

Version 1.2 - Printemps 1999

L'Aulne glutineux en Champagne-Ardenne

Sylvain GAUDIN
Sébastien LABBÉ
Gérard LEBLEU

Cette étude s'inscrit dans le programme régional les essences dites secondaires et la biodiversité en forêt privée, co-financé par le Conseil Régional de Champagne-Ardenne, le Ministère de l'Agriculture de la Pêche et de l'Alimentation et le Fonds Forestier National.



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE LA PÊCHE ET DE
L'ALIMENTATION



REGION
CHAMPAGNE ARDENNE



Exemple de pré-désignation suivie d'un dépressage dans une aulnaie.

L'Aulne glutineux en Champagne-Ardenne

CRPF Champagne-Ardenne – 6, Place Sainte-Croix – 51000 CHÂLONS EN CHAMPAGNE – ☎ 03 26 65 18 25 – 📠 03 26 65 47 30 – ✉ crpf.champard@wanadoo.fr



Sylvain GAUDIN
Sébastien LABBÉ
Gérard LEBLEU

I. Synthèse des données bibliographiques

I.1. Autécologie de l'aulne glutineux	3
<i>I.1.1. Quelques rappels botaniques</i>	3
<i>I.1.2. Chorologie de l'aulne glutineux</i>	3
<i>I.1.3. Les exigences stationnelles</i>	4
<i>I.1.4. Les potentialités des stations</i>	5
I.2. La gestion sylvicole	6
<i>I.2.1. Les itinéraires techniques sylvicoles proposés</i>	6
<i>I.2.2. La gestion des taillis</i>	7
<i>I.2.3. Les peuplements mélangés</i>	8
I.3. L'utilisation et le commerce des bois	8
<i>I.3.1. Les caractéristiques du bois d'aulne (PITON, 1981)</i>	8
<i>I.3.2. Les utilisations des bois</i>	8
<i>I.3.3. Le cubage de l'aulne glutineux</i>	9
<i>I.3.4. Quelques éléments de prix et de rentabilité</i>	9

II. Présentation du protocole d'étude

II.1. Les objectifs à atteindre	11
II.2. Le repérage des peuplements contenant de l'aulne	11
II.3. Les données récoltées	11
<i>II.3.1. Localisation</i>	11
<i>II.3.2. Données stationnelles</i>	11
<i>II.3.3. Description du peuplement</i>	12
<i>II.3.4. Données dendrométriques</i>	12
<i>II.3.5. Bilan sur la récolte des données</i>	11

III. Localisation de l'essence

III.1. Analyse des données de l'IFN	13
III.2. Les stations à aulne	14
<i>III.2.1. Une proposition de classement des stations dans lesquelles l'aulne peut être présent</i>	14

III.2.2. <i>Des stations marquées par une forte valeur patrimoniale</i>	15
III.2.3. <i>Des stations souvent de faible étendue</i>	16
III.2.4. <i>Les essences présentes avec l'aulne</i>	16
III.3. Quelques résultats issus des placettes	17
IV. Potentialités des stations	
<hr/>	
IV.1. Les méthodes habituelles pour estimer les potentialités d'une essence en fonction du milieu	19
IV.1.1. <i>Choix d'un indice de fertilité</i>	19
IV.1.2. <i>Les méthodes utilisant l'âge des arbres</i>	19
IV.1.3. <i>Les méthodes utilisant le diamètre</i>	19
IV.1.4. <i>Les raisons ayant conduit à ne pas utiliser les méthodes habituelles</i>	19
IV.2. Comment les potentialités de l'aulne ont-elles été appréhendées?	20
IV.2.1. <i>La description du milieu</i>	20
IV.2.2. <i>La forme des arbres comme indice de concurrence</i>	22
IV.2.3. <i>L'utilisation des données dendrométriques prises sur le peuplement pour déterminer des indices de concurrence</i>	23
IV.2.4. <i>L'utilisation des courbes hauteur/diamètre des arbres dominants</i>	23
IV.3. Les résultats obtenus	24
IV.3.1. <i>L'effet de la concurrence sur la hauteur des arbres dominants</i>	24
IV.3.2. <i>La hauteur prise en compte comme indice de fertilité</i>	26
IV.3.3. <i>Comparaison des hauteurs moyennes obtenues</i>	27
IV.3.4. <i>Courbes de régression hauteur/diamètre par station</i>	29
V. Analyse des données dendrométriques et sylvicoles	
<hr/>	
V.1. Les types de peuplements rencontrés	31
V.1.1. <i>Analyse de la description des placettes</i>	31
V.1.2. <i>Classement des placettes selon une typologie</i>	33
V.1.3. <i>Analyse des correspondances entre descriptions et stations</i>	34
V.1.4. <i>Analyse des correspondances entre descriptions des peuplements et types de structure</i>	34
V.2. La forme des arbres	35
V.2.1. <i>Les variables prises en compte</i>	35
V.2.2. <i>La typologie des formes obtenue</i>	36

VI. Quel avenir pour l'aulne ?

VI.1. Valoriser cette essence en respectant les stations fragiles ou rares	43
VI.2. Les règles générales de sylviculture	43
VI.3. Quelle sylviculture pratiquer selon les peuplements et les stations rencontrés ?	43
VI.4. Quelques données économiques champardennaises	45

Conclusion

Liste des annexes

- Carte de localisation des placettes (1 page)
- Exemple de la fiche utilisée lors de la campagne de terrain (4 pages)
- Extrait des données de l'Inventaire Forestier National sur l'aulne en Champagne-Ardenne (1 page)
- Liste des stations à aulne de Champagne-Ardenne (5 pages)
- Liste des grands groupes stationnels construits lors de l'étude (1 page)
- Clef de détermination des grands groupes stationnels (1 page)
- Tableau donnant la correspondance entre les groupes stationnels définis pour l'étude et les types stationnels des catalogues de la région (1 page)
- Principaux résultats de l'analyse de variance sur la hauteur (1 page)
- Quelques éléments concernant la typologie des peuplements feuillus [Cleps de détermination et triangle des structures] (2 pages)
- Plans factoriels pour les analyses factorielles des correspondances types de peuplements/types de structure et types de peuplements/grands groupes stationnels (2 pages)
- Tableau résumant les principaux résultats des ventes régionales d'aulne (1 page)

Liste des figures et tableaux

Figure 1	Carte chorologique de l'aulne glutineux	page 4
Figure 2	Diagrammes écologiques pour l'aulne glutineux	page 4
Tableau 1	Recommandations pour les plantations d'aulne	page 6
Tableau 2	Exemple d'itinéraire sylvicole en futaie régulière	page 7
Tableau 3	Exemple d'itinéraire sylvicole pour la gestion des taillis	page 8
Figure 3	Schéma présentant les principales données mesurées sur les aulnes	page 12
Figure 4	Graphique donnant les surfaces occupées par département pour chaque type de peuplement	page 13
Figure 5	Volume sur pied et accroissement pour l'aulne dans les quatre départements champardennais	page 14
Figure 6	Effectifs des types stationnels contenant de l'aulne recensés dans les catalogues de stations champardennais	page 15
Tableau 4	Tableau donnant le nombre de stations selon leur valeur patrimoniale	page 16
Figure 7	Liste des indices calculés traduisant la concurrence subie par les arbres	page 23
Figure 8	Présentation des modèles de tableaux utilisés pour analyser la concurrence	page 24
Figure 9	Graphique donnant la hauteur moyenne des arbres par classe de diamètre pour les Aulnaies marécageuses.	page 26
Figure 10	Graphique donnant la hauteur moyenne des arbres par classe de diamètre pour les Aulnaies-Frênaies de fond de vallon	page 27
Figure 11	Graphique et tableau résumant le classement des groupes stationnels en fonction de leur fertilité.	page 28
Tableau 5	Equations des courbes de régression hauteur-diamètre	page 29
Figure 12	Graphique donnant les courbes de régression hauteur-diamètre pour les différents groupes stationnels	page 30
Tableau 6	Caractéristiques des différents types de peuplements	page 32
Figure 13	Présentation schématique des différents types de peuplements	page 32
Figure 14	Graphique donnant les effectifs par type de peuplements	page 33
Figure 15	Cercle des corrélations de l'ACP effectuée sur les variables de forme	page 36
Tableau 7	Matrice des corrélations de l'ACP	page 37
Figure 16	Présentation schématique des principales formes d'aulne	page 38
Tableau 8	Données dendrométriques moyennes selon les formes	page 38
Figure 17	Graphique donnant les effectifs par classe de diamètre	page 39
Figure 18	Graphique donnant les effectifs selon la notation de la présence de gourmands	page 39
Tableau 9	Principales recommandations sylvicoles en fonction des groupes stationnels	page 44

L'aulne glutineux en Champagne-Ardenne

La présente étude s'inscrit dans un programme plus vaste traitant des essences dites secondaires et de la biodiversité en forêt privée en région Champagne-Ardenne. Ainsi, non seulement l'aulne, mais aussi les bouleaux, les tilleuls et les trembles et grisards sont étudiés. Ces études bénéficient de la participation financière du Conseil Régional de Champagne-Ardenne.

Les objectifs sont :

- **localiser** la ressource au niveau régional et recenser les grandes unités stationnelles où chaque essence peut se trouver,
- mieux connaître l'**autécologie** de chaque essence,
- décrire les **peuplements** dans lesquels ces essences sont présentes et préconiser des règles sylvicoles pour leur gestion,
- recenser les **débouchés** éventuels.

Les moyens mis en œuvre pour répondre à ces objectifs sont divers : synthèse bibliographique, relevés stationnels, dendrométriques et sylvicoles sur le terrain... Une partie de ce travail a été effectuée par *Sébastien LABBÉ*, étudiant en section BTSA Gestion Forestière à l'antenne des Barres du LEGTA du Chesnoy, dans le cadre de son stage de BTSA.



La cardamine amère (Cardamine amara, L.), plante des milieux humides.

Dessin Michel Félix.

Sont ici remerciés :

- les personnels techniques du CRPF qui ont participé à l'étude,
- les propriétaires qui ont bien voulu nous ouvrir leurs forêts pour cette étude,
- les gestionnaires forestiers qui nous ont aidé dans la localisation des peuplements.

I. Synthèse des données bibliographiques

I.1. Autécologie de l'aulne glutineux

I.1.1. Quelques rappels botaniques

Il ne s'agit pas de présenter ici une synthèse complète des connaissances sur l'aulne glutineux, mais de rappeler quelques faits concernant sa biologie et sa botanique nécessaires à la bonne compréhension de ce qui suit.

La hauteur adulte moyenne annoncée peut varier selon les auteurs. Elle est de 20-25 m dans la Flore Forestière Française (RAMEAU *et al.*, 1989). MARTIN (1985) annonce un maximum de 35 m dans le Sud-Ouest, VACHER (1991) quant à lui fixe ce maximum à 30 m.

La longévité de l'aulne est voisine de 100 ans (VACHER, 1991, RAMEAU *et al.*, 1989). La pollinisation se fait par le vent. La dissémination peut être faite par le vent ou par l'eau (les graines, légères, possèdent deux bourrelets de liège leur permettant de flotter).

L'aulne possède un enracinement oblique et puissant qui peut traverser les horizons compacts ou asphyxiants (VACHER, 1991). Il peut former des racines à aerenchyme (Mc VEAN, 1956 *in* LHOTE, 1985) qui véhiculent l'oxygène depuis les tissus aériens vers les racines. C'est ainsi qu'il lui est possible d'échapper à l'asphyxie racinaire. Cela lui assure la dominance dans les stations marécageuses.

De plus, l'aulne possède -au niveau des racines- des nodules à actinomycètes du genre *Frankia* permettant une fixation symbiotique de l'azote de l'air (MARTIN, 1985). Bien que les valeurs annoncées varient selon les auteurs, la fixation d'azote dans le milieu peut être quantifiée à environ 85 kg/ha/an (PITON, 1981).

L'aulne glutineux est une essence *pionnière*, disparaissant lorsque s'installent d'autres essences à plus haut pouvoir de concurrence (RAMEAU *et al.*, 1989). C'est une essence *héliophile*, (CLÆSSENS, 1990).

I.1.2. Chorologie de l'aulne glutineux

La carte donnée en figure 1 (d'après MARTIN, 1985 et RAMEAU *et al.*, 1989) indique la chorologie de l'aulne glutineux au niveau de l'Ouest de l'Europe. La répartition a été précisée au niveau de la France et de la Corse : les zones plus claires (région phytogéographique méditerranéenne) correspondent à une présence plus faible. Cependant, LHOTE (1986) précise que l'aulne peut être abondant en Corse et dans les Maures et l'Estérel. Il annonce également :

- que dans les régions calcaires, l'aulne est le plus souvent confiné dans les dépressions marécageuses, dans les sols à gley,
- que dans les régions siliceuses, l'aulne est abondant dans presque tous les sols humides (des plus mouillés aux moins humides).

Selon certains auteurs (LHOTE, 1985 ; CLÆSSENS et THIBAUT, 1994), l'aulne est une essence à *tendance thermocline*. Son domaine est collinéen à supra-méditerranéen. Il disparaît dès la base de l'étage montagnard (LHOTE, 1985). Son optimum se trouverait dans les régions où la température moyenne annuelle est voisine de 12°C (CLÆSSENS et THIBAUT, 1994). Toutefois, MARTIN (1985) décrit l'aulne glutineux comme une espèce des climats tempérés froids.

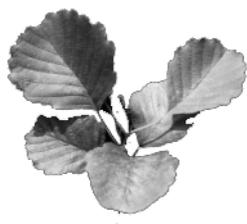
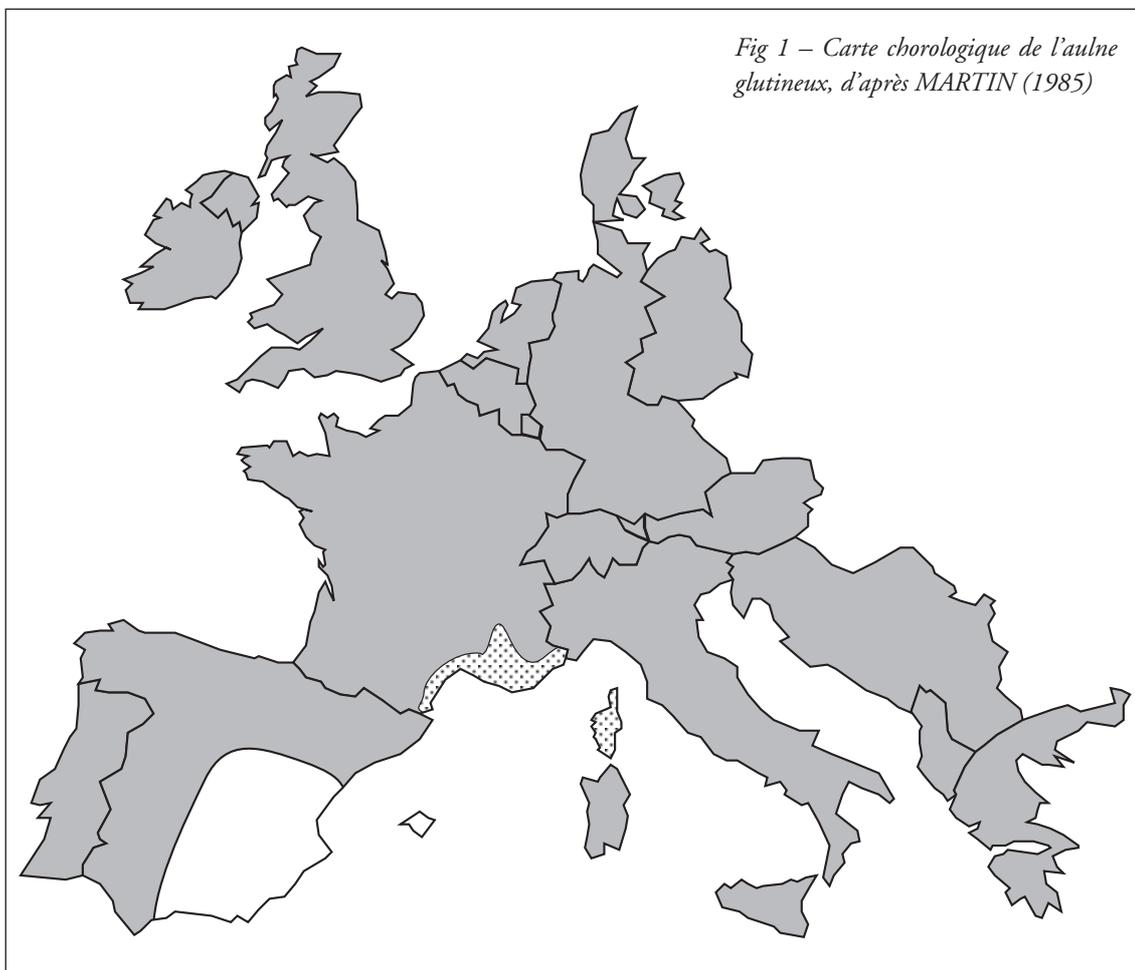




Fig 1 – Carte chorologique de l'aune glutineux, d'après MARTIN (1985)



Les groupements à aune seraient des reliques de peuplements plus importants spatialement trouvant leur optimum pendant la période dite atlantique (5500 à 2500 ans avant J.C.) plus chaude et plus humide que la période actuelle (LHOTE, 1985).

