

Le marché international du liège et de ses dérivés

Ramón Santiago Beltrán et Miguel Elena Rosselló.

Instituto C.M.C. – IPROCOR. Pol. Ind. El Prado s/n. 06800 Mérida. Espagne. E-mail :
ramon@iprocor.org. Instituto C.M.C. – IPROCOR. Pol. Ind. El Prado s/n. 06800 Mérida. Espagne. E-mail : miguel@iprocor.org

Résumé : Le liège est un produit exceptionnel, très hétérogène, avec beaucoup d'applications, dont une, la plus importante du point de vue économique, est la bouchonnerie. Son hétérogénéité naturelle et les différents produits industriels obtenus font que les différents lots de liège cru aient un prix qui peut osciller entre 0,08 et 3,54 €/Kg ; dans le cas du liège préparé entre 0,21 et 6,61 €/Kg ; et dans le cas des produits de liège entre 1,80 et 2,40 €/Kg. C'est pour ça que le marché du liège est une affaire très intéressante mais très compliquée et parfois controversée.

Mots clés : Liège, marché, prix, bouchon,

Summary: Cork is a unique product, very heterogeneous; with many applications, but the stoppers for wines is the most important economically. Its natural heterogeneity and various industrial products that are obtained make the cork a product with very different prices: the raw cork has a price that can oscillate between 0.08 and 3.54 € / Kg; in the case of cork prepared between 0.21 and 6.61 € / kg; and in the case of cork products between 1.80 and 2.40 € / Kg. It is through this that the market for cork is a very complicated, very interesting, and sometimes controversial.

Key-words : cork, market, price, stoppers

Pour bien comprendre l'état des lieux de la filière liège, il faut la situer en relation avec le monde du bouchage :

On peut classer les vins d'après son prix en 6 types :

- Icon, plus de 150 € le litre ; représente uniquement le 1% du marché.
- Ultra premium, de 14 à 150 € le litre ; représente le 5% du marché.
- Superpremium, de 7 à 14 € le litre ; représente le 10% du marché.
- Premium, de 5 à 7 € le litre ; avec le type suivant représente le 34% du marché.
- Popular premium, de 3 à 7 € le litre.
- Basic, moins de 3 € le litre ; représente le 50% du marché.

Chaque type de bouchon est destiné principalement à un ou plusieurs types de vin :

- Bouchon naturel, destiné aux vins de haute gamme ; Icon, Ultra premium et Super premium, en ensemble le 15% du marché des vins.
- 1+1, destiné aux vins Super premium, Premium, et la partie haute des Popular premium, près du 25% du marché des vins.

- Aggloméré nouvelle génération, destiné aux Premium, Popular premium et la partie haute des Basic, près du 60% des vins.
- Colmaté, destiné aux Premium, Popular premium et Basic, près du 84% des vins.
- Aggloméré, destiné aux Popular premium et Basic, 70% des vins.

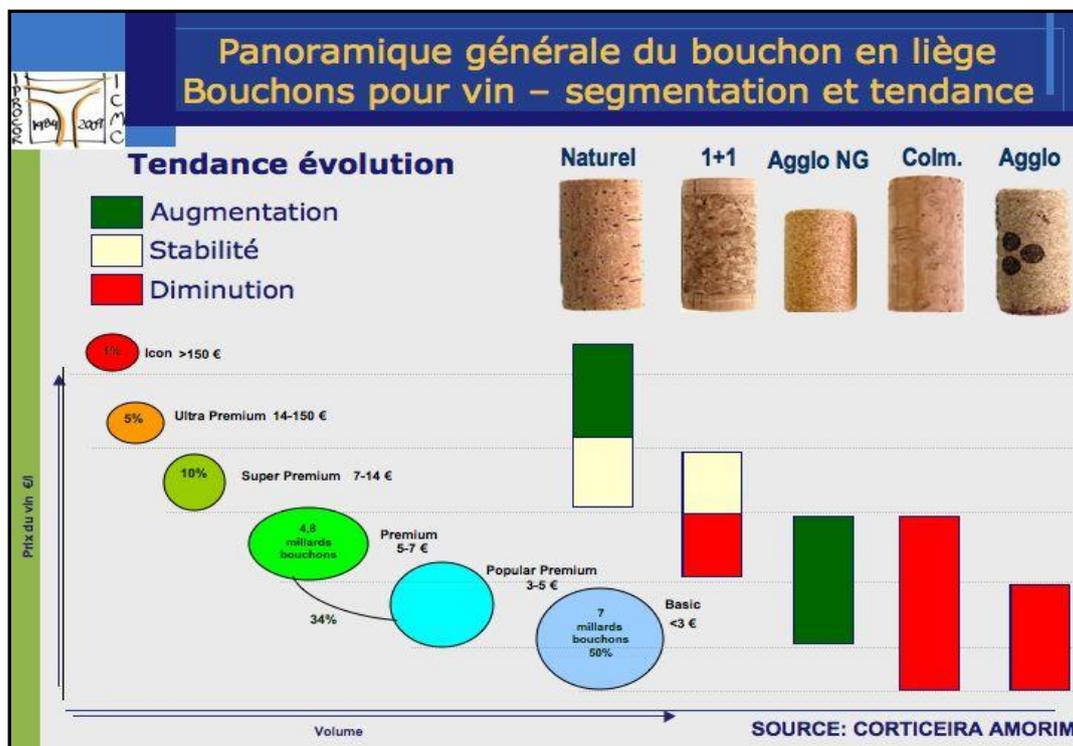


Figure 1. Panoramic générale des bouchons en liège pour des vins tranquilles

Parmi tous les bouchons, seulement les meilleurs bouchons naturels et les nouvelles générations ont une tendance à augmenter sa consommation dans le marché. La partie basse des naturels et la partie haute des 1+1 ont une tendance à la stabilité ; le reste a une tendance à diminuer.

De toutes les manufactures du liège, ce sont les lièges destinés à la bouchonnerie qui sont les plus appréciés sur le marché, et dans le top se situe le bouchon naturel : un kilogramme de bouchons naturels atteint un prix moyen de presque 46 €, et certains lots peuvent atteindre jusqu'à 240 €. Le reste de manufactures pour la bouchonnerie est aussi très valorisé : 18 € le kg de bouchons de champagne, presque 15 € le kg de bouchons colmatés, 12 € le kg de bouchons 1+1, et 6,6 € le kg de bouchons agglomérés. Le reste de manufactures est assez moins valorisé : 5,7 € le kg de parquet ; 3,1 le kg d'aggloméré décoratif ; et 1,8 € le kg d'aggloméré isolation. Le bâtiment, l'automotom, la mode, l'industrie aérospatiale, etc sont alors des secteurs vers lesquels s'adresse l'industrie du liège avec moins d'intérêt que vers le monde du vin.

De tous les opérateurs du secteur du liège, Corticeira Amorim est le plus important : ce groupe a au moins la moitié de la filière en volume et plus du 60% en prix. C'est la seule entreprise entièrement liège qui cotise dans la bourse (Lisbonne). En plus il y a Oeneo bouchage qui cotise (Paris) mais qui a d'autres manufactures au-delà du liège (tonnellerie).

Alors un bon thermomètre pour tester la marche de la filière du liège c'est l'indice de la Corticeira Amorim à la bourse de Lisbonne :



Figure 2. Évolution de Corticeira Amorim et Oeneo Bouchage à la bourse.

On peut constater que 2008 et le premier semestre 2009 ont été marqués par la crise économique mondiale. Dès août 2009, on peut repérer des signaux de récupération de la filière. Ces indices servent aussi à faire des prévisions pour la possible évolution du marché du liège dans un futur proche. Un autre indice qui sert à tester le marché du liège est le change dollar - euro : la plupart des achats est payé en euros et une bonne partie des ventes est payée en dollars, alors pour la filière intéresse plutôt un dollar fort. L'évolution 2008 – 2009 a été défavorable pour le liège : on a passé d'un taux de change \$/€ de 0,8 à la fin de 2008 à 0,68 à la fin 2009, ce qui représente une augmentation des coûts fonciers pour le secteur.

Les prix du liège, depuis que le liège est une matière première industrielle, ont eu toujours une forte variation, soit interannuelle, soit pluriannuelle, en fonction de l'offre et de la demande de matière première et des produits élaborés. Si on observe l'évolution des prix du liège en forêt en Espagne par exemple, on peut voir le graphique suivant :

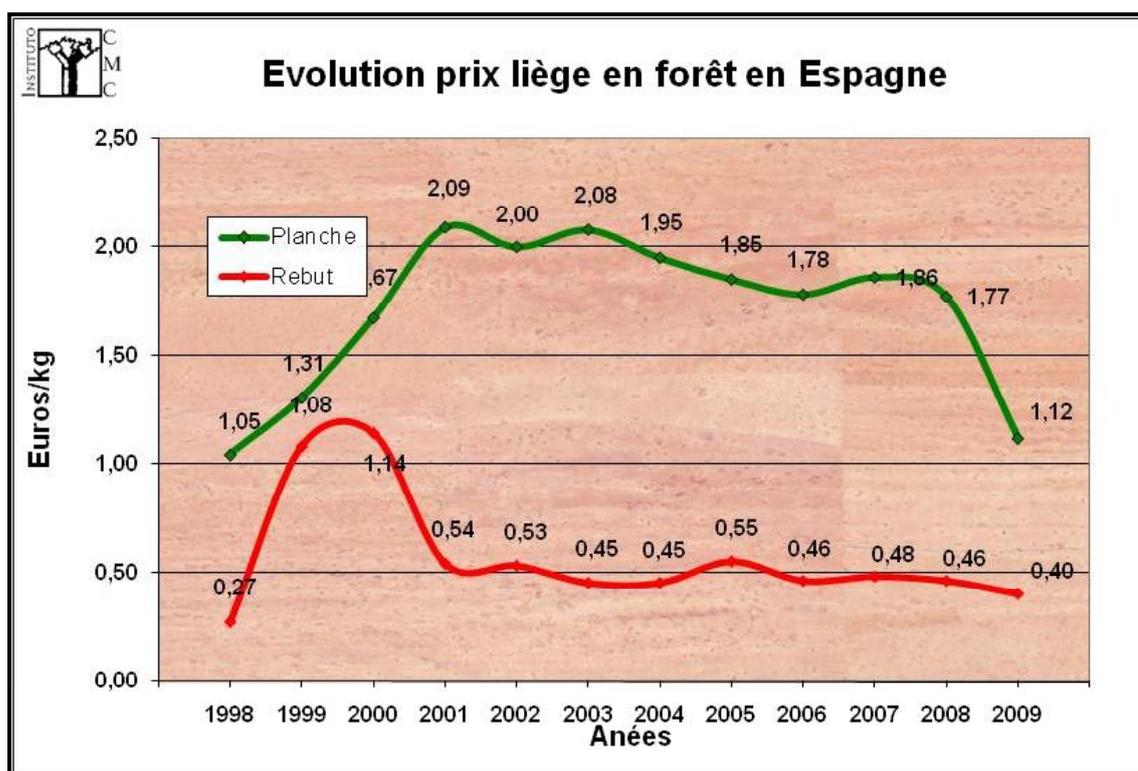


Figure 3. Évolution du prix du liège en forêt en Espagne

On peut constater durant les dernières années du XX^{ème} siècle, que les prix ont subi une forte augmentation due à plusieurs facteurs :

- Effet millenium : On attendait à une forte demande de bouchons,
- Changement des monnaies nationales européennes à l'euro : Il y a eu une inflation généralisée,
- Guerre commerciale : Les principaux groupes de la filière se sont confrontés à une guerre des prix et des nouveaux produits (bouchons techniques, nouvelle génération, ...).
- Disponibilité de la matière première : On attendait à une production de liège plus basse de la moyenne.

Après cette période, il y a eu une accalmie relative des prix qui sont restés très stables pour le rebut (on peut parler même d'un prix intervenu) ; et des prix plutôt stables pour le liège de reproduction en planche, prix qui ont chuté en 2009, avec la crise généralisée.

En ce qui concerne les prix du liège préparé, les variations ont été encore plus fortes durant la dernière décennie.

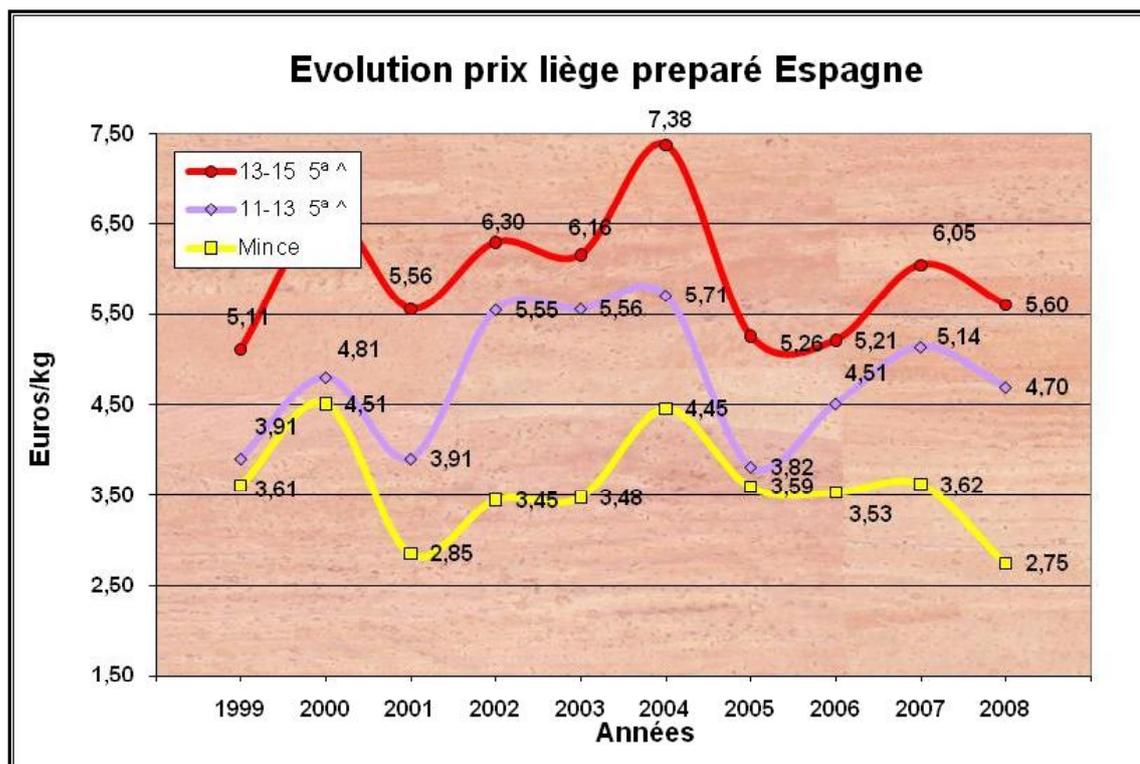


Figure 4. Évolution des prix du liège préparé en Espagne.

D'après cette figure, on peut distinguer 3 catégories : en rouge le liège 13-15 5^{ème} en haut, avec lequel on fabrique les bouchons naturels de 24 mm de diamètre ; en mauve le liège 11-13 5^{ème} en haut, avec lequel on fabrique les bouchons naturels de 21 mm ; et en jaune le liège mince, avec lequel on fabrique les disques et rondelles pour les bouchons champagne. Toutes ces catégories ont subi des hausses à trois reprises durant les années 2000, 2004 et 2007 comme elles ont subi des baisses à trois reprises aussi les années 2001, 2005 et 2008 soit juste après les hausses.

Les raisons de ces variations sont à peu près les mêmes que pour le marché de liège cru. Il s'agit d'un marché fortement variable, qui met en danger les entreprises de première transformation, qui doivent assumer des risques et des coûts fonciers très hauts.

Le Portugal est le premier pays producteur, transformateur et exportateur du liège. C'est pour cette raison que ses chiffres d'affaire sont très intéressants pour bien comprendre l'ensemble de la filière :

Les exportations de liège en Portugal représentent le 5% de l'ensemble des exportations pour ce pays, et les 2/3 de l'ensemble des revenus pour la filière liège mondiale



Figure 5. Exportations de liège du Portugal.



Figure 6. Destinations des exportations portugaises de liège

L'année 2000 représente l'année record pour la valeur des exportations, en concordance avec les prix du liège en forêt en Espagne. Par contre, en 2005 cette valeur a chuté pour atteindre son minimum de la même façon que les prix du liège préparé en Espagne. La tendance des

dernières années a été vers l'augmentation du volume mais vers la chute de la valeur des exportations (fig.5).

On peut constater aussi que la filière liège est fortement liée car il s'agit d'une filière relativement petite et avec des fortes interrelations.

Les destinations des exportations portugaises de liège sont la France, les Etats Unis d'Amérique, l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie. Ce sont les 4 principaux pays acheteurs (fig.6). La lecture de cette figure montre plusieurs remarques:

1-La France est le premier pays importateur en valeur mais la quatrième en quantité. Ce pays achète des produits finis pour la bouchonnerie, c'est qui représente la plus haute valeur ajoutée.

2-L'Espagne est le pays qui achète au contraire la plus grande quantité du liège, mais occupant le troisième rang en valeur. Ceci s'explique par les achats des produits semi-ouvrés ou semi-finis pour son industrie du liège.

3-Les USA sont le deuxième pays importateur en valeur; c'est l'une des raisons pour laquelle le changement du dollar en euro a une grande importance.

Mais dans toutes les transactions commerciales du monde du liège, la plus importante est l'adjudication des lièges du Maroc. Il s'agit d'une vente publique et transparente où il se vend normalement dans une seule journée, la totalité du liège du pays qui est de l'ordre de 10.000 tonnes environ. La vente en pile concerne plus le liège provenant de la récolte précédente. Chaque lot est nommé article, et peut être composé par 10 piles de liège et même plus. Les articles sont classifiés en 3 catégories:

- Liège planche
- Morceaux de liège
- Liège mâle

On établit un prix unitaire par stère de liège. Au prix principal on doit ajouter 6 taxes, qui peuvent arriver ou même dépasser le prix principal

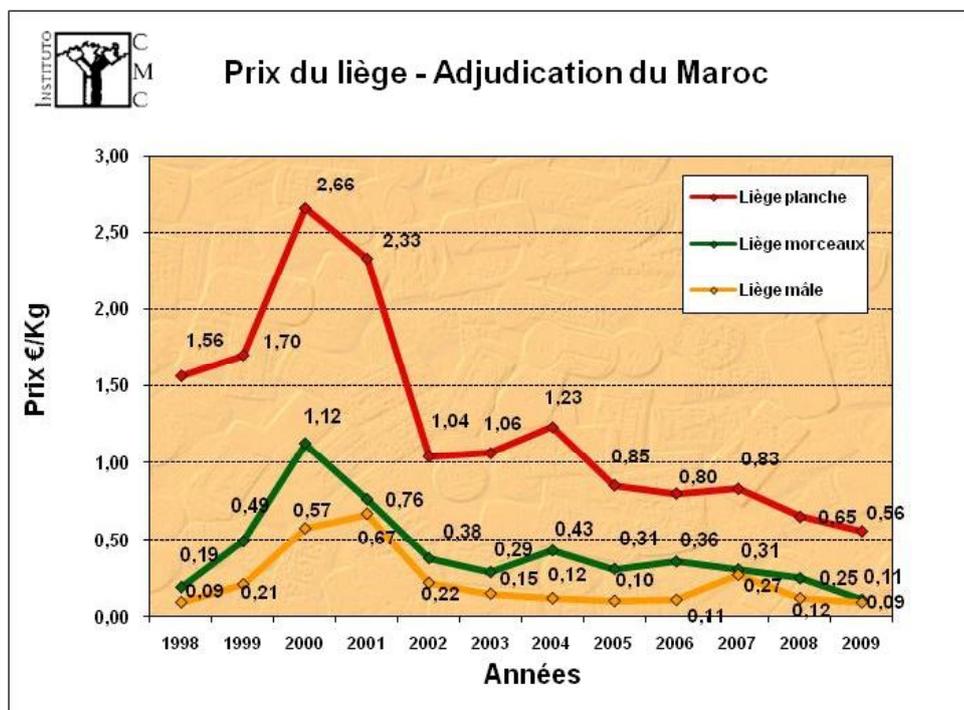


Figure 7. Évolution des prix des lièges à l'adjudication du Maroc

L'évolution des prix de la dernière décennie a été marquée par l'extraordinaire montée des années 2000 et 2001, de façon similaire aux prix dans la Péninsule Ibérique, et ce pour les mêmes raisons.

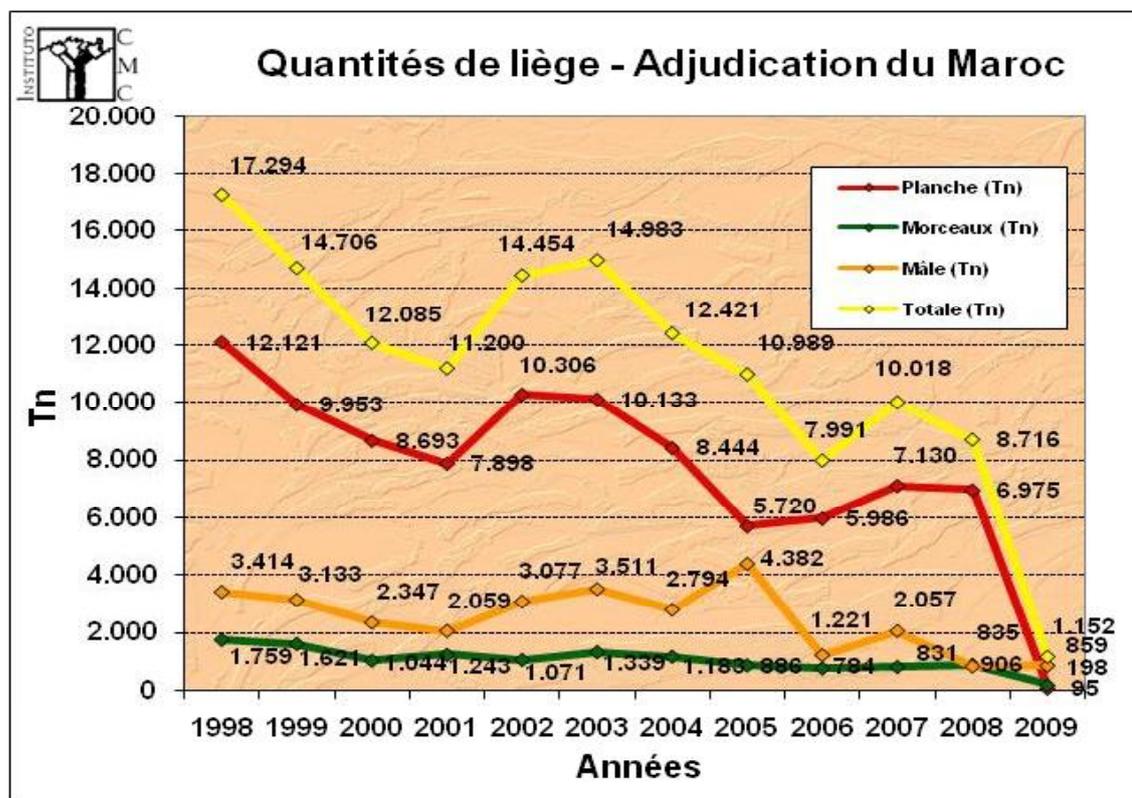


Figure 8. Évolution des quantités de liège vendues au Maroc.

La quantité de liège vendue au Maroc est marquée par la tendance à la diminution : bien que l'année 2009 ait été marquée par la crise, et les quantités vendues à l'adjudication du printemps aient été trop petites par rapport aux quantités mises en vente. Cette tendance est donc claire.

En ce qui concerne les acheteurs, ce sont 12 entreprises environ, avec infrastructure de transformation au Maroc qui achètent le liège à l'adjudication. Parmi ces entreprises, il y a lieu de citer les filiales des principaux groupes internationaux : Comatral, de la Corticeira Amorim ; Etrur Maroc, du Groupe Colombini ; Sabaté Maroc, de Oeneo Bouchage... Ce sont ces filiales qui achètent la plupart du liège au Maroc.

Le marché du liège est loin d'être un marché parfait, avec beaucoup d'offres et beaucoup de demandes. Au Maroc, il n'y a qu'une institution qui offre, et seulement une douzaine d'entreprises qui demandent. Cela empêche le marché de fonctionner sur des lois traditionnelles des marchés parfaits.

D'une autre part, les résultats de l'adjudication de 2009, ont quelques conséquences négatives pour la forêt dans l'ensemble de l'aire de répartition du chêne-liège:

- Moins de démasclage (coûts ne sont pas couverts)
- Moins de reboisement du chêne-liège (baisse de rentabilité)

- Pas de certification forestière (absence des bénéfices clairs)
- On ne récolte pas si le liège n'est pas vendu préalablement (coûts d'extraction élevés, et vente pas assurée).

L'analyse de l'évolution du marché des bouchons en liège pendant les années 2000-2009 peut être faite avec une explication de tendance carrément pessimiste, avec une perte globale de 6,3 milliards ($6,3 \times 10^9$) de bouchons en liège, tous types confondus.

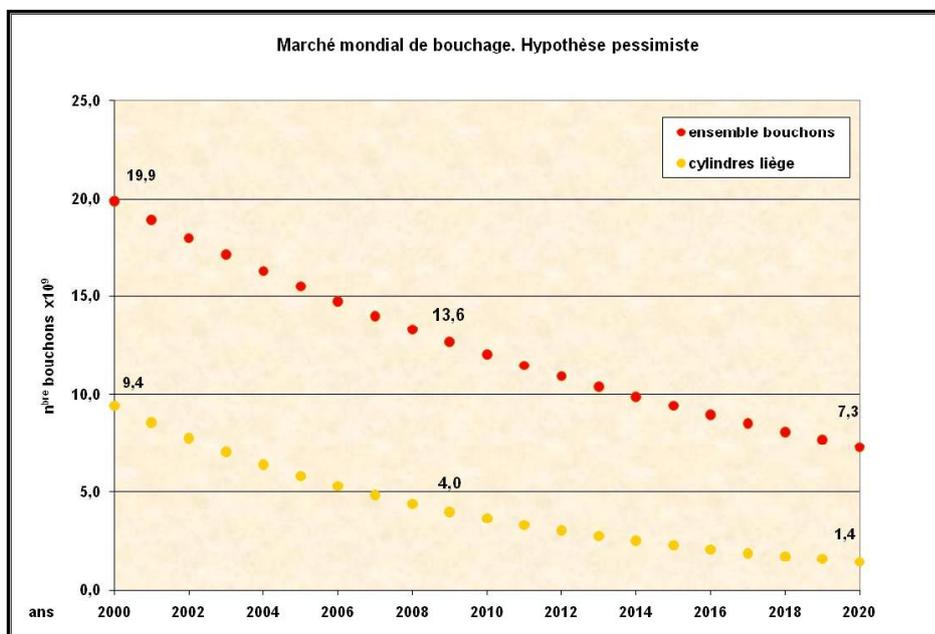


Figure 9. Hypothèse pessimiste du marché mondial de bouchage.

Dans cette perte ce sont les cylindres en liège naturel, c'est-à-dire les bouchons naturels et les bouchons colmatés qui sont les plus touchés puisqu'ils reculent de 5,4 milliards. La nuance est grave puisque ces types de bouchons ont la plus grande influence sur la valorisation des produits de la subéraie. On est en face à un phénomène général de diminution et un autre plus grave de substitution par les bouchons techniques et synthétiques.

Si un producteur de vin décide de remplacer le liège par d'autres produits de bouchage, la décision est en général définitive puisque cela entraîne un changement d'équipement de bouchage et dans ce cas il n'y a pas de marche arrière. Une telle décision est souvent prise pour des raisons économiques axées sur un différentiel de prix de 3 centimes d'euro par bouchon. Dans certains cas, une telle décision peut constituer pour le liège une perte de plusieurs millions de bouchons par an, et cela de façon définitive. Les chiffres sont toujours discutables, mais la tendance de ces 9 dernières années nous amène à avoir une position alarmiste.

Les effets de cette chute du marché ne se font pas attendre. Un chêne-liège de taille moyenne produit environ 3,9 kg de liège par an ; sachant qu'avec 1 kg de liège de qualité moyenne on peut obtenir 19 bouchons naturels. La production annuelle d'un chêne-liège peut être estimée alors à 74 bouchons naturels. Dans ce contexte, la substitution de 2.500 bouchons naturels par des bouchons en plastique ou en aluminium suppose le dépérissement de la production

annuelle de 33 chênes-lièges : c'est en effet le nombre moyen de chênes-lièges plantés sur 1 hectare de subéraie. Donc un million (10⁶) de bouchons en liège naturel remplacés pour effectuer une économie de 30 000 € représente une perte en termes de chênes-lièges de l'équivalent de 13.200 pieds en pleine production, soit une superficie de 400 hectares et cela pour une réduction des coûts d'embouteillage de 30.000 € pour 1 million de bouteilles.

La diminution de 5,4 milliards de cylindres naturels de liège représente -1.321.587 hectares de subéraie productive sur cette période (2000-2009). C'est en effet une hypothèse pessimiste, qui nous amène à voir diminuer énormément la forêt exploitée de chêne-liège : avec ce rythme de disparition il ne resterait alors que moins de 350.000 hectares productifs vers l'an 2020.

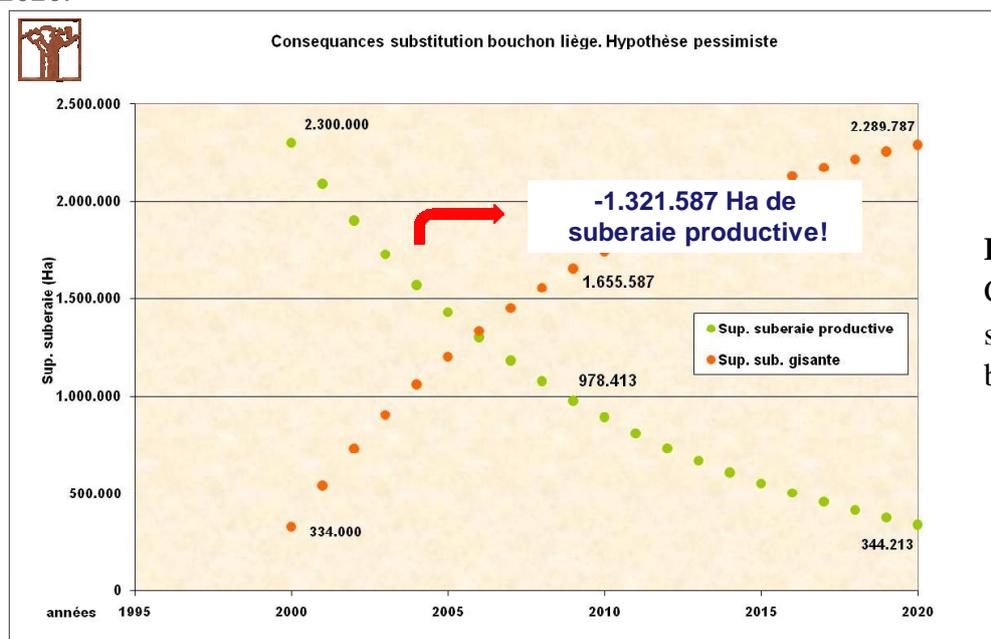


Figure 10. Conséquences de la substitution des bouchons de liège

Références bibliographiques

- Cardillo, E. 2000.** Caracterización productiva de los alcornoques extremeños. Congreso mundial del alcornoque y del corcho. Lisboa.
- Elena Rosselló, M. 2000.** Ponencia arriesgada. Congreso mundial del alcornoque y del corcho. Lisboa.
- Elena Rosselló, M. 2004.** Rentas del alcornoque. V Feira do Montado. Portel.
- Elena Rosselló, M. 2005.** Economía del alcornoque y del corcho. Curso de restauración d'alcornoques incendiados. Instituto CMC- IPROCOR. Mérida.
- Elena Rosselló, M. 2005.** Estructura del mercado mundial del tapamiento con corcho. Jornada de difusión y sensibilización. Sevilla.
- Elena Rosselló, M. et Santiago Beltrán R. 2008.** Arguments pro suberaies, liège et bouchon de liège et contre les bouchons en plastique et aluminium. Actes du colloque international VIVEXPO 2008. Vivès.

Caractérisation de la qualité du liège de deux suberaies oranaises (nord-ouest d'Algérie) : Cas de la porosité par la méthode d'analyse d'image et du procédé Calcor.

Dehane Belkhir¹, Bouhraoua Rachid Tarik¹ & Gonzalez -Adrados José Ramon²

¹ Département de Foresterie, Faculté des Sciences, BP 119, Université de Tlemcen,

belk_dahane@yahoo.fr et rtbouhraoua@yahoo.fr

² INIA – Centro de Investigación Forestal, Dpto. Productos Forestales, Ctra. Coruña, 28040 Madrid (Spain), adrados@inia.es

الخلاصة : إبراز نوعية الفلين لاثنتين من غابات الفلين الوهراني (شمال غرب الجزائر) : حالة المسامية عن طريقة تحليل الصور ومنهاج Calcor.

بعيدا عن أي موضوعية في ترتيب درجات ألواح الفلين ، ساعد الاستخدام الحديث لتقنية التحليل بالصورة في زيادة الموثوقية والسرعة في اتخاذ القرار من المشغل الإنسان. القياس الكمي للمسامية والكشف عن العيوب في الفلين عن طريق الرؤية الاصطناعية لم تستخدم قط في الجزائر، مثل غيرها من البلدان المجاورة المالكة للفلين. تعد هذه الدراسة خطوة أولى في هذا المجال المتطور جدا للتطوير و التسويق الصحيح لمنتج الفلين الذي طالما غيب. لذلك، قمنا بدراسة نوعية 80 عينة من الفلين ذات مصدر بيئي وجغرافي مختلف: واحدة في منطقة ساحلية (غابة المسيلة) والأخرى من منطقة جبلية (غابة زاريفات). العينات تم أداؤها في صيف عام 2008 في كل منطقة من 40 شجرة. وأظهرت النتائج أن أحجام لوحات ومتوسط الزيادة السنوية نحو 25 ملم (2.3 مم سنة - 1) في العينات الساحلية مقابل 21 مم (1.9 مم سنة - 1) في الجبال. معاملات متوسط المسامية تراوحت بين 4.9 % و 4.50 % - 8.08 % - 5.45 % ، على التوالي في الفرع والفرع العرضي. فلين الساحل كان أكثر مسامية من الجبل. الكشف عن حالات الخلل والعيوب التي تؤثر على نوعية الفلين وفقا لمنهج "Calcor" تبدو شائعة جدا على فلين الساحل أكثر من فلين الجبل.

الكلمات المفتاحية : الساحل، الجبل ، تحليل الصورة ، المسامية ، النوعية.

Résumé : Loin de toute subjectivité dans le classement des planches du liège, l'utilisation récente de la technique d'analyse d'image a donné plus de fiabilité et de rapidité à la décision qu'un opérateur humain. La quantification de la porosité ainsi que la détection des défauts du liège par vision artificielle n'a jamais été utilisée en Algérie à l'instar des autres pays subericoles voisins. Cette étude se voit une première démarche dans ce domaine très pointu pour la valorisation et la commercialisation correcte du produit liège, après tant d'années ignoré. Pour se faire, nous avons étudié la qualité de 80 échantillons de liège de deux provenances écologiquement et géographiquement différents : l'une littorale (M'Sila) et l'autre de montagne (Zariffet). Les prélèvements de liège ont été effectués en été 2008 dans chaque zone sur 40 arbres. Les résultats montrent que les calibres des planches ainsi que leurs accroissements moyens annuels étaient de l'ordre de 25 mm (2,3mm an⁻¹) en littoral contre 21mm (1,9mm an⁻¹) en montagne. Les coefficients moyens de porosité varient entre 4,9%-8,08% et 4,50%-5,45%, respectivement dans la section tangentielle et transversale. Le liège de littoral s'est montré plus poreux que celui de montagne. La détection anomalies affectant la qualité du suber selon le procédé « Calcor » semble très fréquente sur le liège du littoral que de montagne.

Mots –clés : Littoral, montagne, analyse d'image, porosité, qualité

Characterizing of the quality of cork of two cork oak landscapes (north-western of Algeria): The case of porosity by the method of image analysis and process Calcor

Abstract: Far from any subjectivity in the grading of cork planks, the recent use of the technique of image analysis has greater reliability and speed to the decision of a human operator. Quantification of porosity and the detection of defects in the cork by artificial vision have never been used in Algeria, like other cork countries neighbours. This study shows a first step in the correct development and commercialization of the product cork, so long ignored. To do this, we studied the quality of 80 samples of two cork landscapes ecologically and geographically different: one coastal (M'Sila) and the other mountain (Zarieffet). The cork samples were performed in summer 2008 in each zone from 40 trees. The results show that the sizes of boards and their average annual increases were about 25 mm (2.3 mm yr⁻¹) in coastal cons 21mm (1.9 mm yr⁻¹) in the mountains. The average coefficients of porosity ranged between 4.9% and 4.50% -8.08% -5.45%, respectively in tangential and transverse sections. Cork coastline was more porous than the mountain. The detection of abnormalities affecting suber quality according to the process "Calcor" seems very common on the coast of Cork that mountain.

Keywords: Coastal, mountain, image analysis, porosity, quality

Introduction

Les peuplements de chêne-liège et la production du liège sont l'apanage d'un fort petit nombre de pays soit une superficie de 2,7 millions d'hectares (Remacha Gete, 2002). La production mondiale de liège est passée de 380 000 tonnes en 1999 à 299 300 tonnes en 2008 (Fereira et al., 1999 ; Santos Pereira, 2008). La part de l'Algérie dans ce marché ne constitue actuellement qu'un taux de 5% soit une production annuelle de 10 000 tonnes/an (DGF, 2008). Auparavant (dans les années 1950) les productions historiques l'ont placé au 2^{ème} rang après le Portugal avec une production moyenne de 37000 tonnes (Boudy, 1952 ; Natividade, 1956).

Parmi les importantes zones productrices du liège de l'Ouest algérien et faisant l'objet de cette étude, nous citons 2 subéraies, l'une du littoral (M'Sila) appartenant à un bioclimat semi aride et l'une autre de montagne (Zarieffet) à ambiance climatique sub-humide inférieur.

Globalement les disparités de point de vue écologique, production et qualité du liège sont connues entre les 2 forêts. En effet, la forêt de M'Sila se caractérise par des accroissements moyens annuels du liège supérieurs à ceux de Zarieffet, tandis que celle-ci offre la meilleur qualité du liège (G.G.A, 1927 ; Dahane, 2006). La production moyenne annuelle est de 480 Qx à M'Sila contre 300 Qx à Zarieffet (C.F.W.O., 2008 et C.F.W.T., 2008).

La couche du liège produit annuellement n'est en réalité que le fruit du phellogène résultant de l'état physiologique de l'arbre. Dans cette optique, la caractérisation de la qualité du liège avec des procédés technologiques avancés a une importance capitale sur la valorisation de ce produit destiné essentiellement à l'industrie bouchonnière. Cette dernière exige souvent un

matériau de qualité (faible porosité, légèreté, souplesse, élasticité, imperméabilité, etc.) pour fabriquer un bon bouchon (Fortes et al., 2004).

Or, le classement dimensionnel classique (planche ou morceau) reposant sur l'acuité visuelle des ouvriers professionnels (Courtois & Masson 1998) ne peut constituer une technique fiable et demeure subjective pour déceler les différents défauts et anomalies que présente le liège et apprécier par conséquent sa qualité (Graça et al., 1985).

Actuellement la détermination de la qualité du liège s'appuie sur des procédés automatiques pour mieux définir son prix et faciliter son commercialisation. Il a été observé que le degré de coïncidence entre la classification manuelle du liège et le procédé automatique dans une unité industrielle était au dessous de 50% (Mello et Pinto, 1989).

Dans ce contexte, l'utilisation récente des techniques d'analyse d'image en Espagne et au Portugal a permis une bonne quantification de la porosité en utilisant le coefficient de porosité dans le classement de planches de liège et ont montré la possibilité de distinguer entre les défauts du liège en appliquant une analyse discriminatoire résultant de l'analyse d'image (Pereira et al., 1996 ;Gonzalez-Adrados et Pereira, 1996 et Gonzalez-Adrados et al., 2000).

Les planches de liège sont classées commercialement en 6 classes de qualité (1^{re} à 6^e) ou en classes mixtes de 1^{re} – 3^e (bonne qualité), 4^e – 5^e (qualité moyenne) et 6^e (faible qualité), le rebut correspondant aux planches de liège qui n'ont pas la qualité nécessaire pour la production de bouchons.

En l'occurrence, l'hétérogénéité de l'aspect du liège rend complexe tout classement. Il s'agit d'un produit où s'interfèrent en plus de la porosité d'autres défauts physiologiques, génétiques et extrinsèques à l'égard de la tâche jaune, les soufflures, les inclusions ligneuses, les fentes et les trous d'insectes (Gonzalez-Adrados, 2005).

1-Matériels et méthodes

Notre étude s'intègre dans le réseau de surveillance de l'état sanitaire des suberaies de l'Ouest Algérien, installé depuis 1999 (Bouhraoua, 2003).

1.1. Choix des arbres :

Notre travail a concerné deux zones de production du liège très connues en oranie à savoir M'Sila et Zariéffet. En revanche, ce choix s'avère très représentatif par rapport aux divergences de point de vue situation géographique, conditions climatiques et structure des peuplements. Le choix des arbres dans chaque forêt a été fait sur la base de la rectitude du tronc, l'abondance foliaire au niveau des cimes, l'absence d'anomalies de croissance sur le fût. Nous nous sommes intéressés aux seuls arbres ayant atteints l'âge d'exploitabilité et potentiellement valorisables (Ferreira et al., 2000) dont la hauteur de démasclage dépasse 1,30 m.

1.2. Collecte des échantillons du liège et des données

Durant la période de récolte, des calas de liège de 15x 15 cm ont été prélevés au niveau de chaque arbre à 1,30m du sol, au moyen d'un couteau tranchant. Au total, 80 planches du liège ont été extraites à l'échelle des deux forêts.

Au laboratoire, chaque échantillon est étiqueté en rapportant le numéro de l'arbre, ainsi que la date de sa dernière exploitation. Les 80 échantillons ont été ensuite traités à l'eau bouillante pendant 1 heure suivant la pratique industrielle de préparation du liège. Les planches ont été équilibrées en étuve à la température ambiante de 20°C pendant 48 heures pour éliminer l'eau d'imbibition provenant de l'opération du bouillage. L'humidité des planches de liège ainsi séchées était en moyenne de 7%. L'épaisseur moyenne des quatre cotés de chaque planche a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse. La densité volumétrique (kg/m^3) a été déterminée pour chaque échantillon séché ainsi que la productivité de l'arbre estimée comme poids de liège produit par unité de surface de déliègeage (kg/m^2). Les 80 planches ont été préparées à l'observation par ponçage des deux sections.

La porosité a été étudiée par analyse d'image (Gonzalez-Adrados, 2005). Il s'agit d'un logiciel Olympus cell^D disponible à l'INIA-CIFOR (Madrid) qui traite l'image scannée en détectant les pores en réglant la région d'intérêt (ROI) et en définissant au préalable le Set threshold level (Pereira et al, 1996). Les échantillons scannés sur la section tangentielle ont une superficie de 225cm^2 (15 cm x15 cm) tandis que ceux de la section transversale avait une longueur de 15 cm dont le maximum de la superficie était en relation avec l'épaisseur de chaque échantillons sans la croute.

Les paramètres suivants ont été déterminés pour chaque échantillon correspondant aux deux sections transversales et tangentielles :

- CP (%), coefficient de porosité : % de la superficie totale des pores dans la superficie totale du liège, nombre total de pores calculé sur la région d'intérêt(ROI) de l'échantillon ;
- superficie moyenne et totale des pores, en mm^2 ;
- facteur de forme : ce paramètre mesure l'irrégularité du contour des pores (1 pour les formes cicutaires, 0 pour les formes très irrégulières) ;
- facteur de géométrie : quotient entre le diamètre minimum et maximum (une forme circulaire a la valeur 1 et linéaire a la valeur 0) ;
- intensité du threshold : ce paramètre définit l'intensité de la lumière utilisée pour faire apparaître le contour des pores ;
- l'orientation angulaire : correspond à la plus longue ligne qui relie le centre de gravité vers la périphérie du pore.

Les anomalies pris en considération sont selon les normes ISO DIS 633 et les critères de classification des bouchons publiés par la Fédération Nationale des Syndicats de liège et le Cork Quality Council. La vérification des défauts de qualité a été réalisée par l'utilisation d'un logiciel « CALCOR » disponible à l'INIA-CIFOR (Madrid) (Garcia de Ceca, 2001 ; Gonzalez-Adrados et al., 2005).

Pour les mesures des accroissements du liège, des lames de 10 mm d'épaisseur ont été découpées de chaque planche. Chaque année de croissance (anneau ou cerne) est mesurée sur

chaque section transversale dans trois endroits à distance égale (4 cm) marqués avec une épingle entomologique très fine (n°1) (Dahane, 2006).

La largeur des cernes de croissance de chaque échantillon est enregistrée en déplaçant, sous une loupe binoculaire (stéréo microscope LEICA), un chariot mobile (banc manuel LINTAB5) relié à l'ordinateur équipé d'un système automatique d'enregistrement

(TSAPWin) disponible à l'INRF d' Azazga (W. de Tizi Ouzou). La lecture consiste en la mesure de la largeur des cernes perpendiculaire à leur limite au 1/1000 de mm. L'échantillon

est déposé sur le chariot qui défile sous la loupe binoculaire. Les résultats sont donc la moyenne des 3 mesures/cerne Tous les traitements de données (moyenne, écart-type, coefficient de corrélation de Pearson, test de Student, analyse factorielle) étaient effectués par le logiciel XLSTAT 2009 au seuil de signification 95%.

2-Résultats et discussion

2.1- Caractérisation générale du liège échantillonné

L'épaisseur moyenne des calas est de l'ordre de 25 mm pour les échantillons du littoral et 21 mm pour ceux de montagne (Tab.1). La distribution des échantillons selon les accroissements moyens annuels complets (an^{-1}) respecte la tendance écologique de chaque suberaie. La moyenne annuelle de l'anneau de croissance est respectivement de 2,3mm en littoral et 1,9 mm en montagne. Le rythme de croissance annuel de type rapide (> 2 mm) concerne 18% des accroissements du liège de M'Sila contre 7% seulement à Zarieffet. L'âge du liège déterminé suivant le nombre d'accroissements était de 10 ans (9 accroissements complets).

Les débouchés industriels des échantillons attestent un clivage vers la confection des disques pour bouchons aux alentours de 82% (< 27 mm). En revanche, 17 % des échantillons sont en dessus de l'épaisseur commerciale bouchonnable (> 27 mm),

Tableau 1.Caractéristiques moyennes du liège de reproduction des deux suberaies, entre parenthèse l'écart type

	M'Sila	Zarieffet
Nombre d'échantillons	40	40
Epaisseur totale (mm)	25 (5,04)	21(4,36)
Accroissement moyen	2,3(0,86)	1,9(0,40)
Age du liège	9	9
Productivité (kg/m ²)	7,04(1,37)	7,5(1,27)
Densité superficielle	0,29(0,06)	0,32(0,05)

La densité volumétrique moyenne (avec croûte) est de l'ordre de 0,29 (290kg/m³) pour le premier liège contre 0,32 (320 kg/m³). Le liège de ce dernier est considéré comme lourd (Boudy, 1952 ; Aloui 2006). La densité superficielle moyenne caractérisant la production du liège au mètre carré de surface génératrice est de l'ordre de 7,04 kg/m² pour le suber de M'Sila contre 7,5kg/m² pour celui de Zarieffet ce qui est similaire à la littérature (Ferreira et al.,1999).

2.2- Caractérisation de la porosité selon la section transversale et tangentielle

La porosité (coefficient de porosité) caractérise la distribution des pores ou canaux qui traversent radialement la masse du suber dans toute son épaisseur. Leur nombre et leur grosseur exerce une influence prépondérante sur la qualité du liège (Pereira et al., 1996).

Les caractéristiques générales de la porosité du liège selon les sections tangentielles et transversales sont mentionnées dans les tableaux 2 et 3et les figures 1et 2.

Tableau 2. Caractérisation de la porosité du liège des arbres sains des deux suberaies ; entre parenthèse, l'écart -type

Paramètres mesurables	Section tangentielle (15 cmx15cm)		Section transversale (15 cm x épaisseur)	
	M'Sila	Zarieffet	M'Sila	Zarieffet
Nombre moyen de pores	1369(643,8)	1281(737,6)	170(58,81)	149(51,6)
Superficie totale des pores (mm ²)	926,3(531)	927,9(592,9)	271(188,7)	173(104,7)
Superficie minimum des pores (mm ²)	0,12(0,09)	0,13(0,09)	0,07(0,001)	0,07(0,003)
Superficie maximum des pores (mm ²)	64,22(84,5)	37,91(40,15)	45(35,40)	26,2(14,36)
Superficie moyenne des pores (mm ²)	0,77(0,35)	0,78(0,58)	1,54(0,45)	1,10(0,47)
Coefficient de porosité(%)	4,90(2,73)	4,50(2,77)	8,08(3,98)	5,45(3,29)

La quantification de la porosité par les techniques d'analyse d'image permet d'éliminer une certaine subjectivité dans la classification commerciale du liège faite par l'observation visuelle par un expert (Baros et Pereira, 1987). En effet, de point de vue aire écologique, la différenciation entre liège du littoral et celui de montagne est préservée (Saccardy, 1937).

Les superficies moyennes des pores de la section tangentielle se montrent identiques soit respectivement une moyenne de 0,77 mm² pour le suber des deux provenances. En section transversale, c'est plutôt les pores du liège du littoral qui évincent ceux de la montagne (1,54 mm² contre 1,10 mm²).

A son tour, le coefficient moyen de porosité s'avère plus atténué sur les échantillons de montagne que ceux du littoral. Sur la section tangentielle, il est aux alentours de 4,50 % tandis que sur la section transversale, il frôle le 5,45 %.

L'analyse statistique des coefficients moyens de porosité pour la section tangentielle est non significative entre les deux lièges ($t_{obs} = 0,58$; 39ddl; $p=0,55$) alors qu'elle est significative sur la section transversale ($t_{obs} = 3,52$; 39ddl; $p<0,000$).

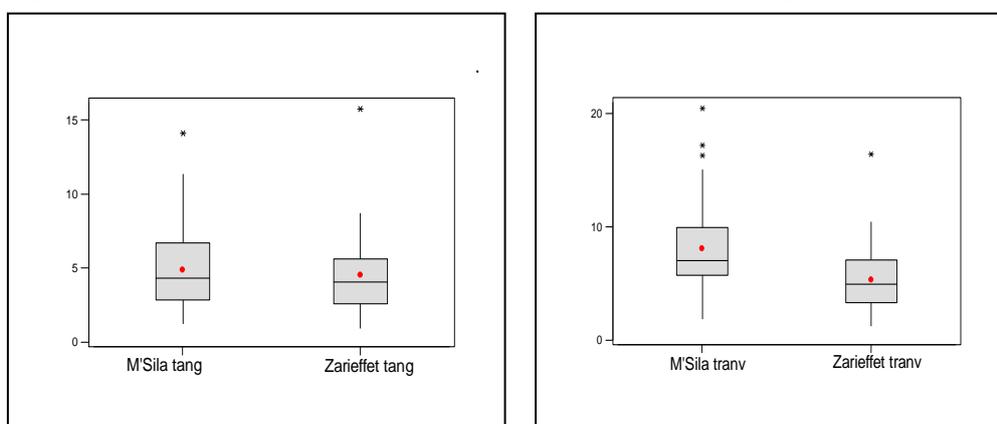


Figure. 1: Coefficient de porosité du liège par section tangentielle et transversale selon les deux provenances

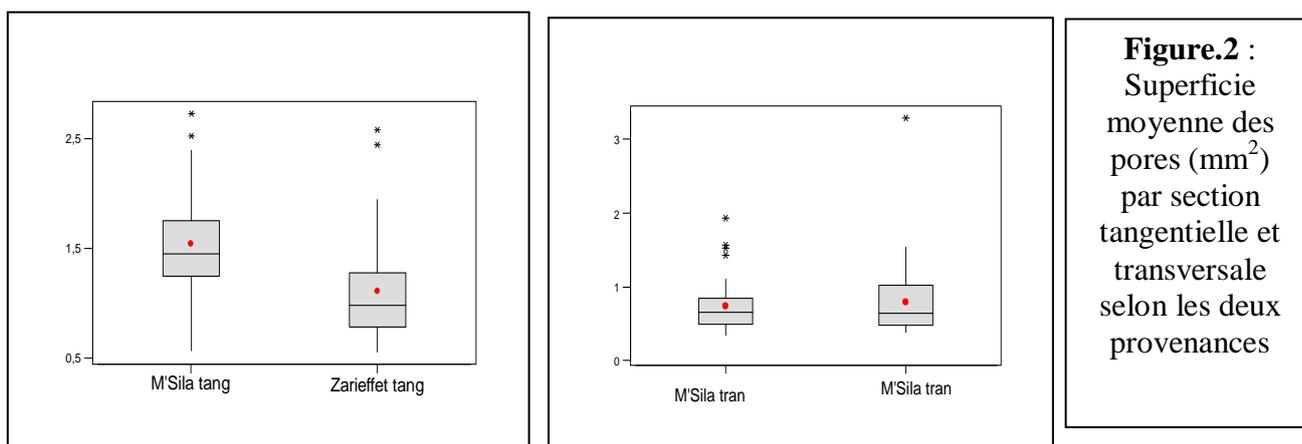


Figure.2 : Superficie moyenne des pores (mm²) par section tangentielle et transversale selon les deux provenances

Quelque soit la provenance du liège, le coefficient de porosité de chaque planche était plus influencé par la superficie des pores que par leur nombre (Tab.3).

Tableau 3. Matrice de corrélation de Pearson entre les variables de porosité (section tangentielle du liège des arbres sains de M'Sila)

Variables	C.P. Tang	N de pores	Super. max	Sup, totale	Sup, moyenne
C,P,% Tang	1				
Nombre de pores	0,772	1			
Superficie max.	0,411	0,395	1		
Superficie totale	0,986	0,835	0,446	1	
Superficie moyenne	0,172	-0,409	0,088	0,084	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

Tableau4. Matrice de corrélation de Pearson entre les variables de porosité (section transversale du liège des arbres sains de Zarieffet)

Variables	C.P. Tranv	N de pores	Super. max	Sup.totale.	Sup. moyenne
C,P,% Tang	1				
Nombre de pores	0,781	1			
Superficie max.	0,609	0,602	1		
Superficie totale	0,908	0,879	0,801	1	
Superficie moy	0,802	0,446	0,735	0,787	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

2.3 -Paramètres explicatifs de la porosité

2.3.1-Intensité du threshold

L'influence du threshold dans la définition des pores dans les sections tangentielles et transversales est un élément capital dans la quantification exacte de la porosité par analyse d'image. La combinaison des couleurs rouge, vert et bleu nous a permis de cerner au mieux

les superficies de chaque pore. L'intensité du threshold était très liée à La variation de la densité des pores dans chaque planche (Tab.5).

Tableau 5. Variation de l'intensité du threshold selon les deux sections

	Section tangentielle (15 cmx15cm)		Section transversale (15 cm x épaisseur)	
	M'Sila	Zarieffet	M'Sila	Zarieffet
Nombre moyen de pores	1369	1281	170	149
Coefficient de porosité(%)	4,90	4,50	8,08	5,45
Intensité du threshold	75-100	60-95	70-95	65-80

Le niveau de couleur du threshold était entre 75-100 pour la section tangentielle et entre 80-95 pour la section transversale ce qui est similaire à la littérature (Gonzalez-Adrados et al., 2000).

2.3.2-Angle d'orientation des pores

Les orientations angulaires des pores des sections transversales et tangentielles sont représentées dans la figure 3.

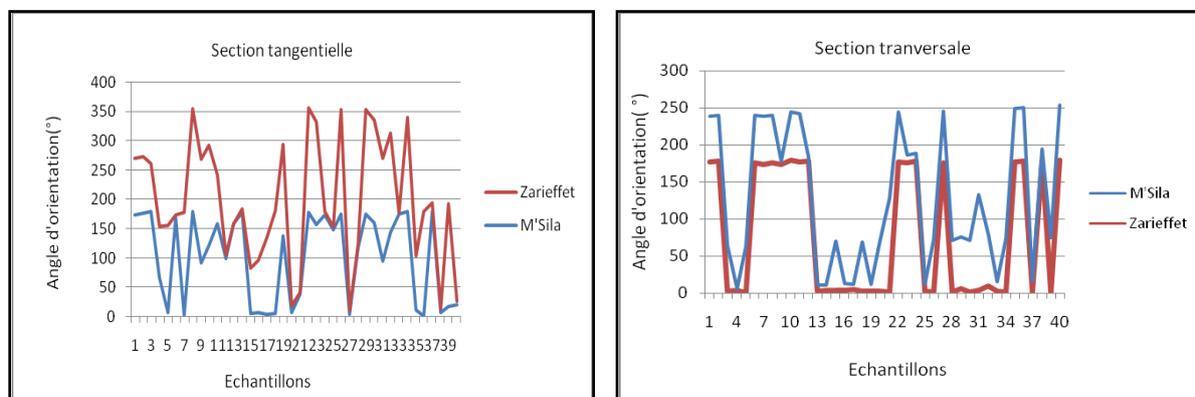


Figure 3: Variation de l'orientation angulaire des pores selon les sections

Les 6965 pores qu'abritent les sections transversales des 40 échantillons de liège de M'Sila se caractérisent par une orientation angulaire moyenne de l'ordre de $49,70^{\circ} \pm 10,04^{\circ}$. En l'occurrence, les 5965 pores des planches en provenance de Zariéffet s'orientent moyennement d'un angle de $77^{\circ} \pm 26,76^{\circ}$.

En section tangentielle, les 54 787 pores du liège de littoral s'inclinent moyennement d'un angle de $102,16^{\circ} \pm 22,7^{\circ}$. En montagne, les 51 222 pores recensés se penchent d'un angle moyen de $96,31^{\circ} \pm 22,70$.

2.3.3- Facteur de forme

La majorité des pores des lièges échantillonnés sont de formes irrégulières. En section tangentielle, le facteur de forme est compris entre 0,6 et 0,78 pour les planches de M'Sila et aussi celles de Zariéffet. En section transversale, il varie entre 0,25 et 0,48 pour le liège du littoral et entre 0,21 et 0,40 pour celui de montagne.

2.3.4-Facteur de géométrie

Ce facteur varie entre 0,50 et 0,55 en section tangentielle pour les deux types de liège. Par contre, en section transversale, il est de l'ordre de 0,40 témoignant d'une forme linéaire des pores.

2.4-Variation de la qualité du liège

La meilleure qualité du liège se traduit par son homogénéité et sa propreté. La présence de défauts détériorent sa qualité et le rendant impropre à la fabrication des bouchons (Benkirane et al., 2001). La détection des anomalies par le procédé Calcor permet de classer les planches du liège par ordre de qualité commerciale.

Selon la figure 4 et en dépit de la porosité propre de chaque planche, l'aspect du liège de M'Sila semble bien infecté par les anomalies de dépréciation de la qualité plus que celui de

Zarieffet. En effet, les défauts du liège terreux, les soufflures, les fentes, les trous de fourmis et la tâche verte sont présents à travers tous les catégories du liège du littoral. Les planches du liège de Zarieffet se montrent plus propres. Hormis les anomalies de la lignification verticale et l'épaisseur de la croute, les autres défauts sont quasiment absents à l'instar des fentes, les soufflures et la tâche jaune.

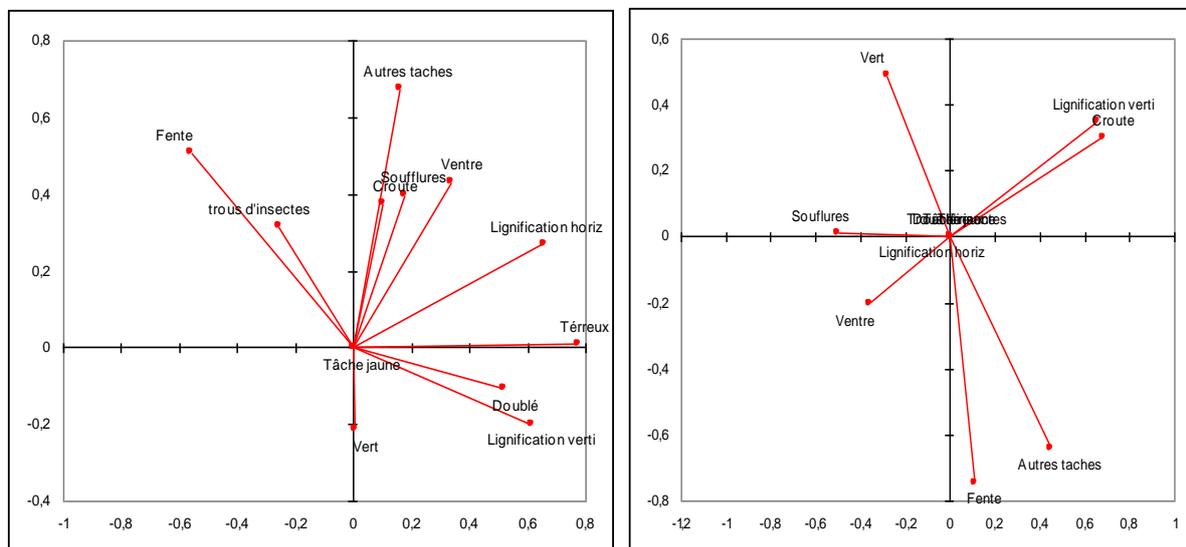


Figure 4 - Analyse factorielles entre les paramètres affectant la qualité du liège des deux provenances

Les conditions du milieu de croissance des arbres et la zone naturelle (littorale-montagne) interviennent dans la variabilité entre les différents paramètres subérogène.

Pour un âge de référence homogène (10 ans), les échantillons sains du littoral dépassent plus au moins l'épaisseur commerciale (27 mm). Ceux de Zarieffet sont moins propices, l'épaisseur

commerciale et au dessous de 25 mm, une augmentation de la rotation de deux années est nécessaire.

La porosité des planches du liège des deux suberaies a montré une certaine variabilité entre arbres de la même provenance. En effet, le liège du littoral s'est montré plus poreux que ce lui de montagne à travers la section tangentielle et transversale. Cette confirmation a été déjà

signalée sur le liège marocain et portugais (Natividade, 1956, Pereira et al., 1996). Le liège des arbres de chaque forêt abrite tous les coefficients de porosité, des pores les plus fines aux grands pores.

La croissance radiale et rapide du liège du littoral (M'Sila) stimule la formation des pores à grandes surfaces (>2mm²). Ces dernières constituent 70% de la surface totale des pores (Dahane, 2006). En revanche, la croissance très lente du liège de montagne (Zarieffet) s'oppose à ces déformations et lui procure une grande fermeté. Dans ce genre de liège, dominant les lenticelles < 2 mm², qui constituent 70% du nombre total des pores (Abbou, 2007).

Indépendamment des conditions du milieu et de l'état physiologique des arbres, l'aptitude individuelle ou génétique de chaque arbre intervient pour améliorer ou déprécier la qualité du liège. Elle semble commander la porosité et spécialement le nombre des lenticelles. Cette confirmation semble en accord avec les récits de certains auteurs qui stipulent que la variabilité de la porosité suggère l'apport génétique dans sa détermination, surpassant un possible effet environnemental et qu'un arbre habitué a donné du liège aux grands pores restera durant toute sa vie (Remacha Gete, 2002 et Fereira et al., 2000).

En relation avec les critères de classification des planches de liège par ordre de qualité, les arbres du littoral favorisent plus certaines anomalies de dépréciation (Saccardy, 1937). En effet, les fentes, le liège doublé et les soufflures (caractérisant les cavités de porosité) sont plus présentes sur la section transversale des échantillons de M'Sila. Ces défauts sont bien corrélés à la tension exercée par la formation rapide des accroissements du liège (> 3mm). Sur les échantillons de Zariéffet, la minceur du calibre aux accroissements lents s'oppose à la formation de ces anomalies. Sur ce type de liège, nous évoquons plus la lignification verticale du suber ainsi que l'épaisseur de la croûte (> 2mm).

3- Conclusion

La caractérisation technologique de la qualité du liège à travers deux types de provenance (littoral et montagne) semble une opération très délicate où s'interfèrent deux autres variables logiquement très opposés. Il s'agit en effet, de la composante environnementale et géographique puis la composante génétique de l'arbre.

Les accroissements moyens annuels produits sur le liège du littoral sont propices à la formation des pores de grande taille qui s'accompagnent par d'autres anomalies de dépréciation tels que les fentes, les soufflures, le liège doublé, etc. Au sein du liège de montagne, la lenteur de croissance des cernes semble très adaptée à un liège ferme et très élastique. La formation des pores aux superficies plus réduites est très marquée que sur celui

du littoral. Les défauts de lignification verticale et de l'épaisseur excessive de la croûte influent sur le poids et la densité de ce type de liège. Ce sont les paramètres intrinsèques à chaque arbre qui vont dicter l'abondance ou la raréfaction des pores et par voir de conséquences les autres anomalies physiologiques.

Remerciements

Nous tenons à remercier la collaboration de Garcia de Ceca , Lorenzo et M^a Luisa Estéban de l'INIA –CIFOR de Madrid dans la prise des mesures. Comme nous remercions Mr Messaoudène M. chef de station INRF d'Azazga (Tizi-Ouzou) d'avoir accepté de prendre les mesures des accroissements sur la machine Lintab 5.

Références bibliographiques

Abbou A., 2007- Contribution à l'étude de l'effet du bouillage sur les accroissements et la porosité du liège de la suberaie de M'Sila et de Zariéffet. Thèse. Ing. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 129 p.

Aloui A., Rjaibi A. & Ben Hamad N., 2006- Etude de la qualité du liège de reproduction des suberaies d'Ain Draham (Tunisie). *Ann. de l'INGREF*(2006), numéro spécial,(44-59)ISSN. pp.1737-0515.

Barros L. & Pereira H., 1987- A influência do operador no processo de classificação da cortiça, *Cortiça* 582 (1987).pp.103-105

Benkirane H., Benslimane R, Hachmi M. & Sesbou A., 2000 - Possibilité de contrôle automatique de la qualité du liège par vision artificielle. *Ann. For. Sci.* 58 . 455 - 465 .INRA, EDP Sciences, Maroc.12 p

Boudy P. ,1952 - Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris. Maison rustique.509 p., 94 FIG. ,1.Carte.

Bouhraoua R.T, 2003 - Situation sanitaire de quelques forêts de chêne –liège de l'ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 267 p.

Courtois M. & Masson P. 1999 - Relation entre la qualité du liège, sa composition minérale et la composition minérale des feuilles du chêne-liège (*Quercus suber* L.). *Ann. For. Sci.* 56.pp. 521-527.

C.F.W.O.,2008 - Plan de gestion de la suberaie de M'Sila. Circonscription forestière de Boutlélis, 3p.

C.F.W.T.,2008 - Bilan des inventaires de l'exploitation de liège de la forêt de Zerdeb. Circonscription de Tlemcen, 4p.

Dahane B., 2006 - Incidences des facteurs écologiques sur les accroissements annuels et la qualité du liège de quelques suberaies du nord-ouest algérien. Thèse. Mag. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 129 p.

D.G.F., 2008- Bilan annuel de la production du liège en Algérie. 2p.

Ferreira A., Lopes F. & Pereira H., 1999 - Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia. *Ann. For. Sci.* 57 (2000) 187–193 187 .INRA, EDP Sciences. Portugal.7p.

Fortes M.A., 2004 - A cortiça, revista mensal editada pelo Instituto de Produtos Florestais,que se publica desde 1938 .pp. 35-60.

G.G.A. ,1927- Instruction sur les travaux d'exploitations dans les forêts de chêne liège. Imp.V^{vo} D. Braham. Costantine, 98 p.

Garcia de Ceca J.L., 2001- Factores que afectan a la calidad del corcho en plancha. Universidad politecnica de Madrid, 166p.

Gonzalez -Adrados, J. R., Lopes F. & Pereira H., 2000 - "Quality grading of cork planks with classification models based on defect characterisation." *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 58(12).pp. 39-45.

González Adrados, J.R., García de Ceca J.L. & González Hernández F., 2005- Evaluacion de anomalies y classificacion del corcho. Congreso internacional"Alcornocales, Fabricas y comerciantes.Passado, presente y futuro del negocio corchero.Palafrugell.16p.

