

Communication au Deuxièmes Rencontres Méditerranéennes Chercheurs-Gestionnaires Industriels

« La Gestions des Suberaies et la Qualité du liège » Jijel
17-19 Octobre 2011

**Structure et modélisation de la croissance du
Quercus suber dans certaines suberaies
de Souk Ahras et de Tizi Ouzou**

Présentée Par:

**CHENOUNE K¹, cheka032000@yahoo.fr
MESSAOUdene M¹, messa805@yahoo.fr
BELLETRECHE M². bellatmoha@yahoo.fr**

1 : INRF Azazga

2 : ENSA El harrach.



PLAN

INTRODUCTION

CADRE DE L'ETUDE

METHODOLOGIE

RESULTATS ET DISCUSSION

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

INTRODUCTION

Les écosystèmes forestiers méditerranéens couvrent une aire géographique considérable (81 Millions Ha). Ils ont en commun un facteur important qui est leur **fragilité, instabilité et caractère souvent dégradé**.

En Algérie, la dégradation du patrimoine forestier est signalée depuis l'époque coloniale (16 000 ha de forêts au profit viticulture) et s'est poursuivie jusqu'à nos jours,(sous l'effet conjugué de surexploitation et d'incendies).

Les chercheurs s'intéressent à la prédiction de l'évolution des peuplements forestiers, afin de mettre au point des outils pour assister les gestionnaires dans l'aménagement et permettre une gestion durable de ces peuplements.

Si plusieurs espèces forestières productrices de bois d'intérêt économique ont fait l'objet d'étude de modélisation, il n'en est pas de même pour *Quercus suber*. Les premiers modèles de croissance du Chêne liège ont été développés au Portugal puis en Espagne et récemment en Tunisie

En Algérie, des modèles de croissance ont été aussi développés pour certaines espèces forestières, quant aux travaux similaires avérés sur le Chêne liège, ils **sont inexistantes**.

L'objectif principal de notre étude, c'est la recherche d'un modèle de croissance en circonférence intégrant le facteur espacement, le plus approprié ainsi que la structure des peuplements qui nous renseignera sur la répartition des tiges.

CADRE DE L'ETUDE



Figure 1: Aire de répartition du Chêne liège en Algérie

- Son aire s'étend sur trois étages bio climatiques, le semi aride, le sub humide et l'humide.
- C'est dans les deux derniers étages cités, que l'on retrouve les principales Subéraies algériennes.

Le Chêne liège ne présente des peuplements importants que dans les wilayas de Jijel, Skikda et Annaba (environ 2/3 des forêts de Chêne liège)

Nos peuplements inventoriés font partie des subéraies à faciès du tell Oriental qui totalisent 96% des subéraies algériennes.

CADRE DE L'ETUDE



Fig 2 Situation géographique et découpage administrative de la wilaya de souk Ahras

- La superficie forestière de la wilaya de Souk ahras est 82000 Ha soit 17.28% de sa superficie totale .
- La suberaie de souk ahras (12000 HA) represente 12,47 % des forêts de Chêne liège en Algérie .
- FDB occupe 3900 Ha
- FDOB occupe 3500 Ha.
- Elles sont composées essentiellement de Chêne liège et de chêne zeen