1.1.3. Les exigences stationnelles

L'aune est présent sur des *sols bien alimentés en eau*, même s'il peut s'installer parfois sur des sols plus secs (comportement d'essence pionnière) (RAMEAU *et*

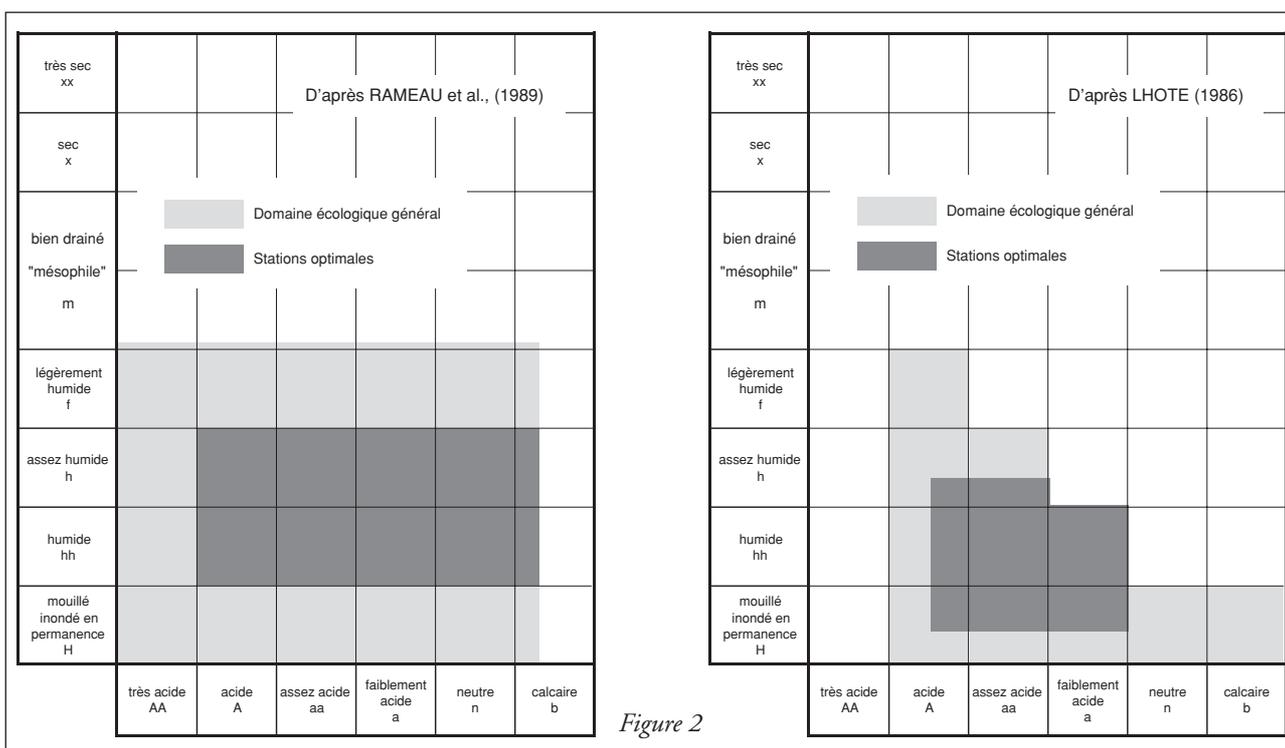


Figure 2



al., 1989). Sa capacité de résistance au calcaire actif est discutée (MARTIN, 1985).

Divers diagrammes écologiques ont été proposés (figure 2). S'il est certain que l'aulne est une essence des milieux humides, ses aptitudes écologiques ne sont pas encore parfaitement connues.

1.1.4. Les potentialités des stations

Afin de préciser les potentialités des stations à aulne, différentes études ont été conduites. Ainsi, les résultats suivants ont été constatés (VACHER, 1991) :

- l'aulne donne de très **bons résultats** sur les très **bonnes stations à peuplier**,
- il donne également de bons résultats sur certaines **stations hydromorphes acides** où le peuplier n'est pas à sa place,
- il pousse sur les milieux à **engorgement permanent** (où il domine), sans que sa croissance y soit forte,
- un **abaissement brutal de la nappe** phréatique (par drainage, par exemple) lui est fatal.

Une étude autécologique a été faite en Belgique (CLÆSSENS et THIBAUT, 1994). L'indice de fertilité choisi était la *hauteur dominante en fonction de l'âge* (comparaison de courbes hauteur dominante/âge).

Un premier facteur de production est le **climat**. En effet, le climat est corrélé à l'altitude et une chute importante de production apparaît au delà de 380 m d'altitude.

Les conditions d'engorgement et de richesse trophique interviennent également. L'étude a montré l'existence de trois grands groupes stationnels qui ont des fertilités différentes pour l'aulne :

- les meilleures stations sont les **stations alluviales**, avec des sols bien aérés en surface au moins une partie de l'année (alliance de l'*Alno-padion*),
- viennent ensuite les **aulnaies marécageuses**, où les sols sont engorgés toute l'année, avec une nappe peu mobile (présence de gleys, alliance de l'*Alnion glutinosae*),
- les moins bonnes stations sont des aulnaies-boulaies croissant sur des **gleys podzolisés** ("argiles blanches").

Une dernière étude de la potentialité des stations a été conduite dans les Vosges (GIRAULT, 1998). L'indice de fertilité choisi est la *hauteur dominante* du peuplement à 40 ans.

Dans les Vosges, le climat intervient également avec une chute de production au delà de 700 m d'altitude. Sinon, ce sont les conditions édaphiques qui conditionnent la fertilité. Trois groupes ont été différenciés :

- les sols de vallée à **dominante limon ou argile** (ce sont les plus fertiles),
- les sols de vallée à **dominante sable et graviers** (ils sont moins fertiles),
- les sols **organiques** de vallée (ce sont les moins fertiles).



L'aulne est très fréquent sur le territoire champardennais, même s'il n'est trouvé que sur les milieux humides, dans lesquels il s'est spécialisé. Bien que l'aulne domine sur les stations les plus humides, il semble qu'il n'y trouve pas son optimum écologique. Celui-ci serait plutôt sur les stations un peu moins engorgées (aulnaies-frênaies).



1.2. La gestion sylvicole

1.2.1. Les itinéraires techniques sylvicoles proposés

La consultation des différentes publications montre que les auteurs se sont essentiellement intéressés aux peuplements réguliers dans lesquels l'aulne est pur ou très fortement majoritaire. Les principales sources portent sur la gestion des futaies régulières ou sur la conversion des taillis simples en futaie régulière.

1.2.1.1. Mise en place et régénération des peuplements

Même si les taillis sont signalés comme majoritaires, l'aulne peut se régénérer par graine. Toutefois, les graines trouvent rarement les conditions optimales pour leur germination (humidité du sol et lumière) d'où la faible importance des futaies (VACHER, 1991).

Il existe quelques aulnaies qui ont été mises en place par plantation, notamment en Aquitaine (VACHER, 1991). Les recommandations issues des publications sont condensées dans le tableau 1.

Tableau 1

Auteur	Plants	Densité
Vacher	-	625 (4x4), avec sélection génétique, 1000 à 1200 sans sélection génétique.
Billac et Vaast	1-0 50/80	800 à 1200
Prévost	-	750 avec protection individuelle, 1100 sans protection individuelle
Girault	au plus 2 ans 30 à 50 cm	400 à 1100 selon le recru ligneux

Il faut remarquer que si la plupart des auteurs insistent sur l'utilisation de plants de provenance locale (GIRAULT, 1998), celles-ci sont peu disponibles. Il convient en conséquence de savoir valoriser au mieux les semis naturels lorsqu'ils existent (BILLAC et VAAST, 1996). Il est également conseillé de transplanter des semis naturels (sauvageons) quand cela est possible (VACHER, 1991 ; BILLAC et VAAST, 1996)

1.2.1.2. Les entretiens

La croissance des plants et semis d'aulne est très rapide (1 m par an de croissance en hauteur pendant les premières années, selon GIRAULT, 1998). Les jeunes tiges peuvent donc rapidement s'affranchir de la concurrence. Celle-ci peut toutefois être très rude dans les zones humides. Les problèmes de fourchaison sont signalés comme rares (GIRAULT, 1998). Des tailles de formation sont néanmoins parfois effectuées (VACHER, 1991).



1.2.1.3. Les coupes d'amélioration

De nombreuses données sylvicoles concernant la conduite des peuplements peuvent être collectées. De manière générale, elles concordent sur le fait :

- que l'aulne a une croissance juvénile très forte dont il faut tirer parti avec une sylviculture dynamique (accroissement moyen annuel en circonférence voisin de 4 cm à 20 ans, CLÆSSENS (1990),
- qu'il est possible d'obtenir en 40 ans des bois de 40 cm de diamètre.

Les itinéraires les plus dynamiques prévoient des dépressages et éclaircies tels que la densité finale soit atteinte très jeune, par exemple à 15 ans (BILLAC et VAAST, 1996) ou à 20 ans (VACHER, 1991). Les densités finales annoncées sont de l'ordre de 200 à 300 tiges par hectare.

Un exemple d'itinéraire sylvicole est donné dans le tableau 2 ci-dessous (GIRAULT, 1998). Il concerne un peuplement ayant initialement 1100 tiges/ha sur une bonne station.

Tableau 2

Age	Densité après éclaircie	Diamètre moyen prévisible	Hauteur dominante prévisible
10-15 ans	600	10	8
15-20 ans	400	15	12
20-25 ans	200	20	15
Vers 40 ans	Coupe rase	40	24



De nombreuses références existent pour la conduite des peuplements de futaie régulière d'aulne. En raison de la forte croissance juvénile de cette essence, les modèles proposés s'appuient tous sur une sylviculture très dynamique qui conduit généralement à l'obtention de bois de 40 cm de diamètre en 40 ans.

1.2.2. La gestion des taillis

Il est tentant de baliver les taillis simples et les taillis pauvres en réserves pour augmenter la production de bois d'œuvre. Cependant, il semble difficile de faire réagir les aulnes à l'éclaircie au delà de 20 ans (GIRAULT, 1998). Les placettes de mesure du CRPF, réalisées sur des peuplements âgés, confirment cela. De plus, en raison de l'instabilité des peuplements, il est difficile d'intervenir fortement après 15 ans (VACHER, 1991). Dans ce cas, il est conseillé de sélectionner de 200 à 250 tiges/ha et de ne travailler qu'à leur profit (détourage progressif) (VACHER, 1991).

Un schéma idéal de sylviculture a été préconisé pour les peuplements issus de régénération naturelle ou les taillis simples en conversion (POULAIN, 1991). Il s'appuie sur des observations effectuées en Thiérache sur deux peuplements. Il est résumé dans le tableau 3.



Une bonne sylviculture des taillis d'aulne doit s'appuyer sur des interventions précoces afin de profiter de la forte croissance juvénile de cette essence. Des interventions tardives sont possibles, mais elles sont moins efficaces (peu de gain sur l'accroissement en diamètre) et repoussent l'âge d'exploitabilité.



Peuplement avant intervention			Peuplement après intervention					Tableau 3
Ho en m	N/Ha (étage dominant)	Age indicatif	Intervention	Prélèvement (en densité)	N/Ha après intervention	Circonférence moyenne	Arbres désignés	Observations
6 à 12	Plus de 4000	-	Pas d'intervention (sauf éventuellement un nettoyage)					
12	4000	12 à 14 ans	Balivage première modalité	2500	1500	35 à 40 cm	150 à 200	Hauteur d'élagage naturel : 5 m environ. Création d'un cloisonnement tous les 25 m. Intervention vigoureuse permettant notamment de détourner la cime des arbres d'avenir désignés (prélèvement de 5 tiges codominantes par arbre d'avenir désigné).
16 à 18	1500	18 à 20 ans	Balivage deuxième modalité	900	600	65		Elagage éventuel sur 6 m des arbres d'avenir désignés. Récolte de stères.
23	600	27 à 30 ans	Eclaircie	300	300	90		Récolte de stères.
28	300	40 ans	Récolte finale			120		Récolte de grumes et de stères (bourrage).

1.2.3. Les peuplements mélangés

L'aulne est apprécié dans les peuplements mélangés car il favorise la croissance des autres essences (CARMINATI, 1993). Cela est expliqué par la faculté de fixer l'azote atmosphérique. Toutefois, si des résultats significatifs existent pour l'aulne rouge (*Alnus rubra*), cela est moins net pour l'aulne glutineux (MARTIN, 1985).

Par exemple, l'aulne en densité suffisante (sous-étage de taillis) peut favoriser la croissance de peupliers (COURRIER et GARBAYE, 1981). Cependant, des dispositifs mélangeant en plantation frênes et aulnes dans des proportions variables n'ont pas donné de résultats satisfaisants (BALANDIER et MARQUIER, 1998). Il faut cependant remarquer que dans le dispositif expérimental choisi, les sols étaient naturellement riches en azote, ce qui peut masquer l'enrichissement induit par l'aulne. De plus, la conduite en plantation des deux espèces dont l'une (l'aulne) a une croissance très forte implique rapidement des problèmes de concurrence qui peuvent masquer l'effet bénéfique du bourrage d'aulne.

Le mélange avec l'aulne peut également être utile pour l'installation des peuplements car les aulnes aident à descendre le niveau de la nappe ce qui peut profiter à une autre essence. Des résultats allant dans ce sens ont été obtenus en conditions contrôlées (LEVY, 1982).

1.3. L'utilisation et le commerce des bois

1.3.1. Les caractéristiques du bois d'aulne (PITON, 1981)

Le bois de l'aulne est blanc, mais il devient rapidement rose ou rouge lorsqu'il est coupé et exposé à l'air. C'est un bois qui prend très bien la teinture. Une longue période dans l'eau le fait brunir et devenir noirâtre, mais sa dureté et sa durabilité sont alors fortement augmentées.

C'est un bois léger et tendre (à mi-dur) avec une densité assez faible (voisine de 500 kg/m³, à 12 % d'humidité [PITON, 1981]). Il est peu nerveux et a une rétractabilité faible (11 à 13 % en volume). Ses propriétés mécaniques sont plutôt médiocres (LAMBILLON, 1995). Sa résistance au choc est faible.

1.3.2. Les utilisations des bois

Outre les utilisations en trituration, l'aulne glutineux peut être employé en menuiserie, sculpture et tournerie (LAMBILLON, 1995). Il peut être tranché et



déroulé dans les pays de l'Est. En Thiérache, il est utilisé pour faire des bardages (DAQUIN, 1990).

Les billes recherchées doivent avoir une bonne rectitude et être élaguées sur une hauteur suffisante (6 à 8 mètres). Les gros arbres étant assez rares, il est difficile de trouver des arbres de plus de 40 cm de diamètre à 1,30 m. Ces derniers peuvent donc être payés assez cher, surtout s'ils ont une bonne proportion de qualité ébénisterie.

1.3.3. Le cubage de l'aulne glutineux

L'aulne peut être cubé avec les tarifs usuels en choisissant correctement le numéro de tarif à utiliser. Cependant, des tarifs de cubage spécifiques ont été établis en Belgique pour cette essence (THIBAUT, RONDEUX et CLÆSENS, 1998).

Ils donnent :

- le volume bois fort en fonction de la circonférence (tarif à une entrée), le volume bois fort en fonction de la circonférence et de la hauteur dominante du peuplement (tarif à une entrée graduée), le volume bois fort en fonction de la circonférence et de la hauteur (tarif à deux entrées).
- les rapports entre le volume bois fort tige et les volumes correspondant à une découpe de 60, 90 et 120 cm de circonférence.

1.3.4. Quelques éléments de prix et de rentabilité

Les prix sont assez variables et les lots souvent petits et peu nombreux. Des grumes de sciage se sont négociées de 300 à 700 F le m³ (abattu, façonné et débarqué) en 1995 (LAMBILLON, 1995). La tendance serait à la hausse ces dernières années, cette essence trouvant un marché notamment à l'étranger (DAQUIN, 1990).

En prenant comme ordre de grandeur 400 à 600 F le m³ pour des bois abattus, il est possible, à l'aide d'un modèle de sylviculture, de calculer la rentabilité de l'aulne glutineux (PRÉVOST, 1998). On obtient ainsi un taux interne de rentabilité (TIR) compris entre 3 et 4 %, ce qui est honorable.



Bien que le bois d'aulne ne soit pas exceptionnel, il peut avoir des utilisations intéressantes et atteindre des prix corrects. Il mérite donc d'être considéré avec attention, surtout sur les stations sur lesquelles peu d'essences trouvent leur place.

II. Présentation du protocole d'étude

II.1. Les objectifs à atteindre

Les objectifs généraux de l'étude ont été présentés en introduction. Pour répondre à ces objectifs, il est nécessaire non seulement de faire la synthèse des études déjà publiées à ce jour, mais également d'effectuer des relevés de terrain pour mieux connaître l'essence étudiée dans la région Champagne-Ardenne.

Les relevés de terrain avaient pour finalité :

- de valider l'étude préliminaire de recensement des types stationnels où l'aulne est présent,
- de relier stations et fertilité de l'aulne en appréciant la hauteur totale des arbres dominants,
- de déterminer les types de peuplements où l'aulne est présent,
- de repérer d'éventuels problèmes sanitaires...

II.2. Le repérage des peuplements contenant de l'aulne

Ce repérage s'est fait en utilisant plusieurs sources d'informations :

- les connaissances de terrain des personnels techniques du CRPF,
- les plans simples de gestion,
- les informations fournies par les gestionnaires et propriétaires forestiers.

A chaque fois, l'autorisation de pénétrer dans la forêt concernée a été demandée au propriétaire. Une carte, jointe en annexe, indique la localisation des placettes mises en place.

II.3. Les données récoltées

Un exemplaire de la fiche de terrain servant à recueillir les données est fourni en annexe.

II.3.1. Localisation

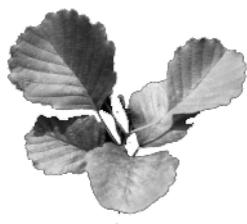
Chaque fiche consigne des informations générales (date, auteur, numéro de placette) ainsi que des informations permettant de localiser la placette (région naturelle, commune, forêt, propriétaire...).

II.3.2. Données stationnelles

La station est décrite à l'aide des paramètres suivants :

- **position topographique** (éventuellement pente et exposition),
- forme d'**humus**,
- résultats d'un **sondage pédologique** à la tarière (profondeur, texture, couleur, hydromorphie... des principaux horizons),
- principales **plantes indicatrices** rencontrées.

Le type de station est ensuite nommé selon le catalogue utilisable dans la région naturelle considérée. Dans certains cas, il n'existait pas de catalogue (par exemple pour les Dépressions ardennaises ou pour les petites vallées de Champagne crayeuse) ou celui-ci était trop imprécis pour les stations concernées (Argonne).





II.3.3. Description du peuplement

Divers paramètres décrivant le peuplement ont été relevés (couvert, état sanitaire, défauts, rectitude, branchaison...). De plus, un nom synthétique a été attribué au peuplement.

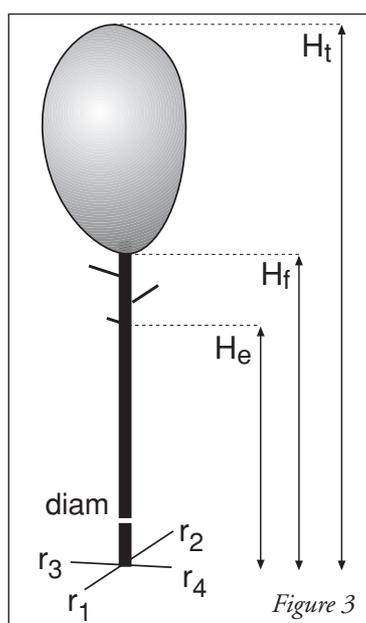
II.3.4. Données dendrométriques

II.3.4.1. Au niveau de la placette

Des placettes circulaires assises à la mire Pardé ont été inventoriées. Toutes les essences présentes étaient prises en compte, à partir de la classe 10. Généralement, la surface des placettes était faible (quelques ares), pour des raisons pratiques (temps de prise des mesures et visibilité de la mire), mais aussi parce que les zones homogènes d'un point de vue stationnel portant des aulnes couvrent assez souvent de petites surfaces.

