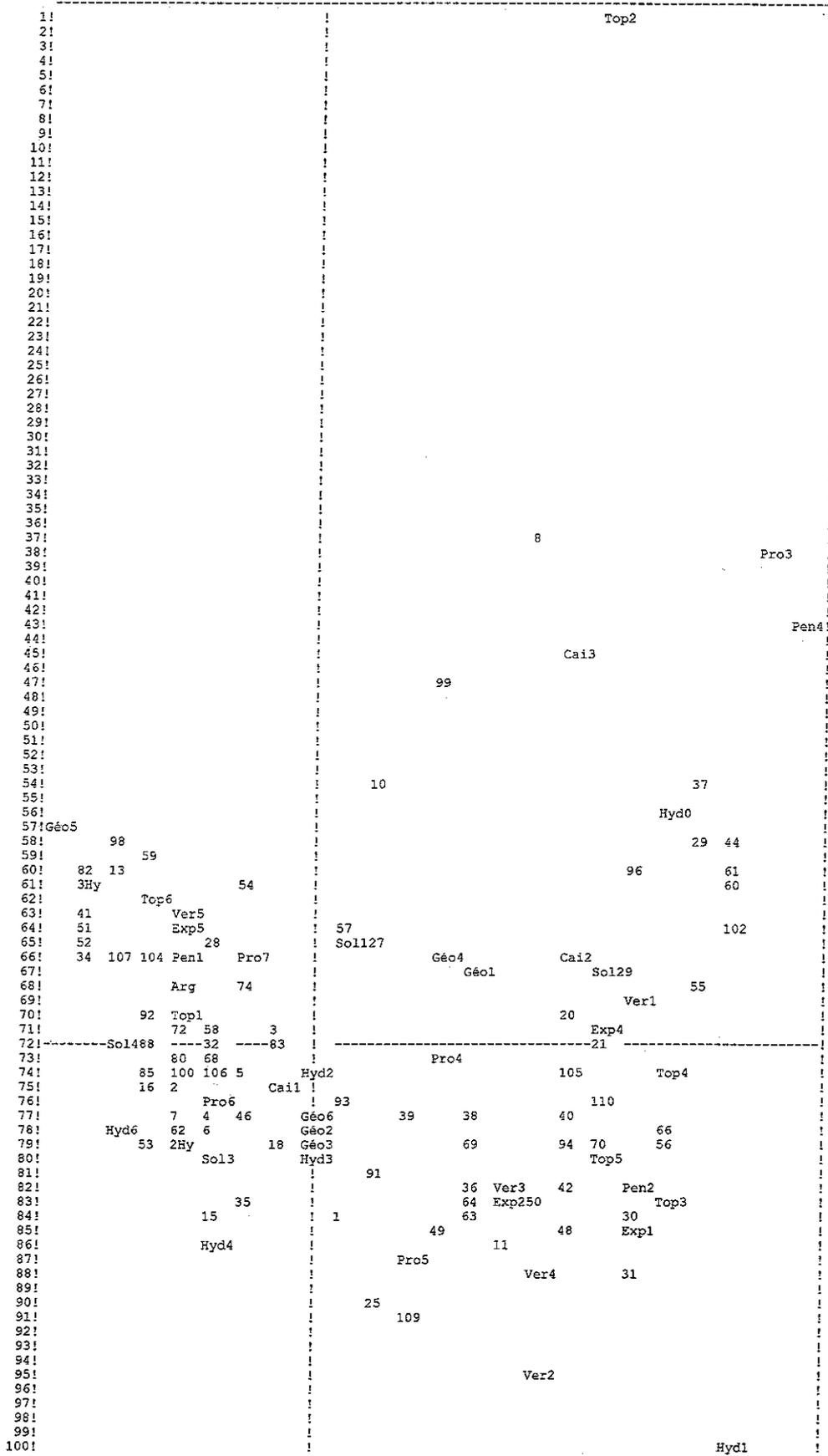
ANNEXE 4C : TROISIEME A.F.C.

Hyd2	12	7070	*	-4	-98	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	1	0	0	0	0	0	*	
Hyd3	17	4054	*	-39	-422	0	0	0	0	*	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	44	0	0	0	0	0	*
Hyd4	18	2909	*	-429	-742	0	0	0	0	*	6	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	63	189	0	0	0	0	0	*
Hyd5	10	5167	*	-1056	803	0	0	0	0	*	20	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	216	125	0	0	0	0	0	*
Hyd6	1	107273	*	-847	-313	0	0	0	0	*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	7	1	0	0	0	0	0	*
1Hy	106	1172	*	-462	-394	0	0	0	0	*	41	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	182	132	0	0	0	0	0	*
2Hy	77	1631	*	-559	-366	0	0	0	0	*	44	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	191	82	0	0	0	0	0	*
3Hy	46	3346	*	-969	571	0	0	0	0	*	79	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	281	97	0	0	0	0	0	*
Arg	23	2125	*	-520	231	0	0	0	0	*	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	127	25	0	0	0	0	0	*

POINTS SUPPLEMENTAIRES

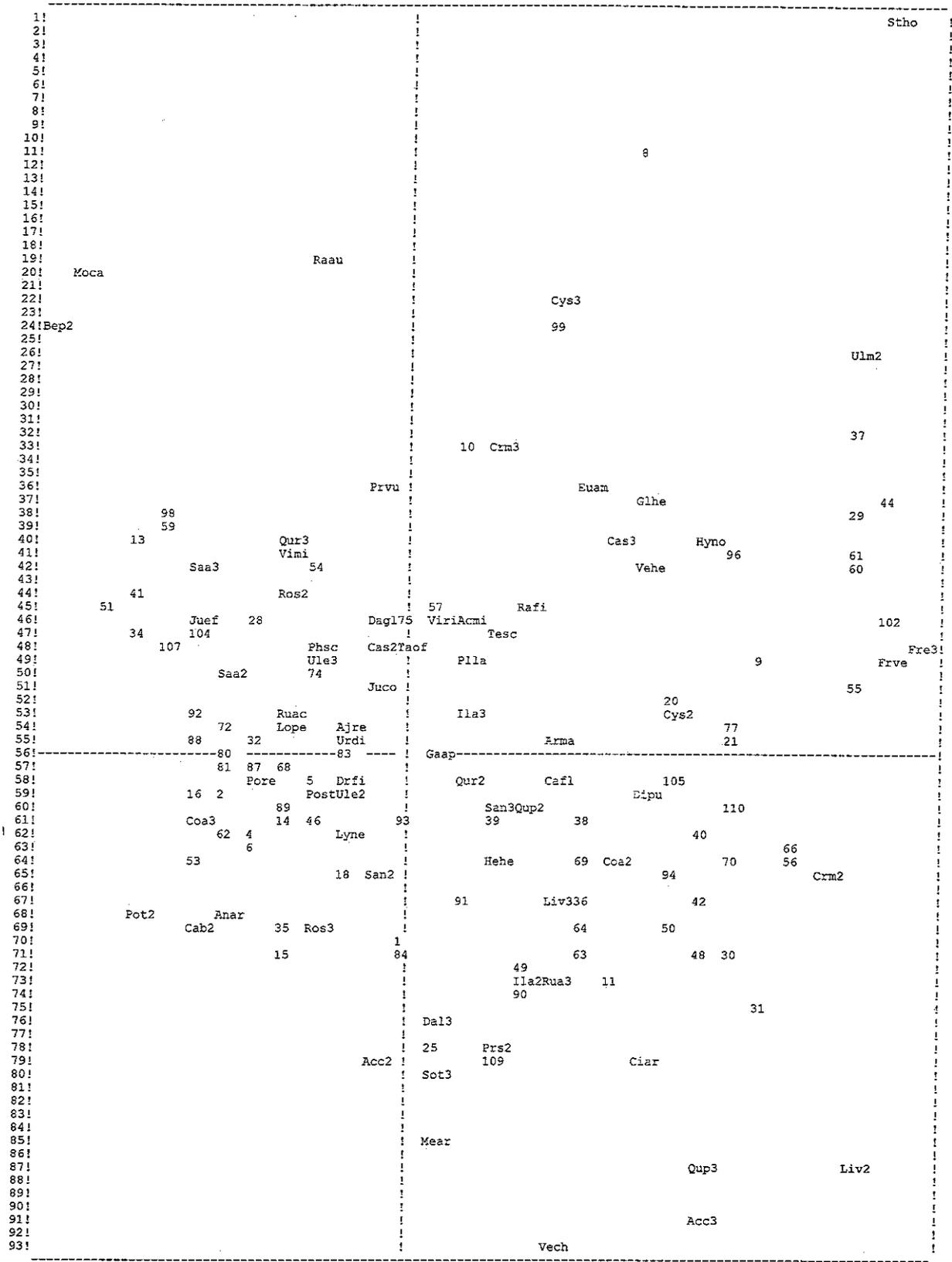
Acc2	0	45080	*	-30	-975	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	21	0	0	0	0	0	0	*
Bep2	0	90615	*	-1169	1307	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	15	19	0	0	0	0	0	*
Cab2	0	73438	*	-675	-560	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	6	4	0	0	0	0	0	*
Cas2	0	14908	*	-62	291	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	6	0	0	0	0	0	*
Coa2	0	41641	*	757	-369	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	14	3	0	0	0	0	0	*
Crn2	0	131333	*	1434	-402	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	16	1	0	0	0	0	0	*
Cys2	0	9489	*	953	124	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	96	2	0	0	0	0	0	*
Fre2	0	25597	*	746	-353	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	22	5	0	0	0	0	0	*
Ila2	0	13975	*	433	-725	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	13	38	0	0	0	0	0	*
Liv2	0	131333	*	1533	-1291	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	18	13	0	0	0	0	0	*
Pot2	0	43583	*	-856	-527	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	17	6	0	0	0	0	0	*
Prs2	0	84071	*	281	-948	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	1	11	0	0	0	0	0	*
Qup2	0	39031	*	396	-196	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	4	1	0	0	0	0	0	*
Qur2	0	6109	*	193	-114	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	6	2	0	0	0	0	0	*
Ros2	0	98250	*	-387	467	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	2	2	0	0	0	0	0	*
Saa2	0	5718	*	-567	213	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	56	8	0	0	0	0	0	*
San2	0	27462	*	-73	-378	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	5	0	0	0	0	0	*
Ule2	0	8977	*	-150	-161	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	2	3	0	0	0	0	0	*
Ulm2	0	131333	*	1544	1233	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	18	12	0	0	0	0	0	*
Acc3	0	118100	*	1004	-1468	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	9	18	0	0	0	0	0	*
Cas3	0	32796	*	755	659	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	17	13	0	0	0	0	0	*
Coa3	0	78400	*	-673	-211	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	6	1	0	0	0	0	0	*
Crn3	0	28035	*	331	933	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	4	31	0	0	0	0	0	*
Cys3	0	22515	*	519	1378	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	12	84	0	0	0	0	0	*
Dal3	0	48625	*	166	-839	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	1	14	0	0	0	0	0	*
Fre3	0	71048	*	1709	309	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	41	1	0	0	0	0	0	*
Ila3	0	7711	*	197	91	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	5	1	0	0	0	0	0	*
Liv3	0	30495	*	484	-489	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	8	8	0	0	0	0	0	*
Qup3	0	53351	*	968	-1289	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	18	31	0	0	0	0	0	*
Qur3	0	18045	*	-372	636	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	8	22	0	0	0	0	0	*
Ros3	0	43172	*	-242	-550	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	1	7	0	0	0	0	0	*
Rua3	0	35759	*	553	-729	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	9	15	0	0	0	0	0	*
Saa3	0	44446	*	-677	542	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	10	7	0	0	0	0	0	*
San3	0	8990	*	361	-180	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	14	4	0	0	0	0	0	*
Sot3	0	47384	*	140	-1023	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	22	0	0	0	0	0	*
Ule3	0	11093	*	-308	278	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	9	7	0	0	0	0	0	*
Acni	0	7791	*	241	381	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	7	19	0	0	0	0	0	*
Ajre	0	7994	*	-225	49	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	6	0	0	0	0	0	0	*
Anar	0	90615	*	-596	-510	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	4	3	0	0	0	0	0	*
Arma	0	7841	*	504	20	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	32	0	0	0	0	0	0	*
Cafl	0	17166	*	529	-108	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	16	1	0	0	0	0	0	*
Ciar	0	98250	*	774	-987	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	6	10	0	0	0	0	0	*
Dagl	0	1995	*	-103	394	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	5	78	0	0	0	0	0	*
Dipu	0	11413	*	777	-151	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	53	2	0	0	0	0	0	*
Drfi	0	9531	*	-166	-123	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	3	2	0	0	0	0	0	*
Euam	0	20685	*	644	809	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	20	32	0	0	0	0	0	*
Frve	0	65167	*	1629	279	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	41	1	0	0	0	0	0	*
Gaap	0	1327	*	117	-15	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	10	0	0	0	0	0	0	*
Gero	0	14654	*	244	92	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	4	1	0	0	0	0	0	*
Glhe	0	29981	*	774	763	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	20	19	0	0	0	0	0	*
Hehe	0	1658	*	334	-335	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	67	68	0	0	0	0	0	*
Hyno	0	47798	*	1044	626	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	23	8	0	0	0	0	0	*
Juco	0	20452	*	-43	201	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	2	0	0	0	0	0	*
Juef	0	8278	*	-652	409	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	51	20	0	0	0	0	0	*
Lope	0	11847	*	-409	66	0	0	0	0	*	0	0	0																	