CADRE DE L'ETUDE

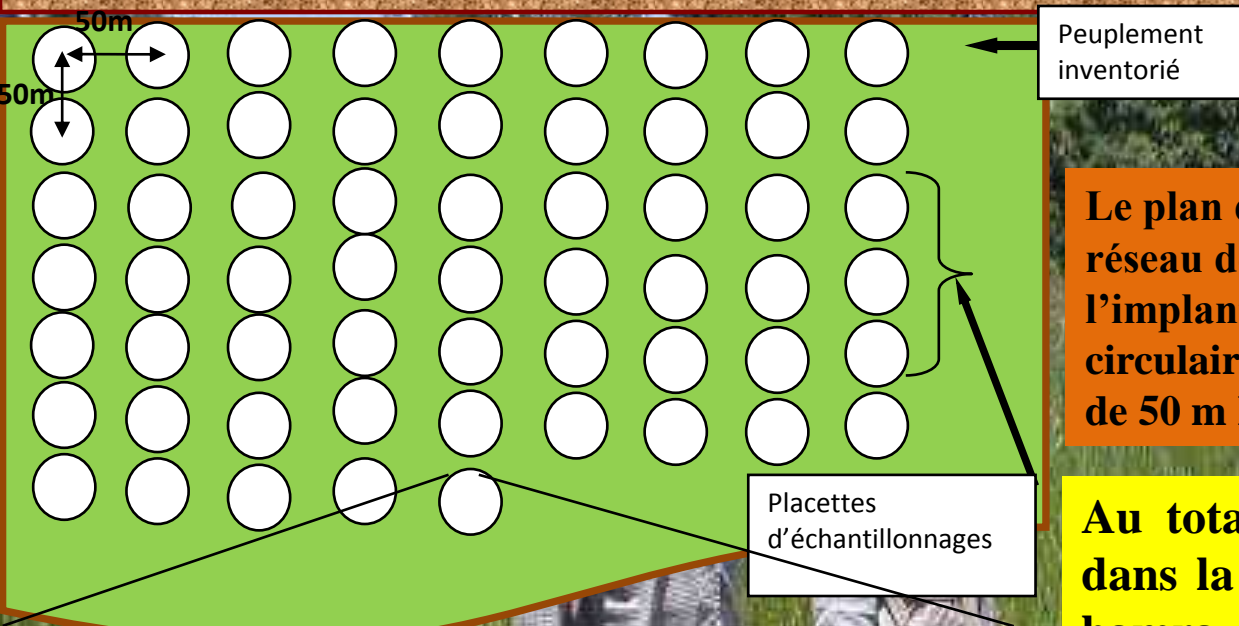


• La Wilaya de Tizi ousou renferme 112000 ha de surface forestière soit 39 % de la superficie totale, dont 23100 ha de Chêne lièges.

• FDBG s'étale sur 5705 Ha dont 1750 ha chêne liège.

• FDT s'étale sur 3698 Ha dont 2219 ha chêne liège.

METHODOLOGIE



Un échantillonnage du type systématique.

Le plan de sondage a été effectué suivant un réseau de maillage, matérialisé par l'implantation des placettes temporaires circulaires, de 2 ares de superficies, espacées de 50 m les unes des autres

Au total 30 placettes ont été installés dans la région de Souk ahras (16 à El hamra FDB 14 à Mechrouha FDOB) et 41 placettes à Tizi ouzou (26 à Arerib FDT 15 à Taourirt FDBG).

Chaque placette a fait l'objet d'un relevé écologique (pente ; altitude ; exposition ; etc.) et de mesures dendrométriques (Circonférence_{1.30} ; Hauteur totale ; Hauteur d'écorçage ; etc.).



Fig.4 Schéma du plan de sondage adopté sur le terrain.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 1: Caractéristiques écologiques des stations inventoriées

Station	Suberaie de Souk ahras		Suberaie de Tizi ouzou	
	Boumezrane	Ouled bechih	Tamgout	Béni ghobri
Forêts	El hamra	Machrouha	Arerib	Taourirt
Lieu dit	El hamra	Machrouha	Arerib	Taourirt
Altitude(m)	750-850	790-1050	760-800	750-760
Exposition	Nord –Nord.Est	Nord – Nord .Ouest	Nord	Nord
Pente (%)	10.26-28.8	10-27.7	12-26	15-25
Nature lithologique	Grés numidiens	Grés numidiens	Eboulis de grés	Grés numidiens
Sols	Brun lessivé	Brun lessivé	Brun lessivé peu profond	Brun lessivé profond
Nature du peuplement	Suberaie pure	Suberaie pure traitée (débroussaillée)	Suberaie pure	Suberaie pure traitée (débroussaillée)

- Nos ZI sont localisées dans des peuplements purs de hautes montagnes ;
- Elles sont situées sur des terrains de moyenne pente;
- Exposés globalement au nord, reposant sur des sols bruns lessivés;
- L'absence de strate arbustive au niveau de Machrouha et Taourirt .

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 2 : Données des statistiques descriptives de la variable circonférence.

Variables	Circonférence (cm)			
	Suberaie de Souk ahra		Suberaie de Tizi ouzou	
Stations	F.D.B	F.D.OB	F.D.T	F.D.BG
Nb. d'observations	166	153	163	146
Minimum	22,00	25,00	60,70	77,00
Maximum	230,00	271,00	230,00	291,00
Amplitude	208,00	246,00	169,30	214,00
Somme	15431,60	17190,85	19407,02	20802,00
Moyenne	92,96	112,36	119,06	142,46
Variance	1110,43	1387,61	1013,56	950,67
Ecart-type	33,32	37,25	31,83	30,83
Coefficient de variation	0,36	0,33	0,26	0,22
Asymétrie	1,19	0,89	0,60	1,23
Aplatissement	2,47	1,85	0,09	3,57

▪ Regroupe les variables statistiques de la circonférence au sein des différentes stations d'inventaires:

- La plus petite des valeurs moyennes 92,96 cm, observée dans FDB ;
- La plus grande valeur des moyennes vaut 142.46 cm, observée à Béni Ghobri;
- La plus petite circonférence est de 22cm à FDB;
- Le plus gros arbre, 291 cm à Béni Ghobri.

▪ La valeur des coefficients de variation indique que les PI sont homogènes (au regard de la circonférence observée);

▪ Les 4 PI enregistrent des coefficients asymétriques positifs révélateurs d'une asymétrie droite (circonférences dépassant la valeur moyenne prédominante) et coefficient d'aplatissement positive (distribution pointue), qui dénote de l'homogénéité dispersion de la variable circonférence

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 3: Surfaces terrières des zones d'inventaires

Stations	Suberaie de Souk ahras		Suberaie de Tizi ouzou	
	F.D.B	F.D.OB	F.D.T	F.D.BG
Surface terrière (cm ²)	129509,96	171507,48	198067,15	248212,48
Surface terrière (m ²)	12,95	17,15	19,81	24,82
Superficie des placettes (are)	32	28	52	30
Surface terrière (m ² / ha)	40 ,47	61,25	38,10	82,73
Nombre de tiges	166	153	163	146
Nombre de tiges /ha	519	546	313	487

✓ Les surfaces terrières obtenues pour ZI (stratification / densité) correspondent aux normes d'une forêt très dense, ce qui est préjudiciable à la production et à la qualité du liège.