Pour compenser le fait que le peuplement décrit par la placette couvrait une surface réduite, une mesure relascopique de la surface terrière fut effectuée. Elle donnait, grâce à un compteur couplé à la jauge d'angle, la surface terrière totale, celle des aulnes, celle des aulnes de la classe 20 et plus.

II.3.4.2. Au niveau des aulnes dominants



Sur chaque placette, 2 à 5 aulnes dominants biologiques (voire parfois codominants) ont été mesurés. Les paramètres suivants ont été relevés (figure 3) :

- diam** diamètre à 1,3 m,
- Ht** hauteur totale,
- Hf** hauteur de la première feuille,
- He** hauteur de grume élaguée,
- r_i** les quatre rayons de houppiers orthogonaux (grand axe [r₁-r₂] et petit axe [r₃-r₄]),

Le régime (franc pied, taillis, sur souche), le statut social (dominant, codominant) ainsi que diverses observations ont également été notés.

II.3.5. Bilan sur la récolte des données

Les relevés ont eu lieu à la fin du printemps et pendant l'été 1998. Les mesures ont été effectuées sur 105 placettes et 367 aulnes ont été mesurés. Cela est satisfaisant.

Certaines difficultés sont apparues lors de la campagne de mesure. En effet, la détermination des stations devait nécessairement se faire en saison de végétation ce qui a souvent posé des problèmes pour mettre en place les placettes (visibilité de la mire Pardé) et effectuer des mesures de hauteur au dendromètre. Il faudrait soit dissocier les mesures dendrométriques (à effectuer hors feuille) et les mesures stationnelles (à effectuer à la belle saison), ce qui n'est pas facile ; soit utiliser un matériel dendrométrique moderne (dendromètre-télémetre à ultrason, par exemple). Une bonne façon de garantir la précision de la mesure de la hauteur totale est d'effectuer deux mesures à angle droit (en tournant d'un quart de tour autour de l'arbre) et de les confronter. Cela aurait permis de mieux mesurer des houppiers ronds pour lesquels il est difficile de bien percevoir la cime.

III. Localisation de l'essence

III.1. Analyse des données de l'IFN

Les données relatives à l'aulne fournies par l'inventaire forestier national (IFN) ont été recueillies. Elles sont présentées en annexe.

L'aulne étant une essence rare et disséminée, ces données sont peu fiables. Par exemple, la découverte de quelques aulnes supplémentaires sur une placette peut fortement faire varier la surface occupée par cette essence au niveau départemental ! Les données fournies par l'IFN sont néanmoins présentées ici. Elles sont à analyser avec précaution.

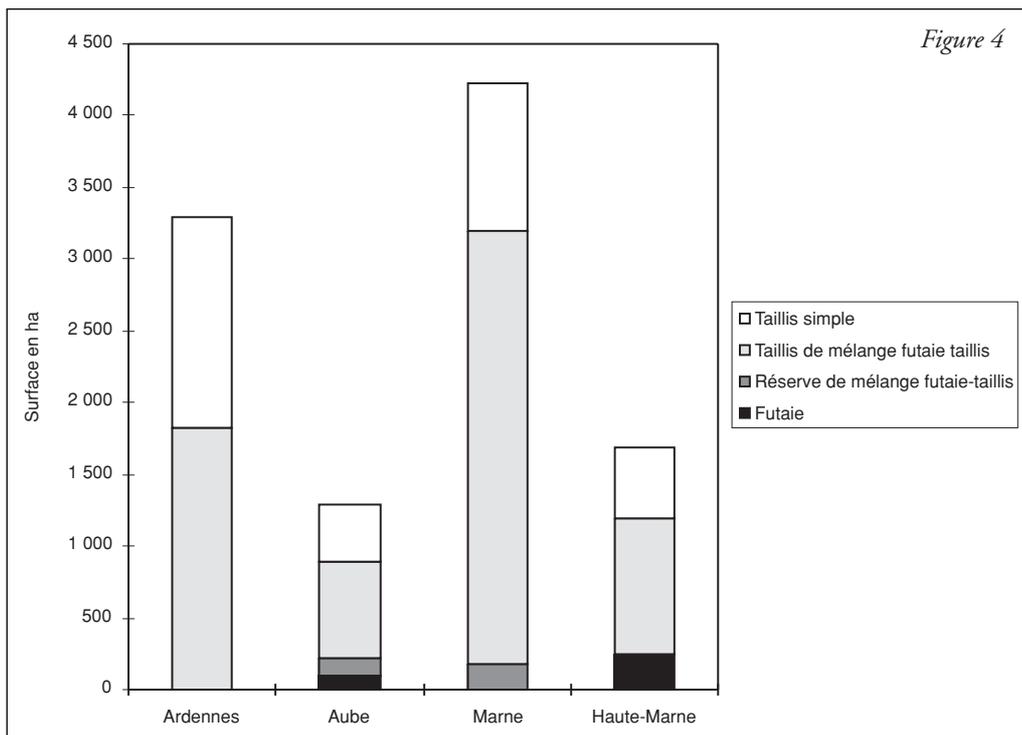
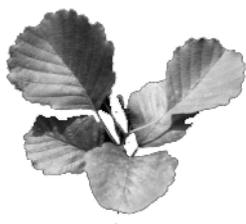


Figure 4



La figure 4 donne les surfaces occupées par des peuplements où l'aulne est prépondérant en fonction du département et du type de peuplement. Même si les valeurs données ne sont que des ordres de grandeur, il est possible de remarquer que l'aulne est très souvent rencontré en taillis, que ce soit dans des taillis simples ou des taillis avec réserves. Les peuplements où l'aulne est présent en futaie existent toutefois, mais étant donné qu'ils sont plus rares, ils ne sont que rarement échantillonnés. Ainsi, il est impossible de dire qu'il n'y a pas d'aulne en futaie dans les Ardennes tout comme il est dangereux de dire que les aulnes en futaie sont courants en Haute-Marne.

Les données de l'IFN permettent également de connaître le volume sur pied et l'accroissement pour chaque essence. Les résultats pour l'aulne sont fournis en figure 5.

Ces résultats présentent une certaine corrélation avec ceux concernant la surface. Toutefois, pour la Haute-Marne, le volume sur pied est important par rapport à la surface couverte. Cela est simplement dû au fait qu'une ou plusieurs placettes ont été réalisées dans des peuplements de futaie où les aulnes peuvent être nettement plus gros qu'en taillis... Cette particularité de la Haute-Marne n'est donc

sûrement que le fruit du hasard, elle explique également l'accroissement assez faible, les vieux arbres poussant moins vite que les jeunes.

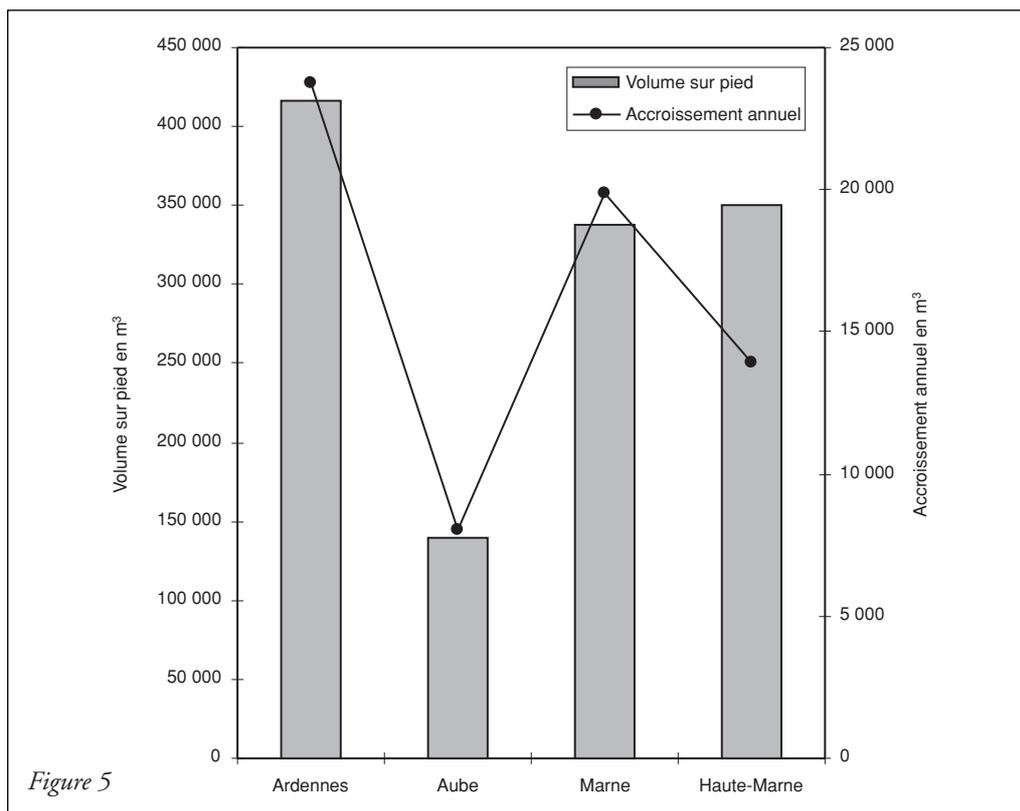


Figure 5



Même si les données de l'IFN sont à relativiser, il est possible de retenir que l'aulne occupe quelques milliers d'hectares en Champagne-Ardenne. En ce qui concerne la structure des peuplements, les aulnes en futaie ou en réserve de taillis sous futaie sont rares et ils sont le plus souvent rencontrés en taillis simple ou en taillis de mélange futaie-taillis.

III.2. Les stations à aulne

L'aulne, en raison de son écologie, occupe des milieux particuliers. Une première approche a donc été réalisée en étudiant les catalogues de stations disponibles en Champagne-Ardenne, sachant qu'ils couvrent une part très importante du territoire régional. Les stations sur lesquelles l'aulne peut être présent ont donc été recensées et sont fournies en annexe.

III.2.1. Une proposition de classement des stations dans lesquelles l'aulne peut être présent

Des groupes des stations (fournis en annexe) ont été construits en s'appuyant en grande partie sur les classifications phytosociologiques habituelles (*Alnion glutinosae*, *Alno-Padion*, *Carpinion betuli...*), bien que cela ne soit pas systématique. Ces regroupements étaient nécessaires car il était sinon impossible de travailler par région naturelle sans faire de synthèse ensuite (trop de types de stations à analyser). De plus, l'aulne étant une essence à amplitude écologique assez réduite, les stations pouvant comporter de l'aulne ont souvent de nombreux points communs, d'un catalogue à l'autre.





Des stations à aulne ont été trouvées dans la majorité des catalogues des stations de Champagne-Ardenne. Toutefois, ce n'est pas le cas pour le catalogue du Pays d'Othe [IFN 89.3] (GIRAULT, 1990) et pour celui des vallées de la Marne, Seine et affluents [IFN 51.2] (LEVY, 1990), car ce dernier catalogue traite surtout les milieux ouverts (peupleraies). Pour décrire les stations des petites et grandes vallées de Champagne crayeuse, sur les conseils de Richard CHEVALIER (com. pers.), le catalogue de la Champagne sénonaise (GILBERT *et al.*, 1997) a été utilisé. Il a donné satisfaction (bonne corrélation entre le type auquel conduit le catalogue et ce que l'on peut observer sur le terrain).

Les groupes proposés pour le classement des stations pouvant comporter de l'aulne sont donnés en annexe. Les effectifs (nombre de stations) résultants sont présentés sur la figure 6.

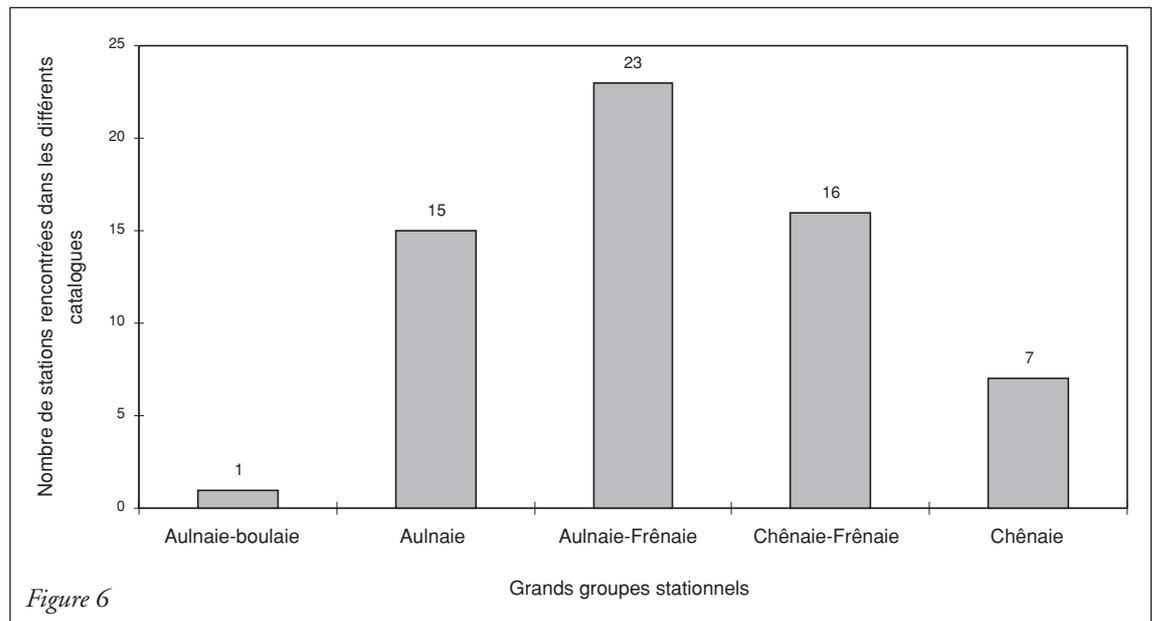


Figure 6

Bien entendu, ce graphique ne donne aucune idée des surfaces occupées par chaque grand groupe stationnel. Par exemple, il n'y a que 16 types de Chênaie-Frênaie définis alors qu'il y en a 23 d'Aulnaie-Frênaie. Cela ne signifie pas que la Chênaie-Frênaie couvre moins de surface que l'Aulnaie-Frênaie...

La classification adoptée pour les stations est corrélée au *degré d'engorgement* de la station. Les Aulnaies (ou Aulnaies-Boulaies) correspondent aux milieux les plus humides, les Aulnaies-Frênaies aux milieux un peu mieux drainés et les Chênaies à des milieux où l'engorgement est temporaire ou bien où circule une nappe profonde.

Certains éléments topographiques, floristiques ou pédologiques permettent de différencier ces différents groupes. Ils seront détaillés dans la suite de ce document (au Chapitre IV).

III.2.2. Des stations marquées par une forte valeur patrimoniale

Dans la majorité des catalogues, les auteurs attribuent à certaines stations une *valeur patrimoniale* pour signaler l'intérêt écologique du milieu. Les critères généralement utilisés pour justifier l'intérêt patrimonial d'un type de station sont :

- la présence de **plantes rares** ou de **plantes protégées**,



- la présence d'**espèces inféodées** à certains milieux (des zones humides ou des milieux fortement carbonatés, par exemple),
- le fait que certains milieux couvrent une **surface faible** à l'échelle de la région naturelle (les zones humides, par exemple),
- le fait que certaines stations aient souvent été anthropisées et qu'il faut protéger les **milieux encore naturels** de même nature (par exemple, certaines aulnaies-frênaies ont été transformées en peupleraie et l'on souhaite conserver les quelques peuplements relictuels restants)...

Bien que les qualificatifs utilisés puissent varier d'un auteur à l'autre, la valeur patrimoniale des stations sur lesquelles l'aulne peut être présent a été notée. Il en résulte le tableau 4.

Tableau 4

	Aulnaie-boulaie	Aulnaie	Aulnaie-Frênaie	Chênaie-Frênaie	Chênaie
Faible			3	10	4
Moyen			10	2	2
Important	1	13	6	4	1
Très important		2	4		

L'analyse de ce tableau montre que l'intérêt patrimonial de la station augmente avec l'*humidité du milieu*. Ainsi, globalement les Aulnaies sont plus intéressantes d'un point de vue écologique que les Aulnaies-Frênaies et *a fortiori* que les Chênaies. Les zones les plus humides sont en général les moins répandues et celles qui contiennent souvent des végétaux spécialisés, donc rares. D'une manière générale, les peuplements comportant de l'aulne sont souvent des peuplements intéressants d'un point de vue écologique.

III.2.3. Des stations souvent de faible étendue

Dans la majorité des cas, les stations à aulne ont une *importance spatiale réduite*. Cela peut être mis en partie en relation avec les exigences stationnelles particulières de cette essence : les milieux qui lui conviennent sont rares et de faible étendue. Toutefois, plus les milieux sont drainés, plus l'aulne est présent de manière diffuse en mélange avec d'autres essences et plus les stations peuvent couvrir une grande surface. Cette constatation de terrain a été corroborée par l'étude des catalogues de stations de la région.

III.2.4. Les essences présentes avec l'aulne

L'analyse des catalogues de stations montre que globalement, le nombre d'essences qu'il est possible de trouver en mélange avec l'aulne *augmente lorsque le milieu est moins humide*. Si les Aulnaies sont les peuplements les moins riches en ce qui concerne les essences ligneuses, les Chênaies-Frênaies semblent pouvoir accueillir une très grande diversité d'essences.



Dans la plupart des catalogues, sont présentes des stations où l'aulne peut pousser. Ces stations peuvent être regroupées en fonction de différents critères qui sont le plus souvent corrélés à l'humidité du milieu. En règle générale, les stations à aulne les plus humides sont



celles qui présentent un intérêt patrimonial important, mais également celles où les autres essences ligneuses sont peu représentées. Souvent les stations à aulne, notamment les plus humides, ont une importance spatiale faible.

III.3. Quelques résultats issus des placettes

Le chapitre II.3. présente le protocole choisi pour étudier les peuplements à aulne. Les 105 placettes décrites ont été classées d'un point de vue stationnel. Les types de stations pouvant porter de l'aulne n'ont pas tous été trouvés sur le terrain (le nombre de placettes étant trop faible pour cela), mais une bonne partie a néanmoins été rencontrée.