16	13	1536	*	-630	-148	0	0	0	0	*	9	1	0	0	0	0	0	0	0	*	258	14	0	0	0	0	*	
17	13	1536	*	-630	-148	0	0	0	0	*	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	258	14	0	0	0	0	*
18	13	3807	*	-198	-379	0	0	0	0	*	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	10	38	0	0	0	0	*
20	8	4969	*	938	128	0	0	0	0	*	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	177	3	0	0	0	0	*
21	8	5180	*	1080	16	0	0	0	0	*	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	225	0	0	0	0	0	*
23	10	2650	*	-220	-138	0	0	0	0	*	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	18	7	0	0	0	0	*
25	12	3094	*	169	-913	0	0	0	0	*	1	39	0	0	0	0	0	0	0	0	*	9	269	0	0	0	0	*
27	8	2410	*	154	381	0	0	0	0	*	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	*	10	60	0	0	0	0	*
28	8	4578	*	-458	379	0	0	0	0	*	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	*	46	31	0	0	0	0	*
29	8	8693	*	1483	717	0	0	0	0	*	30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	*	253	59	0	0	0	0	*
30	8	11159	*	1140	-645	0	0	0	0	*	18	13	0	0	0	0	0	0	0	0	*	116	37	0	0	0	0	*
31	8	12351	*	1229	-814	0	0	0	0	*	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	*	122	54	0	0	0	0	*
32	14	1346	*	-476	26	0	0	0	0	*	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	168	1	0	0	0	0	*
34	15	2542	*	-900	338	0	0	0	0	*	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	319	45	0	0	0	0	*
35	13	1997	*	-361	-561	0	0	0	0	*	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	*	65	158	0	0	0	0	*
36	10	2946	*	575	-493	0	0	0	0	*	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	*	112	83	0	0	0	0	*
37	8	10205	*	1477	963	0	0	0	0	*	30	28	0	0	0	0	0	0	0	0	*	214	91	0	0	0	0	*
38	8	7902	*	604	-247	0	0	0	0	*	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	*	46	8	0	0	0	0	*
39	8	3364	*	311	-242	0	0	0	0	*	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	*	29	17	0	0	0	0	*
40	8	4872	*	986	-254	0	0	0	0	*	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	*	200	13	0	0	0	0	*
41	14	2543	*	-897	462	0	0	0	0	*	21	12	0	0	0	0	0	0	0	0	*	316	84	0	0	0	0	*
42	8	5601	*	968	-495	0	0	0	0	*	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	167	44	0	0	0	0	*
44	8	7271	*	1599	748	0	0	0	0	*	35	17	0	0	0	0	0	0	0	0	*	352	77	0	0	0	0	*
45	8	7271	*	1599	748	0	0	0	0	*	35	17	0	0	0	0	0	0	0	0	*	352	77	0	0	0	0	*
46	11	2479	*	-286	-245	0	0	0	0	*	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	*	33	24	0	0	0	0	*
48	8	7800	*	990	-654	0	0	0	0	*	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	*	126	55	0	0	0	0	*
49	9	3802	*	458	-685	0	0	0	0	*	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	*	55	123	0	0	0	0	*
50	8	5395	*	878	-572	0	0	0	0	*	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	*	143	61	0	0	0	0	*
51	15	2650	*	-931	442	0	0	0	0	*	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	*	327	74	0	0	0	0	*
52	16	2357	*	-887	366	0	0	0	0	*	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	*	334	57	0	0	0	0	*
53	14	1359	*	-643	-370	0	0	0	0	*	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	304	101	0	0	0	0	*
54	8	8323	*	-285	562	0	0	0	0	*	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	*	10	38	0	0	0	0	*
55	8	7871	*	1513	199	0	0	0	0	*	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	291	5	0	0	0	0	*
56	8	6449	*	1274	-338	0	0	0	0	*	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	*	252	18	0	0	0	0	*
57	8	2389	*	75	430	0	0	0	0	*	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	*	2	77	0	0	0	0	*
58	12	1354	*	-457	32	0	0	0	0	*	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	155	1	0	0	0	0	*
59	12	2945	*	-734	681	0	0	0	0	*	11	22	0	0	0	0	0	0	0	0	*	183	157	0	0	0	0	*
60	8	6330	*	1549	573	0	0	0	0	*	33	10	0	0	0	0	0	0	0	0	*	379	52	0	0	0	0	*
61	8	5562	*	1516	610	0	0	0	0	*	31	11	0	0	0	0	0	0	0	0	*	413	67	0	0	0	0	*
62	13	1426	*	-538	-289	0	0	0	0	*	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	*	203	58	0	0	0	0	*
63	9	4811	*	591	-642	0	0	0	0	*	6	15	0	0	0	0	0	0	0	0	*	73	86	0	0	0	0	*
64	10	4200	*	629	-571	0	0	0	0	*	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	*	94	78	0	0	0	0	*
65	9	11491	*	-630	-156	0	0	0	0	*	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	35	2	0	0	0	0	*
66	8	6528	*	1355	-304	0	0	0	0	*	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	*	281	14	0	0	0	0	*
67	8	2389	*	75	430	0	0	0	0	*	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	*	2	77	0	0	0	0	*
68	10	1640	*	-367	-59	0	0	0	0	*	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	82	2	0	0	0	0	*
69	8	4125	*	632	-339	0	0	0	0	*	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	*	97	28	0	0	0	0	*
70	8	6271	*	1091	-364	0	0	0	0	*	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	*	190	21	0	0	0	0	*
72	13	1592	*	-592	65	0	0	0	0	*	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	220	3	0	0	0	0	*
74	8	3132	*	-256	219	0	0	0	0	*	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	*	21	15	0	0	0	0	*
75	8	3058	*	40	376	0	0	0	0	*	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	*	1	46	0	0	0	0	*
76	10	4837	*	-288	233	0	0	0	0	*	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	*	17	11	0	0	0	0	*
77	8	8699	*	1126	68	0	0	0	0	*	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	146	1	0	0	0	0	*
78	8	3974	*	-248	309	0	0	0	0	*	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	*	15	24	0	0	0	0	*
79	8	3974	*	-248	309	0	0	0	0	*	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	*	15	24	0	0	0	0	*
80	10	2455	*	-530	-25	0	0	0	0	*	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	114	0	0	0	0	0	*
81	10	2776	*	-530	-70	0	0	0	0	*	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	101	2	0	0	0	0	*
82	11	3173	*	-869	653	0	0	0	0	*	15	19	0	0	0	0	0	0	0	0	*	238	134	0	0	0	0	*
83	11	2070	*	-205	-19	0	0	0	0	*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	20	0	0	0	0	0	*
84	13	1875	*	21	-641	0	0	0	0	*	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	219	0	0	0	0	*
85	15	1070	*	-699	-124	0	0	0	0	*	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	457	14	0	0	0	0	*
86	10	1994	*	-248	-122	0	0	0	0	*	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	31	8	0	0	0	0	*
87	10	1691	*	-429	-57	0	0	0	0	*	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	109	2	0	0	0	0	*
88	19	1458	*	-650	22	0	0	0	0	*	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	290	0	0	0	0	0	*
89	12	2484	*	-422	-200	0	0	0	0	*	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	*	72	16	0	0	0	0	*
90	10	4551	*	377	-775	0	0	0	0	*	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	*	31	132	0	0	0	0	*
91	12	3312	*	209	-474	0	0	0	0	*	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	*	13	68	0	0	0	0	*
92	12	2290	*	-664	116	0	0	0	0	*	9	1	0	0	0	0	0</											



NOMBRE DE POINTS REPRESENTES 123
 NOMBRE DE POINTS NON REPRESENTES: 24
 LISTE DES POINTS SUPERPOSES
 =====

Géo5 & Hyd5 EN 57 !
44 & 45 EN 58 !
60 & 95 EN 61 !
57 & 67 EN 64 !
Sol1 & 75 EN 65 !
Pro7 & 78 EN 66 !
Pro7 & 79 EN 66 !
74 & 76 EN 68 !
Exp4 & 77 EN 71 !
88 & 97 EN 72 !
80 & 81 EN 73 !
68 & 87 EN 73 !
5 & 86 EN 74 !
100 & 101 EN 74 !
16 & 17 EN 75 !
Cail & 23 EN 75 !
16 & 65 EN 75 !
Pro6 & 14 EN 76 !
Pro6 & 89 EN 76 !
Sol3 & lHy EN 80 !
1 & 84 EN 84 !
Exp1 & Exp3 EN 85 !
Pro5 & 90 EN 87 !



NOMBRE DE POINTS REPRESENTES 149
 NOMBRE DE POINTS NON REPRESENTES: 31
 LISTE DES POINTS SUPERPOSES

- 8 & 103 EN 11 !
- Ulm2 & Naps EN 26 !
- 44 & 45 EN 37 !
- 13 & 82 EN 40 !
- 61 & 95 EN 41 !
- 57 & 67 EN 45 !
- Dagl & Ruob EN 46 !
- Viri & 27 EN 46 !

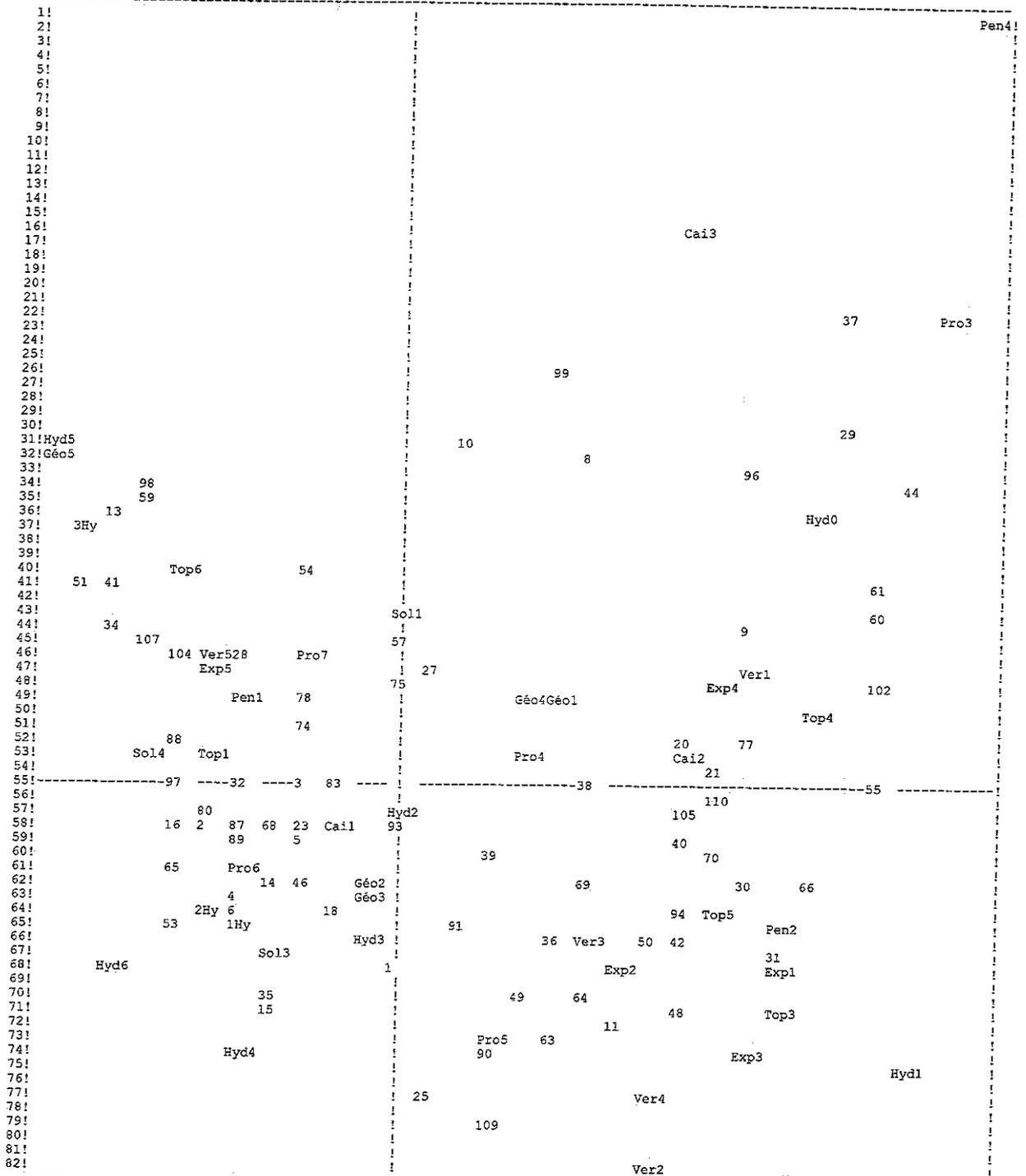
34 & 52 EN 47 !
Phsc & 78 EN 48 !
Phsc & 79 EN 48 !
74 & 76 EN 50 !
Ila3 & Gero EN 53 !
Urdu & 3 EN 55 !
32 & 58 EN 55 !
88 & 97 EN 55 !
Gaap & Rabu EN 56 !
Gaap & Rusp EN 56 !
81 & 101 EN 57 !
Drfi & Ptaq EN 58 !
5 & 86 EN 58 !
Pore & 100 EN 58 !
Pore & 106 EN 58 !
16 & 17 EN 59 !
Ule2 & 23 EN 59 !
16 & 65 EN 59 !
16 & 85 EN 59 !
4 & 7 EN 62 !
Coa2 & Fre2 EN 64 !
Prs2 & Prve EN 78 !
Prs2 & Ruhy EN 78 !

ANNEXE 4D : QUATRIEME A.F.C.

Hyd3	17	4045 *	-35	-479	0	0	0	0 *	0	16	0	0	0	0 *	0	57	0	0	0	0 *
Hyd4	18	2902 *	-426	-809	0	0	0	0 *	6	48	0	0	0	0 *	62	226	0	0	0	0 *
Hyd5	10	5157 *	-1056	1013	0	0	0	0 *	20	43	0	0	0	0 *	216	199	0	0	0	0 *
Hyd6	1	107091 *	-846	-563	0	0	0	0 *	1	1	0	0	0	0 *	7	3	0	0	0	0 *
1Hy	106	1168 *	-459	-437	0	0	0	0 *	40	84	0	0	0	0 *	180	163	0	0	0	0 *
2Hy	77	1627 *	-556	-378	0	0	0	0 *	43	46	0	0	0	0 *	190	88	0	0	0	0 *
3Hy	46	3339 *	-968	753	0	0	0	0 *	79	109	0	0	0	0 *	281	170	0	0	0	0 *
Arg	23	2120 *	-518	313	0	0	0	0 *	11	9	0	0	0	0 *	126	46	0	0	0	0 *