✓ La surface terrière la plus importante s'observe FDBG (82.73 m²/ha) ;
✓ La plus basse à Tamgout (38.10 m²/ha), où l'on note aussi le plus bas nombre de tiges à l'hectare 313 ;
✓ Nous avons recensé le plus grand nombre de tiges à Ha, estimé à 546 au niveau de la FDOB.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

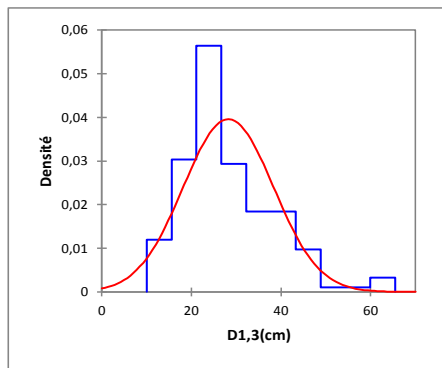


Figure 1 : Distribution des tiges dans la F.D.B:

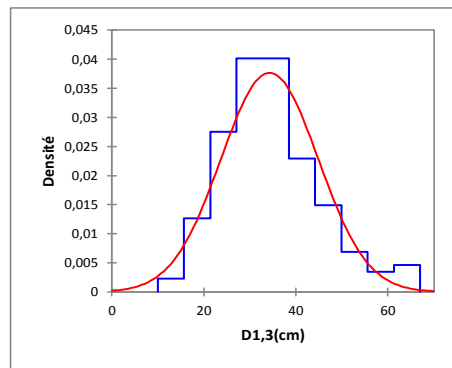


Figure 6 : Distribution des tiges dans la F.D.O.B

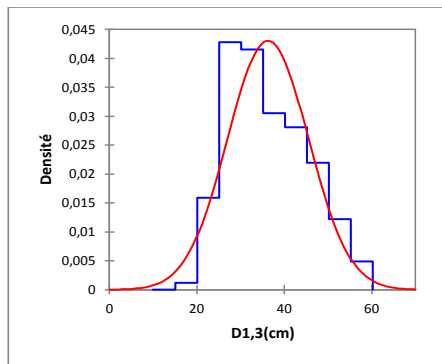


Figure 7 Distribution des tiges dans la F.D.T dans la F.D.BG

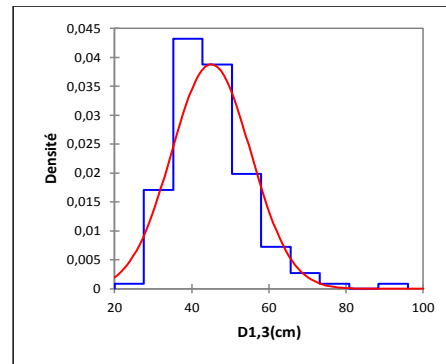


Figure 8 : Distribution des tiges

Tableau 4: Test de KOLMAGAROV SMIRNOV

Paramètres	Suberaie de Souk ahras		Suberaie de Tizi ouzou	
	F.D.B	F.D.OB	F.D.T	F.D.BG
Diamètre (D)	0,14	0,088	0,086	0,099
p-value	0,004	0,179	0,175	0,107
alpha	0,05	0,05	0,05	0,05

•La distribution des tiges par classe de diamètre (Fig 5, 6 ,7et 8) est monomodale, et a priori de tendance gaussienne.

•Le test de KOLMOGAROV et SMIRNOV,(TAB4) affirme que la répartition des tiges par classe de diamètres, dans FDB, ne suit pas la loi normale : sa structure tend vers la norme de la futaie jardinée;

• A l'opposé, le même test confirme que la répartition des tiges pour les autres forêts, suit la loi normale, et coïnciderait avec une structure régulière;

FDB: La p -value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$ on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a .

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à **0,38%**.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