Gonzalez-Adrados J. & Pereira H., 1996- Classification of defects in cork planks using image analysis, *Wood Sci. Technol.* 30 (1996) .pp.207-215.

Graça J., Barros L. & Pereira H., 1985- Importância da produção de cortiça de qualidade para a indústria transformadora, *Cortiça* 566 (1985) 697-707.

Melo B. & Pinto R., 1994 – Analise de difrenças nos critérios de classificação qualitativa das rolhas.*Cortiça* 601 .pp.293-302.

Natividade J.V., 1956- Subericulture. Ecole Nationale des eaux et forêts, Nancy, 302p.

Pereira H., Lopez F. & Graça J., 1996-The evaluation of the quality of cork planks by image analysis. *Holzforschung* 50:111-115.

Remacha Gete A., 2002- Tecnología del corcho. Editorial Visión Libros, 2002. 200 p.

Saccardy L., 1937 - Notes sur le liège et le liège en Algérie. *Bull. Stat. Rech. for. Afr. nord.* Tome II (2). pp. 271-374.

Santos Pereira J., Burgalho M.N. & Caldeira M.C., 2008 - From the cork oak to cork- A sustainable systeme. APCOR. 44p.

Typologie des peuplements de chêne-liège en Corse

Olivier RIFFARD

Office du Développement Agricole et Rural de Corse, Avenue Paul Giacobbi, BP 618, 20601 Bastia, France, olivier.riffard@odarc.fr

Résumé : Il a été établi une typologie des peuplements de chêne-liège de Corse. Une première étape a concerné la suberaie du département de la Corse du Sud. Un échantillonnage stratifié a été conçu prenant en compte la distance à la mer et la classification donnée par l'inventaire forestier national. Une centaine de relevés ont été réalisés. Ceux-ci ont été traités par une analyse factorielle de correspondance puis une classification ascendante hiérarchique. Ce travail a permis dans un premier temps d'individualiser 17 types de peuplements de chêne-liège, dont les facteurs de discrimination principaux sont la distribution par classes de diamètres, le nombre de tiges et la composition floristique. Pour les besoins de vulgarisation auprès des propriétaires forestiers, cette typologie a pu être synthétisée en 8 types, par agrégation des types proches. Ultérieurement, un travail d'applicabilité de cette typologie dans le département de la Haute-Corse a été réalisé. Cela a confirmé l'architecture générale de la typologie, les différences principales étant d'ordre floristique.

Mots clés : chêne-liège, typologie, Corse

Summary: There was established a typology of Corsican cork oak stands. A first step concerned the forests of Department of Corse du Sud. A stratified sampling has been designed taking into account the distance to the sea and the classification given by the national forest inventory. One hundred of statements have been completed. They have been processed by a factor analysis of correspondence and a backward hierarchical classification. This work has resulted in the first place to individualise 17 types of cork oak stands, the main discrimination factors are distribution by diameters classes, number of stems and floristic composition. For the purposes of dissemination to forest owners, this typology could be synthesized into 8 types by aggregation of similar types. Later, applicability of this typology in the Department of Haute-Corse has been done. This has confirmed the general architecture of the typology, the main differences being floristic order.

Key words: cork oak, typology, Corsica

Introduction

La Corse détient un pour-cent de la superficie mondiale de la suberaie. C'est à la fois peu et beaucoup pour une région qui cherche encore à valoriser son patrimoine forestier. L'activité du liège a débuté à la fin du XIX^{ème} siècle avec un pic dans les années 1960 pour péricliter juste après.

Pour autant, les orientations régionales forestières ont montré que le chêne-liège représente toujours un atout important de la production forestière corse. Si la ressource en liège dans

notre région ont fait l'objet d'études, celles-ci se sont limitées à des données très générales : surfaces, volumes de liège, qualité du liège.

Il nous est apparu fondamental de compléter ce travail par une étude de typologie des peuplements. Ceci afin de bien décrire les différentes formations végétales où le chêne-liège est prédominant, de prévoir leur dynamique et de pouvoir proposer, pour chaque cas, une gestion en fonction des différents objectifs que l'on s'est assignés. La typologie, basée sur une clé de détermination simple, doit être un outil d'aide à la gestion pour tous les forestiers ou les propriétaires de chêne-liège.

Le travail s'est déroulé en deux phases : la première a concerné le département de la Corse du Sud, là où le chêne-liège est le plus présent et le plus exploité. Le département de Haute-Corse a fait l'objet d'une seconde phase d'étude.

Cette typologie a été diffusée à travers les différents documents de vulgarisation produits par l'ODARC, comme des guides à l'usage des propriétaires forestiers privés, principaux détenteurs de la ressource liège en Corse.

1-Matériel et méthodes

1.1- Détermination des secteurs d'étude

Un échantillonnage stratifié a été réalisé sur l'ensemble du département de Corse du Sud. Le nombre de placettes a été défini équitablement entre les différentes zones à chêne-liège.

Zonage géoclimatique

Dans un premier temps, six secteurs sont différenciés par un zonage géoclimatique qui tient compte de la distance par rapport à la mer et de l'orientation par rapport aux vents dominants (est / ouest). D'après les données de l'Inventaire Forestier National (IFN, 1988), la surface la plus étroite couverte par le chêne-liège depuis le bord de mer s'étend sur une bande de 5 km de large (De Solenzara à Fautea). Cette distance de 5 km peut être considérée comme une première zone d'influence marine. Par extrapolation, deux autres zones de 5 km où décroît cette influence peuvent être définies et ce pour couvrir la totalité de la surface occupée par le chêne-liège en Corse-du-Sud. Trois secteurs sont mis en évidence, la prise en compte des orientations générales est et ouest porte à six le nombre de secteurs.

Zonage par grand type de peuplement

Dans un deuxième temps, il convient de différencier, pour chacun des six secteurs, les zones à maquis à chêne-liège (nommées ZC par l'IFN) et les zones à futaies de chêne-liège (nommées AC par l'IFN). L'exploitation des données IFN permet d'évaluer ce que représente chacune des ces surfaces par rapport à la surface totale occupée par le chêne-liège en Corse-du-Sud :

Secteur A : 8 % (AC) + 22 % (ZC) = 30 % de la surface totale en chêne-liège

Secteur B : 16 % (AC) + 4 % (ZC) = 20 %

Secteur C : 3 % (AC) + 3 % (ZC) = 6 %

Secteur A' : 2 % (AC) + 8 % (ZC) = 10 %

Secteur B' : 5 % (AC) + 15 % (ZC) = 20 %

Secteur C' : 5 % (AC) + 9 % (ZC) = 14 %

Le nombre de placettes à réaliser est de 100. On en déduit alors le nombre de placettes à échantillonner par secteurs :

Choix de la localisation

Connaissant le nombre de placettes à réaliser par secteur et par type de peuplement, celles-ci peuvent être positionnées. Lors de ce positionnement, il faut veiller à une répartition équitable (même approximative) en fonction de l'exposition locale (adret et ubac), de l'altitude et de l'accessibilité. Les stations sont assises sur une zone homogène sur les plans de la topographie, du substrat et du cortège floristique.

	Futaies de chêne-liège (AC)	Maquis à chêne-liège (ZC)
Nombre de placettes zone A	8	22
Nombre de placettes zone B	16	4
Nombre de placettes zone C	3	3
Nombre de placettes zone A'	2	8
Nombre de placettes zone B'	5	15
Nombre de placettes zone C'	5	9

Descripteurs utilisés

Une centaine de relevés ont été effectués sur l'ensemble du département. La surface des placettes a été fixée à 12 m de rayon, soit 452 m². L'exposition, l'altitude, la situation topographique ont été relevés. Dans la placette, chaque espèce supérieure à 7,5 cm de diamètre à 1,30 m de hauteur est comptabilisée. La hauteur des 3 plus grands arbres est notée. Pour les chênes-lièges, leur état sanitaire général et la qualité du liège (mâle, femelle de bonne et de mauvaises qualités) ont été appréciés.

A partir des données brutes, deux types de regroupements ont été réalisés afin de pouvoir les traiter statistiquement. Les tiges recensées sont d'abord regroupées par espèce ou groupe d'espèces pour les essences accessoires ; dans ce dernier cas, le groupe d'espèces comprend des espèces ayant des caractéristiques proches (autécologie, stade de développement potentiel...). Ensuite, les tiges sont également affectées à une classe de diamètre. Cela donne en détail :

Groupe d'espèces (et codes en gras)

- (**L**) chêne-liège (*Quercus suber* L.)
- (**V**) chêne vert (*Quercus ilex* L.)
- (**A**) arbousier (*Arbutus unedo* L.), bruyère arborescente (*Erica arborea* L.), filaria à larges feuilles (*Phillyrea latifolia* L.), filaria à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia* L.), myrte commun (*Myrtus communis* L.), pistachier-lentisque (*Pistacia lentiscus* L.)
- (**C**) frêne à fleurs (*Fraxinus ornus* L.), Viorne-tin (*Viburnum tinus* L.)
- (**M**) pin maritime (*Pinus pinaster* L.)
- (**O**) oléastre (*Olea europea* L.), aubépine (*Crataegus monogyna* Jacq.), poirier sauvage (*Pyrus communis* L.)
- (**D**) genévrier-oxycèdre (*Juniperus oxycedrus* L.), genévrier de Phoenicie (*Juniperus phoenicea* L.)

Classes de diamètre (et codes en gras)

- $7.5 < \varnothing < 22.5$ cm : Petits bois (**PB**)
- $22.5 < \varnothing < 42.5$ cm : Bois moyens (**BM**)
- $42.5 < \varnothing < 62.5$ cm : Gros bois (**GB**)
- $\varnothing > 62.5$ cm : Très gros bois (**TGB**)

On croise ensuite le classement en groupes d'espèces et en classe de diamètre. Toutes les classes de diamètre ne sont pas présentes pour tous les groupes d'espèces : seuls 17 regroupements ont été recensés ; il sont désignés par l'adjonction de leurs deux codifications (LPB, LBM, LGB, LTGB, VPB, VBM, VGB, APB, ABM, CPB, MPB, MBM, MGB, OPB, OBM, OGB et DPB). Ces regroupements forment au final les individus de chaque relevé qui seront traités statistiquement.

1.2-Traitement statistique des résultats

Le traitement des résultats sera réalisé en plusieurs phases :

Première étape : l'analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances (ou AFC) sera réalisée sur une matrice de 17 individus (voir précédemment) par 100 variables (relevés). Cette première classification tient compte du nombre de tiges par groupes d'espèces définis auparavant suivant leur classe de diamètre. L'AFC nous a permis de calculer les coordonnées des relevés sur les premiers axes à partir desquelles il est intéressant d'effectuer une classification (Roux, 1985) puisque nous cherchons à construire une typologie des relevés.

Deuxième étape : la méthode hiérarchique du moment du moment d'ordre 2

Nous avons préféré la méthode hiérarchique du moment d'ordre 2 à d'autres méthodes car ce type de partitionnement a tendance à maximiser la variance inter-groupe et à minimiser la variance intra-groupe (Roux, 1985). La hiérarchie est calculée à partir des coordonnées des relevés de l'AFC précédente sur 4 facteurs (61 % de l'information). Cette méthode a mis en évidence des groupes de relevés et leurs sous-groupes, dégageant 11 types de formations sensiblement différents. Cependant, l'analyse fine des résultats nous a conduits, dans un troisième temps, à reclasser quelques uns des relevés pour affiner notre typologie.

Ces deux premières analyses ont été effectuées avec le logiciel BIOMEKO développé par le CEFE-CNRS de Montpellier.

Troisième étape : prise en compte d'autres critères

Les analyses précédentes ne prenant en compte que le nombre de tiges par classe de diamètre et leur répartition relative (distribution) et la classification hiérarchique ne s'appuyant que sur 61 % de l'information, nous avons cherché à améliorer notre typologie par d'autres critères.

Mise au point de la clé de détermination

Les types de peuplements ont été constitués à partir des données dendrométriques et dendrologiques au travers des trois étapes identifiées précédemment. La clé s'appuie donc sur ces données pour établir la dichotomie permettant d'accéder aux différents types.

2-Résultats et discussion

2.1 - Résultats

L'analyse factorielle des correspondances

L'AFC réalisée sur une matrice de 17 individus par 100 variables (relevés) montre des pourcentages d'inertie totale du nuage de points de 21% sur l'axe 1 et de 15% sur l'axe 2

La méthode hiérarchique du moment d'ordre 2

La hiérarchie est calculée à partir des coordonnées des relevés de l'AFC précédente sur 4 facteurs (61 % de l'information). Cette méthode a mis en évidence des groupes de relevés et leurs sous-groupes, dégagant 11 types de formations sensiblement différents et un sous-groupe (type 5a).

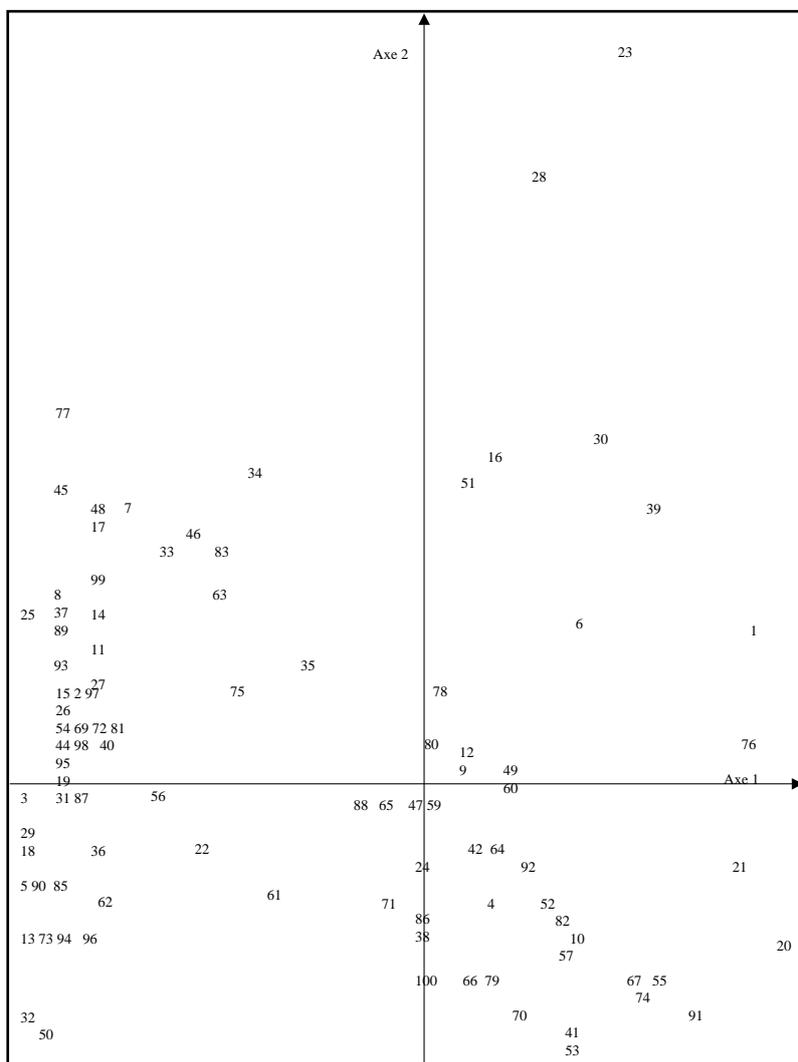


Figure 1 : Résultats de l'analyse factorielle de correspondance

Dans un troisième temps, les types ont été remaniés par rapport au nombre de brins totaux de chêne-liège par placette pour aboutir à 17 types de formations à chênes-lièges :

- 1 - Suberaie à petits bois
 - 1a - Suberaie dense à petits bois
 - 1b - Taillis dense de chêne-liège à petits bois
 - 1c - Suberaie dense à maquis haut
- 2 - Suberaie à petits bois et bois moyens
 - 2a - Suberaie dense à petits bois et bois moyens
- 3 - Suberaie à bois moyens
 - 3a - Suberaie dense à bois moyens
- 4 - Suberaie à gros bois
- 5 - Suberaie irrégulière
 - 5a - Suberaie irrégulière à divers
- 6 - Suberaie-yeuseraie à petits bois
 - 6a - Suberaie-yeuseraie dense à petits bois
- 7 - Maquis à arbousier, chêne-liège et chêne vert
- 8 - Maquis à chêne vert et chêne-liège
- 9 - Yeuseraie à chêne-liège
- 10 - Maquis à arbousier et chêne-liège
- 11 - Suberaie-pinède maritime
- 12 - Verger envahi de chênes-lièges

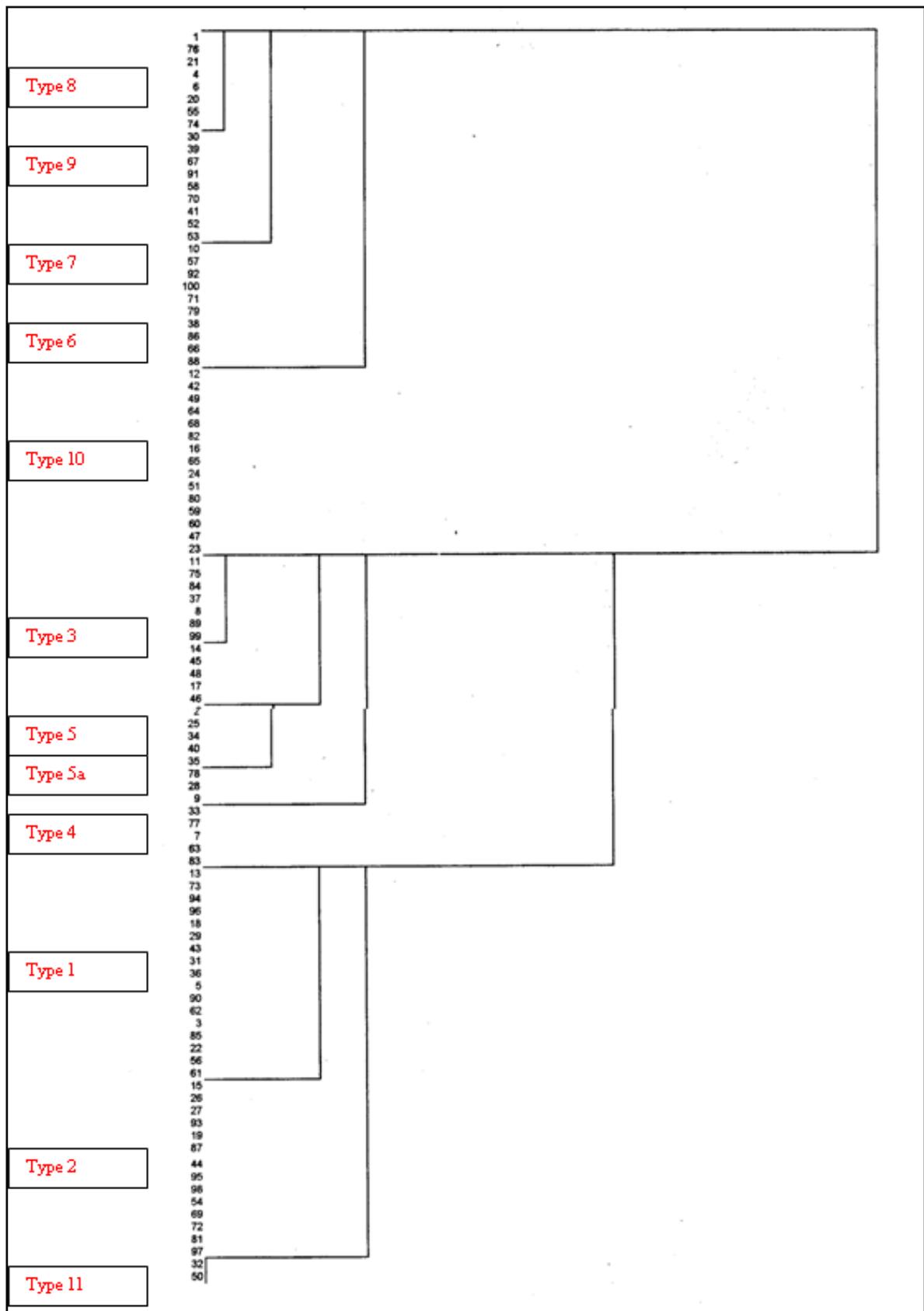


Figure 2 : Résultat de la classification hiérarchique

La clé de détermination des types de peuplement de chêne-liège est la suivante :

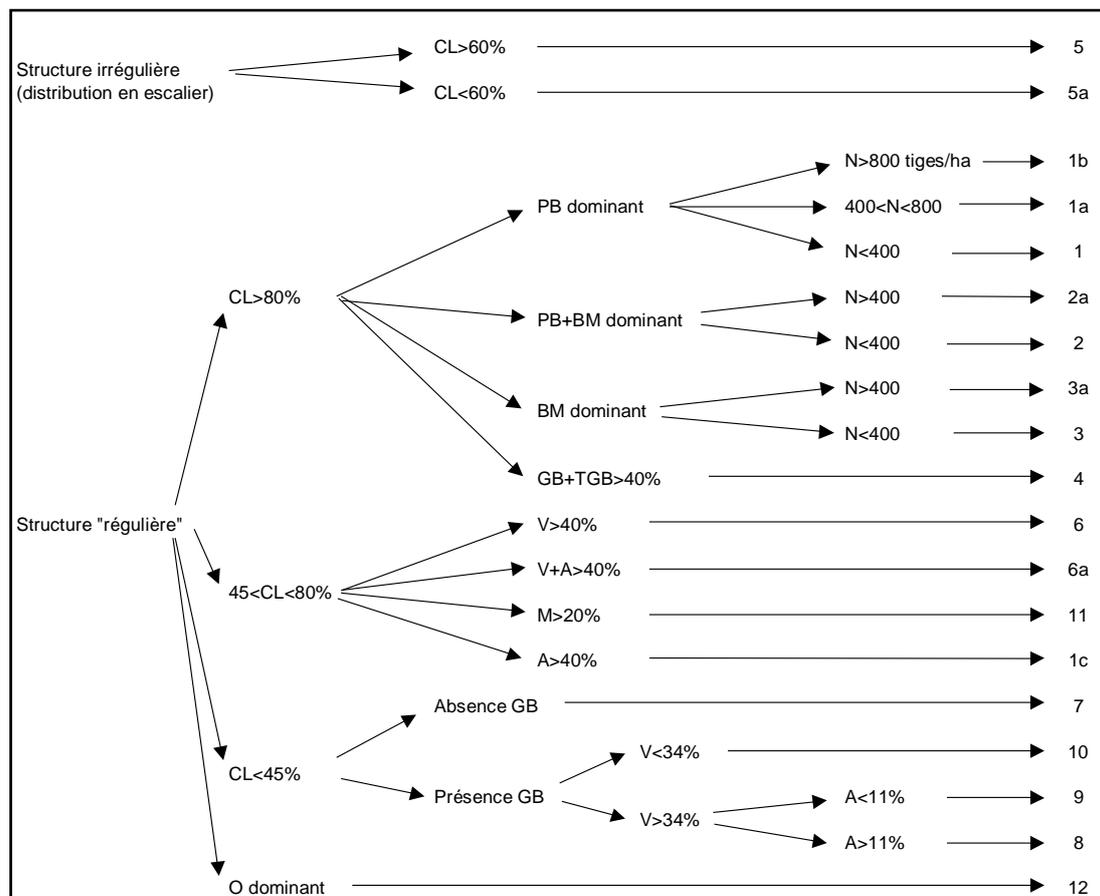


Figure 3 : clé de détermination des peuplements de chêne-liège de Corse du Sud (CL : chêne-liège, O : olivier, PB, BM, GB, TGB : petit, moyen, gros, très gros bois, V : chêne vert, A : Arbousier, M : pin maritime, N : nombre de tiges)

Descripteurs de chaque type de peuplement

Chaque type de peuplement est décrit par les données suivantes : nombre moyen de tiges à l’ha, nombre de tiges de chêne-liège maximum à l’ha, nombre de tiges de chêne-liège minimum à l’ha, pourcentage de tiges de chêne-liège sur le nombre total de tiges, diamètre moyen des tiges de chêne-liège, recouvrement du chêne-liège, surface terrière, répartition par essences et par classes de diamètre, poids du liège femelle théorique à l’ha, poids du liège femelle théorique par arbre.

Vérification de la clé de détermination

La clé de détermination a fait l’objet de vérification : elle a été confiée à des agents qui sont allés ensuite sur le terrain la tester. Dans un premier temps, ces vérifications se sont faites en Corse du Sud, lieu de l’étude. Les résultats du terrain ont confirmé la validité de cette clé.

Plus tard, cette typologie a été appliquée au Département de la Haute-Corse : il s'est avéré des variations, essentiellement dans la composition floristique des espèces d'accompagnement et dans les densités maximum de chêne-liège de certains types. Toutefois ces variations, liées notamment à la variation des conditions pédoclimatiques, ne remet pas en cause l'utilité de la typologie en Haute-Corse.

2.2 – Discussion

Alors que les peuplements de chêne-liège sont difficiles à appréhender pour un œil non averti, la typologie des peuplements réalisée ici étonne par son « classicisme » : dichotomie peuplements réguliers et irréguliers, peuplements différenciés par le gradient des classes de diamètre dominante ; seules apparaissent comme typiquement spécifiques et « originaux » les peuplements mélangés. Cette typologie est efficace, très rares sont les cas où des difficultés d'utilisation se sont avérées.

Malgré la grande hétérogénéité des forêts de chêne-liège, il s'avère donc que l'on peut en individualiser les parties pour une meilleure description et donc mise en place d'une gestion. C'est d'ailleurs tout l'enjeu de cette typologie : faire en sorte que chaque type identifié puisse s'inscrire dans un ou plusieurs scénarios de gestion, en fonction donc des caractéristiques dendrométriques et de la dynamique du peuplement.

Il s'est avéré toutefois que cette typologie à 17 types se révélait un peu compliqué à l'usage des praticiens de terrain et encore plus pour les propriétaires forestiers (en Corse, la suberaie appartient à 98% à des personnes privées). Il a été opportun de la simplifier dans les guides de subériculture destinés au grand public. Un guide a été publié avec 8 types au lieu des 17 initiaux : les types les plus proches ont été regroupés. C'est cette dernière typologie à 8 types qui s'est le plus largement diffusée, notamment dans les plans de gestions forestiers. Pour autant, même cette typologie reste difficile d'approche pour un public non professionnel comme le sont beaucoup de propriétaires forestiers.

3-Conclusion

La typologie des peuplements de chêne-liège de Corse nous a permis d'améliorer grandement notre connaissance sur ces formations forestières parmi les plus originales qui existent en Méditerranée. Pour la première fois, elles ont pu faire l'objet d'une description cohérente et partagée par les différents acteurs forestiers. En proposant des scénarios de gestion adaptée, la mise en valeur de ces terrains s'en trouve facilitée.

Pour autant, cela ne résout pas certains des maux dont souffrent la suberaie corse : absence de gestion adéquate de nombreux propriétaires, dégâts faits aux peuplements lors de la récolte du liège ou encore développement de l'urbanisation. C'est pourquoi le travail de développement technique et scientifique doit s'accompagner d'une sensibilisation, de la formation des propriétaires forestiers. C'est ainsi que la suberaie pourra être un des moteurs de l'économie forestière corse.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce au soutien financier de la direction départementale de Corse du Sud du ministère de l'Agriculture et de la Collectivité Territoriale de Corse.

Références bibliographiques

- BOSSUET G.**, 1988. Sylviculture du liège et rénovation de la suberaie. Forêt Médit., X (1) : 162-163.
- BOURGEOIS M.**, 1999. La ressource subéricole et l'économie du liège naturel brut et du liège manufacturé en Corse. Rapport PIC Interreg II — Filière liège. ANPAR — Paris, URPM — Ajaccio, 179 p.
- DUMAS P.G.**, 1986. Etude sur la relance de la filière liège française. IGREF, 50 p.
- FAUSSILLON E.**, 1984. Sauver le liège du Var. Forêt Médit., VI (1) : 43-46.
- GAROLERA E.**, 1988. Problèmes et perspectives de la production de liège en Catalogne espagnole. Forêt Médit. X (1) : 160-161.
- GOUMAND B. & ROUSSE A.**, 1985. La filière liège dans les Pyrénées Orientales. Etude de faisabilité technico-économique d'une unité de tubage et de trituration. Chambre des métiers, DDAF, Les Cluses, Pyrénées Orientales, 82 p.
- IFN**, 1988. Inventaire forestier national. Région Corse.
- LECOMTE B.**, 1995. Sauvé par mon écorce. Arbre actuel, (16) : 10-14.
- MARION J.**, 1955. Observations sur la sylviculture du chêne-liège dans le massif forestier Ziaian-Zemmour ou plateau d'Oulmès (Maroc). Rapports annuels de la Station de Rech. Forest. de Rabat, Maroc, (2) : 3-38.
- MARION J.**, 1956. Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège par rejets de souches. Rapport annuel de la Station de Rech. Forest. de Rabat, Maroc, (1) : 27-61.
- MARION J.**, 1956. Rapports entre le milieu et le peuplement forestier. Essai de synthèse. Application pratiques. in : Essai monographique. Annales de la recherche forestière au Maroc, rapport annuel 1956, 4 (2) 157-223.
- MARSOL L.**, 1994. Etude des stations forestières des secteurs schisteux des Maures, du Cap Sicié et des îles d'Hyères, évaluation de leurs potentialités et de leurs dynamiques après incendie. Mém. DEA ECAMM, Univ. Aix-Marseille III, 30 p; + annexes.
- MIOSSEC Y.**, 2000. Eléments d'appréciation de l'alimentation en eau des suberaies de Corse-du-Sud. Mém. IUT "AgroAlim. Bio", Univ. Corse, ODARC Bastia, 26 p.
- MONTGOLFIER J. (DE)**, 1986. La forêt tunisienne. Compte rendu de voyage d'étude. Forêt Médit., VIII (1) : 27-37.
- MOURIES P. & SEIGUE A.**, 1980. Peut-on relancer la production du liège en France? Forêt Médit., II (2) : 177-181.
- NATIVIDADE VIEIRA J.**, 1956. *Subériculture*. Ed. française de l'ouvrage « Subericultura ». ENGREF Nancy, 303 p.
- ROUX M.**, 1985. Algorithmes de classification. Ed. Masson, Paris, 151p.
- SALAZAR SAMPAIO J.**, 1988. Production du liège : situation, évolution en France et dans le Monde. Forêt Médit., X (1) : 156-159.
- STEFANI F.**, 2000. Approche d'une méthode expéditive pour l'estimation de la quantité de liège sur pied en Corse-du-Sud. Mém. BTSA Gestion For., L.A. Poisy-Annecy, ODARC Bastia, 56 p.
- VEILLON S.**, 1998. Guide technique de subériculture dans les Pyrénées-orientales. Mém. FIF-ENGREF, 41 p.
- VIGNES E.**, 1988. Sylviculture du chêne liège : directives de l'Office National des Forêts dans le Var. Forêt Médit. X (1) : 164-165.
- VIGNES E.**, 1990. Sylviculture des suberaies varoises. Forêt Médit., XII (2) : 125-130.

Typologie des suberaies : les exemples des Pyrénées-Orientales et du Var (France)

Renaud PIAZZETTA

Institut Méditerranéen du Liège. 23, route du Liège. F-66490 Vivès. contact@institutduliege.com

Résumé : L'Institut Méditerranéen du Liège (IML) fut créé en 1993 dans le but notamment de proposer des solutions techniques aux problèmes rencontrés sur le terrain par les gestionnaires de suberaies en France. À ce titre, devant le manque de documents techniques récents adaptés à la gestion et à la valorisation des suberaies à cette époque, l'IML est intervenu au niveau de deux régions productrices de liège afin d'y réaliser une typologie des suberaies, en 1998 en ce qui concerne les Pyrénées-Orientales, et en 2004 dans le Var. 17 types de peuplements furent ainsi initialement identifiés dans les Pyrénées-Orientales (massif des Aspres, des Albères et du Bas Vallespir), contre 12 types dans le département du Var (massifs des Maures et de l'Estérel). Pour chaque type de peuplement décrit, un itinéraire de gestion subéricole est proposé à l'utilisateur. Après leur publication, ces deux rapports techniques furent déclinés en divers documents de terrain simplifiés, afin d'être plus facilement utilisables par les techniciens et les propriétaires forestiers.

Abstract: The Mediterranean Cork Institute (Institut Méditerranéen du Liège; IML) was created in 1993 to bring technical answers to management problems encountered in cork oak forests of southern France. In that purpose, to overtake the lack of recent technical tools for the management and the development of cork oak forests at that period, the IML worked in two producing cork areas in order to carry out a typology of cork oak forests, in 1998 for the department of Pyrénées-Orientales, and in 2004 for the department of Var. 17 types of cork oak forests were initially identified in the Pyrénées-Orientales department (natural regions of Aspres, Albères and Bas Vallespir), and 12 types in the Var department (natural regions of Maures and Estérel). For each type of forest described, a management itinerary is proposed to the user. After their publication, those two technical reports were distributed in various simplified documents, to be easily used by forests technicians and owners.

Mots clés : Typologie ; suberaie ; gestion ; Pyrénées-Orientales ; Var.

Introduction

Le chêne-liège (*Quercus suber*) se trouve en France à la limite nord de son aire de répartition naturelle. Bien qu'avec une superficie estimée à 95 000 ha il ne représente que 0,6 % de la forêt française, qui occupe environ 15 700 000 ha (Inventaire Forestier National, 2009), on le retrouve de façon significative dans 4 régions : l'Aquitaine d'une part, soumise à un climat atlantique, les Pyrénées-Orientales, le Var et la Corse d'autre part, toutes trois soumises à un climat méditerranéen. Ces forêts, appartenant très majoritairement à des propriétaires privés, ont été souvent dégradées par des mauvaises pratiques de récoltes, des vols de liège, ou encore par des incendies consécutifs à leur abandon dû au manque de débouchés économiques pour le liège depuis une cinquantaine d'années. Ce constat a amené les pouvoirs publics à

prendre en compte le chêne-liège dans les politiques d'aménagement local, notamment dans les cadres des travaux de Défense des Forêts Contre les Incendies (D.F.C.I.). C'est dans cette optique de remise en production des suberaies (forêts de chênes-lièges) qu'est apparue la nécessité de disposer de documents de gestion adaptés à l'échelon local. Parmi eux figurent les typologies des peuplements, outils de gestions relativement récents et novateurs pour les suberaies. C'est ainsi que dans les différentes régions de production de la zone méditerranéenne française, des typologies des peuplements de chênes-lièges ont vu le jour.

La première typologie fut réalisée dans le département des Pyrénées-Orientales par l'Institut Méditerranéen du Liège (I.M.L.) et la Compagnie du Bas-Rhône-Languedoc (B.R.L.) en 1998, en faisant appel pour cela à Stéphanie Veillon, dans le cadre de son stage de fin d'étude F.I.F.-E.N.G.R.E.F. (6^{ème} promotion 1995-1998).

La seconde typologie des suberaies réalisée par l'I.M.L. dans le département du Var est venue quelques années plus tard, en 2004, et répondait à une demande du Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur et de l'agence varoise de l'Office National des Forêts, pour laquelle nous avons également recouru à une ingénieure F.I.F., Emilie Deportes, diplômée en 2003.

1-Matériel et méthodes

1.1-Qu'est-ce qu'une typologie des peuplements ?

La typologie des peuplements a été ainsi définie par R. Doussot dans son *Cours d'aménagement forestier* à l'E.N.I.T.E.F. (Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux des Eaux et Forêts) : « Créer une typologie des peuplements, c'est réunir dans un effort de synthèse, sous une même appellation, des peuplements ayant en commun certaines caractéristiques jugées déterminantes en ce qui concerne à la fois les objectifs à leur assigner à long terme et les règles sylvicoles à leur appliquer dans le présent. » (Deportes, 2004).

Il s'agit donc d'un outil synthétique d'identification et d'inventaire des peuplements forestiers, permettant à l'utilisateur – généralement le gestionnaire – de décrire la forêt grâce à des critères dendrométriques adaptés, et de prédire son évolution en proposant un ou plusieurs itinéraires techniques en fonction des objectifs recherchés.

1.2-Pourquoi une typologie des peuplements de chêne-liège ?

Pour une essence donnée, il peut y avoir plusieurs types de peuplements. Ainsi, d'une suberaie à l'autre, le nombre de tiges par hectare, la composition en différentes essences, la proportion de tiges par catégories de diamètre peuvent être extrêmement variables, ceci notamment en fonction des traitements sylvicoles passés, des incendies subis, de la situation stationnelle, etc. (Lombardini, 2006).

Une typologie des peuplements permet de réaliser une synthèse en définissant un nombre limité de « types », qui illustrent l'essentiel de la diversité rencontrée. La reconnaissance des types de peuplements permet ainsi aux sylviculteurs de décrire, identifier, inventorier et cartographier l'état actuel d'une forêt en adoptant un langage commun. Elle sert également de base d'étude pour comprendre comment les peuplements forestiers évoluent dans le temps (Lombardini, 2006).

L'objectif principal de ces typologies est de déterminer les peuplements de chêne-liège qui méritent d'être restaurés. En effet, devant le coût élevé des travaux de rénovation et les

disponibilités financières souvent limitées des propriétaires, les gestionnaires doivent cibler ces travaux sur les peuplements les plus intéressants en termes d'enjeux privés ou collectifs : production de liège, préservation du paysage, sylvopastoralisme, protection contre les incendies, diversité floristique et faunistique... (Lombardini, 2006).

1.3-Zone d'étude

Une typologie des peuplements est élaborée pour une zone déterminée. Elle ne sera donc par la suite utilisable que sur le territoire pour lequel elle a été conçue. Une zone de validité a donc été définie pour les deux typologies élaborées par l'Institut Méditerranéen du Liège.

1.3.1-Dans les Pyrénées-Orientales

Le département des Pyrénées-Orientales (préfecture : Perpignan) est le plus méridional de la France continentale. Le chêne-liège y occupe une superficie de 6 615 ha en peuplements purs (tableau 1 : Inventaire Forestier National, 1994) répartis sur deux massifs principaux que sont les Aspres et les Albères, jusqu'à 500 m d'altitude environ où le chêne vert (*Quercus ilex*), puis le chêne pubescent (*Q. pubescens*) deviennent alors prépondérants.

Tableau 1 : Superficies boisées de chêne-liège dans les Pyrénées-Orientales
(3^{ème} inventaire I.F.N., 1991)

Région naturelle	Plaine du Roussillon	Aspres	Albères et côte rocheuse	Vallespir	Total Pyrénées-Orientales
Superficie	122 ha	2 838 ha	3 529 ha	126 ha	6 615 ha

Cependant, pour la réalisation de l'étude et notamment la mise en place de l'échantillonnage, une estimation plus large de la superficie de la suberaie des Pyrénées-Orientales a été réalisée à partir de la carte de végétation de l'Inventaire Forestier National aboutissant au chiffre de 9 300 ha pour les deux formations à *Quercus suber* : futaie de chêne-liège et garrigue boisée de chêne-liège (Veillon, 1998).

1.3.2-Dans le Var

Le département du Var (préfecture : Toulon) abrite les plus grandes étendues françaises boisées de chêne-liège. La zone d'étude couvre ainsi toute l'aire varoise continentale de répartition du chêne-liège, qui correspond à la Provence cristalline et métamorphique, par opposition à aux chaînons calcaires du reste du département. On distingue les massifs des Maures et de l'Estérel (Deportes, 2004). La zone d'étude couvre une superficie d'environ 172 600 ha qui fait apparaître 98 000 ha boisés, dont 44 330 ha en chêne-liège (tableau 2 : Inventaire Forestier National, 2000).

Tableau 2 : Superficies boisées de chêne-liège dans le Var (3^{ème} inventaire I.F.N., 1999)

Région Naturelle	Maures et Bordure permienne	Estérel	Dépression Varoise	Total Var
Superficie	37 944 ha	6 353 ha	33 ha	44 330 ha

1.4-Comment se construit une typologie des peuplements ?

L'élaboration d'une typologie des peuplements forestiers comporte 3 phases successives :

- une première phase de relevés de terrain ;
- une phase d'analyse et de traitement statistique des données ;
- pour finir, une phase de vérification de la clé de détermination.

1.4.1.-Les relevés de terrain

1.4.1.1-Nombre de placettes

La mise en place d'un protocole d'échantillonnage requiert une bonne identification préalable des différents types de peuplements que l'on est susceptible de rencontrer. L'échantillonnage doit être construit afin de recouvrir tous les types de peuplements existants, avec un minimum de 10 placettes par type. Pour être représentative, chaque placette doit comporter un nombre minimal d'une trentaine d'arbres. Pour les deux typologies, l'échantillonnage a été fait de telle sorte que l'on obtienne environ 150 placettes, afin que la phase de relevés de terrain ne dépasse pas 2 mois.

La conception de la typologie des Pyrénées-Orientales s'est appuyée sur un échantillonnage à choix raisonné. En effet, un échantillonnage systématique aurait représenté un nombre de placettes trop important, qui plus est dans des zones pas forcément accessibles et sans intérêt pour l'étude (Veillon, 1998). Il a comporté deux phases :

- un zonage géoclimatique suivant l'altitude pour les deux massifs (Aspres et Albères) et suivant la distance à la mer pour les Albères seulement ;
- un plan d'expérience basé sur l'exposition (tendance nord/tendance sud) et sur les structures des peuplements à remplir dans chaque zone (répartition entre arbres de franc-pied et arbres issus de rejets), le but étant d'équilibrer l'échantillonnage et la répartition des placettes.

Un total de 158 placettes a été installé sur les 9 300 ha de la zone d'étude, ce qui représente une S.E.P. (Surface Equivalente par Placette) de 58,9 ha.

Dans le Var, l'échantillonnage choisi fut également un échantillonnage à choix raisonné, réparti sur toute la zone d'étude, selon toutes les conditions stationnelles rencontrées (altitude, distance à la mer, exposition) et sur tout type de propriété (privé, domanial, communal). 140 placettes ont été installées pour la construction de la typologie, soit une S.E.P. de 316,4 ha (Deportes, 2004).

1.4.1.2.-Les critères de description des peuplements

Les critères peuvent être quantitatifs, c'est notamment le cas des mesures dendrométriques (hauteur, diamètre...), ou bien qualitatifs (qualité du liège, exposition...). En ce qui concerne les critères dendrométriques, la plus grande difficulté consiste à estimer le diamètre des arbres sous-écorce à partir de la mesure sur-écorce, ce qui oblige pour cela l'opérateur à évaluer l'épaisseur du liège, soit à l'œil, soit par l'intermédiaire d'une sonde ou d'un poinçon.

Tableau 3 : Principaux critères pouvant être pris en compte lors des inventaires de terrain.

<i>Critère observé</i>	<i>Type de variable</i>
Diamètre : mesuré sous-écorce, à hauteur de poitrine (1,30 m)	Quantitative
Composition du peuplement : proportion de chênes-lièges et d'autres essences	Quantitative
Structure horizontale : proportion de rejets/franc-pieds	Quantitative
Structure verticale : hauteur dominante du peuplement	Quantitative
Structure du peuplement : proportion taillis/futaie	Quantitative
Hauteur de levée : distance du collet à la couronne	Quantitative
Epaisseur du liège : estimée à l'œil ou grâce à un poinçon	Quantitative
Couvert : mesure de la taille des houppiers	Quantitative
Intensité de la gestion : pâturage, réalisation de travaux, exploitation...	Qualitative
Caractéristiques stationnelles : exposition, altitude, pédologie, pente...	Qualitative
Qualité du liège : liège mâle, de reproduction, brûlé, surépais...	Qualitative
Etat phytosanitaire : blessures d'exploitation, défoliations...	Qualitative
Régénération : mesurée dans 3 micro-placettes de 1 m de rayon	Qualitative
Caractéristiques floristiques : hauteur et composition du maquis, espèces...	Quantitative/Qualitative

1.4.2-Analyse et traitement statistique des données

Etant donné la multitude des facteurs étudiés, la méthode d'analyse statistique doit être multidimensionnelle. Le choix s'est ainsi porté sur l'A.F.C. (Analyse Factorielle des Correspondances). Il est important de préciser qu'une A.F.C. ne traite que des variables qualitatives, or les variables mesurées sur le terrain étant à la fois qualitatives et quantitatives, il a fallu transformer les variables quantitatives en variables qualitatives, en les découpant pour cela en classes (exemple : diamètres mesurés en cm répartis en classes de diamètre).

Dans un second temps, une C.A.H. (Classification Ascendante Hiérarchique) a permis de constituer des groupes, qui formeront les types, en regroupant les individus (arbres) qui ont les coordonnées les plus proches, c'est à dire ceux qui se ressemblent le plus.

Une clé de détermination fut ensuite établie grâce à la méthode de la régression par arbre (Deportes, 2004), l'objectif étant d'utiliser pour cela les critères les plus facilement observables sur le terrain : densité en chêne-liège, composition du peuplement, régime, etc.

1.4.3-Vérification de la clé de détermination

Une fois la clé de détermination des types élaborée, il convient de tester sa validité et sa robustesse. Il a alors fallu retourner sur les zones d'inventaire afin de tester tous les types de peuplements déterminés suite à l'analyse statistique, à la fois sur les placettes installées pour les relevés de terrain, ainsi que sur des nouvelles placettes pour vérifier les types. Une quarantaine de placettes ont été nécessaires pour cela.

Ce type de vérification abouti souvent à quelques modifications, comme par exemple une diminution du nombre de types, ou encore un changement dans l'ordre des critères de décision au sein de la clé.

2-Résultats et discussion

2.1-Utilisation et diffusion des typologies des peuplements de chêne-liège

La construction de chaque typologie (Pyrénées-Orientales et Var) a suivi le même cheminement, avec premièrement la production d'une étude scientifique, suivie par sa déclinaison sous la forme de documents techniques de vulgarisation, permettant une utilisation aisée de la part des hommes de terrain, et une diffusion plus large auprès des propriétaires forestiers : il s'agit d'une part du *Guide de subériculture des Pyrénées-Orientales*, et d'autre part des différents guides techniques édités par l'Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Varoise. La production de ce type de document s'est parfois traduite par une simplification de la typologie.

2.1.2-Types de peuplements identifiés dans les Pyrénées-Orientales

17 types de peuplements avaient été initialement identifiés dans l'étude préliminaire (Veillon, 1998). Par soucis de synthèse et de simplification, ils ont été réduits au nombre de 13 dans le guide de subériculture (figure 1 ; Louvet & Tamboloni, 2000). Le document, publié 2 ans après la réalisation de l'étude, a été présenté lors d'une journée de vulgarisation et de formation, organisée par l'Institut Méditerranéen du Liège, conjointement avec le Centre Régional de la Propriété Forestière du Languedoc-Roussillon et le Syndicat des Forestier Privés des Pyrénées-Orientales, le 17 novembre 2000. Il comporte 37 pages, abordant tout d'abord quelques généralités sur le chêne-liège et le liège, suivies d'un ensemble de fiches présentant pour chaque type une description générale du peuplement puis des orientations de gestion. Le protocole d'utilisation du guide se trouve quant à lui à la fin du document.

Les 13 types et/ou sous-types identifiés sont répartis selon 4 groupes comme suit :

- Groupe A : Peuplements sans avenir de production immédiat :
 - A1 : Suberaie en station défavorable (la station n'offre aucun avenir de production) ;
 - A2 : Suberaie en conditions stationnelles potentiellement intéressantes ;

- Groupe B : Futaie de chêne-liège :
 - B1 : Peuplement à structure régulière et surface terrière faible (< 15 m²/ha) :
 - B1 a : Peuplement clair (densité < 400 tiges/ha) à dominance de perches et petits bois ;

- ◻ B1b : Peuplement à densité moyenne à forte (> à 600 tiges/ha) à dominance de perches, petits bois et bois moyens ;
 - B2 : Peuplement à structure régulière et surface terrière forte (> 15 m²/ha) :
 - ◻ B2a : Peuplement à bois moyens et/ou gros bois et à faible densité (< 400 tiges/ha) ;
 - ◻ B2b : Peuplement dense (> 900 tiges/ha) à dominance de petits bois et bois moyens ;
 - B3 : Peuplement à structure irrégulière et surface terrière faible (< 15 m²/ha) ;
 - B4 : Peuplement à structure irrégulière et surface terrière forte (> 15 m²/ha) ;
- Groupe C : Futaie de chêne-liège en mélange :
 - C1 : Peuplement à structure régulière et surface terrière forte (>15 m²/ha) ;
 - C2 : Peuplement à structure irrégulière et surface terrière moyenne (<15 m²/ha) ;
 - C3 : Peuplement à structure irrégulière et surface terrière forte (>15 m²/ha) ;
- Groupe D : Taillis de chêne-liège :
 - D1 : Peuplement quasiment pur (chêne-liège > 80 %) ;
 - D2 : Peuplement mélangé (chêne-liège < 80 %).

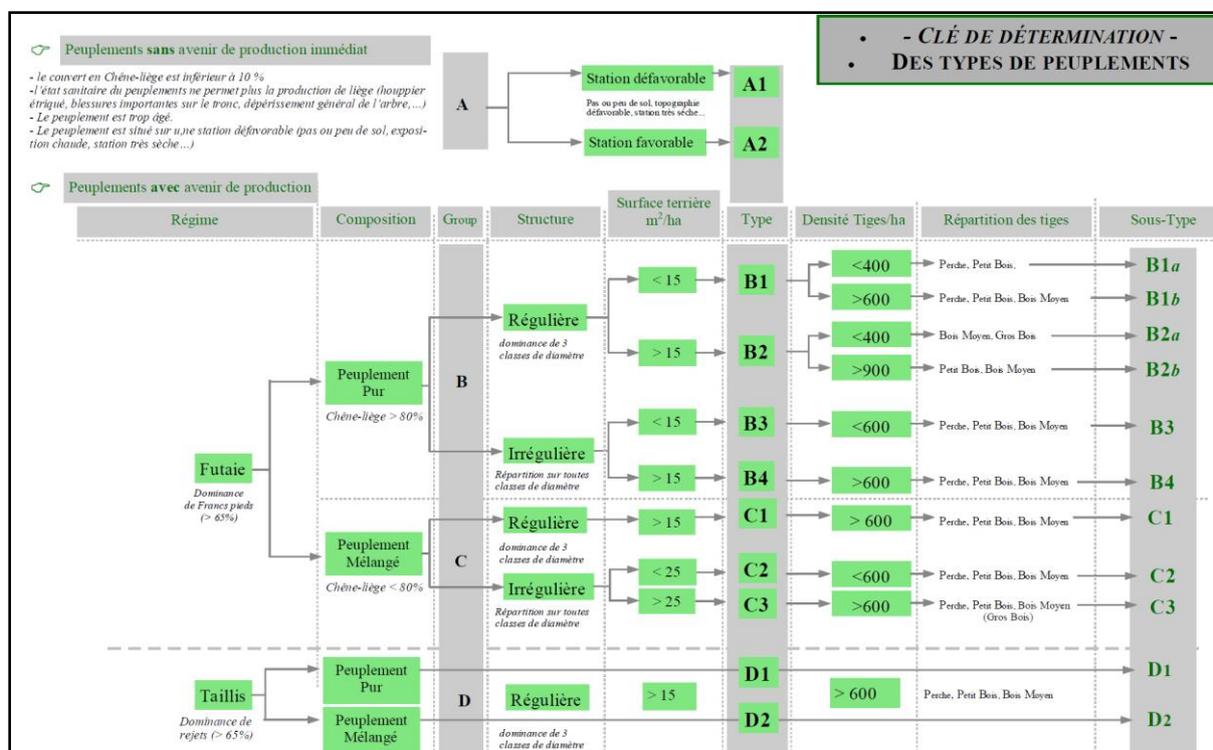


Figure 1 : Clé de détermination des types de peuplements du guide subériculture des Pyrénées-Orientales (Louvet & Tamboloni, 2000).

2.1.2-Types de peuplements identifiés dans le Var

Dans l'étude scientifique, 12 types de peuplements de Chêne-liège ont été différenciés dans les Maures (fig.3) :

- S0 : Suberaie sèche : station très sèche avec faible densité de chêne-liège ;
- Peuplements de chêne-liège pur :
 - J1 : Jeune suberaie dense : suberaie jeune de très forte densité, pas encore exploitable ;
 - J2 : Jeune suberaie claire : suberaie jeune de densité moyenne, pas encore exploitable ;
- A1 : Suberaie adulte dense : suberaie exploitable de forte densité ;

- A2 : Suberaie adulte claire : suberaie exploitable de densité moyenne ;
 - M0 : Maquis à chêne-liège : suberaie de faible densité, envahie par un maquis dense ;
 - V0 : Vieille suberaie : suberaie arrivant en fin d'exploitabilité, arbres de gros diamètre.
- Peuplements mélangés :
- Rj : Jeune mélange de chêne-liège et de résineux : arbres en sous-étage de résineux ;
 - Ra : Mélange de chêne-liège adulte et de résineux : suberaie colonisée par les résineux ;
 - F1 : Mélange de chêne-liège et de feuillus : suberaie colonisée par d'autres feuillus ;
 - F2 : Vieux chênes-liège en châtaigneraie : chênes-liège dominés par le châtaigner ;
 - E0 : Chênes-liège épars en yeuseraie ou pinède : quelques chênes-liège subsistants dans des peuplements de chêne vert ou de pin maritime.

Par la suite, un document de vulgarisation de 16 pages intitulé *La typologie des suberaies varoises : un outil pour une gestion forestière raisonnée* fut édité en 2006 par l'Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Varoise. Certains types y ont été regroupés par affinités, réduisant leur nombre à 9. Les regroupements sont les suivants :

- Suberaies denses : regroupe les types J1 et A1 ;
- Suberaies claires : regroupe les types J2 et M0 ;
- Mélange de chênes-liège et de résineux : regroupe les types Rj et Ra ;

Le document décrit les peuplements succinctement, ainsi que le ou les itinéraires techniques à suivre pour leur rénovation, c'est-à-dire l'ensemble des travaux à mettre en œuvre en quelques années pour les remettre en production et assurer leur gestion durable (Lombardini, 2006).



Figure 2 : Suberaie de type V0 (vieille suberaie) dans le Var (photo : IML)

2.2-Distinctions entre les typologies de peuplements du Var et des Pyrénées-Orientales

Il existe plusieurs différences entre les deux typologies, à la fois en ce qui concerne les critères pris en compte dans la clé de détermination, ainsi que dans les types de peuplements

identifiés, preuves qu'une typologie des peuplements n'est applicable qu'au niveau du territoire sur lequel (et pour lequel) elle a été conçue.

2.2.1-Différences au sein des critères utilisés pour la clé de détermination

Il est important de préciser que la typologie des suberaies varoises a été élaborée avec pour objectif d'être utilisable selon la méthode de description à l'avancement, le long de transects prédéfinis, sans nécessiter de prise de mesure, au contraire du guide de subériculture des Pyrénées-Orientales dont le protocole d'utilisation précise qu'il faut installer une placette provisoire pour déterminer le type.

Chaque méthode possède ses avantages et ses inconvénients : la première est rapide et bien adaptée aux caractéristiques des forêts méditerranéennes, souvent embroussaillées et au relief accidenté, la seconde est plus fastidieuse à l'utilisation, mais également plus précise dans la description des peuplements.

Ainsi, la structure des peuplements (régulière ou irrégulière) n'est pas utilisée comme critère de détermination dans la typologie des suberaies varoises. De même, dans le guide de subériculture des Pyrénées-Orientales, la clé de détermination fait appel à la mesure de la surface terrière (Louvet & Tamboloni, 2000). Or, suite à l'analyse des données de terrain recueillies dans les suberaies du Var, il a été au contraire identifié que la surface terrière ne représentait pas une donnée pertinente pour l'étude des peuplements de chêne-liège, d'autant plus que sa mesure relascopique ne s'est pas avérée fiable (Fig. 4). Ce critère a donc été écarté au profit de la densité et de la répartition des classes de diamètres du peuplement, qui avec la composition du peuplement (pur/mélangé) sont pris en compte dans les clés de détermination des deux typologies.

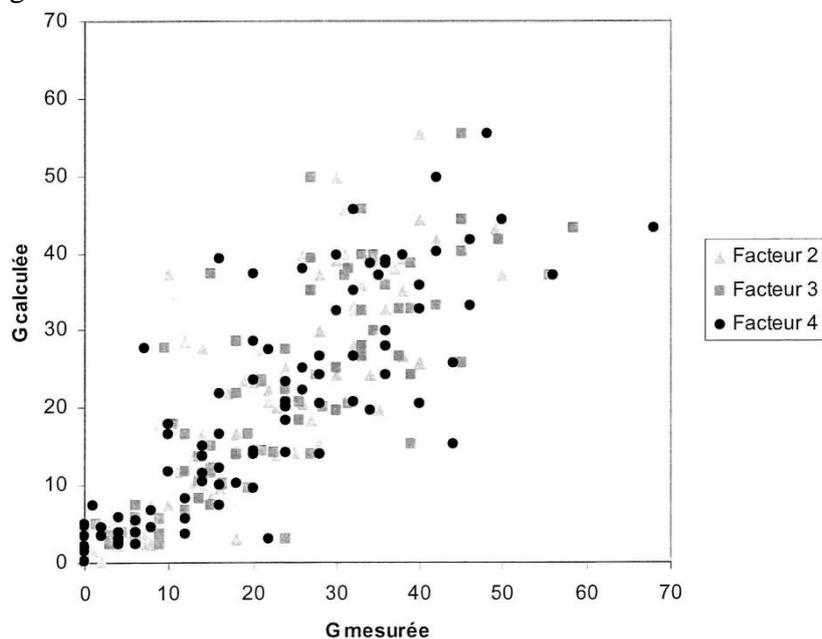


Figure 3 : Typologie des suberaies varoises : surface terrière calculée en fonction des surfaces terrières mesurées selon différents facteurs relascopiques, montrant une importante dispersion des points (Deportes, 2004).

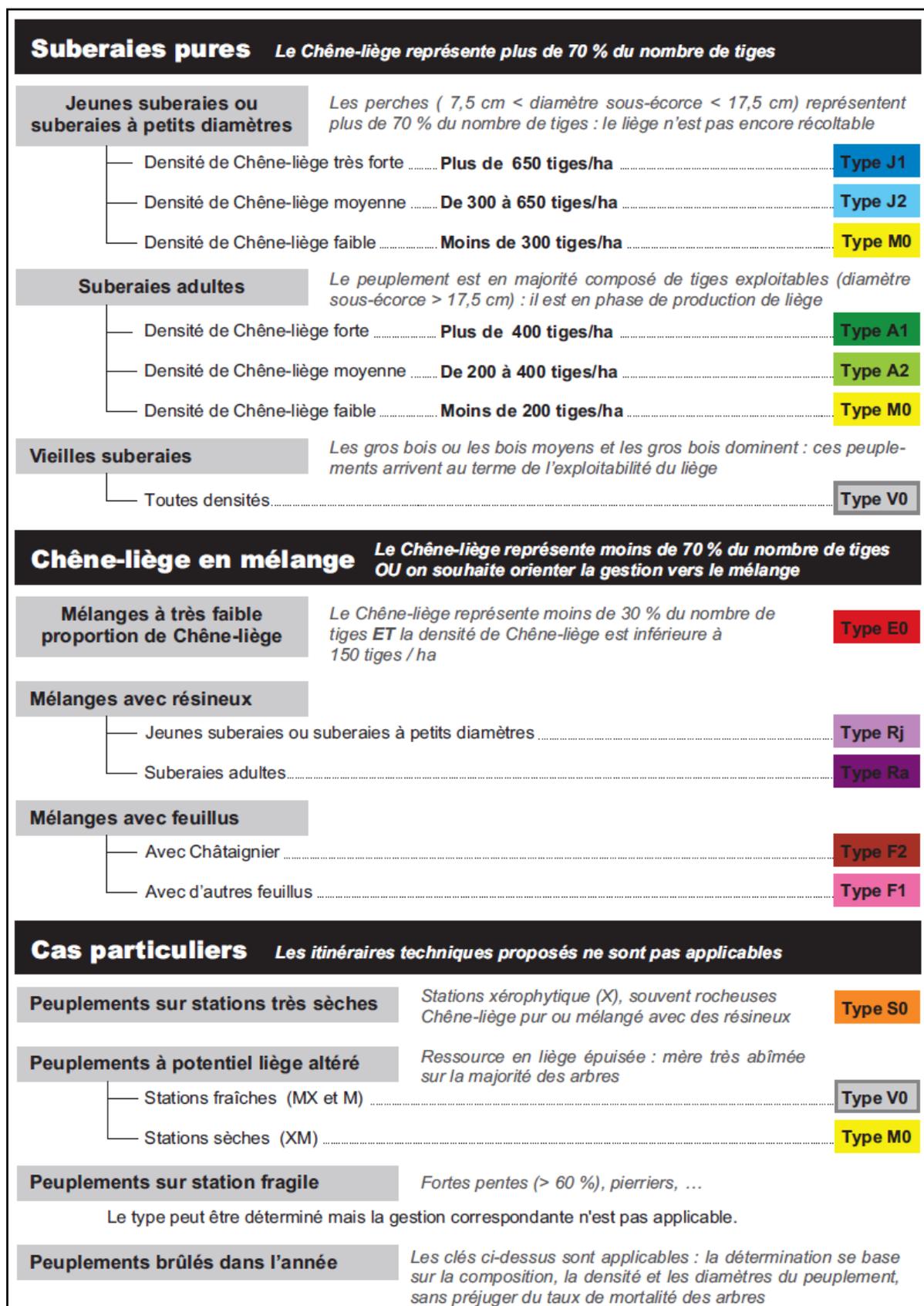


Figure 4 : Clé de détermination des types de suberaies du Var (Lombardini, 2006).

2.2.2-Différences dans les types de peuplements

Certains types de peuplements sont présents dans une région et absents dans l'autre. Cela résulte à la fois des conditions du milieu, mais aussi de l'histoire sylvicole des régions concernées.

Ainsi, les taillis de chêne-liège sont pratiquement absents du Var, ce qui explique qu'ils n'apparaissent pas dans la typologie, alors qu'on peut les rencontrer assez fréquemment dans les Pyrénées-Orientales, car certaines suberaies furent exploitées en coupe rase aux alentours de la seconde Guerre Mondiale pour la production de charbon de bois (fig. 5).

Inversement, les forêts présentant un mélange entre chêne-liège et résineux (*Pinus halepensis*, *P. pinaster* et *P. pinea* essentiellement) ne sont représentées que dans la typologie des suberaies varoises car elles sont pratiquement absentes des Pyrénées-Orientales, de même que les mélanges entre chêne-liège et châtaigner (*Castanea sativa*), la castanéiculture ayant été fortement présente dans le massif des Maures par le passé, et encore à l'heure actuelle.



Figure 5 : Taillis de chêne-liège dans les Pyrénées-Orientales, converti en futaie sur souche (IML).

2.3- Apports à la connaissance des suberaies et des territoires

L'inventaire nécessaire à la réalisation des typologies a permis d'améliorer la connaissance des massifs forestiers concernés, notamment concernant leur état d'exploitation, la structure des peuplements ou encore leur état phytosanitaire.

C'est ainsi que l'étude des suberaies varoises a montré que près de 50 % des chênes-lièges portant du liège de reproduction avaient été écorcés au cours des 4 années précédant l'inventaire, soit entre 2000 et 2004, montrant ainsi une intensification de l'exploitation sur cette période. Parallèlement, il fut constaté une importante proportion d'arbres ayant la mère abîmée, notamment chez ceux de plus gros diamètre, mettant en évidence une mauvaise qualité des levées de liège. Quant à la régénération naturelle, il est apparu que deux conditions étaient favorables à son installation, à savoir l'abri d'un couvert végétal, ainsi que l'entretien

des parcelles, que ce soit par débroussaillage, mais aussi par un pâturage raisonné (Deportes, 2004).

L'étude de la structure des peuplements de chênes-lièges inventoriés dans le cadre de la typologie des suberaies des Pyrénées-Orientales a quant à elle montré une nette dominance des perches (tiges de diamètre compris entre 7,5 et 17,5 cm) ainsi qu'un rapport presque équilibré entre brins issus de francs-pieds (54 %) et ceux issus de taillis (46 %) (Veillon, 1998).

2.4-Appports à la subériculture

Outils descriptifs, les typologies de peuplements sont avant tout des outils de gestion. Sur la base des connaissances bibliographiques et de l'expérience des gestionnaires forestiers mis à contributions pour ces études, l'application des recommandations techniques de ces documents permettent d'envisager une amélioration – certes à long terme – de l'état des suberaies, ainsi qu'une cohérence dans la manière d'envisager l'exploitation de ces peuplements à l'échelle régionale.

La typologie des suberaies varoises a ceci de particulier qu'elle fut élaborée alors que des incendies de forêts avaient ravagé une grande partie du massif des Maures en 2003. Cet aspect fut pris en compte, de telle sorte que la typologie est utilisable telle quelle sur les suberaies incendiées pour la détermination des types, tout en s'appuyant sur des critères différents pour juger des opportunités d'intervention et proposer des itinéraires de restauration adaptés (Deportes, 2004).

L'outil a notamment été conçu de manière à ce que cette exploitation permette aux suberaies concernées d'allier valorisation économique et pérennisation des peuplements. Plus largement, l'application de règles de gestion adaptées au type de peuplement et à la station forestière s'inscrit dans une démarche plus globale de gestion durable des ressources forestières, qui se révèlent indispensable à la mise en œuvre de la certification forestière et à la promotion des atouts environnementaux des suberaies.

3-Conclusion

La conception d'une typologie des peuplements est l'occasion d'avoir une vision d'ensemble des peuplements forestiers, de leur état de gestion, et de leurs potentialités.

Depuis qu'ils sont opérationnels, ces outils sont fréquemment utilisés par les personnels chargés de la gestion des suberaies. Le guide de subériculture des Pyrénées-Orientales est ainsi le document de référence sur lequel se base l'aménagement et l'exploitation des propriétés faisant partie de l'Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Catalane, association de regroupement des propriétaires forestiers subériculteurs des Pyrénées-Orientales. Il en est de même pour l'utilisation de la typologie des suberaies varoise dans la région concernée.

Cependant, bien que simplifiées par rapport aux études scientifiques originelles, les typologies des peuplements se révèlent être des outils assez difficile à appréhender pour des non initiés. Il s'agit donc d'outils qui sont avant tout destinés aux gestionnaires forestiers, techniciens ou ingénieurs, ou aux propriétaires forestiers érudits. En effet, malgré une volonté de rendre accessible ces documents au plus grand nombre, l'utilisation des clés de détermination fait

tout de même appel à des notions, telles que la surface terrière ou la structure du peuplement, qui requièrent un minimum de connaissances techniques et forestières ; il est donc pour cela

fortement conseillé de se faire assister par un technicien forestier afin de ne pas commettre d'erreur lors du diagnostic sylvicole.

Pour envisager une réelle diffusion auprès des propriétaires forestiers, il faut alors envisager la déclinaison de ces documents sous une forme très simplifiée : c'est ce qui fut réalisé dans le Var par l'Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Varoise, ou bien en Corse par l'Office du Développement Agricole et Rural.

Son utilisation systématique permet en outre d'avoir une cohérence dans les démarches de gestion forestière sur un territoire donné. En ce sens, la typologie se révèle être un véritable outil d'aide à la décision, à la fois pour le gestionnaire et pour les financeurs.

Remerciements

Merci au Département de Foresterie de la Faculté des Sciences de l'Université Abou Bekr Belkaid, et plus particulièrement à M. Rachid Tarik Bouhraoua, de m'avoir invité à participer à cette rencontre scientifique et technique, et de m'avoir ainsi donné l'opportunité d'exposer le fruit de notre modeste expérience dans le domaine de la rénovation et de l'exploitation des suberaies, ce que nous prenons comme un signe de reconnaissance envers notre travail et nos actions en faveur de ce noble produit qu'est le liège.

Références bibliographiques

Deportes E., 2004 – *Typologie des suberaies varoises – Rapport scientifique*. Etude commandée à l'Institut Méditerranéen du Liège par l'Office National des Forêts (agence du Var) et le Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Marseille. 176 p.

Inventaire Forestier National, 1994 – *Département des Pyrénées-Orientales : résultats du 3^{ème} inventaire forestier (1989-1990)*. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Direction de l'Espace Rural et de la Forêt. 179 p.

Inventaire Forestier National, 2000 – *Département du Var : résultats du 3^{ème} inventaire forestier (1999)*. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 167 p.

Lombardini F., 2006 – *La typologie des suberaies varoises : un outil pour une rénovation forestière raisonnée*. Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Varoise, Office National des Forêts (agence du Var), Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur. 16 p.

Louvet J., Tamboloni F., 2000 – *Guide de subériculture des Pyrénées-Orientales*. Institut Méditerranéen du Liège, Compagnie d'Aménagement Bas-Rhône-Languedoc. Vivès. 37 p.

Veillon S., 1998 – *Guide technique de subériculture dans les Pyrénées-Orientales : typologie de peuplements et étude préliminaire*. Rapport de stage de fin d'études FIF-ENGREF. Institut Méditerranéen du Liège, Compagnie d'aménagement Bas-Rhône-Languedoc. Vivès. 73 p.

<http://www.ifn.fr>

<http://www.institutduliege.com>

<http://www.suberaievaroise.com>

http://www.aef-expert-forestier.fr/asl_gf.php

La mesure de flux de sève au niveau des troncs peut-il aider à mieux comprendre et détecter le dépérissement du chêne-liège ?

Zouhair NASR⁽¹⁾, Abdelhamid KHALDI⁽¹⁾, Ali Khorchani⁽¹⁾ et Su-Young WOO⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut National de recherche en Génie rural, Eaux et Forêts, Rue Hedi Karay, Ariana 2080 Tunisie¹, Safia_44@yahoo.fr, khaldin@yahoo.fr, ali_el_khorchani@yahoo.fr ⁽²⁾ Université de Seoul, 90 Jennong-dong, Dongdaemun,, Seoul 130-743, Corée du Sud², wsy@uos.ac.kr

Résumé : Dans un contexte de forte variabilité climatique, la mesure de flux de sève au niveau du tronc du chêne-liège peut-être un outil intéressant pour comprendre la réaction de l'arbre aux contraintes environnementales. Dans cet objectif, une expérience a été menée sur des arbres de chêne-liège utilisant la sonde thermique de dissipation de chaleur (capteur Granier) pendant la saison végétative 2008 dans la forêt d'Aïn Snoussi au nord de la Tunisie. Ce travail expose tout d'abord la théorie, le principe et la mise en œuvre de la technique Granier ; la deuxième partie donne les premiers résultats d'analyse de la dynamique de flux de sève des arbres soumis à une forte demande climatique et au démasclage afin de mieux comprendre la conséquences de ces facteurs de dépérissement sur les relations hydriques. Les premiers résultats indiquent qu'il existe une certaine variabilité entre les arbres du même peuplement. Les corrélations établies entre SFD moyen et les facteurs climatiques tel que la radiation photosynthétique (PAR) étaient positives et montrant une certaine saturation quand la radiation dépasse un certain seuil. Une comparaison des densités des flux de sève entre arbre témoin et arbre démasclé montre des écarts parfois importants qui pourraient être attribués à l'effet démasclage.

Mots-clés : *Quercus Suber L.*, forêt Tunisienne, flux de sève, climat, dépérissement

Abstract: In a context of strong climatic variability, the measurement of sap flow in trunks of the cork oak could be an interesting tool to understand the reaction of the tree to the environmental constraints. In this objective, an experiment was undertaken on trees of cork oak using the thermal dissipation probe (Granier sensor) during the vegetative season 2008 in the forest of Aïn Snoussi, north of Tunisia. This work exposes the theory, the principle and the implementation of the Granier technique, the second part gives the first results of analysis of the sap flow dynamics of the trees subjected to a keen climatic demand and stripping of cork in order to better understand the consequences of these factors of deterioration on the hydrous relations. The first results indicate that there is some variability between the trees of the same settlement. The correlations established between average SFD and the climatic factors such as photosynthetic radiation (PAR) were positive and showing saturation when radiation exceeds a threshold value. A comparison of the SFD densities between control tree and stripped tree shows sometimes significant variations which could be allotted to the stripping of cork effect.

Key- words : *Quercus suber L.*, Tunisian forest, sap flow, climate, degradation

ملخص يمثل قياس التبخر على مستوى الأغصان تحت ظروف مناخية شديدة التقلب أداة فاعلة لجس و فهم تفاعلات شجرة الفرنان في محيطها البيئي. في هذا السياق أنجزت تجارب ميدانية بغابة الفران بمنطقة عين السنوسي باستعمال تقنية النفاذية الحرارية بمجس حراري خلال عام 2008. يهتم الجزء الأول من هذه الدراسة بالتعريف بمبادئ التقنية و طريقة تطبيقها، أما الجزء الثاني فهو مخصص لاستعراض أهم النتائج الأولية لقياسات التبخر لشجرة الفران الخاضعة لتأثير تبخر عالي كما يهتم هذا الجزء الثاني بمقارنة لأشجار بعد تقطيع الخفاف قصد دراسة مدى تأثير هذه العناصر على التبخر وديناميكية الماء في الشجرة. تبين النتائج الأولية بعض الفوارق بين سرعة التدفق بين الأشجار التي تنمو في نفس المحطة. بالنسبة إلى العلاقة التي تربط سرعة التدفق و المعطيات المناخية كالإشعاع الضوئي فهي علاقة إيجابية حيث أن سرعة التدفق تزيد كلما أزداد الإشعاع ولكن إلى حد معين تستقر فيه نسبياً سرعة النتح. مقارنة سرعة تدفق النتح بين الأشجار الشواهد والأشجار التي تم خلع الفران تظهر نقص في سرعة التدفق للأواخر مع تأخير صباحي لانطلاق النتح والتي يمكن مردها لخلع الخفاف.

كلمات مفتاحية . الغابات التونسية, الفران, تدفق النتح, المناخ

Introduction

Le dépérissement du chêne-liège est considéré en Tunisie comme un défi majeur par les planificateurs, les décideurs, les développeurs et les chercheurs opérant dans le domaine forestier. L'hypothèse la plus pessimiste projette la disparition de l'espèce *Quercus suber* L d'ici 50 ans si rien ne serait fait pour améliorer sa régénération naturelle et atténuer son dépérissement.

Le phénomène est assez connu de toute la forêt Méditerranéenne et ses causes semblent bien être analysées. Le schéma corrélant ces facteurs de dépérissement reste toutefois assez complexe (Amendier, 2006). Le poids et l'importance de chaque facteur varient selon l'âge et la situation pédoclimatique du peuplement. Le stress hydrique, les températures extrêmes et donc la variabilité du climat semblent être des facteurs prédisposant. Le démasclage et ses dommages, les attaques d'insectes et des champignons sont des facteurs aggravants. L'hypothèse admise est que la superposition de ces facteurs modifient sensiblement le fonctionnement physiologique de l'arbre notamment son transfert hydrique.

Ce travail propose un outil de mesure en continue des flux de sève dans les troncs d'arbres afin de comprendre et détecter le dépérissement du chêne-liège. Les résultats préliminaires considèrent les effets de deux facteurs à savoir, la variation climatique et le démasclage. Pour ce faire, les densités de flux de sève des arbres témoins et démasclés ainsi que le suivi en période sèche sont analysés afin de comprendre et de chiffrer leurs conséquences sur le transfert hydrique.

1. Matériels et Méthodes

1.1. Le capteur

Le capteur de dissipation thermique consiste en deux sondes thermiques. Une des deux sondes est chauffée grâce à une puissance continue et constante de 0.2 Watt, dite l'élément chauffant du système. La deuxième non chauffée est identique à la première et mesure la température de référence du système bois/sève. L'écart de température est mesuré par un thermocouple cuivre-constantan très fin (Granier 1985 ; 1987). Les sondes sont insérées radialement dans le bois et distants de 10 à 15 cm, la sonde chauffante est en aval par rapport à la sonde référence dans le sens de circulation de la sève (fig. 1).

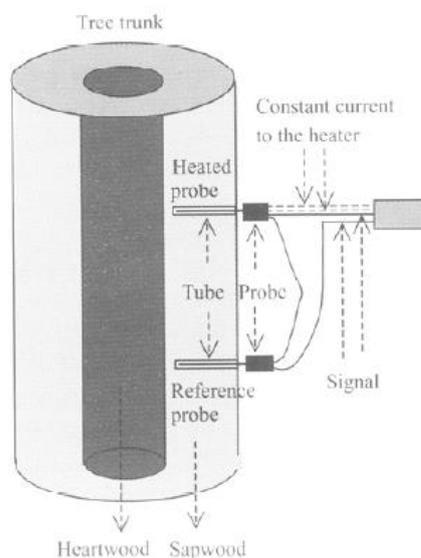


Figure 1 : Schéma du capteur (TDP de Granier, d'après LU et al., (2004))

La relation empirique établie par Granier entre l'index de flux, K et la densité de flux de sève SFD est de type puissance et elle est indépendante de l'espèce :

$$K = [(\Delta T_x - \Delta T) / \Delta T] \quad (1)$$

$$SFD = 118.99 \cdot 10^{-6} [K]^{1.231} \quad (2)$$



Photo 1 : Dispositif expérimental : mesures de flux de sève par capteur Granier (a) et paramètres climatiques par une station automatique « HOBO » (b) dans une forêt de chêne-liège à Ain Snoussi 2008.

1.2. Site et dispositif expérimental

Le site de mesure est situé dans la forêt de Ain Snoussi (lat N= 36°47'50''~36°52'40''; long E= 8°52'07''~8°57'01'', alt=640 m) ayant une topographie légèrement en pente et orienté vers le Nord. Le microclimat est de type humide avec des précipitations de 700-1200 mm/an

et des températures minimales et maximales moyennes de 10.6 et 19.7°C respectivement. La densité du peuplement est estimée à 380 arbres/ha.

La station météorologique automatique de type Hobo assure des mesures régulières au pas de temps 1h, de la radiation photosynthétique (PAR, $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), de la température (T_a , °C), de l'humidité relative (HR, %), des précipitations (P, mm), du contenu en eau du sol (SWC, $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$) et de la vitesse et la direction du vent (V, m. s^{-1} et D degrés).

2-Résultats

2.1. Variations de flux de sève et paramètres du climat

La cinétique journalière est similaire à celle d'un flux transpiratoire où la SFD monte rapidement en période matinale suite à l'augmentation de la radiation et atteint un maximum au milieu de la journée et décroît dès que la radiation et la température baissent l'après-midi (fig. 2). La densité de flux maximale en période sèche peut correspondre à un seuil limite conséquent d'un ajustement stomatique. Au cours de cette expérimentation des valeurs maximales de densité de flux de $2.5 \text{ L.dm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ après une période humide. En période sèche les flux max restent inférieurs à $1 \text{ L.dm}^{-2}.\text{h}^{-1}$. Le cumul journalier et le flux max dépendent essentiellement de la demande climatique et on observe ainsi une certaine différence entre journée claire (j144) et journée nuageuse (j139). Les différences entre arbres peuvent parfois être importantes surtout en période estivale où l'hétérogénéité du sol et la pente peuvent jouer pour différencier les disponibilités en eau entre arbres du même site.

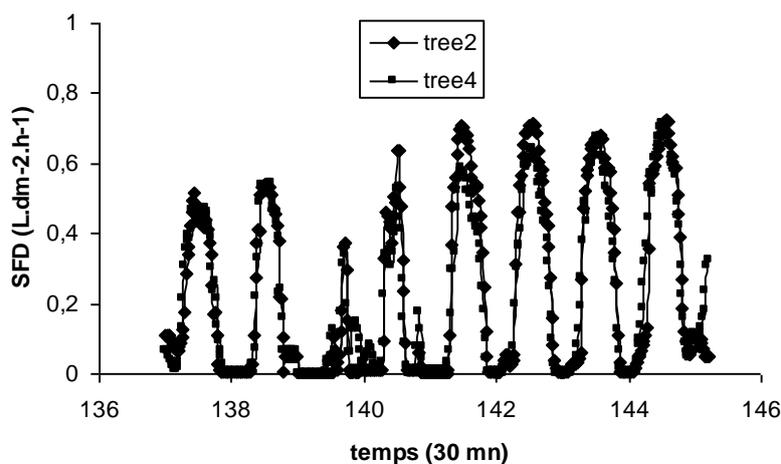


Figure 2 : Cinétique horaire et journalière de flux de sève mesuré dans les troncs de 2 arbres en forêt du chêne-liège au Nord de la Tunisie du 18 au 25 mai 2008.

La radiation et le déficit de saturation de l'air sont généralement les deux paramètres les plus explicatifs de la variation de flux de sève. D'après les relations établies (fig. 3), nous constatons que ces corrélations sont positives avec une allure asymptotique. Pour des valeurs faibles à moyennes du PAR et du VPD, le flux de sève augmente linéairement avec l'augmentation de la demande climatique et atteint une valeur seuil de $2 \text{ L.dm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ dans ce cas quand VPD et PAR approchent respectivement de 1.5 kPa et $800 \mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Au cours de la période sèche (Aout 2008), les conditions d'humidité et de température sont extrêmes; la température maximale de l'air a varié entre 32°C et 38°C et le contenu en eau du sol mesuré à 20 cm de la surface est inférieur au seuil de 0.05 m³.m⁻³. Même si on peut

décélérer une légère tendance à la baisse de flux de sève, on note clairement que l'arbre maintient une transpiration « seuil » autour d'une valeur moyenne de 1 L.dm⁻².h⁻¹ (fig.4).

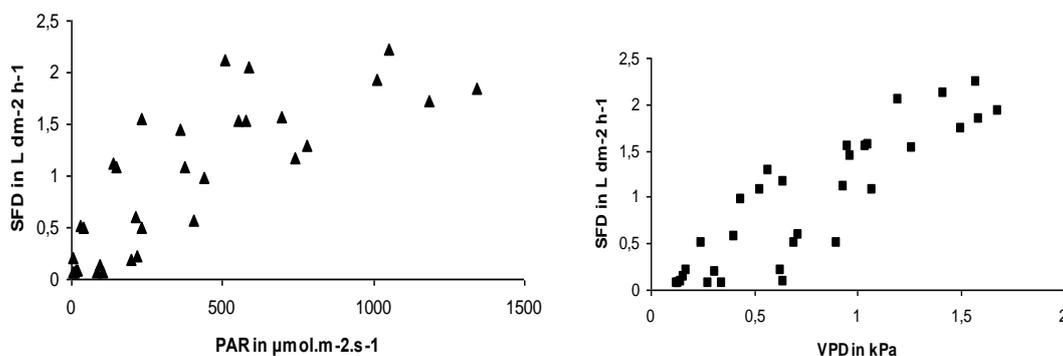


Figure 3 : Relations entre SFD et éléments du climat en forêt du chêne-liège au Nord de la Tunisie, saison 2008.

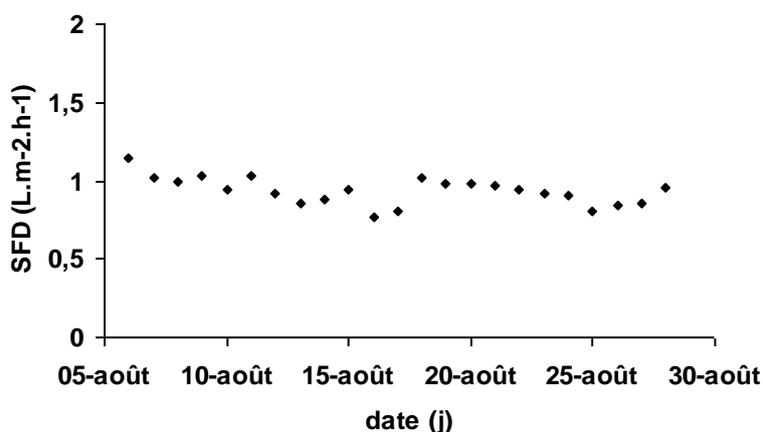


Figure 4 : densité maximale de flux de sève mesuré entre 12-14h au cours d'une période sèche dans une forêt de chêne-liège au Nord de la Tunisie.

3.2. Conséquence du démasclage sur le flux de sève

L'arbre démasclé donne des valeurs de densités de flux (SFDs) nettement inférieures à celles de l'arbre témoin en valeurs maximales en milieu de la journée (fig. 5) mais on note aussi que ces valeurs accusent un décalage par rapport au témoin. Pendant certaines journées, le démarrage de la sève chez l'arbre démasclé est retardé d'une heure voire plus. Le total des flux sur la période a été de 22.5 L.dm⁻².j⁻¹ pour l'arbre témoin et de 15.1 L.dm⁻² pour l'arbre démasclé, soit une réduction de 35%.

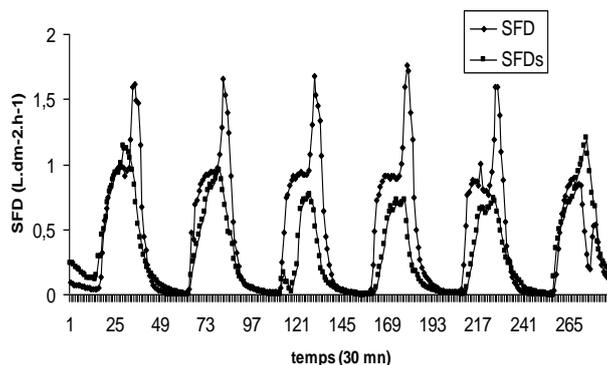


Figure 5 : Comparaison des densités de flux de sève entre arbre témoin et arbre démasclé dans une forêt de chêne-liège au Nord de la Tunisie.

3. Discussion

3.1. Sources d'erreurs sur la mesure et l'estimation du flux de sève

3.1.1-Ecart de température à flux nul :

L'estimation de la densité de flux de sève SFD par la méthode Granier nécessite le repérage de l'écart de température à flux nul ΔT_x (fig. 6a). Cette condition apparaît le plus souvent en fin de nuit, quand l'équilibre sol-plante-atmosphère est établi ou encore en conditions proches du potentiel de base. Les sources d'erreurs possibles sont de deux origines (a), non zéro flux pendant la nuit à cause d'un stress hydrique (LU et al, 1995 ; Goldestin et al, 1998) ou (b) une dérive biophysique due essentiellement à la variation de la conductivité du bois (Nasr et ben Mechlia, 2007). Pour palier à ces difficultés, Granier (1987b) suggère que ΔT_x soit déterminée pour chaque capteur à part et sur une période ne dépassant pas 7 à 10 jours, car considérer ΔT_x sur un pas plus court que 24 h peut masquer quelques flux transpiratoires nocturnes.

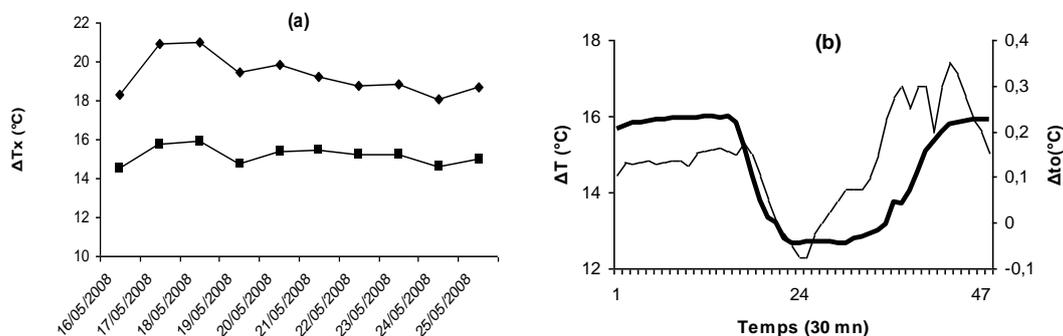


Figure 6 : (a) Evolution de ΔT_x mesurée sur 2 arbres pendant 10 jours et (b) ΔT , ΔT_o mesurée dans un arbre chauffé et témoin au cours d'une journée pour une forêt de chêne-liège au Nord de la Tunisie.

3.1.2-Gradient thermique naturel :

Ce gradient est maximal tout près du sol et au moment de la levée ou de coucher du soleil. Toutes les techniques thermiques de mesure de flux de sève sont plus ou moins sensibles à ce phénomène qui interfère souvent avec les mesures réelles (LU et al., 2004). Le biais sur la mesure de flux de sève peut se manifester par un « pic matinal » qui traduit un régime thermique transitoire (Nasr et Ben Mechlia, 2007). Les causes exactes du phénomène ne sont pas clairement établies mais il pourrait être attribué au gradient naturel dans le bois (Cermak et Cucera, 1981 ; Do et Rochereau, 2002) ou au stockage de chaleur dans la partie basale du tronc. Il peut être évité par une isolation thermique renforcée autour du capteur et la partie basale du tronc (valancogne et Nasr, 1993).

Dans le cas de notre expérimentation, ce gradient naturel reste très faible par rapport à l'écart thermique (fig. 5b), ceci peut être attribué à la bonne isolation thermique du liège lui-même.

3.2. Démasclage et flux de sève

Le démasclage du liège a un effet physiologique direct sur l'arbre se traduisant par une augmentation importante de l'évaporation du tronc sur la partie démasclée. Pendant ce temps on assiste à une fermeture stomatique rapide durant les heures suivant l'opération de démasclage impliquant une interruption des fonctions nutritionnelles de l'arbre qui retrouve un état normal après une période allant de 24 à 30 jours selon Santos (1940) et Oliveira (1995). Durant cette période le phellogène est formé et quelques couches des cellules du liège sont produites protégeant le phloème actif contre une évaporation excessive.

Dans une expérience menée par Pinto et Pereira (2006), l'application d'un anti-transpirant après démasclage implique une élévation rapide de la transpiration foliaire et donc une forte conductance stomatique par comparaison au témoin démasclé mais non traité par l'anti-transpirant.

Par ailleurs, dans une analyse des effets du démasclage sur la réponse physiologique de l'arbre du chêne-liège, Correira et al. (1992) évaluent la quantité d'eau évaporée au niveau de la partie démasclée du tronc et montrent que cette quantité est plus importante durant les premiers jours après démasclage et elle se réduit de moitié après 20 jours et devient assez faible 55 jours plus tard. En plus des ces effets directes de perte d'eau, le démasclage implique un effet plus important sur la réduction de la croissance diamétrale de l'arbre (Monterio et Grau, 1987).

4. Conclusions

Malgré les sources d'erreurs inhérentes à la technique utilisée, nous retenons que le capteur thermique à dissipation de chaleur peut être un outil fort utile pour étudier les variations de la dynamique hydrique interne du chêne-liège. Ces mesures ont montré la sensibilité du capteur à la variabilité du climat et l'effet démasclage.

Une analyse comparative de flux de sève des arbres témoins et des arbres démasclés avec et sans dommage de blessures ainsi que des arbres sains et ravagés par des insectes sont les perspectives de cette recherche. Ceci afin de chiffrer les effets des principaux facteurs de

dépérissement (sécheresse, températures élevées, démasclage, dommage d'insectes, ...) et étudier leurs conséquences sur la transpiration du chêne-liège.

Remerciements

Nous remercions en particulier l'Agence Coréenne de la Coopération internationale pour son appui logistique ainsi que le personnel de la station forestière d'Ain Snoussi pour leur aide à réaliser ce travail.

Références bibliographiques

- Amandier L., 2006-** Le dépérissement du chêne-liège résulte de multiples interactions. Séminaire « Vitalité des peuplements de chênes-lièges et chênes verts : situation actuelle, état des connaissances et action à entreprendre ». Evora, Portugal, 25-26 octobre 2006.
- Cermak J., Kucera J., 1981-** The compensation of natural temperature gradient at the measuring point during the sap flow rate determination in trees. *Biol. Plantarum*, 23 : 469-471
- Correira A.O., Oliveira G., Martins-Loução M.A. and Catarino F.M., 1992-** Effects of bark-stripping on the water relations of *Quercus suber* L. *SCIENTIA gerundensis*, 18 : 195-204.
- Do F., Rocheteau A., 2002-** Influence of natural temperature gradients on measurements of xylem sap flow with thermal dissipation probes. 1. Field observations and possible remedies. *Tree physiol.*, 22: 641-648
- Granier A., 1985-** Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. *Ann. Sci. Forest.*, 42 :193-200.
- Granier A., 1987-** Mesure de flux de sève brute dans le tronc du Douglas par une nouvelle méthode thermique. *Ann. Sc. Forest.* 44 : 1-14
- Goldstein J., Jackson P., Celis A., 1998-** Stem water storage and diurnal patterns of water use in Tropical forest canopy trees. *Plant cell Environ.* 21:397-406.
- Lu P., Biron P., Breda N. and Granier A., 1995-** Water relations of Norway Spruce (*Picea abies* L Karst) under soil drought in the Vosges mountains: water potential, stomatal conductance and transpiration. *Annals of Forest Science*, 52, 117-129.
- Lu P., Urban L. and Zhao P., 2004-** Granier's thermal dissipation probe (TDP) method for measuring sap flow in trees: theory and practice. *Acta Botanica Sinica*, 46, 631-646.
- Monterio G. and Grau JM., 1987-** O Coeficiente e a intensidade de descorticanamento vantageus e inconvenientes da sua aplicação. *Buletin do Instituto dos Produtos Florestais-Cortiça* 583: 117-119 (en Espagnol).
- Nasr Z. and Ben Mechlia N., 2007-** Measurements of sap flow for apple trees in relation to climatic and watering conditions. A Water Saving in Mediterranean Agriculture & Future Research Needs. Ed. Lamaddalena N, Bogliotti C, Todorovic M and Scardigno. p91-98
- Oliveira J., 1995-** Ecologie du chêne-liège (*Quercus suber* L) en montagne Portugaise (en Portugais). Doctorat, Thèse Faculté des Sciences, université de Lisbonne, 162 p.
- Pinto Teresa M., M.G. Tores-Pereira José, 2006-** Bark stripping in cork oak (*Quercus suber* L) effect of an antitranspirant application on gas exchange and water relation of the stripped surface. *Trees*, vol. 20, n°2, pp247-252.
- Santos J.B., 1940-** Estimation de l'activité stomatique du chêne. Publication de la Direction générale des Services Forestiers de Lisbonne 7, 99 5-53 (en Portugais)
- Valancogne C. and Nasr Z., 1993-** A heat balance method for measuring sap flow in small trees. In Water Transport in Plants under Climatic Stress. Ed. M. Borgheti, J. Grace and A. Raschi. P 166-173.

Quelle stratégie pour la préservation des formations de chêne lige (*Quercus suber*) en Algérie occidentale tellienne ?

Khéloufi BENABDELI*, Tayeb SITAYEB* et Abdelkader BENGUERAI**

* Laboratoire GSESFoêts Université de Tlemcen, benabdeli_k@yahoo.fr

** Département biologie, université de Mascara

Résumé : Les formations de chêne liège en Oranie sont localisées dans les forêts de Hafir (Tlemcen), Nesmoth (Mascara) et M'Sila (Oran) ; quelques vestiges persistent encore dans les forêts relevant des wilayas de Mostaganem, Mascara, Tiaret, Sidi Bel Abbes, Relizane et Ain Témouchent. Elles constituent tant du point de vue écologique que phytoécologique des groupements assez particuliers. Leur préservation est nécessaire et même indispensable au regard de leur impact du point de vue biodiversité. Malheureusement leur état ne cesse de se dégrader sous l'effet conjugué de la sécheresse, des exploitations, de l'absence d'aménagement adapté et des pressions anthropozoogènes qui s'y exercent. Mettre au point une approche méthodologique devant servir de référentiel pouvant dans un premier temps préserver ce potentiel biologique et dans un second temps étendre leur superficie et encourager la régénération naturelle est l'objectif assigné à cette communication.

Mots- clés : chêne liège- dégradation- préservation- extension- approche- Oranie-Algérie

Introduction

Tous les peuplements de chêne liège sont confrontés, de puis quelques décennies, à une perte de vigueur, à une absence de régénération naturelle et à un dépérissement qui menacent la pérennité de cette espèce endémique à la Méditerranée occidentale. Le rôle écologique et socioéconomique que les subéraies ont joué s'estompe avec le temps sous l'effet des perturbations des conditions naturelles (climat, sol, végétation), anthropiques (incendies, coupes, exploitation, parcours) et des attaques parasitaires.

Dans le pourtour méditerranéen, la subéraie serait d'environ 2.289.000 hectares (Benabid, 1989), répartie exclusivement sur sept pays : Portugal 650.000, soit 28,5% ; Espagne : 500.000, soit 22% ; Maroc : 350.000, soit 15,3% ; Algérie : 480.000, soit 21% ; Tunisie : 100.000, soit 4,4% ; Italie : 100.000, soit 4,4% ; France : 100.000, soit 4,4%. La situation actuelle est qualifiée de dramatique dans les divers pays d'Afrique du Nord et seuls des programmes ambitieux de gestion écologique intégrée permettront de sauver les lambeaux de forêts qui subsistent, ou de préserver quelques zones qui sont encore restées miraculeusement à l'abri de ces destructions (Quézel & Médail, 2003).

La superficie des forêts de chêne liège a connu une régression inquiétante, en l'an 2007 ; il est encore quasiment impossible de donner un chiffre fiable. Dans l'ouest algérien la superficie occupée par la subéraie est estimée à 9 400 ha par Thintoin, (1948) et seulement 6 500 ha en 2003 selon Bouhraoua (2003).

1-Généralités sur les forêts de chêne liège

1.1- Ecologie du chêne liège

Le chêne-liège est un arbre au tempérament généralement calcifuge, se plaisant sur tout le substrat siliceux et acide (schistes et grés). Il recherche des sols meubles, textures légères, bien aérées et riches en matière organique, profonds au pH acide ou proche de la neutralité. Grâce à un système racinaire pivotant lui permettant un enracinement très profond ; le chêne-liège peut se développer dans des sols peu propices, fortement argileux ou très superficiels. Le chêne-liège est un arbre assez exigeant en ce qui concerne la chaleur et l'humidité. Il requiert des précipitations annuelles supérieures à 600 mm, et des températures moyennes annuelles supérieures à 13,5°C environ, avec des minima supérieurs à -5°C.

De petite taille, le chêne-liège ne dépasse que très rarement les 25 mètres. Il fructifie à partir de 15 à 20 ans, avec une importance variable suivant les années. Ces exigences peuvent néanmoins varier en fonction de certaines particularités stationnelles : humidité stationnelle élevée, fraîcheur relative due à une nappe phréatique peu profonde, etc. Devant le risque " feu de forêt ", le chêne-liège a un comportement particulièrement exceptionnel. En effet, le liège protège les parties vitales de l'arbre lors du passage du feu. Le liège est carbonisé, mais la vie est protégée. Cette vertu lui confère de multiples avantages, économiques et écologiques, qui font de lui un arbre remarquable.

1.2- Aspects phytoécologiques

La subéraie fait partie d'un espace forestier difficilement classable comme forêt *stricto sensu*. Les modèles d'occupation de l'espace où est présent le chêne-liège varient : du peuplement irrégulier plus ou moins dense, jusqu'aux différentes combinaisons incluant le pâturage permanent, le pâturage en rotation avec des cultures agricoles ou d'autres cultures forestières. La diversité des associations végétales rencontrées dans les suberaies dépend principalement des conditions de la station – déterminée par des facteurs climatiques, pédologiques, orographiques et anthropiques – et du couvert forestier.

La subéraie climacique est une forêt sclérophylle dense (80% de couvert) et plus ou moins haute (15-20 m) où la strate arborescente n'est pas seulement dominée par le *Quercus suber*, mais aussi par d'autres espèces, à savoir : sclérophylles lanifolié (chêne vert, oléastre, nerprun alaterne...), sclérophylle à feuille linéaire (bruyères surtout), laurifoliés (arbousier, laurier-tin, houx...), subsclérophylles (chêne zéen, pistachier térébinthe). Certaines espèces secondaires, bénéficiant de conditions stationnelles favorables, sans atteindre la taille du chêne-liège, arrivent aisément à la strate arborée et la concurrence. Outre cette strate arborescente, on peut repérer des espèces arbustives et sub-arbustives, des arbrisseaux et sous-arbrisseaux, et quelques espèces herbacées vivaces et annuelles

Le cortège floristique de la subéraie en région oranaise, est le suivant : Arbousier (*Arbutus unedo*), Bruyère à balai (*Erica scoparia*), Bruyère arborescente (*Erica arborea*), Filaire à feuille étroite (*Phyllyrea angustifolia*), Chèvrefeuille des Baléares (*Lonicera implexa*), Ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*), Ciste à feuille de sauge (*Cistus salvifolius*), Clématite flammette (*Clematis flammula*), Daphné garou (*Daphne gnidium*), Fragon (*Ruscus aculeatus*), Genêt à balai (*Sarothamnus scoparius*), Immortelle (*Helichrysum stoechas*), Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*), Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), Calycotome épineux (*Calycotome spinosa*), Rouvet (*Osyris alba*), Salsepareille (*Smilax aspera*), Lavande stéchine (*lavandula stoechas*), Viorne-tin (*Viburnum tinus*).

1.3- Aspects dendrométriques

Les éléments les plus importants dans ce volet restent l'accroissement en hauteur et en diamètre des jeunes sujets lors des opérations de régénération ainsi que l'accroissement du liège. En matière de croissance en hauteur et en diamètre les données dans la région sont quasiment inexistantes à l'exception de quelques observations partielles. L'exploitation de diverses données permet d'avancer un accroissement moyen en hauteur et en diamètre sur 20 ans de 10 cm et 1.5 cm.

Les travaux de Dahane (2006) confirment que l'accroissement moyen extrême en diamètre du liège des suberaies de l'ouest algérien n'est que de 0.95 à 2.6 mm annuellement confirmant l'état de dégradation des conditions du milieu et des arbres.

1.4- Aspects économiques

La production nationale a connu des fluctuations annuelles parfois importantes. Pendant l'époque coloniale, elle oscillait en moyenne entre 9000 tonnes (1867 et 1925) et 32.000 tonnes (1930-1960) (Marc, 1916 ; G.G.A., 1927 ; Natividade, 1956). Après l'indépendance, cette production a nettement régressé pour des raisons diverses et le volume annuel est devenu en effet assez irrégulier et varié de 8 à 35 000 tonnes, soit une moyenne de l'ordre 14.000 tonnes ce qui correspond à une réduction d'environ 60 % par rapport à la phase précédente (D.G.F., 1999)

L'industrie algérienne du liège fourni une gamme diversifiée de produits : bouchons, carrés, disques, ustensiles de pêche, tapis de bain, etc. Les débris provenant de la transformation du liège estimés à 12 000 tonnes sont exportés vers l'étranger. Après avoir satisfait aux besoins de la consommation locale, les manufactures exportent entre 1 200 et 1 500 tonnes de bouchons et 2 à 400 tonnes en produits. La production non transformée localement est exportée (de 15 à 20 000 tonnes de liège vierge et 3 000 tonnes de liège marchand non préparé). Les exportations algériennes atteignent un tonnage oscillant, selon les années, entre 45 et 50 000 tonnes (Salami, 2005).

Cette situation alarmante et inquiétante en même temps trouve ses origines dans la sénescence des forêts de chêne-liège et l'absence d'un mode sylvicole adapté favorisant le renouvellement des suberaies. En effet, la subéraie algérienne est composée à plus de 60% de vieilles futaies, accusant une régression en termes de production découlant de leur état physiologique. Sur la période de 26 ans (1964-1990) la production 4,8 millions de quintaux de liège a permis un chiffre d'affaires de 43 millions de dollars. (Salami, 2005).

2- Situation des forêts en Oranie

2.1- Aperçu général

A l'échelle régionale, les suberaies ne sont en réalité que des peuplements reliques et isolés coïncidant avec des taches de climat sub-humide ou intermédiaire entre semi-aride et sub-humide dont la pluviométrie annuelle moyenne oscille entre 400 et 700 mm. Elles sont réparties entre les 2 grands secteurs à savoir le littoral et la montagne. Ces suberaies couvraient à l'origine une superficie globale de l'ordre de 14.000 ha (soit 1,7% du total) (Boudy, 1955), seul un tiers environ de cette superficie qui demeure actuellement productive tandis que le reste est inexploitable du fait de son état de dégradation avancée.

Tableau : Suberaies de l'ouest algérien

Elles fournissaient un volume annuel de liège de qualité excellente (surtout celui provenant d'Oran à M'Sila et de Tlemcen à Hafir selon Boudy (1955) oscillant entre 1 500 Qx (1898 - 1915) et 3 000 Qx (1939 -1951) d'après les archives forestières. Actuellement, cette

production est très faible, soit environ 760 Qx/an (DGF, 2004). Le rendement moyen des subéraies de l'ouest algérien n'est que de 10 kg par an, chiffre dérisoire justifiant plutôt l'impact phytoécologique qu'économique des subéraies. C'est un élément de réflexion déterminant dans la stratégie de préservation et d'extension des subéraies dans l'ouest algérien.

2.2- Les facteurs de dégradation

Ils sont nombreux et diversifiés, seuls les plus déterminants seront passés en revue et permettent d'asseoir une stratégie de préservation de la subéraie en Oranie.

- La gestion

Souvent on avance comme causes principales de la dégradation des subéraies les facteurs écologiques, c'est plutôt la mauvaise gestion et une pression anthropozoogène pesante et permanente qui sont à l'origine de cette situation alarmante de subéraies. L'autre volet et pas des moindres en matière de gestion c'est le choix de la concession sans aucune maîtrise de la dynamique phytoécologique et éco-physiologique des peuplements. Il faut ajouter l'absence de professionnel de récolte de liège et de sylviculteurs chevronnés aguerris aux formations de l'Oranie. Les techniques sylvicoles appliquées sont celle des peuplements de l'étage bioclimatique subhumide. Sans aucune connaissance de la densité et de la répartition des âges (perches, petit bois, bois moyens, gros bois), ni des conditions climatiques (bilan hydrique), édaphiques (bilan carbone et matière organique) et des conditions sanitaires de chaque arbre, des autorisations d'exploitation sont données.

En 2007 il est impossible de donner une superficie exacte de peuplements de chêne liège et celle de son aire pour diverses raisons souvent non objectives et injustifiables. Quelle superficie retenir ? Le tableau qui suit en donne un récapitulatif.

Tableau 1 : Situation des superficies de chêne liège selon les auteurs

Sources	Superficie	Année	Différence
G.G.A*	470 000	1894	
MARC	440 000	1930	- 30 000
BOUDY	429 000	1950	- 11 000
BOUDY	401 000	1952	- 8 000
ZERAIA	480 000	1982	+ 79 000
SEIGUE	440 000	1985	- 40 000
SAMPAIO	200 000	1988	- 160 000
BENABID	480 000	1989	+ 280 000
GHAZI	463 000	1997	- 23 000
VEUILLON	200 000	1998	- 263 000
ANE	229 000	2000	+ 29 000
D.G.F**	230 000	2004	+ 1 000
I.M.L***	375 000	2005	+ 45 000
Moyenne	365 000	-	- 50 000

*Gouvernement Général d'Algérie **Direction Générale des Forêts ***Institut méditerranéen du Liège

Cette liste pourrait s'allonger mettant en relief la méconnaissance des superficies forestières et des aires et séries de végétation en Algérie. Il y a lieu de noter que la différence entre les chiffres extrêmes reste considérable, soit 270 340 ha !

- Le climat

L'affaiblissement des arbres et des peuplements du chêne-liège dans la région oranaise résulte de l'action défavorable de certains facteurs naturels. Les fluctuations climatiques sont assez significatives et agissent sur la physiologie des arbres ; le tableau qui suit en donne quelques valeurs.

Tableau 2 : Précipitations moyenne mensuelles

Mois	M'Sila			Zarrifet			Nesmoth		
	1913-1934	1961-2004	Ecart	1913-1934	1961-2004	Ecart	1913-1934	1961-2004	Ecart
Janvier	71.3	61.5	19.8	83.2	76.0	7.2	91	51	40
Février	59.4	50.0	9.4	101.0	75.3	25.7	74	44	30
Mars	48.6	49.2	+1.4	93.2	103	+9.8	63	57	6
Avril	40.0	31.9	8.1	72.3	82.9	+10.6	48	43	5
Mai	31.3	25.7	5.6	65.5	62.2	3.3	51	32	19
Juin	10.8	5.2	5.6	27.7	16.7	11.0	19	11	8
Juillet	10.8	0.2	10.6	2.2	4.0	+1.8	2	8	+6
Août	3.2	1.5	1.7	5.6	3.3	2.3	2	10	+8
Septembre	20.5	11.5	9.0	26.6	23.2	3.4	26	27	+1
Octobre	44.3	38.0	6.3	57.7	45.5	12.2	43	26	17
Novembre	82.1	63.1	19.0	92.2	63.9	28.3	86	46	40
Décembre	86.4	61.9	24.6	81.0	71.3	9.7	84	37	47
Total	501	400	-118.3	710.5	625.5	80.9	589	392	-197

L'exploitation des données climatiques ci-dessus confirme la régression significative des précipitations moyennes annuelles et mensuelles engendrant un déficit physiologique et édaphique. La région de Tlemcen et d'Oran connaît un déficit brut de précipitations annuelles respectif de 118.3 et 80.9 mm. A cela il y a lieu d'ajouter la longue période de sécheresse, les vents chauds, la forte perméabilité des sols et le caractère orageux des pluies.

Les températures moyennes minimales enregistrent également une baisse moyenne de 2.5°C ; il en est de même pour les températures moyennes maximales, la différence nette est de 2°C. Les fluctuations des principaux facteurs climatiques agissent sur le dépérissement de la subéraie.

Tableau 3: Synthèse climatique des 3 suberaies oranaises

Facteurs	M'sila			Zarifet			Nesmoth		
	1913-1934	1961-2004	Ecart	1913-1934	1961-2004	Ecart	1913-1934	1961-2004	Ecart.
P	501	400	101	710.5	625.5	84.5	589	392	-197
M	27	29.2	2.2	32.9	29.7	3.2	33	33.2	0.2
m	8.3	5.4	2.9	1.9	2.6	0.7	3.1	3.5	+04
M- m	18.7	23.8	5.1	31.0	27.1	3.9	29.9	29.7	0.2
H		72			66			59	
Q	92.15	58.0	34.15	84.3	79.7	4.6	64.6	45.1	19.5

- La composition floristique

C'est un facteur naturel découlant des diverses pressions et qui entrave un développement équilibré de la subéraie. Le sous bois est relativement dense à l'origine d'un maquis composé d'espèces xérophiles comme *Cistus salvifolius*, *Cistus ladaniferus*, *Lavandula dendata*, *helianthemum halimifolium*, *Chamaerops humilis*, *Calycotome villosa*, *Erica scoparia*, *Amelodesma mauritanica*,

Le sous bois dense et xérophile constitue un facteur écologique qui agit doublement : il protège le sol et maintient sa fertilité mais concurrence l'espèce principale. (Zeraia, 1982). Le tableau qui suit donne un aperçu sur la composition floristique moyenne où les espèces les plus fréquentes sont recensées :

Tableau 4 : Composition floristique moyenne des principales subéraies

	M'sila			Hafir			Nesmoth		
Strate arborescente	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Quercus suber</i>	4	3	2	4	3	2	3	2	1
<i>Quercus faginea</i>	-	-	-	1	+	-	-	-	-
<i>Pinus halepensis</i>	2	1	+	-	-	-	2	1	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	1	+	-	-	-	-	-	-	-
Strate arbustive									
<i>Quercus suber</i>	2	1	+	2	1	+	3	2	1
<i>Quercus faginea</i>	-	-	-	1	+	-	-	-	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	-	-	-	1	+	-	1	+	-
<i>Pinus halepensis</i>	3	2	2	+	-	-	2	1	+
<i>Olea europea</i>	1	+	-	-	-	-	1	+	-
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus oxyphylla</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Strate sous arbustive									
<i>Quercus suber</i>	+	-	-	2	1	+	3	2	1
<i>Quercus faginea</i>	-	-	-	1	+	-	-	-	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	-	-	-	1	+	-	2	1	+
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	-	-	1	+	-	1	+	-
<i>Arbutus unedo</i>	2	1	+	1	+	-	-	-	-
<i>Genista tricuspida</i>	2	1	+	1	+	-	-	-	-
<i>Calycotome spinosa</i>	-	-	-	1	+	-	2	1	+
<i>Phillyrea angustifolia</i>	2	1	+	1	+	-	-	-	-
<i>Cistus monspeliensis</i>	3	2	1	4	3	2	-	-	-
<i>Ampelodesma maurit.</i>	1	+	-	4	3	2	4	3	2
<i>Chamaerops humilis</i>	1	+	-	1	+	-	3	2	1

- Les facteurs anthropiques

Les subéraies ont été depuis longtemps des forêts exploitées par l'homme, souvent de manière permanente au regard des produits qu'elle offre : le liège, l'exploitation de bois de chauffage, de charbon de bois, de liège mâle ou de tan. Les tailles ont été souvent abusives afin de rentabiliser l'exploitation de ces produits. Celles-ci sont fatales pour l'arbre, puisqu'il en sort affaibli et plus sensible aux dégâts de la sécheresse, des maladies et des insectes ravageurs.

En outre, la taille abusive éclaircit excessivement le houppier, à tel point que le sous-bois est envahi par des espèces héliophiles qui dégradent la subéraie, provoquant la diminution de la production de liège et de glands. (Quezel, 2000).

L'élevage est une autre utilisation traditionnelle de la subéraie : dans certains cas, on a éclairci les arbres et remplacé le sous-bois par un pâturage saisonnier. Cette opération change radicalement l'aspect d'une forêt dense et la transforme en un espace de parcours. Souvent l'élevage s'est servi du feu comme instrument pour essayer de constituer des pâturages. Le déliéage qui est effectué au début de l'été, c'est-à-dire en période de la montée de sève, met

les arbres dans des conditions très difficiles. La récolte du liège devient exceptionnellement nocive lors des jours de chergui. Elle peut donc être à l'origine du mauvais état de certaines subéraies.

- Les incendies

La haute inflammabilité de la plupart des espèces forestières qui forment le cortège floristique de la subéraie constitue un puissant sous-bois d'essences secondaires inflammables, en premier rang desquelles se rangent la bruyère arborescente et l'arbousier, qui offre un aliment exceptionnel à sa propagation ; les rendant plus exposés aux ravages du feu. Ce sous-bois, généralement très dense, constitue en été, notamment à l'époque où souffle le « Sirocco », un des meilleurs éléments de propagation du feu. Les incendies s'y développent avec une effrayante rapidité ravageant parfois, en quelques heures, des milliers d'hectares.

L'absence de statistiques fiables identifiant les causes réelles des incendies ne permet pas de cibler si elles sont d'origines criminelles ou naturelles. Ce qui est sur, c'est qu'on peut citer :

- les incendies provoqués par vengeance (délinquant pénalisé, ou ouvrier renvoyés d'un chantier, etc.) ou pour différend avec l'Administration Forestière (récupération de terrain privé reboisé).
- les incendies provoqués pour obtenir une rémunération pour le travail d'extinction de l'incendie et dans la restauration postérieure des aires incendiées....
- les incendies pour avoir une possibilité de parcours

Généralement, les incendies commencent aux bords de route et chemins forestiers, et les premiers foyers d'incendies intentionnels naissent à l'intérieur des massifs forestiers.

Une carte de sensibilité des formations forestières à l'incendie réalisée sur la base d'inflammabilité des différentes espèces forestières d'abord et des conditions climatiques, s'avère capitale.

Lamey forestier du 19^{ème} siècle et grand subériculteur rapportait dans un ouvrage portant sur le chêne liège : « on peut conclure que si un incendie survenait pendant les 3 premières années qui suivent l'écorçage, la plus grande partie des arbres écorcés pourrait être considérés comme perdue ».

- Gestion forestière durable.

Exploiter la subéraie d'une manière et à un rythme qui garantissent le maintien de sa diversité biologique, sa productivité, sa capacité de régénération, sa vitalité et son potentiel, de telle façon qu'elle puisse satisfaire, maintenant et dans l'avenir, les fonctions écologiques, économiques et sociales fondamentales, sans provoquer de dommages à d'autres écosystèmes.

3. Orientations techniques et stratégiques

3.1- Techniques et organisationnelles.

Éviter la perte des éléments écologiques fondamentaux de la subéraie qui lui permettent de fonctionner comme un écosystème source de vie et de s'adapter aux changements de l'environnement en évaluant et en minimisant l'impact environnemental des actions réalisées dans cet écosystème. A cet effet il y a lieu d'établir :

- une connaissance parfaite des conditions du milieu et de leur impact sur le végétal,
- cerner la réponse physiologique et physiologique du chêne liège face aux conditions du milieu et aux techniques d'exploitation
- un inventaire descriptif et précis de la subéraie,
- une cartographie axée sur les zones homo-écologiques et évaluation des potentialités
- un zonage détaillant la compatibilité de toutes les interventions et utilisation de la subéraie avec la régénération du peuplement,
- un plan d'amélioration tenant compte de la qualité du liège ; l'amélioration devra porter sur tous les aspects nécessaires, notamment le sol et le peuplement (du point de vue qualitatif et quantitatif),
- une étude de la dynamique du chêne liège face aux essences concurrentes et le choix
- un plan d'amélioration génétique axé sur les volets phénotype et génotype pour toute plantation (semis ou plants),
- une expérimentation de comportement avant tout programme de grande envergure
- des essais de démasclage selon l'état des arbres et des conditions du milieu

3.2- Stratégiques

- Semis ou plants

Plusieurs études portant sur une comparaison entre le taux de réussite de comportement des plants de chêne liège issus de semis direct et de plantules élevées en pépinière permettent d'avancer que la croissance du diamètre au collet est nettement plus importante pour les plants que pour les semis. La proportion d'arbres vivants (au bout de 5 à 6 ans est également nettement supérieure pour les plants. Plus de 80% des arbres plantés persistent quand ils sont protégés alors que, si la levée des glands semés est souvent bonne, le nombre d'arbres issus de ces glands diminue au cours des années qui suivent pour aboutir à une proportion d'arbres vivants rarement supérieure à 50%.

Les sujets plantés avec des protections sont plus droits et surtout mieux élagués sur 1,50 mètre car les branches n'ont pas poussé à l'intérieur des abris. Il a été constaté aussi que le tronc soit courbé à la sortie de l'abri car la tige très fragile a été déformée par le vent.

Les arbres vigoureux sortent rapidement des abris (en une ou deux années de végétation) mais dès la sortie, ils ont du mal à s'adapter à leurs nouvelles conditions de croissance (vent, froid, etc.) d'autant plus qu'ils sont fortement déséquilibrés au niveau du rapport entre hauteur et diamètre.

- Régénération

Il est constaté que la régénération naturelle constitue la meilleure option de régénération et d'augmentation de la production de liège dans une bonne partie de l'aire naturelle de la subéraie. Si l'objectif principal de gestion de la subéraie est combiné en production de liège et couverture forestière, la densité minimale souhaitable est de 40 à 60% de couvert.

Le feu ne détruit pas entièrement tous les arbres, qui peuvent être simplement léchés par les flammes et une bonne évaluation constitue un pilier de réussite. La régénération par rejets de souches, des peuplements incendiés, est d'une extrême facilité. Le feu est même un auxiliaire précieux pour la reconstitution des peuplements mourant de vieillesse. Bien que le chêne-liège rejette jusqu'à un âge avancé, certains vieux sujets ne jouissent plus normalement de cette propriété au regard des conditions stationnelles marginales. Un recepage est recommandé sur tous les sujets chétifs et voués au dépérissement car très souvent la souche et les racines conservent leur vitalité et leur faculté de rejeter ou de drageonner.

Un peuplement incendié, recépé dans de bonnes conditions peut fournir des rejets susceptibles d'être mis en valeur au bout de 10 à 15 ans et de donner 20 à 25 ans après l'incendie, des lièges de reproduction. (Ben Jamaa et Abdelmoula, 2004).

Une évaluation prédictive des risques (incendie, attaque parasitaire, sécheresse) constitue un aspect fondamental de tout plan d'aménagement. Par exemple une parcelle fortement embroussaillée et située dans un secteur non sécurisé ne doit pas être écorcée sans avoir pris auparavant un certain nombre de précautions comme le débroussaillage ou l'application. Le taux d'embroussaillage est d'ailleurs un des principaux critères d'appréciation de l'écorçabilité d'une parcelle.

Cette situation paradoxale étant bien connue de nos anciens qui pratiquaient l'écorçage partiel au tiers ou au quart : l'écorçage au tiers consiste à lever 1 arbre sur 3 tous les 5 ans afin de limiter la perte du potentiel de production au tiers du capital en cas d'incendie.

Amandier (2004) concluait son étude sur les incendies des forêts de chêne liège à juste titre : « Chaque été catastrophe est l'occasion de remettre sur la table (ronde) le sujet des incendies, d'en parler entre spécialistes, chercheurs, conseillers, gestionnaires, représentants des financeurs institutionnels... »

Mais tant qu'une position officielle de nature politique n'est pas prise au plus haut niveau, rien ou presque ne se passera : un peu de *mise en sécurité* ici, un peu de *gommage paysager* par là, un zeste de *sylviculture* si par acrobatie administrative, quelques miettes peuvent être détournées de la DFCI... ».

La rénovation de la subéraie fait peur. Elle coûte cher mais n'est-elle pas un rempart efficace contre les incendies ? A comparer avec le coût exorbitant de la lutte ...

- Quelle densité ?

Les potentialités du milieu (sol et climat) conditionnent la densité qui reste régit par la notion d'espace vital. Le dépérissement observé dans toutes les subéraies de l'ouest algérien connaît un accroissement inquiétant et ne peut se justifier, hors des attaques parasitaires, que par la recherche d'un espace vital. La densité diminue avec l'âge en Oranie et oscille entre 60 et 120 sujets à l'hectare en moyenne. Toute une réflexion doit être entreprise en matière de choix d'une densité optimale permettant une réhabilitation des peuplements à travers des opérations de reboisement.

- Protection

L'option parc, réserve, espace protégé est-elle recommandée pour préserver des formations forestières menacées ?

La réponse est sujette à supposition car tout dépendra de l'espace et du plan de développement et du schéma régional d'aménagement de la zone. Sans un schéma cohérent et intégré les parcs et réserves naturelles ne semblent pas être une solution technique acceptable

au vue des résultats obtenus. L'expérience nous apprend que la protection soutenue par des sanctions n'a jamais donné des résultats positifs en matière de préservation des écosystèmes forestiers en Algérie.

4- Quelle stratégie adopter ?

Il est difficile de répondre à cette question avec précision à défaut de données fiables et d'expérimentation. Toutefois la mise en place d'une stratégie de préservation et de réhabilitation des subéraies suppose la mise au point d'une approche reposant sur l'élaboration d'études permettant d'entreprendre une politique fiable.

4.1- Développement durable de l'espace forestier

La définition la plus correcte me semble être celle de R. Goodland et G. Ledec en 1987 (in Benabdeli, 1992) : « Le Développement durable est un modèle de transformation de la société et des structures économiques qui optimise les bénéfices économiques et sociaux disponibles immédiatement sans compromettre le potentiel qui permettra d'obtenir des bénéfices analogues à l'avenir ».

Les préalables à la mise en place d'une stratégie reposant sur le concept de développement durable sont dans un ordre chronologique :

- **Apurement du foncier**

Cet apurement signifiera que tous les terrains du domaine forestier ont été immatriculés ; les contestations foncières ont été réglées à l'amiable ou par la justice ; les demandes d'autorisations d'occupation temporaire n'auront plus de raison d'être ; les occupations illicites disparaîtront ; le bornage et les limites du domaine forestier ne seront plus contestés ; la domanialité des terrains du domaine forestier sera légitime aux yeux de tous.

- Inventaire et cartographie des potentialités des espaces forestiers
- Cartographie des formations végétales
- Cartographie de l'occupation des espaces
- Schéma directeur d'aménagement
- Typologie des espaces

4.2- Typologie et aménagement adapté

Une typologie des formations subéricoles s'impose et doit constituer le fondement de la stratégie ; elle permettra d'adopter une nouvelle approche de gestion sylvicole et d'aménagement. Il faut se rendre à l'évidence que les subéraies de l'Oranie où plus précisément ce qu'il en reste sont constituées d'un sous-bois très inflammable. Il est totalement ravagé par les feux et la pression des animaux, les Cistacées et les Ericacées réagissent vigoureusement en développant un matorral très dense parfois impénétrable concurrençant les sujets de chêne liège. Il en résulte un déséquilibre dans les écosystèmes à chêne liège, qui entrave toute régénération de cette essence. Les travaux de Leutrech-Bélarouci (2009) constituent un référentiel en matière de protection et développement des subéraies de l'ouest algérien.

Une connaissance parfaite de la structure et de la dynamique des subéraies s'impose par l'état de dégradation avancée de ces formations. En plus du ramassage de bois sec, de la cueillette

du doum (*Chamaerops humilis*), du genêt (*Teline linifolia*) ou de la bruyère (*Erica arborea*), de la récolte des glands, les écosystèmes de chêne-liège subissent des coupes délictueuses et des défrichements. La disparition du sous-bois sous l'effet de la cueillette et du surpâturage a transformé certaines subéraies en forêt-parc assez complexes à gérer avec les techniques forestières classiques.

La plupart des programmes d'aménagement et des traitements sylvicoles appliqués aux subéraies ne leurs sont pas adaptés, en raison du fait que les recherches relatives à la structure, à la dynamique et à la productivité de ces peuplements ne sont pas développées et par conséquent leur application constitue un phénomène de dégradation et de destruction des subéraies (Benabdeli, 1992). Certains aménagements proposent de substituer à toutes les subéraies clairsemées, des peuplements artificiels d'essences exotiques qui sont réputées très rentables à court terme.

5- Possibilités d'extension

Par son comportement à l'égard des facteurs climatiques, le chêne-liège se place parmi les essences les plus plastiques tant du point de vue des températures que de la pluviométrie. Toutefois, il marque ses préférences pour des températures douces de l'ordre de 13 à 18 °C et craint les basses températures de l'ordre de -9 °C. Les subéraies s'accommodent de précipitations moyennes annuelles minimales supérieures à 350 mm. La quasi-totalité de ces peuplements sont localisés dans la portion littorale, qui est soumise en outre aux influences marines. La durée de sécheresse estivale absolue peut largement dépasser trois mois, mais elle est alors compensée sur le littoral par l'humidité atmosphérique. Ces caractéristiques écologiques justifient la présence de chêne liège en Oranie dans les wilayas d'Oran, Tlemcen, Tiaret et Mascara. Faire le point sur la situation des superficies permet d'appréhender les possibilités d'extension des subéraies.

Tableau 5: Dynamique des superficies des forêts à chêne liège

Forêts	Wilaya	Superficie totale	Superficie en 1950	Superficie en 2000 en Ha
Zarifet	Tlemcen	990	-	931
Hafir		10156	-	
Ain Ghoraba		-	75	Présence
Zerdeb		2380	700	700
Khémis		20000	Présence	Présence
Sidi Hamza		1245	850	260
Beni Ouarsous		1765	199	90
Beni Boussaid		13286	20	Présence
Ain Essouk		1307	260	207
Mardjen		-	-	Présence
Ifri		1080	100	55
Fernana		-	-	Présence
Dj.Khaar		Oran	1316	50
Terziza	1504		900	570
Les planteurs	-		-	Présence
Safra	-		-	Présence
Gdyel	-		-	Présence
M'sila	-		-	Présence

Agboub	Mostaganem	-	-	Présence
Nesmoth	Mascara	6490	-	Présence
Aouf Nador		550	80	Présence
Tagdemt	Tiaret	4792	600	Présence
Azouania		127	60	50
Sefalou				Présence
Terga	Ain Témoucheent	1048	-	Présence
Guetarnia	Sidi Bel Abbes	10070	50	40
AmiMoussa	Relizane	-	-	Présence

La présence de vestiges de *Quercus suber* est un indicateur très intéressant pour une extension de la superficie de la subéraie. L'exploration de ces zones où persiste encore des sujets de chêne liège ou de son cortège floristique avec des espèces indicatrices permet de justifier une opération de réintroduction de *Quercus suber* sur une superficie de l'ordre de 50 000 ha au moins. Le choix des peuplements de prélèvement des glands et les techniques de reboisement et de gestion à adopter sont des facteurs de réussite déterminants.

Conclusion

La réhabilitation de la subéraie algérienne doit passer par sa rénovation d'abord dans le cadre d'une démarche globale d'aménagement de l'espace. Les volets de la protection anti-incendie et de la régénération des peuplements après assainissement doivent occuper une place de choix dans le plan d'action. La relance de la filière liège dans sa globalité avec une part importante pour la recherche scientifique axée sur les techniques de production de plants et d'amélioration génétique de l'espèce en vue de son adaptation aux conditions écologiques sont des opérations à ne pas occulter (Benabdeli, 1992).

Selon Letreuch-Belarouci (2002), les fluctuations climatiques et les pressions permanentes exercées par l'homme constituent les deux facteurs à l'origine de la situation de la subéraie algérienne. Comment y remédier à court, moyen et long terme ? Engager un plan d'action pratique dont les objectifs sont :

- sauver les peuplements existants par une connaissance phytoécologique et une cartographie aussi précise que possible
- réhabiliter tous les peuplements et en assurer un renouvellement soit par repeuplement ou aide à la régénération naturelle
- engager un programme de recherche appliquée pour maîtriser les techniques aussi bien sylvicoles que d'aide à la régénération en y associant tous les acteurs de la filière
- mettre au point et lancer rapidement un programme de recherche en matière de sélection de taxons adaptés aux conditions écologiques tout en préservant la qualité du liège
- améliorer les techniques de transformation du liège et de tous ses dérivés et déchets par une valorisation intelligente

Références bibliographiques

Amandier L., 2004- Le comportement du Chêne-liège après l'incendie : conséquences sur la régénération naturelle des subéraies. Vivexpo 2004. 13 p.

- Ben Jamaa M.H. et Abdelmoula K., 2004-** Les feux de forêts dans la suberaie tunisienne. Vivexpo 2004, 11 p.
- Benabdeli K., 1992-** Quelle avenir pour les forêts de chêne liège en Algérie ? *Revue El Ard* n°20 : 38-42
- Benabdeli K., 1996-** Aspects physionomico-structuraux de la végétation ligneuse des monts de Tlemcen et des monts de Dhaya face à la pression anthropozoogène. Thèse de doctorat d'Etat. Univ. Sidi Bel Abbes. 280 p. + annexes.
- Boudy P., 1952-** Guide du forestier en Afrique du nord. Paris. Maison Rustique 509 p.
- Boudy P., 1955-** *Economie forestière nord-africaine*. Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.
- Bouhraoua R.T., 2003-** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse de doctorat d'état en foresterie. Univ. Tlemcen, 290 p ; + annexes.
- Dahane B., 2006-** Incidences des facteurs écologiques sur les accroissements du liège de quelques suberaies oranaises. Mémoire Magister, univ. Tlemcen, 129 p.
- DGF (2004)-** Chêne liège. Notices sur les forêts domaniales de l'Algérie. Alger. Giralt. 39 p.
- Direction Générale des Forêts. 1999-** Statistiques des produits forestiers de 1963 à 1998. Min. Agri. , Alger, 1 p.
- G.G.A., 1931-** Carte des essences forestières. Direction de l'agriculture et de la colonisation. Service cartographique. Imp. J. Carbonel, Alger.
- Ghazi A. et Lahouati R., 1997-** Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. I.N.E.S.G. 45 p.
- Letreuch-Belarouci N., 2002-** Compréhension du processus de dégradation de la suberaie du parc national de Tlemcen et possibilités d'installation d'une réserve forestière. Mémoire Magister Univ. Tlemcen, 205 p.
- Letreuch-Belarouci A. 2009-** Caractérisations structurale des subéraies du parc national de Tlemcen, régénération naturelle et gestion durable. Thèse de doctorat en sciences, Université de Tlemcen, 224 p. = Annexes.
- Marc, 1916-** notes sur les forêts de l'Algérie. Ed. Jourdan, Alger, 331 p. ;
- Natividade J.V., 1956-** *Subericulture*. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 302 p.
- Peyrimhoff de P. 1941-** Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Imp. Baconnier Frères, Alger, 70 p + Pls.
- Quezel P., 2000-** Refléxions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117p.
- Sampaio 1988-** Le liège : production, mise en valeur, transformation et commercialisation. *Forêt Méditerranéenne*, Tome X, n°1 156-190.
- Thintoïn, (1948) –** Les aspects physiques du Tell oranais. Fouquet, Oran, 639 p.
- Veillon S., 1998-** Guide de subériculture des Pyrénées orientales. Typologie de peuplement et étude préliminaire. FIF-ENGREF. 68 p.
- Zeraia L. 1982-** Le chêne liège : phytosociologie, édaphique, phénologie, régénération et productivité. INRF, 152 p.
- Zeraia L., 1981-** Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production sibéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de la Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse docteur es-sciences, Aix Marseille III, 367 p.
- Zine M., 1992-** Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du Colloque « Les Subéraies méditerranéennes », Vives : 98-107.

Etude spatiale de l'état après feu de la forêt de Fergoug (Mascara, Algérie)

K.BENHANIFIA (*) , I. HADDOUCHE (), M.A.GACEMI (*) & A.BENSAID (***)**

(*) Spatial Techniques Center, Arzew, 31200 Algeria (**) Forestry departement, Abou-Bekr BELKAID University, BP 119, Tlemcen, Algeria (***) Université de Caen, Esplanade de la paix BP 5186, 14032 Caen, France.

Résumé : Les feux de forêt sont fréquents en Algérie dans ces dernières années. Les dégâts sont inestimables et les conséquences sont néfastes. La régénération naturelle si elle est prévisible pour certaines régions du pays, pour d'autres, les conditions de reprise végétale ne sont pas toujours favorables. L'objectif du présent travail est de faire une étude d'évaluation de l'état après feu de la région forestière de Fergoug dans la wilaya de Mascara ravagée par un grand incendie en été 2003. L'étude est basée sur l'utilisation de l'outil spatial et son intégration avec d'autres informations dans un système d'information géographique. En effet, une série d'images du satellite Landsat-TM prise en octobre 1987 et du satellite Alsat-1 en août 2003 et octobre 2007 ainsi que des produits dérivés du modèle numérique de terrain (ASTER) ont été utilisés dans ce projet. L'analyse des indices de végétation normalisés (NDVI) générés à partir des images et combinés avec les autres couches d'information dans un SIG (carte forestière, carte des pentes, carte des expositions, les limites du feu...) a permis de cartographier les changements produits dans cette zone après l'incendie. Les résultats obtenus et vérifiés par des investigations sur le terrain ont montré une régénération remarquable de la strate forestière particulièrement chez le thuya de Berberie. Cette reprise est beaucoup plus significative dans les versants orientés vers le nord sur des pentes plus au mois faibles. Cela est expliqué du fait que ces versants sont moins exposés à la chaleur des longues journées de l'été et par conséquent les sols conservent plus leur humidité indispensable à la croissance des végétaux. D'après les statistiques obtenues, les parties couvertes par la strate arborée avant le feu sont transformées en des matorrals et des maquis clairsemés qui dans un proche avenir peuvent atteindre le stade de couverture souhaité si les conditions du soin et de la préservation nécessaires seront réunies.

Mots clé : Forêt de Fergoug, Feu de forêt, image satellite, SIG, régénération

Abstract: In Algeria forest fires becomes a frequent phenomenon in the last years affecting therefore enormous damages to the flora and fauna. The condition of a natural regeneration if they are foreseeable for some parts of the country, they are not always favourable for others. The main objective of this study is to make a post fire assessment of the burned forest area of Fergoug in the State of Mascara (Algeria) ravaged by a large fire in 2003. The study is based on the use of remote sensing technology combined to GIS and other ground data in order to characterize the status of the restoration of the vegetation in these areas. Indeed, a range of data such as satellite images (Landsat-TM acquired in October 1987 and Algerian satellite ALSAT-1 in August 2003 and October 2007) as well as derived from digital elevation model (ASTER) products were used in this project. An approach based on an image analysis integrated with additional data into a GIS was adopted. However, the normalized vegetation

index (NDVI) resulting from image processing combined with other informative sources including forest map, slopes, aspect, fire limits etc. allowed to characterise and evaluate forest's regeneration some time after fire. The results obtained and verified by investigations on the ground have shown an important natural restoration for some local species especially Berberian Thuya (*Tetraclinis articulata* Vahl.). The more significant regeneration was observed for sites situated facing north because they are less exposed to the high temperatures of the long days of summer and consequently soils retain more moisture essential to plant growth. Therefore, a lower level of regeneration was shown for those facing south and west. According to the statistics obtained and verified on the ground, the covered by tree stratum before the fire territories are now occupied by a light vegetation cover which could reach in the near future the desired level of coverage and growth if it would be well preserved and protected against more destructive fires.

Keywords: Forest fire, Fergoug, Remote sensing, Satellite images, GIS, NDVI, Regeneration

Introduction

Les feux de forêt sont un phénomène naturel et récurrent en Algérie particulièrement dans les deux dernières décennies. Si le feu est certes un agent de destruction de la forêt, il est également un agent de renouvellement naturel des forêts. Nombreuses espèces présentes avant feu réapparaissent après la perturbation, pour autant qu'il y ait présence de graines, d'un lit de germination favorable et de bonnes conditions climatiques.

Pour les espaces boisés, en particulier dans les régions occidentales du pays, ces conditions sont moins favorables à une régénération naturelle fiable à cause de l'aridité du climat, les feux fréquents et la forte pression anthropique. A quelques dizaines de kilomètres au nord de la ville de Mascara se trouve la forêt naturelle de Fergoug composée d'une variété d'espèces formant un maquis arboré dont l'espèce dominante est le Thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata* Vahl.). Cette essence endémique de la Méditerranée occidentale possède les caractéristiques d'être régénérée particulièrement par le rejet des souches. Mais, on peut trouver ses jeunes semis dans les peuplements présentant des conditions favorables de sol et de climat et qui sont à l'abri de l'action perturbatrice de l'homme et de ses troupeaux. C'est le cas remarqué dans certains endroits de la forêt de Fergoug où les gradients altitudinaux importants, ainsi que les différentes orientations des versants sont à l'origine de microclimats. En effet, les versants moins exposés aux fortes températures de l'été préservent un certain degré d'humidité du sol aidant ainsi l'espèce à résister aux conditions du climat.

Quoique les incendies répétitifs lors des deux dernières décennies aient causé une dégradation remarquable à cette forêt qui joue un rôle protecteur des sols de l'érosion hydrique. L'envasement quasi-total du barrage de Fergoug situé au pied de cette forêt en est témoin sur la situation. Les derniers incendies de forêt qu'a connus la région remontent aux années 1994 et 1997, mais le plus désastreux est celui de l'année 2003 qui a détruit des centaines d'hectares de territoires forestiers.

La présente étude a pour objectif de dresser un constat sur l'état des zones forestières brûlées après le passage du dernier feu. Le travail mené adopte une approche basée sur l'analyse des

données satellite prises à des périodes séparées avant et après le feu appuyée par des sorties de vérification sur le terrain. Les principales images utilisées dans l'étude sont des images du satellite Landsat-TM (octobre, 1987) et du satellite algérien Alsat-1 prises pendant et juste après le feu (23 juillet et 03 août 2003). Pour évaluer l'état de la forêt à une période considérée après le passage du feu, une autre scène du même satellite a été prise en octobre 2007 pour cette région.

L'interprétation des documents traités a permis de localiser et cartographier les zones sinistrées afin d'examiner leur état actuel. L'analyse de l'indice de végétation dérivé des trois images traitées a montré une variation dans la radiométrie des zones touchées par le feu. Ces modifications sont donc liées à un changement dans l'état de l'occupation du sol et par conséquent, la situation de la forêt avant et après le feu.

Les observations sur le terrain ont permis de constater une bonne reprise des jeunes souches du thuya avec un tau de recouvrement considérable. Dans certains endroits à microclimat favorable (versants nord et nord -est), ces souches atteignent la hauteur d'un mètre approximativement en formant une sorte de matorral arboré.

D'après ces constats, la forêt dans cette localité peut prendre son état habituel dans un proche avenir si elle est bien préservée et protégée surtout contre les feux récurrents.

1-Cadre de l'investigation

La wilaya de Mascara est réputée par ses activités agricoles qui jouent un rôle important dans le secteur économique national. La région de Mohammadia était dans un passé très proche un pôle reconnu au-delà des frontières par sa production tant en qualité que quantité des produits agricoles et à leur tête les agrumes.

Le barrage de Fergoug, premier barrage construit en Algérie (1872) est l'artère de l'activité agricole pour cette localité. Aujourd'hui, il se trouve dans un état critique d'envasement suite à l'érosion hydrique très accentuée. Cet état dramatique a eu des conséquences néfastes sur le secteur agricole de la région. Cependant, il est primordial de penser sur les facteurs du désastre et prendre les mesures adéquates pour le limiter.

Le sous-bassin-versant de l'oued Fergoug présente un écosystème fragilisé par les épisodes de sécheresse et la pression anthropique introduisant la perte de la couverture végétale qui protège les sols de l'érosion. La forêt de Fergoug constitue un élément important dans la protection des sols. Elle demeure le premier concerné par ce déséquilibre due à des facteurs différents parmi quels les incendies de forêts.

1.1- Situation de la région de l'étude

La forêt de Fergoug située à une dizaine de kilomètres de la ville de Mohammadia et à une vingtaine de la ville de Mascara fait partie du sous-bassin-versant de l'oued Fergoug sur un territoire partagé entre les communes de Mamounia, Fraguig et Hacine. Elle appartient à la conservation des forêts de Mascara (fig.1). La superficie des formations forestières incluant les clairières avoisine le tau de 5000 hectares. L'accès à cette forêt est moins aisé à l'exception de la partie Est assurée par l'axe routier Mascara-Mohammadia. Deux principales pistes réaménagées partent de la commune de Mamounia vers le cœur de la forêt. En été 2003, une partie importante de cette forêt fut transformée en cendre par un grand incendie qui a ravagé plus de 800 hectares. En 2007, une fois encore le phénomène était présent en détruisant quelques dizaines d'hectares.

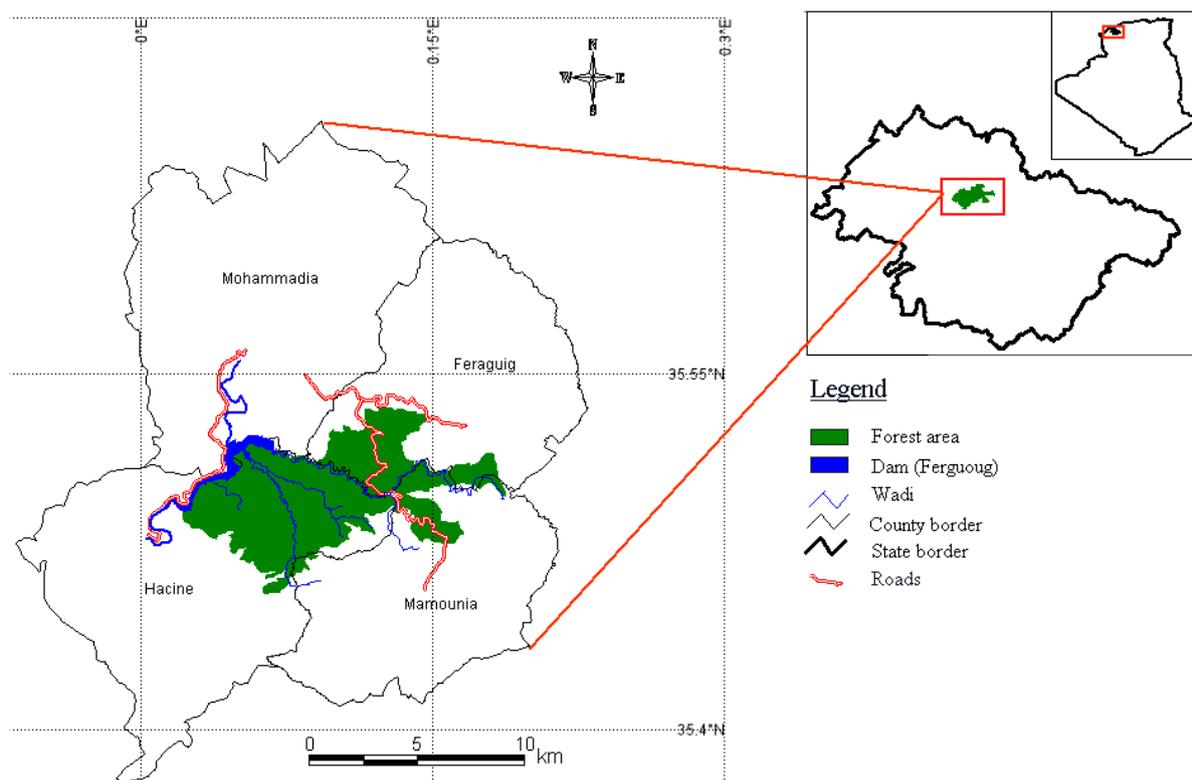


Figure 1. Area of investigation

1.2- Description du milieu naturel et physique

Le milieu floristique de la forêt de Fergoug est varié. En général, la strate arborescente avec le thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata*) comme espèce majoritaire occupe une partie importante de cette forêt. Sur les versants avec des conditions favorables (sol et humidité), cette essence forme substrat plus au moins dense. Tandis que dans les zones où les conditions sont moins propices, elle est transformée en un maquis clair. Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) n'est présent que dans quelques endroits distincts sous forme de reboisements lâches.

La strate arbustive présentée par une multitude d'espèces couvre de superficies importantes. Sur les lits des oueds et des cours d'eau on peut rencontrer le Laurier rose (*Nerium oleander*), le Lentisque (*Pistacia lentiscus*) et l'Olivier sauvage (*Olea europea*). La strate buissonnante et herbacée qui accompagne le thuya est constituée de formations mixtes ou individualisées dont le calycotome (*Calycotum spinosa*), le romarin (*Rosmarinus sp*), l'armoise (*Artemisia sp*), l'alfa (*Stipa tenacissima*) et d'autres sont les majoritaires.

Le milieu physique dans cette zone est caractérisé par un relief disséqué avec des pentes plus au moins fortes. La lithologie laisse apparaître une diversité des formations superficielles avec prédominance des sols marneux et argileux sensibles à l'érosion hydrique. La forêt de Fergoug est drainée par un nombre d'oueds et d'affluents moins importants dont l'écoulement est irrégulier et dépend étroitement des pluies en durée et intensité. Le réseau hydrographique

est composé de l'oued Fergoug, l'oued Tarzout et l'oued el Hammam qui acheminent les eaux pluviales vers le barrage de Fergoug qui se trouve au pied de cette forêt.

Le climat ici est marqué par des conditions contraignantes avec de forts contrastes saisonniers et des irrégularités très nettes des précipitations. Les événements pluviométriques exceptionnels sont assez fréquents tout au long de l'année. Les sécheresses fréquentes ont eu des effets considérables sur l'état du milieu naturel dans cette région.

1.3- Données et matériel

Les données utilisées pour la réalisation du présent travail sont issues de sources différentes disponibles en format numérique et papier. Il s'agit d'une série d'images satellite prises par le Thematic Mapper du satellite Landsat-4 en octobre 1987 et du satellite algérien Alsat-1 acquises pendant et juste après le passage du feu (juillet-août, 2003) et à une date tardive (octobre 2007). La saison dans laquelle ces images ont été prises n'est pas trop séparée. Elle remonte à la période de l'été et le début d'automne (juillet-août-octobre). Cette période d'acquisition est mieux adaptée à la démarche suivie, sachant que cette démarche se base essentiellement sur l'analyse de l'indice de végétation qui peut être influencé par la présence de la végétation annuelle.

Un modèle numérique de terrain obtenu par stéréoscopie Radar du satellite TERRA ASTER (Japon-NASA) d'une résolution de 30 mètres est introduit dans le projet pour l'extraction des paramètres topographiques (pente, orientation, altitudes...) de la zone d'investigation. Les données cartographiques exploitées comprennent la carte topographique d'état major (E= 1 :50000) ainsi que la carte des formations forestières. D'autres informations issues de relevés sur des sites cible sur le terrain ont été intégrées pour la validation des résultats de cette étude.

2-Démarche

La démarche adoptée pour répondre aux objectifs engagés, afin de mettre en évidence l'évaluation de l'état de la forêt après le passage du feu en utilisant les techniques de la télédétection, se résume en trois principales phases (fig. 2) :

- Préparation et prétraitement des données ;
- Traitement et analyses ;
- Intégration dans un système d'information.

2.1- Prétraitements

Les opérations de prétraitement des différentes données sont spécifiques pour chaque type d'entre elles. Les documents en format papier ont été scannés et référencés afin d'être facilement intégrés avec les données numériques. Les images satellite acquises par des systèmes imageurs différents, ont subi des opérations appropriées (rectification géométrique, ré-échantillonnage radiométrique et spatial) pour être facilement comparables. Les contours du feu ont été digitalisés manuellement sur les images Alsat-1 prises le 23 juillet et le 10 août quelques jours après avoir pris une grande ampleur (fig. 3).

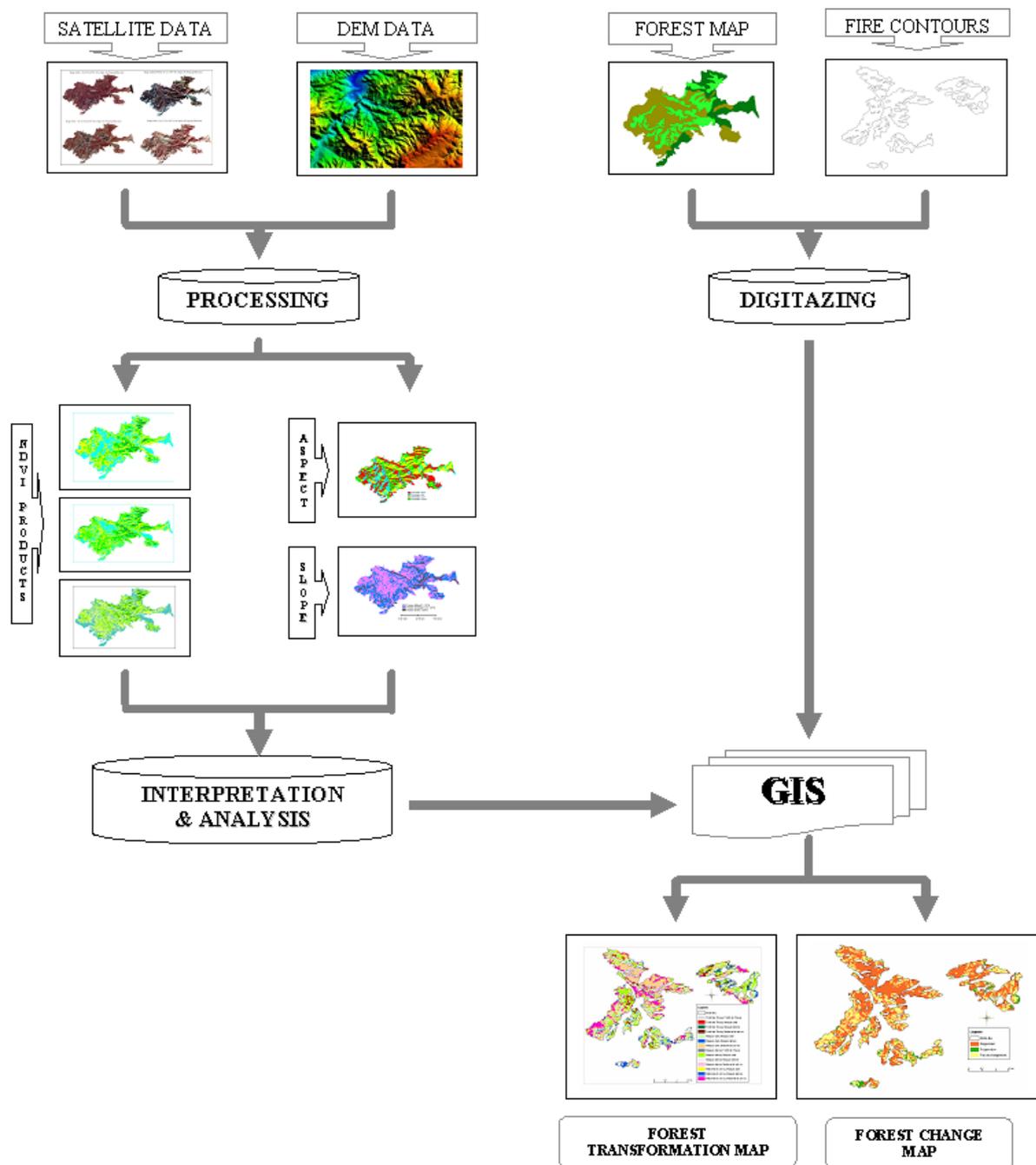


Figure 2. Organizational methodological scheme

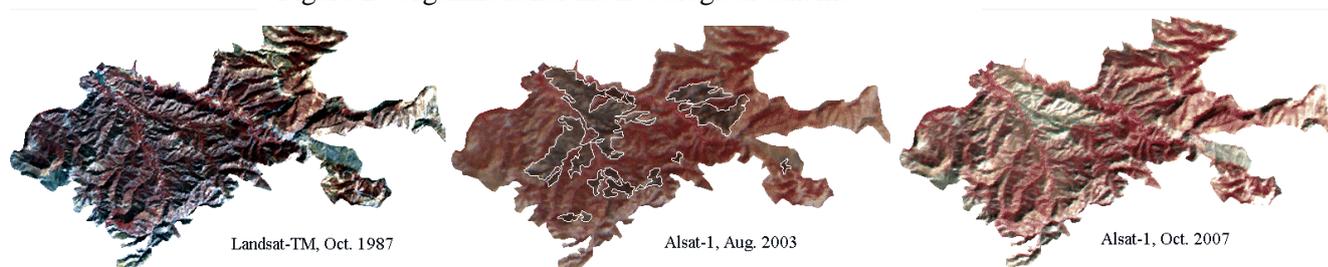


Figure 3. Multi-date colour composite satellite images over the study area

Des produits topographiques représentant la carte des pentes et la carte des orientations (exposition du terrain) ont été extraits à partir du modèle numérique de terrain disponible en utilisant un logiciel approprié. Les classes de pentes sont regroupées en trois grandes classes selon la topographie forestière: pentes faibles (0 - 12%), pentes moyennes (12 – 25%) et pentes fortes (>25%). Quand aux classes des expositions, elles ont été fusionnées en quatre principales directions: orientation nord, est, sud et ouest par rapport à la direction du nord géographique.

2.2- Traitements et analyses

Dans cette étude, l'objectif défini est d'évaluer l'état de la couverture végétale dans l'ensemble de la forêt de Fergoug en général et spécifiquement dans les zones parcourues par les feux en ces derniers temps. Cependant, la démarche méthodologique adoptée se base essentiellement sur l'analyse et l'interprétation de l'indice normalisé de végétation (NDVI) donné par la formulation suivante :

$$NDVI = \frac{\text{Infrarouge} - \text{Rouge}}{\text{Infrarouge} + \text{Rouge}}$$

Cet indice met en évidence la présence de l'activité chlorophyllienne de la végétation, car il utilise la bande infrarouge du spectre électromagnétique où la végétation réfléchit un maximum d'énergie captée et enregistrée par le capteur du satellite. L'interprétation de l'NDVI fait qu'une végétation saine et active occupe les fortes valeurs tandis que les faibles valeurs indiquent l'absence (sol nu) ou la dégradation du milieu végétal. A cet effet et dans le cas de nos images, un indice de végétation normalisé a été généré pour chaque date de prise de vue (fig. 4).

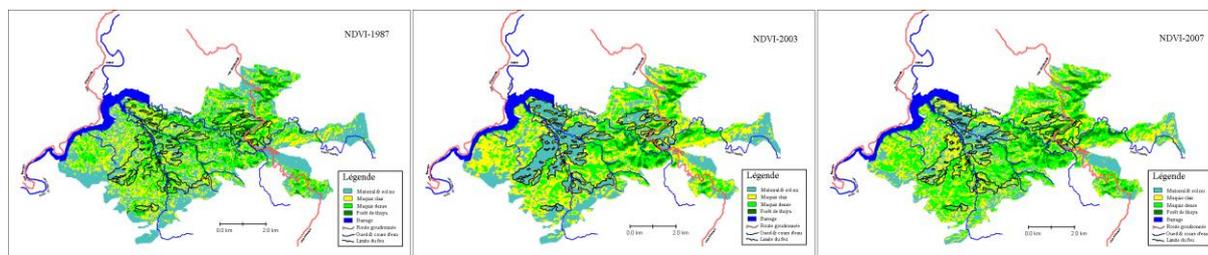


Figure 4. Résultats NDVI mens

L'interprétation de cet indice en introduisant un seuil de présence de la végétation définie pour chaque image a permis de réaliser une carte d'occupation forestière pour chaque période de prise de vue des trois images, en se servant de la carte des formations forestières de la zone. La classification finale des NDVI regroupe les différentes formations forestières selon leur présence et le degré de couverture en ces principales catégories (fig. 5):

- Matorral et faible couverture végétale ;
- Maquis clair et forêt clairsemée ;
- Maquis dense ;
- Forêt de Thuya.

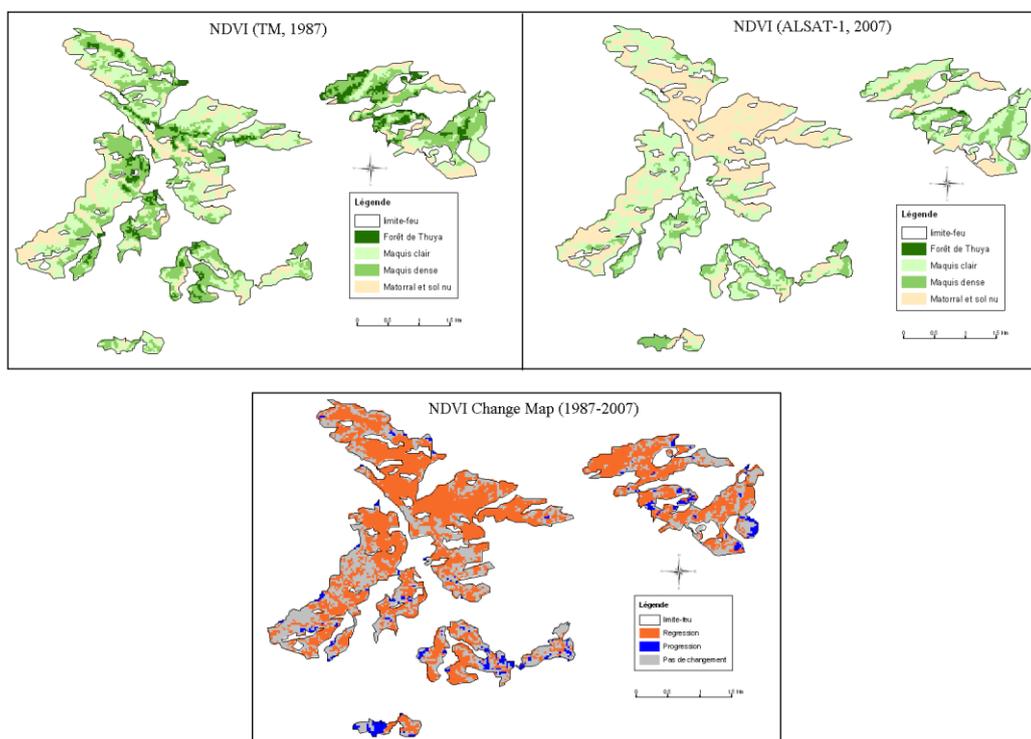


Figure 5: Forest change map of the study area (1987-2007)

Pour d'éventuelles interprétations et analyses, toutes les données ont été converties au format approprié dans la mesure d'être intégrées sous forme de couches d'information dans un système d'information géographique.

2.3- Intégration et croisement des données

La caractérisation de l'état de la forêt avant et après feu ainsi que la description de la relation entre son degré de couverture avec la topographie du lieu a fait l'objet d'une analyse basée sur l'utilisation du pouvoir des systèmes d'information géographique. Dans ce cas d'étude, nous avons effectué un masque sur les différentes données afin de garder uniquement les zones parcourues par le feu (fig. 6). Cependant, toutes les couches de données à savoir la carte des pentes, de l'exposition et les cartes d'occupation forestière issues des images satellites ont été croisées dans un SIG. Cette opération a permis de dégager la carte de changement dans la couverture forestière de la région étudiée en une période de 20 ans (1987 – 2007).

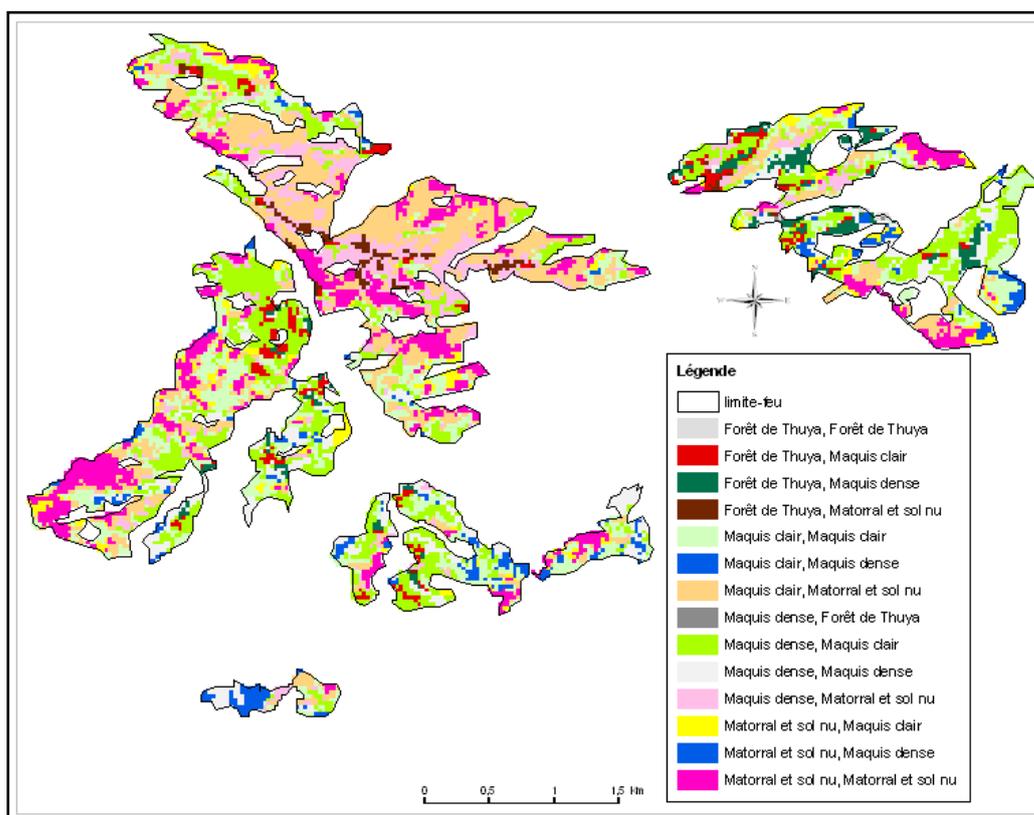


Figure 6: Forest evolution map of the study area (1987-2007)

3-Interprétation et & Discussion

Le croisement de la carte d'occupation forestière avec la carte des pentes et de l'exposition a montré que les classes « forêt de thuya » et « maquis dense » occupent généralement les versants orientés vers le nord sur des pentes faibles à moyennes. Cela est dû au fait que ces versants sont plus exposés aux vents du nord qui aident les sols à préserver plus au moins leur humidité. Contrairement aux versants du nord, les versants orientés vers le sud et l'ouest conservent moins d'humidité car ils sont influencés par la chaleur des longues journées de l'été et par conséquent, la couverture végétale dans ces versants est plus dégradée (Matorral, sol nu). D'après les statistiques dans le tableau ci-dessous, la superficie totale parcourue par le feu est d'environ 836 hectares dont 7.8% est occupée par les peuplements de thuya, 36.25% de maquis dense, 37.15 de maquis clair et 18.78 de matorral et de sol nu.

Le croisement entre la carte forestière de 1987 et de 2007 montre une réduction considérable des superficies de thuya (98%) et le maquis dense (159%) d'une part, et d'autre part, une extension remarquable de celles du matorral (57%) et du maquis clair (13). Cela signifie que les régions parcourues par le feu en 2003 connaissent une régénération naturelle des espèces forestières qui sont à l'état actuel dans le stade de matorral et dans certaines localités elles forment un maquis clairsemé.

Classe d'occupation	Superficie en 1987		Superficie en 2007		Observation
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	
Forêt de Thuya	65,46	7.82	1,40	0.17	98% Réduction
Maquis clair	310,82	37.15	348,61	41.66	13% Extension
Maquis dense	303,23	36.25	130,25	15.57	159% Réduction
Matorral et sol nu	157,18	18.78	356,43	42.60	57% Extension
TOTAL	836,69	100	836,69	100	

Les changements parvenus dans cette zone entre 1987 et 2007 sont illustrés dans le tableau qui suit :

1987 \ 2007	Forêt de Thuya	Maquis clair	Maquis dense	Matorral et sol nu
Forêt de Thuya	1.20	26.20	25.83	12.23
Maquis clair		121.17	20.3	169.35
Maquis dense	0.20	156.71	70.94	75.38
Matorral et sol nu		38.21	8.12	110.85

On distingue par exemple que sur les 65.46 ha qui ont été occupés par la forêt de thuya en 1987, seulement 1.2 ha est conservé, tandis que 26.20 ha sont transformés en maquis clair, 12.23 ha en matorral et sol nu et enfin, 25.83 ha en maquis dense. Pour la classe « maquis clair », sur 310.82 ha, 169.35 sont changés en sol nu et matorral et 20.3 en maquis dense. Le même sors est constaté chez la classe « maquis dense » et la classe « matorral et sol nu ».

En général, les superficies bien couvertes par la strate arborée ont régressées, tandis que celles dépourvues ou bien occupées par une végétation dégradée ont connue un accroissement remarqué. Suite aux investigations sur le terrain, on a remarqué une reprise significative de la strate forestière dans les territoires incendiés principalement le thuya qui par ses souches éclatantes forme un maquis dense dans certaines localités.

Il faut dire à la fin qu'il est évident que la reprise de la forêt en une courte période (2003-2007) ne doit pas dépasser le stade de matorral dont elle se trouve aujourd'hui. Et si on veut qu'elle prenne son état initial, il faut veiller sur sa préservation et sa protection contre les faits destructeurs dont la répétition des feux.



CONCLUSION

Les incendies de forêts sont des facteurs de destruction massive de la forêt et de son habitat. La forêt détruite commence à renaître de nouveau et si les conditions favorables à sa croissance seront réunies, elle reprendra sans doute soit son état initial soit un autre différent du premier. Nous avons essayé dans cette étude d'évaluer l'état de la forêt dans la région de Fergoug ravagée par un grand incendie en été 2003. L'outil spatial nous a facilité cette tâche en utilisant des images satellite prises avant le passage du feu et à une période plus tardive. L'analyse de ces images intégrées avec d'autres données auxiliaires telles que la carte des pentes et des expositions dans un système d'information géographique nous a permis d'évaluer l'état de la reprise végétale des zones incendiées et de dresser la carte des changements de cette région. Nous avons constaté sur le terrain une belle reprise de l'espèce arbustive « Thuya de Berberie » surtout sur les versants orientés vers le nord. La préservation et la protection contre les feux répétitifs et les autres faits destructeurs peut aider cette forêt de renaître à nouveau et d'avoir son charme d'auparavant.

Références bibliographiques

- BENHANIFIA K., HADDOUCHE I., BENSALIM A., SMAHI Z. & HAMIMED A. , 2004:** "Characterization of the deforestation effect in a semi-arid region by the use of satellite images" Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology V (Proceedings Volume) Proceedings of SPIE Volume: 5232, February 2004.
- BENHANIFIA K., 2002:** "Multitemporal Remote Sensing and Geographic Information Systems: A Useful Tool for Detecting and Mapping Forest Changes" Surveying and Land Information Science, Vol.62, No.3, 2002
- BOUCHETATA A. et al. 2006:** « Propositions d'aménagement du sous-bassin-versant de l'oued Fergoug (Algérie) fragilisé par des épisodes de sécheresse et soumis à l'érosion hydrique » Sécheresse 2006 ; 17 (3) : 415-424
- BOULFROY E. 1996 :** « prédiction de la régénération forestière naturelle après feu dans la forêt boréale québécoise ». Mémoire de la maîtrise en ressources renouvelables présenté à l'université du Québec à Chicoutimi. <http://bibvir.uqac.ca/theses/1537609/1537609.pdf>.
- CHUVIECO et al. 1993:** « Mapping and evaluation of burned land from multitemporal analysis of AVHRR NDVI images », Proceedings of International Workshop on Satellite Technology and GIS for Mediterranean Forest Mapping and Fire Management, Tessaoniki, Greece 4-6 November 1993, pp 71-83.
- HADDOUCHE I., MEDERBAL K. & SAIDI S., 2007:** Space analysis and the detection of the changes for the follow-up of the components sand-vegetation in the area of Mecheria, Algeria. Revue SFPT n°185 (2007-1), France.
- HADDOUCHE I., BENHANIFIA K. & HELLAL B., 2006:** *Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation. Cas de la région de Djelfa (Algérie). Revue n°02 Nov.2006 «Ecologie-Environnement », Lab. Agro-Bio/Zones arides, Univ. Tiaret, PP 01-14.*
- HADDOUCHE I., 1998 :** Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (image Landsat TM). Cas de la région de Ghassoul (El Bayadh). Thèse de Magistère. Institut National d'Agronomie (INA). Alger. 143 p.
- SOSHANY M., KUTIEL P. & LAVEE H., 1995 :** Monitoring temporal vegetation cover changes in Mediterranean and arid ecosystems using a remote sensing technique: case study of the Judean Mountain and the Judean desert. Journal. of Arid Environments, 33, PP. 9 - 21.

Evolución reciente del área del alcornocal en España

José Ramón González Adrados

INIA-CIFOR, Apdo. 8.111 , 28080 Madrid (ESPAÑA), adrados@inia.es

Resumen: En este trabajo se analizan los resultados de los trabajos de inventariación de especies forestales que realiza el Gobierno español, extrayendo los datos más relevantes referentes al alcornoque. Se concluye que el alcornocal está en un proceso de disminución de la producción, pero mantiene su capacidad productiva. Para recuperar los niveles de producción actuales será necesario realizar un esfuerzo importante en gestión forestal.

Superficie de alcornocal

A partir de los trabajos publicados hasta la fecha (Ruiz de la Torre 1990-2000; Maldonado Ruiz, Benito Garzón et al. 2002; Ruiz del Castillo y Navascués, López Leiva et al. 2006), se ha elaborado el siguiente cuadro relativo a la superficie ocupada por el alcornocal en España y su variación en el período 1966 – 1998 (tabla 1).

Tabla 1: Evolución de la superficie afectada por la presencia de alcornoque en España

	MFE400 (1956 - 1966)			MFE200 (1986 – 1998)	
Formaciones mixtas de encinas y alcornoques	180			180	
Alcornocal	474	206	→	206	509
		268	→	302	
Encinar		91	↘	268	
Pinares, quejigares, castañares		36			
Matorrales		85			
No forestal		91			
Total área afectada por la presencia del alcornoque	957			957	

Elaboración propia. Datos en miles de ha 1

A la vista de estos datos, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

-La superficie con presencia de alcornoque ha pasado de 654.000 ha a 689.000, con un incremento de 35.000 ha, aproximadamente un 5%. Esta cifra encaja con la superficie que el 2º IFN atribuye a las masas con presencia de *Quercus suber* (dominante y mezcla con *Q. ilex*), que es de 714.000 ha. La cifra no es significativa, ya que los errores producidos por los diferentes criterios aplicados, el método de medición, y otros factores son probablemente

mayores. No podemos afirmar que la superficie ha crecido, pero es aún menos riguroso afirmar que ha decrecido. Si tenemos en cuenta que la tendencia general es de crecimiento, deberíamos aceptar que ha crecido.

-Es interesante contrastar las 91.000 has que se incorporan de terreno no forestal, junto con las 85.000 de matorrales, con las 225.000 has repobladas en el periodo 1994-2006 entre Extremadura (75.000) y Andalucía (150.000), de todas las especies. Teniendo en cuenta que no ha habido prácticamente repoblación en Cataluña, parece difícil aceptar que las 91.000 provengan exclusivamente de los programas de reforestación. (Ministerio de Medio Ambiente 2007)

En mi opinión, estos datos reflejan el dinamismo de los cambios que se producen en el territorio potencial del alcornoque, que son consecuencia del equilibrio inestable entre los distintos factores que afectan a la distribución de la especie, y que podemos sintetizar como sigue:

Causas d'aparición de nuevas masas:

- Regeneración natural
 - o Zonas de matorral por abandono prácticas ganaderas
 - o Abandono tierras agrarias
 - o Invasión repoblaciones
- Regeneración artificial
 - o Programa de reforestación

Causas de desaparición de masas antiguas:

- Transformación en tierras de cultivo
- Envejecimiento, muerte
- Incendios

Capacidad productiva

Además de los datos de superficies, podemos disponer de los datos aportados por el 3º Inventario Forestal Nacional (MMA 2009) (IFN3), aunque en la actualidad sólo están publicados los relativos a Extremadura y Cataluña y faltan los de la Comunidad Autónoma más importante (Andalucía). Los resultados del IFN3 incluyen datos importantes desde el punto de vista suberícola, algunos de los cuales no habían sido tomados en consideración en los inventarios anteriores. Es de resaltar la estimación de la superficie de descorche, que es el mejor índice posible para medir la capacidad productiva de una masa alcornocal.

Con esta información se ha elaborado la tabla 2. En ella se ha estimado la producción de corcho considerando una densidad superficial de $8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ y un turno de descorche de 9 años en Extremadura, mientras que en Cataluña estos parámetros se han estimado en $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ y 14 años respectivamente. Para el cálculo de la superficie a desbornizar se han considerado únicamente los árboles con diámetro mayor o igual a 20 cm ($\text{CAP} > 60 \text{ cm}$)

Tabla 2: Superficie descorchada (m²) para las distintas situaciones de los árboles consideradas en el 3º Inventario Forestal Nacional

Tipo de árbol		Extremadura	Cataluña
En producción	D < 70 cm descorchados en tronco (y ramas)	24.291.980	6.558.389
Posible abandono	D ≥ 70cm descorchados en tronco (y ramas)	3.693.251	18.744
Abandonados	descorchado anteriormente, pero no es susceptible de descorte ahora por daños, vejez, enfermedad, etc.	3.920.389	6.456.921
Posible incorporación	corcho bornizo en todo el árbol	2.067.336	6.875.906
Total		33.972.956	19.909.960

Producción actual estimada (T)	21.593	4.685
--------------------------------	--------	-------

Elaboración propia a partir de los datos IFN3

A la vista de estos datos podemos hacer las consideraciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que se refieren a datos de campo fueron tomados en los años 2000 y 2001.

- En las dos comunidades se descortcha menos de lo que se podría descortchar.
- El abandono es importante en las dos comunidades, pero mucho más significativo en Cataluña (32%) que en Extremadura (12%).
- Además, en Extremadura existen numerosos pies de gran tamaño, cuyo descorte es previsible que sea abandonado en los próximos años (11%).
- En las dos comunidades hay abundancia de bornizos, susceptibles de ser puestos en producción. En Cataluña es igual la superficie que se descortcha que la que no se descortcha y se podría descortchar. Por el contrario en Extremadura la superficie que se podría incorporar al descorte es menor que la que ya se ha abandonado

En conjunto se puede afirmar que el alcornoque en España vive desde hace años un proceso de disminución de la producción, pero mantiene su capacidad productiva. En cualquier caso, para recuperar los niveles de producción actuales será necesario realizar un esfuerzo en la gestión forestal (regeneración y desbornizamiento) que será cada vez mayor si perdura la tendencia al abandono que se observa actualmente.

BILBIOGRAFÍA

- M. Benito Garzón, et al. (2002). Evolución reciente de las áreas de los bosques esclerófilos inéricos. Cambios deducidos a partir de la cartografía forestal. La regeneración natural del bosque mediterráneo en la Península Ibérica. Evaluación de problemas y propuesta de soluciones. ARBA. Madrid, Jesús Charco García (coordinador): 217-236.
- Ministerio de Medio Ambiente, M. R. y M. (2007). "Anuario de Estadísticas Forestales 2006." Retrieved 09/03/2009, from http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/indice_estadisticas_forestales_2006.htm.
- Ministerio de Medio Ambiente, M. R. y M. (2009). Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3).
- Ruiz de la Torre, J. (1990-2000). Mapa Forestal de España . Escala 1:200.000. Madrid, ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Ruiz del Castillo y Navascués, J., C. López Leiva, et al. (2006). "The Forest Map of Spain 1:200,000. Methodology and analysis of general results." Invest. Agrar: Sist Recur For **2006**(Fuera de serie): 24-39.

Situation actuelle de la subéraie algérienne et possibilités de mise en valeur de la filière liège

LACHIBI Moussa⁽¹⁾ et CHEHAT Farid⁽²⁾

⁽¹⁾Post-graduant, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger, moslachibi18@yahoo.com

⁽²⁾ Professeur et DG de l'INRAA Alger ,

Introduction

La subéraie est reconnue depuis longtemps comme un lieu d'alliance entre l'écologie et l'économie ; elle revêt une importance cruciale pour les pays en raison de ses multiples fonctions qu'elle accomplit : économique, écologique et sociale. En effet, l'accroissement de la production de liège et la valorisation industrielle constituent le meilleur moyen pour rentabiliser la subéraie. En Algérie, la majorité des produits issus de la transformation de liège sont exportés vers divers pays. L'exportation de ces produits a connu ces deux dernières décennies, une diminution alarmante en raison de la chute de la production nationale en liège et l'arrêt de plusieurs unités de transformation du liège par manque de cette matière première. La région de Jijel en particulier constitue depuis la période coloniale à nos jours, un pôle important dans la transformation et l'exportation du liège. Mais ces derniers temps, on assiste à une régression importante dans les exportations des produits transformés du liège voire la cession de l'activité de plusieurs unités de transformation.

Ce présent article essaye d'élucider et de comprendre les causes de ce déclin à travers deux hypothèses que nous avons émises : le nombre des unités de transformation du liège ayant cessé leur activité et les facteurs de régression de la production nationale de liège brut ainsi que sa qualité

1-Evolution du nombre des usines activant dans la transformation du liège dans la région de Jijel

Le tissu industriel joue un rôle important dans la croissance des activités qui possèdent, à travers ses produits, en subissant des transformations, un avantage de créer plus de la valeur. Le liège par ses multiples utilisations demande de multiples procédés de fabrications, en donnant des produits finis d'une valeur marchande élevée. L'évolution du nombre d'usines de transformation du liège dans la région du Jijel est illustrée dans le tableau 1 suivant.

Tableau n°1: évolution du nombre d'usines activant de la transformation du liège 1998- 2008

Période d'activité	1998-2006	2006-2008	Part des exportations bouchons/ Totales (%)	Part des exportations agglomérés / Totales (%)	Part des exportations granulés / Totales (%)
Nombre d'usines	20	9	70	28	2

Source : à partir des données de la chambre de commerce de Jijel, 2008

L'analyse des données de ce tableau nous permet de ressortir les éléments suivants :

- 55% des unités de transformations du liège activant dans la région du Jijel ont cessé leur activité dans une période de moins de 8 ans ;
- Les exportations en produits du liège sont dominées par les bouchons avec 70 % suivi par les agglomérés 28 % et les granulés 2% ;
- 40 % de la valeur d'exportation des bouchons sont réalisés par des entreprises étrangères ;
- 100 % des bouchons sont non finis.

La cession de l'activité de transformation du liège aurait par conséquent un impact négatif sur le volume de l'exportation des produits issus du liège. Cependant, plusieurs facteurs sont à l'origine de la régression du volume du liège transformé par différentes unités voire l'arrêt d'activité de certaines d'entre elle.

2. Les principaux facteurs causant le déclin de l'activité de liège

2.1 La baisse de la production de liège brut

La production de liège de la wilaya de Jijel a connu une régression importante au cours des 2 dernières décénies. Elle a passé en effet de 80 000 quintaux en 1981 à moins de 18 000 quintaux en 2008, ce qui représente une réduction de 75% (fig.1)



Figure n° 1 : Evolution de la production de liège dans la région de Jijel (1975-2008)

Le besoin de l'industrie locale est estimé à 75 000 quintaux par an. Ce volume ne couvre seulement que le secteur public. L'insuffisance du liège brut a engendré une forte concurrence en cette matière (élévation du prix notamment). La baisse de la production de la subéraie jijelienne s'explique par plusieurs facteurs à savoir :

2.1.1 Le vieillissement de la subéraie

Comme toute essence forestière, l'âge d'exploitation de la subéraie constitue un facteur limitant pour la production de liège tant en quantité et qu'en qualité. En effet, de nombreux forestiers attribuent au chêne-liège une chute de qualité de liège dès la 7^{ème} récolte. A ce moment l'arbre ayant dépassé un âge 100 ans (Yassad, 2001).

Tableau n°2 : âge des peuplements de chêne liège dans la région de Jijel

	âge moyen (ans)	âge moins de 100 ans	âge plus de 100 ans	Total
Superficie (ha)	128	7545,17	59222,33	6676751
Pourcentage (%)	100	11,30	88,7	100

Source : données de la conservation des forêts de Jijel, 2008

D'après les données de ce tableau, nous constatons que la subéraie de la région jijelienne est âgée et que plus de 80% de la subéraie est constituée par des vieux peuplements ayant dépassé le centenaire. L'état avancé de l'âge des peuplements a eu vraisemblablement un impact négatif sur sa capacité de production de liège (productivité), ce qui a justifié leur chute brutale durant ces dernières décennies.

2.1.2 Le liège mâle

La détermination de la part de liège mâle dans la production totale constitue un élément important pour connaître les possibilités de régénération de la subéraie et par conséquent de sa pérennité.

Tableau n° 2: Evolution de la production du liège mâle par rapport au liège de reproduction

années	L. R	L. M	Total	L.M %	L. R %
1999	21288	421	21709	1,97	98,06
2000	24320,15	1742,35	26062,5	7,16	93,31
2001	19759,03	1743,87	21502,9	8,82	91,89
2002	11377,31	367,66	11744,97	3,23	96,86
2003	9230	358	9588	3,87	96,26
2004	12410,6	492	12902,6	3,96	96,18
2005	15983	1229	17212	7,68	92,85
2006	17350	796	18146	4,58	95,61
2007	16993,8	1318	18311,8	7,75	92,80
2008	14228	988	15216	6,94	93,50

Source : données de la conservation des forêts de Jijel, 2008

La lecture de ce tableau, montre que dans chaque campagne d'exploitation, le liège mâle représente une part infime par rapport à la production totale. Cette catégorie du liège ne dépasse guère ces dernières années les 8% du volume total (2-8%). Ceci décèle bien que les jeunes arbres arrivant à l'âge de mise en valeur (moins de 35 ans) sont rares dans les peuplements ce qui affecte sérieusement l'avenir de ce patrimoine dans cette région comme ailleurs. La capacité actuelle de régénération pouvant rajeunir les peuplements est donc faible et s'il n'y aura pas des opérations de repeuplement des vides et des espaces dégradés la subéraie se met en péril.

2.1.3 Les incendies

Les incendies de forêt ont été de tout les temps le fléau le plus désastreux dans notre wilaya voire notre pays. Ces incendies ne touchent pas seulement les forêts mais aussi les habitations, les vergers fruitiers et autres terrains agricoles, etc.

L'évolution de la superficie de la subéraie incendiée ces dernières années dans la wilaya de Jijel est illustrée dans la figure 2 suivante :

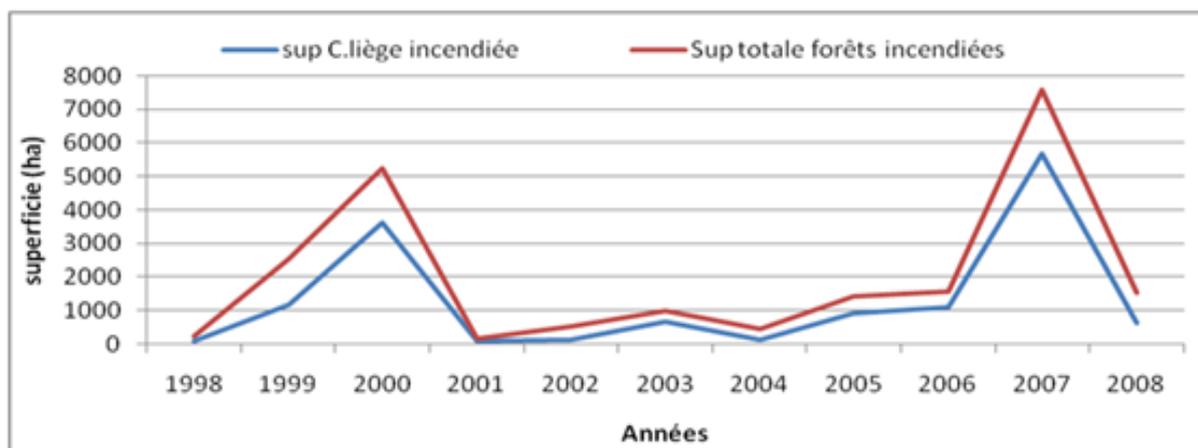


Figure n°2 : Evolution de la superficie de la subéraie incendiée dans la wilaya de Jijel 1998-2008

2.1.3.1 Les pertes économiques en liège occasionnées par les incendies

Les incendies engendrent des pertes économiques considérables selon l'intensité et la superficie parcourue, l'âge et épaisseur du liège, l'état de vigueur des arbres et la récurrence des feux. Cependant, le liège flambé pourrait être récupérable mais sa valeur marchande est fortement affectée. Le produit est généralement destiné à la trituration, avec un degré moindre à la fabrication des rondelles (selon l'épaisseur du liège brûlée). L'estimation des pertes en liège occasionnées par les incendies est illustrée dans le tableau 3.

Tableau n°3 : Evolution des pertes du liège en quantité et en valeur occasionnées par les incendies

	quantités (Qx)	valeur (DA)	pertes totales forêt (DA)
2000	79,438	44800	106432288
2001	4,10	4600	6459485
2002	----	----	-----
2003	1713	6127780	21934475
2004	880,5	2004480	4267555
2005	----	----	-----
2006	9 434,5	28343509	51012617
2007	27 463,5	147289980	412049746
2008	4 550,2	19800200	68251014

Source : la conservation des forêts de la Wilaya de Jijel, 2008

Il est clair que les pertes économiques en liège sont corrélées à la superficie touchée par les incendies (fig.2). En effet, l'année 2007 était la plus catastrophique car le feu a touché près de 27463 qx de liège (tout venant), quantité dépassant la production totale du liège d'une année de la wilaya de Jijel. Ces pertes ont été chiffrées aux environs de 150 millions de dinars.

D'autres années ont été aussi considérées comme catastrophiques ; il s'agit des années 2006 et 2008 où les dommages ont affecté respectivement 9435 qx et 4550 qx ce qui représentent financièrement une somme allant de 20 à 30 millions de dinars.

L'accentuation et l'intensité de ce phénomène sont dues principalement au relief souvent accidenté qui rend la lutte contre les feux de forêts difficile. On cite aussi l'absence des structures de prévention contre les incendies tels que les poste- vigies et les points d'eau et l'insuffisance des moyens d'intervention. En effet, les incendies répétés sont ceux qui font plus de dégâts où ils détruisent la capacité génératrice de l'arbre du chêne-liège.

2.1.4- Le surpâturage

La Wilaya de Jijel est considérée comme une zone forestière par excellence dont 60 % de sa superficie est recouverte des forêts. Elle constitue un excellent terrain de parcours à un cheptel varié. L'élevage est une pratique importante et avantageuse pour la population riveraine. Mais le sureffectif de ces animaux constitue souvent une véritable menace pour la subéraie surtout pour les jeunes peuplements de chêne liège (moins de 5 ans) issus des différentes opérations de reboisement. Le tableau 4 suivant donne une idée générale sur l'importance de l'élevage dans la wilaya de Jijel et la charge pastorale en forêt (têtes/ha).

Tableau n°4 : Statistiques du cheptel et densité à l'hectare dans la wilaya de Jijel

Populations (Tête)	Densité (KM ²)	Densité (Ha)	Normes théoriques	Disponibilités actuelle (Ha)
- Bovine 99 400	42	0,42	05 Ha/Tête	2,38
- Ovine 134 600	57	0,57	01 Ha/Tête	1,75
- Caprine 68 500	30	0,30	01 Ha/Tête	3,33

Source : la direction des services agricoles de la Wilaya de Jijel

Comme on peut le constater, les effectifs des animaux sont importants qui pourrait constituer un réel danger pour la forêt. S'agissant de troupeaux à demi-sauvages, notamment les bovins, le pacage est libre de fait. L'inexistence des parcours règlementés n'arrange pas les choses. Si les arbres adultes ne craignent pas la dent du bétail, par contre les jeunes la subissent gravement. En effet, dans beaucoup d'endroits de la subéraie, la régénération naturelle (par semi ou rejets de souches) ou artificielle (reboisement) est défailante par le fait d'un simple passage des troupeaux. Ces derniers peuvent facilement raser les plantules et jeunes pousses en mettant par conséquent en péril et en peu de temps, tous les efforts déployés par le secteur des forêts pour rajeunir la subéraie et la conserver durablement.

2.1.5- L'irrationalité dans l'exploitation de liège

Le liège est une ressource naturelle renouvelable ; la gestion rationnelle de la subéraie prend une importance indéniable pour pérenniser son exploitation. Donc l'exploitation ne doit pas dépasser les possibilités de production de la subéraie.

Cependant, et après avoir calculé les possibilités de production annuelle de la subéraie de la Wilaya de Jijel, la figure ci-après nous montre le degré de l'exploitation de liège par rapport à sa capacité annuelle.

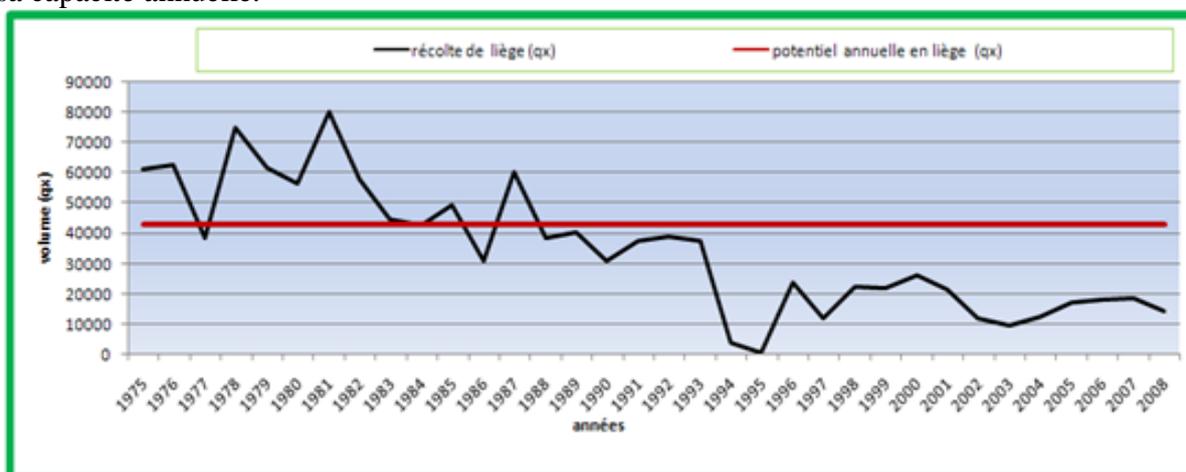


Figure n°3 : Evolution de l'exploitation de la subéraie par rapport à la capacité qu'elle offre la subéraie

Par rapport aux possibilités de production de la subéraie estimées à 43 000qx/ an, nous constatons qu'elle était surexploitée dans les années 70 et 80. Durant cette période, certaines années ont été exessivement exploitées et le volume extrait de la subéraie a dépassé largement ces capacités annuelles. Il s'agit bien des années 1978 et 1981 et avec un degré moindre l'année 1987. Durant ces années, la quantité du liège récoltée a dépassé 1.5 à 2 fois le potentiel annuel qu'offre la suberaie. Donc, la surexploitation de la subéraie sans prendre en considération ces capacités naturelles est un facteur conduisant à son affaiblissement, ce qui influe négativement sur son rendement futur. En revanche, à partir de 1988, la production du liège brut n'a jamais atteint le niveau optimum de la production (volume récolté inférieur au potentiel annuel). Mais durant ces dernières années, les campagnes d'exploitation du liège ont réalisé des productions moins de 40 % de la capacité annuelle.

2.2 -L'augmentation des prix de liège brut

Le prix de liège brut constitue, pour les industriels, un facteur limitant dans la compétitivité de leurs produits sur les marchés internationaux. L'évolution des prix de liège brut est illustrée dans la figure 4 suivante.

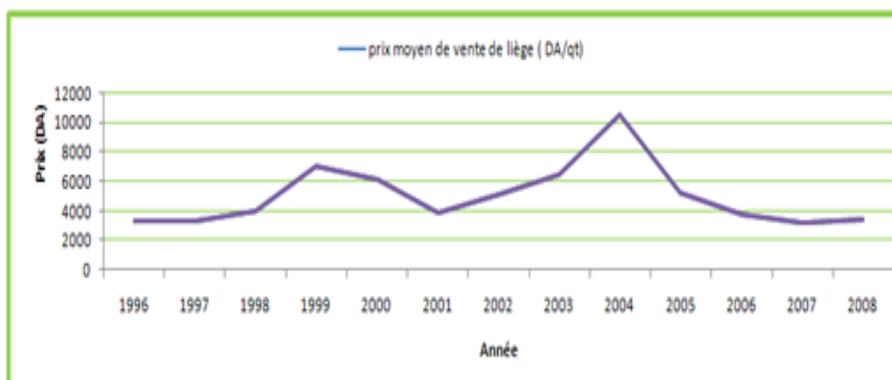


Figure n°4 : Evolution des prix moyens de vente de liège brut (DA/QI) (DAF, 2008)

D'après cette figure, nous constatons un renchérissement des prix du liège brut durant la période 1996-2004, période durant laquelle plus de 50 % des unités de transformation du liège ont cessé leur activité. Avec l'augmentation des prix de vente, la rentabilité d'un certain nombre d'usines encore en activité s'est abaissée fortement ce qui a rendu leur continuité difficile.

En outre, la baisse de la production de liège à cause des problèmes évoqués précédemment a beaucoup contribué à l'augmentation des prix du liège brut. Par contre la réduction des prix constatée à partir de 2004 est due principalement aux facteurs suivants :

- La mauvaise qualité de liège; l'aspect épaisseur de liège, surtout pour les bouchonniers, devenait faible et non rentable dont le rapport liège bouchonnable/non bouchonnable est en moyenne de 20/80. Dans l'aspect netteté, une part importante de liège livré est touchée par des maladies ;
- Une faible rentabilité à cause de la hausse des prix ;
- Les produits issus de la transformation ne sont pas fabriqués selon les normes internationales,
- L'industrie locale souffre des problèmes techniques et organisationnels à savoir :
 - Une sous utilisation des capacités ;
 - Un manque d'investissement en équipement de technologie nouvelle permettant une bonne finition des produits dont le bouchon.
- Une faible capacité financière et manque de soutien financier par les banques ;
- La dominance de l'aspect artisanal sur l'activité et non pas professionnel compétent capable d'affronter la concurrence ;
- Faible coordination entre les acteurs.

Cependant, la filière liège en Algérie doit être revue dans sa globalité et soutenue par une bonne stratégie de revalorisation de ce produit. L'aboutissement de cet objectif nécessite :

En amont de la filière :

- Une gestion durable de la subéraie : reboisements selon les techniques permettant de protéger les plants contre les dents des animaux (domestiques ou sauvages), bonnes pratiques sylvicoles, bonne exploitation
- Connaissance parfaite de la ressource « liège » et de son marché international;
- Participation et partenariat.

En aval de la filière

- Maîtrise de l'information concernant le marché local et international ;
- Création d'un climat d'affaire favorable ;
- Soutien financier pour les industriels ;
- Faciliter les actions d'exportation en mettant en place des dispositifs efficaces et fiables.

Conclusion

L'exportation du liège, transformé en plusieurs produits constitue le meilleur moyen pour valoriser notre subéraie. Or le déclin des exportations durant ces dernières années est constaté après la fermeture de plusieurs unités de transformation. Ces dernières constituent la locomotive de la filière toute en gardant la continuité de l'activité de tous ses maillons.

L'industrie du liège a souvent souffert de la mauvaise qualité du liège offerte par les conservations des forêts. Cependant, 70 à 80 % de liège produit est destiné à la trituration, alors que les récoltes des années 1970 ont donné un pourcentage moyen en rebut de l'ordre de 30 %. En conséquence, la dégradation de la qualité du liège récolté a baissé la rentabilité économique de notre tissu industriel, principal acteur dans la filière, en produisant des sous produits de moindre valeur par rapport à ceux des pays concurrents.

Les distorsions marquant la filière et l'accumulation des problèmes sans procéder à des remèdes efficaces ont engendré un état de défaillance dans les différents niveaux. La mauvaise gestion de ce patrimoine a engendré au fil du temps des mauvais résultats matérialisés par la mauvaise qualité de nos produits.

Pour cela, le développement de la filière liège doit être conçu sous l'angle de bâtir une filière de qualité, dont chaque maillon fait l'objet d'une politique d'amélioration appropriée (mise à niveau). De ce fait, il est nécessaire de développer des institutions capables de produire des règlements facilitant et améliorant les transactions et les coordinations au sein de la filière

Bibliographie :

LAMEY A., 1853. « Le chêne liège : sa culture et son exploitation ». Paris – Nancy, Berger-Levrault et Cie,

MORVAN Y. 1991. « Filières de production. In : Fondements de l'Economie Industrielle ». Paris: Economica

OUARKOUB D., 1975. «La politique forestière en Algérie (évolution et perspectives) ».Mémoire Université Montpellier.

OUELMOUHOUB S., 2005 - Gestion multiusage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Série « Master et Science » n° 78. CIHEAM-IAMM, France.

OUGHILIS in ZERROUKI R, 1995. «Contribution à l'étude socioéconomique d'un système forestier : cas de chêne- liège (*Quercus suber*) dans la wilaya de Tizi-ouzou (forêt de Beni-Ghorbi). Mémoire d'ingénieur, INA, Algérie. P71

PHILIPPE C., 1951. « Le liège en Algérie ». Annales de Géographie Volume 60, Numéro 321. [Consulté en Janvier 2009]. Adresse URL : <http://www.persee.fr>

SANTIAGO R., ROSSELLO E M., 2008. « Quelques arguments en faveur de la suberaie et du liège », Actes du colloque VIVEXPO 2008 : « la guerre des bouchons », ICMC-IPROCOR . Adresse URL : <http://www.vivexpo.org>

YESSAD S. A., 2000. « Le chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale ». Louvain La Neuve : Forêt Wallone ASBL.

ZINE M.,1992. « Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie ». Colloque : les subéraies méditerranéennes. Perpignan.

BNEDER, 2009 ; « Etude d'inventaire forestier national : plan national de développement forestier ». Algérie

BNEDER 2009 : « Synthèse des potentialités naturelles et des problèmes écologiques », Mars -. Algérie

BNEDER, 2008 « Etude d'inventaire forestier national : Rapport sur la caractérisation des formations forestières dans la wilaya de Jijel », Décembre -. Algérie.

Etude de la qualité du liège de reproduction des suberaies de la région de Jijel (nord-est d'Algérie)

ROULA Bilal* et MESSAOUDENE Mahand**

* Chercheur, INRF, Station régionale d'Oued Kissir El-Aouana (Jijel), roula_bilal@yahoo.fr, ** INRF, Station régionale d'Azzazga (Tizi Ouzou), messa805@yahoo.fr,

Résumé : La variabilité de la qualité du liège de reproduction de 5 suberaies de Texenna a été étudiée par l'analyse de 3 paramètres (épaisseur de la planche, densité et porosité). L'épaisseur moyenne de 423 échantillons du liège est de 29.05 mm et la densité moyenne de 289,48 kg/m³. Ces suberaies produisent en moyenne 8,34 kg de liège/m² de surface génératrice. Le liège est poreux ($CP_{moy} = 11.23\%$), selon la classification de qualité commerciale. Les lièges de bonne et moyenne qualité représentent seulement 40% de la production ; ceux de faible qualité varient de 40% à 70%, alors que 5% à 25% des planches sont du rebut. L'étude de la qualité de liège de Jijel nous a permis de mettre en évidence une forte variabilité individuelle des plaques de liège. Cette variabilité est rattachée à des caractéristiques sylvicoles et stationnelles des peuplements. Parmi les suberaies étudiées, apparait Cheraia comme suberaie modèle produisant un liège de bonne qualité.

Mots clés: Texana, liège, qualité, épaisseur, porosité, Jijel.

Study of the quality of the reproduction cork of cork oak forests in Jijel area

Abstract: The variability of the quality of reproduction cork of cork oak forests five cork oak forests were studied by analysis of 3 parameters (thickness of the plate, density and porosity). The average thickness of cork for the region is 29.05 mm. These cork forests produce medium density 289.48 kg/m³, with an average productivity of 8.34 kilograms of cork / m² surface generator. However, it is a porous cork ($CP_{moy} = 11.23\%$). According to the classification of commercial quality, the cork of good quality is average and only 40% of production, those of low quality varies from 40% to 70%, while 5% to 25% of boards are disposed of.

The study of the quality of Jijel cork allowed us to demonstrate a high individual variability of cork boards; we can relate to the variability of forest and site characteristics of cork oak forests. Due to its site attributes, cork oak forest of Cheraia appears as model station cork quality.

Key words: *Quercus suber*, reproduction cork, thickness, porosity, Jijel

دراسة جودة الفلين لغابات بلوط الفليني لمنطقة جيجل

ملخص: تم دراسة تباين نوعية الفلين لخمس غابات بلوط الفليني تابعة لمنطقة تاكسنة. و قد ارتكزت ال تحليل على ثلاث معلمات (سمك اللوحة، الكثافة والمسامية). متوسط سمك الفلين للمنطقة هو 29.05 مم، و تنتج هذه الغابات فلين ذات كثافة متوسطة تقدر ب 289.48 كلغ/م². أما متوسط القدرة الإنتاجية للمنطقة فهي 8.34 كلغ / م² من الفلين ولكنه فلين ذات مسامية مرتفعة (ن.م=11.23%). أما حسب الأصناف التجارية للفلين ف 40 % فقط

من الإنتاج يعتبر من نوعية جيدة، أما الفلين ذات النوعية لمنخفضة فتتراوح نسبتته بين 40 ٪ الى 70 ٪، في حين أن 5 ٪ إلى 25 ٪ من لوحات يتم التخلص منها. دراسة نوعية فلين جيغل سمح لنا إبراز وجود اختلافات بين لوحات الفلين. وهذا التباين بين الأشجار يمكن تفسيره بتنوع خصائص الغابات ، كما يبدو أن الشرايع غابة نموذجية لإنتاج الفلين الأكثر جودة.

الكلمات الرئيسية : فلين الاستساح ، السمك ، مسامية ، الكثافة ، جيغل

Introduction

L'aire mondiale de la suberaie est évaluée à 2.277.700 ha. Elle couvre le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du sud. Sa présence ne touche que sept pays seulement : Portugal, Espagne, Italie, France, Algérie, Maroc et Tunisie. La suberaie algérienne représente 18% de cette superficie totale et produit 5% de la production mondiale de liège estimée à 300.000 tonnes par an (Apcor, 2007).

En Algérie, le chêne liège est présent dans 21 wilayas, mais 90% de la production nationale est assurée par la région nord-est, où se situent les zones de production les plus importantes. La wilaya de Jijel compte parmi ces zones les plus productives où elle fournit annuellement 22913 quintaux de liège de reproduction, soit 22% de la récolte de la région Est et 25% de la production nationale. Ses peuplements sont aménagés en coupons réglés avec des cycles de production variant de 9 à 12 ans, pouvant assurer une épaisseur de liège suffisante pour la production de bouchons. Les lièges de calibres 27-32mm et 32-40mm sont les plus utilisés en bouchonnerie, car ils permettent le poinçonnage des bouchons (Fereira et al, 2000).

Le calibre n'est pas le seul paramètre qualitatif qui conditionne la destination industrielle du liège ; mais on trouve la porosité qui est aussi très déterminante pour la fabrication des bouchons de haute qualité pouvant assurer une parfaite conservation des liquides, notamment les vins d'appellation (Courtois et al, 1999). La qualité du liège est déterminée principalement par ce second paramètre « *porosité* » qui correspond à la présence de lenticelles qui traversent radialement les planches de liège (Pereira, et al. 1987; Pereira, 2007). Enfin, la présence des défauts peut affecter la qualité de la planche et déclasser le liège.

Cette étude essaie de caractériser et d'analyser la variabilité de la qualité de liège rencontrée dans une importante région de production, du point de vue épaisseur, densité, classes de qualité et de porosité.

1-Matériel et méthodes

1.1-Technique d'échantillonnage et prélèvement de liège

Les suberaies étudiées se situent dans une zone potentiellement productive rattachée à la circonscription des forêts de Texenna. Les cinq forêts retenues : Sendouh, Djouaneb, Béni-Foughal, Harma et Cheraia, font partie du même coupon et ont été exploitées en 2006. Le liège récolté est âgé de 9 ans. Les caractéristiques des suberaies étudiées sont récapitulées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des cinq suberaies étudiées

Caractéristiques	Suberaies				
	Sendouh	Djouaneb	Harma	Cheraia	Béni-Foughal
Altitude (m)	893	672	413	580	655
Exposition	S, E	S, S.E	N	E, O	S
Pente (%)	25-30	35-40	10-15	20-25	20-25
Sol	S + A	S	A+S	S + A	S + A
Structure	F, TSF	VF, TSF	F, TSF	VF, F, T	VF, TSF
Densité (tiges/ha)	250	130	160	180	90
Age du liège	9 ans	9 ans	9 ans	9 ans	9 ans

S= Schisteux, A= Argileux ; F= Futaie, VF= Vieille futaie, T= Taillis, TSF= Taillis sous futaie.

Les échantillons de liège qui ont servi à cette étude ont été prélevés à partir des 14 piles rassemblant la production totale des cinq suberaies. Le prélèvement des planches de liège a été opéré systématiquement dans chacune des piles où trois échantillons sont extraits à un intervalle régulier de deux mètres. Le premier échantillon a été extrait à la base, le second au milieu et le troisième au haut de la pile. Les échantillons prélevés sont ensuite étiquetés et codifiés.

Au total 423 échantillons de liège de reproduction ont été prélevés et ramenés au laboratoire. Ils sont découpés en petites plaques de forme carrés de 10x10 cm à l'aide d'une scie électrique, puis bouillis dans l'eau pendant 60mn suivant la pratique industrielle de préparation du liège (Emilia rosa et al, 1990) et équilibrée à la température ambiante du laboratoire. L'humidité moyenne des échantillons de liège séchés à l'air était de 7.71%.

Pour quantifier la porosité, 20 échantillons par suberaie ont été tirés aléatoirement du lot. Des éprouvettes rectangulaires de 10 x 1,5 cm ont été découpées au centre de chacun d'eux. Les surfaces ont été par la suite polies et nettoyées à l'air comprimé afin de faciliter l'observation et la quantification des pores. Leur dimension a été mesurée à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un micromètre permettant des lectures à 1/100 de millimètre.

1.2-Collecte des données

L'épaisseur moyenne (mm) calculée à partir des 4 mesures effectuées sur chacun des échantillons a permis d'établir un classement des lièges en 6 catégories (1^{ère} à 6^{ème}). La densité (kg/m³) et la productivité (kg/m²) ont été déterminées pour chaque échantillon. La porosité a été mesurée par observation directe des lenticelles (Ferreira et al, 2000). Ainsi, pour chaque éprouvette nous avons recensé le nombre de pores, ainsi que leurs dimensions spécifiques (longueur et largeur). Ces données biométriques nous ont permis de déterminer les paramètres suivants :

- Le coefficient de porosité (CP) en %, et
- Superficie moyenne des pores en mm,

D'autre part, une classification visuelle en 8 catégories (1^{ère} à 7^{ème} et rebut) a été établie suivant la méthode communément utilisée par les industriels du liège.

1.3-Analyses statistiques

Les valeurs moyennes des paramètres qualitatifs du liège ont été comparées entre les différentes suberaies par une analyse de la variance à un critère de classification, suivie d'un

test de Newman et Keuls (Dagnelie, 1975) en utilisant le logiciel XLSTAT. Tous les calculs ont été effectués avec des marges d'erreur de 5%, 1% et 1 %. La variation des différents paramètres à l'intérieur de chaque forêt a été appréciée par l'écart type (σ) et le coefficient de variation (CV).

2-Résultats et discussion

2.1-Epaisseur des planches du liège

Le tableau 2 récapitule les résultats de l'ensemble des caractères qualitatifs étudiés. En effet, les planches de liège des 5 sites étudiés possèdent une épaisseur moyenne qui se situe entre 27.30 mm et 30.82 mm, soit une moyenne globale de 29.04 mm pour la circonscription. Cette moyenne obtenue au bout d'un cycle de production de 9 ans permet a priori d'affecter les planches de liège pour la fabrication des bouchons.

Tableau 2. Données statistiques des échantillons de liège prélevés des cinq suberaies de Texana : (moyennes \pm écart-type). EP=Epaisseur moyenne du liège ; NP=nombre de pores ; SP=Superficie des pores, CP=coefficient de porosité ; %P/CLSUP = % de pores par classe de superficie ; DS = densité ; PD = productivité ; C1, C2, C3= classes de superficies des pores (C1 = 1mm², C2 = [1-2mm²] et C3 \geq 2mm²).

Suberaies	Caractères								
	EP (mm)	NP	SP (mm ²)	CP (%)	% P/CLSUP			DS (Kg/m ³)	PD (Kg/m ²)
					C1	C2	C3		
Harma	28.69 \pm 5.14	122 \pm 48.63	1.37 \pm 0.54	10.82 \pm 5.41	66	15	19	312.22 \pm 35.43	8.90 \pm 1.59
Djouaneb	27.30 \pm 4.31	121 \pm 45.76	1.23 \pm 0.37	9.67 \pm 4.33	69	16	15	272.04 \pm 34.60	7.40 \pm 1.31
Sendouh	27.65 \pm 5.09	122 \pm 42.35	1.15 \pm 0.58	8.69 \pm 4.87	70	15	15	282.66 \pm 40.95	7.77 \pm 1.64
Cheraia	30.82 \pm 5.56	106 \pm 22.07	2.23 \pm 0.98	15.32 \pm 6.66	52	19	29	296.05 \pm 64.18	8.99 \pm 1.88
Béni-Foughal	30.72 \pm 5.78	144 \pm 40.94	1.38 \pm 0.86	11.67 \pm 5.47	70	14	16	284.43 \pm 36.33	8.66 \pm 1.57

Le classement des lièges en catégories d'épaisseur montre que la production de la région est constituée globalement de 57.71% de lièges "justes" (Ep = 27-32 mm) et "réguliers" (Ep = 32-40mm) (tab.3). Ces lièges sont très recherchés en bouchonnerie, car ils génèrent que très peu de déchets lors du poinçonnage des bouchons de 24 mm (Pereira, 2007). Les lièges épais et sur épais de calibre supérieur à 40 mm, sont rares et représentent un taux de 3.63% de la production totale des suberaies. Ces lièges sont au-delà de l'épaisseur optimale recherchée, et par conséquent du rendement optimal de la production de bouchon (Pereira et al, 1994).

En effet, malgré qu'ils soient admis dans la bouchonnerie, ces lièges engendrent à la fin du processus de fabrication du bouchon des pertes en matière première (Gonzalez adrados et al 2000). La région produit aussi 38.66% lièges minces (épaisseur < 27 mm).

Tableau 3: Distribution des échantillons de liège des cinq suberaies (%) par classes commerciales d'épaisseur et de qualité : BQ = bonne qualité ; MQ = moyenne qualité ; FQ = faible qualité.

<u>Suberaies</u>	<u>Classes d'épaisseur (%)</u>						<u>Classes de qualité (%)</u>			
	<22 mm	22-27 mm	27-32 mm	32-40 mm	40-45 mm	45-54 mm	BQ	MQ	FQ	Rebuts
Harma	8.33	33.34	31.67	25	-	1.66	20	30	50	-
Djouaneb	5.56	46.67	35.55	12.22	-	-	20	30	50	-
Sendouh	11.83	35.48	33.33	17.21	2.15	-	35	15	40	10
Cheraia	-	27.96	38.71	24.73	6.45	2.15	-	5	70	25
Béni-Foughal	6.90	17.24	40.23	29.88	3.45	2.30	30	15	50	5

Ces quantités de lièges seront destinées pour d'autres usages comme la production de semelles et de disques pour bouchons, et par conséquent, elles constituent un manque à gagner pour l'industrie bouchonnière. En effet, en termes de rentabilité, le bouchon est de loin le produit le plus valorisant qui génère la plus forte plus-value.

Comparativement à d'autres suberaies, l'épaisseur de liège obtenue pour Texenna reste inférieure à celle du liège des suberaies de Tizi-Ouzou (Metna, 2003), ainsi que celle des lièges portugais (Ferreira al., 2000 ; Costa et al., 2001), mais elle est supérieure à celle des suberaies de la subéraie tunisienne (Alaoui et al. 2006).

On note une variabilité intra et inter-stationnelle pour ce caractère. Au sein d'une même suberaie l'épaisseur du liège varie sensiblement d'un arbre à l'autre comme le montre les écarts types. Cette variabilité individuelle est plus marquée dans les forêts de Béni-Foughal, Cheraia, Harma et Sendouh, que dans la station de Djouaneb ($\sigma=4.31$ mm). Entre les stations, les différences sont aussi significatives (Tab. 4). Le Test de Newman et Keuls permet de dégager trois groupes: le groupe A (Cheraia, Béni-Foughal) produisant un liège épais (>30 mm), le groupe B (Sendouh, Djouaneb) donnant un liège avec une épaisseur optimale (27 mm) et le groupe AB (Harma) avec une épaisseur moyenne de liège de 28.69 mm.

Sur le plan qualitatif et en se référant à l'aspect du liège (tab.3), on note que les lièges de "bas de gammes" sont bien représentés dans l'ensemble des suberaies. Les proportions varient de 40% (Sendouh) à 70% (Cheraia) pour les lièges de faible qualité (6^{ème}-7^{ème}). Les lièges rebuts sont présents seulement dans les forêts de Béni-Foughal, Sendouh et notamment à Cheraia dont 25% de sa production est composée pratiquement de planches rebuts. En revanche, les forêts de Sendouh et Béni-Foughal donnent plus de liège de bonne qualité (1^{ère}-3^{ème}) comparativement aux autres suberaies, soit respectivement 35% et 30% de leur production.

Tableau 4. Comparaison inter-stationnelle des moyennes des caractères par l'analyse de variance et le test de Newman & Keuls.

* Différences significatives ($\alpha=5\%$) ; ** Différences hautement significatives ($\alpha=1\%$) ; *** Différences très hautement significatives ($\alpha=0.1\%$).

Caractères	F.obs	Test de Newman & Keuls
EP	9.244***	A (4, 5) ; AB (1) ; B (3,2)
NP	1.975*	NS
SP	7.329***	A (4) ; B (5, 1, 2,3)
CP	4.225**	A (4) ; AB (4) ; B(2,3)
DS	8.417***	A (1) ; AB (4) ; BC (5,3) ; B(2)
PD	16.745***	A (4,1,5) ; B(3,2)

2.2- La densité du liège

La densité du liège de Texenna est variable d'une suberaie à l'autre ; elle se situe entre 272.04 kg/m³ et 312.22 kg/m³, soit en moyenne 289.48 kg/m³. Ces densités ainsi obtenues, se rapprochent de celles des lièges des forêts du plateau d'Oulmes au Maroc, qui affichent des valeurs entre 285 et 288 kg/m³ (Mourad et al, 2001), mais restent au dessus de celles des forêts d'Ain-Draham en Tunisie (Aloui et al.,2006), ainsi que celles portugaises, notamment des forêts de la région de production du bassin du fleuve Sado. La densité dans cette région varie de 250 à 279 kg/m³ (Ferreira et al, 2000). En Algérie, nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Metna, (2003) pour les subéraies orientales de Tizi-Ouzou (172.86 à 207.89 kg/m³).

L'analyse de la variance met en évidence des différences très hautement significatives entre les provenances du liège ($F_{obs}= 8.48$, F_{th} à 0.99= 4.72). Le test de Newman et Keuls dégage 4 groupes distincts. Le groupe A est représenté par la suberaie Harma qui produit un liège très dense ($D = 312.22$ kg/m³) ; le groupe AB est constitué par la forêt de Cheraia qui donne des lièges denses ($D = 296.05$ kg/m³) ; le groupe BC regroupant les suberaies de Béni-Foughal et Sendouh, formant des lièges avec des densités moyennes respectives de 284.43 kg/m³ et 282.66 kg/m³ ; et enfin le groupe C est représenté par la suberaie de Djouaneb qui fournit des lièges moyennement denses comparativement aux autres forêts, soit une moyenne de 272.04 kg/m³. Les lièges de Texenna se caractérisent aussi par une densité variable d'un échantillon à l'autre dans de très larges limites. Cette variabilité entre arbre est plutôt plus prononcée dans la forêt de Cheraia et Sendouh (CV= 40.95%), que dans les autres forêts.

Les suberaies étudiées produisent en moyenne 8.34 kg de liège de reproduction par mètre carré de surface génératrice, au bout d'une rotation de 9 années. La meilleure productivité est acquise dans la forêt de Cheraia avec 8.99 kg/m², soit avec des surplus de 0.75 kg liège par rapport à la moyenne et 1.59 kg par rapport à la forêt de Sendouh qui présente la plus faible productivité. Ces valeurs sont très proches des productivités de celles des forêts portugaises durant un cycle de 9 ans (Ferreira et al., 2000 ; Costa et al., 2001), mais dépassant de loin celles des suberaies d'Ain-Draham en Tunisie où la rotation est de 12 ans (Aloui et al., 2006). L'effet stationnel est très marqué pour ce paramètre.

La production moyenne de liège diffère d'une station à l'autre. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence très hautement significative ($F_{obs}= 16.74$, F_{th} à 0.99= 4.72). Le test de Newman et Keuls fait ressortir deux groupes homogènes : le groupe A qui englobe Cheraia, Harma et B.Foughal que l'on peut classer comme suberaies productives, puisqu'elles assurent respectivement une production de 8.99 kg, 8.90 kg et 8.66 kg de liège par mètre

carré de surface génératrice et le groupe B représenté par les suberaies de Sendouh et Djouaneb, moins productives avec respectivement 7.77 kg et 7.40 kg de liège par mètre carré de surface génératrice. Pour un même âge, la productivité diffère aussi d'un arbre à l'autre. Cette variabilité individuelle est forte pour l'ensemble des forêts. Les coefficients de variation se situent entre 17.70% et 21.11%..

2.3-La porosité

Le nombre de pores par éprouvette varie de 106 (forêt de Cheraia) à 144 (forêt de Béni-Foughal), avec une moyenne globale de 123 pores, soit 51 pores de plus que les lièges des suberaies orientales de Tizi-Ouzou (Metna, 2003). L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative et les cinq suberaies produisent du liège ayant presque le même nombre de pores. En revanche, les variations individuelles sont importantes pour ce paramètre et les coefficients de variation se situent entre 20.82% et 39.86%.

La section moyenne des pores est de 1.47 mm² ; elle dépasse celle des lièges des suberaies orientales de Tizi-ouzou (Metna 2003), mais comparativement à d'autres pays producteurs, elle se rapproche de celle des lièges d'Ain-Draham en Tunisie (Aloui et al., 2006) et reste au dessous de celle mentionnées par Ferreira et al, (2000) pour les lièges portugais (1.6 mm²).

En se référant au classement établie par Peireira et al (1996) et Ferreira et al (1999) (tab.2), les lièges des cinq suberaies renferment en majorité des pores de petites dimensions (<1mm), puisque 65% des pores dénombrés mesurent en moyenne 0.44 mm² et occupent seulement 17.63% de la porosité totale du liège. Le reste est constitué de 16% de pores appartenant à la classe de 1mm² à 2 mm² et 19% de pores de section supérieure à 2 mm² qui occupent 60.73% de la porosité totale. Ces résultats se rapprochent avec ceux obtenus par Fereira et al, (2000) au Portugal où 75% des pores sont de moins de 1 mm², 10% appartiennent à la classe 1-2 mm² et 15% des pores sont au dessus de 2mm². Par ailleurs, ces résultats diffèrent de la répartition obtenue par Metna (2003), qui a trouvé que la proportion des pores supérieurs à 2 mm² est très peu représentée (seulement 3.44% du total) pour les lièges de Tizi-Ouzou.

Les superficies des pores sont très variables entre les suberaies et les arbres d'une même suberaie avec des coefficients de variation de 30.08% (suberaie de Djouaneb) à 62.32 % (suberaie de Béni-Foughal). La variabilité entre les suberaies est statistiquement confirmée ($F_{obs} = 7.33$, F_{th} à 0.99= 5.04). Le test de Newman départage les cinq suberaies en 2 groupes homogènes: le groupe A représenté par la forêt de Cheraia qui se distingue des autres suberaies par son liège ayant des pores de surface moyenne supérieure à 2 mm et le groupe B regroupant les forêts de B.Foughal, Harma, Djouaneb et Sendouh qui fournissent des lièges dont la section des pores est au dessous de 2 mm².

La porosité des lièges est variable d'une station à l'autre, avec une moyenne de 11.23%. L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence hautement significative entre les porosités moyennes des 5 suberaies ($F_{obs} = 4.22$, F_{th} à 0.99= 5.04). Trois groupes homogènes se distinguent par le test de Newman et Keuils : le groupe A représenté par les forêts de

Cheraia qui s'individualise par le coefficient de porosité le plus élevé (15.32%) ; le groupe AB regroupant les forêts de Béni-Foughal et Harma avec des coefficients de porosité respectives de 11.67% et 10.82% ; et le groupe B regroupant Djouaneb et Sendouh, qui fournissent les lièges les moins poreux (CP = 9.67% et 8.69%). La variabilité individuelle

pour ce paramètre est très marquée pour l'ensemble des stations (43.47% <CV< 56.04%). Cependant, elle marque plus les forêts de Cheraia et Béni-Foughal.

Conclusion

A ce stade de l'étude, il est difficile d'établir un classement rigoureux de la qualité du liège de la suberaie de Jijel tout en prenant en considération, à la fois, l'ensemble des caractères étudiés. Néanmoins, cette étude nous a permis de mettre en évidence une forte variabilité individuelle des plaques. Cette variabilité observée entre les arbres voire les peuplements s'expliquerait par l'approfondissement des investigations par l'analyse des caractéristiques sylvicoles, sanitaires et stationnelles des suberaies.

Aussi, de fait que l'échantillonnage pratiqué par prélèvement des lièges du dépôt, ne permet pas la prise en compte des facteurs liés à l'arbre, et compte tenu du fort polymorphisme de l'espèce, il conviendrait de collecter le liège directement des arbres choisis au printemps (période de floraison), afin de prendre en considération les ressources phylogénétiques de chaque arbre.

Globalement, les suberaies de Texenna produisent un liège poreux et moyennement dense que nous pouvons le classer dans la catégorie des lièges réguliers et justes, catégorie les plus recherchée pour l'usage du bouchon. Si l'on se base sur l'épaisseur moyenne du liège et la productivité des stations, la suberaie de Cheraia apparait la plus productive et fournit le liège le plus épais comparativement aux autres forêts. En revanche, ce liège peu être qualifié de bas de gamme du fait de sa très forte porosité. Les lièges provenant de Harma, Sendouh et Djouaneb sont en majorité minces, relativement moins poreux, la moitié de la production de ces suberaies rentre dans les catégories de bonne et moyenne qualité (1^{ème} -3^{ème} et 4^{ème} -5^{ème}).

Références bibliographiques

- Aloui A., Rdjaibi A. & Benhamadi N. 2006** –Etude de la qualité du liège de reproduction des suberaies d'Ain Draham. Actes des Journées Scientifiques de L'INRGREF, 15-17 Novembre 2006. Gestion Inégrée des Forêts de chêne liège et de pin d'Alep. *Ann. De l'INRGREF* (2006), 9 (1), Numéro Spécial, ppp.44-59.
- Apcor, 2007** - Association Portugaise du Liège (http://www.apcor.pt/index_fr.php)
- Costa A., Oliveira A.C., 2001** –Variation in cork production of the cork oak between two consecutive cork harvests. *Forestry*, Vol.74, N°4, 2001. pp.337-346.
- Courtois M. & Masson P., 1999** – Contribution à l'analyse des facteurs de la qualité du liège brut. *Forêt méditerranéenne*, t. XX, n°2, juin 1999. pp. 95-102.
- Dagnelie P. 1975** – Théorie et méthodes statistiques. Vol. 2. Applications agronomiques. 2^{ème} Edition. 463 p.
- Ferreira A., Lopes F. & Pereira H., 2000** –Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège de reproduction dans une région de production. *Ann. For. Sci.* 57(2000), 187-193.
- Gonzalez adrados, J. R., Pereira.H., 1996.** -Classification of defects in cork planks using image analysis. *Wood Science and Technology*, 30, 1996, pp. 207-215.
- Metna B., 2003** –Caractérisation physique e chimique du liège de reproduction de la suberaie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire Magister, Fac. Sci. Agr. Et Biol. Univ. Tizi-Ouzou. 96p.
- Mourad M., Fechtal A., El abid A., Adref M., 2001** –Qualité du liège de reproduction du plateau d'Oulmes, *Ann. Rech. For. Maroc.* 2001. T(34), 119-127.
- Pereira H., Emilia rosa M., Fortes M.A., 1987.** -The cellular structure of cork from *Quercus suber* L. *IAWA Bulletin* n.s., Vol. 8 (3), 1987. pp. 213-218.
- Pereira H., 2007** -Cork: Biology, Production and Uses. Edit. Elsevier Science & Technology. 346p.

Etat sanitaire et facteurs de dépérissement des forêts de chêne liège de la wilaya de Mascara

Souidi Z. et Larbi H.

Université de Mascara, route de Mamounia, 29000 Mascara, B.P 763, Algérie, Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et Géomatiques
Tél/Fax. : 045 81 11 52 - Email : souidi_z@yahoo.fr

Résumé : L'objectif de cette étude est d'évaluer la situation sanitaire des peuplements de chêne liège de la wilaya de Mascara. Deux forêts domaniales ont été retenues : Nesmoth et Nador. La méthode d'évaluation s'est basée sur un inventaire reposant sur l'installation aléatoire de 10 placettes d'échantillonnage de 0,04 ha de superficie contenant chacune 12 à 15 arbres. Au total 200 arbres environ ont été diagnostiqués. Les résultats montrent que 50% des arbres ont déjà des signes de dépérissement caractérisés par un déficit foliaire avancé bien que le taux de mortalité soit faible (10%). Le phénomène de déclin est plus marqué dans la forêt artificielle de Nador que dans la forêt semi-naturelle de Nesmoth. Ce phénomène résulte principalement d'un processus de stress hydrique ancien ($P < 400\text{mm}$). D'autres facteurs ont contribué également dans cette altération physiologique des arbres, comme les incendies, l'embroussaillage, le surpâturage, l'absence d'une sylviculture adaptée, la technique d'exploitation non normalisée et des actions anthropiques inconscientes. L'affaiblissement des arbres favorise souvent l'installation d'un cortège de ravageurs secondaires, comme la fourmi du liège *Crematogaster scutellaris*, le Platype, *Platypus cylindrus* et le champignon charbon de la mère *Biscogniauxia mediterranea*.

Mots-clés : suberaies, Mascara, santé, facteurs de dépérissement, ravageurs secondaires.

الخلاصة :

تهدف هذه الدراسة إلى إعطاء نظرة تقييمية حول الحالة الصحية التي تمر بها غابة نسبط و النادور في ولاية معسكر، و الكشف عن بعض العوامل الرئيسية المتسببة في تدهور الغابات و كذا إنتاج الفلين ، حيث أكثر من نصف الأشجار تعيش اضطرابا بات صحية ، أما الأشجار الميتة فعددها قليل. كما بينت مختلف التحاليل أن المناخ المتمثل في قلة الأمطار هو أول عامل يؤثر سلبا على النمو العادي للأشجار مما أدى إلى إضعافها لكن هناك عوامل أخرى ساهمت في هذه الوضعية و هي تعديبات الإنسان الحرائق المتكررة الرعي المجحف القطع العمدي غياب العمليات الحراجية و الحشرات نذكر لهذه الأخيرة الأصناف الأكثر شيوعا و هي *Crematogaster* , *Platypus cylindrus* إضافة إلى الفطر *Biscogniauxia mediterranea* حيث إنها تؤدي إلى الموت المفاجئ للأشجار بالإضافة إلى إتلاف الفلين.

الكلمات المفتاحية: البلوط الفليني، نسبط و النادور، التدهور، المناخ، حالة الإضعاف.

Abstract : The sanitary situation of the cork oak landscape (*Quercus suber*), was evaluated in two national forests of the Mascara area (**Nesmoth** and **Nador**), more half of the trees showed signs of decline and of deterioration although the death rate of the trees is rather weak, this phenomenon is marked more in the station (S1) of the forest of Nesmoth, as well as the forest of Nador, defoliation observed generally resulting from a process of old stress the

analyses made in our memory showed that the climate is the first person in charge with deteriorations for health for the trees, of another factors were contributed also in this process are mainly the fires, underwood, it on pasture the lack of a suitable silviculture and the bad quality of exploitation of the cork ;as well as other nonresponsible anthropic action. The weakening of the trees supported the installation of a xylophagous beetles, their pullulation has harmful consequence on the health of the trees, have some are dedicated to death, but also with the quality of the cork, the species the most noticed are: *Crematogaster scutellaris* with red head, *Platypus cylindrus*, and the mushroom *Biscogniauxia mediterranea*.

Key words: cork oak, Nesmoth and Nador, degradation, climate, deterioration, mechanism, weakening.

Introduction

Le chêne-liège est une ressource naturelle particulièrement prestigieuse. Il représente avant tout le symbole d'une identité et d'une culture propre au bassin méditerranéen occidental (Dessain, 1992). Les problèmes de la dégradation des écosystèmes forestiers sont apparus au début du siècle dernier dans le Nord de l'Afrique soit pendant la période coloniale, en touchant plus particulièrement les subéraies qui ont été surexploitées pour leur bois et liège.

Le chêne-liège manifeste une vigueur remarquable dans les stations favorables. Il est très peu plastique et marque un tempérament délicat. Il est très strictement exigeant sur le plan pédoclimatique (Boudy, 1950).

Cependant, en raison d'une part des conditions du milieu physique peu favorables marquées par une longue saison sèche ces dernières années accompagnées souvent des vents chauds et séchants, et d'autre part de l'action destructive du pâturage (ébranchage, gaulage, etc.), la régénération naturelle par semis est partout rare ou complètement absente et celle artificielle par plantation se heurte à des difficultés énormes. Cette situation s'observe aussi dans d'autres pays ce qui correspond à une première forme de dégradation de ce type d'écosystème (Vennetier, 2002).

La dégradation de la suberaie continue actuellement dans plusieurs régions résultant d'une action conjuguée de l'homme, de l'animal et du climat. En Algérie et plus particulièrement à l'Ouest, ces facteurs sont bien impliqués dans ce phénomène mais avec des intensités variables. Ils sont à l'origine de la fragilisation de beaucoup de peuplements et la régression de leur couvert végétal.

Notre présente étude s'articule sur un diagnostic sanitaire des peuplements de chêne-liège de deux forêts domaniales de la wilaya de Mascara, l'une au Nord (Nesmoth) et l'autre au Sud (Nador). Dans ces forêts, le chêne liège a été introduit dans les années 50.

1-Matériel et méthodes

1.1-Zone d'étude

Dans la wilaya de Mascara, seulement deux forêts présentent des peuplements de chêne liège (Nesmoth et Nador). La première est située à une vingtaine de kilomètres au Sud-est du Chef-lieu de la wilaya et à proximité immédiate de la commune de Nesmoth. Par contre, la seconde est située dans les monts de Beni Chougrane Orientale, frange médiane, à 31 Km du chef lieu de la wilaya.

La forêt de Nesmoth, se localise géographiquement sur trois communes ; elle est fortement exposée à l'effet du pâturage du fait que les populations avoisinantes survivent essentiellement par la pratique de l'élevage et l'agriculture. Tandis que la forêt de Nador repartie seulement sur la commune de Menaouer. Le travail le plus pratiqué est bien représenté par l'agriculture et l'élevage, ce qui entraîne l'épuisement du patrimoine forestier. La végétation dans la forêt de Nesmoth, est constituée par la grande partie de la formation basse plus de 50 % et des taillis de thuya et du chêne vert ainsi que la futaie adulte de pin d'Alep et d'Eucalyptus et de vieille futaie de chêne liège. L'origine de la forêt de Nador est artificielle, caractérisée par un couvert forestier clair de type futaie, constitué principalement par l'Eucalyptus, le pin d'Alep, le chêne liège, le chêne vert et le Cyprès.

1.2-Installation des placettes

La méthode d'évaluation est basée sur un inventaire statistique qui repose sur l'installation aléatoire de placettes d'échantillonnage de 0,04 ha de superficie contenant en moyenne 12 à 15 arbres par station. Dans la forêt de Nesmoth 10 placettes ont été installées réparties sur deux stations (5 placettes par canton) et 4 placettes pour Nador en tenant compte de la superficie occupée par le chêne liège. Au total environ 200 arbres ont été diagnostiqués.

Tableau. 1. Caractéristiques des placettes d'étude

Forêts	Nesmoth										Nador			
	S (1)					S (2)					S (1)			
Placettes/ Paramètres	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4
Lieu dit des cantons	Terziza					Djebel Nesmoth					Haboucha et Temaznia			
Cordonnées Lambert	X=289.2 à 289.6 Y= 218.2 à 218.6					X= 284.8 à 285.6 Y=213.8 à 214.5					X=287.25 à 290.70 Y= 251.45 à 225.60			
Altitude (m)	800	800	840	830	840	900	900	900	950	950	750	710	700	710
Topographie Des terrains	Dépression		Plateau (haut versant)			Plateau (haut de versant)					Plateau	Versant	Dépression	Versant
Expositions	N.O	N.O	-	-	-	-	-	-	-	-	N.E	SUD	-	N.O
Pentes (%)	7	10	8	9	10	0	0	0	0	0	3	25	0	20
Distances de la mer (Km)	90	90	90	90	90	110	110	110	110	110	67	67	67	67

1.3-Mesures

Le travail consiste à effectuer des mesures qui caractérisent d'une part la croissance des arbres et d'autre part l'exploitation du liège.

Ce sont dans l'ensemble, des mesures réalisées sur les arbres échantillons puis regroupées en classes. Les relevés sont de deux types :

- Relevés dendrométriques : ils déterminent la croissance des arbres et comportent deux mesures, la hauteur totale à l'aide du dendromètre et la circonférence à 1.30 m du sol à l'aide d'un ruban mètre, de chaque arbre.

- Relevés d'exploitation : ils caractérisent la qualité avec laquelle le liège a été exploité. Ils concernent, la hauteur de démasclage, l'épaisseur de démasclage à l'aide du ruban mètre et le coefficient de démasclage qui est un paramètre qui varie en fonction de la hauteur de démasclage et de la circonférence à 1.30 m (Parde et Bouchon,1988).

1.4- Observations

Plusieurs observations ont été effectuées sur l'ensemble des arbres échantillonnés pour diagnostiquer l'état sanitaire de la subéraie (attaques parasitaires, mortalités etc.). Des investigations quotidiennes durant la période de Juin à Août 2007 ont été effectuées dans les deux forêts. Ce travail a été complété par des enquêtes auprès des riverains et des forestiers.

2-Résultats et discussion

2.1- Analyse dendrométrique

La répartition des arbres dans les stations d'échantillonnage selon les relevés dendrométriques et les relevés d'exploitation, est précisée dans le tableau 2. Ceci nous montre la distribution des arbres par catégories de circonférence qui nous permet de définir la structure des peuplements forestiers dans nos stations :

- Dans la forêt de Nesmoth, la première classe est la plus dominante par rapport aux autres classes qui représentent un taux de 82 %.
- Or dans la forêt domaniale de **Nador**, le pourcentage des arbres de la deuxième classe est le plus dominant par rapport aux autres classes qui représentent un taux de 47 %.

Tableau 2. Présentation des résultats des relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres échantillonnés dans les stations étudiées.

Forêt		Nesmoth		Nador
		S1	S2	S1
Relevés	Station			
	Hauteur des arbres			
	-% des arbres ayant des hauteurs <7 m.	61	21	58
	-% des arbres ayant des hauteurs de 7-10 m.	35	34	27
	-% des arbres ayant des hauteurs >10m.	4	45	15
	Circonférence des arbres			
	-% des arbres ayant des circonférences <70 cm	82	54	11
	-% des arbres ayant des circonférences de 70 à 110 cm.	17	43	47
	-% des arbres ayant des circonférences >110 cm.	1	3	42
	Hauteur d'écorçage			
- % des arbres sans démasclage.	62	51	/	
-% des arbres ayant des hauteurs moins de 1.5 m.	31	37	/	
-% des arbres ayant des hauteurs de 1.5 à 2.4 m.	7	12	/	

Relevés	Epaisseur d'écorçage		
	-% des arbres sans démasclage.	54	50
-% des arbres ayant des épaisseurs moins de 2.4 cm.	14	2	/
-% des arbres ayant des épaisseurs moins 2.5 à 3.4 cm.	17	26	/
-% des arbres ayant des épaisseurs de 3.5 à 5 cm.	13	22	/
-% des arbres ayant des épaisseurs plus de 5 cm.	2	0	/

Les résultats pour la hauteur des arbres, font ressortir que la première station de la forêt de Nesmoth, est caractérisée par une hauteur plus élevée (61%), que la deuxième station (21 %). Le pourcentage des arbres ayant des hauteurs de 7m à 10m dans les deux stations est presque équivalent. Pour le pourcentage des arbres ayant des hauteurs supérieures à 10 m, il est dominant dans la deuxième station (45%), par rapport à l'autre (4 %). Dans la forêt de Nador, on remarque que le pourcentage des arbres ayant des hauteurs inférieures à 7 m domine les autres classes.

La figure 1 montre la répartition de la hauteur des arbres pour les deux forêts Nesmoth (S1, S2) et Nador. Elle présente les arbres de grandes dimensions en premier lieu dans la deuxième station de la forêt de Nesmoth, en suite dans la forêt de Nador et en dernier lieu dans la première station de Nesmoth. Il ressort de ces résultats que dans chaque station, le pourcentage des arbres ayant des hauteurs inférieures à 7 m est le plus important par rapport à la classe des arbres <7m (Fig. 1).

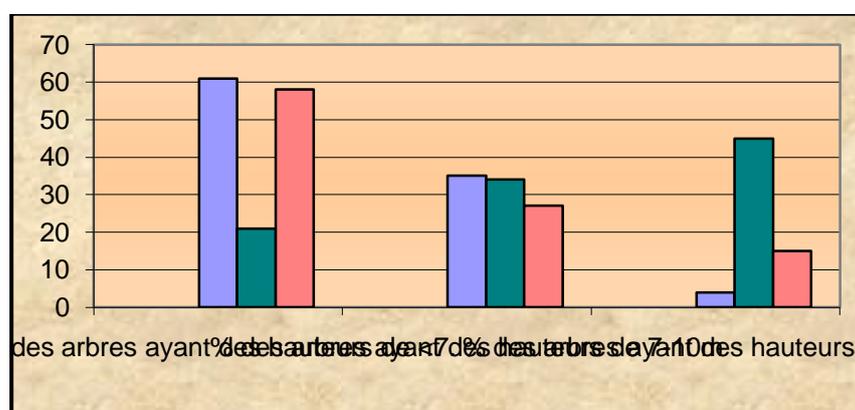


Figure 1 : Répartition de la hauteur des arbres échantillonnés dans la zone d'étude. (Nesmoth (S1) en bleu, Nesmoth (S2) en vert et Nador en rouge)

La figure 2, montre la distribution des catégories de circonférence dans les deux forêts. Cette distribution montre la rareté des arbres de grande circonférence dans la forêt de Nesmoth et la présence d'arbres de petite et moyenne circonférence. A Nador, la présence des deux premières classes de circonférence est faible, les arbres les plus dominants sont ceux qui ont une circonférence de troisième classe.

Ces valeurs obtenues indiquent une bonne croissance du chêne-liège en diamètre ; étant donné que ces arbres sont des reliques issus de vieux taillis. On pense que l'accroissement de l'arbre en diamètre ne s'explique pas par les conditions du milieu mais par l'âge de l'arbre.

La hauteur d'écorçage (Fig. 3), dans la forêt de Nesmoth, montre que les arbres non démasclés de la première station sont plus dominants que dans la deuxième avec une proportion de 62 %. La hauteur d'écorçage de moins de 1.5 m est plus dominante dans la deuxième station que dans la première station, avec une proportion de 37 %, et pour celle comprise entre 1.5 et 2.4 m est plus dominante dans la deuxième station (12%) que dans la première (7%).

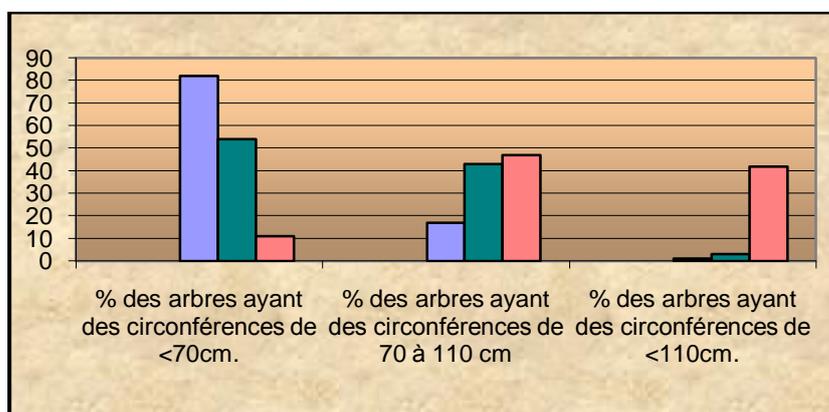


Figure 2 : Répartition de la circonférence des arbres dans la zone d'étude (Nesmoth (S1) en bleu, Nesmoth (S2) en vert et Nador en rouge)

La distribution des catégories d'écorçage dans les deux stations (Nesmoth S1 et S2) montre l'absence des arbres écorcés sur de grandes hauteurs dans la forêt de Nesmoth et la présence d'arbres écorcés sur de petites et moyennes hauteurs.

Par contre dans la forêt domaniale Nador, aucun démasclage à but économique n'a été effectué car le liège est de mauvaise qualité mais nous comptons sur 4 à 5 arbres des démasclages illicites.

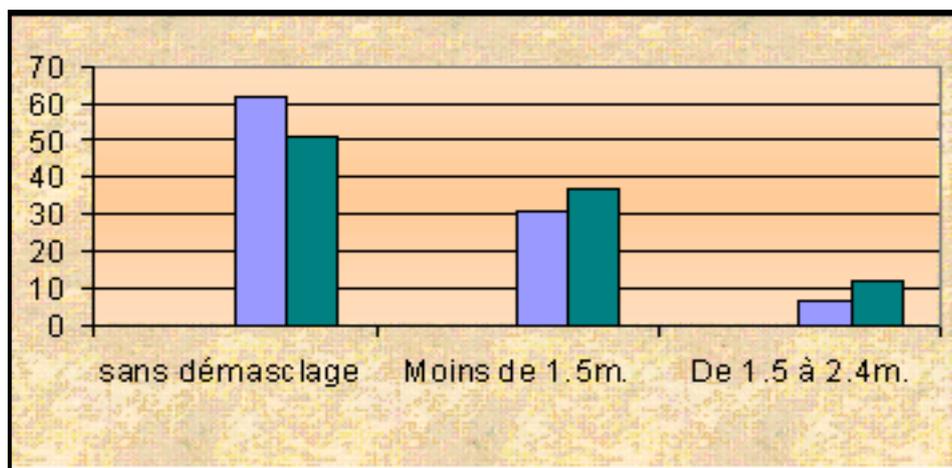


Figure 3: Répartition des arbres (en %) selon la hauteur de démasclage dans la zone d'étude (Nesmoth (S1) en bleu et Nesmoth (S2) en vert)

L'épaisseur d'écorçage des arbres de chêne liège (Fig.4) varie en moyenne de la manière suivante :

- A Nesmoth, dans la première station, les arbres écorcés en dessous de 2.4 cm d'épaisseur sont en proportion plus forte (14%), que dans la deuxième station (2%).
- Pour les deux autres classes "l'épaisseur d'écorçage qui varie dans un intervalle de 2.5 à 3.4 cm et de 3.5 à 5 cm est plus dominante dans la deuxième station que dans la première avec une proportion respectivement de 26 % et 22 %.
- Pour l'épaisseur d'écorçage de plus de 5 cm, cette classe est représentée par une proportion très faible jusqu'à sa disparition dans la deuxième station.

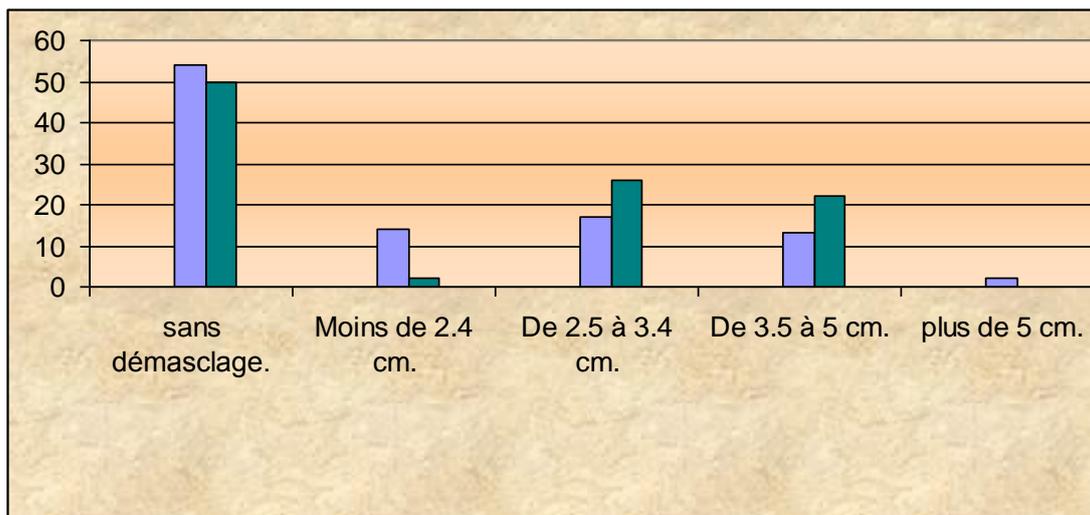


Figure 4 : Répartition de l'épaisseur de l'écorçage dans les deux stations (Nesmoth (S1) en bleu et Nesmoth (S2) en vert)

2.2- Analyse phytosanitaire

Les résultats de notre diagnostic et de nos enquêtes sur le terrain sont regroupés dans le tableau 3.

Tableau 3: Etat sanitaire du Chêne liège dans les forêts de Nesmoth et Nador.

Forêts	Taux Déperrissants	Taux infestés	Taux coupes illicites	Moy. Incendies	Taux sain	Régénération naturelle
Nesmoth	30%	60%	5%	3/An	35%	Aucun
Nador	40%	50%	3%	Aucun	25%	Aucun

Les attaques par les différents parasites et champignons montre des blessures importantes sur les arbres qui s'affaiblissent et peut parfois entraîner leur mort (photos ci-dessous). Parmi ces ennemis inventoriés, on cite la fourmi du liège *Crematogaster scutellaris*, le Platype, *Platypus cylindrus* et le champignon charbon de la mère *Biscogniauxia mediterranea*.

		
<p>Photo 1 : Les trous de <i>Platypus Cylindrus</i>.</p>	<p>Photo 2 : Galerie des fourmis à tête rouge.</p>	<p>Photo 3 : Les lichenimorphes.</p>
		
<p>Photo 4 : Les lésions chancreuses dues au <i>Diplodia Sp.</i></p>	<p>Photo 5: <i>Hypoxylon médetiraneum</i>.</p>	<p>Photo 6 : Démasclage et coupe illicite qui affaiblit l'arbre.</p>

Conclusion

A travers ces observations, nous pouvons dire que l'altération de l'état sanitaire du chêne liège qui s'est développée au cours de ces dernières années dans les deux forêts "Nesmoth et Nador" n'est pas attribuée aux seules données climatiques des années correspondantes (sécheresse) mais également aux contre coups des conditions écologiques qui caractérisent les deux forêts.

Beaucoup d'arbres de chêne liège se sont maintenus jusqu'à présent dans ces deux forêts alors que certains ont un état sanitaire déficient depuis fort longtemps résistent. D'autre ayant subi un stress hydrique très profond ont en revanche disparu.

Le phénomène de dégradation de ces peuplements a été imputé à un groupe de facteurs de nature diverse : les conditions de stress hydrique et évoluant parfois jusqu'à la mort par le

concours d'agents biotiques parmi lesquels les insectes jouent un rôle capital, surtout à Nesmoth.

La surveillance de l'évolution de cette situation sanitaire et la recherche des agents directement ou indirectement impliqués est une tâche complexe à réaliser et demande un suivi régulier sur plusieurs années.

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble du personnel forestiers de la Conservation des forêts de Mascara et particulièrement les forestiers de Nesmoth et Nador pour leur aide et leur accompagnement sur le terrain

Références bibliographiques

Boudy., 1950- Economie forestière nord africaine. Monographie et traitement des essences forestières, tome2, fascule1Ed, Larousse, paris, 524 p

Dessain O., 1992- Historique de l'utilisation de liège, in Acte du Colloque Vivexpo, *Les subéraies méditerranéennes*, Vivès, 1992, pp.10-21.

Parde J. et Bouchon J., 1988- *Dendrométrie*. 2^{ème} Ed. Engref, Nancy, 240p.

Vennetier M., 2002- *Usage et fonction multiples de la forêt méditerranéenne*. Ed. Cemagref, Paris, 111p.

Etat des lieux et possibilités de réhabilitation de la subéraie de Nesmoth (Mascara ; Nord-ouest d'Algérie)

NASRALLAH Yahia¹ et KEFIFA Abdelkrim²

Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de Biologie, Ain El Hadjar, Université « Dr. MOULAY Tahar » - Saïda. ynasrellah@yahoo.fr, et kefifa@yahoo.fr

ملخص : هونوع حراجي هام جدا في الجزائر، مساحته متجزئة وتغطي 430.000 هكتار. بالإضافة إلى أهميته الأيكولوجية والاجتماعية فإن هذا النوع له أهمية اقتصادية خاصة وذلك بإنتاج الفلين بمتوسط سنوي يقدر بـ 30 طن. حاليا ، مسيرون وأخصائيون يجمعون على أن غابة الفلين في تراجع مستمر بالجزائر. في هذا الإطار فإن غابة نسموط -معسكر- بالغرب الجزائري لا تختلف عن هذا الوضع. لقد كانت هذه الغابة سابقا منتجة وفي حالة جيدة وأشجار الفلين تغطي ثلث مساحتها إلا أنها تراجعت حاليا وتدهورت كثيرا. هذا البحث يهدف إلى محاولة تهيئة هذه الغابة عن طريق معرفة الوضع الحالي واقتراح طريقة لإصلاحها وتسييرها.

كلمة مفتاح : و معرفة الوضع الحالي ، محاولة تهيئة ، غابة الفلين، نسموط

Résumé : Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est une essence forestière de première importance en Algérie. Son aire très morcelée, couvre plus de 430 000 ha. En plus de ses intérêts écologiques et sociaux fondamentaux, cette essence revêt une importance économique particulière avec une production annuelle moyenne de plus de 30 000 tonnes. A l'état actuel, le gestionnaire et le spécialiste sont tous d'accord pour dire que la subéraie algérienne est en continuelle dégradation. La forêt de Nesmoth, située dans la wilaya de Mascara (Ouest algérien), n'échappe pas à cette situation. Initialement, la subéraie était bien venante, productive et occupait le 1/3 de la superficie du massif. Actuellement, les peuplements sont en mauvais état et témoigne d'une dégradation avancée de la forêt. Cette réflexion vise la réhabilitation de la subéraie sur la base d'un développement durable. La première étape pour la mise en place d'une telle méthode consiste à réaliser un état des lieux et dans une deuxième étape, la proposition d'une démarche pour la reconstitution et la gestion durable de la forêt.

Mots- clés : Etat des lieux- réhabilitation- subéraie- Nesmoth

Situation and possibilities of rehabilitation of cork oak forest of Nesmoth (Mascara; the North-West of Algeria)

Summary: The oak cork (*Quercus suber* L.) is a forest gasoline of first important in Algeria. Its much parcelled out surface, covers more than 430 000 ha. In addition to its ecological and social interests fundamental, this tree presented a particular economic importance with an average annual production of more than 30 000 T. The current, managment state and specialist agree all for saying that the Algerian cork oak is in continual declin. The forest of Nesmoth, located in the area of Mascara (Western Algerian), does not escape this situation. Initially, this forest was well coming, productive and occupied the 1/3 of the surface of the

solid mass. Currently, the settlements are into bad state and testify to an advanced degradation of the forest. This reflexion aims at the rehabilitation of the cork oak forest on the basis of sustainable development. The first stage for the installation of such a method consists in carrying out a inventory of fixtures and in a second stage, the proposal for a step for the reconstitution and the sustainable management of the forest.

Key words: Inventory of fixtures- rehabilitation – cork oak forest- Nesmoth

Introduction

La subéraie algérienne couvre 440 000 ha, soit 10 % du patrimoine forestier national. Elle représente cependant, 16.4 % de la forêt mondiale de chêne liège, mais sa production mondiale ne dépasse pas les 4 %. Cette subéraie se trouve très morcelée d'Est en Ouest sur les chaînes de l'Atlas tellien.

Le chêne liège est parmi les essences caractéristiques des paysages forestiers algériens et qui possède un potentiel physiologique et adaptatif remarquable.

En Algérie, avec une production moyenne de 35 000 tonnes, moyenne estimée sur une période de 103 années (1885-1988), répartie sur huit rotations de 12 années, le liège constitue une ressource forestière durable et rentable (Guoussanem, 2000). Au sens dynamique, écologues et forestiers confirment l'évolution régressive du chêne liège en Algérie. Depuis le début du siècle, les subéraies ont perdu beaucoup d'espaces, le plus souvent remplacées par des pinèdes. Selon les statistiques actuelles, la subéraie productive occupe une aire de moins de 250 000 hectares, soit une perte d'environ 130 000 hectares. Cette régression continue est le résultat de la combinaison de facteurs historiques, socio-économiques, sylvicoles et naturels. Au défrichement par l'homme à la recherche de nouvelles terres de culture, s'ajoutent les incendiées répétées.

Hormis les opérations d'assainissement programmées après les incendies, les études d'aménagement au sens strict dans nos subéraies sont absentes. Nous n'avons pas de traditions subériculturelles susceptibles de maintenir en équilibre et protéger le potentiel existant.

Sur le plan de la politique forestière, les programmes de reboisement des années 1970 à 2000 attachaient plus d'importance aux essences à croissance rapide. Dans cette optique, au moment où de vastes subéraies sont détruites annuellement par le feu, une partie non négligeable de son aire a été enrésinée.

Les formations à base de chêne-liège sont soumises à de nombreuses contraintes d'ordre écologique, social et économique. La sécheresse et le surpâturage auxquels elles sont soumises, entraînent un très grand déséquilibre se traduisant par un appauvrissement en biodiversité, l'absence de la régénération naturelle, et des problèmes de dépérissement. Ces phénomènes ont comme conséquence la diminution des densités et le rétrécissement des superficies.

La déficience de la régénération naturelle dans les subéraies, le plus souvent confirmée par l'absence de jeunes strates de fourré à perchis, pose le problème fondamental de la régénération des vieux peuplements ou très dégradés de la subéraie algérienne. Cette problématique domine actuellement les débats sur le chêne liège. Elle constitue l'une des

principales recommandations issues de la rencontre sur la gestion des subéraies et la qualité du liège tenu à Tlemcen (Algérie), en octobre 2009.

1-Présentation de la zone d'étude

La forêt de Nesmoth se situe entre 35° 28' et 35 °16' de latitude nord, et 0° 24' et 0°48' de longitude est, à 20 km au sud-est de la ville de Mascara et à 70 km de la mer méditerranéenne. Les monts des Béni Chogranne constituent une barrière à l'influence maritime (fig. 1). Sur le plan administratif, la forêt chevauche entre les communes de Sidi Kada, Ghriss et Aouf. Sa gestion est assurée par la Circonscription de Tighennif et le District de Nesmoth.

Ce massif se trouve sur un relief mouvementé en général et qui ne s'aplatit que dans la partie est. L'altitude moyenne de la partie Est est de 750 m, contre 950 m pour la partie Ouest. La forêt est traversée d'Ouest en Est par l'Oued Froha, dans lequel se jettent de nombreux ravins et chaabets. Le substrat de la zone est de type calcaire et dolomie dur, stables et résistant à l'érosion même sur les fortes pentes.

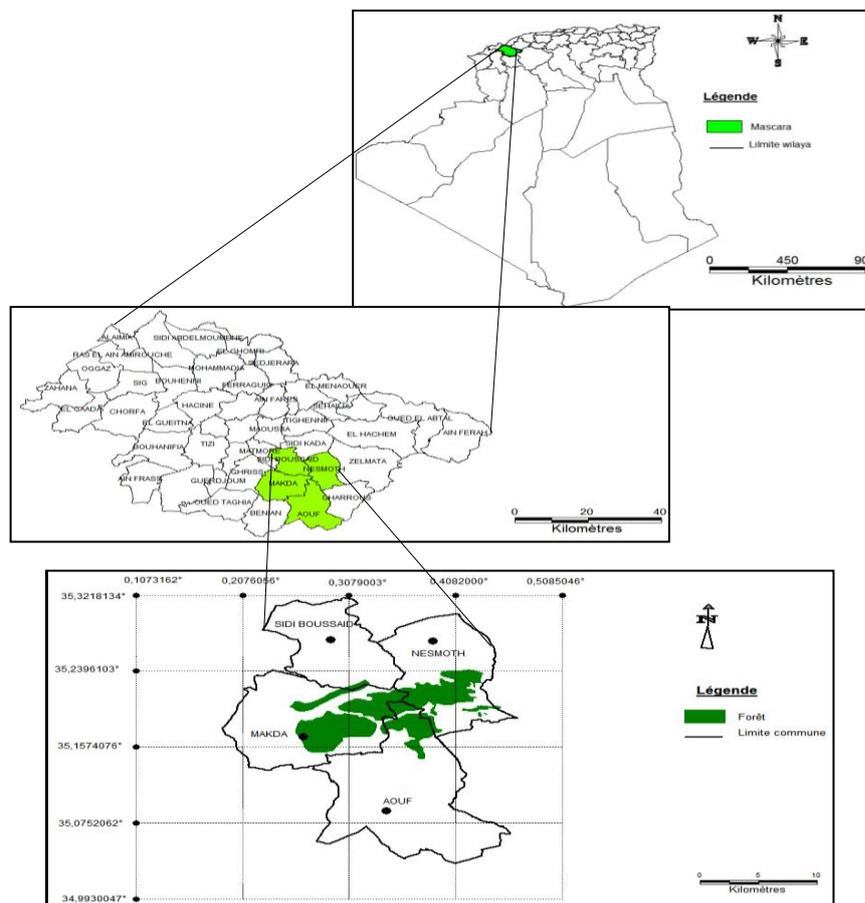


Figure 1 : Carte de situation de la zone d'étude

2-Données disponibles

Les données disponibles, relatives à la zone d'étude proviennent de la conservation de Mascara et sont constitués de cartes juridiques, de cartes topographiques au 1/50 000^{ème} et 1/200 000^{ème}. Les données climatiques anciennes sont tirées de Seltzer (1946) et la description de la forêt de Boudy (1950).

Les documents récents sont constitués principalement d'images satellitaires de LANDSAT (ETM +) de l'année 2000. Ces images sont traitées à l'aide de logiciel ENVI. Une carte topographique de 1960 à l'échelle du 1 : 50 000 (projection UTM) a servi pour réaliser les corrections géométriques des images. Une campagne de terrain a aussi été effectuée en été 2009, afin de vérifier et compléter les informations (fig. 2).

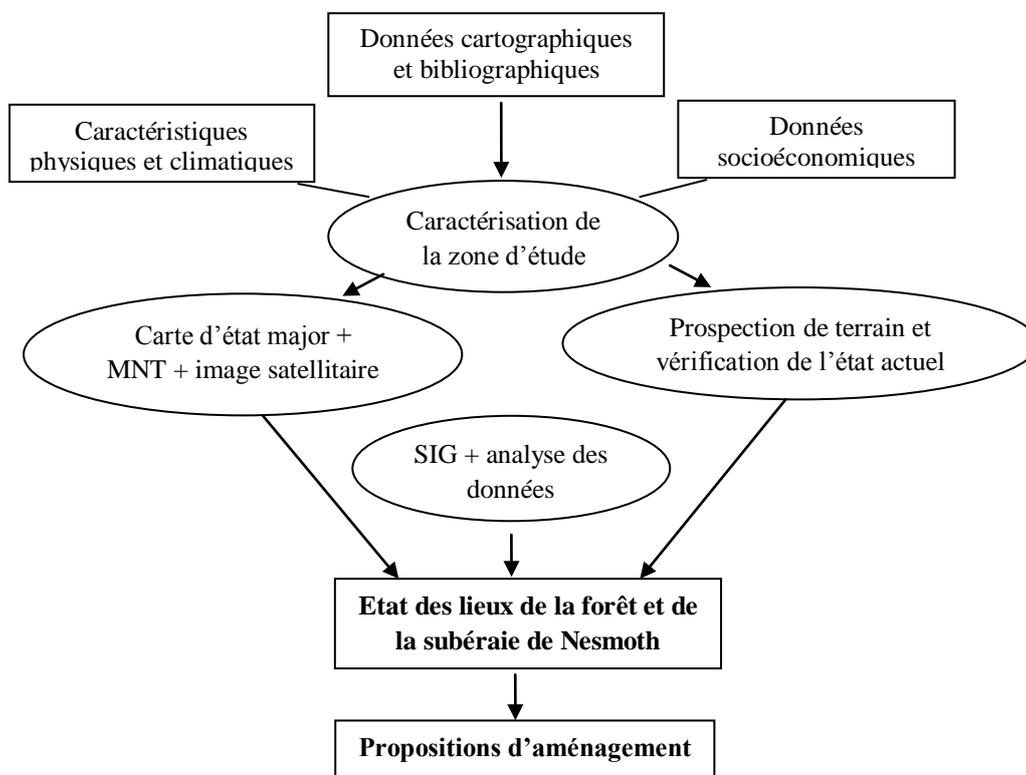


Figure 2 : Schéma de la démarche méthodologique utilisée pour le traitement d'image et la prospection de terrain

3-Etat des lieux et principaux causes de dégradation de la subéraie

Initialement, la forêt domaniale de Nesmoth couvrait une superficie de 6495 ha. Elle occupait dans ces deux tiers par un taillis de Thuya de berberie sur les versants chauds et à faibles altitudes et d'un taillis et futaie de chêne vert en bonne état en moyenne et haute altitude. La vieille futaie de chêne liège est répartit sur le tiers restant (fig.3).

Selon Boudy (1955), cette subéraie est en exploitation depuis 200 ans déjà. Elle a d'abord subi une exploitation de guerre avant d'être incendiée en 1941. Une opération de plantation au

niveau de la superficie perdue a été menée juste après. En plus de la régression des peuplements de cette essence, aucune trace de régénération naturelle n'est observée.

Les archives de la conservation de Mascara montrent que l'opération de repeuplement à base de chêne liège et de cèdre de l'Atlas a est renouvelée durant la période : 1959-1060.

L'année 1960 a connu l'introduction de *Eucalyptus camaldulensis* sur 250 ha, dans la zone qui revient naturellement au chêne liège.

Ces mêmes archives notent qu'entre 1971-1977, une surface de 650 ha a été plantée en pin d'Alep sur une grande partie des impacts occupaient initialement par le chêne liège et le chêne vert.

Exception faite pour les peuplements de pin d'Alep, des Eucalyptus et dans de rares endroits pour le chêne vert ; 75% de la forêt se trouve dans un état de dégradation avancé, caractérisé par un couvert bas et très clairsemé (tab.1).

Les formations basses constituées de taillis de chêne vert et de thuya, de calycotome, de pistachier lentisque, de diss, de genêts et de palmier nain, occupent la grande partie de la forêt (70%). La subéraie qui occupait auparavant 33% de la forêt se réduit actuellement à un peu plus de 5% seulement. Son état actuel ne lui permet guère de remplir une quelconque fonction économique et/ou sociale majeure.

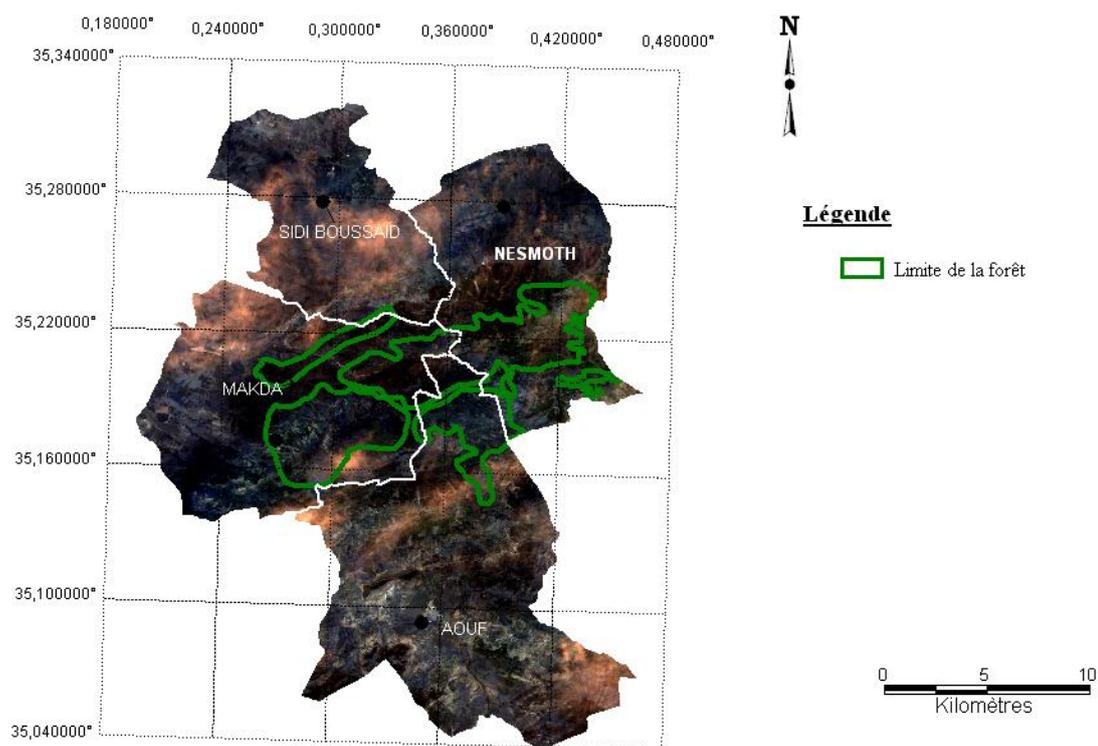


Figure 3: Composition colorée en fausse couleur, LANDSAT ETM+ du 16/02/2000 couvrant la zone d'étude

Tableau 1 : Etat actuel des formations végétales de la forêt de Nesmoth

Essence	Surface (ha)	Taux/ surface forestière	Etat
Pin d'Alep	703	11,15	Bien venant
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	260	4,12	Bien venant
Chêne liège	330	5,25	Dégradé et vieillis
Thuya de berberie	1182	18,82	Etat moyen
Chêne vert	240	3,75	Bon et moyen
Formations basses	3586	56,91	dégradées
Total	6301	100	

La forêt de Nesmoth se trouve entièrement enclavée dans une zone agricole. Elle fait l'objet d'une pression anthropique exceptionnelle. Selon les données de la direction de la planification de la Mascara (DPAT, 2006), l'activité agricole retient plus de 90% de la population en âge d'activité. L'élevage vient en deuxième position et constitue une activité complémentaire surtout en milieu rural (tab.2).

Tableau 2 : Relation entre la population et les ressources naturelles

Densité/Habitant/ km ²	Disponibilité/ressource/foyer			Disponibilité surface/unité élevage		
	SAU (ha)	Unité zooteknique (1 ovin= 1 caprin= ¼ bovin)	Surface forestière (ha)	Surface totale (ha)	Surface totale labourée	Surface forestière (ha)
41	7,72	8	2,50	1,70	0,92	0,31

La densité élevée de la population et la faiblesse des ressources financières se répercutent directement sur le milieu naturel, et ce, par le défrichement, les incendies et le surpâturage.

4-Le surpâturage

Le pâturage est une activité normale en subéraie, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustives et herbacées, hautement inflammables (Lehouerou, 1980). Cependant, le surpâturage, causant un broutage excessif de la végétation et des jeunes semis, empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade les parcours et les soumet à l'érosion.

A l'échelle des massifs forestiers, la taille et le nombre de troupeaux est souvent difficile à estimer. Dans notre cas la surface disponible par unité d'élevage, égale à 1,7 ha traduit l'importance de la charge animale exercée sur les ressources fourragères de la forêt. Sur la base des données de la DPAT(2006), le nombre d'unité zooteknique est de 25 451 et leurs

besoins s'élèvent à 7 633 300 unités fourragères. Théoriquement, il faudrait 58 000 ha pour satisfaire ces besoins (fig. 4).



Figure 4: Importance de la pression du cheptel ovin et surtout caprin sur la dégradation du milieu fragile

5-Les incendies répétés

le plus redoutable de la forêt méditerranéenne dont algérienne est, sans conteste, l'incendie (Missouni *et al.*, 2002; Madoui, 2002). Les subéraies sont très touchées par ce fléau. La fréquence et l'intensité des incendies enregistrés au cours de la dernière décennie rendent la stabilité de ces forêts difficile voire impossible (Ouelmouhoub, 2003).

Selon Pausas (1997), après le passage du feu, le chêne liège survit grâce à la couche liégeuse qui protège le tronc, lui évitant d'être endommagé et tend à se reconstituer normalement. Quant au sous-bois et durant les premiers stades post incendie, il est constitué essentiellement d'espèces herbacées pionnières, formant ainsi de véritables pâtures et parcours luxuriants pour les animaux (Chevalier, 2002 ; Lehouérou, 1980 et Trabaud, 1980).

Cet état de fait a été constaté dans les subéraies de Nesmoth, où la majorité des forêts se présentent sous forme de maquis après l'ouverture du milieu par le feu, ce qui facilite l'accessibilité à ces sites par les riverains (fig. 5).



Figure 5: Dégâts provoqués par le dernier incendie de 2004 et les premiers plants issus de la régénération naturelle.

6-Le défrichement

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation et continuent de se pratiquer de nos jours. A partir d'une forêt initiale, le labour pour gagner des terrains de culture a été pendant des siècles un facteur d'évolution régressive (Amandier, 2002).

Actuellement, les populations riveraines, privées de terres agricoles ou voulant étendre leurs terrains situés à proximité des subéraies, procèdent au labour dans les différents niveaux de la forêt : lisières, clairières, etc...

7-La sylviculture et l'exploitation inadaptées des subéraies

Selon Puyo (1999), en 1939, les subéraies algériennes représentent près d'un cinquième de la production mondiale de liège. L'étude de l'aménagement colonial des subéraies nous permet de souligner toutes les ambiguïtés de la politique coloniale française, entre d'une part les exploitants coloniaux et les forestiers de l'Etat, tournés vers l'optimalisation d'une ressource forestière, et d'autre part les habitants originels dont le mode de vie traditionnel fut très fortement et durablement perturbé. L'exploitation se fait par coupons réglés ou par jardinage. Les deux méthodes ont été très néfastes pour les peuplements de chêne-liège algérien. L'adoption de la méthode de concession donne lieu à de nombreux abus ; parmi les plus répandus, les fermiers lèvent le liège juste avant la fin du contrat alors qu'une épaisseur suffisante n'est pas atteinte, « dépouillant donc d'autant le propriétaire, sans avoir égard, comme c'est leur devoir, à la conservation de la chose louée ; ils ruinent en même temps l'aménagement de la forêt ».

Oulmouhoub (2005), note que les subéraies ont été exploitées avec des rendements à l'hectare anormalement élevés. Cette surexploitation a affaibli les arbres et précipité leur vieillissement. La gestion forestière adoptée à l'époque reposait sur le capitalisme colonial. Autrement dit, extraire le maximum de matière première et optimiser le profit, sans pour autant se soucier de l'équilibre du milieu et de l'avenir de la forêt.

8- La gestion inadéquate

Durant la guerre de libération (1954 - 1962), les subéraies n'ont pas connu d'exploitation. Mais l'effet conjugué de cette guerre et des incendies a eu des conséquences néfastes sur le patrimoine subéricole et le conduira à la réduction importante de sa superficie.

L'inventaire forestier national établi par le BNEDER en 1984, indique que sur les 230 000 hectares de chêne liège, 61 % sont représentés par de vieilles futaies, 37 % par de jeunes futaies, 1 % par des perchis et 1 % par des taillis. Les vieilles futaies sont les plus abondantes, ce qui explique la difficulté de la régénération naturelle.

Le manque d'intervention sylvicole en vue d'un rajeunissement des subéraies et l'absence d'un aménagement propre, a justifié la régression de la production nationale.

Il faut cependant noter qu'en l'absence de la régénération naturelle du chêne liège et l'échec persistant de la régénération artificielle, les forestiers de Nesmoth ont eue recours à des espèces dont la plantation est plus facile à réussir telles que le pin d'Alep et les eucalyptus. Cette situation a complètement transformé le paysage de la subéraie (fig. 6).

9-L'effet du changement climatique

Selon les données climatiques de Seltzer (1946) et compte tenu de l'état du relief de la forêt de Nesmoth, deux situations se présentent :

-Au niveau de la partie Est, le maquis dégradé occupait initialement par le thuya et le chêne vert couvrait les versants à exposition Est et Sud-Est, avec une altitude de 630 m et une tranche pluviométrique de 589 mm/ an.

-Au niveau de la partie Ouest de la forêt, la subéraie avait occupé les versants à exposition nord et à une altitude culminant à 1117m. Elle recevait une tranche pluviométrique de 589 mm/an.



Figure 6 : Plantation d'Eucalyptus et de pin d'Alep.

Les données, provenant des annuaires de l'ANRH, montrent une nette diminution des apports pluviométriques égale à 25 % dans la région enregistrée durant la période 1976-2001 par rapport aux périodes 1922-1960–1969-1989 (Belkacem et al, 2008).

10-Propositions pour la réhabilitation de la forêt

Il est clair que la politique forestière ne peut être décidée par les seuls forestiers et que l'ensemble des courants d'opinion s'intéressant à la forêt doit être pris en compte. Pour autant, les réalités sociales, économiques ou même techniques et scientifiques constituent le cadre incontournable de toute réflexion stratégique efficace (Europarl, 2000).

10.1-Sur le plan socio- économique :

Si on s'accorde à dire que tout paysage forestier est un site de conflits potentiels car il est revendiqué par une multitude d'acteurs. Sa gestion qualitative demande une médiation qui va conjuguer les exigences de l'éleveur, du forestier, de l'écologue et du simple visiteur (Fischesser, 2004).

Les forestiers sont aujourd'hui invités, à introduire dans leurs pratiques une dimension participative. Ils en ressentent eux-mêmes le besoin, pour mieux promouvoir une gestion des forêts de plus en plus souvent déficitaire, parfois contestée, au mieux ignorée, mais peut-être aussi trop froidement technique (Bruciamacchie, 2004).

La participation de la population dans la gestion de la subéraie se fait à travers la formation des jeunes riverains dans les travaux sylvicoles et la subérirculture, l'amélioration de la productivité des parcours et la réduction de la pression pastorale. Cette participation se traduit par la création d'emploi suite à la programmation de travaux sylvicoles et de démasclage. Elle se concrétise aussi par la plantation d'arbustes fourragers et arboricoles dans les vides, et les terrains favorables.

10.2-Sur le plan sylvicole :

Les interventions sylvicoles doivent garantir la durabilité de la multi-fonctionnalité de l'écosystème forestier à savoir :

- conservation de la biodiversité,
- assurance du besoin social de la population riveraine,
- amélioration de la production du liège

Pour remplir ces trois fonctions, les gestionnaires et scientifiques sont priés de donner ensemble un plan de gestion forestière durable tant sur le plan théorique et technique que pratique. A cet effet, certaines actions sylvicoles sont recommandées telles que :

- La réalisation de la typologie des peuplements de la forêt, plus particulièrement de la subéraie pour comprendre les différents facteurs régissant les processus de sa dynamique, de sa croissance et de son développement.
- L'arrêt des opérations d'enrésinement et de transformation dans la partie Ouest de la forêt et utilité d'installation d'une infrastructure de lutte contre les incendies.
 - La réalisation de la typologie de la forêt et la maîtrise des techniques de plantation et de régénération naturelle et par semis des chênes.
 - Le maintien du sous bois et du mélange d'espèces associées au chêne liège pour le bon fonctionnement de l'écosystème et de sa valeur productrice. Ce mélange est une garantie pour le maintien de la fertilité du sol et de son équilibre physico-chimique.
- La réalisation des travaux d'ensemencement et de crochetage pour ameublir les sols tassés et l'amélioration de la réceptivité du sol surtout dans la partie occupée par la subéraie.
- La transformation progressive des peuplements de pin d'Alep et d'Eucalyptus et la conversion des taillis de chêne vert et de chêne liège en futaie, ainsi que la plantation du chêne liège et le rajeunissement de la vieille futaie.

Le mode de traitement préconisé dans ce cas reste la futaie jardinée et le taillis fureté.

Conclusion

En conclusion, l'aboutissement d'un développement durable des ressources à travers l'organisation et l'amélioration des conditions de production de l'élevage extensif en forêt, suggère l'adoption d'une approche participative et partenariale basée sur la négociation et la concertation avec les producteurs locaux concernés (forestiers, éleveurs, simple riverains), et ce afin d'arriver à une résolution positive des conflits traditionnels que pose le pâturage en forêt.

La réussite des interventions dépend des choix de leur localisation. Les chances de succès sont grandes là où le milieu offre les meilleures conditions édaphiques : sols riches, couverts par des touffes de végétation, sols des replats enrichis en éléments fins et pluviométrie élevée.

Remerciements

Durant les sorties de terrain, les auteurs ont eue de l'aide pour l'acquisition des données et la connaissance de la géographie physique et sociale du district de Nesmoth grâce aux personnes suivantes : Monsieur le Chef de circonscription de Tighenif, Monsieur Bettir AEK et les éléments du District de Nesmoth. Les auteurs remercient également, le professeur Benabdeli, pour avoir piloté la révision de cet article et pour ses propres suggestions pour l'améliorer. Cette recherche est dédiée aussi au professeur Bouhraoua Tarik Rachid pour ces encouragements et son soutien.

Bibliographie

- Amandier L., 2002-** *La subéraie : biodiversité et paysage*. Vivexpo : biennale du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité et paysage, 21 mai 2002, Vivès, (Perpignan). www.vivexpo.org/foire/images/amandier.doc
- Bekkouss B., Meddi M.& Jourde H., 2008** - Forçage climatique et anthropique sur la ressource en eau souterraine d'une région semi-aride : cas de la plaine de Ghriss (Nord-Ouest algérien), *Sécheresse*. Volume 19, Numéro 3, pp.173-184.
- BNEDER., 1984** - Inventaire forestier national, Alger, pp.21-46.
- Boudy P., 1950** - Economie forestière Nord-africaine, I, II, III, Larose, Paris, 686p.
- Boudy P., 1955** - Economie forestière Nord Africaine. Tome IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Paris : Larose, 481 p.
- DPAT., 2005-** Rapport de la Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPAT) de Mascara (Algérie).
- Chevalier H., 2002-** Subéraie et biodiversité : enjeux et gestion. Vivexpo : biennale du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité et paysage, 21 mai 2002, Vivès, (Perpignan). www.vivexpo.org/foire/images/chevallier.pdf
- EUROFOR.,ONF., 1994** -L'Europe et la forêt. Strasbourg : Parlement européen. www.europarl.eu.int/workingpapers/agri/default_fr.htm
- Fischesser B., 2004** - La prise en compte de valeurs paysagères en gestion forestière [en ligne]. In CEMAGREF, ECOFOR. *Approche participative de la gestion forestière : recueil des résumés*.Paris : CEMAGREF, 25 p. Journées techniques de l'aménagement forestier, 29-30 avril 2004, Paris. <http://www.gip-ecofor.org/ecofor/docs/Compil.doc>
- Goussanem, M., 2000** - L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA).Algérie. Rome : FAO, 60 p. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/X6771F/X6771F00.pdf>
- Lehouérou H.N., 1980** - L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, tome 2, n° 1, pp. 31-44.
- Madoui A.,2002** - Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. *Forêt méditerranéenne*, tome 23, n° 1, 23 p.
- Missouni A., Mederbal K. & Benabdelli K., 2002-** Apport des systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts : Exemple de la forêt de Kounteidat, Algérie. *Forêt méditerranéenne*, tome 23, n° 1, 11 p.
- Ouelmouhoub S., 2003** - Contribution à l'étude des suberaies de la région d'El Kala : dynamique post - incendie des successions végétales et leur biodiversité. Thèse Magister INA Alger, 88 p + annexes.
- Ouelmouhoub S ., 2005** - Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des, suberaies, Série « Master of Science » n°78.
- Pausas J G., 1997-** Resprouting of *Quercus suber* in North East Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, n. 8, p. 703-706.
- PUYO J-Y., 1999** - Les subéraies algériennes sous la domination française (1830-1962) - entre production et dévastation", *Colloque international El negocio del corcho (pasado, presente y futuro)*, Groupe de Recherche Investigación sobre el Corcho, Jarandilla de la Vera (Caceres, Universidad de Extremadura), 13-14.
- Seltzer P., 1946** - Le climat de l'Algérie. IMPG Carbonnel, Alger.
- Trabaud L., 1980** - Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones des garrigues du bas Languedoc. Thèse Doctorat des sciences, USTL, Montpellier, 291 p.
- Trabaud L., 1992-** Réponses des végétaux ligneux méditerranéens à l'action du feu, *Pirineos*, n. *Vegetation Science*, n. 8, pp. 703-706.

Aménagement sylvo-pastoral de la suberaie de Zerdeb

Mostafia BOUGHALEM¹, Mohamed MAZOUR² et Baghdad MAACHOU³

¹ Doctorante, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen 13 000. Email : boughalem_2000@yahoo.fr

² Maître de Conférences, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen 13 000. Email : mohamed_mazour@yahoo.fr ³ Chercheur en législation et réglementation rurale. Email : maachou_bag@yahoo.fr

Résumé : La suberaie de Zerdeb, située à 30 km est de Tlemcen, est très dégradée à la suite de son abandon et du passage de nombreux incendies. Elle se caractérise par un état d'embroussaillage important et un développement d'un maquis fortement combustible. La re-exploitation du liège et la défense contre l'incendie passent par une réduction de la strate arbustive combustible de cette suberaie. Dans ce contexte, nous avons analysé, sur une période de cinq ans (2003-2007), l'effet de trois systèmes de gestion des terres à chêne-liège, liés à l'élevage caprin. (Témoin régional : avec une pression de moins de 20 chèvres/ha et un séjour annuel de moins de 3 mois ; Maquis surpâturé : avec une pression de plus de 20 chèvres/ha et un séjour annuel de plus de 3 mois et Maquis mis en défens), sur la production de biomasse, les risques d'incendie et la dynamique du carbone dans le sol. Il paraît clairement que le système de mise en défens contribue non seulement à la protection de la suberaie contre les incendies, mais aussi à l'amélioration de sa fertilité.

Mots clés : chêne liège, aménagement forestier, pâturage, incendie, conservation des sols.

استعمال الرعي لإدارة غابة زرداب لشجرة البلوط الفليني

ملخص: شهدت غابة زرداب كباقي غابات البلوط الفليني الواقعة بمنطقة شمال غرب الجزائر تدهورا كبيرا لسبب التراجع في رعايتها وتعرضها لحرائق عديدة. فهي تتميز بحالة تعشب كثيفة متشابكة وأدغال شديدة الاحتراق. إن عملية تنقية الأعشاب تحت الغطاء الخشبي تعتبر ضرورية لإعادة تأهيل الغابات واسترجاعها من حيث إنتاج الفلين وحمايتها من الحرائق، باعتبارها مصدرا للأعلاف أقل تكلفة من المصادر الأخرى.

نسعى من خلال هذه الدراسة إلى عرض نتائج خمس سنوات (2003-2007) من إدخال ثلاثة أساليب رعية بغابة زرداب: (أسلوب الرعي التقليدي المتمثل بحمولة أقل من 20 رأس من المعز في الهكتار لمدة لا تتجاوز 3 أشهر سنويا؛ أسلوب الرعي الجائر المتمثل بحمولة أكثر من 20 رأس من المعز في الهكتار لمدة تفوق 3 أشهر سنويا؛ أسلوب إغلاق الأراضي أمام الرعي) ودراسة تأثيرها في زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، تخزين الكربون العضوي في الأرض وحماية الغابة من الحرائق.

لقد أكدت النتائج أن أسلوب إغلاق الأراضي أمام الرعي لم يؤدي فقط إلى حماية الغطاء تحت الخشبي من اندلاع النيران، بل أدى في نهاية المطاف إلى المحافظة على نوعية التربة ورفع خصائصها وديمومة خصوبتها في البيئة الهشة المدروسة.

كلمات مفتاحية : البلوط الفليني، أسلوب إدارة الأراضي، الرعي، الحرائق، المحافظة على الأراضي.

Sylvopastoral management in the Zerdeb cork-oak forest

Abstract: Numerous experiments aiming at improving the cork-oak forest in the north Mediterranean region used grazing flocks to control the combustible shrub stratum and enable their protection and improving.

Large forest fires affect the cork oak forest of Zerdab in northwestern Algeria. This forest, which has been abandoned for decades, is subjected to numerous attempts to revalorise these

woodlands by linking them with livestock systems, in order to control their invasion by scrub vegetation and to prevent fires. The objective of this study is to analyse precisely the role of three silvopastoral systems (overgrazing, traditional pastoral system and controlled grazing system) at the end of a five-year grazing period (2003-2007). The results show that controlled grazing contributes not only to the prevention and protection of forest against fires, but also to the improvement of its fertility. The revitalization by clearing and fire of the matorrals shrubs makes the possibility to offer to the livestock's owners more pastoral areas for meeting their animals' needs.

Key words: corn-oak, forest management, grazing, wild fires, soil conservation

Introduction

Les subéraies du sud du bassin méditerranéen et particulièrement la forêt de Zerdeb dans l'ouest algérien (région de Tlemcen) sont souvent dégradées par suite de l'abandon de l'exploitation de liège, de l'embroussaillage et des incendies qui s'en sont suivis.

Elles se caractérisent par un état de dégradation et d'embroussaillage important et contribuent ainsi au développement d'un maquis fortement combustible.

Malgré la relative résistance du chêne liège au feu, une dynamique régressive incendie-embroussaillage- incendie s'installe avec des conséquences néfastes sur l'environnement et le paysage.

La re-exploitation du liège et la défense contre l'incendie passent par une réduction de la strate arbustive combustible de la subéraie. Or, cette strate arbustive peut constituer, dans certaines conditions, une ressource alimentaire pour les animaux d'élevage d'où l'idée d'associer élevage productif, protection et remise en valeur de la forêt de chêne liège. La superficie en chêne- liège est de l'ordre de 567ha, avec une production moyenne du liège évaluée à 167 quintaux par an.

Nous sommes donc confrontés sur un même espace sensible à deux logiques d'utilisation, celle de l'éleveur qui a pour objectif essentiel de nourrir son troupeau et d'équilibrer son système d'exploitation, et celle du propriétaire qui cherche à entretenir et valoriser le milieu (production du liège).

Notre objectif est d'analyser, sur trois systèmes d'élevage situés essentiellement en subéraie de Zerdeb, l'impact du pâturage après cinq ans d'installation et de travaux dans des conditions réelles.

1. Matériel et méthodes

La zone d'étude est située dans le nord-ouest algérien, dans les monts du Gourari au sud d'Ouled Mimoun et à 30 km au sud-est de Tlemcen. Ce massif très dégradé est représentatif du tell occidental compte tenu de la diversité de ses caractéristiques climatiques et forestières ainsi que des différents aménagements dont il a fait l'objet. Il se caractérise notamment par :

- un climat de type méditerranéen semi-aride avec des pluies annuelles qui varient de 380 mm à 500 mm. Ces pluies présentent une irrégularité spatio-temporelle et un régime de courte durée et à forte intensité (l'intensité maximale pouvant atteindre 84 mm/h en 30 mn)

- des formations végétales, dont le chêne-liège, à l'état très dégradées, caractérisées par de faibles densités de recouvrement et de mauvaises conditions de régénération.

Si les facteurs naturels jouent un rôle important dans les processus de dégradation avec des conséquences fâcheuses sur la productivité des sols en particulier, il n'en demeure pas moins que l'accélération de ces phénomènes dépend largement des modalités de gestion telles que l'utilisation de l'espace forestier, son entretien, le choix des systèmes de gestion des parcours, la gestion des eaux et la conservation des sols.

Les mesures d'amélioration ont été menées sur une période de cinq années sur les sols les plus représentatifs des montagnes de la région : les sols rouges fersiallitiques sur grès. Ces sols sont riches en sables. Le taux des matières organiques est faible et décroît de la surface vers la profondeur. Le rapport C/N montre une évolution des matières organiques insuffisante (Tab. 1).

Tableau n° 1. Principales caractéristiques analytiques des sols (Mazour, 2004).

Type de sol	Sol rouge fersialitique sur grés (Tlemcen)	Type de sol	Sol rouge fersialitique sur grés (Tlemcen)
Profondeur (cm)	0-10	Profondeur (cm)	0-10
Calcaire total%	3,23	C/N	11,55
Argile%	37,31	Azote total %	0,09
Limoneux totaux%	20,48	P2O5 (olsen) ppm	-
Sables totaux%	41,37	pH eau	7,0
Densité apparente	1.5	Complexe absorbant méq/100g de terre	17,3
IS.	-	Ca ⁺⁺	
M.O %	1,78	Mg ⁺⁺	1,6
CO%	1,04	K ⁺	1,2
		Na ⁺	0,31

La végétation naturelle, fortement dégradée, est constituée de chêne-liège (*Quercus suber*), doum (*Chamerops humilis*), alfa (*Stipa tenacissima*), diss (*Ampelodesma mauritanica*), bruyère (*Erica arborea*), cyste (*Cistus sp.*), genêt (*Genista sp.*), calycotome (*Calycotome spinosa*) et de quelques graminées et autres plantes annuelles.

L'approche méthodologique repose sur une observation rigoureuse de l'état actuel du chêne liège et du cortège floristique qui l'accompagne. Elle prend en compte l'analyse et la synthèse de l'ensemble des expériences menées dans la région concernant les systèmes traditionnels sylvo-pastoraux et les résultats obtenus au niveau de la station de Gourari (importance du ruissellement, de l'érosion, de la dynamique du carbone et de la production de biomasse) en fonction de quelques aménagements testés. Les paramètres relevés sont : le nombre de têtes par hectare et le temps de séjour des chèvres sur la même parcelle pâturée. Par ailleurs, un autre test a porté sur l'intérêt de la mise en défens des terres.

Le dispositif permet d'analyser l'effet des 3 systèmes de gestion des terres à chêne-liège utilisés dans cette subéraie. (le témoin régional : système de gestion traditionnel le plus fréquent dans la zone d'étude avec une pression de moins de 20 chèvres par hectare et un séjour d'une durée moyenne inférieure à 3 mois par an ; le maquis surpâturé : une pression de plus de 20 chèvres par hectare et un séjour de plus de 3 mois par an et maquis mis en défens) sur la production de biomasse (chêne-liège), les risques d'incendie et la dynamique du carbone dans le sol.

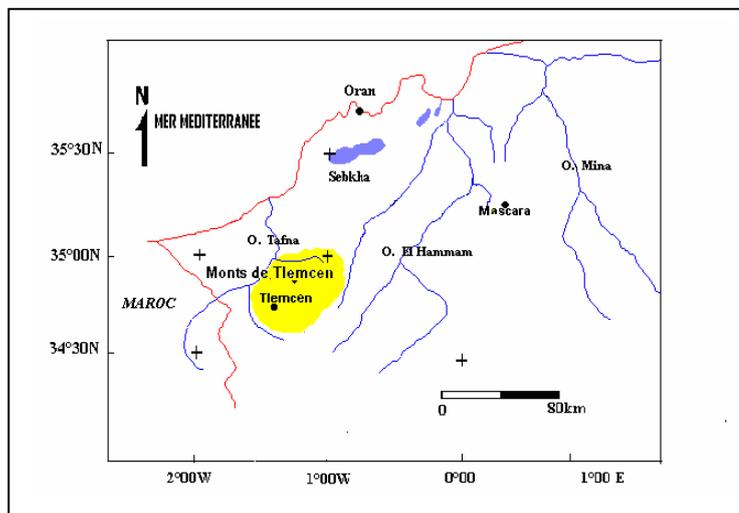


Figure 1. Carte de situation des monts du Tell occidental

2. Résultats et discussion

Les stocks en carbone organique du sol (COS) calculés pour une épaisseur de 10 cm ont diminué de 10 à 25% pour le système régional et de 16 à 22 % sur le maquis sur pâturé. Le système amélioré, par contre, a eu au bout de cinq années de mise en défens, un effet appréciable sur le stockage du carbone dans le sol (5 à 28%), (Tab. 2).

Le travail minimum du sol et la mise en défens ont une influence très marquée sur le risque de dégradation ; ils retardent le déclenchement du ruissellement, augmentent l'infiltration et maintiennent les stocks de carbone.

Tableau 2 : Moyenne des ruissellements annuels, de l'érosion et des pertes en carbone en fonction de trois systèmes de gestion des terres à Gourari durant la période 2003-2007

Systèmes de gestion	Paramètres	Ruissellemen t annuel moyen (%)	Erosion (t/ha/an)	Carbone organique Profondeur (10 cm)	
				Stock (t/ha)	Pertes (kg/ha/an)
	<u>Parcelle 1 : Témoin régional</u>	10,8	1,7	11	25,8
	<u>Parcelle 2 : Maquis sur pâturé</u>	12,5	3,2	9,11	30,8
	<u>Parcelle 3 : Maquis mis en défens</u>	10	1,2	12,21	17,8

Sur les systèmes améliorés (mise en défens), les teneurs en carbone des sols en place ont sensiblement augmenté, ce qui laisse supposer une restitution de la matière organique issue de la biomasse au sol, en présence d'une érosion superficielle modérée. Par contre sur les sols nus et les parcours, nous enregistrons une diminution de la teneur en carbone due essentiellement au décapage en surface par l'érosion hydrique (Tab. 2).

La perte du COS est l'indicateur d'une utilisation des terres non durable qui mène à la dégradation des sols et les pertes de rendements. Les systèmes de gestion des sols testés ont joué un rôle dans la variabilité et l'évolution des teneurs en carbone.

Outre le décapage de l'horizon de surface, l'érosion entraîne des pertes sélectives en carbone et en éléments minéraux. Les pertes sélectives sont de 1 à 4 fois supérieures à celles auxquelles on pourrait s'attendre s'il n'y avait qu'un décapage du sol en place. La matière organique est la plus légère et par conséquent la première à être transportée en grande quantité par le ruissellement.

Le tableau 3 montre que la mise en défens des parcelles étudiées permet une augmentation de plus de 3 fois (326,6%) la production de biomasse par rapport à la gestion traditionnelle qui a contribué à une régression considérable du couvert végétal et par conséquent de la forêt de chêne liège déjà fortement dégradée.

La production de biomasse substantielle contribue à l'amélioration du stock de carbone organique dans le sol améliorant ainsi sa productivité. D'autre part, cette gestion ne peut qu'améliorer le potentiel de production animal et constituer, dans certaines conditions, une ressource alimentaire pour les animaux d'élevage.

Tableau n°3 : Production moyenne de biomasse selon trois systèmes de gestion des terres à Gourari durant la période 2003-2007

Paramètres	Biomasse (t/ha/an)	
	Produite	Consommée
Systèmes de gestion		
<u>Parcelle 1 :Témoin régional*</u>	0,4	0,3
<u>Parcelle 2 :Maquis surpâturé</u>	0,46	0,38
<u>Parcelle 3 : Maquis mis en défens</u>	1	0,91

* Estimation sur la base d'indicateurs choisis sur le terrain et d'observations régulières de la parcelle de quantification

Le système de gestion de la subéraie suppose une évaluation des besoins alimentaires du cheptel de la région, de sa charge sur le milieu naturel et particulièrement sur le chêne-liège

ainsi que l'état des écosystèmes forestiers et leur productivité de même que les risques d'incendie.

3. Conclusion

L'élevage caprin a depuis longtemps un rôle socio-économique important dans la subéraie de Zerdeb. Il s'inscrit dans une tradition solidement ancrée, même si une pratique anarchique est souvent cause d'une dégradation de l'état boisé.

Contrairement à l'élevage ovin qui ne peut assurer l'entretien des débroussailllements dans les conditions normales de production (Thavaud, 1988; Prevost et *al*, 1990), l'élevage caprin suscite un regain d'intérêt, en terme de prévention contre les incendies (débroussaillage et entretien des sous-bois).

Les travaux effectués au niveau des parcelles expérimentales montrent que les systèmes de gestion appliquée dans la région sont peu productifs en biomasse. Ils représentent un apport alimentaire limité et ne peuvent donc couvrir les besoins du troupeau caprin. Ceci ne peut que contribuer à la régression du couvert végétal et particulièrement la forêt de chêne liège déjà fortement dégradée.

La forme de gestion préconisée en matière d'élevage doit forcément tendre vers une forme mixte qui repose sur un parcours raisonné en forêt et un apport complémentaire d'aliments concentrés ou autres.

Le milieu naturel peut lui contribuer à hauteur de 0,4 à 01 tonne/ha/an sous forme de fourrage. Par ailleurs, le parcours non géré peut contribuer à la réduction de la productivité de l'écosystème forestier à chêne-liège d'une manière significative (jusqu'à 30% par rapport à un traitement de mise en défens). Il permet un débroussaillage parfois assez sévère et apporte en contrepartie une certaine quantité de matière fourragère pour le cheptel. Mais ceci peut se faire aussi en faveur d'un meilleur équilibre de la forêt et de son évolution vers un état permettant l'augmentation de la productivité en biomasse et une meilleure résistance à la dégradation de l'eau et du sol.

Signalons enfin l'importance de la gestion de la matière organique qui est à la base de la productivité des écosystèmes. Cette gestion qui semble se faire au détriment des aliments à mettre à la disposition du cheptel est en fin de compte nécessaire pour maintenir le potentiel de fertilité et de production du sol (Masson, 1989). De plus elle contribue à l'amélioration des propriétés hydrodynamique du sol et donc à la conservation de l'eau et du sol dans l'optique d'une gestion durable des ressources naturelles et d'une meilleure prise en charge des objectifs environnementaux.

4. Références bibliographiques

Masson Ph., 1989-Contribution des troupeaux à la remise en valeur des subéraies. Intérêt des semis de fourrages sous chêne-liège. *Sci. gerund.* (15), 7p.

Mazour M., 2004-Etude des facteurs de risque du ruissellement et de l'érosion en nappe et conservation de l'eau et du sol dans le bassin versant de l'Isser. Tlemcen. Thèse de Doctorat d'état, Université de Tlemcen, 184p.

Prevost T F, Mathey F., Garde L. & Thavaud P., 1990- Elevage et forêt méditerranéenne : mise au point de nouveaux systèmes transhumants. Communication, colloque. Foresterannée, Avignon 2-5 Mai 1990.

Thavaud P., 1988 -Eleveur et débroussailleur. *Patre* (359), pp. 70-71.

Effet du substrat sur la croissance et le comportement des jeunes plants de chêne liège (*Quercus suber*) élevés en pépinière (Région de Tlemcen)

Sabéha Bouchaour-Djabeur et Esma Merabet

Département de Foresterie, Faculté des sciences, Université de Tlemcen 13000 (Algérie)

E-mail : sabeha08@yahoo.fr

Résumé: Suite à des causes multiples et complexes, les suberaies méditerranéennes ont subi une dégradation continue qui se traduit par une très faible régénération naturelle. Pour réhabiliter ces forêts et dans le but d'améliorer les techniques de production des plants de chêne liège, nous nous proposons de caractériser de point de vue physico-chimique quelques substrats préparés à base de matériaux disponibles pour tester leurs effets sur le développement des jeunes plants en pépinière. Nous avons utilisé comme élément aérateur, trois types de granulés de liège et le grignon d'olive et comme élément reteneur, le terreau, la terre végétale et le fumier. Les critères d'évaluation qui ont été retenus pour juger la performance des plants sont d'ordre morphologique. Les analyses physico-chimiques des substrats avant et après le semis, ont montré la qualité moyenne de la terre végétale (8 à 9,7% de M.O.) utilisée en comparant avec le terreau qui est doté d'une meilleure qualité en matière organique (10,2%). L'utilisation des substrats à base de granulés de liège a permis un bon développement des plants.

Mots clés : réhabilitation, chêne liège, substrat de culture, paramètres morphologiques, développement.

Effect of the substratum on the growth and the behavior of the young plantations of cork oak (*Quercus suber*) brought up in tree nursery (area of Tlemcen)

Abstract: Suite in multiple and complex causes, the mediterranean forests of cork oak underwent a continuous degradation, which is translated by a very low natural regeneration. To re-authorize these forests and to contribute modestly to improve the techniques of production of the plantations of cork oak, we suggest characterizing from physico-chemical point of view some substrata prepared with available materials to see their effect on the development of the young plantations in tree nursery. We used as element ventilator, three types (chaps) of granules of cork and the grignon of olive. As element to reteneur, we took the compost, the steppe black soil and the fertilizer. The criteria of evaluation which were held (retained) to judge the performance of plantations are of morphological order. The physico-chemical analyses of the substrata before and after the sowing, showed the average quality some steppe black soil (8 to 9,7 % of M.O.) used by comparing with the compost which is endowed with a better quality in organic matter (10,2 %). The use of the substrata with granules of cork allowed a good development of plantations. However, it is necessary to be careful, because they are that data of a first phase of the study incomplete and an evaluation of the behavior of plantations in afforestation turns out necessary.

Key-words: rehabilitation, cork oak, substratum of culture, morphological parameters, development.

Introduction

Exclusivement méditerranéen, le chêne liège a depuis des siècles suscité l'intérêt de l'homme pour ses divers intérêts écologiques, esthétiques et surtout économiques et sociaux. Son produit naturel et renouvelable participe à la pérennisation de nos forêts, qui sans gestion adéquate, elles peuvent de retrouver à l'abondance et aux proies des flammes.

Les suberaies algériennes qui ont toujours occupé une place primordiale dans la vie socio-économique du pays, ont subi une dégradation continue pour des raisons diverses et aggravée par une très faible régénération naturelle. Pour réhabiliter ces forêts, plusieurs tentatives de semis directs ont été réalisées mais se sont malheureusement soldées par des échecs. Le recours à la régénération assistée s'avère donc une nécessité.

Jusqu'à l'heure actuelle et selon Harfouche et *al.* (2004), les exemples de régénération artificielle du chêne liège en Algérie sont rares voire inexistantes. Seules quelques placettes expérimentales ont été réalisées démontrant la faisabilité d'une telle opération (reboisements à petite échelle), faute de disponibilité des plants liée à la faible maîtrise des techniques d'élevage et leur amélioration en pépinière. Les problèmes rencontrés étaient l'enroulement des racines latérales et la forte croissance du pivot qui provoquent une déformation en forme de chignon. Actuellement, avec la culture sur planches surélevées, ces derniers disparaissent mais beaucoup d'autres demeurent. Les causes éventuelles sont la sécheresse et l'absence d'entretien, mais aussi la provenance des glands, les conditions de récolte, de conservation et d'élevage auxquelles s'ajoutent les conditions de transport des jeunes semis. Cependant il existe beaucoup d'auteurs qui ont évoqué les effets de certaines techniques sur la reprise et la croissance du chêne liège, l'amélioration de la qualité des plants par la conservation des glands ainsi que les contraintes hydriques et thermiques, ... ; nous citons parmi eux, Lamey (1893), Argillier *et al.* (1993), Ksontini (1996), Bensghir (1996), Merouani *et al.* (2000), Lamhamedi (2000 et 2007), Chouial *et al.*, 2004, Hafouche *et al.* (2004), Nsibi (2005), etc.

Dans un but de préservation et de reconstitution du patrimoine subéricole, l'Algérie a lancé en 2000 un programme de réhabilitation des subéraies avec l'objectif de planter 20 000 ha en 5 ans (2003 - 2007) (D.G.F., 2003). C'est dans ce contexte que s'inscrit notre contribution. Nous nous sommes proposés de rechercher un support de culture pour l'élevage des plants de chêne liège en testant un certain nombre de matériaux locaux et disponibles en vue d'aboutir à un mélange offrant des caractéristiques physico-chimiques semblables ou proches de celles qui caractérisent le substrat de référence (tourbe + écorce) et qui permettent d'obtenir des plants de qualité durant le cycle d'élevage. Nous avons donc entrepris une étude expérimentale pour la production de plants de chêne liège sur planches surélevées dans des conteneurs WM pour comparer l'effet des différents substrats utilisés sur la morphologie et la croissance du chêne liège. Les critères de normalisation qui ont été retenus pour juger la qualité des plants, sont des paramètres morphologiques tels que : la hauteur de la tige, le diamètre au collet, le nombre de feuilles et l'observation du système racinaire.

1-Matériels et méthodes

L'expérimentation a été conduite dans une pépinière au niveau de la conservation des forêts de Tlemcen à une altitude moyenne de 900m, une pente de 0 à 3% et une exposition nord-est.

1.1- Origine des glands

Les glands de chêne-liège proviennent de la forêt domaniale de Hafir qui fait partie des monts de Tlemcen. Elle se situe au Sud Ouest de la ville occupant une superficie de 10157 ha. Son altitude varie de 1000 à 1418 m. Pédologiquement, la forêt de Hafir est caractérisée par une variété remarquable de sols allant de la roche mère nue aux sols bruns forestiers (sol rouge fersiallitique, sol brun fersiallitique, sol fersiallitique rouge et mosaïque dolomie/sol) (GUAOUAR, 1980). Du point de vue climatique, la forêt de Hafir est caractérisée par un climat humide, soumis aux variations thermiques dues aux influences continentales. Le développement des végétaux n'est pas du simplement à la quantité absolue de l'eau disponible mais plus précisément à la façon dont elle est répartie au cours de son cycle végétatif (BOUDY, 1948).

1.2- Préparation des glands

Les glands ont été récoltés au hasard selon deux modes de récolte : ramassage des glands tombés par terre et récolte directe par gaulage au mois de décembre et janvier 2007.

Après la récolte, les glands ont été sélectionnés, triés et nettoyés. Une quantité était mise en stratification dans une chambre froide à température 4°C pendant trois mois. Après la conservation, les glands ont été mis sous un traitement de fongicide. Après 4 à 5 fois de ressuyage, les glands égouttés ont subi une submersion de 15 à 20mn dans l'eau distillée puis étuvés à 38°C. Durant la même période, une autre quantité de glands est soumise à des températures douces proches de 20 °C et un taux d'humidité élevé. Au bout de quelques jours, les glands ont commencé à pré-germer. Ces derniers avec un pivot de 6 à 8 cm, ont été nettoyés et décapités aux racines à 1 cm du collet.

1.3. Substrat de culture et mélanges utilisés

La qualité du plant forestier dépend en grande partie de la nature et de la richesse du substrat. Pour des raisons pratiques et de disponibilités, nous avons utilisé comme éléments aérateurs les granulés de liège et le grignon d'olives et comme éléments rétenteurs, la terre végétale, la tourbe et le fumier (Photos 1 à 5).



Photo 1: Granulés de liège



Photo 2: Grignon d'olives



Photo 3 : Terre végétale



Photo 4: Terreau



Photo 5: Fumier

Les substrats utilisés sont le résultat d'un mélange manuel selon des proportions indiqués dans le tableau 1 (essais effectués le 20 Avril 2008).

Tableau 1: proportions de mélanges utilisés dans les essais

Modalités	Terreau	Terre Végétale	Grignon D'olive	Fumier	Granulé De Liège	arrosage	Observations
1	1/6	3/6	1/6	1/6	–	2 fois/ semaine	Sans traitement
2	–	2/5	1/5	2/5	–	2 fois/ semaine	Sans traitement
3	–	2/5	1/5	2/5	–	2 fois/ semaine	Substrat traité
4	–	2/5	1/5	2/5	–	2 fois/ semaine	Glands traités + substrat traité
5	–	2/5	1/5	2/5	–	1 fois/10 jours	Substrat traité
6	–	2/5	–	2/5	1/5	2 fois/ semaine	Substrat non traité + Granul. de grande dimension
7	–	2/5	–	2/5	1/5	1 fois /10 jours	Substrat traité + Granul. de petite dimension
8	–	2/5	–	2/5	1/5	2 fois/ semaine	Substrat non traité + Granul. De petite dimension
9	–	2/5	–	2/5	1/5	2 fois/ semaine	Substrat non traité + Granul. De dimension moyenne

1.4. Conditions de culture

Au moment de la culture, les glands ont été sortis de la chambre froide et laissés pendant deux jours en conditions naturelles. Ils ont été semés par la suite dans des caisses surélevées de 20cm par rapport au sol pour permettre l'auto-centrage des racines. Ces caisses contiennent 30 conteneurs WM (5 x 6) et installées dans une serre de production. Des désherbages manuels ont été entrepris selon la nécessité. Les arrosages ont été effectués par brumisation au moyen d'un système d'arrosage manuel afin de maintenir le niveau hydrique du substrat et aussi éviter le lessivage des éléments fins.

1.5. Etudes des paramètres physico-chimiques et morphologiques

1.5.1. Analyses physico-chimiques du sol

Les analyses physico-chimiques du sol du profil des 4 horizons de la subéraie de Hafir (Tlemcen) et chacun des neuf mélanges en fin d'expérimentation ont été réalisées.

Elles concernent la granulométrie, la sédimentométrie, la teneur en eau, les carbonates, les chlorures, la teneur en matière organique, le pH et la conductibilité électrique.

1.5.2. Etude des paramètres morphologiques des plants

Cette étude a touché le taux de germination, le diamètre au collet, la hauteur de la tige, le nombre de feuilles et l'observation du système racinaire.

2-Résultats et discussion

2.1. Evolution de la constitution du substrat dans les deux stades de développement avant et après semi

Les quatre horizons ont sensiblement la même texture de nature sablo-limono-argileuse. Ils sont légers, bien aérés et plus riches en matière organique (10%). Le sol du témoin est le moins performant. L'évolution régressive de la matière organique est due à un certain nombre de facteurs bio-édaphiques actifs. Les substrats (mélanges) montrent un pouvoir nutritif assez satisfaisant comparés aux normes requises en teneur en eau avec une légère différence entre eux (>20%).

Les deux aérateurs ont à peu près le même pouvoir de rétention. Le taux des chlorures diminue après la plantation ; ils ont du être pris par les plants ou éliminés par les eaux. Caractérisant l'ambiance physico-chimique d'un site de sol, le pH est satisfaisant pour l'ensemble des mélanges, même pour le témoin. La conductibilité électrique varie pour les mélanges préparés ; ils sont peu salés, sauf pour les modalités 8 et 9 qui présentent une conductibilité électrique supérieure au seuil 1,442. Les carbonates contenus dans le sol sont progressivement dissous par les eaux.

2.2. Etude de la croissance et du développement du chêne liège sur les différents substrats réalisés.

2.2.1. Taux de germination

Le substrat de la modalité 8 enregistre le taux de germination le plus élevé (87%) (fig.1)

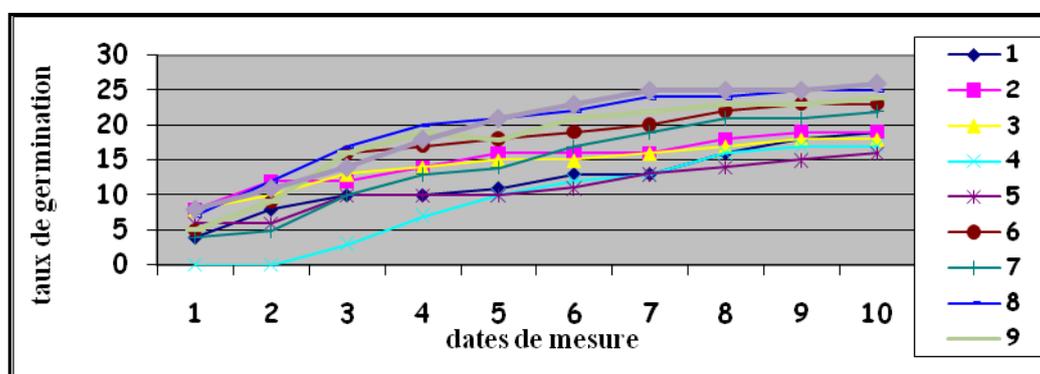


Figure 1-Taux de germination des plants de chêne liège sur les différents substrats

2.2.2. Croissance en hauteur et diamètre au collet

Les courbes de croissance en hauteur (fig.2) présentent une allure sensiblement identique entre les différents substrats ($\approx 210\text{mm}$). Une Différence significative entre ces derniers et le témoin (124mm).

Egalement, la croissance du diamètre au collet (fig.3) est plus importante dans les substrats M₇ et M₈ (3,5mm). Le témoin enregistre le diamètre le plus faible (2,5mm). Donc d'après les normes citées par Lamhamedi (2000), ces deux paramètres présentent des bons résultats en moyenne.

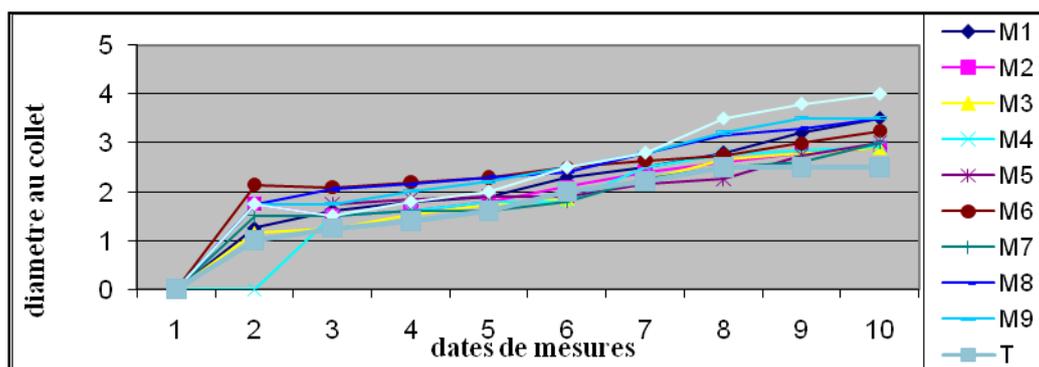


Figure 2-Courbes de croissance en hauteur des plants de chêne liège sur les différents substrats et le témoin

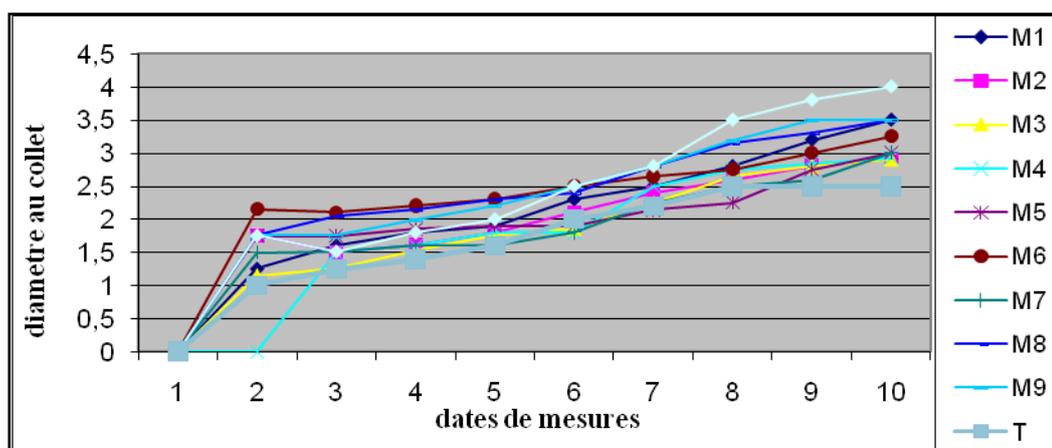


Figure 3-Courbes de croissance du diamètre des plants de chêne liège sur les différents substrats et le témoin

2.2.3. Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles est variable en fonction du type du substrat (fig.4). Les modalités 1 et 8 enregistrent 32 et 30 feuilles et le témoin 23. Pour ce paramètre, nos résultats confirment ceux de Zitouni (2004) qui signale que le nombre de feuilles indique la détermination du meilleur

rétenteur, la meilleure proportion et le meilleur aérateur pour arriver en fin de compte à sélectionner le ou les meilleurs substrats.

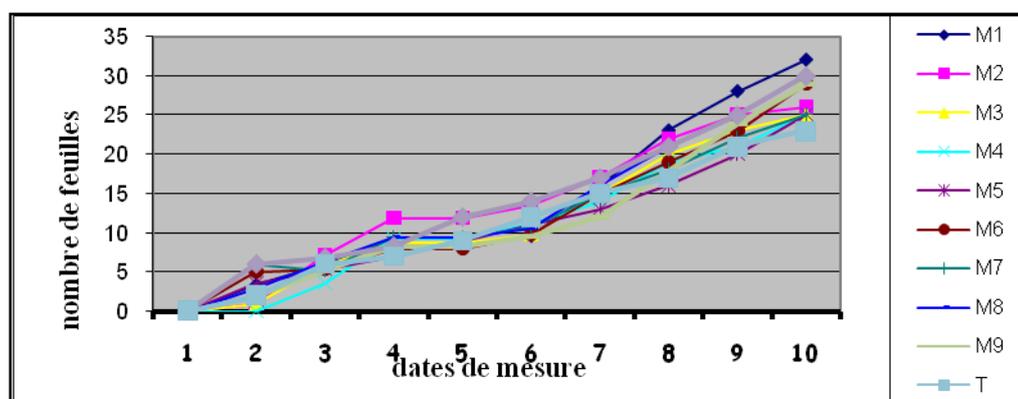


Figure 4-Courbes du nombre des feuilles des plants de chêne liège sur les différents substrats et le témoin

2.2.4. Système racinaire

La majorité des plants développent un chevelu racinaire dense et des coiffes colonisant parfaitement les substrats. C'est une ramification bien équilibrée au cours de la période d'élevage.

3-Conclusion

L'objectif de cette recherche visait à contribuer à améliorer la production de plants de chêne liège de qualité par la technique de culture sur planches surélevées dans des conteneurs WM tout en essayant de réaliser des mélanges de substrats proches aux normes.

Les analyses chimiques des substrats effectués des deux périodes avant et après le semis ont montré la qualité moyenne de la terre végétale utilisée. L'utilisation de l'écorce du liège en tant qu'élément aérateur a réalisé des performances égales à celles connues chez l'écorce de pin composté. À cet effet, les substrats utilisés à base de granulés du liège ont donné les meilleurs résultats concernant les paramètres étudiés. Le chêne liège retarde la déshydratation par amélioration de l'absorption racinaire et manifeste une stratégie d'adaptation aux conditions du milieu extérieur.

D'une manière générale et selon les moyens qui nous ont été disponibles, nous pouvons donc préconiser: l'utilisation de WM de section 25cm², sans fond et de volume 400cm³ (au minimum), l'élevage sur tourbe est luxueux, mais si non, la terre végétale, le fumier et les granulés de liège.

Cependant, il faut être prudent, car ce ne sont que des données d'une première phase de l'étude déjà incomplète, et une évaluation du comportement des plants en boisement s'avère nécessaire.

Remerciements : Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ces journées

Références bibliographiques

Argillier C., Flaconnet G., Moussain D. & Guehl J., 1993- Techniques de production hors sol du cèdre d'Atlas. *Coll. Maroc*.

Bensghir L.A., 1996- Amélioration des techniques de production hors-sol du chêne liège : conteneurs-substrats- nutrition minérale. Master en sciences forestières. CMAGREF (Aix en Provence), 26p

Boudy P., 1948- Milieu physique et milieu humain. Larose, Paris, 686p

Chouial A., Djellebi A., Kahia F., 2004- La culture du chêne liège en pépinière hors sol. *Bull. Rech. For.* Djijel, 07p.

Guaouar A., 1980 - Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen. *Publ. Forêt médit.* Tome II, n 2, pp.131-149.

Harfouche A., 2003- Guide pratique pour la reconnaissance des arbres et peuplements porte-graine. La récolte, le traitement, la conservation et le semi en pépinières des glands de chêne liège. DGF. INRF. 31P.

Harfouche A., Bekkar H., Belhou O. et Graine M. 2004- Quelques résultats à l'état juvénile sur la variabilité géographique du chêne liège (*Quercus Suber L.*) et stratégie d'amélioration génétique. *An. Rech. For.* Algérie, 2004, 37-58.

Lamey A., 1893- Chêne-liège : sa culture et son exploitation. Ed. Nancy, Berger lesrault, 289p.

Ksontini M., 1996- Etude écophysiological des réponses à la contrainte hydrique du chêne liège (*Quercus suber*) dans le Nord-Tunisie : Comparaison avec le chêne Kermes (*Q. coccifera*) et le chêne zeen (*Q. faginea*) : *Thèse de doctorat de l'université*, Académie de Paris, Université Paris XII Val De Marne, 157p

Lamhamedi S., 2000- Problèmes des pépinières forestières en Afrique du Nord ; *cahiers d'études* et de recherche francophonie, agriculture vol 9 N° 5, 369-80 Septembre, Octobre.

Lamhamedi S., Tourigny M., Bettey, Colas F., 2007- *Colloque* de transfert des connaissances des plants aux plantations; technique, technologie et performance. Centre des congrès du Québec, 28p.

Merouani H., Branco C., Helena Almeida M., et Pereira J.S., 2000- Amélioration de la qualité des plants de chêne liège (*Quercus suber L.*) par la conservation des glands : *congresso mundial do sobreiro e da cortiça*, junho 19-21 (2000), CCB lisboa, 14p

Nsibi R., 2005- Sénescence et rajeunissement des suberaies de Tabarka-Ain Draham avec approches écologiques et biotechnologiques : *Thèse de Doctorat*, Université de Tunis II, Faculté des sciences de Tunis, 156p

Effet de la durée d'un stress au froid sur l'accumulation de la proline, des sucres solubles et chlorophylles chez les semis du chêne liège (*Quercus suber L.*)

Amina Beldjazia¹, Malika Rached-Kanouni¹, Djamel Alatou¹, Sakr S², Azzedine Hedef.¹

¹Laboratoire de développement et valorisation des ressources phyto-génétique. S. N. V. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université Mentouri, Constantine.

²Centre de Recherche INRA, SAGAH-Science Agronomiques appliquées à l'Horticulture. UMR INRA/INH/Université d'Angers, France.

Emails: beldjaziaamina@yahoo.fr, kmalikbio@yahoo.fr, djalatou@yahoo.fr, hadef83@yahoo.fr

Résumé:

L'objectif de notre étude conduite sur le chêne liège (*Quercus suber L.*) consiste à analyser les effets d'un stress thermique (basses températures) sur des semis élevés en conditions contrôlées. Dans notre expérimentation, les variations de la teneur en proline, en sucres solubles et en pigments chlorophylliens sont suivies sur les différents organes (feuilles de la 1^{ère} vague de croissance, feuilles de la 2^{ème} vague de croissance, tiges et racines) au stade repos apparent de la deuxième vague de croissance. Le stress (3 stress successifs) est réalisé à des températures croissantes de -2°C, 0°C, 2°C et 5°C pendant une durée de 3 heures, afin de quantifier le degré d'adaptation des semis par des marqueurs biochimiques (proline, sucres...). Les résultats obtenus montrent une augmentation significative de la proline au niveau des racines à -2°C (1^{er} stress) et des taux importants de sucres solubles au niveau des feuilles de la 1^{ère} vague de croissance à -2°C (3^{ème} stress), alors qu'une diminution est remarquée pour leurs pigments chlorophylliens.

Mots clés : chêne liège, stress au froid, acclimatation, proline, sucres solubles.

Abstract : This study carried out on the cork oak (*Quercus suber L.*) aims to analyse effects of thermal stress (low temperature) oak seedlings grown under controlled conditions. Variation of proline, soluble sugars and chlorophyll pigments contents were surveyed experimentally, during the rest period of the second flush of growth, within different organs (leaves of the first and second flush of growth, stems and roots). The stress (3 successive stresses) is realized with increased temperature of -2°C, 0°C, 2°C and 5°C during 3 hours period, to quantify the seedlings adaptation degree by biochemical markers (proline, sugars...). The results show a significant increase in rate of proline at -2°C (first stress) on one hand; and important rate of soluble sugars in the leaves of the first growth flush at -2°C temperature (third stress), which a decrease of their chlorophyll pigments content is remarked on the other hand

Key words: cork oak, cold stress, acclimatation, proline, soluble sugars.

المخلص: تهدف هذه الدراسة التي أجريت على بلوط الفلين (*Quercus suber L.*) الى تحليل آثار الاجهاد الحراري (درجات الحرارة المنخفضة) على الشتلات التي نبتت في ظروف خاضعة للرقابة. في تجربتنا تم اتباع التغيرات في محتوى البرولين و السكر القابل للذوبان و أصباغ الكلوروفيل في مختلف الأجزاء (اوراق المرحلة الأولى و الثانية من النمو، السيقان و الجذور) و هذا على شتلات في المرحلة الثانية من النمو. الاجهاد (3 للتأكد على التوالي) تحت درجات حرارة من - 2°م، 0°م، 2°م و 5°م لمدة 3 ساعات لقياس درجة تكيف الشتلات انطلاقا من العلامات البيوكيميائية (البرولين و السكريات).

و تظهر النتائج أن هناك زيادة كبيرة من البرولين في الجذور عند - 2°م (الاجهاد الأول) و معدلات عالية من السكريات القابلة للذوبان في أوراق المرحلة الأولى من النمو عند - 2°م (الاجهاد الثالث) و يلاحظ انخفاض لأصباغ الكلوروفيل.

الكلمات الرئيسية: بلوط الفلين ، الإجهاد الباردة ، التأقلم ، السكريات القابلة للذوبان ، البرولين .

Introduction

La forêt algérienne de chêne liège (*Quercus suber L.*) est localisée entre le littoral et une ligne passant approximativement par Tizi-ouzou, Kherrata, Guelma et Souk-Ahras. Elle est également représentée à l'Ouest dans la région de Tlemcen et Mascara (Belabbas, 1991 in Meribai, 2004). Elle occupe une grande superficie (environ 450000 ha).

De par sa valeur industrielle et ses diverses utilisations (agglomérés d'isolation, revêtement, décoration, bouchons et articles divers), le liège constitue un potentiel économique très important.

L'introduction de chêne liège à Constantine nécessite une étude sur les contraintes abiotiques (froid, chaleur, ...). Il compte aujourd'hui parmi les essences forestières les plus employées dans les reboisements. Cependant son implantation n'est pas toujours réussie, vraisemblablement, du choc de transplantation résultant du changement brutal des conditions thermiques accompagnés souvent des conditions hydriques de pépinière à celles des sites de plantations caractérisés souvent par un stress au froid ou de chaleur (Rached-Kanouni et Alatou, 2005).

Le choc de transplantation pourrait être évité grâce à une acclimatation au froid en chambre de culture ou pépinière. Cependant la durée d'une telle acclimatation et son intensité à appliquer n'est pas bien connue. Dans ce cadre que se situe le présent travail dans lequel on s'intéresse à l'étude de l'effet de la durée d'un stress au froid sur certaines manifestations de l'acclimatation chez le chêne liège et par conséquent l'accumulation de certains solutés comme les sucres et la proline.

1. Matériel et méthodes

Les glands sont récoltés de la région de Guelma et El-Kala (Est- algérien) en novembre 2005. La teneur en eau des glands est calculée à partir de 10 glands pour estimer le pouvoir germinatif. La teneur en eau est exprimée en (%) par rapport au poids frais, et elle a été calculée par la formule suivante (Heller, 1989):

$$H\% = \frac{PF - PS}{PF} \cdot 100$$

Les semis de chêne liège sont élevés en condition semi-contrôlées en jours longs de 16 h à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et de lumière de 6000lux à base des plants. Les semis sont transférés ensuite pendant une durée de 9 heures à des températures de 5°C , 2°C , 0°C et -2°C , puis, remis en condition initiales (photo 1).



Photo 1: Conditions d'élevage des plants de chêne-liège

Les analyses biochimiques (proline et sucres solubles) ont été réalisées au niveau des différents organes des semis de chêne liège (feuilles, tiges et racines) au stade repos apparent de la deuxième vague de croissance (soit 70 jours de croissance après la germination).

Le dosage de proline est réalisé par la méthode de Troll et Luidsley (1955), modifiée par Dreier et Corning (1974 ; in Benlaribi, 1990). Les sucres solubles sont dosés par la méthode de Dubois et al. (1956).

La comparaison de l'effet de différents niveaux de température sur la teneur en proline et de sucres solubles chez les différents organes de semis du chêne liège a été effectuée à l'aide de l'analyse de la variance. Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel (STATITCF).

2. Résultats et discussion

2.1. La teneur en eau

Les résultats obtenus sur la teneur en eau sont consignés dans le tableau 1. Il ressort de ceci que la teneur en eau moyenne est égale à $40.33\% \pm 3.27$. Cette teneur est donc favorable au maintien du pouvoir germinatif.

Un problème difficile à résoudre est celui du maintien de la teneur en eau à un niveau relativement élevé (42-45%) pour conserver le pouvoir germinatif des semences (Bonnet – Massimbert et al., 1977).

Le seuil critique de déshydratation compatible avec le maintien du pouvoir germinatif se situe à 40% pour le chêne liège.

Tableau 1 : Teneur en eau moyenne pour 10 glands de chêne liège

Nombre des glands	Poids frais (g)	Poids sec (g)	Taux d'humidité %
1	7.89	4.37	44.62
2	7.84	4.52	42.34
3	6.24	4.12	33.96
4	7.06	4.30	39.05
5	8.63	4.88	43.42
6	6.77	4.12	39.10
7	6.60	4.05	38.67
8	6.40	3.58	44.09
9	5.64	3.46	38.65
10	5.14	3.12	39.33
Moyenne	6.82	4.05	40.33
Ecart type	1.07	0.53	3.27

2.2. La teneur en proline

Les résultats obtenus montre que la grande teneur en proline est enregistrée au niveau des racines sous une température de -2°C d'un premier stress. La plus faible est observée au niveau des feuilles de la deuxième vague de croissance sous une température de 2°C d'un premier stress (fig. 1).

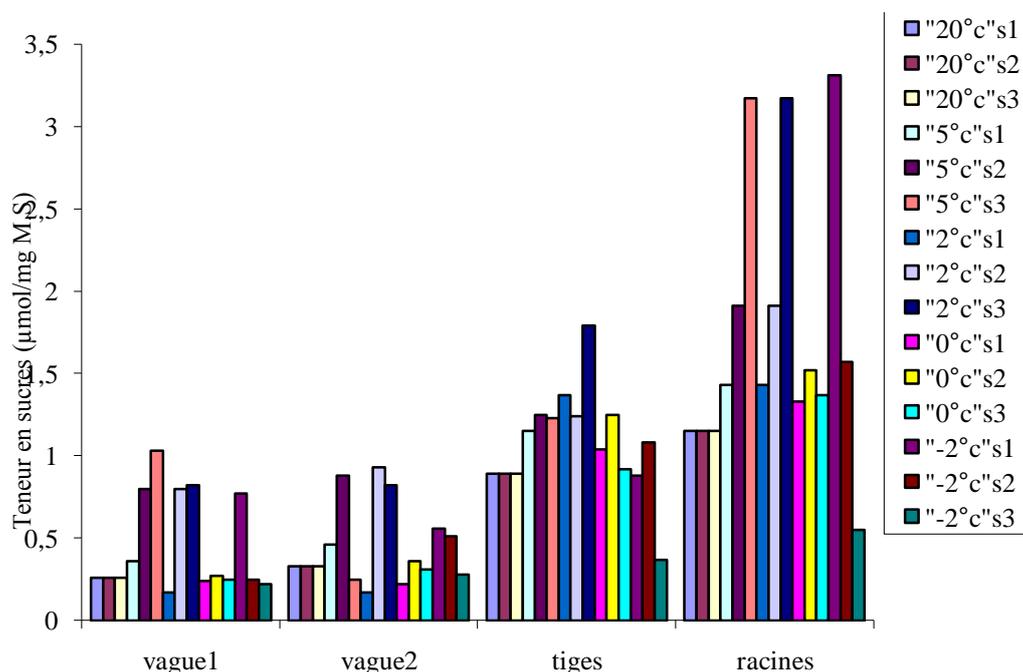


Figure 1: Variations de la teneur en proline au niveau de différents organes de semis du chêne liège en fonction de la température.

La comparaison des moyens révèle l'existence de 5 groupes homogènes où le premier groupe correspond au traitement 2°C avec la moyenne la plus élevée (1.22) et le groupe « D » correspond à 0°C avec une moyenne 0.76 (tab.2)

Tableau 2 : Test Newmen – Keuls à 5%

Températures	Moyennes	Groupes homogènes
2°C	1.22	A
5°C	1.01	B
-2°C	0.86	C
0°C	0.76	D
20°C	0.66	E

On note une teneur faible à 20°C (témoin). Knu et Chen (1986) (in Meribai S., 2004) disent que la teneur en proline est faible dans les conditions normales.

Sous une température de -2°C, la teneur en proline est plus élevée que le témoin. L'augmentation de la proline est considérée comme un excellent marqueur de l'endurcissement au gel chez certains végétaux (Heller, 1989).

Pour les organes, l'analyse statistique révèle l'existence de quatre groupes homogènes (tab.3). Le premier groupe correspond aux racines qui caractérisent la moyenne la plus élevée (1.60) et le dernier groupe comprend les feuilles de la deuxième vague de croissance (0.43).

Tableau 3 : Test de Newmen-Keuls à 5%

Organes	Moyennes	Groupes homogènes
Racines	1.60	A
Tiges	1.08	B
Vague1	0.50	C
Vague2	0.43	D

L'accumulation de la proline se déroule différemment dans les feuilles et les racines (Côme, 1992). Les différences observées entre les organes de la plante résultent sans doute de transfert de cet acide aminé des parties aériennes vers les racines (Côme, 1992), cela explique, la faible accumulation de la proline au niveau des feuilles et la forte accumulation au niveau des racines.

La comparaison des moyennes révèle l'existence de deux groupes homogènes (tab.4) ; le premier comprend les stress 2 et 3 avec une de moyenne (0.92), et le deuxième comprend le premier stress avec une moyenne de (0.87).

Tableau 4 : Test de Newman-Keuls à 5%

Stress	Moyennes	Groupes homogènes
Stress 3	0.92	A
Stress 2		
Stress 1	0.87	B

2.3. La teneur en sucres solubles

La grande teneur en sucres solubles est enregistrée au niveau des feuilles de la première vague de croissance des semis à -2°C (3^{ème} stress) alors que la plus faible est remarquée au niveau des tiges à 5°C (3^{ème} stress) (fig. 2).

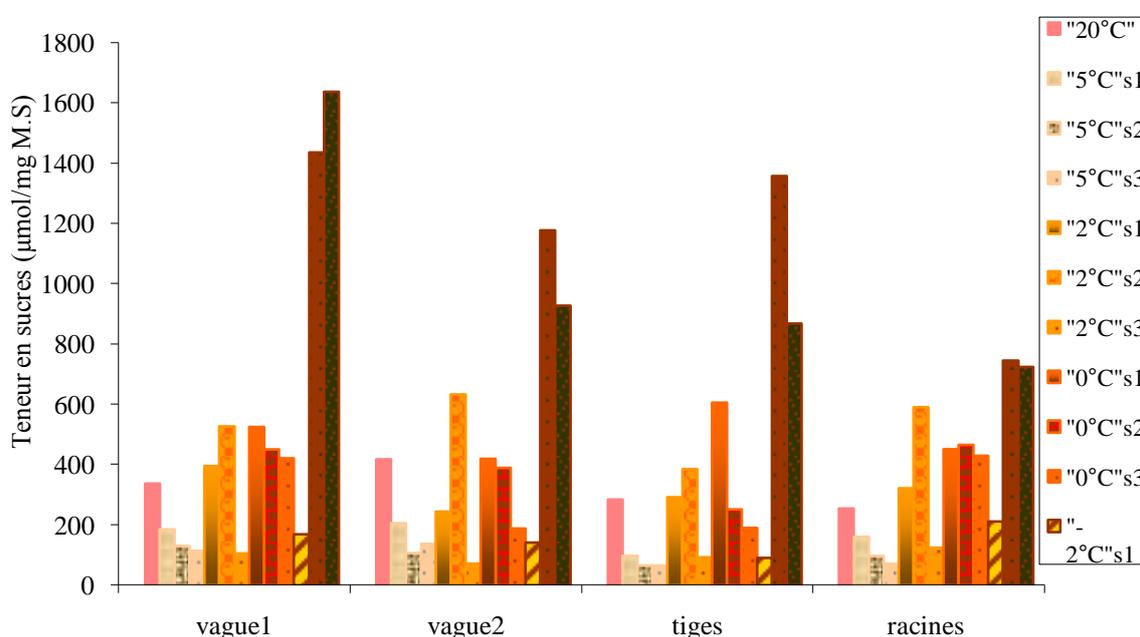


Figure 2 : Variations de la teneur en sucres solubles au niveau des différents organes de semis de chêne liège en fonction de la température.

La comparaison des moyennes révèle l'existence de cinq groupes homogènes (tab.5). Le premier groupe correspond au traitement -2°C avec la moyenne la plus élevée (790.7).

Tableau 5 : Test Newman-Keuls à 5%

Températures	Moyennes	Groupes homogènes
-2°C	790.7	A
0°C	399.42	B
20°C	322.73	C
2°C	315.73	D
5°C	120.25	E

Sous un stress au froid compris entre (5°C et -2°C), les résultats obtenus indiquent que la teneur en sucres solubles la plus élevée est obtenue à -2°C et 0°C alors que la plus faible est enregistrée à 2°C et 5°C. Ce sucre pourrait être négativement relié à la tolérance de la dessiccation induite par le gel en raison de sa participation potentielle dans la réaction de Maillard, qui peut conduire à l'inactivation des protéines et à des modifications au niveau de l'ADN (Koster et al., 1992).

L'analyse statistique révèle l'existence de quatre groupes homogènes (tab.6) ; le premier comprend les feuilles de la première vague de croissance avec la plus forte moyenne (473.87) et le dernier groupe correspond aux racines avec la plus faible moyenne (344.02).

Tableau 6 : Test de Newman-Keuls à 5%

Organes	Moyennes	Groupes homogènes
Vague1	473.87	A
Vague2	393.07	B
Tiges	348.10	C
Racines	344.02	D

Les racines ne sont pas des tissus importants de stockage. Leur croissance continue et les niveaux bas de l'amidon et du saccharose peuvent indiquer que les racines sont des absorbeurs permanents avec des besoins constants durant la période de croissance en vagues des parties aériennes (Alaoui-Sossé et al., 1994), et cela explique la faible teneur en sucres solubles au niveau des racines stressées.

La teneur en sucres solubles au niveau des feuilles de la première vague de croissance est plus élevée par rapport à celle de la deuxième vague de croissance. Les résultats obtenus par Alaoui-Sossé et al. (1994) sur le chêne commun montrent que la quantité en saccharose des feuilles de la première vague de croissance est supérieure à celle des feuilles de la deuxième vague de croissance.

La comparaison des moyennes révèle l'existence de trois groupes homogènes (tab.7). Le premier groupe comprend le 2^{ème} stress avec la plus forte moyenne (505.35), le second correspond au 3^{ème} stress (373.25), et le dernier au 1^{er} stress (290.70).

Tableau 7 : Test de Newman-Keuls à 5 %

Stress	Moyennes	Groupes homogènes
Stress2	505.35	A
Stress3	373.25	B
Stress1	290.70	C

2.4. La teneur en chlorophylle

La comparaison de l'effet de différents niveaux de la température sur le taux de chlorophylle a et b au niveau des feuilles (feuilles de deux vagues) de semis du chêne liège indique que la grande quantité de chlorophylle a et b est obtenue à 20°C (témoin) au niveau des feuilles de la

première vague de croissance (0.99 ± 0.11 pour la chlorophylle (a) et 0.26 ± 0.06 pour la chlorophylle (b) tandis que la plus petite teneur en chlorophylle (a) et (b) est enregistrée au niveau des feuilles de la 2^{ème} vague de croissance de semis transférés à -2°C (3^{ème} stress) (0.19 ± 0.07 pour la chlorophylle a et 0.03 ± 0.03 pour la chlorophylle b) (fig. 3).

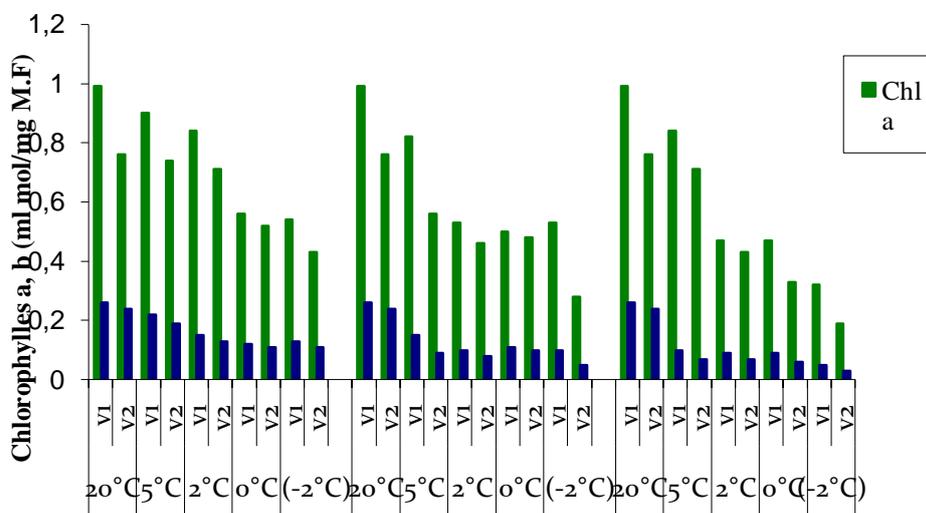


Figure 3 : Variations de taux de chlorophylle (a) et (b) chez les feuilles de semis du chêne liège en fonction de la température de 3 stress.

La photosynthèse est active même lorsque la température de la feuille demeure au voisinage de 0°C , à condition que la plante reçoive un éclairage suffisant.

Quand le froid empêche la photosynthèse, la feuille encore rattachée continue à se déshydrater (Encyclopédie Canadienne, 2006), et cela est en parfait accord avec les résultats obtenus lors de transfert des semis du chêne liège à des températures fraîches (5°C , 2°C , 0°C et -2°C) où une diminution de la quantité de chlorophylle (a) et (b) est observée par rapport à celle soumise dans les conditions normales (témoin).

3. Conclusion

Avec le froid, l'eau gèle. Partout même dans le corps de ceux qui supportent des températures en dessous de 0°C . Alors pour survivre, certaines plantes se sont adaptées à ces conditions défavorables. Ils ont accumulé des substances antigel telles que des protéines spéciales, des sucres solubles et des acides aminés.

Dans les conditions normales (témoin 20°C), l'accumulation de la proline et de sucres solubles est faible au niveau de différents organes de semis du chêne liège.

Sous un stress au froid compris entre (5°C et -2°C), l'accumulation de sucres solubles est plus élevée dans les feuilles de la 1^{ère} vague de croissance à -2°C (3^{ème} stress), alors que l'augmentation de la proline est très significative dans les racines des semis transférés durant 3h (1^{er} stress). La concentration de ces métabolites au niveau des différents organes montre la capacité des semis du chêne liège à l'endurcissement durant la période hivernale (Rached-Kanouni et Alatou, 2005). La tolérance du chêne liège semble se situer à la limite de -2°C (un stress de 9h à -2°C est néfaste pour les semis du chêne liège).

L'exposition des feuilles de semis du chêne liège au froid (5°C, 2°C, 0°C et -2°C) montre qu'il y a une diminution de taux de chlorophylles (a) et (b) par rapport au témoin (20°C ± 2°C). Plus la durée de stress augmente plus le taux de chlorophylle (a et b) diminue.

Références bibliographiques

Alaoui-Sossé B., Cielec Parmentier, Pierre Dizengremel and Paul Barnola, 1994- Rhythmic growth and carbon allocation in *Quercus robur*. Starch and sucrose. Plant physiol. Biochem. 32 (3), 331-339.

Benlaribi, 1990- Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur: étude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de doctorat d'Etat. ISN. Univ. Constantine. P164.

Côme D., 1992- Les végétaux et le froid. 600p.

Heller.R. avec la collaboration de R. Esnault Clance, 1989- Physiologie végétale. T1. Nutrition.

Koster, K. L. and D. V. Lynch. 1992- Solute accumulation and compartmentation during the cold acclimation of Puna rye. Plant physiol. 98: 108-113.

Meribai S., 2004- Evolution de la proline et des chlorophylles des semis de chêne liège (*Quercus suber* L.) soumis à des températures extrêmes. Mémoire d'ingénieur d'état Univ. Constantine. P49.

Rached-Kanouni M. & Alatou D., 2005- Evolution des sucres solubles dans des feuilles des semis de chêne liège (*Quercus suber* L.). Le comité scientifique du 1^{er} Colloque Euro-Méditerranéen en Biologie Végétale et Environnement, p. 30-31.

Etude de l'évolution de la dernière pullulation de *Lymantria dispar* L. en Tunisie

Mohamed Lahbib Ben Jamâa & Sofiane Mnara

INRGREF B.P. n°10 – 2080, Ariana – Tunisie

benjamaa.lahbib@iresa.agrinet.tn; mnara.sofiane@iresa.agrinet.tn.

Résumé: *Lymantria dispar* L., principal ravageur du chêne-liège dans le bassin méditerranéen, a fait son apparition en Tunisie depuis 1903. Depuis, 4 gradations principales ont été notées en Kroumirie (nord-ouest de la Tunisie). Les gradations débutent tous les 20-25 ans et durent environ 10 ans. La dernière gradation a commencé en 1986 et s'est terminée en 1999. La phase de latence (2000-2005) a fait l'objet d'une surveillance à travers un réseau de placettes installées dans différentes forêts. En 2006, les premières infestations de *L. dispar* sont apparues à « Bellif », une forêt hors réseau de surveillance et qui n'a pas subi de défoliation durant la pullulation des années (1986-1999). En 2008, l'expansion de l'infestation s'est arrêtée et le foyer de Bellif s'est rapidement éteint après seulement deux ans de dégâts. Le présent article vise à de mieux comprendre la dynamique des pullulations de *L. dispar* en Tunisie et tenter de déterminer quels sont les facteurs stationnels et climatiques qui interviennent sur leurs évolutions.

Mots clés : Chêne-liège, *Lymantria dispar*, pullulations, Tunisie.

Outbreaks dynamic of *Lymantria dispar* L. in Tunisia.

Abstract: *Lymantria dispar* L., the main defoliator of Cork oak in the Mediterranean Basin, has been detected in Tunisia in 1903. Since this date, fourth outbreaks have been noted in Kroumirie Mountain (North-West, Tunisia). Outbreaks began each 20-25 years and last about 10 years. The last outbreak began in 1986 and ended in 1999. The latency phase (2000-2005) was monitored by a network of placette in different forests. In 2006, the first infestation of *L. dispar* was noted in "Bellif", which not defoliated during the last outbreak (1986-1999). In 2008, the expansion on *L. dispar* was stopped and the Bellif outbreak ended after only two years. This paper aims to understand the dynamic of the outbreaks of *L. dispar* and to determinate stationnal and climatic factors that influence their evolution.

Key words: Cork-oak, *Lymantria dispar*, outbreaks, Tunisia.

ملخص: ديناميكية تكاثر حشرة جاذوب الفرنان.

يعتبر جاذوب الفرنان من أهم الحشرات الضارة بشجرة الفرنان بحوض البحر الأبيض المتوسط. منذ اكتشافه سنة 1903 تم تحديد أربعة مراحل هامة للتكاثر بمنطقة جبال خمير بالشمال الغربي للبلاد التونسية. تنطلق كل مرحلة كل 20-25 سنة و تدوم حوالي 10 سنوات. انطلقت مرحلة التكاثر الأخيرة سنة 1986 و انتهت سنة 1999. تمت مراقبة مرحلة كمون الحشرة (2000-2005) عبر شبكة محطات مراقبة تم تثبيتها بأهم الغابات. انطلقت مرحلة التكاثر الجديدة من غابة "بلليف" خارج منطقة المراقبة و التي لم تقع مهاجمتها من صرف الحشرة في مرحلة التكاثر (1986-1999). في سنة

2008، تكاثر وانتشار الحشرة توقفا بعد سنتين من انطلاق المرحلة الأخيرة من التكاثر. يهدف هذا العمل إلى فهم ديناميكية تكاثر حشرة جاذوب الفرنان و تحديد العوامل البيئية و المناخية التي تحكم تطور مراحل تكاثر الحشرة.

كلمات مفتاحية: الفرنان، جاذوب الفرنان، تكاثر طبيعي، تونس.

Introduction

Le bombyx disparate, *Lymantria dispar*, est le plus redoutable insecte des forêts de chêne-liège au Nord de l'Afrique. Ses infestations en Tunisie sont anciennes. Elles ont été signalées en Kroumirie (Nord-Ouest de la Tunisie) dès le début des années 1900 (Debazac, 1952). Depuis, *L. dispar* développé 4 gradations (Ben Jamâa *et al.*, 2002). Chaque pullulation dure plusieurs années puis régresse sans que l'insecte disparaisse complètement. L'infestation reprend à nouveau 10 à 15 ans après. La dynamique des populations du ravageur est complexe et montre des variations brutales pour des raisons qui demeurent encore de nos jours encore mal expliquées (Villemant & Fraval, 1999).

Ce travail vise à discuter la dynamique des pullulations de *L. dispar* au Nord-Ouest de la Tunisie dès leur apparition durant le siècle dernier en mettant l'accent sur la dernière gradation qui a démarré en 2006 et s'est effondrée en 2008. Il essaye également de mieux comprendre les modalités de développement d'une gradation de *L. dispar* en Tunisie et tenter de déterminer quels sont les facteurs stationnels et climatiques qui interviennent sur son évolution.

1- Matériels & méthodes

La discussion de la dynamique des pullulations de *L. dispar* dans les forêts du Nord-Ouest de la Tunisie sera basée sur les travaux publiés ces 10 dernières années, complétée par les nouvelles observations de la dernière gradation. L'histoire des anciennes pullulations de *L. dispar* a été déjà présentée (Ben Jamâa *et al.*, 2002), de même que la période de latence (2000-2005) (Mnara *et al.*, 2005 ; Mnara *et al.*, 2006). La population de pontes 2006-2007 et la défoliation provoquée par *Lymantria dispar* en progradation dans la subéraie de Bellif ont été aussi discutées (Mnara *et al.*, 2010). L'évolution des populations de *L. dispar* durant l'année 2008 dans le foyer de Bellif a été également suivie.

2- Résultats & discussion

Depuis son apparition en 1903 (Rabasse & Babault, 1975), *L. dispar* a développé 4 gradations (Ben Jamâa *et al.*, 2002). Les gradations en Kroumirie (nord-ouest de la Tunisie) débutent tous les 20-25 ans et durent environ 10 ans (Villemant & Fraval, 1999). La quatrième gradation du bombyx disparate en Tunisie a commencé en 1986 et s'est terminée en 1999, avec un pic d'infestation en 1992. Au cours de cette année, 22 000 ha de forêt ont été complètement défoliés (Ben Jamâa *et al.*, 2002). La phase de latence qui a commencé en 2000, devrait durer entre 6 à 8 ans et la nouvelle pullulation devrait redémarrer à partir de l'an 2006.

Plusieurs auteurs s'accordent pour dire que le démarrage des infestations se fait toujours à partir de foyers privilégiés situés dans des zones particulières d'un massif forestier donné (Rabasse & Babault, 1975 ; Fraval *et al.*, 1989). En Kroumirie, la région d'Aïn-Draham-Babouche a été le point de départ des pullulations de 1945, de 1966 (Rabasse & Babault, 1975) et de celle de 1986 (Ben Jamâa *et al.*, 2002). Le climat, la nature et l'état du peuplement forestier jouent un rôle dans le déclenchement des infestations (Fraval *et al.* 1989 ; Villemant & Fraval 1999). De plus, la polyphagie des chenilles leur permet, en cas de surpopulation, de s'attaquer à plusieurs essences forestières et d'échapper ainsi pendant un certain temps à la famine (Ben Jamaâ *et al.* 2002). L'expansion géographique de l'insecte est due à la dispersion primaire des chenilles néonates qui sont entraînées par le vent vers d'autres massifs forestiers ou vers des points éloignés du même massif. La dispersion secondaire des chenilles vers d'autres arbres après la défoliation des premiers est à l'origine du déplacement progressif de l'infestation au sein d'un massif (Fraval *et al.*, 1989).

A la fin de la période de latence (2000-2005), nous attendions l'apparition de *L. dispar* dans la région d'Aïn-Draham-Babouche. Toutefois, au printemps 2006, la nouvelle infestation s'est déclenchée dans la subéraie de Bellif (Est de l'aire géographique du chêne-liège) annonçant le début d'une 5^e gradation (Mnara *et al.* 2006). Cette forêt n'a pas subi de défoliation durant la pullulation des années (1986-1999). Dans ce foyer, les pontes de taille moyenne (environ 30 mm), comme leur position dominante à la base des arbres et l'absence d'œufs parasités, sont caractéristiques d'une phase de pro-gradation, au cours de laquelle les populations du ravageur s'accroissent progressivement. La défoliation des arbres est à craindre durant cette phase (Luciano *et al.*, 2005). La superficie défoliée, qui était en 2006 de 6,3 ha, est passée en 2007 à 36,47 ha, dont 13,06 ha de défoliation totale. Aucune défoliation n'a été notée en 2008. Si l'effondrement des populations de *L. dispar* peut s'expliquer en partie par une mauvaise alimentation des chenilles (Mnara *et al.*, 2010) et l'impact des antagonistes des pontes, le rôle du climat reste toutefois, prépondérant. En effet, l'origine des pullulations de certains lépidoptères forestiers pourrait être due aux caractéristiques du climat local, comme le cyclone du Nord de l'Amérique (Wellington, 1954) ou bien les sécheresses qui précèdent et accompagnent les pullulations (Koltunov & Andreeva, 1999).

D'autre part, les étés chauds et secs, en raccourcissant la durée du développement larvaire de *L. dispar*, favorisent l'explosion des populations, alors que le froid perturbe le débourrement et l'éclosion des chenilles et augmente leur mortalité (Villemant, 2003). A Bellif, durant les années 2007-2008, ce sont les températures maximales extrêmes et le vent dominant qui ont contribué à l'effondrement des populations.

Tableau 1. Les températures extrêmes maximales enregistrées durant les mois de mars, avril, mai et juin en 2007 et 2008 dans la région de Bellif. Les chiffres entre parenthèses indiquent les journées.

Mars		Avril		Mai		Juin	
2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
25,4 (03)	26 (03)	27,8 (10)	29,2 (08)	35,1 (13)	35,2 (16)	41,7 (17)	37,2 (16)
24,7 (05)	26,3 (15)	28,3 (11)	32,4 (09)	35,8 (22)	35,2 (24)	43(18)	41,1 (17)
25,2 (16)	24,8 (31)	27,3 (23)	30,2 (10)	37,6 (24)	36,4 (25)	48,3 (25)	39,3 (23)
24,6 (30)		27,3 (34)	33,4 (18)	37,7 (25)	37,6 (31)		41,2 (24)
25 (31)		27,1 (25)					40,7 (25)

La température moyenne dans la forêt de Bellif est de 17,4°C, alors que la température maximale, notée en août, durant les 40 dernières années (1960-2000) est de 34°C. Cette dernière peut être parfois dépassée, sans atteindre les 38°C. Toutefois, la température maximale du mois de juin 2007 a largement dépassé les 41°C et a même dépassé les 48°C (Tab. 1). Cette période coïncide avec la fin du développement larvaire et la formation des chrysalides. Il semble donc qu'il y a eu une forte mortalité larvaire et un dessèchement élevé des chrysalides.

Tableau 2. Nombre de jours de vent dominant durant le printemps des années 2006-2008 dans la région de Bellif.

	2006			2007			2008		
	Mars	Avril	Mai	Mars	Avril	Mai	Mars	Avril	Mai
Nord-est	3	3	10	6	8	6	2	3	7
Sud-est (SE)	2	6	6	0	10	1	0	1	9
Sud-ouest	1	0	0	8	6	15	14	16	7
Nord-ouest (NW)	25	21	15	17	6	9	15	10	8
Total	31	30	31	31	30	31	31	30	31

En 2006, qui correspond à la première année d'infestation à Bellif, le vent dominant du secteur NW transporte avec lui les chenilles des premiers stades larvaires de *L. dispar* ce qui a favorisé l'expansion de l'infestation vers l'Est (Tableau 2). En mars 2007, le vent dominant souffle du secteur NW, favorisant encore le transport des chenilles des stades L1 et L2 vers l'est, et l'expansion momentanée de l'infestation, car celle-ci était rapidement stoppée le mois suivant à cause du vent dominant qui a changé complètement de direction (soufflant du secteur SE) (Tableau 2). Ainsi, les jeunes chenilles qui continuent à éclore au mois d'avril, sont emportées par le vent au centre de l'infestation où le jeune feuillage faisait défaut, car il était déjà consommé.

Ces dernières sont alors contraintes de consommer du feuillage ancien qui, à son tour, s'achève vite et qui, de surcroît, ne permet pas un bon développement de l'insecte. Par conséquent, les chenilles qui ont survécu à ce facteur trophique limitant, ont eu une fécondité réduite et un taux d'œufs viables très faible. En 2008, on assiste presque au même scénario que celui de l'année précédente (2007) du côté du vent dominant. Mais le nombre extrêmement faible de chenilles qui ont éclos n'a pas permis l'expansion de l'infestation qui s'est rapidement éteinte après seulement deux ans de dégâts.

Références bibliographiques

Ben Jamâa, M.L., Mnara, S., Villemant, C. & Khaldi, A. 2002- *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) en Tunisie : État actuel des connaissances et perspectives de recherche. *Bull. OILB Srop.* 25(5) : 101-108.

Debazac, E. 1952- La protection de la forêt de chêne-liège contre *Lymantria dispar*. Bulletin d'information N° 2, Ministère de l'Agriculture, République tunisienne : 170-174.

Fraval, A, Questienne P. & Jarry M. 1980- Mortalité de *Lymantria dispar* (L.) (Lep. Lymantriidae) sur trois placeaux de la subéraie de la Mamora, en 1978. *Ann. Rech. For. Maroc*, 20 : 269-288.

Fraval, A., Graf, P., Hamdaoui, M., Kadiri, Z., Ramzi, H. & Villemant, C. 1989- *Lymantria dispar* L. Actes et Editions, Rabat, 220 p.

Koltunov E.V. & Andreeva E.M., 1999- The abiotic stress as a factor responsible for gypsy moth outbreaks. *J. Appl. Ent.* 123: 633-636.

Luciano, P., Lentini A. & Cao O.V. 2005- La lutte aux lépidoptères de subéraies de la province de Sassari. Sassari, Editions Poddighe, 69 p.

Mnara S., Ben Jamâa M.L. & Nouira S., 2005- Bilan des observations sur *Lymantria dispar* L. en phase de latence en Tunisie. *Bull. OILB Srop.* 28(8) : 147-154.

Mnara S., Ben Jamâa M.L. & Nouira s., 2006- Les facteurs de mortalité au stade œuf de *Lymantria dispar* L. (Lép., Lymantriidae) en phase de latence dans les forêts de Aïn Draham. *Les Annales de l'INRGREF*, Numéro Spécial (9) Tome 1 : 187-195.

Mnara, S., Ben Jamâa, M.L. & Nouira, S. 2010- Etude de la population de pontes 2006-2007 et de la défoliation provoquée par *Lymantria dispar* en progradation dans la subéraie de Bellif (Nefza, Tunisie). *Bull. OILB Srop.* (in press).

Rabasse, J.M. & Babault, M. 1975- Étude d'une pullulation de *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) dans les conditions méditerranéennes. *Sci. Agro. Rennes* : 143-160.

Villemant C., 2003- Le bombyx disparate en Corse. *Insecte n°130* : 5-10.

Villemant, C. & Fraval, A. 1999- Les gradations de *Lymantria dispar* en Europe et en Afrique du nord. *OILB/WPRS Bull.* 22:71-79.

Wellington W.G., 1954- Atmospheric circulation Process and Insect Ecology. *Candaian Entologist.*, 86: 312-333.

Aperçu biologique du *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Platypodidae) dans les galeries du bois de chêne-liège (*Quercus suber* L.).

Belhoucine Latéfa et Bouhraoua Rachid T

Laboratoire n°31 (GCESF), Département de Foresterie, faculté des Sciences, Université de Tlemcen,

Résumé : L'étude de la biologie de l'insecte *Platypus cylindrus* dans les galeries du bois de chêne-liège a été étudiée au niveau de la forêt domaniale de M'Sila, suberaie littorale oranaise à climat semi aride. Pour cela 3 arbres fortement infestés par le ravageur ont été abattus entre décembre 2007 et juillet 2008. La dissection des 14 rondelles de bois ayant un volume de 53 dm³, nous a permis de dénombrer 2920 individus répartis entre les 4 écophases de l'insecte avec une densité moyenne de 55 individus/dm³. A toute époque de l'année, au moins 2 stades de chaque population coexistent ensemble avec des taux variables. Les insectes adultes ainsi que les larves sont présents tout au long de la période d'expérimentation. Ces dernières constituent la majorité de la population prélevée (78%). Les œufs et les nymphes, presque absentes pendant la période hivernale apparaissent en printemps.

Mots-clés : *Platypus cylindrus*, chêne-liège, forêt de M'Sila, biologie,

Biological outline of *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Platypodidae) in the galleries of the wood of cork oak (*Quercus suber* L.).

Summary: The study of the biology of the insect *Platypus cylindrus* in the galleries of the wood of cork oak was studied on the level of the national forest of M'Sila, littoral Oranian with semi arid climate. For that, 3 trees strongly infested by the pest were cut down between December 2007 and July 2008. The dissection of the 14 wood discs having a volume of 53 dm³, enabled us to count 2920 individuals with an average density of 55 individus/dm³. At any time of the year, at least two stages of each population coexist together with fluctuating rates. The adult insects as well as the larvae are present throughout the period of experimentation. These last constitute the majority of the taken population (78%). The eggs and the nymphs, almost absent for wintry time appear in spring.

Key words: *Platypus cylindrus*, cork oak, forest of M'Sila, biology.

لمحة عن بيولوجيا الحشرة *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Platypodidae) داخل أنفاق خشب بلوط الفليت (*Quercus suber* L.).

تهتم الدراسة ببيولوجيا الحشرة *Platypus cylindrus* داخل خنادق خشب بلوط الفلين بغابة المسيلة ذات المناخ البحري النصف جاف. لذلك قمنا بقطع ثلاث أشجار كثيرة الغزو بالحشرة ما بين ديسمبر 2007 و جويلية 2008. من قطع 14 قطعة من الخشب ذات حجم كلي يقارب 53 دسم³ تحصلنا على 2920 عضو و كثافة 55 عضو/ دسم³.

في أي وقت من السنة نجد علي الأقل أعضاء من فترتين لحياة الحشرة متعايشتين معا لكن بنسب متفاوتة. الحشرات البالغة و اليرقات موجودة أثناء كل فترة البحث. لكن اليرقات هي الأكثر ظهورا بنسبة (78). أما البيض و الحوريات فهي تقريبا غير موجودة في الشتاء و تبدأ في الظهور مع الربيع

كلمات مفاتيح *Platypus cylindrus* بلوط الفلين- غابة المسيلة- بيولوجيا

Introduction

Le chêne-liège, *Quercus suber* L, constitue une composante de base d'un écosystème complexe et multifonctionnel. Il est heurté ces dernières années à un sérieux problème sanitaire qui menace sa survie, dans tout le bassin méditerranéen (SECHI et al., 2002). Il s'agit du phénomène de dépérissement qui est apparu dans ces régions depuis le début du XX^{ème} siècle (NATIVIDADE, 1950). Il a été signalé au Portugal (SOUSA, 1995), en Italie (MARRAS et al., 1995) en Espagne (SANCHEZ et GARCIA, 2007), au Maroc (BAKRY et ABOUROUH, 1996) et en Algérie (MESSAOUDENE, 2000 ; BOUHRAOUA et al., 2002 ; CHAKALI et al., 2002). Dans d'autres régions, le « *déclin* » a affecté d'autres espèces de chênes notamment en Europe (BONNEAU et LANDMANN, 1988), aux Etats-Unis d'Amérique (SVIHRA et KELLY, 2004) et au Japon (OHYA et KINUURA, 2001 ; KINUURA et KOBAYASHI, 2006),

Parmi les causes du dépérissement et de dégradation des suberaies on cite plus particulièrement les attaques d'insectes qui entraînent, d'une façon directe ou indirecte, une réduction graduelle de la vigueur des arbres et accélèrent ainsi le cycle de mortalité de ces arbres (SOUSA et DEBOUZIE, 1993).

A partir des années 80, avec le dépérissement du chêne-liège, il a été signalé une augmentation des attaques d'insectes xylophages notamment le *Platypus cylindrus* Fab. En Algérie, les premiers dégâts importants liés à cet insecte ont été observés dans les suberaies orientales dès le début du siècle dernier (G.G.A, 1927). Ainsi, il est devenu un ravageur primaire comme dans certains autres pays tels que le Maroc et le Portugal en s'attaquant aux arbres sains alors qu'il est encore considéré en Italie et en Tunisie comme ravageur secondaire (VILLEMENT et FRAVAL, 1993 ; SOUSA et al., 2005) en affectant les arbres presque morts ou affaiblis (CECCONI, 1924 ; ESPANOL, 1964).

P.cylindrus s'insère, d'après SOUSA et al. (2005), dans la succession d'agents biotiques qui interviennent dans le cycle de déclin du chêne-liège. Ainsi, l'explosion de leurs niveaux populationnels résulterait d'un nombre élevé d'arbres affaiblis. Ce phénomène pourrait résulter de plusieurs causes dont le développement des mécanismes spécifiques pour la colonisation de l'hôte.

La mise en place d'une stratégie de lutte contre l'insecte, s'avère nécessaire pour pouvoir limiter les dégâts considérables qu'engendrent ses pullulations. Ceci ne serait possible sans l'acquisition de connaissances de bases sur le mode de vie du ravageur, notamment sur sa biologie.

Peu de travaux ont été réalisés sur ce domaine et les plus connus sont ceux de ALGERNON-CHAPMAN (1870-71), STROHMEYER (1907), HUSSON (1955), SOUSA (1996) et en Algérie ceux de BOUHRAOUA (2003).

Dans ce présent travail, nous traitons les modes de vie et de développement de l'insecte dans les galeries excavés dans le bois du chêne-liège.

I- Matériel et méthodes

I.1-Milieu d'étude

L'étude du cycle de développement de *Platypus cylindrus* a été menée dans la forêt littorale de M'Sila. Celle-ci située à 20km ouest d'Oran compte une superficie de 1570ha dont 460 ha sont actuellement recouverts en chêne-liège (C.F.W.O., 1997) (fig.1). La plupart des peuplements forment une vieille futaie naturelle, de structure jardinée et d'un âge moyen supérieur à 90 ans. Cette forêt jouit d'une ambiance bioclimatique semi-aride recevant une tranche pluviométrique de l'ordre de 400mm par an. L'état sanitaire des arbres est globalement affaibli avec un taux de mortalité de 0,8% par an (BOUHRAOUA et al., 2002).

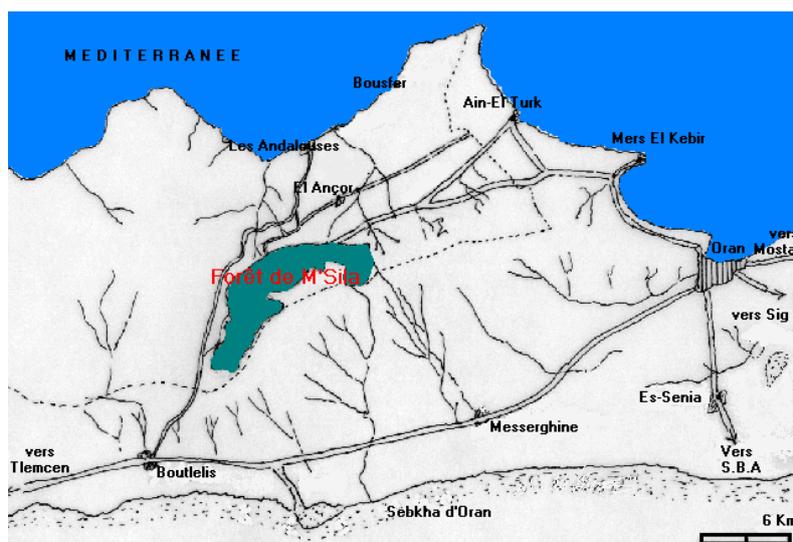


Figure 1 : Situation géographique de la forêt de M'Sila d'après C.F.A. (1877) Modifiée (BOUHRAOUA, 2003)

I.2- Méthode d'étude

Pour évaluer le cycle biologique de l'insecte dans le bois du chêne-liège, nous avons utilisé la méthode préconisée par SOUSA (1996) et BOUHRAOUA (2003). Cette méthode repose sur l'exploration entière des galeries qui s'enfoncent profondément jusqu'au bois de cœur. De ce fait, nous avons abattu trois arbres fortement infestés, ayant les caractéristiques regroupées dans le tableau I.

Tableau 1 : caractéristiques des arbres abattus

Caractéristiques	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3
- Circonférences (m)	7,4	6,9	7,0
- Hauteur (m)	4,5	5,0	5,0
- Etat sanitaire	Mort	Mort	Mort
- Date de mortalité éventuelle	Eté 2006	Eté 2006	Eté 2007
- Date de coupe	Décembre 2007	Mars 2008	Mai 2008
- Etat exploitation liège	Exploité	Non exploité	Exploité

Les arbres ont été après, découpés en tronçons d'environ 1 m et ramenés directement au Département de Foresterie pour être déposés sur le sol à l'air ambiant. Pour maintenir une bonne humidité du bois, facteur limitant pour la vie du *Platypus cylindrus* et les champignons lui servant de nourriture, les extrémités deux des tronçons ont été en permanence paraffinées.

Toutes les deux semaines, nous avons coupé, à l'aide d'une tronçonneuse, une rondelle de 10 à 15 cm. d'épaisseur. Après avoir détaché la couche de liège, la rondelle a été découpée ensuite en tranches à l'aide d'un ciseau à bois. Ces dernières ont été déposées dans un bac profond. Le lendemain, les grosses larves et les adultes ont été récupérés à l'aide d'une pince. Les petites larves et les œufs, par contre, n'ont pu être récoltés qu'après leur observation sous une loupe binoculaire, dissimulés parmi la sciure accumulée au fond du bac.

Les tranches de bois contenant encore des galeries, ont subi une autre dissection à l'aide d'un sécateur pour récupérer le reste des adultes, larves et œufs. Le bois est ainsi coupé est déposé une nouvelle fois dans le bac pour d'éventuelles récoltes. Après, chaque jour et jusqu'au cinquième jour généralement, nous continuons à récupérer la sciure et récolter les larves et les œufs.

Plusieurs mesures ont été prises avant et après la dissection du bois. Il s'agit de la date de la coupe, la surface du liège et le volume du bois disséqué ainsi que l'état hygrométrique du bois apprécié visuellement. Après les récoltes des différents stades de développement de l'insecte, nous avons déterminé :

-Le nombre total des adultes et le sexe- ratio. Il est à noter que chez cette espèce, il existe un dimorphisme sexuel accusé caractérisé par la présence de 2 denticules inégales développées sur l'extrémité postérieure des élytres des mâles (CHAPUIS, 1865 ; BALACHOWSKY, 1949).

-Le nombre total d'œufs dont la majorité a fait l'objet de mensurations (largeur et longueur) sous la loupe binoculaire au moyen d'un micromètre oculaire.

-Le nombre total de larves. Toute cette population a fait l'objet de mensuration biométrique de la capsule céphalique au moyen d'un micromètre oculaire, afin de déterminer, pour chaque larve son stade de développement.

-Le nombre total de nymphes.

Tous les œufs, larves et nymphes ont été conservés dans l'alcool 70%. Les adultes, par contre, ont été conservés à sec dans des tubes en plastique. Les autres insectes trouvés dans les galeries du ravageur ont également été récoltés, conservés pour une identification ultérieure.

II. Résultats et Discussion

Les résultats de dénombrement des différents écophases de l'insecte à partir de 14 dissections de bois réalisées durant 7 mois, entre janvier à juillet 2008 sont regroupés dans le tableau II.

Tableau 2 : Composition numérique globale des différents stades biologiques de *P.cylindrus* prélevés des galeries entre janvier et juillet 2008.

Paramètres	Effectifs	%
- Nombre de séries de dissection	14	-
- Surface du liège observée (dm ²)	10	-
- Volume du bois disséqué (dm ³)	53	-
- Total adultes prélevés	483	16
- Total œufs prélevés	113	4
- Total larves prélevées	2276	78
- Total nymphes prélevées	48	2
- Total des individus prélevés	2920	-

La dissection de 53 dm³ de bois, nous a permis de dénombrer 2920 individus répartis entre les 4 écophases de l'insecte ce qui représente une densité moyenne de 55 individus/dm³. Ce bois a été recouvert d'une couche de liège de 10 dm² de surface.

Globalement, nous avons prélevé 483 adultes, 2276 larves (tous stades confondus), 113 œufs et 48 nymphes. La répartition temporelle de ces différents stades biologiques est représentée sur la figure 2.

Cette figure montre que durant toute la période d'observation tous les stades biologiques sont présents et coexistent ensemble mais avec des taux variables.

II.1- Les populations d'adultes

L'effectif total des adultes récoltés représente 16% de la population globale. Il diffère d'une rondelle à l'une autre avec un minimum de 5 enregistré en février et un maximum de 85 en juin. La moyenne est de l'ordre de 69 adultes ce qui représente une densité moyenne de 18 adultes/ dm³. Cependant la répartition temporelle présente une certaine variabilité marquant deux phases bien distinctes (fig.2).

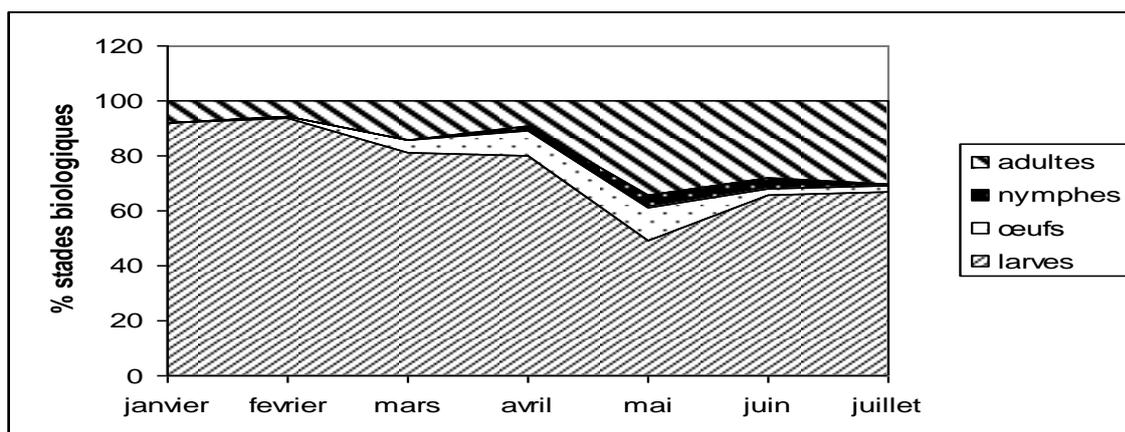


Figure 2 : Répartition temporelle des différents stades biologiques de *P.cylindrus* extraits des galeries entre janvier et juillet 2008

La première correspond à une présence assez faible d'adultes notée en hiver- début printemps (janvier- avril). La seconde phase est enregistrée par contre entre mai et juillet correspondant à une augmentation progressive de l'effectif avec un pic observé en juin. Cette tendance concorde globalement avec celle obtenue par SOUSA (1996) au Portugal, BOUHRAOUA (2003) en Algérie et SOUSA et al. (2005) au Maroc. Nous pouvons expliquer cette augmentation numérique par la manifestation des pré-émergents dans les galeries après une période de nymphose qui a démarré dès la saison printanière à laquelle s'ajoutent les nouvelles attaques de l'arbre déjà dépéri par des nouveaux émergents.

Parmi les 483 adultes prélevés, nous avons recensé 232 mâles et 251 femelles soit une sex-ratio de 0,92. Ce rapport ne diffère pas significativement de 1 ($X^2_{obs} = 0,75$, 1ddl, $\alpha=0,05$) ce qui explique un équilibre entre les sexes et la monogamie de l'espèce.

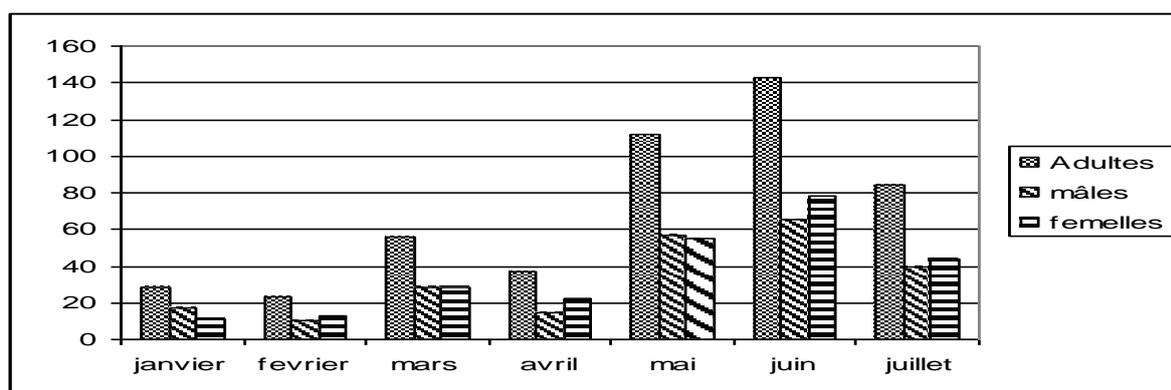


Figure 3 : Evolution temporelle des sexes extraits des galeries entre janvier et juillet 2008

L'évolution temporelle des 2 sexes présentée dans la figure3, révèle la même tendance de l'effectif des adultes. Néanmoins, durant l'hiver, ce sont les mâles qui sont relativement plus abondants que les femelles. Ces dernières ne commencent à prendre le dessus qu'en fin printemps- début été.

II.2- Les populations des œufs

L'œuf de *P.cylindrus* est de forme ovoïde, translucide et humide en surface. Il est de couleur blanche ou crème parfois même virant au roux clair. Sa taille est variable allant de 0,7 à 0,89mm de long soit une moyenne de 0,79mm (n=70) et 0,35 à 0,46mm de large avec une moyenne de 0,41mm. Ces mesures concordent avec ceux signalés par certains auteurs en l'occurrence STROHMEYER (1907) où il a signalé une dimension de (0,72-0,77) X (0,39-0,43) mm ; SOUSA (1996) et SOUSA et DEBOUZIE (2002) : (0,62-0,8) x (0,33-0,42) mm et BOUHRAOUA (2003) : (0,6-1,2) x (0,3-0,6) mm.

La population d'œufs prélevée dans le bois est très faible taux, représentant 5% de la population globale. Son évolution temporelle représentée sur la figure 4, montre deux phases suivantes :

-La première phase enregistrée en hiver et en été est caractérisée par une faible présence des œufs dans les galeries avec un taux variant de 2 à 4%. Certains auteurs tels SOUSA et DEBOUZI (2002) et BOUHRAOUA (2003) ont noté durant cette saison une activité de ponte relativement plus importante,

-La seconde phase printanière correspond à une période de ponte très active des femelles où celles-ci sont très fécondes. L'effectif des œufs marque un taux très important de l'ordre de 83%. Cette augmentation est en corrélation avec le nombre de femelles présentes dans les galeries.

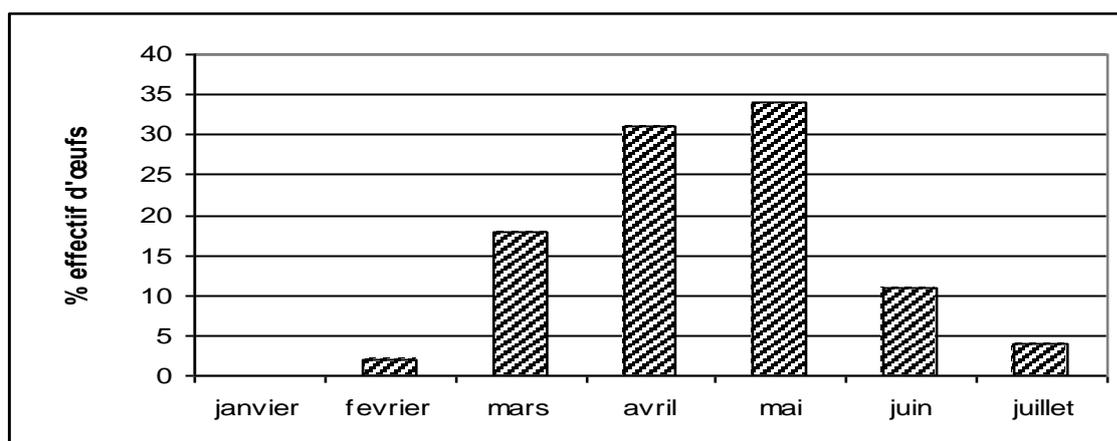


Figure 4 : Evolution temporelle des œufs récupérés dans les galeries entre janvier et juillet 2008

II.3- Les populations de larves

Les larves récupérées dans les galeries sont les plus abondantes tout au long de la phase de dissection du bois. Elles représentent alors un taux de 78% de la population globale et une densité moyenne de 43 larves/ dm³. L'évolution temporelle présentée sur la figure 5, montre de grandes fluctuations.

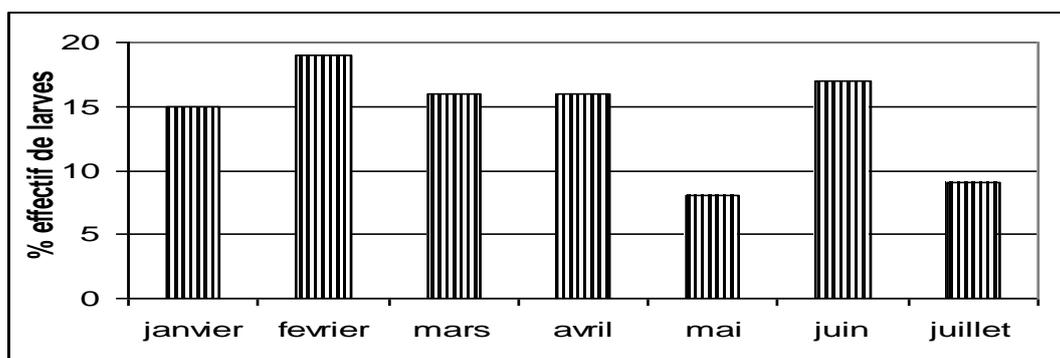


Figure 5 : Evolution temporelle des larves prélevées des galeries entre janvier et juillet 2008

Elles sont plus abondantes en hiver et en début printemps (février- avril) provenant probablement de l'éclosion des œufs déposés en automne par les femelles ayant envahi l'arbre en été. Au printemps, le taux de larves diminue sensiblement jusqu'en été marquant un pic minimum en mois de mai.

Le nombre de stades larvaires chez le Platype n'est pas encore tranché. Certains auteurs en définissent 5 d'autres 6 (BAKER, 1963 ; KOROLYOV, 1989 ; SOUSA, 1996 ; SOUZA et DEBOUZI, 2002 et BOUHRAOUA, 2003). Plusieurs critères ont été utilisés pour déterminer et décrire ces stades larvaires mais la largeur des capsules céphaliques reste la mesure la plus employée chez les xylophages notamment chez les Scolytidés (FABRE et CARLE, 1975).

Le tableau 3 regroupe les résultats des différentes observations et mensurations des larves récupérées des galeries.

Tableau 3 : Caractères descriptifs des 5 stades larvaires de *P. cylindrus*.

Caractères / Stades larvaires	LI	LII	LIII	LIV	LV
- nombre de larves	70	76	154	432	1544
- larg céphalique moyenne (mm)	0,410	0,665	0,908	1,137	1,364
- forme	ovale	ovale	intermédiaire	cylindrique	cylindrique
- plaque prothoracique	absente	absente	absente	absente	présente
- couleur du corps	blan-laiteux	blan-laiteux	blan-laiteux	blanc-jaunâtre	blanc-jaunâtre
- taux en %	3	3	7	19	68

Les 5 stades larvaires sont présents dans les galeries avec des taux variables selon les dates de dissections. En effet, les larves du dernier stade sont les plus fréquentes avec un taux de 68% par rapport à la population larvaire globale. Chaque stade larvaire présente des critères morphologiques qui le différencient des autres stades à savoir la forme, la couleur et la plaque prothoracique. Sur la base de ce dernier critère, nous distinguons deux catégories de larves.

-Catégorie 1 : elle contient les larves sans plaque prothoracique et regroupe les 4 premiers stades. Le premier comme le second sont représentés par des larves de petites tailles, de forme ovoïde, de couleur blanc-laiteux et de largeur céphalique moyenne de 0,410 et 0,665mm respectivement. Leurs taux de présence dans nos prélèvements sont très faibles de l'ordre de 3% chacun.

Le troisième stade larvaire présente une morphologie intermédiaire entre les 2 premiers stades et les 2 derniers. Sa largeur céphalique moyenne est estimée à 0,91mm. Ces larves sont présentes avec un taux de 7% de la population larvaire globale. C'est à partir du 4^{ème} stade que les changements morphologiques commencent à se manifester. Ces larves acquièrent une forme plus allongée et une couleur virant vers le blanc jaunâtre. La largeur céphalique moyenne est de 1,14mm.

- **Catégorie 2:** elle regroupe les larves du 5^{ème} et dernier stade ayant une plaque prothoracique bien distincte. Elles sont donc facilement distinguées des autres stades par la présence de cette bande marron-roussâtre au niveau du segment prothoracique. Elles sont de forme cylindrique et de couleur blanc-jaunâtre avec une largeur céphalique moyenne de 1,364mm.

A partir de la figure 6, nous constatons que tous les stades larvaires sont présents le long de la période d'expérimentation mais avec des fluctuations temporelles parfois contrastées.

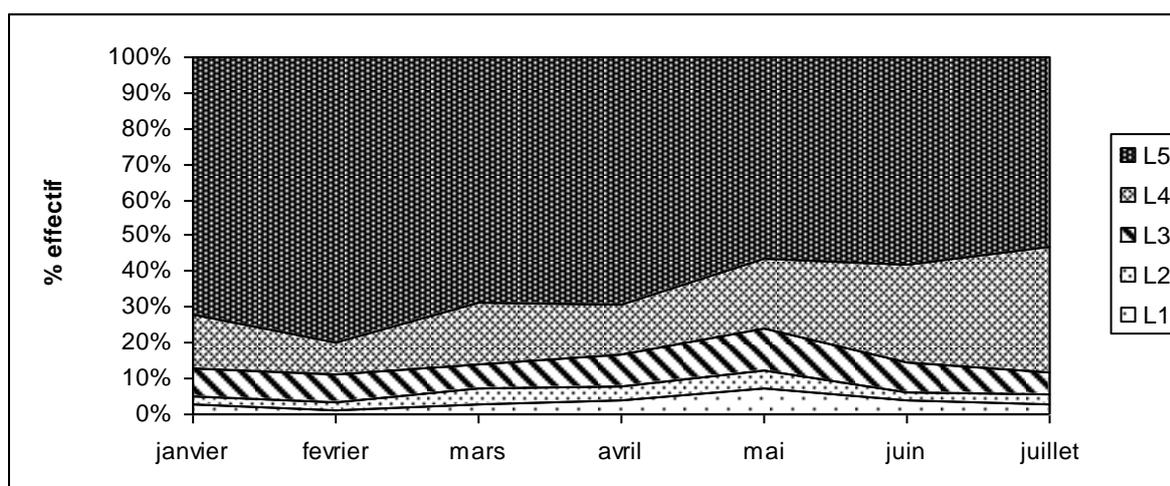


Figure 6: Evolution temporelle des différents stades larvaires récupérés dans les galeries

Les larves du 1^{er} stade sont plus abondantes en printemps surtout en mois de mai (39%). Dans les autres mois, elles sont moins fréquentes et leurs taux varient de 4% en février à 15% en juin.

Les seconds stades commencent à devenir importants qu'à partir de mars atteignant un maximum en mai (30%) pour diminuer par la suite considérablement en début été (8%). Il en est de même pour les larves du 3^{ème} stade où elles sont présentes aussi bien en hiver qu'en printemps- été avec des taux mensuels oscillant entre 11% et 15% sauf en mai où nous enregistrons une proportion plus élevée de 27%. Le 4^{ème} stade est très représenté en fin printemps-début été avec des taux de 21%. Enfin le 5^{ème} stade est présent avec des taux très élevés durant toute la période d'observation atteignant un pic en mois de février.

II.4 -Les populations de nymphes

La figure 7, donne l'évolution temporelle des nymphes récoltées dans les galeries.

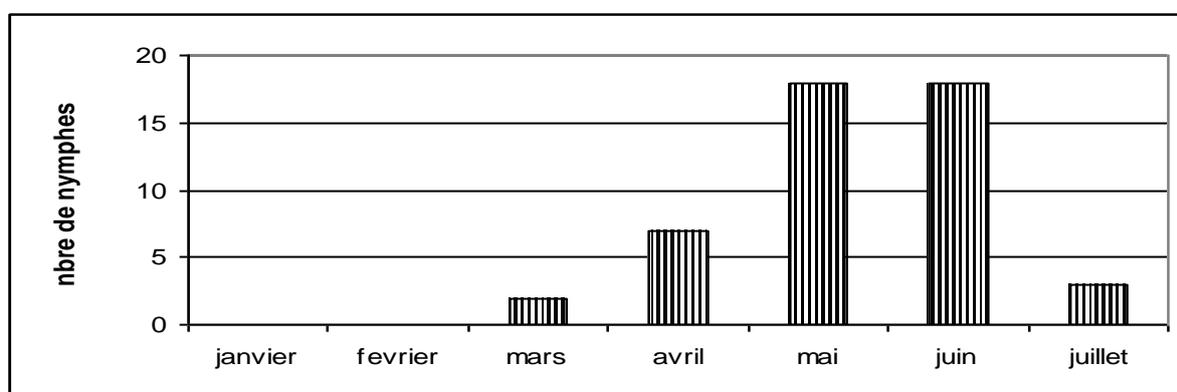


Figure 7 : Evolution temporelle des nymphes récupérées des galeries entre **janv et juil 2008**

C'est le stade biologique le moins présent dans la population avec 2% de l'effectif total. Les nymphes sont complètement absentes en hiver et commencent leur apparition en printemps, dès le mois de mars. Le maximum est enregistré en mai et juin pour diminuer graduellement à partir de juillet.

Globalement, nos résultats concordent bien avec ceux obtenus par d'autres chercheurs qui ont étudié cet insecte dans le bois en l'occurrence SOUSA, (1996) au Portugal, BOUHRAOUA, (2003) dans l'ouest de l'Algérie et SOUSA et al. (2005) au Maroc.

II.4 – Autre faune associée aux galeries

Dans les galeries creusées dans le bois par les parents de *P.cylindrus*, vit une entomofaune assez variée. Le tableau 4 regroupe tous les autres insectes coléoptères que nous avons récupérés et identifiés lors des différentes dissections du bois.

Tableau 4 : liste des espèces associées au *P. cylindrus*

Familles	Espèces	Stade	Statut	Régime alimentaire
Cerambycidae	<i>Cerambyx cerdo mirbecki</i>	Larve	Ravageur	Xylophage
Scolytidae	<i>Tomicus monographus</i>	Adulte	Ravageur	Xylophage
Buprestidae	<i>Acmaeodera degener</i>	Larve	Ravageur	Xylophage
Colydiidae	<i>Colydium elongatum</i>	Adulte	Ennemi naturel	Prédateur
Dasytidae	<i>Dasytes terminalis</i>	Larve	Ennemi naturel	Prédateur
Trogossitidae	<i>Tenebroides maroccanus</i>	Larve	Ennemi naturel	Prédateur

Il ressort de ce tableau que l'entomofaune associée aux galeries produites par *Platypus cylindrus* est divisée en deux grands groupes selon leur importance économique. Le premier représente les autres ravageurs xylophages du chêne-liège et le second les prédateurs.

Parmi les xylophages, nous distinguons 3 espèces à savoir *Cerambyx cerdo mirbecki*, *Xyleborus monographus* et *Acmaeodera degener* qui exploitent le bois frais en sève.

Les principaux prédateurs qui abondent dans ces galeries sont représentés par les espèces, *Dasytes terminalis*, *Colydium elongatum* et *Tenebroides maroccanus*. La première chasse à l'état larvaire, tous les différents stades larvaires de sa proie. Elle suce aussi le contenu des nymphes (BOUHRAOUA, 2003). Elle est reconnaissable par sa couleur brun-jaunâtre à brun-roussâtre et sa forme allongée de 8 à 12mm de long et 2 mm de large portant à son extrémité abdominale 2 crochets bruns épineux recourbés vers le haut (VILLEMANT et al., 1991).

C. elongatum se reconnaît aisément à son corps allongé et cylindrique. Il est considéré comme un des prédateurs les plus actifs de *P. cylindrus* (BEDEL, 1888). Il recherche activement cette proie dans toutes les suberaies portugaises (FERREIRA et FERREIRA, 1989 ; 1991), marocaines (VILLEMANT et al., 1991), et algériennes (BOUHRAOUA, 2003). Il attaque également divers Scolytes des chênes tels que *Xyleborus saxeseni* et *Xyleterus lineatus* et même des conifères (PEYERIMHOFF, 1919 ; DAJOZ, 1977).

Enfin *Tenebroides maroccanus* est un prédateur-démanteleur très actif des pontes de *Lymantria dispar* (VILLEMANT et ANDREÏ- RUIZ, 1999). Il est très polyphage, les larves survivent aux dépens de divers insectes qu'elles retrouvent sous les écorces de divers arbres fruitiers et forestiers (PEYERIMHOFF, 1919, VILLEMANT, 1989)

3-Conclusion

Platypus cylindrus est considéré, ces dernières années, comme un des plus importants ennemis directement impliqués dans le dépérissement observé sur chêne-liège dans nombreux pays. L'étude de la biologie de l'insecte dans les galeries, aspect essentiel pour la

compréhension des mécanismes de pullulation et des dégâts causés aux arbres, nous a permis de révéler la coexistence, pendant une bonne période, de tous les stades biologiques de l'insecte mais surtout les adultes et les larves. Ces derniers constituent la majorité de la population du ravageur dans le bois. Les œufs et les nymphes, presque absentes pendant l'hiver apparaissent en printemps. La nymphose s'effectue en printemps dans des logettes nymphales aménagées perpendiculairement à la galerie principale. L'équilibre des sexes est maintenu à tout moment de la vie de l'espèce dans les galeries. Ceci s'explique par la monogamie, caractère très observé chez certains Scolytidés comme l'hylésine du Pin.

La durée de réalisation de cette étude (7 mois) reste à notre avis insuffisante pour avoir des données biologiques plus fiables car elle a concerné qu'une partie de la vie de l'insecte puisqu'elle s'achève en réalité en deux années (SOUSA, 1996 ; BOUHRAOUA, 2003 ; SOUSA et al, 2005). Le travail futur va être étalé sur 2 ans au minimum et sur des sujets déperissants nouvellement infestés.

Références bibliographiques

ALGERNON-CHAPMAN T.M.D., 1870-71. On the habits of *Platypus cylindrus* Fab. *Entomol. Month. Mag.* 7(1) : 103-106 et 132-135.

BALACHOWSKY A., 1949 - *Coléoptères Scolytides*. Faune de France, N°50. P. Lechevalier, Paris, 320 p.

BAKER J.M., 1963. Ambrosia beetles and their fungi, with particular reference to *Platypus cylindrus* Fab. In symbiotic associations. *Symp. Soc. General. Microbiol.*, 13 : 323-354.

BAKRY, M. & ABOUROUH, M., 1996- Nouvelles données sur le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. *Ann. Rech. Maroc*, **29**: 24-39.

BEDEL L., 1888 – La faune des coléoptères du bassin de la Seine. *Soc. Ent. Fr.*, t.5, 159p.

BONNEAU M. ET LANDMANN G., 1988 - Le dépérissement des forêts en Europe. *La Recherche*, **205** (19), décembre 1988, 1542-1556.

BOUHRAOUA R.T., VILLEMANT C., KHELIL M.A. et BOUCHAOUR S., 2002- Situation sanitaire de quelques subéraies de l'ouest algérien : impact des xylophages. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bull.* **25**(5), 2002. pp85- 92.

BOUHRAOUA R.T., 2003- *Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes.* Thèse. Doct. Dep. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen. 267p.

CECCONI G., 1924- Manuale di entomologia forestale. Tipographia del Seminario, Pádova, 680 pp.

C.F.W.O., 1997. Plan de gestion de la subéraie de M'Sila. Circonscription forestière de Boutlélis, 6 p.

CHAKALI G., ATTAL-BEDREDDINE A. et OUZANI H., 2002- Les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Q. ilex*, en Algérie. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bull.* **25(5)**, 2002. pp 93- 100.

CHAPUIS F., 1865 - *Monographie des Platypides*. Imp. H. Dessain, Liège.

DAJOZ R., 1977 - Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. Tome 8 : Coléoptères Colydiidae et Anommataidae paléarctiques. Masson, Paris, 280 p.

ESPAÑOL, F., 1964- Los Platipodidos de Cataluña (Col. Phytophagoidea). *Bol. Ser. Plagas For.*, **7**: 115-117.

FABRE J.P. et CARLE P., 1975 - Contribution à l'étude biologique d'*Hylurgus ligniperda* F. (Coleoptera, Scolytidae) dans le sud-est de la France. *Ann. Sci. forest.* **32(1)** : 55-71.

G.G.A., 1927 - Instruction sur les travaux d'exploitation dans les forêts de chêne-liège. Imp.V^{ve} D. Braham, Constantine, 98 p.

FERREIRA M.C. ET FERREIRA G.W.S., 1989 - *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae), Plaga de *Quercus suber* L. *Bol. San. Veg. Plagas*, **4** : 301-306.

FERREIRA M.C. ET FERREIRA G.W.S., 1991 - Pragas das folhosas guia de campo. Min. Agri. , Pescas e alimentação, Lisboa, série divulgação, n°5, 142-150.

HUSSON, R., 1955- Sur la biologie du coléoptère xylophage "*Platypus cylindrus* Fabr.". *Annales Universitatis Saraviensis Scientia*, **4**, 348-356.

KINUURA H. et KOBAYASHI M., 2006- Death of *Quercus cripula* by inoculation with adult *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Appl. Entomol. Zool.* **41(1)**: 123- 128 (2006).

KOROLYOV S. G., 1989 - Morphology of the larvae of beetles of the genus *Platypus* Herbst (Coleoptera, Platypodidae) in connection with peculiarities of their ecology. *Entomol. Obzr.*, **68(2)**, 353-360.

MARRAS F., FRANCESCHINI A. ET MADDAU L., 1995 - Principales maladies du chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Sardaigne. Protection intégrée des forêts de chênes. *IOBC wprs* 331 p.

MESSAOUDENE M., 2000- Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Algérie. *La forêt Algérienne*. Pp. 3-5-9.

NATIVIDADE, J.V., 1950- *Subericultura*. 1^a éd. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Direcção-Geral das Florestas. Lisboa.

OHYA E. & KINUURA H., 2001- close range sound communications of the oak Platipodid beetle *Platypus quercivorus* (Murayama) Coleoptera: Platypodidae). **36(3)**:317-321.

PEYERIMHOFF DE P., 1919 - Note sur la biologie de quelques coléoptères phytophages du Nord africain. 3^{ème} série. *Ann. Soc. entomol. Fr.*, 88 : 169-260.

SANCHEZ G. et GARCIA P., 2007. Report on the Evora Conférences meeting. 25th to 27th October 2006- Lisbon- January 2007, 28p.

SECHI, C.; RUIU, P.A.; FRANCESCHINI, A. et CORDA, P., 2002. Further researches on the distribution of declining cork oak stands in Sardinia (Italy). *IOBC/wprs Bulletin*, 25(5): 5-12.

SOUSA E. & DEBOUZIE, D., 1993- Contribution à la connaissance de quelques variables sylvicoles es écologiques au coléoptère *Platypus cylindrus* F., ravageur du chêne liège au Portugal. *Silva Lusitana*, 1(2): 183-197.

SOUSA E., 1995- Les principaux ravageurs du chêne liège au Portugal. Leurs relations avec le déclin dès peuplements. *IOBC/wprs Bulletin*, 18(6): 18-22.

SOUSA E., 1996- *Contribution à l'étude de la biologie de populations de Platypus cylindrus (Coleoptera: Platypodidae) dans des peuplements de chênes liège au Portugal.* Thèse de Doctorat, Lyon, France, 153 pp.

SOUSA E. et DEBOUZIE, D., 2002- Caractéristiques bioécologiques de *Platypus cylindrus* au Portugal. *IOBC/ wprs Bulletin*, 25: 75-83.

SOUSA E.; INACIO, M.L.; EL. ANTRY, S.; BAKRY, M. et KADIRI, Z.A., 2005- Comparaison de la bio-écologie et du comportement de l'insecte *Platypus cylindrus* Faber. (Coléoptère, Platypodidae) dans les subéraies Portugaises et Marocaines. *IOBC/wprs Bulletin*,

28: 137-144.

STROHMEYER V.F., 1907- Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Platypus var.cylindriformis* Reitter. *Entomologie Blätter*, 5, 67-69.

SVIHRA P. et KELLY M., 2004- Importance of oak ambrosia beetles in predisposing coat live trees to wood decay. *Journal of arboriculture* 30(6): November 2004. 371-375.

VILLEMANT C. 1989., *Lymantria dispar le Bombyx disparar.* Actes Editions Rabat. 220 pages

VILLEMANT C., BOUNFOUR M., BENHALIMA S. ET OULD BOURAYA N. , 1991 - Faune du liège et des crevasses. In **VILLEMANT C. ET FRAVAL A. :** La faune du chêne-liège. *Actes Editions, Rabat* : 69-128.

VILLEMANT C. et FRAVAL A., 1993- La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc). *Ecologia Mediterranea*, 19: 89-98.

VILLEMANT C. & ANDREÏ-RUIZ M.C., 1999- Life-cycles and biological feature of eggs predators of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) in the Mamora cork oak forest, Morocco. *Eur. J. Entomol.* 96: 29-36.

Les Cynipidae du chêne - liège (*Quercus suber*) dans les monts de Tlemcen

Fatima BOUKRERIS*, **Rachid Tarek BOUHRAOUA*** et **Juli PUJADE-VILLARS****

*Université Abou Bakr Bel Kaid, Tlemcen, Département de Foresterie, Faculté des sciences, BP119 RP Imama, Tlemcen13000 Algérie. E-mail : fatima_boukreris@yahoo.fr, ** Université de Barcelone, Espagne, Département de Biologie Animale

Résumé : En Algérie, les forêts à *Quercus* sont constituées principalement de chêne liège (*Q. suber*) mais aussi de chêne vert (*Q. ilex*), chêne zeen (*Q. faginea*) et chêne afares (*Q. afares*) et avec un degré moindre de chêne kermès (*Q. coccifera*). Ces chênaies hébergent une diversité entomologique très riche comptant plus de 240 espèces réparties entre 5 ordres et 40 familles. Dans cette présente étude, nous nous sommes limités aux insectes gallicoles de la famille des Cynipidae qui évoluent sur le chêne liège (*Q. suber*) dans le massif forestier de Hafir-Zarieffet à Tlemcen. Pour cela, des échantillons de galles et de rameaux feuillés ont été prélevés entre 2007 et 2009, ramenés au laboratoire et mis en éclosion. La récolte des insectes émergents nous a permis d'identifier 5 espèces. Les inducteurs ou cécidogènes comptent 3 espèces appartenant à la tribu des *Cynipini* et les inquilins 2 espèces aussi appartenant à la tribu des *Synergini*. Les premiers sont présents avec le genre *Andricus* (*A. hispanicus*, *A. grossulariae* et *A. burgundus*) et la forme sexuée. Les inquilins sont présents par le genre *Synophrus* (les espèces *S. politus* et *S. olivieri*). Les galles collectées sur les bourgeons sont induites par l'espèce *A. hispanicus* et *A. burgundus*, par contre celles sur les rameaux sont produites par les espèces *S. politus* et *S. olivieri*. Sur les châtons, les galles sont formées par l'espèce *A. grossulariae*.

Mots clés : chêne liège – Tlemcen – Cynipidae – gallicoles.

The cork oak Cynipidae in montain of Tlemcen

Summary: In algeria, oak forests consist mainly of cork oak (*Q. suber*) and holm oak (*Q. ilex*), but also zeen oak (*Q. faginea*) and afares oak (*Q. afares*) and with a lesser degree of kermes oak (*Q. coccifera*). These forests home to an entomological diversity of over 240 species distributed between 5 orders and 40 families. The present study is devoted to the study of insect's gall of the Cynipidae family in the oak forest. Samples scab and branches feuillés were taken between 2007 and 2009, on oak trees. Revealed a total of 5 species of Cynipidae. The inductors count 3 species. Cécidogenes belong to the Cynipini tribe, and inquilins with 2 species belong to the Synergini tribe. The cecidogenous are presented by genus *Andricus* includes 3 species sexual form (*A. hispanicus*, *A. grossulariae* and *A. burgundus*). The inquilins are presented by 2 species (*Synophrus politus* and *Synophrus olivieri*). These species evolved on the buds with species (*A. hispanicus* and *A. burgundus*), branches with 2 species (*S. politus* and *S. olivieri*) and catkin with one specie (*A. grossulariae*).

Key words: cork oak – Tlemcen – Cynipidae – gall wasps

ابرات او عفصيات بلوط الفلين في جبال تلمسان

ملخص

تعتبر أشجار البلوط أهم وسط غني بالحشرات يث أنها توفر الوقاية وتقوم على تغذية مجموعة متنوعة من الحشرات. إن هذا البحث هو مخصص لدراسة التنوع البيولوجي للحشرات المسؤولة على تشكيل أورام أشجار البلوط التي توجد بالمنطقة الغابية حفير زاريفات بتلمسان، التي تنتمي إلى عائلة "Cynipidae" أو ابرات او عفصيات في هذا الإطار تم جمع بعض أورام وأغصان شجرة الفلين من عام 2007 الى 2010. تم إحصاء 5 أنواع من عائلة "Cynipidae". 3 أنواع من فصيلة Cynipini :

فصيلة *Andricus* تحتوي على : (*A. hispanicus*, *A. grossulariae*, *A. burgundus*) وهناك نوعان متطفلة تنتمي إلى فصيلة (*Synergini* (*Synophrus politus*, *Synophrus olivieri*)). معظم هذه الأنواع تنمو على براعم البلوط، الأوراق وعلى الأغصان.

الكلمات المفتاحية: شجر الفلين، تلمسان، Cynipidae، أورام الحشرات.

Introduction

Dans différentes chênaies, comme tout autre écosystème forestier, vivent une entomofaune diversifiée tant sur le plan systématique, que sur le plan régime alimentaire. Son importance économique pour les arbres passe inévitablement par son inventaire, l'étude de son mode alimentaire et son impact sur la vigueur des arbres-hôtes.

Divers ordres d'insectes comptent parmi cette entomofaune mais ceux qui contiennent les espèces galligènes sont les plus complexes et les plus diversifiées. Ils appartiennent principalement à l'ordre des Hyménoptères et la famille des Cynipidae.

Cette famille regroupe 1360 espèces décrites d'insectes gallicoles ou inquilins (formant ou occupant des galls) dans le monde (Ronquist, 1994 ; Liljeblad et Ronquist, 1998). La plupart de ces espèces (près de 1000) attaquent les chênes (Fagacées : *Quercus* sp.). En Algérie, on recense 31 espèces décrites de cynipidés gallicoles du chêne (Pujade-Villar et al., 2010).

Dans cette étude nous nous occuperons seulement des grands groupes d'hyménoptères, évoluent sur le chêne liège (*Q. suber*) dans le massif forestier de Hafir-Zariffet à Tlemcen. Ils concernent plus particulièrement les inducteurs de galls de la tribu des *Cynipini*, qui comptent des espèces provoquant des galls sur le chêne liège (*Q. suber*). Les galls produites par ces inducteurs présentent diverses morphologies et ont souvent des structures complexes (Askew, 1961 ; Askew, 1984 ; Dreger-Jauffret et Shorthouse, 1992 ; Shorthouse et Rohfritsch, 1992 ; Melika et al., 2000). Elles logent un grand nombre de communautés d'autres insectes qui y vivent ou attaquent leurs occupants (Askew, 1984; Meyer, 1987; Stone et Schönrogge, 2003). Ces communautés sont formées pour la plupart d'insectes inquilins de la tribu des *Synergini* (Askew, 1984) dont les larves ont perdu la capacité de produire des galls.

Les Cynipini en particulier ont deux générations par an. Les cycles de vie sont souvent complexes (Pujade-Villar *et al.*, 2001) et caractérisés par l'alternance de générations bisexuées (individus des 2 sexes) et asexuées (constituée exclusivement de femelles). En outre, les deux générations d'une même espèce de cynipidés gallicoles du chêne forment souvent des galles diverses et présentent des adultes de morphologies différentes. En plus de cette caractéristique, nous pouvons souligner les différences remarquables dans leurs mécanismes d'induction des galles, leur biologie, la manière de s'alimenter et les effets que produisent les déformations dans les plantes colonisées. Ils se caractérisent par la diversité des parties de la plante qu'ils peuvent attaquer. Ils peuvent affecter aussi bien les feuilles, les rameaux, les pédoncules, les bourgeons, les racines, les radicelles, les inflorescences et les fruits où leur présence affecte la vigueur du végétal.

De nos jours, nous déplorons l'absence d'informations biologiques la plus rudimentaire sur la plupart des espèces de cynipidés gallicoles du chêne liège de l'Algérie et nous connaissons peu de choses au sujet de leurs caractéristiques inquilines.

1. Matériels et méthodes

Pour dresser l'inventaire des cynipidés, nous avons procédé aux prélèvements de galles du chêne liège du massif forestier de Hafir-Zarieffet (Tlemcen), durant la période de 2007 à 2009. À tous les endroits de collecte, les parties au-dessus du sol des arbres ont été examinées avec attention, et les galles ont été récoltées jusqu'à deux mètres (2m) du sol. Des échantillons représentatifs de toutes les espèces de galles trouvées sur chêne liège ont été par la suite placés dans des sacs en plastique refermables, sur les quelles nous avons noté tous les renseignements nécessaires à savoir la date du prélèvement, le lieu et l'arbre hôte. Tous les échantillons ont été déposés dans des éclosiers (beurriers recouverts de tissus moustiquaires pour aération) et placés dans les conditions ambiantes du laboratoire. Tous les insectes gallicoles ainsi que les inquilins sortant des galles ont été récupérés et conservés dans l'alcool 70° pour identification. Cette dernière a été assurée par Pr J. Pujade-Villar spécialiste de ce groupe d'insectes à l'Université de Barcelone, laboratoire de Biologie animale, après leur envoi.

2. Résultats et discussion

Les insectes galligènes ou les inducteurs obtenus au cours de cette étude sont indiqués dans le tableat 1 suivant. Il est à noter que les insectes inquilins ainsi rencontrés dans nos prélèvements sont mentionnés également (tab.2).

2.1- Les Gallicoles

Les espèces d'insectes inducteurs de galles identifiées sur chêne liège (*Q. suber*) sont indiquées dans le tableau 1 suivant.

Tableau 1 : Espèces d'insectes inducteurs des galles sur *Q. suber* dans le massif forestier Hafir-Zarieffet

Espèces	Génération	Organe attaqué
<i>Andricus hispanicus</i> Hartig, 1856	sexué	bourgeons
<i>Andricus grossulariae</i> Giraud, 1859	sexué	chatons
<i>Andricus burgundus</i> Giraud, 1859	sexué	bourgeons

D'après ce tableau, on note la présence de 3 espèces de Cynipidae appartenant à la tribu des Cynipini. Ces espèces du genre *Andricus* ont été trouvées dans les galles formées sur les bourgeons et les rameaux du chêne liège (tab. 1 ; fig. 1). Les espèces productrices de ces galles sont représentées par *A. hispanicus*, *A. grossulariae* et *A. burgundus*.

Les caractéristiques des galles formées par ces trois espèces sont comme suit :

Andricus hispanicus (Hartig, 1856)

C'est une espèce au cycle hétéroecique produisant des galles de la forme sexuée dans les bourgeons du chêne liège (fig. 1a), par contre celles de la forme agamique sont produites dans les bourgeons de chêne zeen (*Q. faginea*). Cette espèce étant connue par *Andricus kollari*, est substituée par *A. hispanicus*. Ces deux espèces sont maintenant jumelées (Pujade-Villar, 1992 ; Stone et al., 2001; Pujade-Villar et al., 2003; Pujade-Villar, 2010). C'est une espèce localement très abondante dans la région.



Figure 1a : Galle d'*Andricus hispanicus*



Figure 1b : Galle *Andricus grossulariae*

***Andricus grossulariae* Giraud, 1859**

La forme sexuée de cette espèce induit des galles piriformes (Fig : 1b), de teinte rouge et mesurent environ 6 à 8 mm. Elles sont groupées en bouquets sur l'axe du chaton mâle du *Quercus suber* et apparaissent au mois de juin dans le massif forestier. Chaque bouquet compte 15 à 35 galles soit 25 galles en moyenne (n=20). Cette espèce a été mentionnée en Algérie par Houard (1912).

***Andricus burgundus* Giraud, 1859**

Nous avons trouvé un seul individu mâle de cette espèce mélangée avec les adultes de *Synophrus politus* obtenus des galles collectées. Ceci confirme que le *S. politus* attaque la galle de la génération sexuée induite par les individus de l'espèce *A. burgundus* qui la transforme profondément (Melika et al., 2000 et Pujade-Villar et al., 2003). Cette espèce est mentionnée pour la première fois en Algérie.

2.2- Les Inquilins

Le reste des espèces récoltées de l'élevage des galles en laboratoire constitue les inquilins appartenant au genre *Synophrus* (*S. politus* et *S. olivieri*) (tab. 2). Les larves de ce genre ont perdu la capacité de produire des galles. Elles s'alimentent entièrement du tissu de la galle formée par les autres genres de Cynipidés.

Tableau 2 : Espèces d'insectes inquilins (Cynipidae : Synergini) identifiées sur *Quercus suber* dans le massif forestier Hafir-Zarieffet

Espèces	Organe attaqué	Galle
<i>Synophrus politus</i> Hartig, 1843	bourgeons	<i>Andricus burgundus</i>
	rameaux	inconnu
<i>Synophrus olivieri</i> Kieffer, 1898	rameaux	inconnu

Il ressort de ce tableau que 2 espèces d'insectes inquilins peuvent former des galles sur les rameaux mais aussi sur les bourgeons du chêne liège. Il s'agit en effet du *Synophrus politus* et *S. olivieri*.

***Synophrus politus* Hartig, 1843**

Les observations récentes faites par Pujade-Villar *et al.* (2003) prouvent que le *Synophrus politus* (Hartig, 1843) est un vrai inquilin qui attaque la galle de la génération sexuée induite par les espèces du complexe *Andricus burgundus* lesquelles les transforme profondément. Les galles de cette espèce se rencontrent avec une abondance relative sur le chêne liège à Zarriefet qu'à Hafir. Elles sont ligneuses très dures, de forme subsphérique et mesurant environ 6 à 20 mm de diamètre. Leur surface est granuleuse et de même couleur que les rameaux (fig 2a). Cette espèce (fig.2b) est un inquilin qui a été mentionnée depuis longtemps en Algérie par Dalla Torre & Kieffer (1910) puis par Houard (1912-1914).



Figure 2a : Galle de *Synophrus politus*



Figure 2b : Les adultes de *S. politus*

***Synophrus olivieri* Kieffer, 1898**

Les galles de *S. olivieri* sont par contre irrégulièrement arrondies ligneuses et dures, sur les rameaux du chêne liège seulement. Elles sont de couleur de l'écorce du rameau et mesure 20 à 30 mm de diamètre. Sa surface est glabre et couverte de petites aspérités (fig 3). Cette espèce a été mentionnée pour l'Algérie par Dalla Torre & Kieffer (1910).



Figure 3 : Galle de *Synophrus olivieri* sur rameau

3-Conclusion

Il existe peu de données actuellement sur la communauté d'insectes vivant dans les galles du chêne liège formées par les cynipidés dans notre massif forestier Hafir-Zarieffet. On ne connaît pas encore les autres générations de la plupart des insectes gallicoles du chêne liège. Les relations trophiques entre ces insectes et leurs hôtes inquilins ne sont pas bien comprises.

Bien que, les gallicoles soient très abondants dans ce massif, leurs dégâts ne sont pas considérables, même ceux qui se développent plus particulièrement aux dépens des bourgeons et des chatons. La formation des galles est tellement extraordinaire, qu'il ne cause pas des bouleversements dans le développement de la plante hôte ni a leurs descendances.

Nous avons trouvé à Zarieffet quelques sujets de chêne-liège où la plupart des chatons mâles ont été transformés en grappes suite à une attaque sévère d'*Andricus grossulariae* (Giraud, 1859).

Cet inventaire n'est certainement pas complet car d'autres galles d'hyménoptères restent encore non connues dans la région. Un travail de prospection complémentaire est donc nécessaire pour identifier de nouvelles espèces, pour apprécier la fréquence des différents taxons dans le massif, ainsi que leur répartition et surtout leur bioécologie. La diversité spécifique des cynipidés et de leur large spectre d'hôtes, montre que ces Hyménoptères jouent un rôle fondamental dans le maintien de la diversité des peuplements d'insectes forestiers. Des études approfondies s'avèrent indispensables pour mieux cerner la biodiversité de ce groupe et son impact sur la vigueur des arbres.

Références bibliographiques

Askew R.-R., 1961 - On the biology of the inhabitants of oak galls of Cynipidae (Hymenoptera) in Britain. *Trans. Soc. Br. Entomol.* 14: pp: 237-268.

Askew, R.R. 1984 - The biology of gall wasps. in T.N. Ananthakrishnan, editor. *Biology of gall insects*. Edward Arnold, London. Pages 223–271

Dreger-Jauffret F. & Shorthouse J.D., 1992 - Diversity of gall-inducing insects and their galls. In: Shorthouse J.D. & Rohfritsch O., eds. *Biology of insects inducing galls*. New York, NY: Oxford University Press: 8-33.

Houard, C., 1912 - Les Zoocécidies du nord de l'Afrique. *Annales de la Société Entomologique de France*, 81: 1-235.

Houard, C., 1914 - Notes sur les galles des végétaux ligneux du nord de l'Afrique. *Bull. Stat. Rech. Forest. Nord de l'Afrique*, 1: 30-33.

Liljeblad, J. & Ronquist, F., 1998 - Phylogenetic analysis of the higher-level gall wasp relationships. *Syst.Entomol.* 23:229–252.

Meyer, J., 1987 - Plant galls and gall inducers. Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Melika G., Csoka GY & Pujade-Villar J., 2000 - Chek-list of oak gall wasps of Hungary, with some taxonomic notes (Hyménoptera : Cynipidae : Cynipinae : Cynipini). *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 92: 265-296

Pujade-Villar J., 1992 - *Andricus kollari* (Hartig) (Insecta: Hymenoptera: Cynipidae) Part II: Consideracions sobre el seu cicle biològic. *La Sitja Del Llop*, 3, 12.

Pujade-Villar, J., Bellido, D., Segu, G., Melika, G., 2001 - Current state of knowledge of heterogony in Cynipidae (Hymenoptera: Cynipoidea). *Sessió Conjunta d'Entomologia de la ICHN-SCL*, 11(1999): 87- 107.

Pujade-Villar, J., Folliot, la ICHN-SCL, 11(1999): 87- 107.R. & Bellido, D., 2003 - The life cycle of *Andricus hispanicus* (Hartig, 1846) n. stat., a sibling species of *A. kollari* (Hartig, 1843) (Hymenoptera: Cynipidae). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 71: 83-95.

Pujade-Villar J., 2010 - L'importance de *Quercus cerris* dans la biodiversité des espèces de cynipides européens des chênes (Hymenoptera: Cynipidae): une vision historique et biologique de l'effet des refuges glaciaires sur les cynipides et leur expansion postglaciaire. Proceeding of the Vth IOBC meeting, *Intergrated Protection in Oak forests, IOBC/WPRS Bulletin, (en prensa)*.

Ronquist, F., 1994 - Evolution of parasitism among closely related species: phylogenetic relationships and the origin of inquilism in gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Evolution* 48:241–266.

Shorthouse J. & Rohfritsch O., 1992 - Biology of insect-induced galls. Oxford: Oxford University Press. 285p.

Stone, G. N., Atkinson, R. J., Rokas, A., Csoka, G. & Nieves-Aldrey, J. L., 2001 - Differential success in northwards range expansion between ecotypes of the marble gallwasp *Andricus kollari*: a tale of two refugia. *Mol. Ecol.* 10: 761-778.

Stone, G. N., Schönrogge, K., 2003 - The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends Ecol. Evol.* 18:512–522.

Exploitation optimale d'une ressource renouvelable forestière soumise à un environnement stochastique

Mahdjoub^a, T., Ouaddah, E.& Hakem, A.

Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen, B.P. 119, Tlemcen, Algérie.

^aEmail : tew.mahdjoub@mail.univ-tlemcen.dz

Résumé : Dans le but d'une gestion optimale et durable des ressources renouvelables forestières, une variante du modèle matriciel d'Usher (Usher, 1969a) est proposée. Outre les paramètres démographiques de survie et de régénération, le modèle intègre le taux d'accroissement de la population λ et le taux d'exploitation τ . Dans le cas d'un environnement constant, lorsque la population atteint ses dynamiques d'équilibre, le taux d'exploitation augmente avec le taux d'accroissement. Dans le cas d'un environnement stochastique, les simulations montrent que le taux d'exploitation optimale ne correspond pas nécessairement à la plus grande valeur du taux d'accroissement.

Mots clés : Modèle matriciel, taux d'accroissement stochastique, taux d'exploitation optimal, environnement stochastique.

Abstract: In the aim of an optimal and durable management of the renewable forest resources, an alternative to Usher matrix model (Usher, 1969a) is proposed. In addition to the demographic parameters of survival and regeneration, the model integrates the population growth rate λ and the exploitation rate τ . In the case of a constant environment, when the population reaches its equilibrium dynamics, the exploitation rate increases with the growth rate. In the case of a stochastic environment, simulations show that the optimal exploitation rate does not correspond necessarily to the greatest value of the growth rate.

Key words: Matrix model, stochastic growth rate, optimal exploitation rate, stochastic environment.

خلاصة : بهدف الإدارة المثلى للموارد المتجددة للغابات ، يقترح بديلاً لنموذج المصفوفة لاشير (Usher, 1969a). بالإضافة إلى المعايير الديمغرافية للبقاء على قيد الحياة والتجديد ، يجمع هذا النموذج بين معدل النمو السكان λ ومعدل الاستغلال τ . في حالة وجود بيئة ثابتة ، وعندما يصل عدد السكان إلى ديناميكيات التوازن ، فإن معدل الاستغلال يزداد مع زيادة معدل النمو. في حالة وجود بيئة العشوائية ، تبين الحسابات أن معدل الاستغلال الأمثل لا يتطابق بالضرورة مع أكبر قيمة لمعدل النمو.

الكلمات الرئيسية : نموذج المصفوفة، معدل النمو العشوائي، معدل الاستغلال الأمثل، البيئة العشوائية

Introduction

La forêt est une source de richesse naturelle à fort impact socio-économique. Dans le but de pérenniser son exploitation, beaucoup de travaux se sont focalisés sur l'étude des dynamiques d'une population forestière. Ces études de prédiction se basent essentiellement sur la compréhension des phénomènes biologiques liés à la croissance, la mortalité et la régénération des individus qui seront par la suite paramétrés puis intégrés dans des modèles mathématiques.

Le modèle matriciel de Leslie est un des premiers outils mathématiques utilisé pour la détermination du taux d'accroissement d'une population (Leslie, 1945; Leslie, 1948).

Dans ce modèle, la population est inventoriée à intervalles de temps réguliers $[t, t + \Delta t]$, souvent ramené à l'intervalle $[t, t + 1]$. La population est partitionnée en k classes d'âge (figure 1) et deux types de paramètres démographiques sont définis : (1) p_i ($i=1, \dots, k-1$) représentant la probabilité de passage de la classe i à la classe $i+1$ et (2) f_i ($i=1, \dots, k$) la fécondité de la classe i . A la dernière classe k est associée une probabilité de non passage p_k . Si $\mathbf{N}(t)$ est le vecteur d'état décrivant la population à l'instant t , alors l'équation matricielle de Leslie s'écrit :

$$\mathbf{N}(t + 1) = \mathbf{A} \mathbf{N}(t) \quad (1)$$

Où :

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & \dots & \dots & f_k \\ p_1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & p_2 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & p_{k-1} & p_k \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \mathbf{N}(t) = \begin{pmatrix} n_1 \\ \vdots \\ n_k \end{pmatrix}_t$$

Par la suite, Lefkovitch (Lefkovitch, 1965) avait généralisé ce modèle à des populations d'insectes. Les classes d'âge ont été remplacées par les quatre stades de développement : œuf, larve, pupa et adulte.

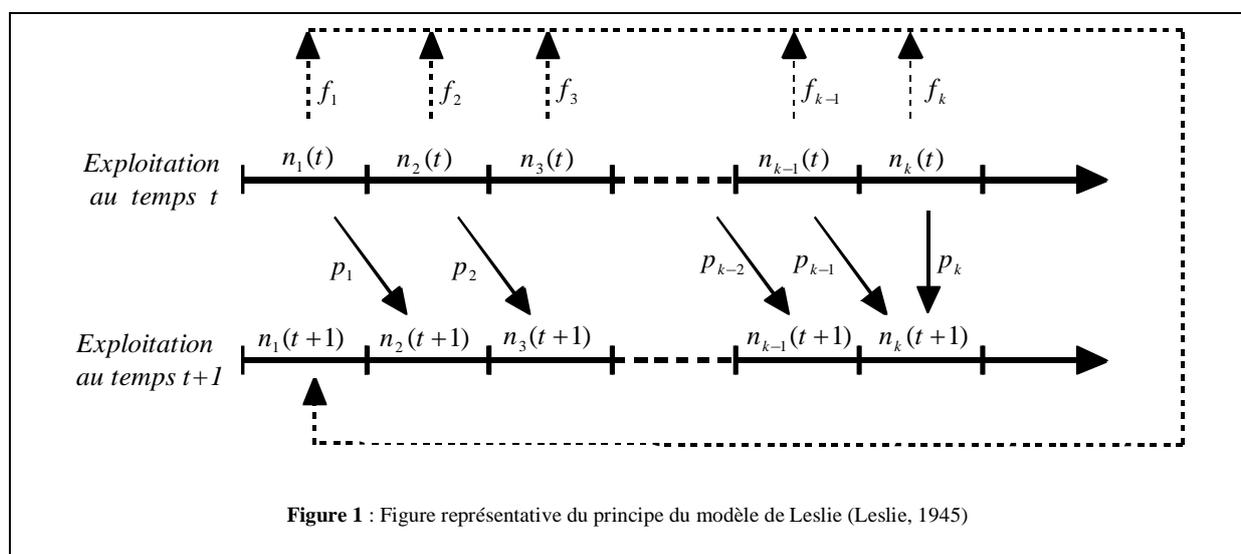


Figure 1 : Figure représentative du principe du modèle de Leslie (Leslie, 1945)

1-Matériel et méthodes

L'application du modèle de Leslie aux populations forestières est essentiellement due aux travaux d'Usher (Usher, 1966; Usher, 1967/68; Usher, 1969a; Usher, 1969b; Usher, 1971; Usher and Williamson, 1970). Les arbres sont classés par ordre de grandeur de leur circonférence. De façon générale, les inventaires sont réalisés au moment de l'exploitation forestière. La durée de temps entre deux inventaires successifs dépend de la rapidité de la croissance des individus (6 ans pour *Pinus sylvestris* en Ecosse).

1.1-Construction du modèle

Considérons une population forestière partitionnée en k classes de circonférences. Entre deux exploitations successives, aux instants t et $t+1$, un arbre de la classe i peut : (1) soit rester dans la classe i avec une probabilité $q_i(t)$, (2) soit passer à la classe supérieure $i+1$ avec une probabilité $p_i(t)$, (3) soit mourir (coupe ou mort naturelle) et entraîner une régénération avec un taux $f_i(t)$. Nous supposons par la suite que le taux de mortalité naturelle est très faible devant le taux de mortalité par coupe et que par conséquent est un taux qui dépend essentiellement du nombre d'arbres exploités.

D'autre part, définissons par $\lambda(t)$ le taux d'accroissement cyclique de la population durant l'intervalle de temps $[t, t + 1]$ soit :

$$\mathbf{N}(t + 1) = \lambda(t)\mathbf{N}(t) \quad (2)$$

Le taux d'accroissement moyen est défini comme étant la moyenne géométrique des taux d'accroissements cycliques (Mahdjoub and Menu, 2008), soit :

$$\lambda = \lim_{T \rightarrow +\infty} (\prod_{t=1}^T \lambda(t))^{\frac{1}{T}} \quad (3)$$

où T est le nombre de cycles d'exploitation.

Si le nombre d'arbres augmente de $\sum_{i=1}^k N_i(t)$ à $\lambda(t) \sum_{i=1}^k N_i(t)$ entre t et $t+1$ et pour ramener cet accroissement à $x \sum_{i=1}^k N_i(t)$ alors il faut exploiter, à $t+1$, $(\lambda(t) - x) \sum_{i=1}^k N_i(t)$ arbres. Notons, à ce niveau, que si $x = 1$ alors tout le surplus d'individus produit est exploité. Nous dirons alors que le taux d'exploitation τ est égal à 100%. Si $x < 1$, la population est sur-exploitée et dans ce cas $\tau = (2 - x) \cdot 100\%$. Enfin, s'il y a une sous-exploitation et le nombre d'individus à $t+1$ est supérieur au nombre d'individus à t , alors $x > 1$. Nous supposons que durant un cycle d'exploitation, le nombre d'individus ne peut pas doubler ($x < 2$). Par la suite, nous ferons varier ce taux d'exploitation avec un pas $\Delta\tau = 10\%$ dans l'intervalle [80% – 150%].

Avec une exploitation identique à toutes les classes de la population, le modèle matriciel s'écrit :

$$\mathbf{N}(t + 1) = \begin{pmatrix} q_1(t) + f_1(t)(\lambda(t) - x) & f_2(t)(\lambda(t) - x) & \dots & f_k(t)(\lambda(t) - x) \\ p_1(t) & q_2(t) & \dots & 0 \\ 0 & p_2(t) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & p_{k-1}(t) & q_k(t) \end{pmatrix} \mathbf{N}(t) \quad (4)$$

En suivant Usher (Usher, 1969a), nous déduisons des équations (2) et (4) l'équation scalaire d'inconnue $\lambda(t)$ qui s'écrit :

$$f[\lambda(t)] = q_1(t) + f_1(t)(\lambda(t) - x) - \lambda(t) + \sum_{i=2}^{k-1} f_i(t)(\lambda(t) - x) \frac{p_1(t)}{p_i(t)} \prod_{j=1}^i \left(\frac{p_j(t)}{\lambda(t) - q_j(t)} \right) + f_k(t)(\lambda(t) - x) \frac{p_1(t)}{p_k(t)} \prod_{j=1}^k \left(\frac{p_j(t)}{\lambda(t) - q_j(t)} \right) = 0 \quad (5)$$

L'équation (5) est le résultat essentiel de cette section car elle nous permet le calcul du taux d'accroissement cyclique $\lambda(t)$ en fonction de x et par conséquent en fonction du taux d'exploitation τ et ceci dans le cas d'un environnement constant ou dans le cas d'un environnement stochastique que nous désignerons par la suite, sous l'appellation respective de « modèle déterministe » et « modèle stochastique ».

1.2-Modèle déterministe

1.2.1-Définition

Au modèle déterministe correspondant au cas d'un environnement constant, sont associés des paramètres démographiques constants du tableau (1). Quand la population atteint son état d'équilibre ($t \rightarrow +\infty$) le taux d'accroissement cyclique $\lambda(t)$ coïncide avec le taux d'accroissement de la population λ , défini aussi comme étant la plus grande valeur propre de la matrice de l'équation (4), soit :

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \lambda(t) = \lambda \quad (6)$$

Tableau 1 : Valeurs des différents paramètres démographiques de l'espèce *Pinus sylvestris* à Corroux en Ecosse, dans le cas où 6 classes de circonférences sont considérées. Le cycle d'exploitation de cette forêt est de 6 ans. Dans le cas du modèle déterministe ces paramètres sont constants. Dans le cas du modèle stochastique, ils sont des variables aléatoires distribués comme indiqué.

Probabilités de passage p_i de la classe i à $i+1$ ($i=1, \dots, 5$)		Probabilités de non passage q_i . ($i=1, \dots, 6$)		Taux de régénération f_i ($i=1, \dots, 6$)	
Modèle déterministe	Modèle stochastique	Modèle déterministe	Modèle stochastique	Modèle déterministe	Modèle stochastique
$p_1 = 0.28$	$p_i(t)=v.a$ de fonction densité de probabilité la loi $B(x; \eta, \mu)^1$	$q_1 = 0.72$	$q_i(t)=v.a$ de fonction densité de probabilité la loi $B(x; \eta, \mu)^1$	$f_1 = 0.00$	$f_i(t)=v.a$ de fonction densité de probabilité la loi $N(f_i, Var[f_i(t)])^2$
$p_2 = 0.31$		$q_2 = 0.69$		$f_2 = 0.00$	
$p_3 = 0.25$		$q_3 = 0.75$		$f_3 = 0.00$	
$p_4 = 0.23$		$q_4 = 0.77$		$f_4 = 3.60$	
$p_5 = 0.37$		$q_5 = 0.63$		$f_5 = 5.10$	
		$q_6 = 0.00$		$f_6 = 7.50$	

⁽¹⁾ écriture de la distribution Bêta de paramètres η et μ définis dans la section 4.1.

⁽²⁾ écriture de la distribution normale de moyenne f_i et de variance $Var[f_i(t)]$ (voir section 4.1.).

1.2.2-Existence et unicité

L'existence et l'unicité de la valeur de λ comme solution de l'équation (5) ont été déjà démontré par Usher (Usher, 1969a) en étudiant les variations de la fonction $f(\lambda)$ ainsi que sa dérivée $f'(\lambda)$.

1.2.3-Condition initiale et convergence de la méthode de Newton-Raphson

La convergence de la méthode itérative de Newton-Raphson, basée sur le calcul des itérations $\lambda_{n+1} = \lambda_n - [f(\lambda_n)/f'(\lambda_n)]$, dépend en partie du choix de la valeur initiale λ_0 (choisie dans ce cas telle que $\lambda_0 = 1.1$) Si la méthode diverge, un autre choix de la condition initiale sera considéré. La valeur numérique de λ sera calculée à 10^{-5} près.

1.3-Modèle stochastique

1.3.1-Définition du modèle et description de la stochasticité

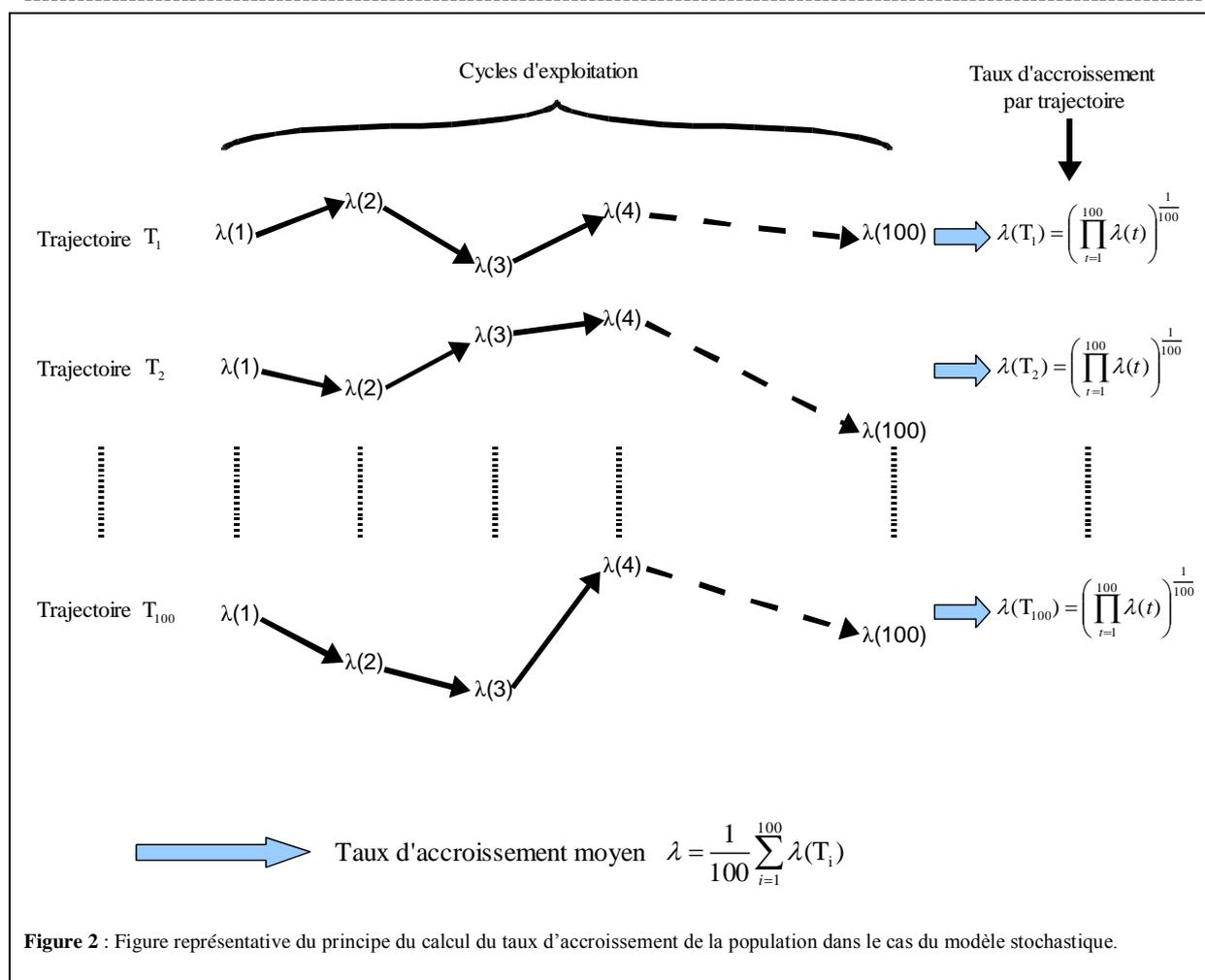
L'équation (5) avec, en regard, les différentes variables aléatoires du tableau 1 définissent le modèle stochastique. Les probabilités de passage $p_i(t)$ et les probabilités de non passage $q_i(t)$ sont choisies comme étant des variables aléatoires distribuées suivant la loi Beta caractérisée par la fonction densité de probabilité :

$$B(x; \eta, \mu) = x^{\eta-1}(1-x)^{\mu-1} / \int_0^1 u^{\eta-1}(1-u)^{\mu-1} du \quad (7)$$

de moyenne $E(.) = \eta/(\eta + \mu)$ et de variance $var(.) = \eta\mu/[(\eta + \mu)^2(\eta + \mu + 1)]$. Les valeurs moyennes de ces distributions sont choisies comme étant les valeurs moyennes du modèle déterministe soit $E[p_i(t)] = p_i$ et $E[q_i(t)] = q_i$. En outre, il est naturel de supposer que les probabilités de passage entre les différentes classes de circonférences soient corrélées entre elles et aient une même variance, soit $Var[p_i(t)] = 16$, pour $i = 1, \dots, 5$. La même condition est posée sur les probabilités de non passage, soit $Var[q_i(t)] = 16$ pour $i = 1, \dots, 6$. Les simulations numériques de la loi Beta sont basées sur l'algorithme développé par Marsaglia et Tsang (Marsaglia and Tsang, 2000).

Les taux de régénération $f_i(t)$ pour $i = 1, \dots, 6$, sont supposés distribués suivant une loi normale de moyenne la valeur du modèle déterministe $E[f_i(t)] = f_i$ et de variances égales $Var[f_i(t)] = 16$ pour $i = 1, \dots, 6$. Le générateur aléatoire de la loi normale est basé sur la méthode de Box-Muller (Box and Muller, 1958) qui transforme la distribution uniforme sur $[0,1]$ en une distribution normale centrée réduite. Les valeurs aléatoires sur $[0,1]$ sont générées suivant l'algorithme de Mersenne-Twister (Matsumoto and Nishimura, 1998)

Par la suite, le tirage aléatoire de l'ensemble des trois vecteurs $T_k = \{p_i(t), q_j(t), f_j(t); i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, 6; t = 1, \dots, 100, k = 1, \dots, 100$, sera appelé une trajectoire simple (Tuljapurkar, 1997) qui sera caractérisée par son taux d'accroissement stochastique $\lambda(T_k) = (\prod_{t=1}^{100} \lambda(t))^{1/100}$ (figure 2). Le taux d'accroissement moyen sera la moyenne géométrique des d'aux d'accroissement de chaque trajectoire.



1.3.2-Condition d'exploitation

Lors du calcul du taux d'accroissement $\lambda(T_{k_0})$, $1 \leq k_0 \leq 100$, associé à la trajectoire T_{k_0} , si le taux d'accroissement du cycle $[t_0, t_0 + 1]$ sera tel que $\lambda(t_0) < 1$ alors la population forestière ne sera pas exploitée le cycle suivant $[t_0 + 1, t_0 + 2]$.

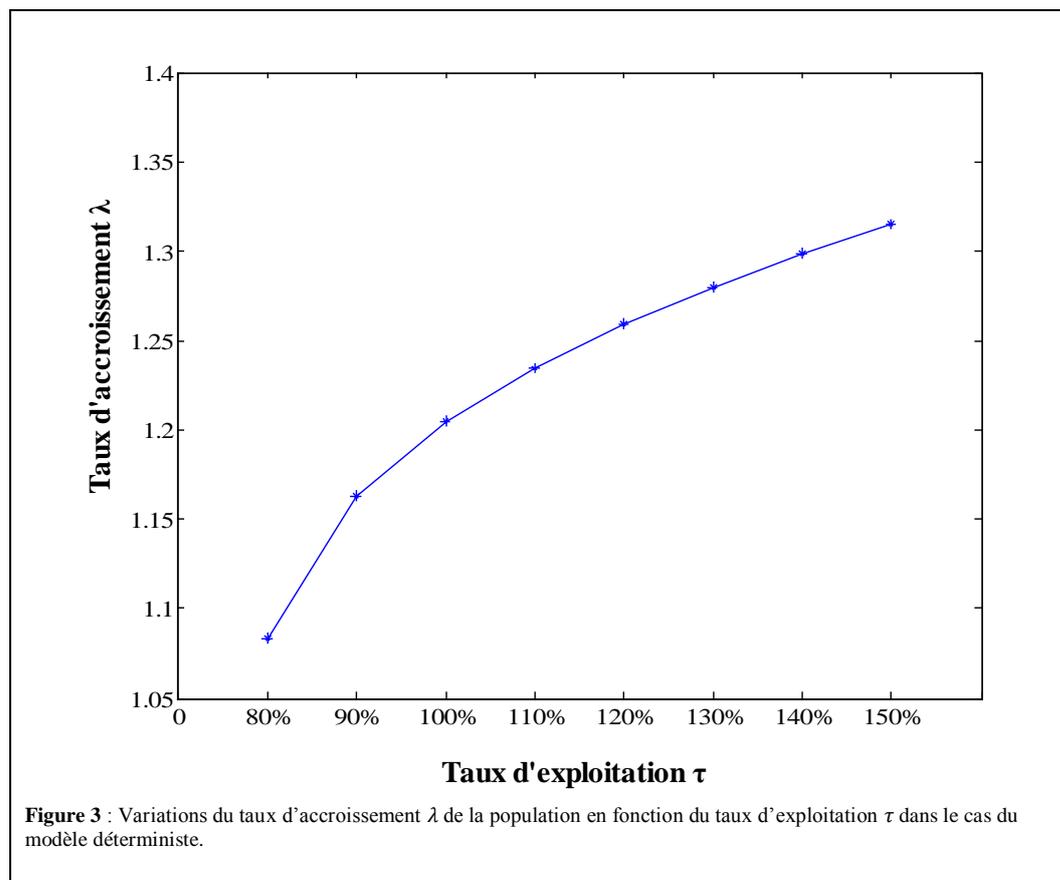
1.3.3-Convergence de la méthode numérique

Comme dans le modèle déterministe, la méthode numérique de Newton-Raphson peut diverger lors de la résolution de l'équation (5). Si pour une trajectoire donnée T_{k_0} et pour un cycle donné $[t_0, t_0 + 1]$, la méthode ne donne pas une solution à 10^{-5} près après 20 itérations, le $\lambda(t_0)$ ne sera pas calculé et par conséquent il n'interviendra pas lors du calcul du taux d'accroissement $\lambda(T_{k_0})$ associé à la trajectoire.

2-Résultats et discussion

Les variations du taux d'accroissement λ en fonction du taux d'exploitation τ dans le cas du modèle déterministe sont représentées dans la figure 3. Elles montrent qu'aux taux d'exploitation croissants correspondent des taux d'accroissement croissants.

Autrement dit, pour avoir un taux d'exploitation élevé il est nécessaire que l'accroissement de la ressource forestière soit élevé. Ce résultat naturel valide la déduction de l'équation (5).



Les résultats du modèle stochastique, plus réaliste, sont représentés dans la figure 4. Contrairement au modèle déterministe, le taux d'exploitation $\tau_{opt} = 110\%$ optimise le taux d'accroissement de la population forestière ($\lambda = 1.00714$). L'existence d'un taux optimal d'exploitation s'explique par le fait que des taux au dessous de ce taux optimal ne stimulent pas suffisamment la régénération naturelle tandis que les taux supérieurs correspondent à des taux de surexploitation. Une exploitation optimale serait donc de faire un compromis entre la maximisation de la régénération naturelle sans pour autant atteindre le seuil de la surexploitation.

Dans cette étude, l'optimalité de l'exploitation a été définie par rapport au taux d'accroissement de la ressource forestière qui est souvent considéré comme mesure de fitness biologique. Il reste tout autant intéressant d'utiliser une autre mesure telle que la probabilité d'exploitation et de comparer les résultats obtenus par les deux méthodes.

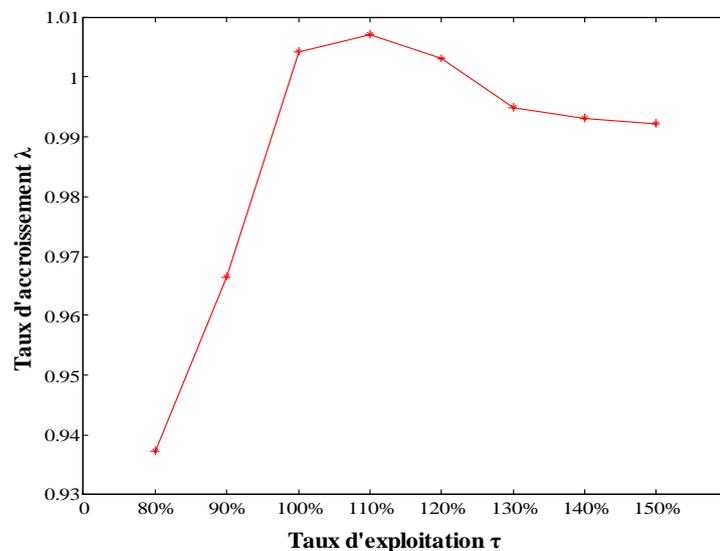


Figure 4 : Variations du taux d'accroissement λ de la population en fonction du taux d'exploitation τ dans le cas du modèle stochastique.

Références bibliographiques

- Box, G.E.P., and Muller, M.E., 1958.** A Note on the Generation of Random Normal Deviates. *Ann. Math. Stat.* 29, 610-611.
- Lefkovitch, L.P., 1965.** The study of population growth in organisms grouped by stages. *Biometrics* 21, 1-18., [doi:10.2307/2528348](https://doi.org/10.2307/2528348).
- Leslie, P.H., 1945.** On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33, 183-212., [doi:10.2307/2332297](https://doi.org/10.2307/2332297).
- Leslie, P.H., 1948.** Some further notes on the use of matrices in population mathematics. *Biometrika* 35, 213-245.
- Mahdjoub, T., and Menu, F., 2008.** Prolonged diapause: a trait increasing invasion speed? *Journal of Theoretical Biology* 251, 317-330., [doi:10.1016/j.jtbi.2007.12.002](https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2007.12.002).
- Marsaglia, G., and Tsang, W.W., 2000.** A simple method for generating gamma variables. *ACM Transactions on Mathematical Software* 26, 363-372., [doi:10.1145/358407.358414](https://doi.org/10.1145/358407.358414).
- Matsumoto, M., and Nishimura, T., 1998.** Mersenne Twister: A 623-Dimensionally Equidistributed Uniform Pseudo-Random Number Generator. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation* 8, 3-30., [doi:10.1145/272991.272995](https://doi.org/10.1145/272991.272995).
- Tuljapurkar, S.D., 1997.** Stochastic matrix models. S.D. Tuljapurkar and H.Caswell eds. *Structured-population models in marine, terrestrial and freshwater systems*. Chapman and Hall, New-York, 59-82.
- Usher, M.B., 1966.** A matrix approach to the management of renewable resources, with special reference to selection forests. *J. Appl. Ecol.* 3, 355-367.
- Usher, M.B., 1967/68.** A structure for selection forests. *Sylva* 47, 6-8.
- Usher, M.B., 1969a.** A matrix model for forest management. *Biometrics* 25, 309-315.
- Usher, M.B., 1969b.** A matrix approach to the management of renewable resources, with special reference to selection forest-two extensions. *J. Appl. Ecol.* 6, 347-348.

Projets de coopération internationale sur l'innovation dans la gestion des subéraies.

David Gasc

Ingénieur chargé de projets, Association Internationale Forêts Méditerranéennes (AIFM), www.aifm.org, 14 rue Louis Astouin, 13002 Marseille, France, david.gasc@aifm.org.

Résumé : L'association Internationale Forêts Méditerranéennes intervient depuis sa création en 1996 pour favoriser les échanges et le débat à propos des problématiques liées à la gestion des espaces forestiers méditerranéens. C'est ainsi qu'elle développe et anime depuis presque 15 années un réseau conséquent de personnes et d'organisations variées disséminées dans le Bassin méditerranéen. En effet, la spécificité de la forêt méditerranéenne nous impose cette ouverture tant au niveau des sensibilités, des disciplines que des intérêts. Le liège, produit authentique de la Méditerranée occidentale, subit actuellement plusieurs affronts de la part de produits alternatifs et du marché mondialisé. À travers son réseau, l'AIFM tente, depuis 2007, de développer un projet de coopération rassemblant pour la première fois les sept pays producteurs. Cependant, elle est confrontée à la difficulté de trouver les financements adéquats pour le mener à bien. Le soutien des pouvoirs locaux et du secteur privé constitue encore un défi à relever.

Mots clés : coopération, innovation, mise en réseau, gouvernance.

Abstract: Since its inception in 1996, the International Association for Mediterranean Forests has been facilitating the promotion of exchanges and debates about main issues related to the management of Mediterranean woodlands. So she develops and runs for nearly 15 years a relevant network of people and varied organizations scattered around the Mediterranean. Indeed, the specificity of the Mediterranean forest requires to open both to various sensitivities, skills and interests. Cork, genuine product of the western Mediterranean, is currently facing to several difficulties from alternative products and the global market. Through its network, the AIFM attempts since 2007 to develop a collaborative project bringing together, for the first time, the seven producing countries. However, it faces the difficulty of finding adequate funding to carry it out. The support of local authorities and the private sector is still a challenge to pass over.

Key-words : cooperation, innovation, networking, governance.

1. L'Association Internationale Forêts Méditerranéennes : un outil de coopération en Méditerranée au service des espaces forestiers

L'Association Internationale Forêts Méditerranéennes (AIFM) est la seule ONG dédiée aux questions forestières à l'échelle du Bassin méditerranéen. Installée à Marseille (France) depuis sa création en 1996, elle a pour mission de faciliter les échanges d'expériences et de connaissances entre les multiples acteurs de l'écorégion méditerranéenne à propos des

Problématiques majeures de ses écosystèmes forestiers : gestion sylvicole intégrée, adaptation au changement climatique, préservation de la biodiversité, développement rural, valorisation des espaces et des ressources, gouvernance, transfert de connaissances, promotion, etc.

Pour y parvenir, l'AIFM développe son réseau (plus de 3000 contacts de 26 pays méditerranéens). Ce réseau de personnes, mais aussi d'institutions techniques, associatives ou de l'administration locale, nationale ou européenne, est alimenté par des informations en ligne (www.aifm.org), un magazine trimestriel « Nouvelles des forêts méditerranéennes » et une lettre d'information électronique. Ces outils permettent au réseau et aux adhérents de l'AIFM d'être régulièrement informés sur les actualités relatives aux forêts méditerranéennes. L'AIFM participe actuellement à une réflexion pour élaborer une revue internationale spécialisée, en liaison avec la revue française « Forêt méditerranéenne ».

En parallèle de l'animation de réseau, l'AIFM est le précurseur et l'animateur du montage de projets de coopération en Méditerranée (ex : le projet SUBERIN). Lorsque ces projets sont validés, l'AIFM en coordonne les activités de capitalisation et de communication, étapes essentielles de la coopération pour mutualiser, extraire les bonnes pratiques et les diffuser.

Ainsi, l'AIFM a conçu et coordonné deux projets européens : « Problématique de la forêt méditerranéenne » (Interreg IIC) et Recoforme « Réseau et actions de coopération sur la forêt méditerranéenne » (Interreg IIIB, www.aifm.org/recoforme/) qui ont rassemblé des partenaires italiens, français, espagnols et portugais. Les projets MED Qualigouv (2009-2012) et For Climadapt (2010-2013) sont en cours de mise en œuvre et traitent respectivement de la gouvernance et de l'évaluation de la qualité de la gestion forestière dans les espaces protégés méditerranéens (www.qualigouv.eu) et de l'adaptation de ces espaces aux effets des changements climatiques.

2. La coopération internationale autour du liège : l'exemple du projet SUBERIN

Produit typiquement méditerranéen, le liège est cantonné à la partie occidentale du Bassin méditerranéen, du Détroit de Messine aux collines de l'Algarve et de l'Alentejo et des premiers contreforts du Maghreb aux littoraux varois et catalans. Seuls sept pays se partagent cette production et cette tradition sylvicole si particulière : Maroc, Algérie, Tunisie, Italie, France, Espagne et Portugal.

Les échanges de bonnes pratiques se sont développés sous l'impulsion des industriels ou des instituts techniques spécialisés. Mais dans un commerce mondialisé, l'utilisation traditionnelle du liège pour le bouchonnage des bouteilles de vin se voit bouleversée. Avec l'arrivée massive de produits artificiels de bouchonnage (plastiques, capsule à vis...), de

conditionnements alternatifs (Baginbox, Tetrapak...) et surtout des habitudes de consommation nouvelles avec l'arrivée sur le marché des consommateurs provenant de pays non producteurs de vin (i.e. qui n'ont pas la culture du liège), le liège se voit petit à petit concurrencé et remplacé. La conséquence directe est que la gestion des forêts de chêne-liège et des suberaies est peu à peu remplacée sur de grandes surfaces par de la non-gestion, ce qui conduit souvent à un appauvrissement des peuplements du point de vue de la valeur du bois, du liège et de la biodiversité.

Les pays producteurs de liège sont tous confrontés à un triple enjeu :

- Améliorer la compétitivité du produit liège (et donc de la filière depuis la gestion sylvicole jusqu'à la transformation) dans un marché qui est mondialisé.
- Sensibiliser les décideurs et le grand public sur les intérêts du liège, tant du point de vue écologique que socio-économique.
- Améliorer les pratiques de gestion des peuplements afin de les adapter aux effets des changements climatiques.

Une approche collective et transnationale est essentielle, que ce soit pour échanger et diffuser les bonnes pratiques de gestion sylvicole, faciliter la reconnaissance du rôle de ces écosystèmes ou favoriser la mise en place de mesures adéquates ou de standards dans les réglementations correspondantes (ex : élaboration d'un référentiel pour l'obtention d'un label de qualité d'un produit à base de liège).

Cette coopération doit utiliser les spécificités de chaque pays. Des projets ont vu le jour depuis les premières phases de programmations de coopération interrégionale européenne : SUBERNOVA (Interreg IIIA, partenaires : ES, PT), SUBERMED (Interreg IIIB, partenaires : PT, ES, IT, FR, MA) notamment. Un séminaire international co-organisé par le WWF et l'AIFM sur la vitalité des peuplements de chêne-liège et de chêne vert à Evora en 2006 (photo 1) a permis d'identifier des priorités d'actions parmi lesquelles la nécessité de renforcer les collaborations entre les différents pays producteurs, au niveau de l'innovation (recherche et développement), des procédés (exploitation et transformation) ou de la gestion sylvicole (propriétaires forestiers, instituts techniques, universités...).



Photo 1 : séance plénière lors du Séminaire d'Evora (2006, Evora).

C'est alors que l'AIFM, Association Internationale Forêts Méditerranéennes, a entrepris une série de rencontres pour développer un projet de coopération sur le liège, l'objectif étant de rassembler pour la première fois autour d'un même projet et sept pays producteurs de liège.

L'impulsion a été permise dans un premier temps par l'appui financier et l'aide de la Direction générale des ressources forestières du Portugal, qui a notamment organisé le premier atelier préparatoire à Lisbonne en 2007.

L'AIFM a animé plusieurs réunions et des échanges pour élaborer une proposition de projet éligible aux financements. Dans un premier temps, le projet devait être financé par le Fonds européen de développement régional dans le cadre du programme MED (pays euro-méditerranéens) permettant une participation des pays non européens en tant qu'observateurs.

Les objectifs du projet sont les suivants :

- Sauvegarde des dynamiques de peuplements
 - Suivi et évaluation de la vitalité des peuplements
 - Diffusion de nouvelles modalités de régénération et de restauration/récupération.
- "Co-apprentissage" d'une subéiculture durable
 - Utilisation de nouvelles technologies subéricoles (sélection précoce, récolte)
 - Application de modalités de certification adaptées au marché et au liège
- Définition d'une stratégie collective de communication à propos de l'importance du liège dans les territoires méditerranéens.

À la suite du retrait de la Confédération européenne du liège, du WWF Programme Méditerranée puis de la Direction générale des ressources forestières du Portugal, le partenariat a saisi l'opportunité de préparer le projet dans le cadre du programme Voisinage qui, outre un financement à 90% par l'Union européenne, permet une participation équitable des pays de la Rive Sud et Est du Bassin méditerranéen et des pays européens (Vivès, novembre 2008). Malheureusement, l'état actuel des négociations bilatérales fait que ni l'Algérie, ni le Maroc ne peuvent participer au programme.

Le partenariat mobilisé autour de l'idée de ce projet est le suivant :

- Institut Méditerranéen du Liège (France)
- AGRIS - Sardegna (Italie)
- IPROCOR (Espagne)
- UNAF - CEABN - EFN - Silviconsultores (Portugal)
- Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts (Tunisie)

Dans la mesure du possible, il serait souhaitable d'associer nos partenaires marocains et algériens afin de bénéficier de leurs expériences et d'enrichir la coopération, notamment avec la participation du Haut Commissariat des Eaux et Forêts et de Lutte contre la Désertification (Maroc) et de l'Institut National de Recherche Forestière (Algérie). Afin d'accroître le potentiel technologique et organisationnel pour une meilleure compétitivité et l'efficacité dans la gestion sylvicole (mesure 1.1), il est fondamental de garantir l'implication active dans la mise en œuvre des actions pilotes des établissements d'enseignement et de recherche ainsi que des autorités publiques et du secteur privé.

Le souhait profond de l'AIFM est que dans les mois à venir, le Maroc et l'Algérie puissent participer pleinement à cette initiative.

D'autres initiatives plus orientées sur la certification des suberaies et du produit liège et la communication sont menées sous l'égide de la FAO et du WWF. Un projet est en cours, financé par la coopération espagnole, en vue de soutenir la filière liège dans les trois pays maghrébins. La coopération espagnole finance aussi des projets locaux comme cette initiative d'implication des populations locales dans la gestion durable des suberaies de la zone de l'Oued-Laou (Chefchaouen et Tétouan). La mise en route du groupe de travail du comité Silva Mediterranea de la FAO dédié au chêne-liège est par ailleurs annoncée. Les industriels favorisent aussi cette coopération comme en témoignent les nombreux projets portés par le groupe AMORIM.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement les organisateurs qui nous ont aidés financièrement à participer à cette rencontre et espérons nous revoir à nouveau en 2011 à Jijel pour la seconde rencontre.

Contents

Le marché international du liège et de ses dérivés <i>Ramón Santiago Beltrán et Miguel Elena Rosselló</i>	1-10
Caractérisation de la qualité du liège de deux suberaies oranaises (nord-ouest d'Algérie) : Cas de la porosité par la méthode d'analyse d'image et du procédé Calcor. <i>Belkhir Dehane, Rachid Tarik Bouhraoua & José Ramon Gonzalez -Adrados</i>	11-22
Typologie des peuplements de chêne-liège en Corse <i>Olivier Riffard</i>	23-32
Typologie des suberaies : les exemples des Pyrénées-Orientales et du Var (France) <i>Renaud Piazzetta</i>	33-45
La mesure de flux de sève au niveau des troncs peut-il aider à mieux comprendre et détecter le dépérissement du chêne-liège ? <i>Zouhair Nasr, Abdelhamid Khaldi , Ali Khorchani et Su-Young Woo</i>	46-53
Quelle stratégie pour la préservation des formations de chêne lige (<i>Quercus suber</i>) en Algérie occidentale tellienne ? <i>Khéloufi Benabdeli, Tayeb Sitayeb et Abdelkader Benguerai</i>	54-66
Etude spatiale de l'état après feu de la forêt de Fergoug (Mascara, Algérie) <i>K.Benhanifia, Idriss Haddouche , M.A.Gacemi & A.Bensaid</i>	67-77
Evolución reciente del área del alcornocal en España <i>José Ramón González Adrados</i>	78-81
Situation actuelle de la subéraie algérienne et possibilités de mise en valeur de la filière liège <i>Moussa Lachibi et Farid Chehat</i>	82-89
Etude de la qualité du liège de reproduction des suberaies de la région de Jijel (nord-est d'Algérie) <i>Bilal Roula et Mahand Messaoudene</i>	90-97
Etat sanitaire et facteurs de dépérissement des forêts de chêne liège de la wilaya de Mascara <i>Zaheira Souidi et Hocine Larbi</i>	97-106
Etat des lieux et possibilités de réhabilitation de la subéraie de Nesmoth (Mascara ; Nord-ouest d'Algérie) <i>Yahia Nasrallah et Abdelkrim Kefifa</i>	107-117

II

Aménagement sylvo-pastoral de la suberaie de Zerdeb <i>Mostafia Boughalem, Mohamed Mazour et Baghdad Maachou</i>	118-123
Effet du substrat sur la croissance et le comportement des jeunes plants de chêne liège (<i>Quercus suber</i>) élevés en pépinière (Région de Tlemcen) <i>Sabéha Bouchaour-Djabeur et Esma Merabet</i>	124-131
Effet de la durée d'un stress au froid sur l'accumulation de la proline, des sucres solubles et chlorophylles chez les semis du chêne liège (<i>Quercus suber</i> L.) <i>Amina Beldjazia, Malika Rached-Kanouni, Djamel Alatou, Sakr S, Azzedine HadeF</i> .132-140	
Etude de l'évolution de la dernière pullulation de <i>Lymantria dispar</i> L. en Tunisie <i>Mohamed Lahbib Ben Jamâa & Sofiane Mnara</i>	141-145
Aperçu biologique du <i>Platypus cylindrus</i> Fab. (Coleoptera, Platypodidae) dans les galeries du bois de chêne-liège (<i>Quercus suber</i> L.). <i>Latéfa Belhoucine et Rachid T Bouhraoua</i>	146-159
Les Cynipidae du chêne - liège (<i>Quercus suber</i>) dans les monts de Tlemcen <i>Fatima Boukréris, Rachid Tarek Bouhraoua et Juli Pujade-Villars</i>	160-167
Exploitation optimale d'une ressource renouvelable forestière soumise à un environnement stochastique <i>Tewfik Mahdjoub., Esma Ouaddah & A.Hakem</i>	168-175
Projets de coopération internationale sur l'innovation dans la gestion des subéraies. <i>David Gasc</i>	176-180

Introduction

Le Chêne-liège (*Quercus suber* L.) constitue depuis longtemps une importante ressource forestière économique de l'Algérie. Le liège qu'il fournit rentre essentiellement dans l'industrie de bouchons, produit forestier algérien le mieux payé, le plus souvent destiné à l'exportation vers l'étranger. La dynamique du commerce de cette ressource, renouvelable et rentable, a permis la naissance de plusieurs unités de transformation du liège en Algérie. Confrontées à la régression alarmante des subéraies en raison de divers facteurs, en passant de 450 000 à moins de 200 000 ha productifs ce qui a entraîné une chute de production de 30 000 à 10-12 000 tonnes/an. Cette filière se trouve donc sérieusement menacée. Outre le problème quantitatif, le liège a subi également sur le plan qualitatif une dépréciation inquiétante où plus de 60% de la récolte est impropre au bouchonnage et destinée alors à la trituration.

La demande continue en liège de qualité, actuellement certifié sur le marché mondial, impose la redynamisation de la *subériculture* en Algérie pour le développement et le sauvegarde de la *filière liège*, et ce par la mise en œuvre d'une stratégie nationale de gestion adéquate et durable des subéraies.

Cette première rencontre méditerranéenne (MedSuber1) organisée à l'université de Tlemcen (Faculté des Sciences, département de Foresterie) entre les 19 et 20 octobre 2009 avait pour objectif de promouvoir le dialogue entre les chercheurs, les gestionnaires forestiers et les industriels du liège sur la gestion des suberaies et la qualité du liège. Leur intention était focalisée sur :

- *Etat actuel de la recherche en matière de subériculture et de qualité du liège en Algérie,
- *Identification des facteurs de variation de la production du liège et les difficultés de gestion des subéraies et de la filière liège,
- * Elaboration d'un Programme National de Recherche Appliquée en Subériculture visant à relancer la production du liège de qualité,
- *Échanges d'informations entre chercheurs, gestionnaires et Industriels sur les problèmes liés au liège et au chêne-liège.

Les principaux thèmes retenus sont :

- *Gestion et typologie des peuplements du chêne-liège,
- *Qualité du liège: Indice, carte, propriétés physiques et mécaniques,
- *Gestion durable des subéraies,
- *Etat sanitaire et facteurs de dépérissement,
- *Exploitation du liège et reboisement,
- *Economie du marché du liège et ses dérivés.

Cette première rencontre a réuni 28 enseignants-chercheurs nationaux venant de 8 établissements universitaires (Tlemcen, Tizi-Ouzou, Constantine, INA d'El Harrach, etc) et 4 chercheurs permanents de l'Institut National de Recherche Forestière (Alger, Tizi-Ouzou et Jijel). La participation étrangère est en nombre de 13 venant de différentes institutions de recherche : INRGREF de Tunis (2), INIA de Madrid (1), CMC-IPROCOR de Mérida et AECID d'Espagne(6), IML et ODARC de France(2).

Les gestionnaires forestiers sont venus de 12 conservations des forêts des wilayas (Tlemcen, Jijel, Chlef, Souk Ahras, Guelma, Bejaia, etc.) et de la DGF. Les industriels sont représentés par SIBL (Jijel), AMORIM (Portugal) et COMATRAL (Maroc).

Au cours des 2 journées, 27 communications orales et 23 posters ont été présentées en 4 sessions. Deux ateliers thématiques de travail ont été organisés dont les recommandations ont été présentées durant la session de clôture. Durant cette session, les participants, à l'unanimité, ont retenu l'université de Jijel pour organiser la seconde édition de cette rencontre (MedSuber 2) en octobre 2011.

Le Comité d'organisation tient à remercier chaleureusement le comité scientifique, le comité de lecture et toutes les institutions, tous les sponsors et membres bienfaiteurs qui ont œuvré de près ou de loin à la tenue et à la réussite de cette rencontre : Université de Tlemcen, ANDRU, Restaurant Equinox, Sinal d'Oran, Laboratoire de Recherche Gestion Conservatoire de l'Eau, sol et forêts (Tlemcen), INRF d'Alger, Sonatrach, SIBL de Jijel, Entreprises forestières de Tlemcen, Conservation des Forêts de Tlemcen, Parc National de Tlemcen, Agro-Industrie, Limonaderie Exquise, Techno Science d'Alger, Restaurant Nasr, etc

Le comité de lecture des actes

Mr Alatou D : Pr Université de Constantine, Algérie

Mr Benjemaa Mohamed : Maitre de Recherche à INRGREF, Tunisie

Mr Benabdeli K. : Pr Université de Mascara, Algérie

Mr Bouhraoua RT : Pr Université de Tlemcen, Algérie

Mr Chakali G. Pr Ecole Nationale en Sciences Agronomiques d'El Hararch, Algérie

Mr Dehane B. : Maitre Assistant Université de Tlemcen, Algérie

Mr Khelil MA : Pr Université de Tlemcen, Algérie

Mr Letreuch-Belarouci N : Pr Université de Tlemcen, Algérie

Mr Messaoudène M : Directeur de Recherche, INRF, Algérie

Resposnable de MedSuber
Bouhraoua Rachid Tarik

Liste des participants

- ABERKANE Mahmoud SARL S.I.B.L – Société Industrielle Bois et Liège
siblliege@yahoo.fr
- AOUADI Hocine Conservateur Général des Forêts (associé à l'université)
Conservation des forêts d'Annaba
aouadih2000@yahoo.fr
- ADRADOS José Ramon INIA-CIFOR, Apdo. 8.111 , 28080 Madrid (ESPAÑA),
González
adrados@inia.es
- ALATOU Djamel Université de Constantine
djalatou@yahoo.fr
- BARKAT Fatiha Département de Foresterie, Faculté des Sciences BP.119, 13000,
Université de Tlemcen. ALGERIA.
barka_fatiha@yahoo.fr
- BELDJAZIA Amina Laboratoire de développement et valorisation des ressources
phyto-génétique. S. N. V. Faculté des sciences de la nature et
de la vie. Université Mentouri, Constantine.
beldjaziaamina@yahoo.fr
- BENIA Farida Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas , Sétif
Laboratoire ADPVA ,
fbenia@yahoo.fr
- BELHOUCINE Latéfa Département de Foresterie, Faculté des Sciences BP.119, 13000,
Université de Tlemcen. ALGERIA.
belhoucine_latifa2@yahoo.fr
- BENDERRADJI Md Habib Université de Constantine
benderradji@gmail.com
- BEN JAMAA Mohamed Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts
BP 10. 2080 Ariana-Tunis, TUNISIE
benjamaa.lahbib@iresa.agrinet.tn
- BENHANIFIA Khatir Spatial Techniques Center, Arzew, 31200 Algeria
khatir@dr.com
- BENABDELI Khéloufi Laboratoire GSEForêts Université de Tlemcen,
benabdeli_k@yahoo.fr
- BOUGHALEM Mostefia Université AbouBakr Belkaid - Tlemcen. ALGERIA.
boughalem_2000@yahoo.fr

b

- BOUHRAOUA Rachid T. Département de Foresterie, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen, BP 119, RP, 13000 Imama-Tlemcen, ALGERIA.
rtbouhraoua@yahoo.fr
- BOUKRERIS Fatima. Université Abou Bakr Bel Kaid, Tlemcen, Département de Foresterie, Faculté des sciences, BP119 RP Imama,
fatima_boukreris@yahoo.fr
- BOUCHAOUR Sabéha Département de Foresterie, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen
sabeha08@yahoo.fr
- CHAKALI Gahdab Institut National d’Agronomie El-Harrach, 16000 Alger.,
chakgahdab@yahoo.com
- CHOUIAL Mebarek Station régionale de recherche forestière El Aouana jijel 18130
chmeba@maktoob.com
- CLAVERIE Jean-Luc SOCIETE COMATRAL-Maroc
jeanluc.comatral@menara.ma
- DAVID Gasc Ingénieur chargé de projets, Association Internationale Forêts Méditerranéennes (AIFM), www.aifm.org, 14 rue Louis Astouin, 13002 Marseille, France,
david.gasc@aifm.org.
- DEHANE Belkhir Université Abou Bakr Bel Kaïd, , Département de Foresterie, Sciences, BP 119 RP Imama, Tlemcen.ALGERIA.
belk_dahane@yahoo.fr
- EL MERZGUIOUI Mofadal Association Talassemrane pour l’Environnement et le Développement (ATED), Maroc
mofadale@yahoo.fr
- Francisco CARVALHO Amorim Natural Cork, SA, Portugal
fcarvalho.afl@amorim.com
- GONZALEZ ADRADOS INIA-CIFOR Dpto. Productos Forestales Ctra. Coruña, km. 7 José Ramón 28040 Madrid (SPAIN)
adrados@inia.es
- HARRACHE Djamilia Université de Sidi Bel Abbes
djharrache@yahoo.fr

- KHECHA Mahfoud Entreprise TLILANI Salima épouse Khecha
Transformation des lièges ZI ouled salah TAHER (w de Jijel)
mahfoudkhecha@gmail.com
- KERRIS Tayeb INRF de Jijel. ALGERIA
tayeb.kerris@free.fr
- KFIFA Abdelkrim Faculté des Sciences et de la Technologie,
Département de la Biologie, Université de Saida
- LACHIBI Moussa Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger,
moslachibi18@yahoo.com
- LARBI Hocine Centre universitaire de Mascara, route de Mamounia.B.P 763,
Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et
Géomatiques- Mascara. ALGERIA.
larbihoc@yahoo.fr
- LETREUCH-L Assia Université Abou Bakr Bel Kaïd, , Département de
Foresterie,Sciences, BP 119 RP Imama, Tlemcen.ALGERIA.
letreuch_assia@yahoo.fr.
- LOKMANE Karima Ingénieur en Agronomie, spécialité Foresterie , option
Protection de la Nature , Université de Tizi Ouzou
kary1980@hotmail.fr
- MAHDJOUR Tewfik Université Abou-Bekr Belkaïd, Tlemcen, B.P. 119, Tlemcen,
Département de Biologie, fac des Sciences Algérie.
tew.mahdjoub@mail.univ-tlmecen.dz
- MECELLEM Dalila Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Hararch
mecelem_dalila@yahoo.fr
- MESSAOUDDENE Mahand INRF. Station Régionale de Recherche Forestière, BP. 30
Yakouren (Tizi-Ouzou).ALGERIA.
messa805@yahoo.fr
- METNA Boussad Université de Tizi Ouzou
boussad_metna@yahoo.fr
- MORSLI Samira Institut National Agronomique, Département de Zoologie
Agricole et Forestière, EL-Harrach 16200 Alger
morsli16@yahoo.fr
- NASRALLAH Yahia Faculté des Sciences et de la Technologie,
Département de la Biologie, Université de Saida
ynasrellah@yahoo.fr

d

- PIAZZETTA Renaud Institut Méditerranéen du Liège.23,route du Liège.66490
Vives,FRANCE
instiutduliège@free.fr
- RAHMOUN Boubker-Seddik SARL S.I.B.L – Société Industrielle Bois et Liège Jijel
siblliege@yahoo.fr
- RACHED-KANOUNI Malika Département d'Ecologie et Biologie, Faculté des Sciences de
la nature, Université Mentouri Constantine
kmalikbio@yahoo.fr
- RIFFARD olivier Office du Développement Agricole et Rural de Corse, Avenue
Paul Giacobbi, BP 618, 20601 Bastia, France
olivier.riffard@odarc.fr
- ROULA Bilal Institut national de recherche forestière/Station de Jijel
roula_bilal@yahoo.fr
- SANTIAGO Ramón Instituto C.M.C. – IPROCOR C/ Pamplona s/n, Pol. Ind. El
Prado06800 Mérida (Espagne)
ramon@iprocor.org
- SOUIDI Zaheira Université de Mascara, B.P 763, Algérie, Laboratoire de
Recherche sur les Systèmes Biologiques et Géomatiques
souidi_z@yahoo.fr
- YOUNESI Salah Eddine Laboratoire de développement et valorisation des ressources
phytogénétiques, Université Mentouri. Faculté des Sciences.
Département des Sciences de la nature et de la vie. ALGERIA
younsed@yahoo.fr
- NASR Zoheir Institut National de recherche en Génie rural, Eaux et Forêts,
Rue Hedi Karay, Ariana 2080 Tunisie,
Safia_44@yahoo.fr