POINTS SUPPLEMENTAIRES

Acc2	0	45003 *	-25	-966	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	21	0	0	0	0 *
Bep2	0	90462 *	-1169	1623	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	15	29	0	0	0	0 *
Cab2	0	73312 *	-673	-787	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	6	8	0	0	0	0 *
Cas2	0	14882 *	-59	369	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	9	0	0	0	0 *
Coa2	0	41569 *	763	-241	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	14	1	0	0	0	0 *
Crm2	0	131111 *	1442	-113	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	16	0	0	0	0	0 *
Cys2	0	9648 *	947	113	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	93	1	0	0	0	0 *
Fre2	0	25552 *	753	-8	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	22	0	0	0	0	0 *
Ila2	0	13950 *	439	-718	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	14	37	0	0	0	0 *
Liv2	0	131111 *	1545	-641	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	3	0	0	0	0 *
Pot2	0	43508 *	-855	-728	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	17	12	0	0	0	0 *
Prs2	0	83929 *	288	-874	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	9	0	0	0	0 *
Qup2	0	38964 *	399	-384	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	4	4	0	0	0	0 *
Qur2	0	6097 *	196	-150	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	6	4	0	0	0	0 *
Ros2	0	98083 *	-386	320	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	2	1	0	0	0	0 *
Saa2	0	5707 *	-564	311	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	56	17	0	0	0	0 *
San2	0	27414 *	-69	-407	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	6	0	0	0	0 *
Ule2	0	8961 *	-147	-181	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	2	4	0	0	0	0 *
Ulm2	0	131111 *	1550	1839	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	26	0	0	0	0 *
Acc3	0	117900 *	1014	-1486	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	9	19	0	0	0	0 *
Cas3	0	32739 *	758	847	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	22	0	0	0	0 *
Coa3	0	78267 *	-670	-350	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	6	2	0	0	0	0 *
Crm3	0	27986 *	332	976	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	4	34	0	0	0	0 *
Cys3	0	23136 *	495	885	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	11	34	0	0	0	0 *
Dal3	0	48542 *	172	-918	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	17	0	0	0	0 *
Fre3	0	70927 *	1712	289	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	41	1	0	0	0	0 *
Ila3	0	7697 *	199	42	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	5	0	0	0	0	0 *
Liv3	0	30442 *	489	-582	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	8	11	0	0	0	0 *
Qup3	0	53260 *	977	-969	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	18	0	0	0	0 *
Qur3	0	18013 *	-372	596	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	8	20	0	0	0	0 *
Ros3	0	43098 *	-238	-558	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	7	0	0	0	0 *
Rua3	0	35698 *	559	-735	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	9	15	0	0	0	0 *
Saa3	0	44370 *	-677	567	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	10	7	0	0	0	0 *
San3	0	8973 *	365	-144	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	15	2	0	0	0	0 *
Sot3	0	47303 *	145	-1140	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	27	0	0	0	0 *
Ule3	0	11157 *	-315	141	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	9	2	0	0	0	0 *
Acmi	0	7810 *	238	296	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	7	11	0	0	0	0 *
Ajre	0	7979 *	-222	64	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	6	1	0	0	0	0 *
Anar	0	90462 *	-594	-663	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	4	5	0	0	0	0 *
Arma	0	7826 *	508	70	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	33	1	0	0	0	0 *
Carl	0	17340 *	521	-247	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	16	4	0	0	0	0 *
Ciar	0	98083 *	781	-931	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	6	9	0	0	0	0 *
Dagl	0	2015 *	-106	340	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	6	57	0	0	0	0 *
Dipu	0	11392 *	781	-119	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	54	1	0	0	0	0 *
Drfi	0	9514 *	-163	-148	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	3	2	0	0	0	0 *
Euam	0	20648 *	645	807	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	20	32	0	0	0	0 *
Frve	0	65056 *	1635	476	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	41	3	0	0	0	0 *
Gaap	0	1335 *	118	2	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	10	0	0	0	0	0 *
Gero	0	14627 *	248	179	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	4	2	0	0	0	0 *
Glhe	0	29929 *	777	1043	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	20	36	0	0	0	0 *
Hehe	0	1654 *	338	-298	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	69	54	0	0	0	0 *
Hyno	0	47716 *	1050	971	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	23	20	0	0	0	0 *
Juco	0	20416 *	-39	339	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	6	0	0	0	0 *
Juef	0	8263 *	-650	494	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	51	30	0	0	0	0 *
Lope	0	11826 *	-407	36	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	14	0	0	0	0	0 *
Lyne	0	20333 *	-165	-130	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	1	0	0	0	0 *
Mear	0	90462 *	101	-1155	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	15	0	0	0	0 *
Moca	0	90462 *	-1083	1790	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	13	35	0	0	0	0 *
Naps	0	131111 *	1550	1839	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	26	0	0	0	0 *
Phsc	0	54893 *	-254	212	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	1	0	0	0	0 *
Plla	0	9559 *	214	29	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	5	0	0	0	0	0 *
Pore	0	37822 *	-501	8	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	7	0	0	0	0	0 *
Post	0	26845 *	-291	-222	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	3	2	0	0	0	0 *
Prve	0	83929 *	288	-874	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	9	0	0	0	0 *
Prvu	0	45239 *	-116	949	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	20	0	0	0	0 *
Ptaq	0	6906 *	-151	-121	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	3	2	0	0	0	0 *
Raau	0	31904 *	-326	990	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	3	31	0	0	0	0 *
Rabu	0	11460 *	108	24	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	0	0	0	0	0 *
Rafi	0	12285 *	467	473	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	18	0	0	0	0 *
Rusp	0	638 *	170	0	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	45	0	0	0	0	0 *
Ruac	0	1717 *	-329	111	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	63	7	0	0	0	0 *
Ruhy	0	83929 *	288	-874	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	1	9	0	0	0	0 *
Ruob	0	2791 *	-29	417	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	62	0	0	0	0 *
Stho	0	69184 *	1526	1238	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	34	22	0	0	0	0 *
Taof	0	16794 *	39	272	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	0	4	0	0	0	0 *
Tesc	0	5907 *	322	194	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	18	6	0	0	0	0 *
Urdu	0	4379 *	-132	169	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	4	7	0	0	0	0 *
Vehe	0	98083 *	515	-1607	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	3	26	0	0	0	0 *
Vehe	0	41569 *	821	580	0	0	0	0 *	0	0	0	0	0	0 *	16	8	0	0	0	0 *
Vimi																				



NOMBRE DE POINTS REPRESENTES 121
 NOMBRE DE POINTS NON REPRESENTES: 25
 LISTE DES POINTS SUPERPOSES

- 8 & 103 EN 32 !
- 44 & 45 EN 34 !
- 13 & 82 EN 36 !
- 61 & 95 EN 41 !
- 34 & 52 EN 44 !
- 57 & 67 EN 45 !
- Exp5 & Arg EN 47 !
- Exp4 & Sol2 EN 48 !
- 78 & 79 EN 49 !
- 74 & 76 EN 51 !
- 88 & 92 EN 52 !
- Top1 & 72 EN 53 !
- 32 & 58 EN 55 !
- 16 & 17 EN 58 !
- 2 & 81 EN 58 !
- 16 & 85 EN 58 !
- 23 & 86 EN 58 !
- 2 & 101 EN 58 !
- 89 & 100 EN 59 !

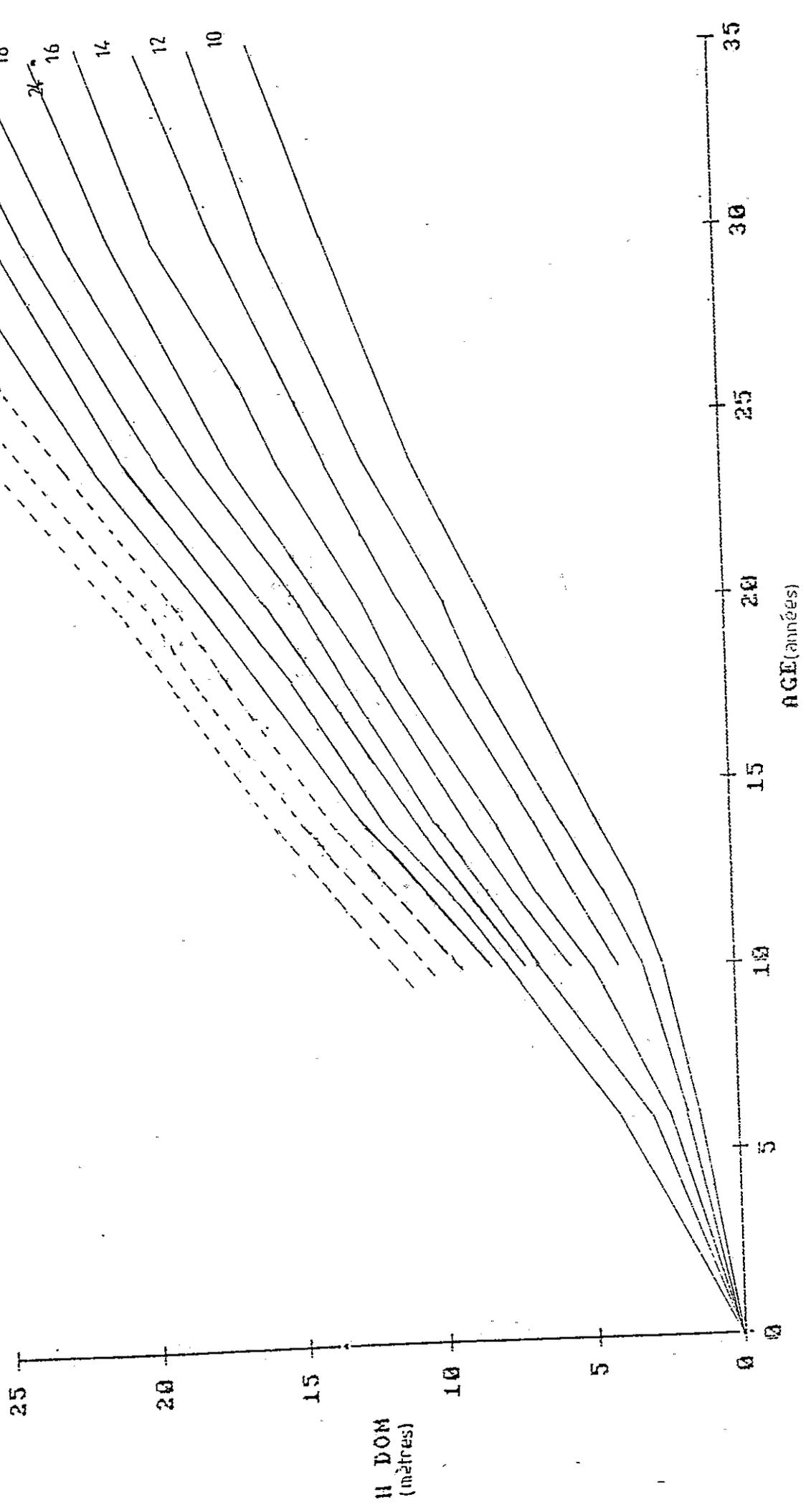
89 & 106 EN 59 !
Géo2 & Géo6 EN 62 !
6 & 7 EN 64 !
2Hy & 62 EN 64 !
Pen2 & 56 EN 65 !
1 & 84 EN 68 !

3 & 83 EN 45 !
Lyne & Ptaq EN 48 !
81 & 101 EN 48 !
16 & 17 EN 49 !
Drfi & 23 EN 49 !
5 & 86 EN 49 !
87 & 100 EN 49 !
Prs2 & Prve EN 66 !
Prs2 & Ruhy EN 66 !
Sot3 & Mear EN 73 !