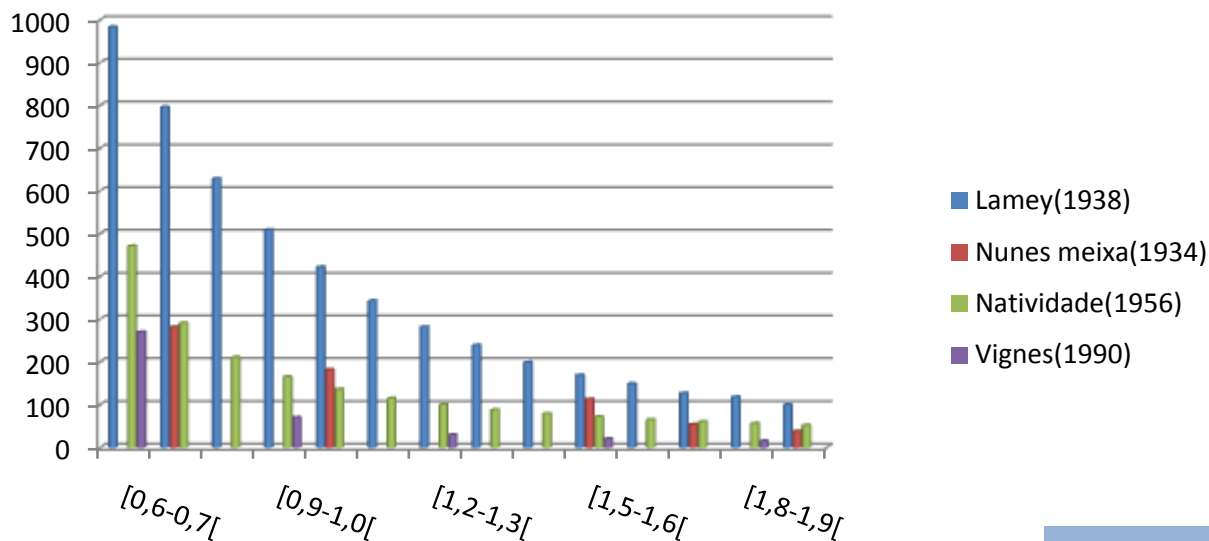


Figure 9: Distribution idéale des tiges de Chêne liège selon différents auteurs.(Source, Yessad 2005)

•En raison d'un souci d'équilibre entre la production du liège et la durabilité des subéraies, plusieurs auteurs (fig.9), suggèrent que la distribution idéale des arbres s'oriente vers une structure jardinée (allure en "J" inversé);

•Pour une meilleure lecture des structures observées dans nos FI nous avons comparé nos résultats à ceux d'un modèle théorique proposé par VIGNES(1988);

•La classe juvénile doit représenter 63,23% du nombre de tiges à Ha, et décroît successivement dans les autres classes,

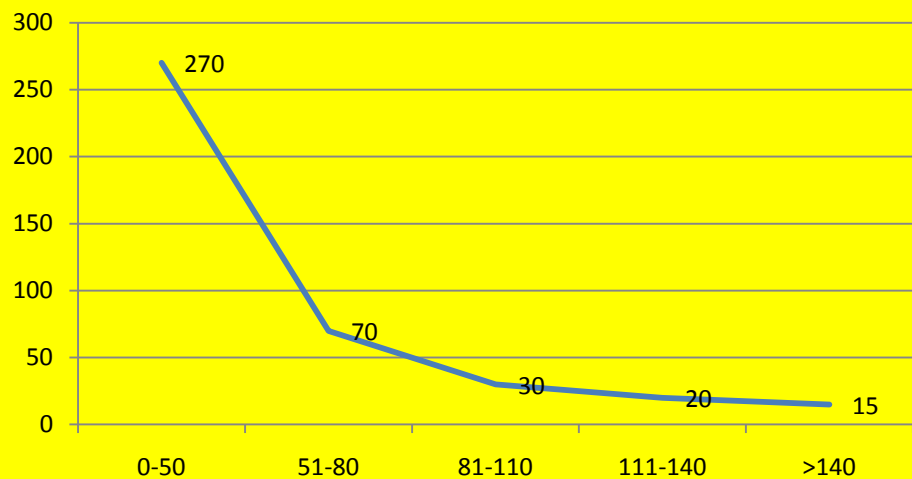


Figure10 : Répartition idéale du nombre de tiges à l'hectare selon Vignes(1988).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

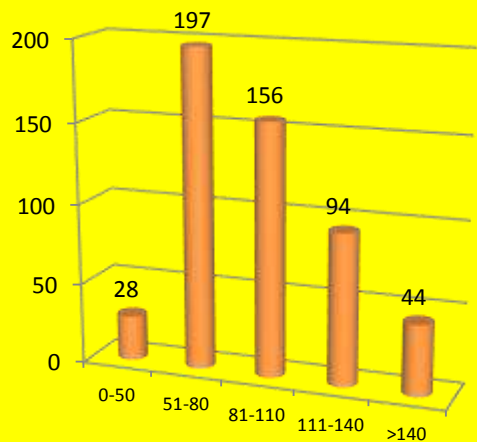


Fig.11: Histogramme de répartition des tiges dans la F.D.B.