La majorité des régions naturelles de Champagne-Ardenne a été parcourue pour la mise en place de placettes. Seuls le Pays d'Othe [IFN 89.3], les Plateaux calcaires de l'Aube et de la Haute-Marne [IFN 10.6, 52.8, 52.6, 70.2] et la Vallée oxfordienne [IFN 55.2] n'ont pas servi à la mise en place de placettes. Des peuplements contenant de l'aulne sont sûrement présents dans ces régions naturelles, mais il n'y en a pas eu de signalés lors de l'étude.



Globalement, même si toutes les régions naturelles n'ont pas été inventoriées, la répartition des placettes est satisfaisante et permet de mieux connaître la place et les potentialités de l'aulne en Champagne-Ardenne.



L'épilobe à grandes fleurs (Epilobium hirsutum, L.), une des plantes pouvant être trouvées sur les stations à aulne.

IV. Potentialités des stations

Une des étapes de l'étude a consisté à mieux connaître les potentialités, en terme de croissance, de l'aulne en fonction des stations. Ce sont les résultats relatifs à cette étape qui sont présentés ici.

IV.1. Les méthodes habituelles pour estimer les potentialités d'une essence en fonction du milieu

IV.1.1. Choix d'un indice de fertilité

D'ordinaire, les études des relations entre les stations et la production d'une essence s'appuient sur un *indice de fertilité* et non sur la recherche de la productivité (exprimée en m³/ha/an). Généralement la hauteur dominante (hauteur moyenne des cent plus gros arbres à l'hectare) calculée sur une petite placette (GILBERT, 1996) ou la hauteur d'arbres dominants au sens biologique du terme (DOUSSOT et GRANDJEAN, 1989) contribuent à construire un indice de fertilité.

IV.1.2. Les méthodes utilisant l'âge des arbres

Les études portant sur la fertilité des stations pour une essence donnée ont surtout concerné les peuplements réguliers. Dans ce cas, pour pouvoir comparer des peuplements d'âges différents, on utilise comme indice de fertilité la *hauteur dominante pour un âge donné*. Pour obtenir cet indice, les peuplements échantillonnés ayant des âges pouvant varier, on utilise un modèle de croissance en hauteur pour l'essence donnée pour se rapporter à un âge déterminé (GILBERT, 1995).

Cette méthode oblige à effectuer des sondages à la tarière de Pressler dans les arbres pour lesquels la hauteur est mesurée, pour obtenir leur âge. Elle ne s'applique qu'aux peuplements *monospécifiques*, *équiennes* et *pleins* afin que la hauteur dominante soit un bon indice de fertilité.

IV.1.3. Les méthodes utilisant le diamètre

La méthode précédente ne s'appliquant qu'aux peuplements réguliers, une autre méthode a été expérimentée à l'ENITEF par DOUSSOT et GRANDJEAN (1989). Elle repose sur la hauteur d'*arbres dominants* au sens biologique du terme pour un *diamètre donné* et dans une situation de *concurrence choisie*. Cette méthode peut être utilisée pour les futaies régulières, mais également et surtout pour les réserves de taillis avec réserve, à condition que ces réserves n'aient connu que la croissance libre à partir du stade moderne.

Cette méthode s'appuie sur certaines hypothèses :

- la croissance des arbres dominants biologiques est **linéaire**,
- la hauteur totale des réserves de taillis sous futaie **stagne très vite** (tant qu'il n'y a pas de reprise de croissance en hauteur suite à la concurrence),
- en futaie régulière, les arbres dominants au sens biologique ont une hauteur **peu influencée** par la sylviculture.

IV.1.4. Les raisons ayant conduit à ne pas utiliser les méthodes habituelles

La première méthode, reposant sur l'âge, était impossible à utiliser car :

- les peuplements contenant de l'aulne ont des **structures très variées** (taillis simples, taillis avec réserves plus ou moins riches et plus ou moins régularisés



et vieillis, futaies plus ou moins claires) et ne répondent pas aux lois de Eichhorn,

- les **sondages à la tarière** ne sont pas souhaités par les propriétaires forestiers,
- les **modèles de croissance en hauteur** de l'aulne sont très peu nombreux (seule une table de production assez sommaire a été retrouvée).

La seconde méthode, reposant sur la mesure des hauteurs pour une classe de diamètre donnée, semblait plus adaptée, mais divers problèmes se posaient :

- les peuplements concernés ont des **conditions de concurrence *a priori*** très variables, or il faudrait que la concurrence soit fixée,
- on ne connaît pas d'emblée le **diamètre pour lequel la croissance en hauteur ralentit**.



Les méthodes habituelles ne pouvant s'appliquer et les résultats recherchés ne devant pas nécessairement être très précis, il a été décidé de mesurer la hauteur d'arbres dominants pour diverses classes de diamètre et dans différentes situations de concurrence. Les résultats attendus étaient :

- de déterminer à partir de quelle classe de diamètre la croissance en hauteur est ralentie pour prendre comme référence cette classe,
- de déterminer des classes de concurrence pour pouvoir comparer des hauteurs à concurrence égale.

IV.2. Comment les potentialités de l'aulne ont-elles été appréhendées ?

IV.2.1. La description du milieu

Lors de la pré-étude, il est apparu que les stations pouvant contenir de l'aulne pouvaient assez bien être regroupées en grands groupes : Aulnaies-Boulaies, Aulnaies, Aulnaies-Frênaies, Chênaies-Frênaies, Chênaies (cf. § III.2.1.). Toutefois, lors de la campagne de terrain, il a été constaté que :

- certaines stations, les Aulnaies-Boulaies et les Chênaies, étaient peu représentées. Elles ont donc été regroupées respectivement avec les aulnaies et les Chênaies-Frênaies ;
- certains groupes qui semblaient homogènes d'un point de vue stationnel pouvaient donner des croissances très différentes pour l'aulne.

Certains groupes ont donc été subdivisés en fonction de critères stationnels qui semblaient prépondérants pour la croissance. On obtient ainsi la liste suivante :

- **Aulnaie**
- **Aulnaie-Frênaie à rupture d'alimentation en eau,**
- **Aulnaie-Frênaie,**
- **Aulnaie-Frênaie de fond de vallon,**
- **Chênaie riche,**
- **Chênaie pauvre.**





Un tableau synthétique résume les caractéristiques stationnelles de chaque groupe. Les critères pour différencier les groupes sont donnés dans une clef de détermination. Ces deux éléments figurent en annexe.

Les groupes écologiques intervenant dans la différenciation des groupes stationnels ont été élaborés en :

- faisant la synthèse des groupes écologiques présentés dans les différents catalogues de stations,
- utilisant les relevés de terrain réalisés lors de l'étude,
- utilisant la flore forestière française (RAMEAU *et al.*, 1989).

Si les critères faisant appel à l'engorgement du milieu apparaissent en premier, la richesse chimique peut intervenir dans les milieux les moins engorgés. Cela a donné la différenciation entre les **Chênaies pauvres** et les **Chênaies riches**. Bon nombre de ces chênaies sont d'ailleurs des chênaies pédonculées-frênaies, mais cela n'est pas obligatoire : il existe dans ces groupes des chênaies-tremblaies ou des chênaies-charmaies.

Les **Aulnaies-Frênaies de fond de vallon** sont des stations particulières. Elles sont caractérisées par une position topographique marquée (fond de vallon encaissé) et par une pente en long suffisante pour qu'un ruisseau, parfois temporaire, draine les excès d'eau. Souvent, l'aulne domine même si d'autres essences pourraient s'installer.

Les **Aulnaies-Frênaies à rupture d'alimentation en eau** sont également des stations particulières. Les placettes de ce groupe se différencient nettement lors de la phase de terrain des autres Aulnaies-Frênaies sans que le niveau trophique soit en cause. Il est apparu que pour une raison ou une autre, les stations de ce groupe connaissent à la fois des périodes d'engorgement fortes mais aussi des périodes de sécheresse relative. Les causes peuvent être :

- la **proximité d'un étang** dont le niveau peut varier,
- une **position topographique** (bas de versant ou plateau) qui ne permet pas une alimentation en eau suffisante tout au long de l'année,
- une **rupture texturale** (par exemple un niveau sableux filtrant) qui draine et assèche le sol en été,
- des **contraintes fortes à l'enracinement** (des graviers, par exemple) qui limitent fortement la profondeur prospectable et donc la réserve utile.

Un tableau de correspondance entre les grands groupes stationnels définis pour cette étude et les types stationnels décrits dans les catalogues de la région est donné en annexe. Ce tableau se diagonalise assez bien : il existe donc une certaine correspondance entre les groupes définis pour l'étude et les stations définies dans les catalogues. A un groupe donné correspond un certain nombre de types stationnels.

Si au départ, l'étude s'apparentait plus à une méthode type de station/production elle a en partie dérivé vers une méthode autécologique (GUILBERT, 1996). Cependant, elle ne respecte pas les règles de ces deux types d'étude et reste beaucoup moins précise que ce qui peut être atteint avec les méthodes classiques. Toutefois, ces méthodes sont assez lourdes à mettre en place et la précision recher-

chée ne justifiait pas la mise en place d'un protocole aussi lourd. En effet, *a posteriori*, il apparaît que c'est la méthode autécologique qui donnerait les meilleurs résultats à l'échelle d'une région administrative, mais elle nécessite des relevés stationnels complets et très fins ce qui n'était pas possible à réaliser.

Lors de la création des groupes stationnels, il n'a pas été tenu compte des différences climatiques pouvant exister entre régions naturelles. D'une part, ces différences sont assez faibles car il n'y a pas eu de relevés dans le Nord du département des Ardennes où les conditions climatiques changent assez fortement avec l'altitude. D'autre part, les indices de fertilité choisis ne sont peut-être pas assez sensibles pour transcrire les faibles variations climatiques.

Les études bibliographiques (CLÆSSENS et THIBAUT, 1994) confirment cela : seules les altitudes au delà de 400 m dans les Ardennes influent sur la croissance de l'aulne. Comme aucun relevé n'a été effectué à cette altitude ou au delà, le rôle du climat peut être négligé.



Exemple de plantes indicatrices souvent rencontrées en Aulnaie : la laïche des marais (*Carex acutiformis*, Ehrh.) et la prêlle très élevée (*Equisetum telmateia*, Ehrh.).



Le fait de travailler à l'échelle d'une région administrative en voulant valoriser les études stationnelles déjà réalisées a conduit à une approche originale. Cette approche était possible en raison de l'écologie bien marquée de l'aulne. Des groupes stationnels ont été créés. Ils rassemblent plusieurs types de stations issus d'un même catalogue, ou de catalogues différents. Une clef permettant de différencier sur le terrain les groupes stationnels a été construite. L'influence du climat a été négligée.

IV.2.2. La forme des arbres comme indice de concurrence

A partir des relevés de terrain effectués, il est possible de construire un certain nombre d'indices qui reflètent plus ou moins la concurrence rencontrée par les arbres au cours de leur croissance. Ces indices sont présentés sur la figure 7.





$$r = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$$

r , correspond au rayon moyen du houppier.

$$\frac{H_t}{d}$$

Cette quantité est le coefficient d'élanement.

$$\frac{D}{d}$$

Cette quantité est le quotient du diamètre moyen du houppier divisé par le diamètre du tronc à hauteur de poitrine.

$$\frac{H_t - H_f}{H_t}$$

Cette quantité donne la proportion de houppier feuillé par rapport à la hauteur totale de l'arbre.

$$\frac{D}{d} \frac{H_t - H_f}{H_t}$$

Cette quantité est le produit des deux précédentes. Elle tente de traduire la concurrence à la fois dans un plan vertical et dans un plan horizontal.

$$S = \frac{\pi}{4} (r_1 + r_2) (r_3 + r_4)$$

S , est la surface du houppier (celle-ci étant assimilée à une ellipse).

$$V = \frac{\pi}{8} (r_1 + r_2) (r_3 + r_4) (H_t - H_f)$$

V , est le volume du houppier (celui-ci étant assimilé à un parabolôïde de révolution).

Figure 7

Il est également possible de pratiquer des *analyses multivariées* (classifications automatiques) sur certains des critères de concurrence cités ci-dessus pour obtenir des groupes d'arbres ayant des formes voisines.

IV.2.3. L'utilisation des données dendrométriques prises sur le peuplement pour déterminer des indices de concurrence

Les données recueillies sur les placettes peuvent permettre de calculer un certain nombre de paramètres dendrométriques. Ceux-ci peuvent traduire la concurrence qui existe dans le peuplement. Ainsi, pour chaque placette assise à la mire Pardé, ont notamment été calculés :

- la **densité totale**,
- la **densité des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre**,
- la **surface terrière totale**,
- la **surface terrière des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre**,
- le **facteur d'espacement** (en prenant la moyenne des hauteurs totales comme hauteur dominante).

De plus, une **mesure relascopique de la surface terrière** avait été faite sur chaque placette.

IV.2.4. L'utilisation des courbes hauteur/diamètre des arbres dominants

Pour connaître à partir de quel diamètre la croissance en hauteur est ralentie, deux familles de courbes ont été tracées.

- Pour chaque groupe stationnel, une courbe donnant la *hauteur moyenne par classe de diamètre* (ainsi que l'intervalle de confiance de la moyenne associé) a été tracée.

- Pour chaque groupe stationnel, une courbe donnant l'évolution de la hauteur des arbres en fonction du diamètre (issue d'une *régression*) a été construite.

IV.3. Les résultats obtenus

IV.3.1. L'effet de la concurrence sur la hauteur des arbres dominants biologiques

L'objectif initial était de créer des classes de concurrence pour comparer la hauteur des arbres pour un même niveau de concurrence. Ce sont les résultats obtenus qui sont présentés ici.

IV.3.1.1. Mise en relation des critères exprimant la concurrence au niveau des arbres dominants et au niveau de la placette

Après de nombreuses analyses, il est apparu que les critères exprimant la concurrence au niveau des arbres dominants au sens biologique du terme et les critères pouvant refléter la concurrence au niveau des placettes ne pouvaient pas être mis en relation. Par exemple, il n'existe pas de relation entre la densité calculée sur les placettes et la proportion de houppier des arbres dominants.

Si ces résultats sont surprenants, plusieurs explications peuvent être données :

- les placettes étant souvent *très petites*, elles ne décrivent pas toujours la réalité du peuplement dans lequel ont été mesurés les arbres dominants. Par exemple, certaines ne prenaient en compte que le sous-étage et pas les arbres de l'étage principal. Ainsi, les corrélations ne peuvent pas apparaître avec ces données ;
- les arbres dominants au sens biologique du terme sont les arbres du peuplement les *mieux affranchis de la concurrence*. Il est donc en partie normal qu'ils réagissent peu au peuplement qui les entoure ;

IV.3.1.2. Analyse de la hauteur totale en fonction des critères de forme et des stations

Des analyses critère par critère ont tout d'abord été effectuées. Elles s'appuyaient sur un tableau du type donné en figure 8. Les relations qui apparaissaient dans ce tableau étaient au mieux faibles et au pire surprenantes (augmentation de la hauteur moyenne lorsque la concurrence diminue, par exemple).

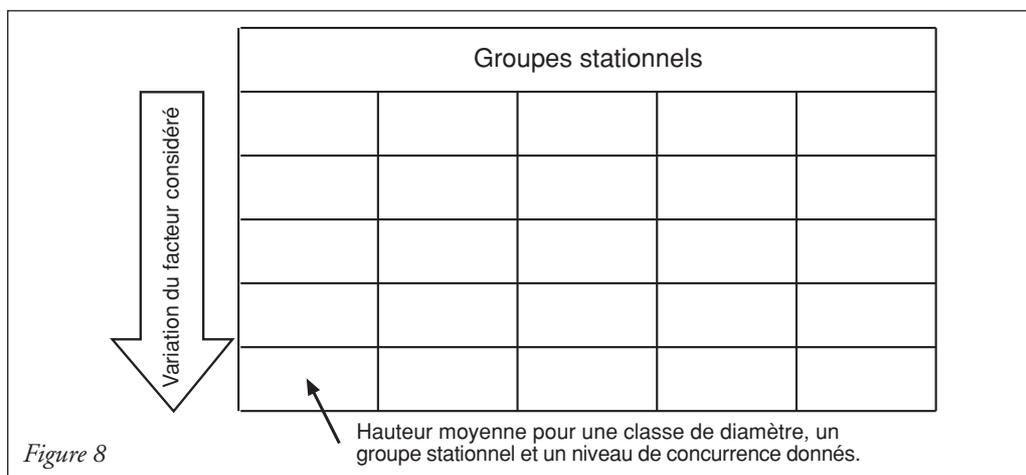


Figure 8

Des analyses multivariées ont donc été conduites pour essayer d'analyser simultanément les critères traduisant la concurrence qu'ont connue les arbres. Ainsi,





une *classification automatique* des arbres a été effectuée en fonction de critères de forme (facteur d'élanement, proportion de houppier, rayon moyen du houppier...). Elle a donné des types synthétiques qui ont été classés en fonction de la concurrence subie.

Un tableau du même style que celui présenté auparavant (figure 8) a été construit, les types de forme remplaçant les facteurs pris isolément. Son analyse n'a pas donné de meilleurs résultats, une même forme pouvant donner la meilleure hauteur pour un type stationnel donné et la plus faible pour un autre.

IV.3.1.3. Bilan et conclusions

Contrairement à ce qui était espéré, l'effet de la concurrence sur la croissance en hauteur n'a pas pu être clairement mis en évidence. Diverses explications peuvent être avancées :

- **le protocole d'étude**

Plusieurs problèmes sont apparus lors du dépouillement des données. Les placettes étaient souvent *trop petites* pour bien décrire le peuplement. Ainsi, souvent de grosses réserves de chêne, de frêne voire de tremble et grisard n'étaient pas prises en compte alors qu'elles prenaient une place importante dans le peuplement. Ainsi, les données issues des placettes n'étaient pas fiables dans ce cas pour décrire la concurrence au sein du peuplement.

- **les groupes stationnels**

Il est possible que les groupes stationnels définis soient *trop larges* et que les différences entre stations, à l'intérieur d'un même groupe, masquent la concurrence (une forte concurrence peut faire augmenter la hauteur, mais si la station est moins bonne, cela ne se voit pas).

- **les peuplements concernés**

Même si parfois les peuplements concernés étaient assez homogènes, réguliers, monospécifiques et pleins (taillis simples avec quelques brins de franc pied, futaies sur souche, futaies...), souvent ils étaient *mélangés, hétérogènes* et *irréguliers* (mélanges futaie-taillis). Dans ces derniers, la structure verticale et horizontale des peuplements fait que des critères comme la densité ou la surface terrière sont moins pertinents pour définir la concurrence que dans des peuplements répondant à la loi de Eichhorn. Cela peut contribuer à expliquer les mauvais résultats obtenus lors de l'analyse des placettes.