**ANNEXE 5 : COURBES DE CROISSANCE DU DOUGLAS ET DU PIN
LARICIO**

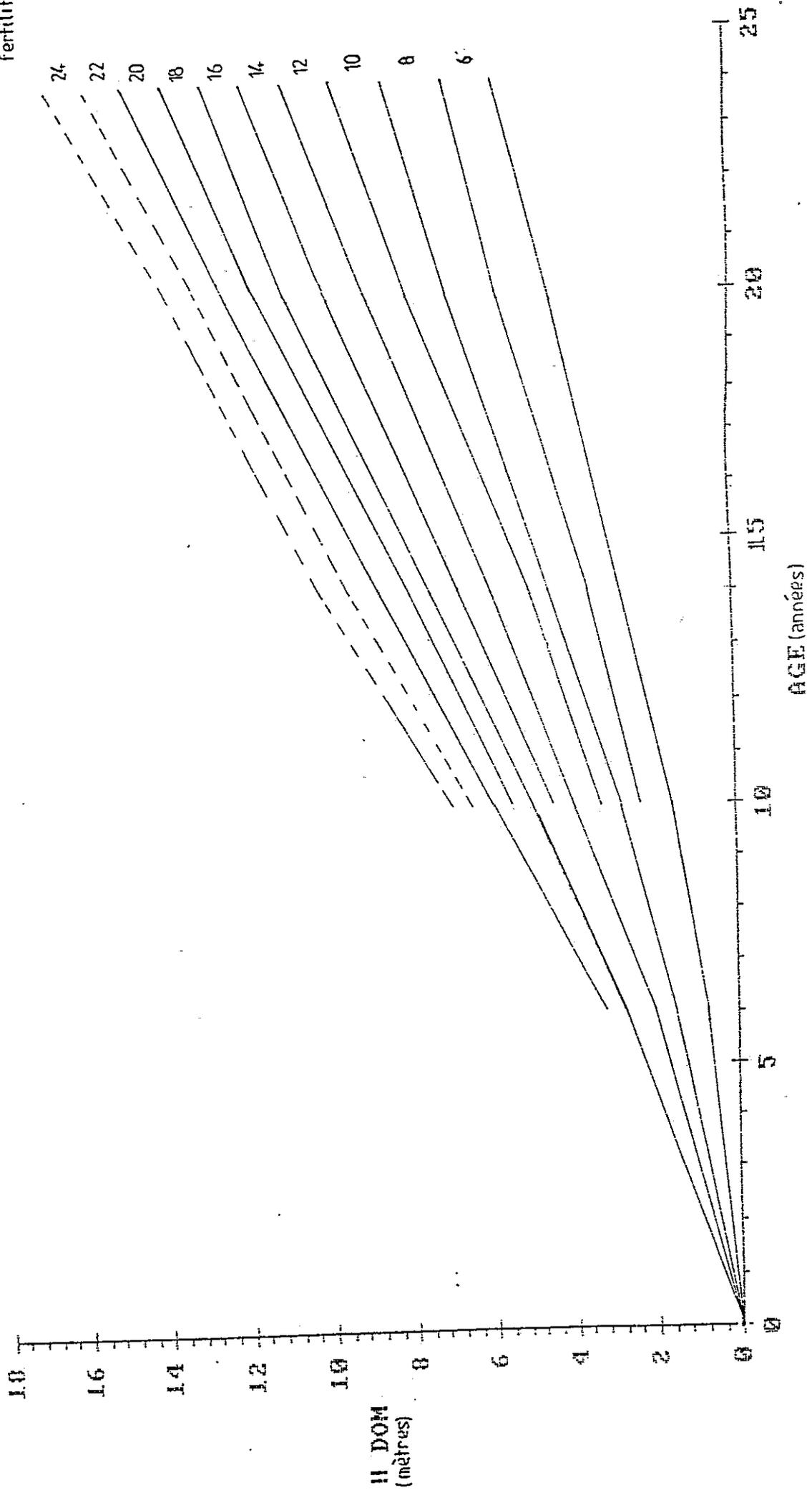
fertilité

DOUGLAS



PIN LARICIO

-classes de fertilité -



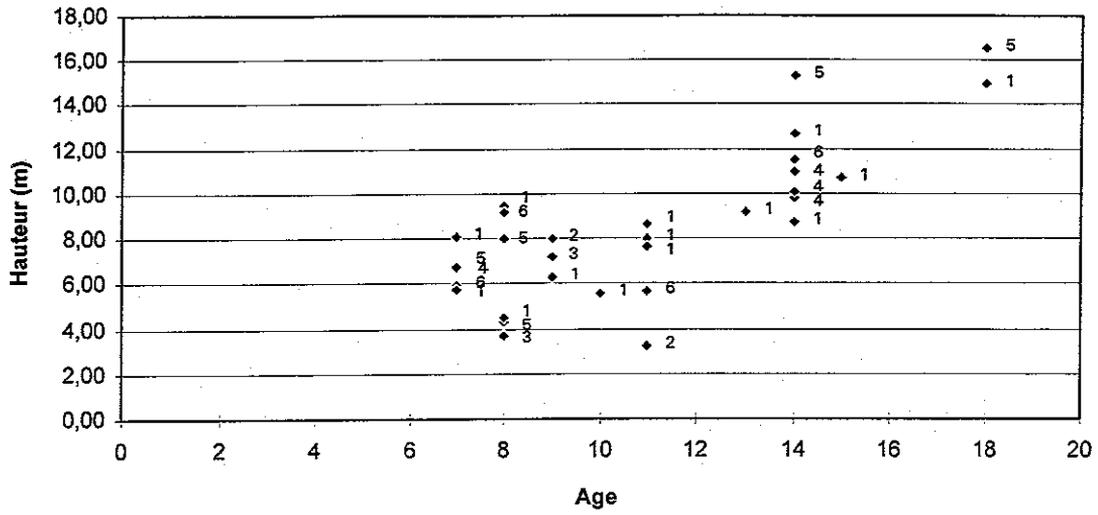
ANNEXE 6 : CODAGE DES RELEVES

N° Relevé	Position topographique	Pente	Exposition	Protection contre le vent	Type de sol	Hydromorphie	RU	Charge en cailloux	Roche mère	Antécédent cultural	Type de station	Escoffe	Age	Hauteur dominante	Classe de fertilité	Hd (20 ans)	N° Relevé
1	5	2	1	1	3	1	6	1	2	2	H2	3	18	16.6			1
2	1	1	5	1	3	3	6	1	1	1	H2	3	14	12.68			2
2	1	1	5	1	3	3	6	1	1	1	H2	4	14	11.85			2
3	1	1	5	4	2	1	5	1	2	1		2	21	13.34	20	12.7	3
4	1	1	5	1	3	2	5	1	3	2	I	1	8	6.89	26	17.6	4
5	1	1	5	0	2	2	5	1	3	1	I	1	8	5.35	22	16.5	5
6	1	1	5	3	3	3	4	1	3	1	I	3	10	5.58			6
7	1	1	5	0	3	3	6	2	3	1	H2	2	13	8.36	22	13	7
8	2	1	5	0	2	0	4	2	1	1	C	1	9	7.1	26	18.1	8
8	2	1	5	0	2	0	4	2	1	1	C	2	9	4.34	20	12	8
9	4	2	4	0	2	0	5	2	1	1	C	1	9	9.51	50	19.6	9
10	6	1	5	3	2	0		3	1	1		1	9	7.75	26	18.1	10
11	5	2	1	1	2	3	5	1	4	1	D1	1	26	25.25	28	19.4	11
12	4	2	1	0	5	0	2	3	4	1	A	1	26	18.45	18	13.9	12
13	1	1	5	3	4	4	6	1	6	2	G2	4	8	8.22			13
14	1	1	5	1	3	2	5	1	1	1	I	1	20	19.51	30	19.5	14
15	1	1	2	3	4	3	6	1	2	1	H2	1	18	17.85	28	19.1	15
16	1	1	5	3	4	3	6	1	2	3	H2	4	13	9.16			16
17	1	1	3	3	4	3	6	1	2	3	H2	2	13	7.51	20	11.9	17
18	5	1	2	1	4	3	6	3	6	1	H2	1	25	18.81	22	16.2	18
19	1	1	5	0	6	2	3	2	3	1	B	2	16	8.87	18	11.1	19
20	5	1	2	4	2	0	5	2	2	1	D2	1	13	13.75	30	19.4	20
21	5	2	2	4	2	0	6	2	2	1	F	1	13	13.6	28	19.3	21
22	4	3	2	4	5	0	2	2	2	1	A	1	13	10.02	22	15.8	22
23	6	1	5	1	3	3	5	1	4	1	I	3	11	5.65			23
24	2	1	5	0	5	0	3	2	4	1	A	3	11	3.2			24
25	3	2	1	5	4	3	6	1	1	1	H2	2	15	8.5	18	11.4	25
26	2	1	5	0	6	0	2	3	1	1	A	2	15	8.25	18	11.2	26
27	1	1	5	0	2	0	6	1	1	3	D2	2	17	9.45	18	11.2	27
28											G2						28
29	4	4	4	1	2	0	4	2	1	3	C	1	21	19	26	18.2	29
30	4	2	4	3	2	0	6	1	2	1	F	1	15	14.9	28	19	30
31	4	2	1	3	2	0	5	1	1	1	D2	1	28	21.36	20	15.1	31
32	1	1	5	1	4	4	3	2	1	2	G1	1	9	7.35	26	17.6	32
33	4	3	1	1	1	2	5	1	2	1	E	1	9	8.9	28	18.8	33
34	6	1	5	2	4	4	6	1	5	1	G2	2	9	5.7	22	13.4	34
35	1	1	2	3	4	3	6	1	1	2	H2	2	30	18.33	20	12.2	35
36	3	2	4	0	2	2	5	1	1	1	D2	2	9	5.65	22	13	36
37	4	4	4	0	2	0	3	3	1	2	C	2	9	6	24	13	37
38	4	2	4	1	1	1	6	1	2	1	F	2	13	8.36	22	13.2	38
39	1	1	4	0	2	2	5	1	1	1	D2	1	14	12.23	26	18	39
40	5	2	4	0	2	0	6	1	1	1	F	1	14	14.4	28	19.3	40
41	6	1	5	1	4	4	6	1	5	1	G2	2	13	8.58	22	13.1	41
42	4	2	3	0	2	2	5	1	1	3	D2	1	22	17.62	22	16	42
43	5	3	1	4	2	0	6	1	1	2	E	3	14	15.33			43
43	5	3	1	4	2	0	6	1	1	2	E	4	14	15.1			43
44	4	2	1	2	2	0	2	3	1	2	C	3	14	10.96			44
44	4	2	1	2	2	0	2	3	1	2	C	4	14	9.67			44
45	4	2	1	3	2	0	3	3	1	1	C	3	14	9.8			45
45	4	2	1	3	2	0	3	3	1	1	C	4	14	8.55			45
46	1	1	5	3	4	3	4	1	2	2	I	2	15	8.18	20	11.4	46
47	3	2	3	0	6	0	4	1	3	2	B	2	15	8.37	18	11.3	47
48	3	2	2	2	2	0	6	1	6	3	D2	1	15	12.04	22	16.3	48
49	3	2	1	0	3	2	5	1	2	1		2	14	6.79	16	10.2	49
50	5	2	1	2	2	1	5	1	2	1	D2	2	14	6.96	16	10.3	50
51	6	1	5	3	4	4	6	1	5	1	G2	2	14	8.18	20	12	51
52	6	1	5	3	4	4	6	1	5	1	G2	1	14	11.95	24	17.1	52
52	6	1	5	3	4	4	6	1	5	1	G2	2	14	7.83	18	11.4	52
53	1	1	5	4	4	3	6	1	2	1	H2	2	16	8.83	18	11.2	53
54	1	1	5	3	1	2	5	3	3	1	J3	3	13	9.17			54
55	3	2	3	3	2	0	3	2	4	1	C	1	14	13.05	26	17.7	55
56	5	2	3	0	2	0	5	2	4	1	D2	2	14	8.73	20	12.7	56
57	1	1	5	3	2	0	5	1	2	1	D2	1	22	19.15	24	17.5	57
58	1	1	5	1	3	2	5	1	4	1		2	22	14.56	24	13.3	58
59	1	1	5	1	4	4	5	1	4	1	G1	2	21	11.18	16	10.1	59
60	3	2	4	1	2	0	4	2	4	1	C	3	8	3.67			60
61	5	2	4	1	2	0	3	2	4	1	C	3	8	4.35			61
62	1	1	5	4	4	3	6	2	2	1	H2	3	7	8.14			62
63	5	2	3	2	2	2	6	2	6	1	H2	3	7	6.78			63
64	4	2	3	1	2	2	5	2	6	1	D2	3	7	6.72			64
65	1	1	5	3	3	3	6	1	2	2	H2	2	14	8.52	20	12.5	65
66	3	2	1	0	2	0	5	2	1	3	D2	2	23	10.06	12	8.5	66
67	1	1	5	2	2	0	5	1	2	3	D2	1	10	9.71	28	18.6	67
68	1	1	5	2	2	1	6	1	2	1	J3	1	15	12.87	24	17.4	68
69	5	2	2	3	2	1	6	1	1	1	F	1	15	14.55	28	18.8	69
70	4	2	1	3	2	0	5	1	3	1	D2	1	10	9.15	28	18.6	70
71	3	2	3	0	6	0	3	2	3	3	B	2	22	10.7	14	9.6	71
72	6	1	5	2	3	2	6	1	1	1	G2	3	7	5.97			72
72	6	1	5	2	3	2	6	1	1	1	G2	4	7	5.46			72
73	1	1	5	0	6	2	6	1	3	1	B	2	19	10.96	18	11.4	73
74	6	1	5	3	2	2	6	1	4	2	J3	1	14	14.96	30	19.7	74
75	1	1	5	2	3	0	4	2	2	2	D2	1	15	13.92	26	17.6	75
76	1	1	5	1	1	1	6	2	4	3	J3	2	12	7.42	20	12.8	76
77	4	2	2	1	2	0	6	2	4	1	F	1	8	6.22	26	18.3	77
77	4	2	2	1	2	0	6	2	4	1	F	2	8	4.65	22	13	77
78	1	1	5	3	2	1	6	1	6	1	I1	3	18	14.92			78
79	1	1	5	3	2	1	6	1	6	1	I1	3	8	9.45			79
80	1	1	5	3	3	2	6	1	6	1	I1	3	11	7.97			80
80	1	1	5	3	3	2	6	1	6	1	I1	4	11	8.83			80
80	1	1	5	3	3	2	6	1	6	1	I1	3	11	8.6			80
81	1	1	5	3	3	1	6	1	6	1	I1	3	11	7.63			81
81	1	1	5	3	3	1	6	1	6	1	I1	4	11	8.5			81
82	1	1	5	3	4	4	6	1	2	2	G2	1	9	6.93	24	17.4	82
82	1	1	5	3	4	4	6	1	2	2	G2	2	9	5.25	20	12	82
83	6	1	5	2	2	1	6	1	2	1	J3	2	16	11	24	13.3	83
83	5	1	5	2	2	1	6	1	2	1	J3	3	14	11.55			83
84	4	2	4	1	4	3	5	1	2	1	H2	2	16	10.25	20	12.9	84
84	4	2	4	1	4	3	5	1	3	1	H2	3	14	10.05			84
85	1	1	5	0	4	3	6	1	2	1	H2	2	16	9.35	18	11.7	85

85	1	1	5	0	4	3	6	1	2	1	H2	3	14	8.75			85
85	1	1	5	0	4	3	6	1	2	1	H2	4	14	6.2			85
86	1	1	4	0	3	2	6	1	1	1	J3	1	8	6.5	28	18.7	86
86	1	1	4	0	3	2	6	1	1	1	J3	1	8	5.62	24	17.7	86
86	1	1	4	0	3	2	6	1	1	1	J3	3	8	4.54			86
87	1	1	5	1	3	2	6	1	1	1	J3	3	7	5.78			87
88	1	1	4	4	4	4	5	1	3	2	G1	1	12	9.95	24	16.9	88
89	6	1	5	4	3	3	6	1	3	1	J1	1	12	12.15	28	19.2	89
90	3	2	4	4	3	3	5	2	3	1	H1	2	13	7.87	20	12.3	90
91	4	2	4	4	3	3	6	2	4	1	H2	2	13	6.39	16	10.1	91
92	1	1	5	4	4	4	6	1	4	1	G2	1	10	7.7	24	16.5	92
93	5	2	3	1	3	2	6	1	1	2	H2	1	16	13.3	24	16.9	93
94	5	2	3	2	2	1	5	2	1	1	D2	1	16	14.3	26	18.1	94
95	5	2	4	3	2	0	3	2	1	2	C	4	16	11.51			95
96	5	4	4	3	2	0	5	1	1	2	E	4	16	10.95			96
97	1	1	5	1	4	3	6	1	1	1	H2	3	9	6.3			97
98	1	1	5	4	4	4	6	1	1	2	G2	4	8	5.62			98
99	1	1	5	0	2	0	3	3	4	1	C	2	19	11.17	20	11.9	99
100	1	1	5	1	3	2	6	1	4	1	J1	1	25	22.46	26	18.1	100
101	2	1	5	2	4	3	6	1	1	2	H2	2	14	9	22	13	101
102	3	2	3	0	2	0	3	2	1	1	C	3	9	7.22			102
103	2	1	5	1	2	0	3	2	1	1	C	3	9	8.02			103
104	6	1	5	2	3	1	6	1	5	1	J1	3	8	9.2			104
105	5	2	2	2	2	0	6	1	1	1	F	3	8	8.04			105
106	1	1	5	2	3	2	6	1	1	1	J3	1	16	15.01	26	18.1	106
107	1	1	5	3	4	4	6	1	1	1	G2	2	15	9.45	20	11.6	107
107	1	1	5	3	4	4	6	1	1	1	G2	3	15	10.67			107
107	1	1	5	3	4	4	6	1	1	1	G2	4	15	9.67			107
108	4	2	3	1	5	0	2	3	1	1	A	1	19	15.6	22	16.1	108
109	5	2	3	2	3	3	6	1	1	1	H1	1	19	17.87	26	18.3	109
110	4	2	4	0	2	0	5	1	3	3	D2	1	32	22.21	20	14	110

**ANNEXE 7A : GRAPHIQUES AGE-HAUTEUR DOMINANTE POUR
DIFFERENTS FACTEURS ECOLOGIQUES, MERISIER**

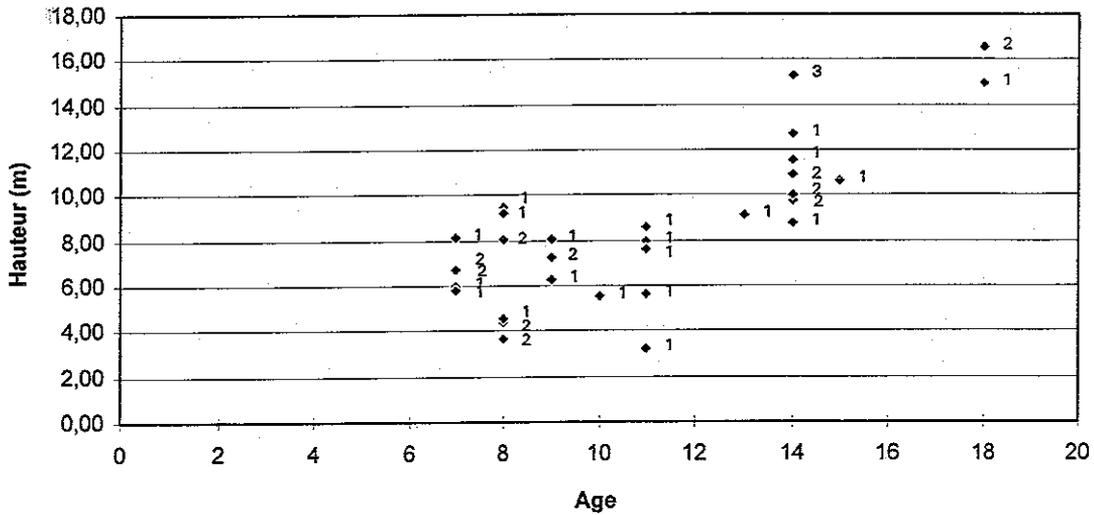
Relation âge-hauteur dominante, Merisier
Position topographique



