

## Biomasse des plantations d'*Acacia mearnsii* au Maroc

Mohamed KHATOURI<sup>1</sup> ♦ & Faïçal BERBICH<sup>2</sup>

(Reçu le 20/10/1993 ; Accepté le 03/02/1994)

### كثمة مغروسات اشجار أكاسيا ميرنسي (*Acacia mearnsii*)

تهدف هذه الدراسة إلى وضع نماذج لتقدير الحجم و الكثمة الحية الهوائية لمغروسات أشجار أكاسيا ميرنسي بغابة المعمورة. 68 قطعة صغيرة من هذه المغروسات استعملت لهذه الدراسة في كل قطعة اختيرت ثلاثة أشجار و قطعت لقياس الحجم و الكثمة لمختلف مكونات كل شجرة. هذه المعطيات استعملت لتطوير جداول رياضية لقياسات إنتاج الحجم و الكثمة لمختلف مكونات أشجار أكاسيا ميرنسي. في المناطق ذات الخصوبة متوسطة يبلغ معدل الإنتاج السنوي لمغروسات أكاسيا 108 متر مكعب في الهكتار بالنسبة لحجم الخشب بدون قشرة. و 6 طن في الهكتار بالنسبة لكثمة القشرة و 101 طن في الهكتار بالنسبة لكثمة الخشب.

الكلمات المفتاحية : المعمورة - حجم الخشب - كثمة القشرة - جداول الإنتاج - أقسام الخصوبة.

### Biomasse des plantations d'*Acacia mearnsii* au Maroc

L'étude s'est fixé comme objectif le développement des modèles d'estimation du volume et de la biomasse aérienne des arbres et des peuplements des plantations d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora au Maroc. Soixante huit placettes de production ont été implantées. Dans chaque placette, trois arbres ont été choisis et abattus pour la mesure directe du volume et de la biomasse des arbres individuels. Des équations du volume et de la biomasse ont été développées pour l'estimation des différentes composantes de l'arbre (tronc, écorce, branches, rameaux, et feuilles). Une table de production donnant le volume et la biomasse des peuplements d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora a été établie. Dans les stations à classe de fertilité moyenne, le maximum d'accroissement moyen annuel est atteint à l'âge de 10 ans. À cet âge, la production moyenne est de 108 m<sup>3</sup>/ha pour le volume du bois sans écorce, de 6 tonnes/ha pour la biomasse de l'écorce, et de 101 tonnes pour la biomasse de bois.

**Mots clés:** Volume du bois - Biomasse - Tronc - Branches - Écorce - Rameaux - Feuilles - Classes de fertilité - Tables de production - Mamora - Maroc

### Biomass of *Acacia mearnsii* plantations in Morocco

The objective of this study was to develop models for predicting above-ground tree and stand biomass of *Acacia Mearnsii* plantations in the Mamora forest in Morocco. Sixty-eight plots were established. In each plot, three trees were chosen and felled for direct measurement of individual tree volume and biomass. Volume and biomass prediction equations were developed for different tree components (stem, bark, branches, twigs, and leaves). A stand volume and biomass yield table was established. In the average site quality, the maximum mean annual increment is reached at 10 years of age. At this age, the average production is 108 m<sup>3</sup>/ha of wood volume without bark, 6 tones/ha of bark biomass, and 101 tones/ha of wood biomass.

**Key words :** Wood volume - Biomass - Stem - Branches - Bark - Twigs - Leaves - Site quality - Yield tables - Mamora - Morocco

<sup>1</sup> Département de Foresterie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202-Instituts, 10 101- Rabat

<sup>2</sup> Service Forestier de Kénitra, Maroc

♦ Auteur correspondant

## INTRODUCTION

Pour pallier à une production nationale faible des produits tanifères, d'une part, et d'autre part satisfaire une demande de plus en plus croissante en tanin, un programme important de reboisement d'*Acacia mearnsii* fut prévu dans le projet d'aménagement de la forêt de la Mamora (Anonyme 1973) pour produire l'écorce à tan. L'*Acacia mearnsii* produit le meilleur tanin et en accuse les plus fortes teneurs. Son emploi en tannerie peut se faire sous forme d'écorce ou d'extraits. Le bois sert surtout pour la fabrication de charbon de bonne qualité, comme bois de feu et quelquefois sous forme de perche. Malgré son intérêt économique, la productivité de cette essence demeure peu étudiée.

Cette étude a pour objectif de développer des modèles d'estimation de la biomasse et de la productivité des plantations d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1. Zone d'étude

L'étude s'est réalisée dans la forêt de la Mamora située entre 6° et 6°45' de longitude ouest et 34° et 34°20' de latitude nord. Les plantations d'*Acacia mearnsii* y occupent environ 5000 hectares. C'est un potentiel important, capable d'alimenter les tanneries locales en tannin.

Le climat de la Mamora, d'une façon globale, est caractérisé par une hauteur pluviométrique de l'ordre de 420 mm à 600 mm/an, répartie irrégulièrement selon les mois et présentant un gradient pluviométrique qui diminue en allant de l'ouest à l'est due à l'effet tampon de l'océan à sa proximité. Cette influence se fait sentir également au niveau de la moyenne des températures, qui augmente de l'ouest à l'est.

Sur le plan bioclimatique, le système d'Emberger, largement utilisé dans les pays méditerranéens, définit trois bioclimats au sein de la Mamora (Sauvage 1961) : un bioclimat subhumide à période sèche de 6 mois dans la partie occidentale, un bioclimat semi-aride à période sèche de 7 mois dans

la partie centrale, et un bioclimat semi-aride à période sèche de 8 mois dans la partie orientale.

Les sols de la Mamora sont de type sable sur argile (Lepoutre, 1965) et sont en général formés de deux horizons : un horizon sableux épais pouvant atteindre des profondeurs de 6m, marqué par un lessivage intense et une faible capacité de rétention, et un horizon de profondeur argileux relativement imperméable de forte épaisseur.

### 2. Échantillonnage et mesures

Les données sont issues de 68 placettes d'échantillonnage établies dans les plantations pures et équiennes choisies dans l'ensemble des peuplement d'*Acacia mearnsii* de la forêt de la Mamora. La répartition de l'échantillon en fonction de l'âge est représenté dans le tableau 1.

Le déséquilibre de répartition des échantillons est dû au fait que certaines classes d'âge sont mal représentées dans les peuplements existants.

Chaque placette-échantillon a une superficie de un are, ce qui correspond à un échantillon de 16 tiges par placette. Les circonférences à 1,30 m de toutes les tiges de 8 cm de circonférence à 1,30 m et plus ont été mesurées sur la totalité de la surface.

En plus, la hauteur dominante et l'âge de la placette ont été recueillis pour la construction des courbes de fertilité.

Trois arbres échantillons ont été choisis au hasard dans les différentes classes de dimension représentées dans la placette et abattus pour les mesures de biomasse. Au niveau de chaque arbre abattu, on a procédé à la mesure directe, sur le terrain, du poids vif des différentes composantes de l'arbre suivantes :

- Bois du tronc (jusqu'à une découpe de 6 cm de circonférence au fin bout)
- Écorce du tronc
- Bois des branches
- Écorce des branches
- Rameaux (parties des branches de circonférence < 6 cm)
- Feuilles

Tableau 1. Répartition des placettes d'échantillonnage en fonction de l'âge des plantations d'*Acacia mearnsii*

Âge	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Nombre	8	6	9	6	6	3	5	2	4	5	5	1	5	1	0	2	68

Le tronc a été découpé en six billons depuis la base jusqu'à la découpe de 8 cm de circonférence. Les circonférences sur écorce au sommet et à la base de chaque billon ont été mesurées pour la détermination des volumes.

Des échantillons de chaque composante ont été pesés sur le terrain et ramassés dans des sacs de plastique, afin de déterminer leurs taux d'humidité par étuvage au laboratoire. La détermination du taux d'humidité s'est réalisée à l'aide d'un étuvage avec circulation d'air suivi de mesure de biomasse. Les conditions de déshydratation ont été déterminées grâce à des essais préliminaires pour déterminer la température et le temps afin d'avoir une déshydratation complète de chaque composante de l'arbre.

### 3. Modélisation

À partir des mesures récoltées sur le terrain et au laboratoire, le volume et la biomasse des différentes composantes de chaque arbre abattu ont été calculés. Les méthodes de régressions ont été utilisées dans l'ajustement et le choix des meilleurs modèles pour estimer le volume et la biomasse des différentes composantes de l'arbre en fonction des variables indépendantes facilement mesurables sur le terrain. Ces modèles ont été appliqués ensuite à tous les arbres de chaque placette d'échantillonnage pour estimer la production à l'hectare.

La stratégie suivie dans la modélisation de la croissance et de la production des plantations d'*Acacia mearnsii* dans la Mamora s'inspire de l'approche suivie dans d'autres cas similaires

(Alder, 1980 ; Mitchell & Cameron, 1985 ; Goudie & Moore, 1987).

Elle repose sur deux étapes. La première étape consiste à établir la relation exprimant l'évolution de la hauteur dominante en fonction de l'âge correspondant aux différentes classes de fertilité, ensuite les variables de production du peuplement, telles que le volume ou la biomasse, sont exprimées en fonction de la hauteur dominante. La combinaison des deux relations nous donne l'évolution des variables de production du peuplement en fonction de l'âge au niveau de chaque classe de fertilité.

Cette approche repose sur deux hypothèses fondamentales, à savoir: la hauteur dominante atteinte par un peuplement homogène à un âge donné est un bon indicateur de la fertilité de la station, et que la production totale d'un peuplement est fonction de sa seule hauteur dominante (loi d'Eichhorn, citée par Assman (1970)). Ces deux hypothèses sont vérifiées pour plusieurs essences forestières à travers le monde et la hauteur dominante est devenue d'usage courant dans la modélisation des peuplements équiennes.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1. Estimation de la biomasse

En se basant sur des critères statistiques d'ajustement et de l'analyse des résidus, il s'est avéré que les modèles logarithmiques de la biomasse en fonction de la circonférence à 1,30 m et/ou de la hauteur sont les meilleurs. Les modèles ainsi choisis sont donnés dans le tableau 2 pour

Tableau 2. Modèles de prédiction du volume (en  $\text{dm}^3$ ) des différentes composantes d'arbre individuel d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora

Composante	Modèle	Statistiques d'ajustement	
		R <sup>2</sup>	Sy.x
<b>Tronc</b>			
• Bois	$\text{Ln}(Y) = -5,741 + 2,641 \text{Ln}(C)$	0,96	0,259
• Écorce	$\text{Ln}(Y) = -6,392 + 2,408 \text{Ln}(C)$	0,94	0,309
<b>Branches</b>			
• Bois	$\text{Ln}(Y) = -6,419 + 2,375 \text{Ln}(C)$	0,60	0,913
• Écorce	$\text{Ln}(Y) = -7,551 + 2,351 \text{Ln}(C)$	0,67	0,780
<b>Volume aérien total (tronc + branches)</b>			
• Bois	$\text{Ln}(Y) = -5,285 + 0,972 \text{Ln}(C^2H)$	0,97	0,201
• Écorce	$\text{Ln}(Y) = -5,993 + 0,894 \text{Ln}(C^2H)$	0,95	0,257

Ln=Logarithme népérien ; C=Circonférence à 1,30m (en cm)

l'estimation des arbres individuels dans les plantations d'*Acacia mearnsii* de la forêt de la Mamora.

La variable combinée de la circonférence au carré multiplié par la hauteur ( $C^2H$ ) est un très bon estimateur de la biomasse du bois et de l'écorce du tronc de l'arbre. La biomasse des branches est peu corrélée à la hauteur totale. Elle est cependant très corrélée avec le nombre de branches et la circonférence à 1,30 m. Le nombre de branches étant un paramètre difficilement mesurable sur le terrain, nous avons préféré garder uniquement la circonférence à 1,30 m comme unique variable indépendante du modèle. La biomasse des rameaux et feuilles est estimée en utilisant la circonférence à 1,30 m, la circonférence à la base et le diamètre du houppier.

La plupart des équations d'estimation du volume et de la biomasse des différentes composantes de l'arbre individuel présentent deux variables indépendantes, à savoir la circonférence et la hauteur. L'équation de prédiction de la hauteur totale (en m) en fonction de la circonférence à 1,30 m (en cm) suivante a été établie à partir des 201 arbres échantillons abattus:

$$H = 2,091 + 0,295C - 0,002C^2$$

$$\text{avec } R^2 = 0,84 ; S_{y,x} = 1,246$$

Les équations des tableaux 2 et 3 ont été utilisées avec l'équation exprimant la hauteur totale en fonction de la circonférence dans le cas des modèles intégrant la hauteur totale comme variable indépendante, pour estimer le volume et la biomasse à l'hectare des placettes échantillons.

## 2. Classes de fertilité

Plusieurs modèles non linéaires ont été ajustés aux couples de données hauteur dominante-âge provenant des placettes d'échantillonnages. La fonction de Chapman-Richards (Richards 1959) a été choisie sur la base de sa simplicité et de sa bonne adaptation aux données. Sa forme est de type logistique et s'exprime par la relation suivante:

$$HD = a_1 [1 + \exp(-a_2 A)]^{a_3} \quad (1)$$

HD = hauteur dominante

A = âge ; exp = fonction exponentielle

$a_1, a_2, a_3$  = paramètres du modèle

**Tableau 3. Modèles de prédiction du poids (en kgs) à l'état sec des différentes composantes d'un arbre d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora**

Composante	Modèle	Statistiques d'ajustement	
		R <sup>2</sup>	S <sub>y,x</sub>
<b>Tronc</b>			
• Bois	$\text{Ln}(Y) = -6,555 + 1,038 \text{ Ln}(C^2H)$	0,95	0,306
• Écorce	$\text{Ln}(Y) = -7,878 + 0,988 \text{ Ln}(C^2H)$	0,89	0,425
Total	$\text{Ln}(Y) = -6,352 + 1,024 \text{ Ln}(C^2H)$	0,94	0,309
<b>Branches</b>			
• Bois	$\text{Ln}(Y) = -7,319 + 2,486 \text{ Ln}(C)$	0,67	0,829
• Écorce	$\text{Ln}(Y) = -8,558 + 2,423 \text{ Ln}(C)$	0,65	0,845
Total	$\text{Ln}(Y) = -7,059 + 2,473 \text{ Ln}(C)$	0,67	0,826
Rameaux	$\text{Ln}(Y) = -5,000 + 0,375 \text{ Ln}(C) + 0,888 \text{ Ln}(Dh)$	0,67	0,826
Feuilles	$\text{Ln}(Y) = -3,557 - 0,606 \text{ Ln}(C) + 1,644 \text{ Ln}(Cb) + 0,771 \text{ Ln}(Dh)$	0,67	0,826
<b>Biomasse</b>			
aérienne totale	$\text{Ln}(Y) = -3,833 + 0,825 \text{ Ln}(C^2H)$	0,91	0,326
<b>Biomasse bois</b>			
(tronc+branches)	$\text{Ln}(Y) = -6,044 + 0,998 \text{ Ln}(C^2H)$	0,95	0,271
Biomasse écorce	$\text{Ln}(Y) = -7,243 + 0,9501 \text{ Ln}(C^2H)$	0,90	0,395

Ln= Logarithme népérien ; C= Circonférence à 1,30m (en cm) ; H= Hauteur totale (en m) ; Cb: Circonférence à la base (en cm) ; Dh= Diamètre du houppier (en m)

L'ajustement de cette équation aux données des placettes d'échantillonnage nous donne la courbe guide représentant la tendance moyenne de la croissance en hauteur dominante à partir de laquelle les autres courbes de même forme correspondant à différentes classes de fertilité seront dérivées.

La démarche anamorphique, qui suppose que l'évolution de la hauteur dominante en fonction de l'âge suit la même forme à travers les différentes classes de fertilité a été utilisée pour construire le faisceau de courbes de fertilité. Cette approche, appelée aussi méthode des courbes affines (Alder, 1980) est la méthode la plus utilisée pour l'établissement des courbes de fertilité à partir des données provenant des placettes temporaires.

La méthode polymorphique où on suppose que la forme de la courbe hauteur dominante-âge change avec les classes de fertilité (Alder, 1975 ; Monserud, 1984) ne peut être utilisée que si on dispose des données provenant des placettes permanentes remesurées plusieurs fois au fil des années ou de l'analyse de la tige dans le cas des résineux.

Les différents niveaux de croissance ou classes de fertilité sont déterminés à partir de la courbe guide en fixant un âge de référence donné. Le choix de l'âge de référence ( $A_0$ ) est subjectif et sert uniquement à référencer les courbes.

L'ajustement par la régression nonlinéaire du modèle (1) aux couples de données hauteur dominante-âge a produit l'estimation des paramètres de la courbe guide comme suivant:  
 $a_1=14,67$  ;  $a_2= 0,208$  ;  $a_3=-1,509$

L'indice de site (SI) est la hauteur dominante atteinte à un âge de référence. Pour référencer les différents niveaux de fertilité, on a choisi 7 ans comme âge de référence, du fait que l'exploitation de *Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora peut débuter à partir de cet âge. En remplaçant dans l'équation générale (1) l'âge par 7 ans, on obtient l'indice de site moyen de 10.7m correspondant à la courbe guide (ou courbe moyenne).

Les autres courbes d'indices de site sont obtenues à partir de l'équation de la courbe guide, en gardant les paramètres de forme  $a_2$  et  $a_3$  constants et en variant le paramètre de l'asymptote  $a_1$  pour couvrir l'étendue du nuage de points hauteur dominante-âge.

L'équation générale exprimant la valeur de l'indice de site de *Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora est la suivante:

$$SI = a_1 [1 + \exp(-0,208A_0)]^{-1,509} \quad (2)$$

d'où

$$a_1 = SI [1 + \exp(-0,208A_0)]^{1,509} \quad (3)$$

En remplaçant  $a_1$  dans l'expression générale (1) par son expression (équation 3) avec  $a_2 = 0,208$  et  $a_3 = -1,509$ , on obtient l'équation exprimant la relation de la hauteur dominante en fonction de l'âge et de l'indice de site suivante:

$$HD = SI \frac{1 + \exp(-0,208A_0)^{1,509}}{1 + \exp(-0,208A)} \quad (4)$$

ou l'équation exprimant la relation de l'indice de site en fonction de la hauteur dominante et l'âge :

$$SI = HD \frac{1 + \exp(-0,208A_0)^{-1,509}}{1 + \exp(-0,208A)} \quad (5)$$

Compte tenu de l'amplitude des hauteurs dominantes à l'âge de 7 ans, on a jugé que 3 classes de fertilité sont suffisantes pour exprimer la variabilité de la croissance de la hauteur dominante de *Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora. La figure 1 représente les courbes de fertilité retenue.

La première classe de fertilité regroupe généralement des placettes se trouvant sur des stations les plus arrosées, à l'Ouest de la Mamora, avec des sols dont la profondeur des sables est supérieure à 2m et des pentes faibles, tandis que la majorité des placettes de la troisième classe de fertilité se trouvent regroupées dans la partie orientale de la Mamora, occupant des sols dont la profondeur des sables est inférieur à 2m ou supérieur à 3m avec des pentes de 1 à 7%.

### 3. Relation production - hauteur dominante

En Mamora, *Acacia mearnsii* a été plantée avec un espacement de 3m x 3m. Elle est généralement exploitée à un âge de 10 ans sans qu'aucune opération sylvicole n'est réalisée entre la plantation et l'exploitation. Par conséquent, on peut considérer que la production mesurée sur pied comme égale à la production totale.

Après le développement du modèle Hauteur dominante-âge, les autres modèles exprimant la

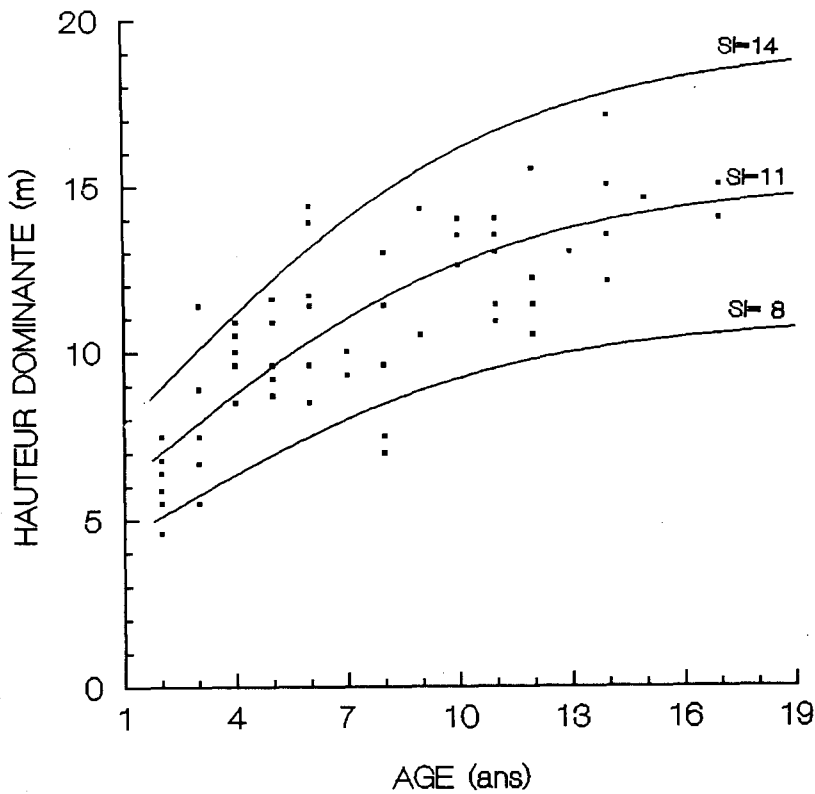


Figure 1. Courbes de croissance en hauteur dominante des plantations d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora, pour trois indices de productivité

production du peuplement peuvent être développés en fonction de la hauteur dominante comme variable indépendante principale.

Le modèle logistique a été choisi, sur la base des critères statistiques d'ajustement, pour modéliser la relation production ( $Y_i$ ) - hauteur dominante (HD). La forme du modèle choisi, est la suivante (Draper & Smith, 1981):

$$\ln(Y_i) = \ln(b_1) - \ln[1 + b_2 \exp(-b_3 HD)] \quad (6)$$

Le tableau 4 donne l'estimation des coefficients du modèle (6) ajusté aux différentes variables de production étudiées.

Les modèles exprimant les relations production-hauteur dominante (équation 6) ont été utilisés avec le modèle exprimant la hauteur dominante en fonction de l'indice de site et de l'âge (équation 4) pour développer les tables de production finales. Le tableau 5 résume la production de l'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora pour trois classes de fertilité. La première correspondant aux meilleures stations, la troisième aux stations de qualité inférieure.

Le maximum de l'accroissement moyen annuel est atteint à 6 ans dans les meilleures stations, à 10 ans dans les stations à fertilité moyenne, et à 12 ans dans les stations de la troisième classe de fertilité.

On constate que la rotation pratiquée par le gestionnaire local, qui est de 10 ans, correspond bien à la rotation biologique de l'espèce dans les stations de fertilité moyenne.

Cependant, les résultats de cette étude montre qu'il est possible de raccourcir la rotation dans les stations fertiles et de la prolonger dans les stations à fertilité inférieure.

## CONCLUSION

Les modèles développés dans cette étude vont aider les gestionnaires et les aménagistes dans l'estimation de la biomasse et de la croissance des plantations de d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora.

Tableau 4. Estimation des paramètres de la production du peuplement en fonction de la hauteur dominante

Variable ( $Y_i$ )	unités	$b_1$	$b_2$	$b_3$
Volume total sur écorce	m <sup>3</sup> /ha	5,610	294,000	0,446
Volume total sous écorce	m <sup>3</sup> /ha	5,399	320,867	0,453
Biomasse d'écorce	tonnes/ha	2,46	99,198	0,367
Biomasse du bois	tonnes/ha	5,33	259,157	0,437

**Tableau 5. Table de production des plantations d'*Acacia mearnsii* dans la forêt de la Mamora**

Age (ans)	Hauteur dominante (m)	Volume total du bois.....				Biomasse totale.....			
		.....Sur écorce....		.....Sous écorce...		.....Écorce.....		.....Bois.....	
		V	AMA	V	AMA	B	AMA	B	AMA
<b>Classe 1 (SI=14)</b>									
4	11,1	89,6	22,4	72,1	18,0	4,4	1,1	68,9	17,2
6	13,1	148,1	24,7	120,2	20,0	6,5	1,1	112,4	18,7
8	14,8	194,8	24,4	158,4	19,8	8,1	1,0	146,9	18,3
10	16,1	222,8	22,3	181,3	18,1	9,2	0,9	167,8	16,8
12	17,0	238,2	19,8	193,6	16,1	9,8	0,8	179,4	14,9
14	17,7	246,5	17,6	200,3	14,3	10,2	0,7	185,7	13,3
16	18,2	251,2	15,7	204,1	12,7	10,4	0,6	189,3	11,8
18	18,5	254,0	14,1	206,3	11,5	10,5	0,6	191,4	10,6
<b>Classe 2 (SI=11)</b>									
4	8,7	39,3	9,8	31,2	7,8	2,3	0,6	31,0	7,7
6	10,3	69,0	11,5	55,3	9,2	3,6	0,6	53,5	8,9
8	11,6	103,0	12,9	83,1	10,4	4,9	0,6	78,9	9,9
10	12,6	133,2	13,3	108,0	10,8	6,0	0,6	101,4	10,1
12	13,4	156,1	13,0	126,8	10,6	6,8	0,6	118,3	9,8
14	13,9	172,0	12,3	139,8	10,0	7,3	0,5	130,0	9,3
16	14,3	182,4	11,4	148,4	9,3	7,7	0,5	137,8	8,6
18	14,6	189,2	10,5	154,0	8,5	7,9	0,4	142,8	7,9
<b>Classe 3 (SI= 8)</b>									
4	6,4	15,0	3,7	11,7	2,9	1,1	0,3	12,1	3,0
6	7,5	24,0	4,0	18,8	3,1	1,6	0,3	19,1	3,2
8	8,4	35,0	4,4	27,7	3,5	2,1	0,3	27,7	3,5
10	9,2	46,4	4,6	36,9	3,7	2,6	0,3	36,4	3,6
12	9,7	56,7	4,7	45,2	3,8	3,1	0,3	44,1	3,7
14	10,1	64,9	4,6	51,9	3,7	3,4	0,2	50,4	3,6
16	10,4	71,2	4,4	57,1	3,6	3,7	0,2	55,1	3,4
18	10,6	75,7	4,2	60,7	3,4	3,9	0,2	58,5	3,2

V=Volume total bois en m<sup>3</sup>/ha ; B= Biomasse en tonnes/ha ; AMA= Accroissement Moyen Annuel en m<sup>3</sup>/ha.an pour le cas du volume et en tonnes/ha.an pour le cas de la biomasse

Des modèles pour chaque composante de l'arbre et du peuplement ont été développés. Ces modèles peuvent servir dans le cubage des arbres et des peuplements dans le cas des coupes, d'inventaire du matériel sur pied ou encore d'aménagements. C'est à l'utilisateur de définir dans chaque cas le type d'assortiment auquel il aura besoin (bois, écorce, feuillage ...) et par conséquent le type de

modèle à utiliser. Cependant, les modèles développés ne peuvent être appliqués qu'à des plantations dont les conditions sylvicoles sont semblables aux plantations échantillonnées. Ce sont des modèles entièrement déterministes et ne peuvent donner au mieux que des résultats "moyens" autour desquels les valeurs réelles peuvent fluctuer.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le concours financier de la FIS

## RÉFÉRENCES CITÉES

- Alder D. (1975) Site index curves for *Pinus patula*, *Pinus radiata*, and *Cupressus lusitanica* in East Africa. Unit of Tropical Silviculture, Commonwealth Forestry Institute, Univ. of Oxford, 20p.
- Alder D. (1980) Forest volume estimation and yield prediction. FAO Forestry Paper Vol. 2, FAO, Rome 194 pp.
- Anonyme (1973) Procès-verbal d'aménagement de la forêt de la Mamora (1973-1992). Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, Rabat, 212p.
- Assman E. (1970) The principles of forest study. Pergamon Press, Oxford. 506p.
- Draper N. & Smith H. (1981) Applied regression analysis. Second edition, John & Wiley. 709p.
- Goudie J. W. & Moore J. A. (1987) Growth and yield of *Leucaena* in the Philippines. *Forest Ecology & Management* 21 : 285-298
- Lepoutre B. (1965) Régénération artificielle du chêne-liège et équilibre climacique de la subéraie en forêt de la Mamora. *Ann. Rech. Forest.* Rabat. Tome 9, p.1-188
- Mitchell K. J. & Cameron I. (1985) Managed stand yield tables for coastal Douglas-fir: initial density and precommercial spacing. Land Management Rep. No. 31, B.C. Ministry of Forests, Victoria, B.C. Canada. 69 pp.
- Monserud R. A. (1984) Height growth and site index curves for inland Douglas-fir based on stem analysis data and forest habitat type. *For. Sci.* 30 : 943-965
- Richards F. J. (1959) A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.* 10 : 290-300
- Sauvage Ch. (1961) Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Institut Chérifien, Serie Botanique N° 21, Rabat, Maroc. 242p.