- **l'architecture des aulnes**

L'analyse des données dendrométriques prises sur les arbres montre que les aulnes ont la plupart du temps des houppiers peu développés. Ainsi, on ne peut pas trouver des différences aussi marquées dans les formes des houppiers que pour le chêne ou le hêtre (AUBRY et DRUELLE, 1988). Cela peut s'expliquer :

- par le fait que l'aulne garde *intrinsèquement* un houppier *assez peu développé*,
- en raison des peuplements contenant les arbres de l'étude dans lesquels les aulnes ne pouvaient quasiment jamais obtenir le statut de *réserve* en croissance libre.

Ces formes relativement homogènes, comparées à d'autres essences, ont contribué à ne pas faire apparaître l'effet de la concurrence. De plus, les arbres choisis étant localement dominants, ils étaient assez peu sensibles à la concurrence.



Contrairement à ce qui était souhaité initialement, l'effet de la concurrence sur la hauteur totale des arbres n'a pas pu clairement être mis en évidence. Celle-ci n'a donc finalement pas été prise en compte et les arbres n'ont pas été regroupés en fonction de la concurrence subie. Cela introduit dans les résultats des sources d'imprécision.

IV.3.2. La hauteur prise en compte comme indice de fertilité

IV.3.2.1. Les éléments permettant le choix d'un seuil

Habituellement, les hauteurs utilisées comme indice de fertilité sont mesurées sur des arbres étant dans la même classe de diamètre. Comme ici, il était impossible de définir d'emblée les classes de diamètre intéressantes, des arbres de différentes grosseurs ont été mesurés.

Pour analyser les résultats, un graphique donnant la hauteur moyenne par classe de diamètre (ainsi que l'intervalle de confiance de la moyenne associé) a été tracé pour *chaque groupe stationnel*. Les résultats sont variables selon les groupes stationnels. Par exemple, pour les Aulnaies, on obtient le graphique présenté en figure 9.

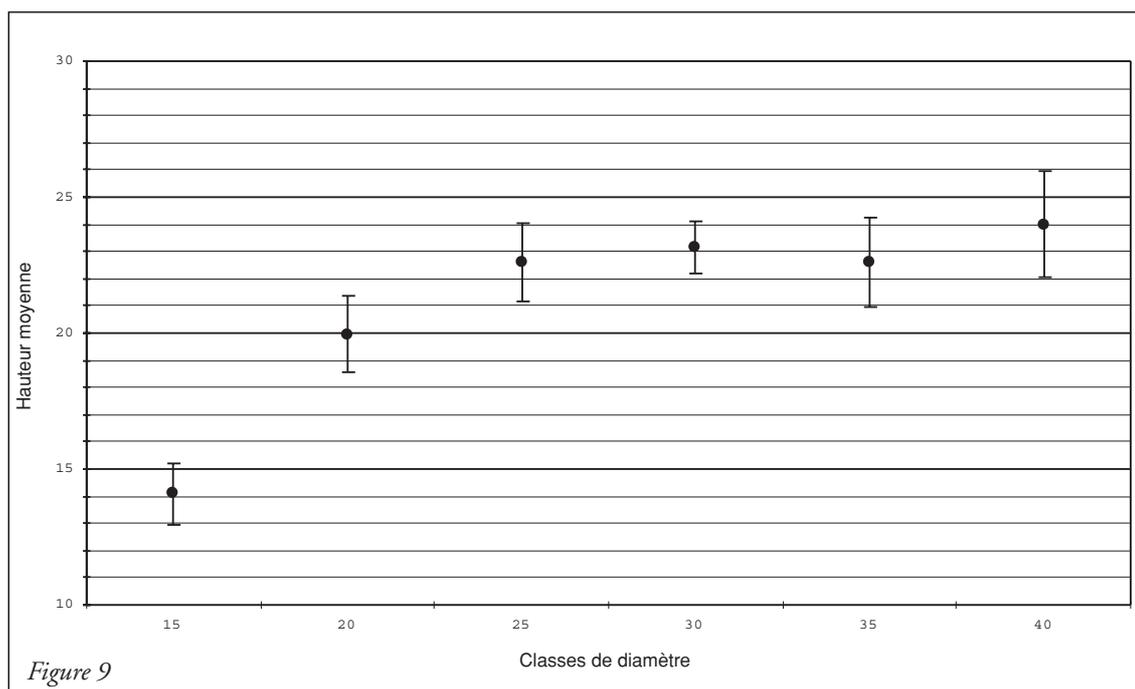


Figure 9

Il est aisé de remarquer qu'à partir de la classe 25, la hauteur moyenne des aulnes évolue très peu. La valeur moyenne atteinte (environ 23 m) peut alors être considérée comme une limite que l'aulne ne peut pas dépasser sur cette station (les variations autour de cette valeur pouvant être dues à de nombreux paramètres : erreurs de mesure, effet de la concurrence, large amplitude écologique des groupes stationnels définis, potentiel génétique...).

Des graphiques de ce style peuvent être obtenus avec les autres groupes stationnels. Ils sont parfois de satisfaisants comme dans le cas des Aulnaies-Frênaies, mais ils peuvent être plus irréguliers dans le cas des Chênaies riches, voire très irrégu-





liers dans le cas des Aulnaies-Frênaies de fond de vallon (figure 10). Pour ce dernier cas, les variations assez fortes sont en partie expliquées par le faible nombre d'arbres mesurés sur ce groupe stationnel.

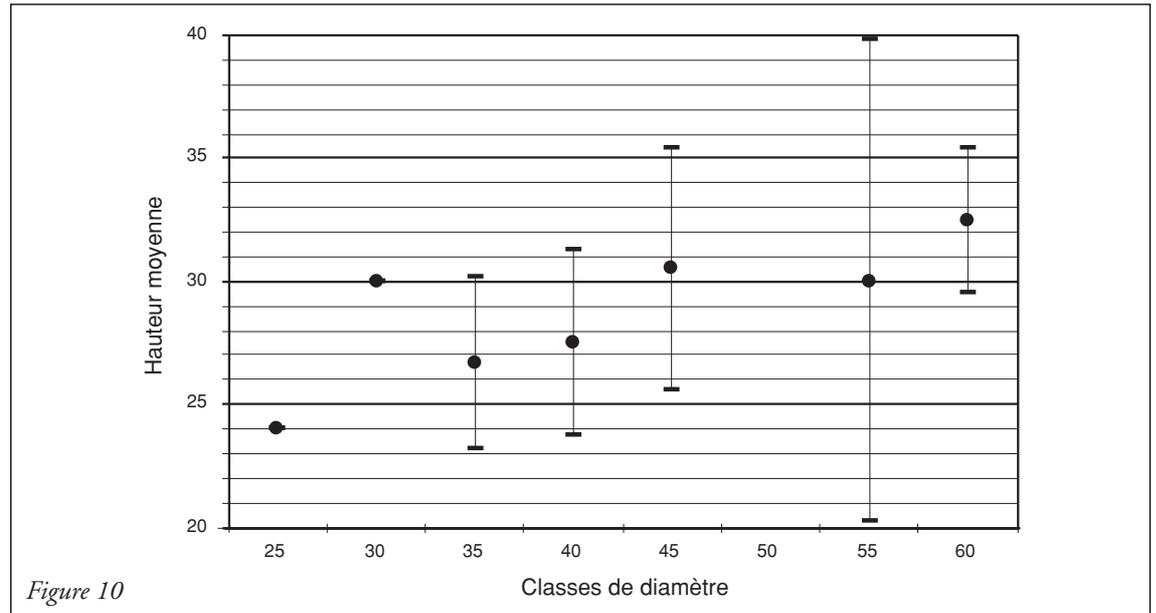


Figure 10

IV.3.2.2. La hauteur moyenne des arbres des classes 25 et plus comme indice de fertilité

La lecture des différentes courbes a montré que c'est assez souvent à partir de la classe de diamètre 25 que la croissance en hauteur est moins forte. Toutefois, sur les bonnes stations la croissance en hauteur peut parfois être encore assez forte jusqu'à la classe 30, voire la classe 35. Des tests statistiques ont donc été réalisés en prenant divers indices de fertilité :

- hauteur des arbres dominants biologiques de la **classe de diamètre 25**,
- hauteur des arbres dominants biologiques des **classes de diamètre 25, 30 et 35** (ces trois classes étant les plus représentées dans l'échantillon),
- hauteur des arbres dominants biologiques des **classes de diamètre 25 et plus...**

C'est le troisième indice qui a donné les meilleurs résultats statistiques (vraisemblablement en raison d'un plus grand nombre d'individus pris en compte dans ce cas). Il a donc été retenu.



L'analyse des graphiques donnant la hauteur moyenne par classe de diamètre a permis de montrer qu'il existe pour les groupes stationnels une classe de diamètre pour laquelle la croissance en hauteur devient faible. La classe de diamètre 25 semblant être un bon compromis, l'indice de fertilité utilisé est la hauteur des arbres dominants de plus de 22,5 cm de diamètre.

IV.3.3. Comparaison des hauteurs moyennes obtenues

Les groupes stationnels ayant été définis et un indice de fertilité ayant été choisi, il est possible de faire une comparaison des groupes stationnels en fonction de l'indice de fertilité. Pour cela, une *analyse de variance à un facteur* a été utilisée. Elle permet de connaître les moyennes qui ne sont pas significativement diffé-

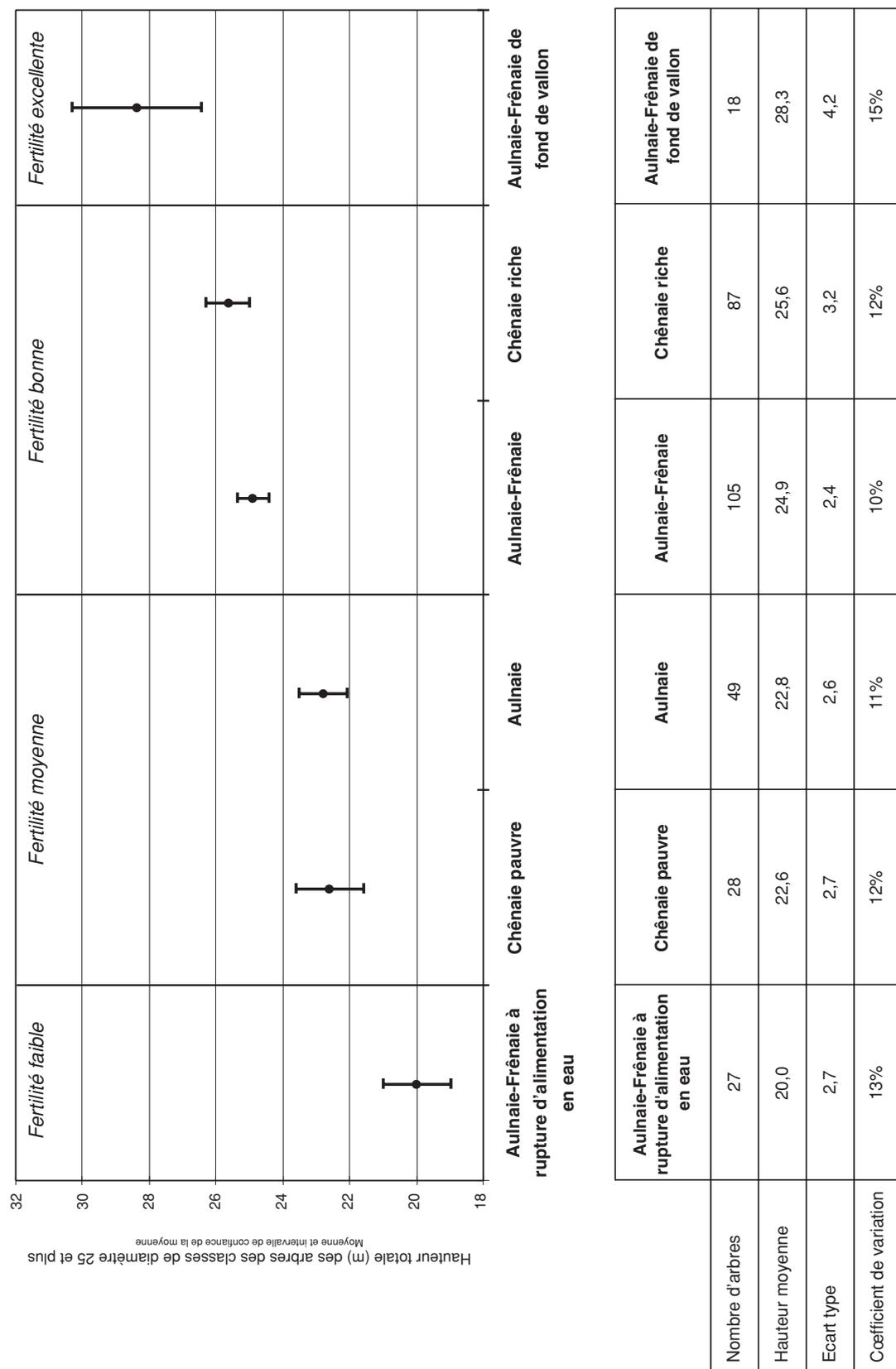


Figure 11

rentes et de tracer les ruptures sur le graphique donné en figure 11. Sur cette même figure est donné un tableau présentant divers résultats statistiques.

Les principaux résultats de l'analyse de variance sont donnés en annexe. La part de la variance expliquée par le découpage en groupes stationnels est de 32 %. Cela signifie donc que de nombreux autres facteurs interviennent sur l'indice de ferti-



té, par exemple, la concurrence, les erreurs de mesure, la génétique, les erreurs de classement en groupes stationnels...

Il faut de plus remarquer que les coefficients de variation obtenus fluctuent plus que dans d'autres études : ils varient ici de 10 à 15 % alors qu'ils sont plutôt compris entre 4 et 10 % dans des études par type de station avec comme indice de fertilité la hauteur pour une classe de diamètre donnée (DOUSSOT et GRAND-JEAN 1989). Cela s'explique par le fait qu'ici les groupes stationnels ont une amplitude écologique plus large que des types de stations de catalogues et que l'indice de fertilité s'appuie sur plusieurs classes de diamètre et non une seule.

A titre de comparaison, l'étude du douglas en Pays d'Othe (GILBERT, 1995) qui s'appuie sur des types stationnels et sur une hauteur à un âge donné donne une part de variance expliquée par les stations de 52 %. Les résultats obtenus ici sont donc moins bons, mais la différence n'est pas excessive.



Bien que les méthodes utilisées ici ne soient pas celles usitées habituellement, on obtient des résultats assez satisfaisants. Il est en effet possible de distinguer - en fonction des différentes hypothèses concernant le choix d'un indice de fertilité, la non-considération de la concurrence et le découpage en groupes stationnels - quatre niveaux de fertilité. Ce résultat mériterait toutefois d'être confirmé et éventuellement affiné à l'aide des méthodes usuelles. Il est cependant suffisant par rapport aux objectifs de cette étude.

IV.3.4. Courbes de régression hauteur/diamètre par station

Des courbes de régression donnant la hauteur en fonction du diamètre ont été établies. Les résultats sont donnés dans le tableau 5 et dans la figure 12.

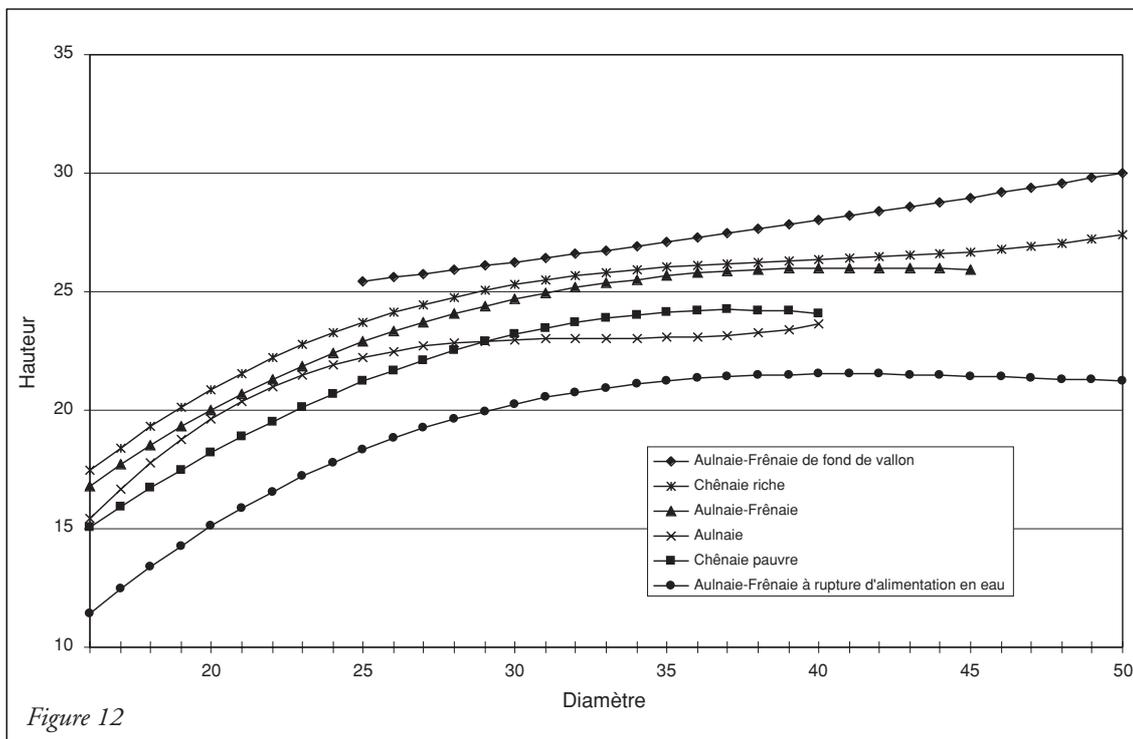
Tableau 5

	Equation	Coefficient de détermination	Coefficient de corrélation
Aulnaie-Frênaie de fond de vallon	$H = 0,0012 d^2 + 0,0941 d + 22,368$	0,215	0,46
Chênaie riche	$H = 0,0006 d^3 - 0,067 d^2 + 2,7283 d - 11,343$	0,3038	0,55
Aulnaie-Frênaie	$H = 0,0003 d^3 - 0,0426 d^2 + 2,0536 d - 6,3069$	0,6417	0,80
Aulnaie	$H = 0,0016 d^3 - 0,1549 d^2 + 5,0965 d - 32,908$	0,5205	0,72
Chênaie pauvre	$H = 0,0006 d^3 - 0,067 d^2 + 2,7283 d - 11,43$	0,3038	0,55
Aulnaie-Frênaie à rupture d'alimentation en eau	$H = 0,0004 d^3 - 0,0553 d^2 + 2,5255 d - 16,459$	0,5786	0,76

Dans une certaine mesure, les courbes confirment l'existence d'un seuil de diamètre à partir duquel la croissance en hauteur est ralentie, mais cela est nettement moins visible que sur les courbes abordées au paragraphe IV.3.2.1. Il est également possible de constater que la hiérarchie entre groupes stationnels est respectée sur ce graphique. Par exemple, l'Aulnaie-Frênaie de fond de vallon est bien le groupe stationnel pour lequel les hauteurs sont les plus importantes.



Les courbes de régression (diamètre/hauteur) confirment en partie l'existence de seuils de diamètre à partir desquels la croissance en hauteur est moins forte. Ces courbes permettent également d'obtenir le même classement que celui obtenu lors de l'analyse des hauteurs moyennes par groupe stationnel.



Dans une large mesure, les résultats obtenus vont dans le même sens que ceux cités en bibliographie. Toutefois, les aulnaies-boulaies (stations engorgées et acides) rencontrées en Belgique (CLÆSSENS et THIBAUT, 1994) n'ont que très peu été rencontrées, faute de sondages en Ardenne primaire vraisemblablement. Elles n'ont donc pas pu être différenciées.

Généralement les chênaies ou chênaies-frênaies ne sont pas étudiées lorsqu'on s'intéresse aux potentialités de l'aulne car cette essence y est le plus souvent peu représentée. Cela est dommage car ces stations peuvent donner -lorsqu'elles sont riches chimiquement- de bonnes croissances pour cette essence.

V. Analyse des données dendrométriques et sylvicoles

V.1. Les types de peuplements rencontrés

V.1.1. Analyse de la description des placettes

Lors des relevés de terrain, pour chaque placette, le type de peuplement a été noté. D'ordinaire, les descriptions de peuplements sont difficilement utilisables car elles sont assez hétérogènes et fortement liées au descripteur. Dans le cas présent, une seule personne a décrit les peuplements des 105 placettes en utilisant un vocabulaire strict et précis, mais volontairement limité. Ainsi, ces données sont plus facilement utilisables.

L'analyse de ces descriptions et des relevés dendrométriques a permis de définir six grands groupes de peuplements. Ils sont présentés dans le tableau 6. Les profils schématiques correspondants sont représentés sur la figure 13.

Type	Nom du peuplement	Place de l'aulne	Nombre de placettes où est présent ce type de peuplement	Proportion correspondante*
A	Taillis simple	L'aulne est l'essence la plus représentée, même s'il est possible de rencontrer quelques frênes ou saules. La majorité des essences sont de taillis, mais il est possible de trouver quelques arbres de franc-pied.	10	10 %
B	Taillis vieilli ou futaie sur souche	L'aulne est l'essence la plus représentée, même s'il est possible de rencontrer quelques autres essences. La majorité des arbres sont issus de souche. Ces peuplements sont issus du vieillissement d'un taillis.	47	45 %
C	Réserves éparses avec sous-étage d'Aulne	Ces peuplements possèdent un étage dominant très lâche composé de quelques frênes, chênes, peupliers ou grisards. L'aulne occupe le sous-étage. Il peut être de franc pied, de taillis ou sur souche.	17	16 %
D	Taillis avec réserves moyennement riche à dominante BM/GB	L'aulne dans ces peuplements est présent dans le sous-étage, mais il peut avoir parfois le statut de réserve (aulnes ayant connu au moins deux rotations de taillis). Généralement, il y a de nombreuses autres essences dans ces peuplements.	5	5 %
E	Perchis ou jeune futaie	L'aulne est majoritaire. Il existe quelques individus de taillis ou sur souche.	12	11 %
F	Futaie régulière plus ou moins mélangée	L'aulne peut avoir une place variable dans ces peuplements. Il est possible de trouver quelques individus de taillis ou sur souche.	14	13 %
Total			105	

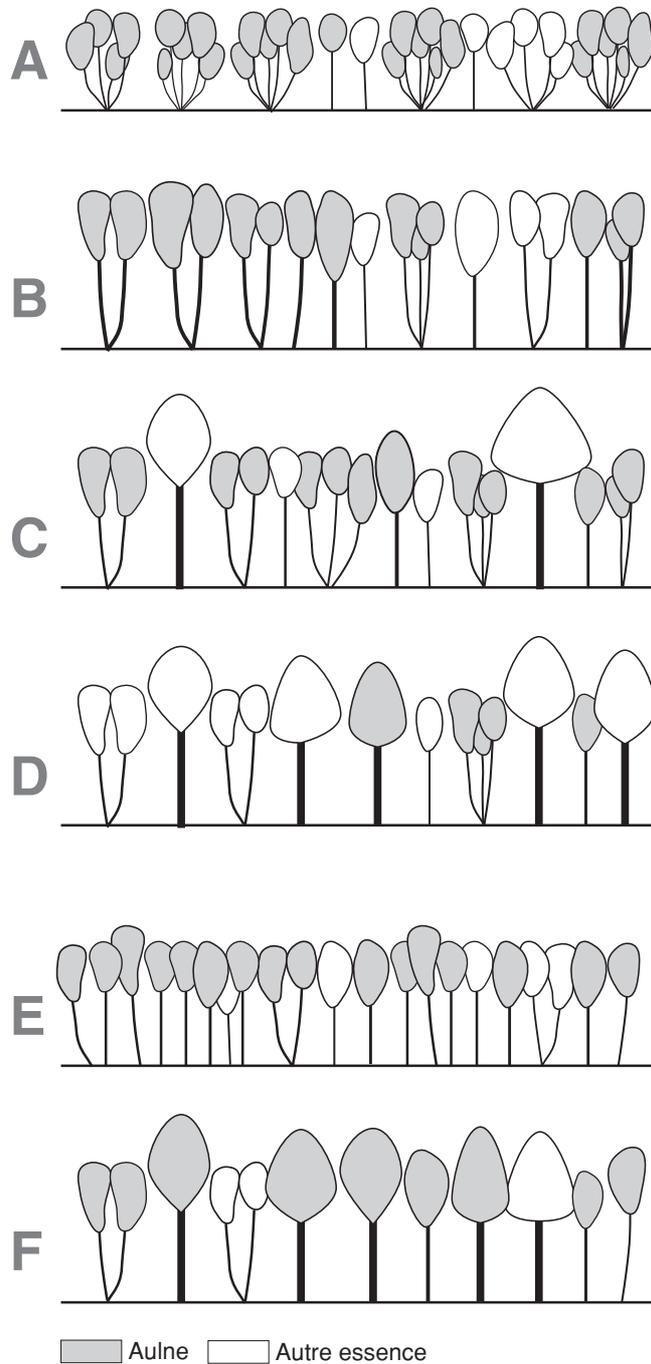
* Ces pourcentages ne sont donnés qu'à titre indicatif car l'échantillonnage ne s'est pas fait au hasard.

Tableau 6

Les peuplements de *taillis simple* ou ayant comme origine le taillis simple sont dominants dans l'échantillon traité. Cette information rejoint l'analyse des données de l'IFN. L'examen des données dendrométriques montre toutefois, même si ces résultats sont à relativiser en raison de la petite taille des placettes, que la proportion (en nombre de tiges) d'arbres de taillis varie de 0 à 100 % et que toutes les valeurs intermédiaires sont à peu près équiprobables. Il est donc rare que les peuplements ne contiennent que des cépées ou que des arbres de franc pied, le mélan-



Figure 13



ge des deux, dans des proportions variables étant le plus courant. De plus, dès que les peuplements sont suffisamment âgés, il est possible de trouver un certain nombre d'*arbres sur souche*, issus du vieillissement du taillis.

Si les peuplements présentés comportent la plupart du temps une assez forte proportion d'aulne, c'est simplement en raison du plan d'échantillonnage qui privilégiait les peuplements dans lesquels l'aulne est bien représenté. Les profils schématiques tentent de transcrire cela, mais la *variabilité* dans chaque grand groupe est importante.

En ce qui concerne la place de l'aulne dans les peuplements, un certain nombre de constatations peuvent être faites. Par exemple, pour que l'aulne soit présent de manière conséquente dans l'étage dominant, il faut qu'il soit de loin l'essence majoritaire. En effet, dès qu'il se trouve sur des stations pouvant accepter facilement d'autres essences (Aulnaies-Frênaies, Chênaies...), celles-ci prennent facilement le dessus, même si les aulnes sont de bonne taille. Par exemple, il est possible





de rencontrer des aulnes de 25 à 30 m de haut dominés par des frênes ou des chênes de 35 à 40 m. L'aulne se comporte comme une essence de seconde grandeur dans ce cas.

L'aulne peut toutefois avoir parfois le statut de réserve dans des mélanges futaie-taillis, mais cela est assez rare. Cela peut par exemple arriver pour les peuplements de taillis avec réserves moyennement riches à dominante BM/GB.



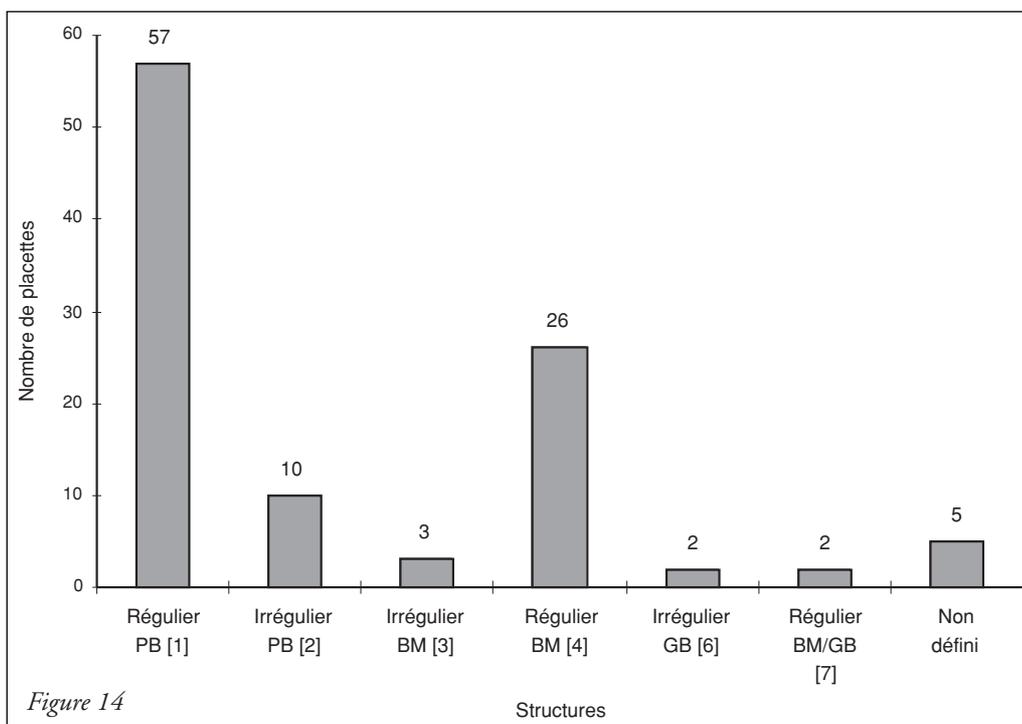
L'analyse des descriptions de peuplements montre qu'une part importante des peuplements sont issus de taillis simples plus ou moins vieilliss. Il est également possible de rencontrer des mélanges taillis-futaie, voire des futaies vraies. Souvent, les peuplements possèdent à la fois des arbres de franc pied et des arbres de taillis, ainsi que des arbres sur souche.

V.1.2. Classement des placettes selon une typologie

Bien que cela ne soit pas son utilisation première, une typologie des peuplements issus de taillis sous futaie en cours de développement a été employée pour classer les placettes. Les principaux éléments de cette typologie sont fournis en annexe.

Malgré certaines précautions à prendre, la petite taille des placettes ayant servi au classement ne permettant pas nécessairement de bien appréhender le peuplement, certains résultats semblent intéressants.

Par exemple, en analysant la structure des placettes à l'aide de la typologie, on obtient les résultats de la figure 14. Les structures non définies correspondent à des peuplements où les arbres sont trop jeunes et donc non précomptables.



La lecture de ce graphique montre que les peuplements fortement régularisés, voire réguliers dominent (types 1 et 4). Cela vient confirmer ce qui a été vu sur le terrain et lors de l'analyse des descriptions de peuplements (paragraphe V.1.1.).

Ces types correspondent assez bien aux taillis ou perchis (type 1) et aux taillis vieillis et futaies sur souche (type 4).

Si les autres types de structure sont assez peu représentés, cela tient non seulement aux peuplements présents mais aussi en partie à un biais dû à la taille des placettes. En effet, celles-ci étant souvent trop petites, elles ne prenaient parfois en compte que le sous-étage et non les réserves aux alentours, pour peu qu'elles soient éparses. Ainsi, les types 2, 3, 5, 6 et 7 pourraient être plus représentés avec des placettes plus grandes. Certains peuplements contenant de l'aulne peuvent être globalement plus irréguliers (au niveau de la réserve notamment), même si les aulnes qu'ils contiennent forment un sous-peuplement régulier (souvent le sous-étage). Ceci étant dit, les peuplements réguliers ou fortement régularisés sont les plus fréquents.



L'analyse des structures montre que les peuplements régularisés petits bois ou régularisés bois moyens dominant, même si cela est amplifié par la petite taille des placettes. Les peuplements âgés où les gros bois d'aulnes sont présents en grande quantité sont rares.

V.1.3. Analyse des correspondances entre descriptions et stations

Pour les 105 placettes, un tableau de contingence donnant la répartition des placettes selon les groupes stationnels et les groupes sylvicoles, peut être construit. Ce tableau peut ensuite être analysé à l'aide d'une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) puis d'une CAH (Classification Ascendante Hiérarchique) sur coordonnées factorielles. Les principaux résultats de ces traitements statistiques sont fournis en annexe.

L'analyse des résultats fait ressortir certaines tendances :

- Les peuplements de perchis ou jeune futaie sont souvent rencontrés sur le groupe stationnel des Chênaies pauvres.
- Les peuplements de futaie régulière plus ou moins mélangée se rencontrent plutôt sur les Aulnaies-Frênaies.
- Les taillis vieillis, futaies sur souche et peuplements avec réserves éparses et sous-étage d'aulne sont assez corrélés avec les Chênaies riches.
- Les taillis simples sont assez souvent trouvés sur des Aulnaies.

Ces tendances sont à prendre avec précaution. En effet, l'échantillonnage n'était pas aléatoire et les placettes sont assez peu nombreuses. Toutefois, certaines observations - par exemple, la présence de *taillis simples sur les stations les plus humides* (Aulnaies) - avaient déjà été faites lors de la campagne de terrain.



La répartition des peuplements selon les stations ne semble pas être aléatoire. Certains peuplements ont été rencontrés plutôt sur certains groupes stationnels, mais cela reste à confirmer.

V.1.4. Analyse des correspondances entre descriptions des peuplements et types de structure

Les peuplements ont été classés à l'aide des descriptions faites sur le terrain et d'après une typologie des peuplements (classement selon la structure). Une analy-





se du tableau de contingence résultant a donc été effectuée, selon la même méthodologie que celle employée au V.1.3.

L'analyse des résultats fait ressortir certaines tendances :

- Les **peuplements jeunes** (A, taillis simple et E, perchis ou jeune futaie) souvent ne sont pas classés selon la typologie (structure non définie). Cela provient du fait que les tiges présentes n'étaient pas précomptable, ce qui est normal pour ces peuplements. Quand ils sont classés dans une structure, il s'agit de la structure 1 : *régulier PB* ce qui semble tout à fait normal.
- Les peuplements à **réserves éparses avec sous-étage d'Aulne** (C) correspondent à la structure 4 (régulier BM) et dans une moindre mesure aux structures 2 et 1 (régulier et irrégulier PB). Les aulnes occupant le sous-étage, il est normal de trouver une prédominance des PB et BM. La présence des BM peut être expliquée par quelques aulnes d'assez gros diamètre (taillis vieillis, arbres sur souche ou de futaie) ou bien par la prise en compte de quelques réserves d'autres essences sur la placette.
- Les **taillis vieillis et futaies sur souche** (B) correspondent majoritairement à la structure 1 (régulier PB) et dans une moindre mesure aux structures 2 et 4 (irrégulier PB et régulier BM). Ce résultat est tout à fait cohérent : ces peuplements sont issus de taillis, réguliers et les PB et BM y sont dominants.
- Les **futaies régulières plus ou moins mélangées** (F) semblent surtout liées à la structure 6 (irrégulier GB) et un peu à la structure 7 (régulier BM/GB). Ce résultat est également tout à fait cohérent.
- Les **taillis avec réserves moyennement riches à dominante BM/GB** (D) ont un lien assez léger avec la structure 3 (irrégulier BM). Là encore, la description des peuplements correspond assez bien avec la typologie des structures.



Globalement, il y a une bonne cohérence entre la typologie des structures et les descriptions de peuplements. Cela conduit à penser que les méthodes utilisées pour décrire les peuplements sont satisfaisantes.

V.2. La forme des arbres

Lors de la phase de terrain, des données individuelles ont été prises sur les arbres. Ces mesures avaient non seulement comme objectif de quantifier la concurrence, mais également celui de mieux connaître la forme des aulnes rencontrés. L'analyse des formes apporte en effet des *informations sylvicoles* (conditions de croissance, aspect des peuplements...) mais également des informations concernant la *qualité des bois* (hauteur élaguée, longueur des grumes...). Elle permet de mieux choisir ensuite les sylvicultures à appliquer.

V.2.1. Les variables prises en compte

Un certain nombre de variables mesurées ou calculées à partir de mesures ont été présentées au § II.3.4.2. et au § IV.2.2. Ces variables peuvent être classées dans différents groupes :

- **Variables de forme**

diam diamètre à 1,3 m,



H _t	hauteur totale,
H _f	hauteur de la première feuille,
H _e	hauteur de grume élaguée,
r _i	les quatre rayons de houppiers orthogonaux (grand axe [r ₁ -r ₂] et petit axe [r ₃ -r ₄]),

- Variables de concurrence

Elles ont été présentée en figure 7.

- Variables de dissymétrie

Des nouvelles variables ont été construites pour tenir compte de la dissymétrie du houppier. Il s'agit du *coefficient de variation du rayon moyen* (noté Cv) et de l'indice *e* de dissymétrie calculé à partir des quatre rayons orthogonaux (deux indices de dissymétrie intermédiaires ont été créés pour chaque axe du houppier).

$$e_{1-2} = \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_1 + r_2}\right)^2 + \left(\frac{r_2}{r_1 + r_2}\right)^2}$$

$$e = (e_{1-2} \cdot e_{3-4})^2$$

V.2.2. La typologie des formes obtenue

V.2.2.1. Les méthodes employées

Une première Analyse en Composantes Principales (ACP) normée a été effectuée sur l'ensemble des données. L'examen de la matrice des corrélations a montré un assez grand nombre de corrélations entre variables (certaines corrélations résultant tout simplement du calcul des variables).

Pour tenir compte de cela et pour ne pas complexifier le problème, une seconde analyse a été effectuée avec un jeu réduit de variables. Le cercle des corrélations résultant de cette seconde ACP est fourni en figure 15. La matrice des corrélations correspondante est également fournie (tableau 7).

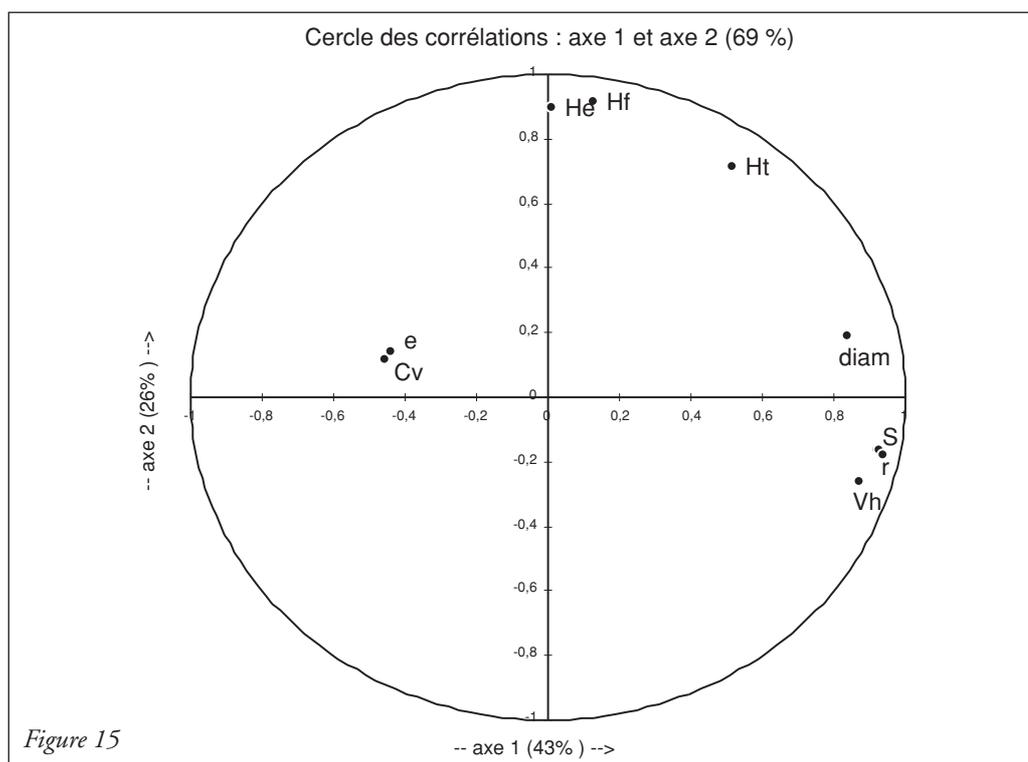


Figure 15



Tableau 7

	diam	Ht	Hf	He	r	Cv	e	S	Vh
diam	1,00								
Ht	0,63	1,00							
Hf	0,19	0,62	1,00						
He	0,09	0,51	0,78	1,00					
r	0,70	0,28	0,01	-0,12	1,00				
Cv	-0,15	-0,03	-0,07	-0,01	-0,31	1,00			
e	-0,14	-0,03	-0,05	0,02	-0,31	0,86	1,00		
S	0,70	0,28	0,01	-0,10	0,98	-0,33	-0,29	1,00	
Vh	0,72	0,37	-0,23	-0,24	0,83	-0,21	-0,19	0,85	1,00

Divers types de corrélation apparaissent :

- **Corrélations entre variables d'un même groupe**

La hauteur de la première feuille (Hf) est par exemple corrélée à la hauteur élaguée (He). De même, le coefficient de variation du rayon moyen du houppier (Cv) est corrélé à l'indice de dissymétrie (e). Ces corrélations sont simplement dues au fait que les variables d'un même groupe quantifient des résultats comparables.

- **Corrélations induites par des calculs**

Le rayon moyen du houppier (r) est fortement corrélé à la surface (S) et au volume du houppier (V). Cela est obligatoire car c'est ce rayon moyen qui intervient comme première variable dans le calcul de ces grandeurs !

- **Corrélations entre variables de groupes différents**

Le diamètre (diam) est une variable très intéressante car elle est corrélée à de nombreuses autres. Ainsi, en général les gros arbres:

- sont plutôt grands (corrélations avec Ht, la hauteur totale)
- ont plutôt un gros houppier (corrélations avec r, le rayon moyen du houppier, S et V, surface et volume du houppier).

A la suite de l'ACP, une classification automatique (Nuées dynamiques) a été réalisée sur les coordonnées factorielles. Elle a été validée à l'aide d'une Analyse Factorielle Discriminante (AFD). Le taux de bon reclassement selon cette dernière analyse est voisin de 94 %.



Des analyses multivariées permettent de mieux comprendre les relations qui existent entre les différentes variables notées sur les arbres. Le diamètre à hauteur de poitrine est une variable intéressante car il est corrélé à beaucoup d'autres variables et car il est facile à mesurer. Les analyses multivariées permettent également de classer les arbres en groupes homogènes, en fonction des principales données qui ont été mesurées.

V.2.2.2. Les résultats obtenus

Cinq formes typiques ont été définies à l'aide d'analyses multivariées. Elles sont présentées en figure 16. Le tableau 8 résume les principales données dendrométriques moyennes pour chaque groupe.

Comme cela a déjà été signalé au § VI.3.1.3., il n'a pas été mesuré d'aulnes trapus et ayant des houppiers volumineux ressemblant à des chênes ou des hêtres de taillis sous futaie. Cela est dû soit au fait que les aulnes ont toujours un *houppier assez peu développé*, soit à la *concurrence* au sein des peuplements échantillonnés.

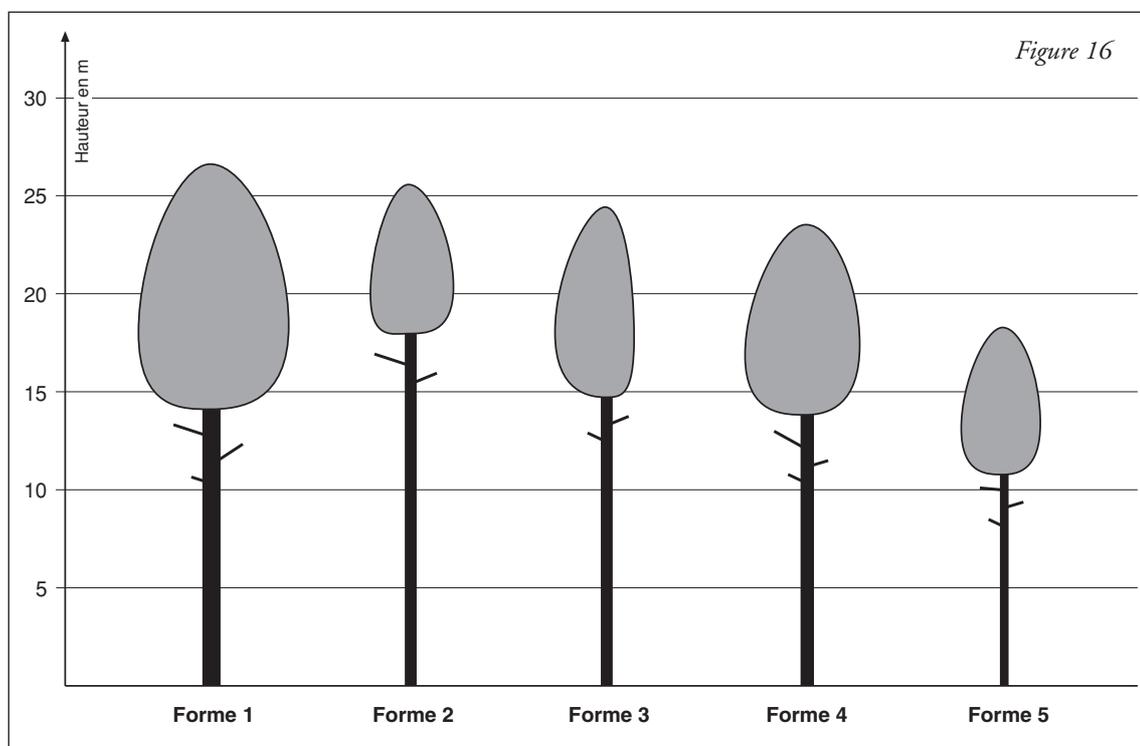


Tableau 8

	Forme 1	Forme 2	Forme 3	Forme 4	Forme 5
Effectifs	46	103	34	100	82
Diamètre moyen (diam) en cm	46	30	29	34	22
Hauteur totale moyenne (Ht) en m	26,5	25,4	24,2	23,7	18,1
Hauteur moyenne de la première feuille (hf) en m	14,0	17,8	14,5	14,0	10,6
Hauteur moyenne élaguée (He) en m	10,5	15,3	12,8	10,7	8,1
Rayon moyen (r) en m	3,8	2,1	2,0	2,9	2,0
Coefficient de variation moyen (Cv)	24%	31%	70%	28%	34%
Indice de dissymétrie moyen (e)	0,28	0,29	0,50	0,28	0,30
Volume moyen de houppier (Vh) en m ³	274	54	60	122	49

Globalement, les formes rencontrées correspondent bien à celles qui sont habituellement trouvées en peuplements réguliers assez denses (taillis simple, futaie régulière). Les variations sur la largeur du houppier sont assez faibles

Généralement, la *hauteur moyenne élaguée* est assez satisfaisante, ce qui permet d'obtenir des grumes. Toutefois, en raison de l'origine des peuplements (de nombreux peuplements sont issus de taillis), il est assez courant de trouver des aulnes *tordus et déformés* (surtout au pied). Des arbres méplats peuvent également être rencontrés.

Bien que cela soit lié aux conditions stationnelles, les aulnes peuvent dans certains cas atteindre des diamètres importants en tout cas pour les arbres dominants et codominants. En observant la répartition des diamètres des aulnes mesurés lors de la campagne de terrain (figure 17), il est possible de constater qu'un bon nombre peuvent fournir du bois d'œuvre.

Toutefois, les résultats de cette figure 17 sont à relativiser. En effet :

- l'échantillonnage n'était pas aléatoire,
- seuls les arbres dominants, voire codominants ont été mesurés,



- beaucoup de peuplements immatures et contenant des aulnes de petit diamètre ont été visités.

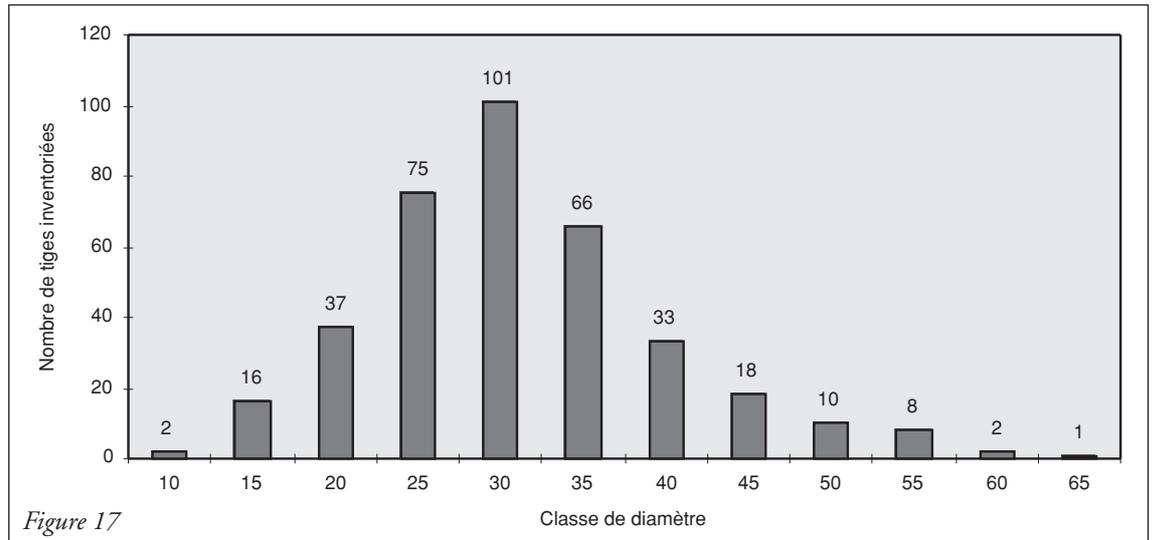


Figure 17

V.2.2.3. Analyse de la présence de gourmands

La présence de gourmands a été notée sur tous les arbres mesurés lors de la phase de terrain. Elle a été codifiée comme suit :

- 0 pas de gourmand
- 1 quelques gourmands
- 2 gourmands assez nombreux
- 3 gourmands nombreux

Sur l'échantillon (non aléatoire) d'aulnes mesurés, on obtient les résultats traduits par le graphique donné en figure 18. Globalement, même si cet échantillon n'est pas aléatoire, il apparaît que les aulnes sans gourmands sont majoritaires. Cependant les aulnes ayant reçu la note 1, 2 ou 3 sont assez nombreux.

Chaque arbre ayant reçu une note, il a été possible d'analyser les relations existant entre la présence et l'abondance de gourmands d'une part, et divers autres paramètres (station, type de peuplement, forme des arbres...) d'autre part.

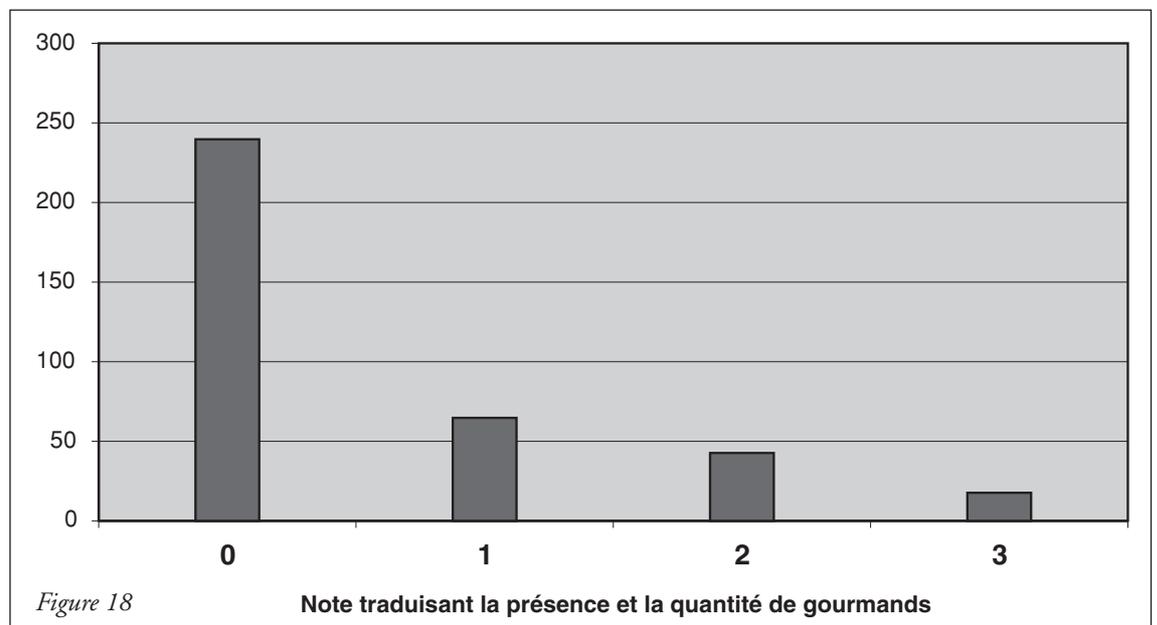


Figure 18

Divers tableaux de contingence ont été construits. Leur analyse (test du χ^2 , AFC et CAH) donne les résultats suivants :

- Relations entre gourmands et stations

Un test effectué sur le tableau de contingence (χ^2) indique qu'il n'y a pas de relations significatives entre les stations et la présence de gourmands.

- Relations entre gourmands et types de peuplements

Les analyses statistiques font apparaître des relations entre les types de peuplements et la présence de gourmands.

Ainsi, la note 0 (pas de gourmand) est assez bien corrélée au type de peuplement B (Taillis vieilli ou futaie sur souche) et dans une moindre mesure au type de peuplement A (Taillis simple). Ces peuplements étant généralement très denses, cette correspondance s'explique assez bien.

Une autre correspondance existe entre la note 1 (présence de quelques gourmands) et le type de peuplement C (Réserves éparses avec sous-étage d'aulne). Pour les autres peuplements et les notes de gourmands plus élevées (2 et 3), il n'y a pas de correspondances fortes. Les arbres ayant beaucoup de gourmands peuvent donc être trouvés dans quasiment tous les types de peuplements. Dans ce cas, d'autres facteurs que le type de peuplement sont à mettre en cause pour expliquer la présence de gourmands.

- Relations entre gourmands et forme des aulnes

L'analyse factorielle des correspondances suivie d'une classification ascendante hiérarchique indique certaines relations entre gourmands et forme des arbres.

De manière surprenante, la forme 1 correspond à la note 2 pour les gourmands en se référant à l'analyse factorielle des correspondances. Cela peut étonner dans la mesure où les arbres de forme 1 ont généralement un gros houppier et sont largement dominants. Une explication possible est que certains de ces arbres ont été rencontrés en pleine lumière et sans concurrence autour d'eux (pas d'arbre adulte, ni de gainage d'arbres plus jeunes). L'absence de concurrence peut expliquer que dans certains cas il soit possible de trouver une branchaison forte y compris sur le tronc. De toute manière, les résultats de l'AFC sont à relativiser car si 28 % des arbres de la forme 1 ont effectivement la note 2, 50 % ont la note 0 (absence de gourmands) ce qui est plus logique.

Le fait que la forme 4 corresponde à l'absence de gourmand (note 0) est plus facile à expliquer. En effet, ces arbres ont généralement une silhouette équilibrée (coefficient d'élancement voisin de 70) et un houppier assez développé pour des aulnes.

Une autre correspondance de valeur plus faible existe entre les formes 2 et 3 et une présence de gourmands faible (note 1). Ces arbres étant déséquilibrés (très faible proportion de houppier feuillé par rapport à la hauteur totale, H/D voisin de 85), cette relation est normale.

Pour la note 3 (beaucoup de gourmands), il n'existe pas de forme qui puisse être mise en relation. Cela signifie donc que cette note (qui concerne peu d'arbres car moins de 5 % des arbres l'ont reçue) semble indépendante de la forme des arbres. D'autres facteurs doivent donc dans ce cas expliquer cette présence importante de gourmands.





Une étude plus complète sur les gourmands de l'aulne a été conduite en Belgique (CLÆSSENS, 1990). Elle fait apparaître un coefficient de synthèse qui est assez bien corrélé à l'apparition des gourmands. Cependant, cette grandeur n'étant pas habituellement manipulée par les forestiers, un tableau travaillant avec le facteur d'élanement ($Ht/diam$) a été dressé. Il donne les valeurs critiques de $Ht/diam$ pour lesquelles le risque d'avoir des gourmands apparaît, en fonction de l'âge.

Age des aulnes (années)	20	30	45	65
Valeur critique de $Ht/diam$	1,2	0,9	0,8	0,7



De manière globale, la présence des gourmands peut être expliquée de façon assez satisfaisante en fonction des types de peuplements et de la forme des arbres. Comme cela est généralement le cas, les arbres à houppier peu développé sont assez sensibles. Même si l'analyse des peuplements montre que les arbres à gourmands sont rares dans les taillis jeunes, les taillis vieillis et les futaies sur souche, il ne faut pas conclure que ce sont ces sylvicultures qu'il faut favoriser. En effet, les arbres de ces peuplements sont généralement de la forme 2, 3 ou 5. Ils sont donc déséquilibrés et les interventions sylvicoles (éclaircies, balivages, détourages...) peuvent faire apparaître de nombreux gourmands, surtout pour les plus intenses.



Exemple de jeune taillis d'aulne sur station humide (Aulnaie marécageuse, HH).



L'analyse des formes montre que les variations des données dendrométriques (taille du houppier, notamment) sont plus faibles chez l'aulne que pour des essences comme le chêne et le hêtre. Cela peut provenir des peuplements échantillonnés (peuplements assez denses) ou de la propension de l'aulne à ne pas développer de gros houppiers. Assez souvent, les arbres mesurés peuvent donner de beaux fûts assez bien élagués naturellement. Toutefois, en fonction de l'origine des peuplements, des problèmes de courbure basale sont à craindre parfois. Il faut également veiller à ne pas favoriser l'apparition de gourmands, les sujets déséquilibrés étant fragiles.



Un exemple de réalisation de détou-rage dans une aulnaie d'une quinzai-ne d'années. Les flèches blanches montrent les arbres coupés; la flèche noire un arbre désigné.



Aulne issu d'une cépée. Il est possible de noter la déformation au pied (flèche blanche).

VI. Quel avenir pour l'aulne ?

VI.1. Valoriser cette essence en respectant les stations fragiles ou rares

Comme cela a été signalé au paragraphe II.2.2., les stations à aulne (notamment les plus humides) sont caractérisées par une forte *valeur patrimoniale*. Elles hébergent assez souvent des plantes relativement rares inféodées aux milieux humides. S'il est légitime dans certains cas de valoriser au mieux les peuplements contenant de l'aulne, cela doit se faire en parfaite connaissance du milieu et en mesurant bien toutes les conséquences possibles.

Le drainage peut par exemple banaliser fortement le milieu. Il est donc à utiliser avec précaution d'autant plus que les investissements ne seront pas toujours valorisés par les productions futures.

Les boisements linéaires le long des cours d'eau, même s'ils ont été écartés de cette étude ont un rôle particulièrement intéressant. Ils interviennent notamment dans la consolidation des berges (GIRAULT, 1998) et sont donc à ce titre à maintenir.

Ces restrictions étant faites, la production de bois d'aulne n'implique pas nécessairement une dénaturation du milieu. La sylviculture doit être faite en connaissant le milieu et en raisonnant les interventions sylvicoles en fonction de celui-ci.



VI.2. Les règles générales de sylviculture

Les expérimentations sylvicoles concernant l'aulne sont très rares en forêt privée champardennaise. Ainsi, par manque de recul concernant les peuplements locaux, ce sont les données bibliographiques générales qui sont utilisées. Ceci n'est pas trop gênant dans la mesure où les peuplements d'aulne semblent être assez peu variables d'une région à l'autre.

L'analyse bibliographique faite au paragraphe I.2 donne comme conclusion générale la nécessité d'interventions précoces et intenses afin de bien profiter de la croissance juvénile de cette essence. L'analyse des placettes faite à la suite de la campagne de terrain montre que beaucoup de peuplements rencontrés sont assez âgés et n'ont pas connu d'interventions sylvicoles. Il est donc nécessaire de s'intéresser non seulement aux schémas idéaux de sylviculture, mais aussi de prévoir des itinéraires techniques sylvicoles de rattrapage.

Dans le même ordre d'idée, beaucoup d'auteurs préconisent des plantations d'aulne. Ces techniques sylvicoles peuvent se révéler parfois intéressantes, mais ce sont surtout les peuplements déjà en place (taillis simples, mélanges futaie-taillis voire futaie) qui sont prépondérants et qui peuvent poser des problèmes aux gestionnaires.

VI.3. Quelle sylviculture pratiquer selon les peuplements et les stations rencontrés ?

Des itinéraires techniques ayant été définis par différents auteurs, il est intéressant de voir comment il est possible de les décliner en fonction des types de peu-

Tableau 9

	Aulinaie	Aulinaie-Frénaie à rupture en eau d'alimentation	Aulinaie-Frénaie	Aulinaie-Frénaie de fond de vallon	Chênaie riche	Chênaie pauvre
Potentialités	Moyennes	Faibles	Bonnes	Excellentes	Bonnes	Moyennes
Valeur biologique	Elevée à très élevée	Assez élevée	Assez élevée	Assez élevée	Moyenne à faible	Moyenne à faible
Débardage (portance des sols)	Souvent difficile	Assez difficile	Assez difficile	Assez difficile	Moyen	Moyen
Autres essences possibles	-	Chêne, Tremble, Bouleau	(Frêne), Peuplier	Frêne, Peuplier	Chêne, Frêne, Fruitières, Erables...	Chêne, Tremble
Peuplements	Elle n'est pas conseillée en raison de difficultés techniques et de la difficulté à la rentabiliser. De plus le milieu présente une valeur biologique élevée. Quelques enrichissements sont possibles.					
Plantation	Elle n'est pas conseillée en raison de difficultés techniques et de la difficulté à la rentabiliser. De plus le milieu présente une valeur biologique élevée. Quelques enrichissements sont possibles.	Elle n'est pas conseillée en raison de la difficulté à la rentabiliser.	Plantation en plein ou enrichissements possibles. Le mélange avec d'autres essences (le frêne, par exemple) en plantation peut être intéressant.			Sur ces stations, il est peu souhaitable de planter en plein de l'aulne car d'autres essences possèdent un meilleur intérêt économique. Toutefois, des enrichissements ponctuels en aulne peuvent être réalisés dans un but de production et de maintien de la biodiversité ligneuse. Sur les stations dont le potentiel est bon, il est plus que souhaitable d'intervenir précocement et avec vigueur afin de bien profiter de la forte croissance juvénile de l'aulne.
Jeune futaie (semis au bas perchis) à dominante aulne	Dépressages à bois perdu. Intervenir précocement et avec vigueur.	Eventuellement mise à distance des aulnes par des interventions (dépressage, balivage, éclaircie de taillis, détourage...) à bois perdu.	Dépressage avec récupération éventuelle des produits. La première éclaircie (effectuée par exemple lorsque le peuplement a une hauteur dominante voisine d'une douzaine de mètres) peut fournir un peu de bois de chauffage si le débardage n'est pas trop difficile.			
Jeune taillis à dominante aulne	Balivage ou éclaircie de taillis à bois perdu. Intervenir précocement et avec vigueur.	Etant données les potentialités de l'aulne sur ces stations, les investissements devront être réduits.	Dépressages et éclaircies de taillis. L'itinéraire sylvicole est sensiblement le même que celui proposé ci-dessus pour les jeunes peuplements de futaie. Etant donnée la densité initiale de tiges, il faut la aussi veiller à travailler précocement et avec vigueur.			
Taillis âgé, futaie sur souche ou futaie à dominante aulne	Il est souvent trop tard dans ces peuplements pour intervenir de manière satisfaisante. En effet, ces peuplements sont généralement trop denses faute d'interventions précoces. Ils peuvent dans certains cas être instables et sujets à l'apparition de gourmands en cas d'éclaircie forte. Une solution possible pour ces peuplements est le détourage localisé des tiges les plus intéressantes, même si la réaction à l'éclaircie de ces arbres sera modérée. Ces interventions sont d'autant plus intéressantes que la fertilité de la station est bonne pour l'aulne (obtention d'arbres de gros diamètre). Le mélange de l'aulne avec d'autres essences est souhaitable.	Actuellement, il existe peu de références concernant la régénération naturelle de ces peuplements. Cela devra être étudié.				
Aulne diffus dans divers types de peuplements	Cas rare car l'aulne est le plus souvent majoritaire sur ces stations.	Garder l'aulne dans un rôle d'accompagnement. Le récolter quand il est mûr.	Ces arbres seront à récolter quand ils sont mûrs, que ce soit dans le cadre d'une gestion régulière ou irrégulière. Il faut veiller à ne pas laisser disparaître cette essence lors d'éclaircies notamment car l'aulne peut jouer sur ces stations un rôle important qu'il soit de production ou cultural.			
Diamètre d'exploitabilité	30-40 cm	30-40 cm	45-50 cm	50-55 cm	45-50 cm	30-40 cm
Gestion du mélange	Aulne souvent pur. Les autres espèces ligneuses (saulles, arbustes) doivent être conservées.	Aulne présent souvent en mélange avec d'autres essences. Le maintien du mélange est souhaitable. Il faut veiller à ne pas faire disparaître l'aulne lors des éclaircies. Cela peut conduire à marteler au profit de l'aulne lorsqu'il est minoritaire.				





peuplements rencontrés et des groupes stationnels. Le tableau 9 indique donc les grandes lignes de gestion sylvicole en fonction des peuplements et des groupes stationnels.

Ce tableau donne :

- Les **potentialités de production**, telles qu'elles ont été définies dans la quatrième partie de ce document.
- La **valeur biologique** des milieux (d'après l'étude des catalogues de stations de la région). Cette indication est à prendre en compte avant de décider des interventions sylvicoles.
- Les possibilités de **débardage**. Ces indications ont été inscrites en tenant compte des peuplements visualisés lors de l'étude. Elles sont à relativiser en fonction de chaque cas concret. C'est une donnée qui peut influencer fortement sur les sylvicultures préconisées.
- Les **autres essences** possibles ont été notées en fonction des groupes stationnels. Cette liste n'est pas exhaustive. Elle permet cependant de connaître les essences pouvant entrer en concurrence avec l'aulne ou avec lesquelles on peut chercher à le mélanger.
- Les principaux types de peuplements qu'il est possible de rencontrer ont été listés. Des **conseils sylvicoles** sont donnés en fonction de ces peuplements et des groupes stationnels. De même, l'intérêt des plantations a été discuté en fonction de chaque grand groupe stationnel.
- Une plage de **diamètre d'exploitabilité** a été définie pour chaque groupe stationnel. Ces données résultent de l'étude des diamètres rencontrés pour chaque groupe stationnel lors de la campagne de terrain.
- Des conseils concernant la **gestion du mélange** sont également donnés en bas du tableau.



Avant même de s'intéresser aux plantations, il est souhaitable de valoriser au mieux les peuplements existants. Les choix sylvicoles doivent être nuancés en fonction des grands groupes stationnels. En règle générale, l'aulne ayant une croissance rapide dans le jeune âge, il faut lui appliquer une sylviculture dynamique et intervenir tôt au cours de la vie de l'arbre.

VI.4. Quelques données économiques champardennaises

Quelques éléments de prix ont été donnés au paragraphe I.3.3. Une analyse des ventes de bois de la région Champagne-Ardenne et des régions limitrophes a été effectuée (un tableau résumant les principales données est fourni en annexe). Bien entendu, ces données sont partielles et sont difficilement utilisables en raison du mélange des qualités à l'intérieur des lots. De plus, les lots sont trop peu nombreux pour obtenir des prix moyens fiables.

Ces remarques étant faites, il est toutefois possible de constater que les prix obtenus sont assez souvent intéressants, même pour les qualités les moins belles. Cela ne peut qu'encourager à s'intéresser à cette essence et à valoriser les peuplements existants.

Conclusion

Même s'il subsiste des interrogations concernant l'aulne glutineux, ce document apporte quelques informations au niveau régional et synthétise une partie des données nationales. Il œuvre dans le sens d'une meilleure prise en compte des peuplements d'aulne glutineux. Cette essence mérite en effet toute l'attention des sylviculteurs. Elle doit être valorisée au mieux en tenant compte de sa valeur économique, mais aussi des milieux sur lesquels elle pousse.



Bibliographie

- AUBRY S., DRUELLE P., 1988 - Vers une meilleure connaissance des peuplements feuillus, typologie en région Centre, Mémoire de troisième année de l'ENITEF, Les Barres, Nogent sur Vernisson, 85 p. et annexes.
- BALANDIER P., MARQUIER A., 1998 - Vers une remise en question des avantages d'une plantation frêne-aulne, Rev. For. Fr, L, 3, pp. 231-243.
- CARMINATI M., 1993 - Les aulnes, Forêts de France et action forestière, n°369, pp. 18-20.
- CLÆSSENS H., 1990 - L'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), une essence forestière oubliée, Silva belgica, n°2, pp. 25-33.
- CLÆSSENS H., THIBAUT A., 1994 - Où peut-on cultiver l'aulne glutineux avec succès ?, Silva belgica, n°2, pp 7-12.
- COURRIER G., GARBAYE J., 1981 - A propos de la sylviculture des peuplements mélangés, un exemple de l'effet bénéfique de l'aulne sur la croissance des peupliers, Rev. For. Fr, XXXIII, 4, pp. 289-292.
- DAQUIN J.-P., 1990 - Une essence pleine de ressources : l'aulne glutineux, un exemple : son utilisation en Thiérache, Forêts Entreprise, n°69, pp. 21-28.
- DOUSSOT R., GRANDJEAN G., 1989 - Méthodes d'appréciation de la productivité des stations forestières applicables aux taillis avec réserves et aux futaies régulières adultes, document interne ENITEF, Nogent sur Vernisson, 13 p.
- GILBERT J.-M., 1995 - Stations forestières et production du douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) dans le Pays d'Othe, Rev. For. Fr., XLVII, 4, pp. 343-356.
- GILBERT J.-M., 1996 - Relier milieu et production des essences forestières : comparaison de deux approches, Ingénieries EAT, n°8, pp. 31-39.
- GIRAULT D., 1998 - L'aulne glutineux : une essence forestière pour les vallées vosgiennes, Résumé technique, DDAF des Vosges, 5 p.
- LAMBILLON J.-M., 1995 - Aulnes glutineux et aulnes blancs, Forêt privée, n°224, pp. 36-42.
- LEVY G., 1982 - Estimation de l'utilité d'une introduction d'aulne glutineux en mélange à des jeunes plants d'épicéa commun sur sol à hydromorphie temporaire superficielle, Ann. Sci. forest, vol. 39, n°1, pp. 33-40.
- LHOTE P., 1985 - Etude écologique des aulnes dans leur aire naturelle en France, Document interne IDE, ENGREF Université de Franche-Comté, 67 p. et annexes.
- LHOTE P., 1986 - Aperçu sur l'écologie des aulnes arborescents en France, Document interne IDE, ENGREF Université de Franche-Comté, 12 p.
- MARTIN B., 1985 - Les aulnes, Informations-Forêt, n°2, fasc. 268, pp. 177-191.
- PITON P., 1981 - Le genre *Alnus*. Intérêts sylvicoles, Utilisations possibles, ENGREF, Thème personnel, 29 p. et annexes.
- POULAIN G., 1991 - Quelques exemples de sylviculture de l'aulne glutineux en Thiérache (Nord de l'Aisne), Forêt Entreprise, n°74, pp. 26-28.
- PRÉVOST H., 1998 - Eléments de rentabilité économique de l'Aulne glutineux, Forêt-Magazine, n°31, pp. 23-24.
- RAMEAU J.-C. *et al.*, 1989 - La Flore Forestière Française, Tome 1 : plaines et collines, Paris, IDF, 1785 p.
- THIBAUT A., RONDEUX J., CLÆSSENS H., 1998 - Tarif de cubage pour l'Aulne glutineux [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.] en Belgique méridionale, Rev. For. Fr, L, 3, pp. 244-250.
- VACHER P., 1991 - Le vergne (aulne glutineux) : une essence oubliée à valoriser, Forêt entreprise, n°76, pp. 12-19.
- VAAST V., BILLAC J.-M., 1996 - Quelle sylviculture pour l'aulne glutineux ?, Forêts de France, n°397, pp. 22-27.

Site internet de l'IFN (<http://www.ifn.fr>)

A n n e x e s

- Carte de localisation des placettes (1 page)
- Exemple de la fiche utilisée lors de la campagne de terrain (4 pages)
- Extrait des données de l'Inventaire Forestier National sur l'aulne en Champagne-Ardenne (1 page)
- Liste des stations à aulne de Champagne-Ardenne (5 pages)
- Liste des grands groupes stationnels construits lors de l'étude (1 page)
- Clef de détermination des grands groupes stationnels (1 page)
- Tableau donnant la correspondance entre les groupes stationnels définis pour l'étude et les types stationnels des catalogues de la région (1 page)
- Principaux résultats de l'analyse de variance sur la hauteur (1 page)
- Quelques éléments concernant la typologie des peuplements feuillus [Clef de détermination et triangle des structures] (2 pages)
- Plans factoriels pour les analyses factorielles des correspondances types de peuplements/types de structure et types de peuplements/grands groupes stationnels (2 pages)
- Tableau résumant les principaux résultats des ventes régionales d'aulne (1 page)