- 1- Plateau-plaine
- 2- Sommet
- 3- Haut de pente

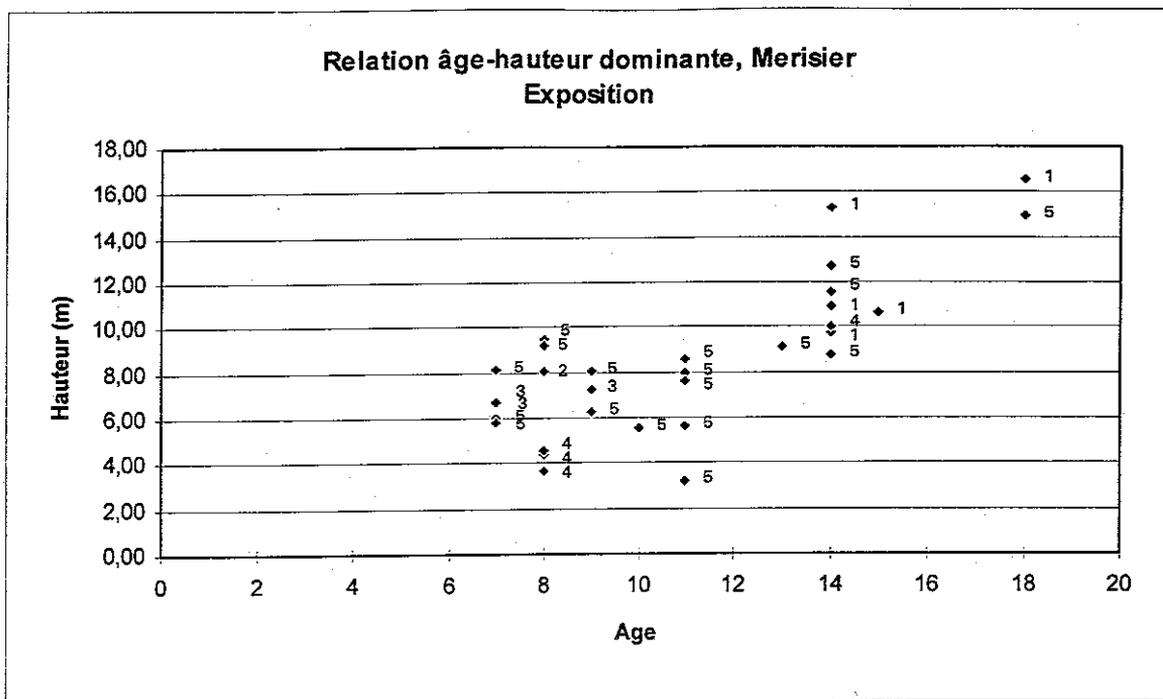
- 4- Mi-pente
- 5- Bas de versant-replat
- 6- Fond de vallon-vallée

Relation âge-hauteur dominante, Merisier
Pente



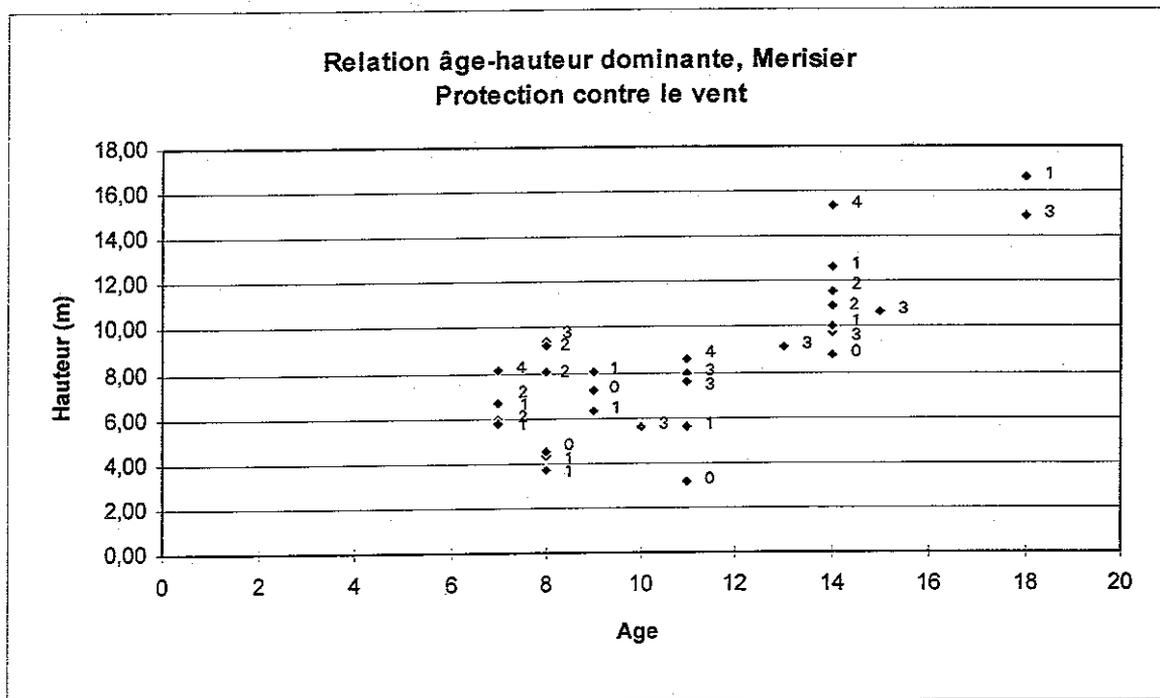
- 1- $\leq 5\%$
- 2- $5 < x \leq 15\%$

- 3- $15 < x \leq 25\%$
- 4- $> 25\%$



- 1- Nord ($\geq 315^\circ$ ou $< 45^\circ$)
- 2- Est ($45^\circ \leq x < 135^\circ$)
- 3- Sud ($135^\circ \leq x < 225^\circ$)

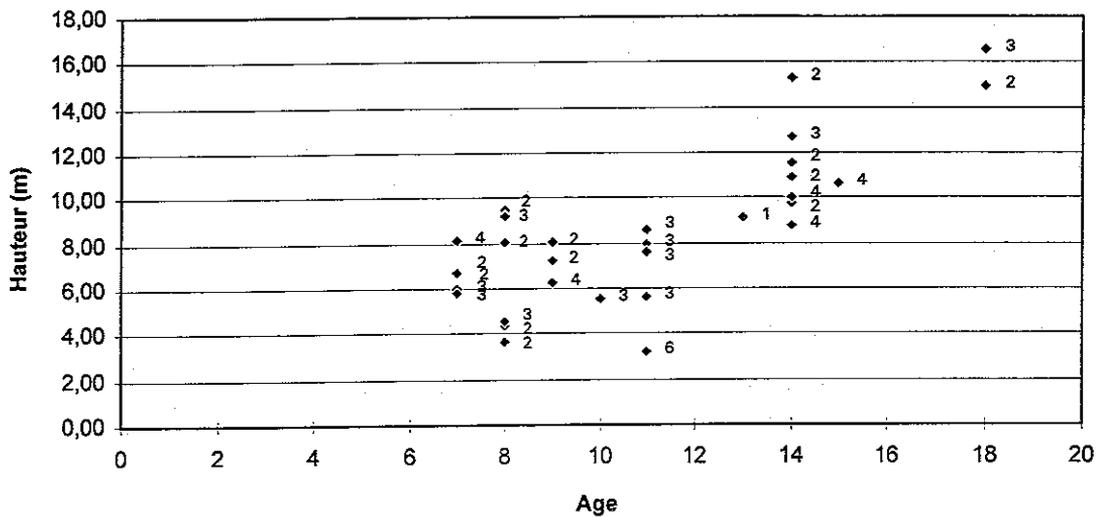
- 4- Ouest ($225^\circ \leq x < 315^\circ$)
- 5- Pas d'exposition



- 0- Aucune protection
- 1- Protection faible (une haie côté vent dominant, maillage bocager lâche)
- 2- Protection moyenne (une haie côté vent dominant, maillage bocager resserré)

- 3- Bonne protection (un bois côté vent dominant)
- 4- Excellente protection (plantation en enclave dans une forêt)

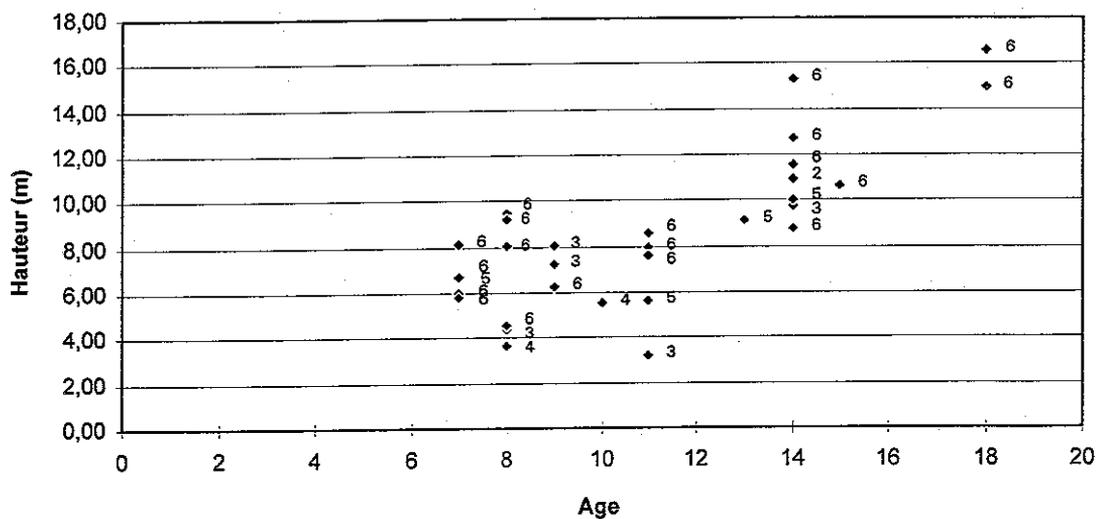
Relation âge-hauteur dominante, Merisier
Type de sol



- 1- Sol brun légèrement lessivé
- 2- Sol brun acide
- 3- Sol brun hydromorphe en profondeur (> 40 cm)

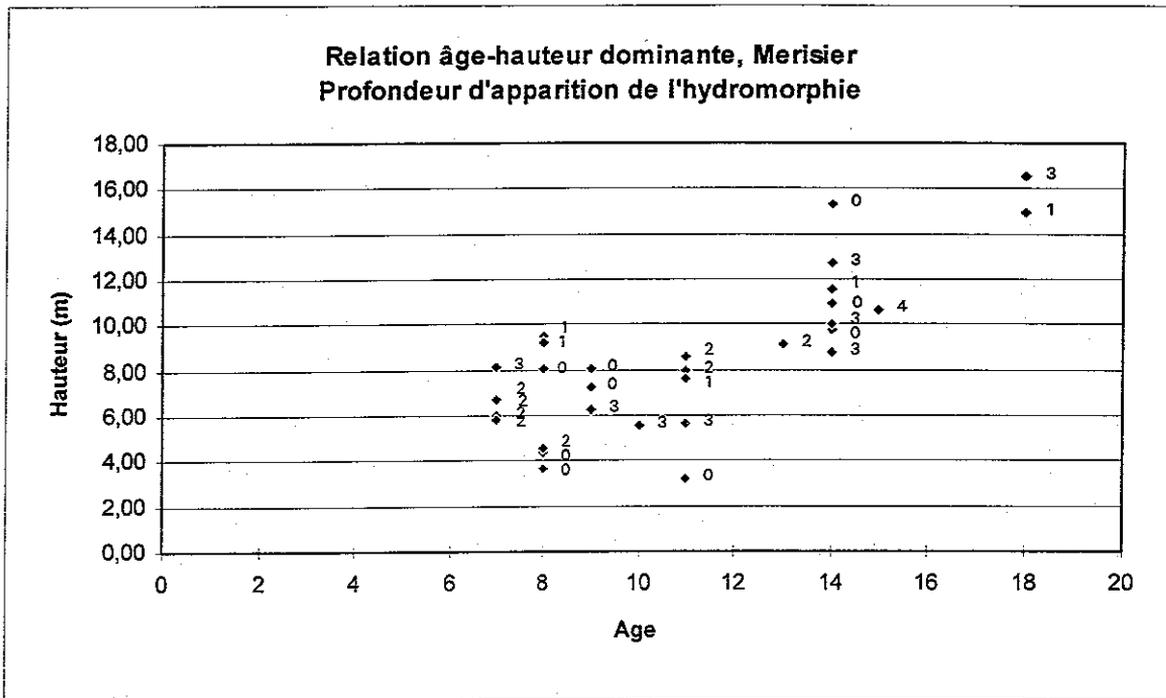
- 4- Sol brun hydromorphe
- 5- Rankosol
- 6- Podzosol