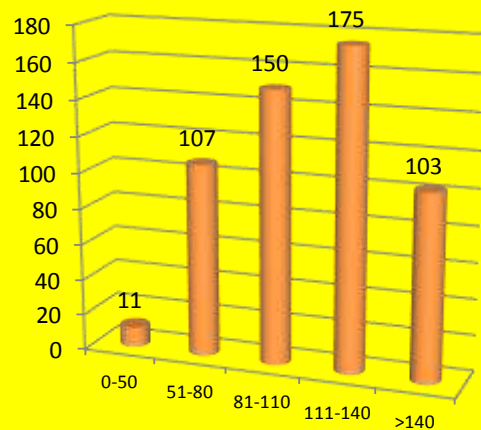


Fig.12 : histogramme de répartition des tiges dans la F.O.B

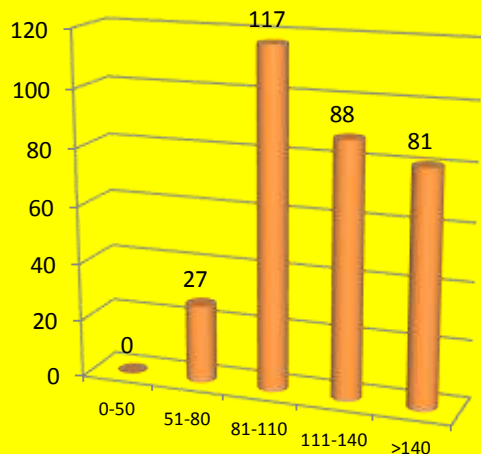


Fig. 13. histogramme de répartition des tiges dans la F.D.T

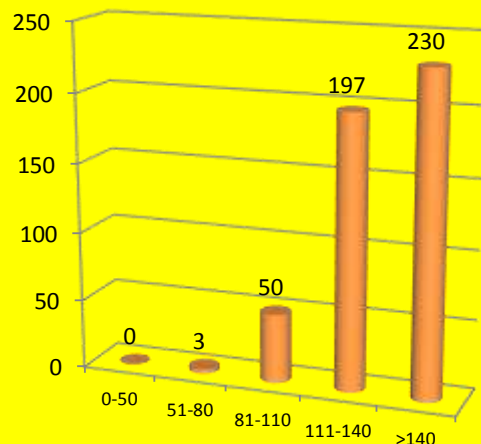


Fig. 14 Histogramme de répartition des tiges dans la F.D.B.G

- La répartition des tiges par classe de circonférence de nos ZI diffère d'une forêt à une autre et se distingue nettement de la distribution idéale suggéré;
- C'est surtout dans la cl 1 que ces différences sont observées, où l'on note l'absence totale d'effectifs, dans les Suberaies de TO, et un taux très faible de tiges pour SA (théoriquement cette classe devrait être la plus représentée);

- Les classes 2et3 totalisent 77.02 % des arbres recensés dans la F.D.B (reflète la jeunesse du peuplement);
- Contrairement à la F.D.BG les classes 3 et 4, représentant les gros arbres prédominent 88.96 % de l'effectif inventorié.
- Quant aux deux autres forêts (F.D.O et F.D.T), leur effectif se répartit entre les classes 3 et 4.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Modèle ajusté à 1 variable

Tableau 6 : Modèles ajustés relation entre la circonférence à 1.30m et la hauteur totale des arbres.

Zones d'inventaires		Fonctions testées	Modèles	R ²	S _{xv}
Suberaie de souk ahras	Boumezrane	Fonction linéaire	$C_{1,3} = 11,59+10,47*Ht$	0,40	25,92
		Fonction exponentielle	$C_{1,3} = 82,70+\exp(0,27*Ht)$	0,22	29,70
		Fonction de puissance	$C_{1,3} = 15,39*(Ht^{0,88})$	0,40	25,92
		Fonction polynomiale	$C_{1,3} = 5,40+11,65*Ht-4,76*Ht^2$	0,41	26,23
	Fonction logarithmique	$C_{1,3} = -66,73+182,30*\log(Ht)$	0,40	26,22	
	Ouled bechih	Fonction linéaire	$C_{1,3} = 28,88+7,38*Ht$	0,43	29,20
		Fonction exponentielle	$C_{1,3} = 92,58+\exp(0,23*Ht)$	0,28	32,78
		Fonction de puissance	$C_{1,3} = 19,83*(Ht^{0,80})$	0,43	29,07
Fonction polynomiale		$C_{1,3} = 11,23+10,78*Ht-0,15*Ht^2$	0,43	29,18	
Fonction logarithmique	$C_{1,3} = -61,43+168,57*\log(Ht)$	0,43	29,21		
Suberaie de Tizi ouzou	Tamgout	Fonction linéaire	$C_{1,3} = 41,45+6,66*Ht$	0,39	24,97
		Fonction exponentielle	$C_{1,3} = 103,62+\exp(0,21*Ht)$	0,25	27,77
		Fonction de puissance	$C_{1,3} = 23,57*(Ht^{0,66})$	0,40	24,84
		Fonction polynomiale	$C_{1,3} = -9,99+15,14*Ht-0,33*Ht^2$	0,40	24,69
	Fonction logarithmique	$C_{1,3} = -82,71+191,61*\log(Ht)$	0,40	24,74	
	Béni ghobri	Fonction linéaire	$C_{1,3} = 65,07+5,23*Ht$	0,17	28,41
		Fonction exponentielle	$C_{1,3} = 118,44+\exp(0,20*Ht)$	0,19	28,09
		Fonction de puissance	$C_{1,3} = 33,13*(Ht^{0,54})$	0,17	28,45
Fonction polynomiale		$C_{1,3} = 129,94-3,51*Ht+0,29*Ht^2$	0,17	28,86	
Fonction logarithmique	$C_{1,3} = -60,83+174,63*\log(Ht)$	0,17	28,49		

- Pour chaque ZI, les CD des fonctions testées sont presque identiques, à l'exception de ceux des fonctions exponentielles;
- On note tout de même un léger ascendant pour la fonction polynomiale;
- La valeur des CD obtenues inférieur à 0.50, révèle 1 relation médiocre entre les 2 variables étudiées, et donc l'absence d'une forte synergie de croissance.

C'est dans la ZI Ouled bechih que nous avons obtenu le modèle qui présente le plus grand CD R² égal à 0.43, et donc explique au mieux la relation entre la circonférence à 1.30m et la hauteur totale. Celui-ci est de type polynomial.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Modèle ajusté à 2 variables

Tableau 7: Modèles ajustés de la relation entre la circonférence à 1.30m et les deux variables : hauteur totale et espacement entre les arbres.

Zones d'inventaires		Fonctions testées	Modèles	R ²	S _{xv}
Suberaie de Tizi ouzou	Tamgout	C _{1,3} = F (Ht et Esp min)	$C_{1,3} = 40,06 + 6,62 * Ht + 0,62 * Esp_{min}$	0.39	25.04
		C _{1,3} = F (Ht et Esp max)	$C_{1,3} = 31,10 + 5,99 * Ht + 3,50 * Esp_{max}$	0.43	24.34
	Béni ghobri	C _{1,3} = F (Ht et Esp min)	$C_{1,3} = 43,29 + 4,66 * Ht + 6,51 * Esp_{min}$	0,31	26,02
		C _{1,3} = F (Ht et Esp max)	$C_{1,3} = 44,97 + 3,18 * Ht + 5,46 * Esp_{max}$	0.49	22,42

Nous avons travaillé avec la régression linéaire multiple (difficulté régression non linéaire multiple) pour ajuster la fonction mettant en relation la circonférence (C_{1.3}) et les variables : hauteur totale (Ht) et espacement (Esp min et Esp max) entre les arbres. Il en ressort :

- Les CD(R²) obtenus sont médiocres, ils ne dépassent guère les 0.50, dans les 2 ZI;
- C'est à FDBG qu'on a enregistré le meilleur CD 0.49;
- Les modèles de croissance de la circonférence en fonction des variables explicatives : ht et espacement maximal donnent de meilleur CD (R²= 0.43 pour Tamgout et R²= 0.49 pour Béni ghobri), que ceux ajustés en fonction de la hauteur totale et l'espacement minimale

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Modèle ajusté à 3 variables

Tableau 8 : Modèles linéaires à 3 variables testés à Béni ghobri

Modèle 1	$C_{1,3} = 54,13 + 2,94 * Ht - 0,34 * Esp \text{ max} + 6,29 * Dh$			
Observations	DDL	R ²	MCE	RMCE
146	142	0,72	269,70	16,42

Tableau 9 : Matrice de corrélation des variables dendrométriques du modèle retenu

Va Variables	Ht(m)	Esp max(m)	Dh(m)	C1,3(cm)
Ht(m)	1,000	0,277	0,228	0,406
Esmax(m)	0,277	1,000	0,773	0,643
Dh(m)	0,228	0,773	1,000	0,820
C1,3(cm)	0,406	0,643	0,820	1,000

• La valeur élevée ($R^2 = 0,72$) du modèle explicatif de la variabilité de la circonférence à 1.30, révèle la bonne synergie de cette variable dendrométrique avec les trois autres variables associées (Ht, Esp max, Dh);

- Dans notre cas 72 % de la variabilité de la croissance en circonférence est expliquée par la combinaison des 3 variables ; ht, E max entre les tiges et Dh;
- Dans le 1 cas de la régression à un facteur, la variabilité de la croissance en circonférence n'était expliquée qu'à 19% par la hauteur, et qu'elle a été amélioré sensiblement à 49% avec l'apport du facteur E maxi et qu'en fin, elle atteint 72%, en combinant les 2 premières variables, avec une troisième qu'est le Dh (impact prépondérant dans le modèle).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Validation du Modèle

Tableau 10: Analyse de la variance du modèle retenu.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	100501,107	33500,369	124,214	< 0,0001
Erreur	142	38297,332	269,700		
Total corrigé	145	138798,438			

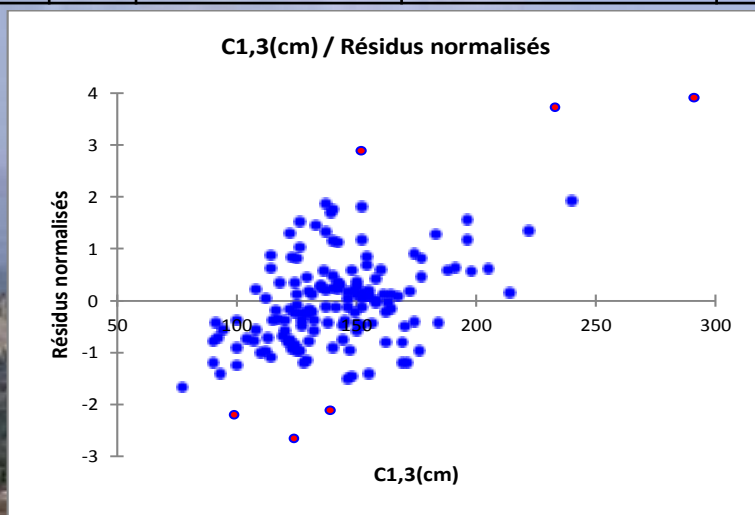


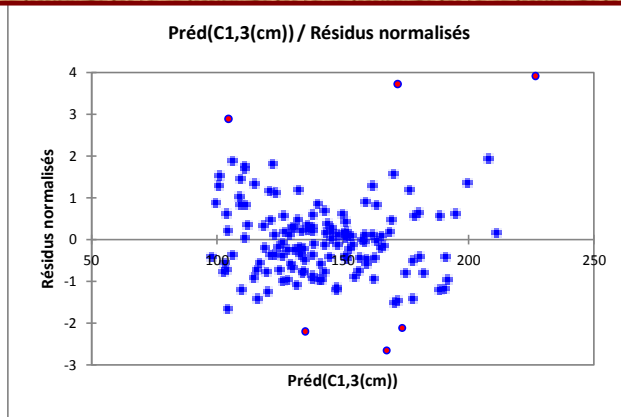
Figure 15 : Représentation schématique de diagramme de dispersion des résidus, du modèle retenu en fonction de la circonférence à 1.30m

• Les résultats du test F de Fisher de l'analyse de la variance, montrent que la probabilité associée au F est dans ce cas inférieure à **0.0001** (on prend un risque de se tromper de moins de 0.01% en concluant que les 03 variables explicatives apportent une quantité d'information significative au modèle,) donc notre régression est **significative**.

• On vérifie la validité du modèle 1 retenu, par l'analyse des résidus basée essentiellement sur l'élaboration et l'interprétation graphiques ;

• Les résidus qui se situent en dehors de l'intervalle (2, +2) révèlent les données d'analyses initiales suspectes ou aberrantes;

- Ces résidus ne devraient pas dépasser 5% dans le cadre de la distribution d'une loi normale.
- La dispersion (Fig 15) ne correspond pas à schéma d'une situation décrite satisfaisante par PALM (1986).
- Six résidus, indiqués en rouge se singularisent des autres par leurs valeurs situés hors de l'intervalle (-2, +2), mériteraient une attention particulière



- La figure 16 révèle 1 allure semblable au schéma d'une situation satisfaisante, en ôtant les valeurs aberrantes, marqués en rouges sur le graphe, situés hors de l'intervalle $(-2, +2)$.

Figure 16: Représentation schématique du diagramme de dispersion des résidus en fonction de la circonférence à 1.30m prédite par le modèle retenu.

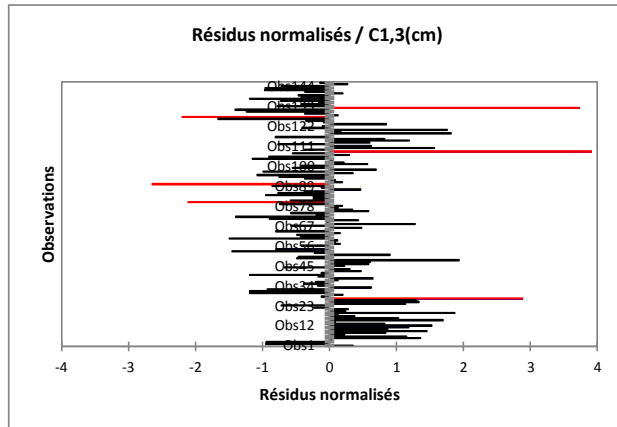


Figure 171: Histogramme des résidus normalisés du modèle retenu.

- La figure 17, ressort la présence de 6 résidus hors de l'intervalle prescrit, et nous permet d'identifier les 6 observations suspectes sur 146 au total, soit un taux de 4.11%;
- Ce dernier est inférieur donc au taux max de 5%, exigé pour accepter la distribution des résidus normés selon la loi normale réduite (Palm, 1986).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

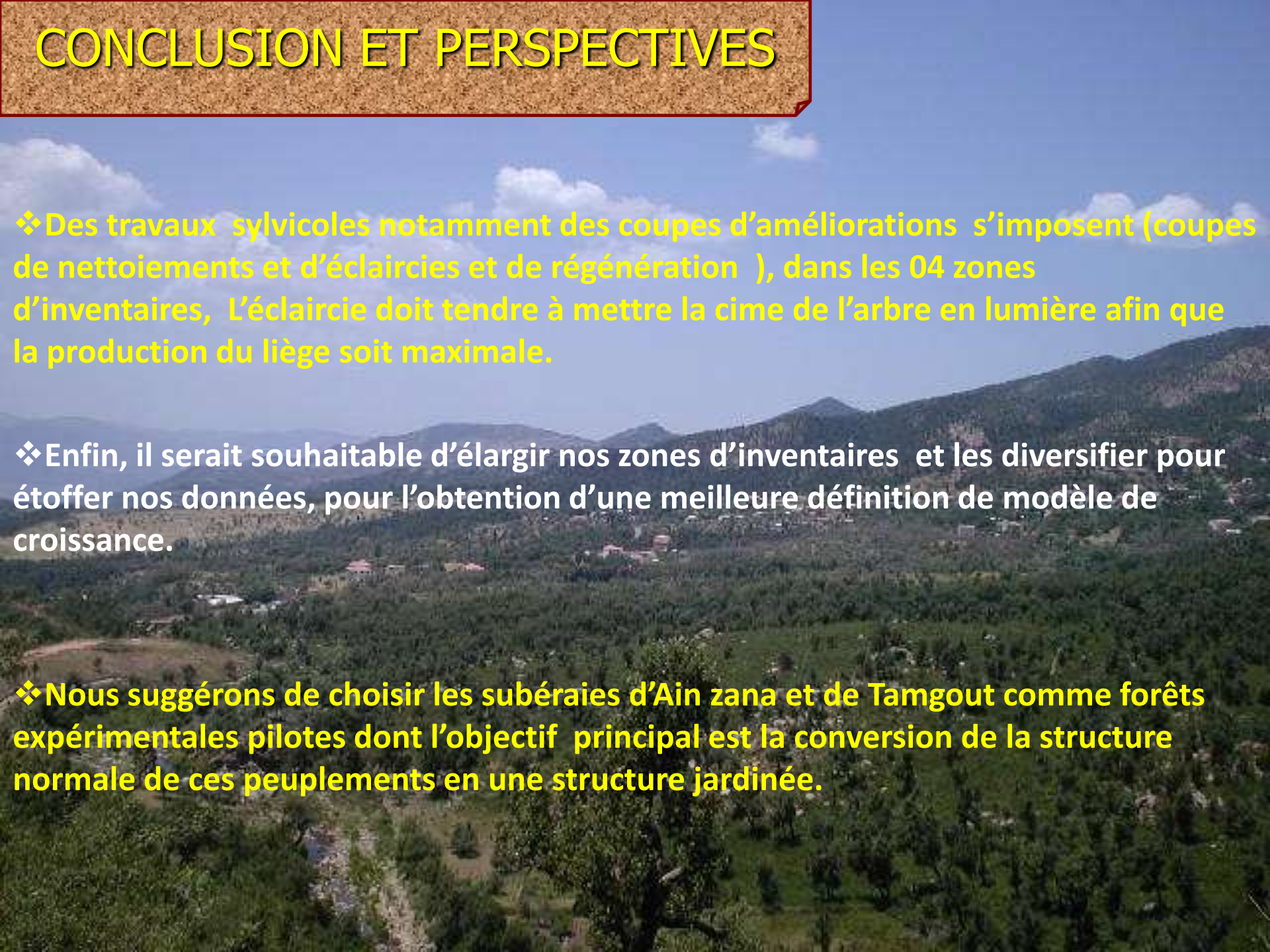
❖ L'étude de la modélisation de la croissance, a révélé qu'elle était complexe pour le chêne liège. C'est le modèle de la relation entre la circonférence à 1.30m en fonction des trois variables explicatives (ht, E m et le Dh) qui a été retenu et qui explique au mieux la croissance en circonférence à Béni Ghobri ..

❖ Le coefficient de détermination à **0,72** révèle la bonne synergie entre la variable expliquée et les variables explicatives. Le diamètre du houppier prend une part prépondérante dans la contribution globale du modèle. Pour disposer d'un houppier bien étalé qui va stimuler la croissance en circonférence, il faut agrandir l'espacement entre les arbres

❖ Les faibles coefficients de détermination obtenus de l'ajustement des modèles à 1 variable, puis à 2 variables, résultent de l'absence de traitements sylvicoles (éclaircies, conduite des peuplements) visibles à travers la très forte densité des peuplements inventoriés.

❖ Quant au modèle à trois variables, nous renseigne principalement sur l'effet important du diamètre du houppier sur la croissance en circonférence.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- 
- ❖ Des travaux sylvicoles notamment des coupes d'améliorations s'imposent (coupes de nettoiemnts et d'éclaircies et de régénération), dans les 04 zones d'inventaires, L'éclaircie doit tendre à mettre la cime de l'arbre en lumière afin que la production du liège soit maximale.
 - ❖ Enfin, il serait souhaitable d'élargir nos zones d'inventaires et les diversifier pour étoffer nos données, pour l'obtention d'une meilleure définition de modèle de croissance.
 - ❖ Nous suggérons de choisir les subéraies d'Ain zana et de Tamgout comme forêts expérimentales pilotes dont l'objectif principal est la conversion de la structure normale de ces peuplements en une structure jardinée.



JE VOUS REMERCI POUR
VOTRE ATTENTION