Relation âge-hauteur dominante, Merisier
Réserve utile potentielle



- 1- de 1 à 40 mm
- 2- de 41 à 60 mm
- 3- de 61 à 80 mm

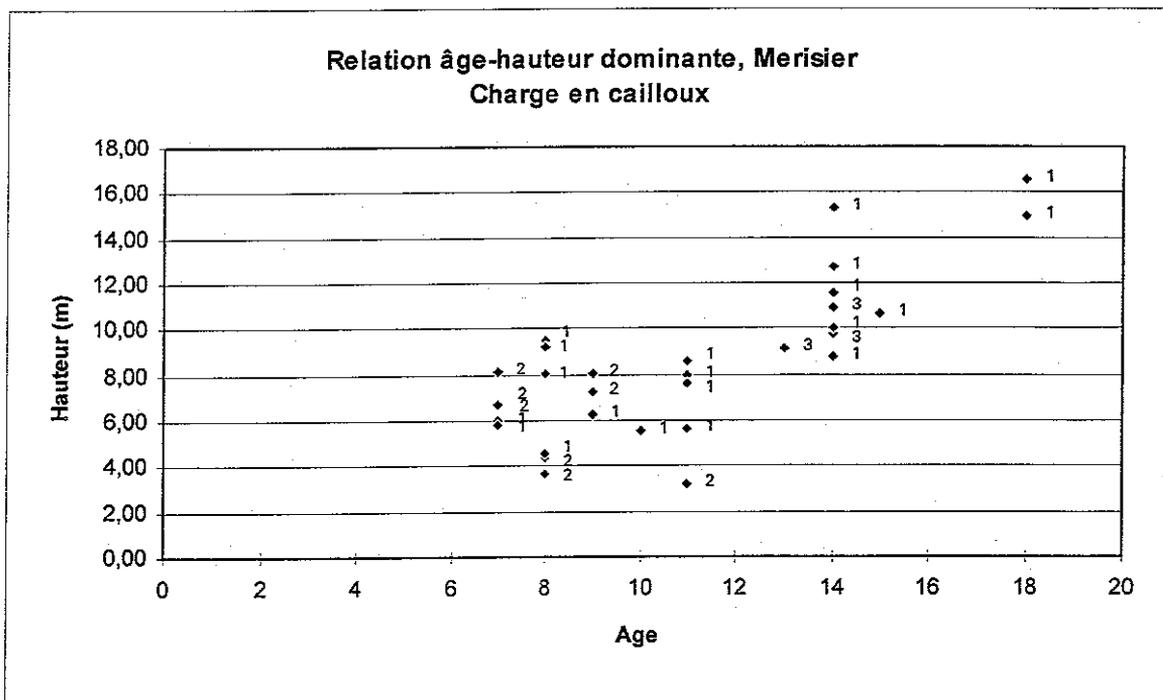
- 4- de 81 à 100 mm
- 5- de 101 à 140 mm
- 6- de 141 à 200 mm



Profondeur d'apparition de l'hydromorphie :

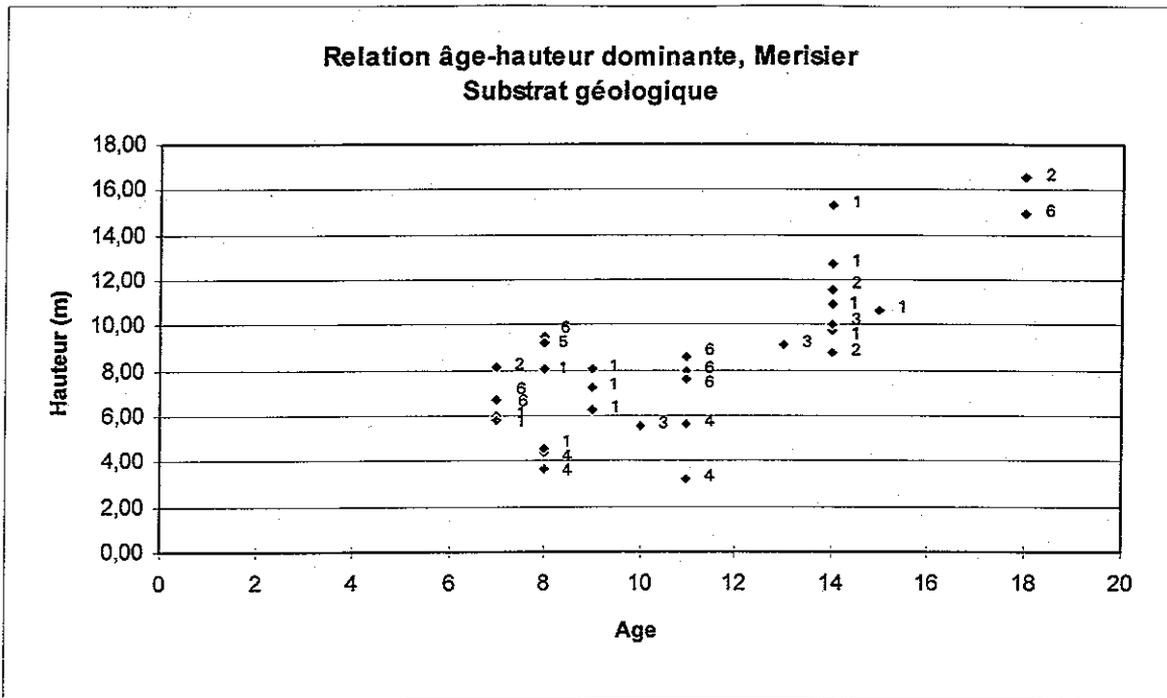
- 0- pas de taches d'hydromorphie
- 1- au-delà de 80 cm

- 2- de 60 à 80 cm
- 3- de 40 à 60 cm
- 4- de 0 à 20 cm



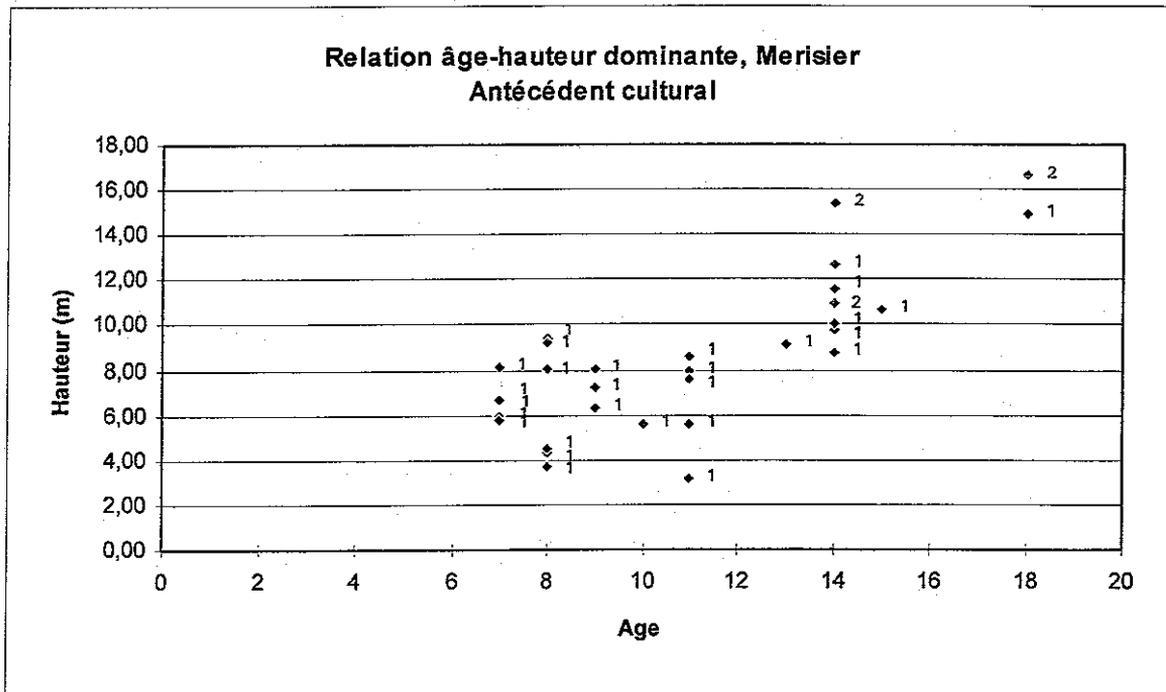
- 1- < 5% sur tout le profil
- 2- de 5 à 15%...

- 3- de 15 à 30%...
- 4- > 30%...



- 1- Schiste briovérien
- 2- Schiste pourpré et poudingue de Montfort
- 3- Grès armoricain
- 4- Schistes d'Angers, de Riadan, de Poligné

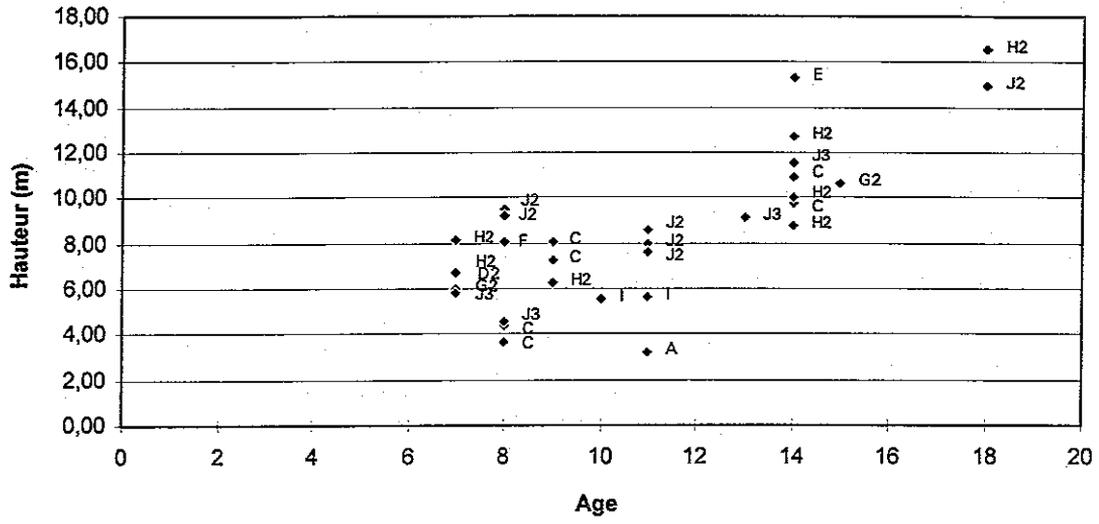
- 5- Alluvions modernes
- 6- Divers: limons, sable et poudingue, grès du Châtelier, grès de Poligné et de Redon



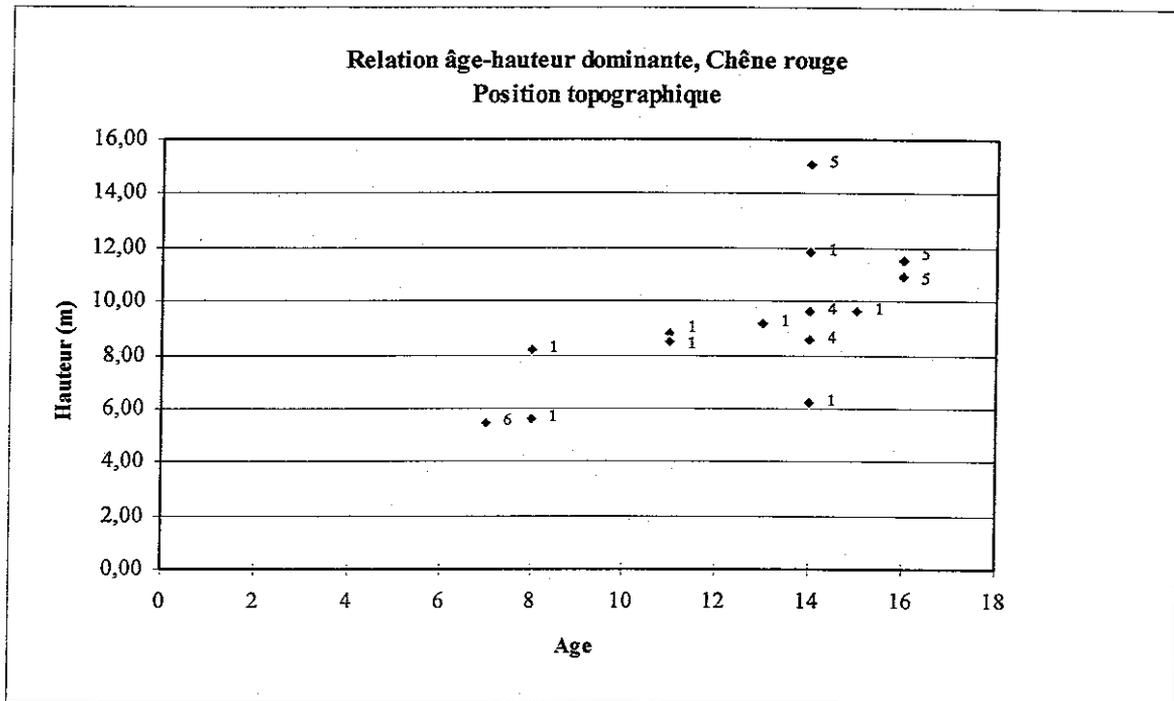
- 1- Labour, culture
- 2- Prairie, pâture

- 3- Friche

Relation âge-hauteur dominante, Merisier
Type de station

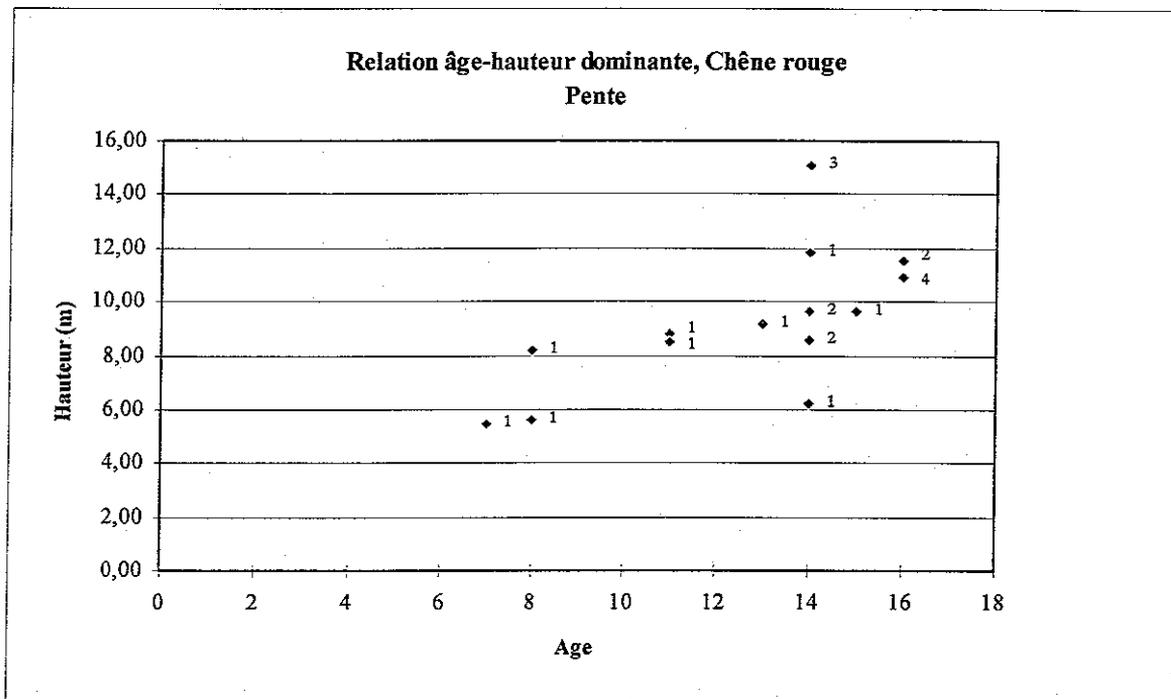


**ANNEXE 7B : GRAPHIQUES AGE-HAUTEUR DOMINANTE POUR
DIFFERENTS FACTEURS ECOLOGIQUES, CHENE ROUGE**



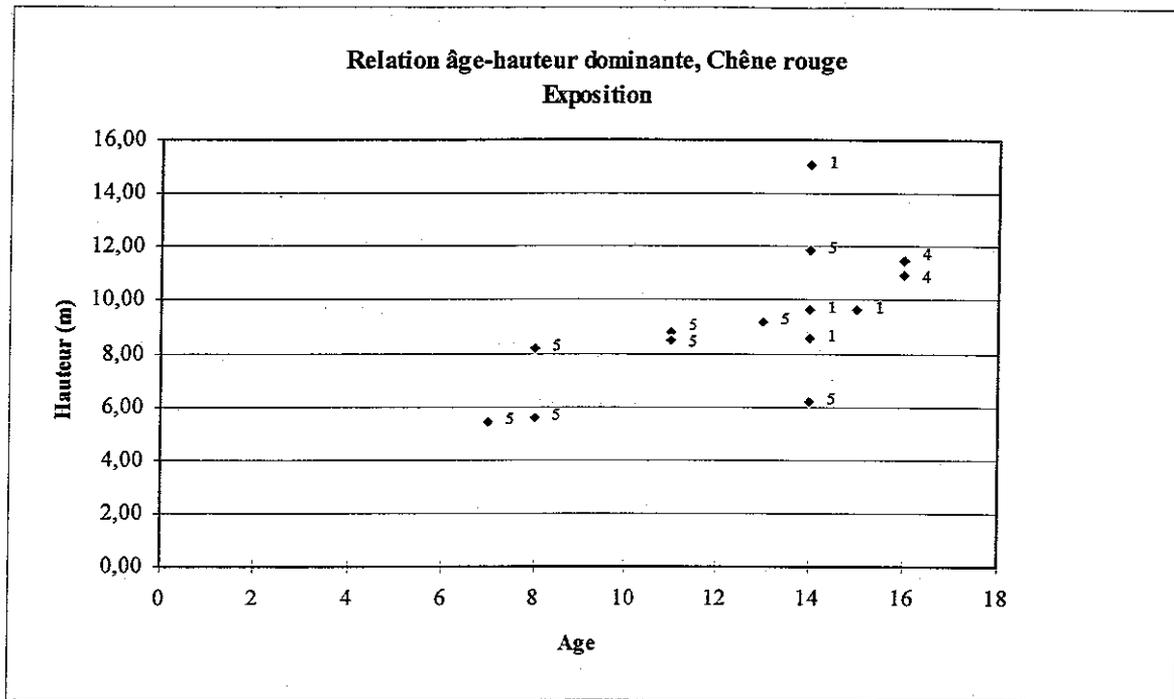
- 1- Plateau-plaine
- 2- Sommet
- 3- Haut de pente

- 4- Mi-pente
- 5- Bas de versant-replat
- 6- Fond de vallon-vallée



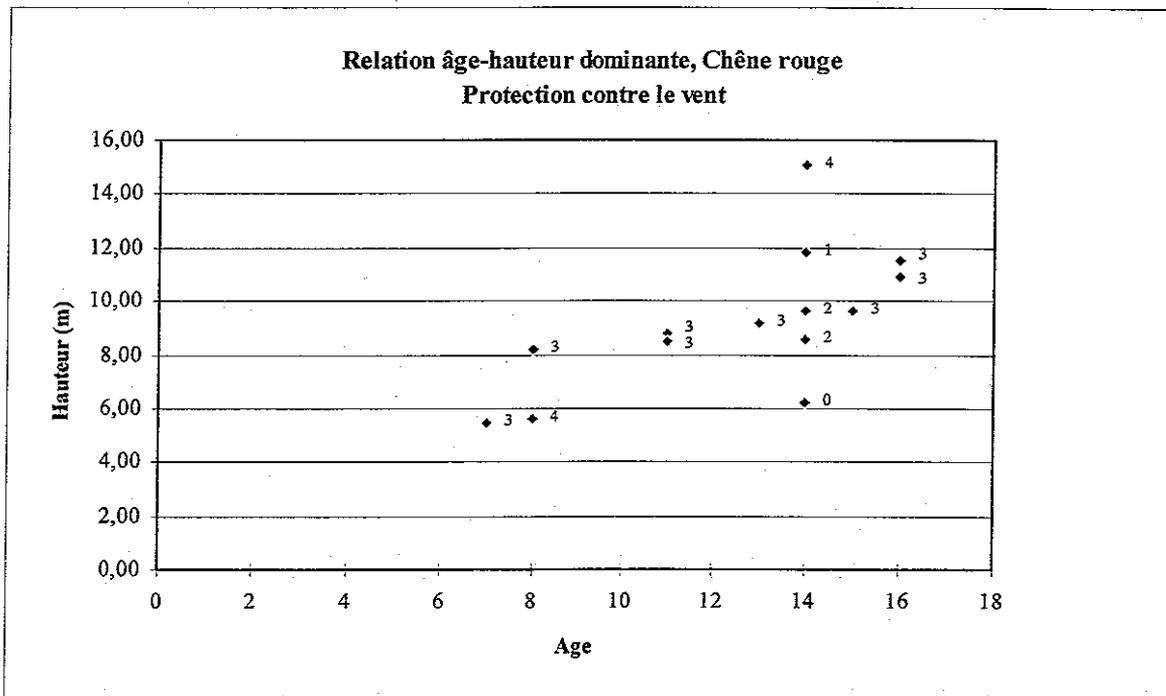
- 1- $x \leq 5\%$
- 2- $5 < x \leq 15\%$

- 3- $15 < x \leq 25\%$
- 4- $x > 25\%$



- 1- Nord ($\geq 315^\circ$ ou $< 45^\circ$)
- 2- Est ($45^\circ \leq x < 135^\circ$)
- 3- Sud ($135^\circ \leq x < 225^\circ$)

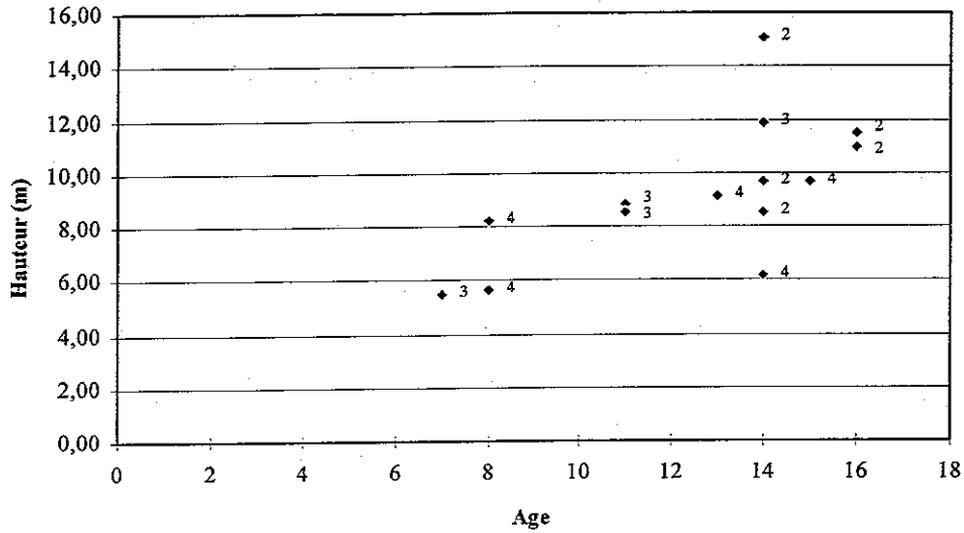
- 4- Ouest ($225^\circ \leq x < 315^\circ$)
- 5- Pas d'exposition



- 0- Aucune protection
- 1- Protection faible (une haie côté vent dominant, maillage bocager lâche)
- 2- Protection moyenne (une haie côté vent dominant, maillage bocager resséré)

- 3- Bonne protection (un bois côté vent dominant)
- 4- Excellente protection (plantation en enclave dans une forêt)

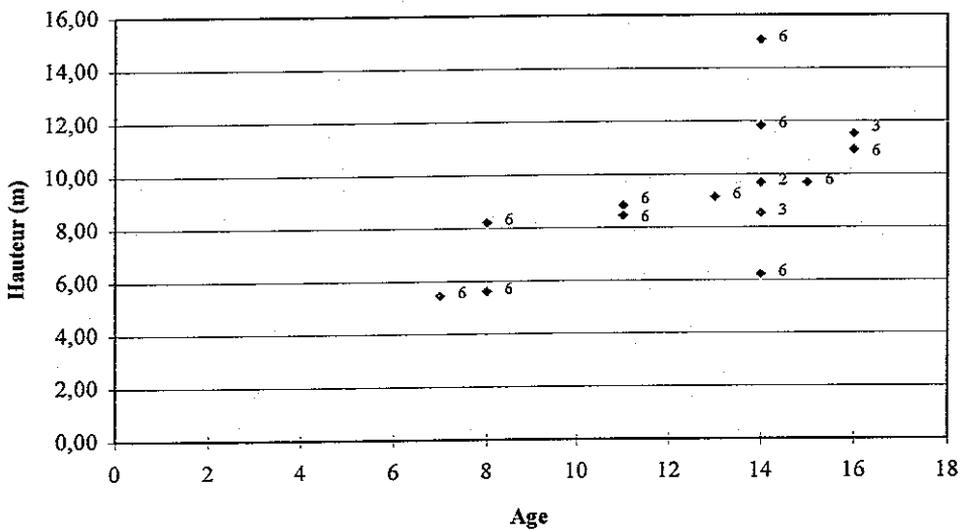
Relation âge-hauteur dominante, Chêne rouge
Type de sol



- 1- Sol brun légèrement lessivé
- 2- Sol brun acide
- 3- Sol brun hydromorphe en profondeur (> 40 cm)

- 4- Sol brun hydromorphe
- 5- Rankosol
- 6- Podzosol

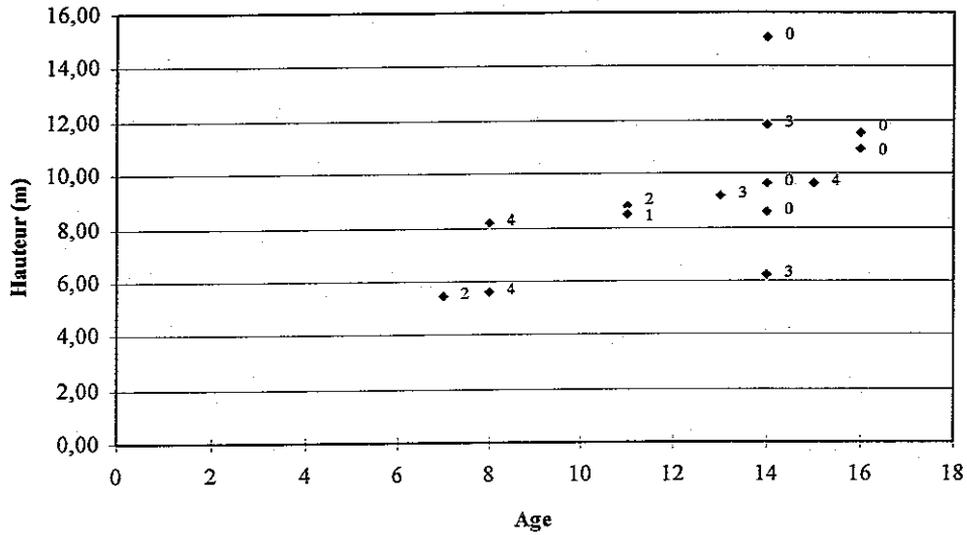
Relation âge-hauteur dominante, Chêne rouge
Réserve utile potentielle



- 1- de 1 à 40 mm
- 2- de 41 à 60 mm
- 3- de 61 à 80 mm

- 4- de 81 à 100 mm
- 5- de 101 à 140 mm
- 6- de 141 à 200 mm

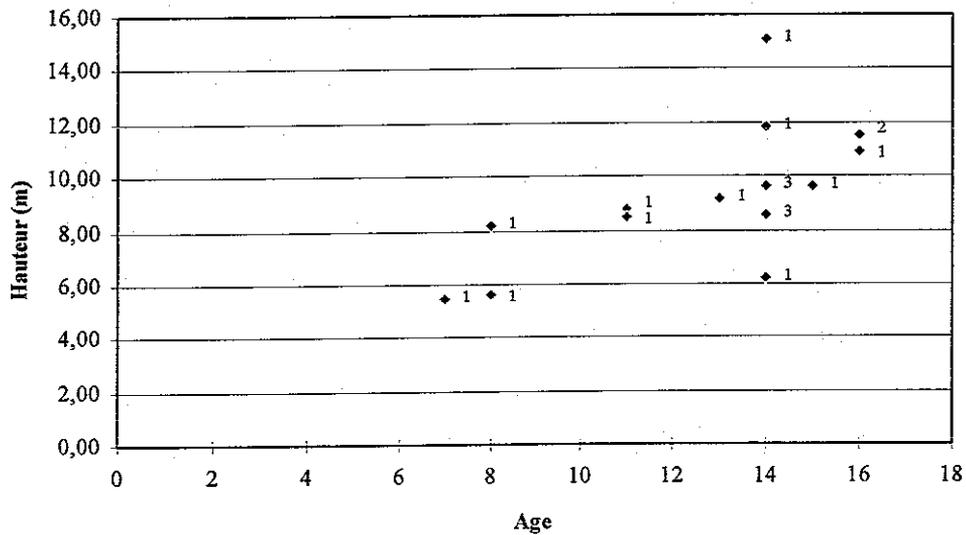
Relation âge-hauteur dominante, Chêne rouge
Profondeur d'apparition de l'hydromorphie



Profondeur d'apparition de l'hydromorphie :
 0- pas de taches d'hydromorphie
 1- au-delà de 80 cm

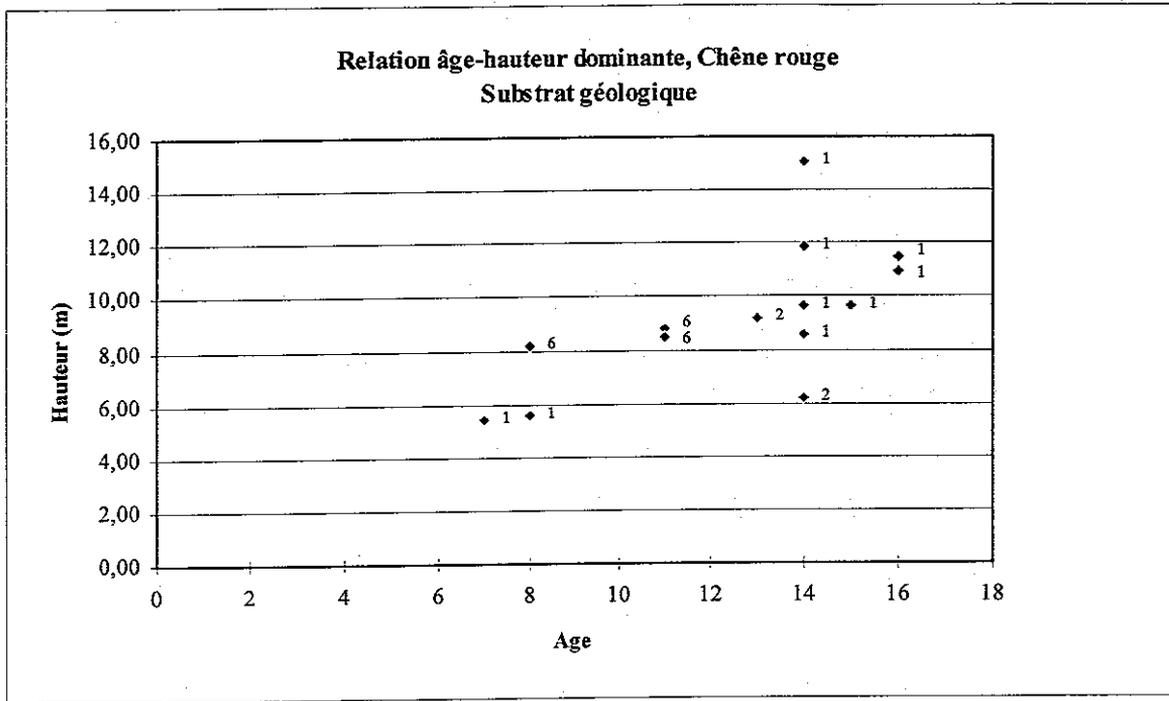
2- de 60 à 80 cm
 3- de 40 à 60 cm
 4- de 0 à 20 cm

Relation âge-hauteur dominante, Chêne rouge
Charge en cailloux



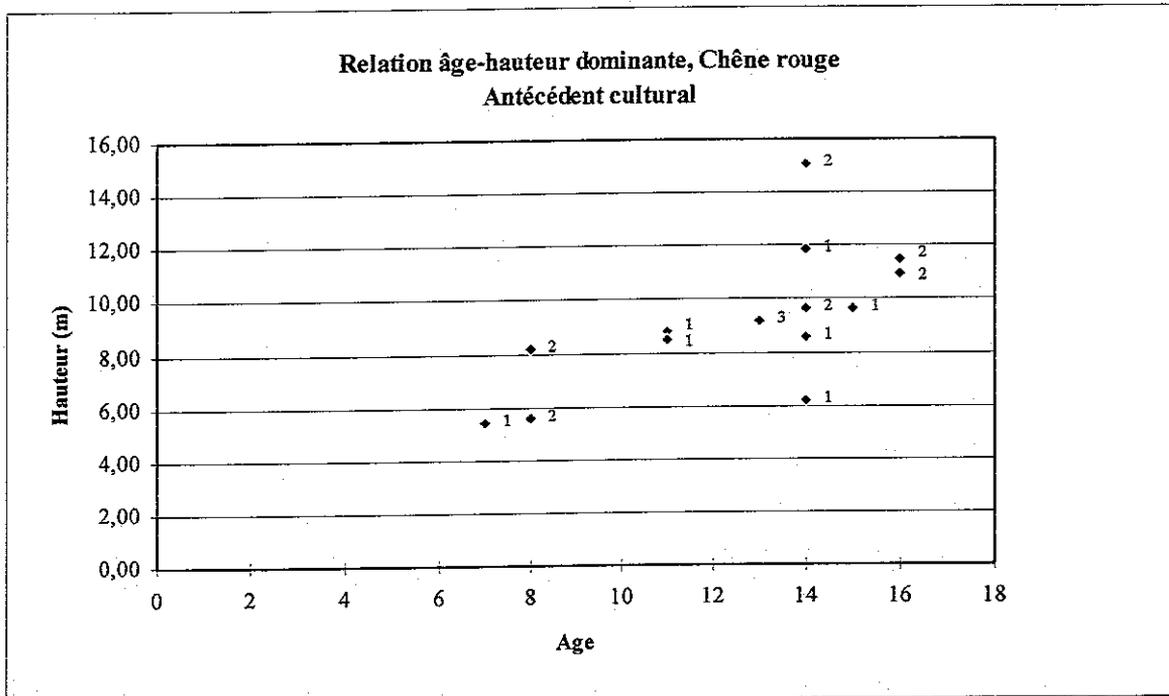
1- < 5% sur tout le profil
 2- de 5 à 15%...

3- de 15 à 30%...
 4- > 30%...



- 1- Schiste briovérien
- 2- Schiste pourpré et poudingue de Montfort
- 3- Grès armoricain
- 4- Schistes d'Angers, de Riadan, de Poligné

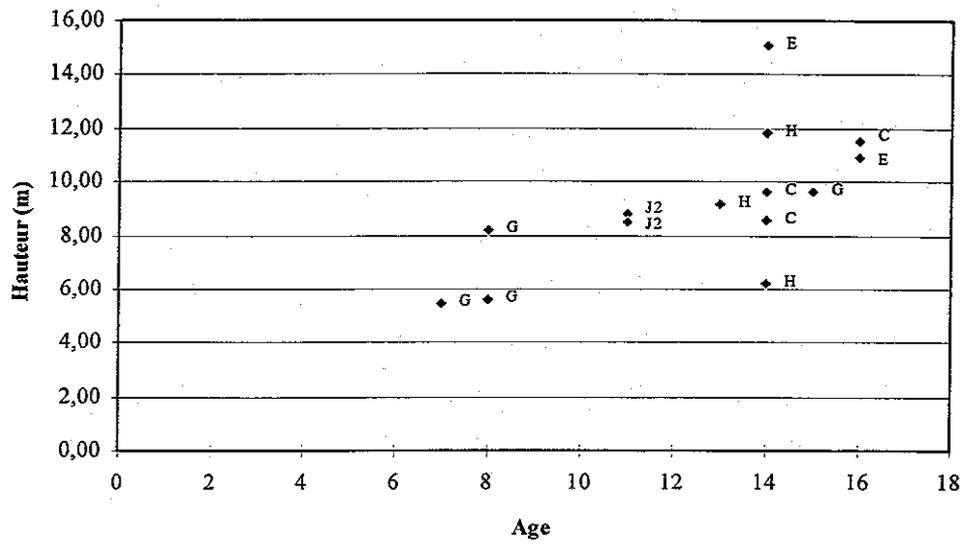
- 5- Alluvions modernes
- 6- Divers: limons, sable et poudingue, grès du Châtelier, grès de Poligné et de Redon



- 1- Labour, culture
- 2- Prairie, pâture

- 3- Friche

Relation âge-hauteur dominante, Chêne rouge
Type de station



BIBLIOGRAPHIE ET LISTE DES SIGLES UTILISES

BIBLIOGRAPHIE

ASSOCIATION FRANCAISE POUR L'ETUDE DES SOLS, 1995

Référentiel pédologique

Paris, Institut National de la Recherche Agronomique

ASSOCIATION POUR LA REALISATION DE L'ATLAS DE BRETAGNE, 1975

Atlas de Bretagne

Rennes, Université de Haute-Bretagne

BAZIN (P.), 1990

Réflexions préalables au boisement d'une terre agricole

Forêt-Entreprise, n°72, p. 32-35

BECQUEY (J.), 1991

Planter des Noyers en milieu agricole

Forêt-Entreprise, n°80, p. 40-47

CACOT (E.), CALENTIER (B.), CALVEZ (J.), HEINRICH (L.), GASNIER (D.), LAYBOURNE (D.), MARI (S.), juin 1994

Typologie des stations, Chaîne du Lomont, Doubs

Nancy, FIF-ENGREF

CARMINATI (M.), oct. 1991

Elargissement du catalogue des essences de reboisement de Bretagne

Rennes, CRPF de Bretagne, résumé des 15 fascicules (oct. 1988 - déc. 1990)

CARREAU (J.M.), GROSSET (S.), 1987

Essai de mise en relation station-production des essences exotiques de reboisement sur les landes de Lanvaux

Rennes, CRPF de Bretagne, mémoire de stage

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (Section de Géographie), 1982

Carte climatique détaillée de France, Feuilles de Rennes et Nantes

Paris, CNRS

DE CHAMPS (J.), 1990

Les boisements en résineux des terres délaissées par l'agriculture

AFOCEL-ARMEF, Informations-Forêt, n°4 (fasc. 398), p. 285-303

CHAPERON (H.), 1992

Situation du boisement des terres agricoles en Dordogne. Conseils aux reboiseurs.

AFOCEL-ARMEF, Informations-Forêt, n°1 (fasc. 426), p. 1-14

CHARNET (F.), juin 1994

Typologie des stations actuellement et potentiellement forestières de la Sologne

Orléans, Institut pour le Développement Forestier

CHASSEGUET (J.M), 1995

Catalogue des stations forestières, Bas-Maine, Avaloirs, Coevrons
Saint-Herblain, CRPF Pays de la Loire

COLOMBET (M.), juin 1988

Les landes de Lanvaux : types de stations, performances des principaux résineux utilisés en reboisement
Rennes, CRPF de Bretagne, rapport scientifique

COLOMBET (M.), avril 1989

Guide simplifié pour l'identification des stations et le choix des essences forestières dans les landes de Lanvaux
Rennes, CRPF de Bretagne

COLOMBET (M.), fév. 1993

Catalogue des stations de l'Argoat : des monts d'Arrée à la montagne noire armoricaine
Rennes, CRPF de Bretagne, rapport scientifique

COLOMBET (M.), fév. 1993

Guide simplifié des stations de l'Argoat
Rennes, CRPF de Bretagne

DUBOIS (J.M.), 1994

Conseils aux reboiseurs des terres agricoles dans le Nord-est de la France : le cas du Châtillonnais
AFOCEL-ARMEF, Informations-Forêts, n°1 (fasc. 476), 41-66

DUQUESNE (P.), nov. 1991

Comparaison de données statistiques sur l'évolution des surfaces boisées et de la nature des peuplements forestiers de la région Bretagne
Rennes, CRPF de Bretagne, mémoire de stage

GADANT (J.), 1989

Boisement des terres libérées par l'agriculture
Rev. For. Fr., XLI, n°6, p. 463-467

GILBERT (J.M.), CHEVALIER (R.), DUMAS (Y.), fév. 1995

Autécologie du Pin laricio de Corse dans le secteur ligérien (Pays de la Loire et Centre)
Nogent-sur-Vernisson, CEMAGREF (division techniques forestières)

GRANDJEAN (G.), 1991

Chorologie et exigences écologiques de quelques espèces ligneuses forestières indigènes et introduites en France
Nancy, ENGREF, document provisoire

GUIFON (J.L.), sept. 1995

Implications sylvicoles du reboisement des terres agricoles
Ingénieries EAT, n°3, p. 29-36

INSTITUT POUR LE DEVELOPPEMENT FORESTIER, 1992

Boiser une terre agricole
IDF, Paris, 2^{ème} édition, 64 p.

JAUZEIN (P.), 1995

Flore des champs cultivés

Paris, INRA-SOPRA

JOANNELLE (P.), juil. 1993

Le boisement des terres agricoles en Lorraine-Alsace

Nancy, Mémoire FIF-ENGREF de troisième année

LADIER (J.), 1990

Les stations forestières de Bretagne centrale

Rennes, CRPF de Bretagne

LECLERC DE HAUTECLOCQUE (H.), 1988

Le boisement des terres abandonnées par l'agriculture. Orientations préconisées

Forêts de France, n°320, juil. 1988, p.21-22

LECLERC DE HAUTECLOCQUE (H.), 1992

Boisement des terres agricoles. Le point de vue de la forêt privée

Forêts de France, n°357, oct. 1992, p.2-5

LE CORRE (B.), 1991

Etude des relations station-production dans le Finistère

Rennes, rapport de stage, CRPF de Bretagne

LEGRAND (P.), juin 1986

Contribution à la sylviculture des feuillus. Plantations de Merisiers et de Chênes rouges, balivages intensifs de taillis dans le département de l'Oise

Nogent-sur-Vernisson, mémoire ENITEF de troisième année

LE TRAON-FOUILLET (M.F.), janv.1985

Essai de mise en évidence de relations station-production d'essences de reboisement autre que le Pin maritime, sur une partie des landes de Lanvaux

Rennes, CRPF de Bretagne - Université de Rennes I, mémoire de Maîtrise de Sciences et Techniques

MEUNIER (C.), 1990

Extrapolation du catalogue des stations forestières de la Haute-Marne (Bassigny, Pays d'Amance-Apance) aux espaces agricoles en vue d'éventuelles plantations suivant une phase de déprise

Nancy, ENGREF, rapport de DEA, 156 p.

ORLIAC (F.), nov. 1990

Déprise agricole: étude de la dynamique végétale et éléments de gestion pour les espaces libérés, Anost, commune du Morvan

Nancy, ENGREF, rapport de DEA

PEDRON (M.), juil. 1981

Contribution à l'étude des stations en Bretagne centrale : étude du massif de Paimpont-Coëtquidan

Service Régional d'Aménagement Forestier de Bretagne, Mémoire ENITEF de troisième année

PEDRON (M.), 1991

Le boisement des terres agricoles en terme de logiques d'acteurs. Application à huit cantons du Centre Bretagne

Rennes, Institut pour le Développement Forestier, mémoire de fin d'études ENSA de Rennes, 48 p.

RAMEAU (J.C.), MANSION (D.), DUME (G.), 1989

Flore forestière française. Tome 1 : plaines et collines

Institut pour le Développement Forestier

ROUSSEL (F.), sept. 1977

Les sols et la végétation de la basse-forêt de Paimpont. Etude et cartographie

Rennes, ENSA-INRA, 165 p.

ROUSSEL (F.), 1983

Caractérisations des sols en milieu forestier dans le massif armoricain. Orientations sylvicoles

Rennes, CRPF de Bretagne

SCHMUTZ (T.), 1992

Les aides au boisement des terres agricoles en 1992

Forêt-entreprise, n°82, p. 9-17

SEVEN (D.), juil. 1982

Contribution à l'étude des stations en Bretagne. Etude de la forêt de Rennes

Rennes, Mémoire ENITEF de troisième année

SOULERES (G.), mai 1990

Pour le développement du Peuplier en Bretagne

Rennes, Groupe Régional Peuplier de Bretagne

LISTE DES SIGLES UTILISES

AFES : Association Française pour l'Étude des Sols

BRGM : Bureau de Recherche Géologique et Minière

CEMAGREF : Centre national du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière

DDAF : direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

ENITEF : Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux des Eaux et Forêts

ENSA : Ecole Nationale Supérieure Agronomique

ENGREF : Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

FFN : Fonds Forestier National

FIF-ENGREF : Formation des Ingénieurs Forestiers, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

IDF : Institut pour le Développement Forestier

IGN : Institut Géographique National

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique