

Association Universitaire Limousine pour l'Étude et
la Protection de l'Environnement

<https://www.unilim.fr/asl/index.php?id=478>

ASL N°17 | 2006



SOMMAIRE

- Arbres à cavités et Cétoines cavicoles de la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière des Duges
(Saint Léger La Montagne, 87).
Chabrol L. & Aullen N.p. 1 - 9
- Richesse en Orthoptères et succession primaire en Haute-Vienne.
Petit D.p. 10 - 19
- Macroflore fongique et végétation forestière : l'exemple de quelques stations de la forêt de
Rochechouart.
Ghestem A., Riffaud V., Ricard C. & Sisterne R.p. 20 - 39
- Effet de substances humiques extraites à partir du bois de peuplier sur la croissance et
le développement d'une culture de *Lantana camara*..
Labrousse P., Morard M., Lhernould S., Fage J-C., Krausz P. & Costa. G.p. 40 -45

CONTENTS

- Tree hollows and associated Cetoniidae in the Réserve Naturelle Nationale of the Duges peatbog
(Saint Léger La Montagne, 87).
Chabrol L. & Aullen N.p. 1 - 9
- Richness of Orthoptera and primary succession in Haute-Vienne.
Petit D.p. 10 - 19
- Higher mushrooms and forest vegetation : example of some stations in the Rochechouart forest
(Haute-Vienne, Limousin).
Ghestem A., Riffaud V., Ricard C. & Sisterne R.p. 20 – 39
- Effect of humic substances produced from poplar wood on *Lantana camara* growth
Labrousse P., Morard M., Lhernould S., Fage J-C., Krausz P. & Costa. G.p. 40 -45

ARBRES À CAVITÉS ET CÉTOINES CAVICOLES DE LA
RÉSERVE NATURELLE NATIONALE DE LA
TOURBIÈRE DES DAUGES (ST-LÉGER-LA-MONTAGNE, 87)

CHABROL L., AULLEN N.

Société Entomologique du Limousin - 46, Avenue Garibaldi - 87000 LIMOGES

RESUME – Le Pique-prune, *Osmoderma eremita*, est une espèce protégée qui se développe dans les cavités d'arbres riches en terreau. Un inventaire des arbres à cavités de la réserve naturelle des Dauges a été entrepris et la Cétoine a été recherchée mais n'a pas été trouvée malgré la présence d'habitats potentiellement favorables.

MOTS CLES : *Osmoderma eremita*, Coleoptera Cetoniidae, Limousin, Arbre à cavités

SUMMARY – **TREE HOLLOWES AND ASSOCIATED CETONIIDAE IN THE RÉSERVE NATURELLE NATIONALE OF THE DAUGES PEATBOG.** The Hermit beetle, *Osmoderma eremita*, is restricted to hollows trees with large amount of wood mould. Inventory of trees hollows and research of *O. eremita* were carried on. *O. eremita* wasn't found in spite of the presence of potential favourable habitats.

KEY WORDS : *Osmoderma eremita*, Coleoptera Cetoniidae, Limousin, Tree hollows

INTRODUCTION

Le présent travail s'est déroulé en 2002 dans la réserve naturelle de la tourbière des Dauges, qui outre son statut réglementaire, fait partie du réseau de sites Natura 2000. Ce site est bien connu des naturalistes et scientifiques de la région, il a déjà fait l'objet de nombreuses communications. En 1998, un numéro spécial des Annales Scientifiques du Limousin a été entièrement consacré à la description géologique, géomorphologique, climatique, botanique, et faunistique de la réserve de la tourbière des Dauges. La réserve est située dans les monts d'Ambazac à une altitude d'environ 550 m, à une trentaine de kilomètres au Nord-Est de Limoges. Le travail de terrain a été confié à Nicolas AULLEN, stagiaire en BTS Gestion et Protection de la Nature du Lycée agricole de Neuvic.

Le but du travail est de :

- dresser l'inventaire et caractériser les arbres à cavités de la réserve,
- rechercher des sites favorables à l'accueil de la cétoine *Osmoderma eremita* Scopoli.

Les bois occupent 119 ha des 200 ha de la réserve naturelle, soit près de 70% de la surface. Les travaux d'inventaire et de cartographie des habitats naturels de la réserve (GUERBAA, 2003) montrent que les hêtraies collinéennes dominent largement le paysage et

représentent près de 22% de la surface boisée. Viennent ensuite des chênaies acidiphiles (18,2%), des hêtraies-chênaies acidiphiles (7,4%) et des taillis de châtaigniers (3,7%). Dans ces diverses formations feuillues, se trouvent également des traces d'anciens vergers de châtaigniers composés de vieux arbres de grands diamètres, souvent alignés et abritant souvent des cavités. Des plantations de résineux (Douglas et Épicéas) et des coupes et chablis occupent également le massif, avec respectivement 7,4% et 4,6% de la surface.

Le Pique-prune (*Osmoderma eremita* Scopoli) est une grosse cétoine inscrite à l'annexe II (espèce prioritaire) de la directive européenne 92/43 dite « Habitats ». Elle est également protégée au plan national. Une synthèse très intéressante sur l'écologie et la biologie de cette espèce a été publiée dernièrement (VIGNON, 2006). Le Pique-prune a été signalé dans plusieurs secteurs autour des Monts d'Ambazac : Beaune-les-Mines (TAUZIN, 2005) et Thouron (collection VEYRIRAS, 1950). Sa présence est donc potentielle dans la réserve naturelle de la tourbière des Dauges.

METHODOLOGIE

L'étude consiste à cartographier et à caractériser les arbres à cavités de la réserve naturelle, ainsi qu'à inventorier les Coléoptères *Cetoniidae* des cavités accessibles. L'ensemble des formations boisées de la réserve a été prospecté à la recherche d'arbres à cavités et plusieurs paramètres ont été relevés et consignés sur une fiche de terrain :

Paramètres généraux

- *Caractéristique de l'arbre* : date du relevé / numéro d'identifiant / essence / diamètre (en cm) à 1,3 m du sol (selon la méthode couramment adoptée par les forestiers pour cette mesure) / numéro de la parcelle / coordonnées GPS.
- *Etat sanitaire de l'arbre* : sain, dépérissant, mort sur pied.
- *Environnement immédiat de l'arbre* : Isolé (arbre de plein vent, solitaire en milieu ouvert), Lisière (arbre d'alignement, en bordure de bois) et Forêt (arbres disséminés dans le massif boisé).

Caractéristiques de la cavité

- *Orientation de l'ouverture* ;
- *Type d'ouverture* : de tronc / de pied / de branche ;
- *Hauteur de l'ouverture* : en mètre depuis le sol ;
- *Accessibilité de la cavité* : accessible (sans aucun matériel particulier) / inaccessible (nécessité d'une échelle, ouverture trop réduite ou profondeur trop importante) ;
- *Type de terreau* : humidité, texture, composition, présence d'organismes divers (Champignons, invertébrés etc.) ;
- *Quantité de terreau dans la cavité* : ce paramètre n'a pas été mesuré formellement mais seulement estimé. Nous avons distingué 7 classes d'abondance :

Indéterminée : concerne les cavités inaccessibles	Absence : cavité sans terreau
Très faible : présence de traces	Moyen : environ 1 litre de terreau
Faible : moins d'un demi-litre de terreau	Grande : de 1 à 10 litres
Très grande : plus de 10 litres	

La localisation des arbres à cavité a été reportée manuellement sur un plan cadastral, dans l'attente d'un outil informatique de cartographie. Les paramètres mesurés sont consignés

dans un tableau Excel®. Les fiches de terrains renseignées sont conservées à la maison de la réserve à Sauvagnac.

RESULTATS & DISCUSSION

1 : Les essences arborées à cavités

Parmi les taxons arborés de la réserve, neuf possèdent des cavités (Tableau I). Quelques arbres n'ont pu être déterminés, il s'agit de chandelles sans branches, ni écorce.

<i>Taxons</i>	<i>Nombre d'arbres</i>	<i>% de l'échantillon</i>
<i>Castanea sativa</i> Miller	171	54.4
<i>Fagus sylvatica</i> L.	76	24.0
Indéterminés	33	10.4
<i>Quercus robur</i> L.	12	3.8
<i>Betula pendula</i> Roth.	5	1.6
<i>Pinus sylvestris</i> L.	4	1.3
<i>Malus sylvestris</i> Miller	4	1.3
<i>Carpinus betulus</i> L.	4	1.3
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Miller) Franco	4	1.3
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	2	0.6
<i>Total</i>	<i>315</i>	<i>100</i>

Tableau I : Effectifs des arbres à cavités par essence

Les châtaigniers représentent la majorité des arbres à cavités inventoriés dans la réserve. L'essence qui vient en deuxième position est le hêtre. Les autres essences sont très faiblement représentées. Les châtaigneraies n'occupent que 4% de la surface du massif pourtant le châtaignier est l'arbre à cavité le plus fréquent dans les boisements de la réserve. Il s'agit principalement de très vieux vergers abandonnés dominés actuellement par les hêtres, mais aussi d'arbres d'alignement qui servaient à matérialiser les limites de parcelles. Toutes les essences à cavités rencontrées dans la réserve, à l'exception de *Pseudotsuga menziesii*, sont des arbres potentiellement favorables à l'accueil d'*Osmoderma eremita*.

La densité d'arbres à cavités s'élève à 2,64 arbres/hectare de bois. Peu de données bibliographiques sont disponibles pour discuter ce résultat. La réserve intégrale de la Massane couvre une surface de 9,4 ha. Les arbres à cavités, de plus de 30 cm de diamètre, ont été dénombrés (GARRIGUE & MAGDALOU, 2000). Leur nombre s'élève à 128, soit une densité de plus de 13 arbres/ha. Une forte densité d'arbres à cavités est un élément déterminant pour le développement et la conservation du Pique-prune. Cette observation découle directement des faibles capacités de dispersion du Pique-prune dont nous discuterons plus loin. Dans les régions où cette densité a été fortement réduite (exploitation forestière, remembrement entre autres), les populations de Pique-prune ont disparu ou sont en grand danger d'extinction.

2 : Structure diamétrale des arbres à cavités

Le diamètre des arbres inventoriés est mesuré au ruban, à hauteur d'homme (environ 1,3 m du sol). La figure 1 présente la répartition de ces mesures par classe de diamètre de 10 cm.

Les arbres à cavités inventoriés présentent un diamètre moyen de 62,6 cm (*écart-type* 25,2). Ce diamètre est voisin des 63,9 cm, mesuré dans les Pyrénées-Orientales dans la réserve intégrale de la Massane (GARRIGUE & MAGDALOU, 2000) qui accueille une forte population d'*Osmoderma*. Le diamètre des arbres à cavités observé dans la réserve ne semble pas être un facteur limitant pour l'accueil d'*Osmoderma eremita*.

Parmi les arbres de plus gros diamètre, on trouve un hêtre (162 cm), un douglas (156 cm) et deux châtaigniers (144 et 140 cm).

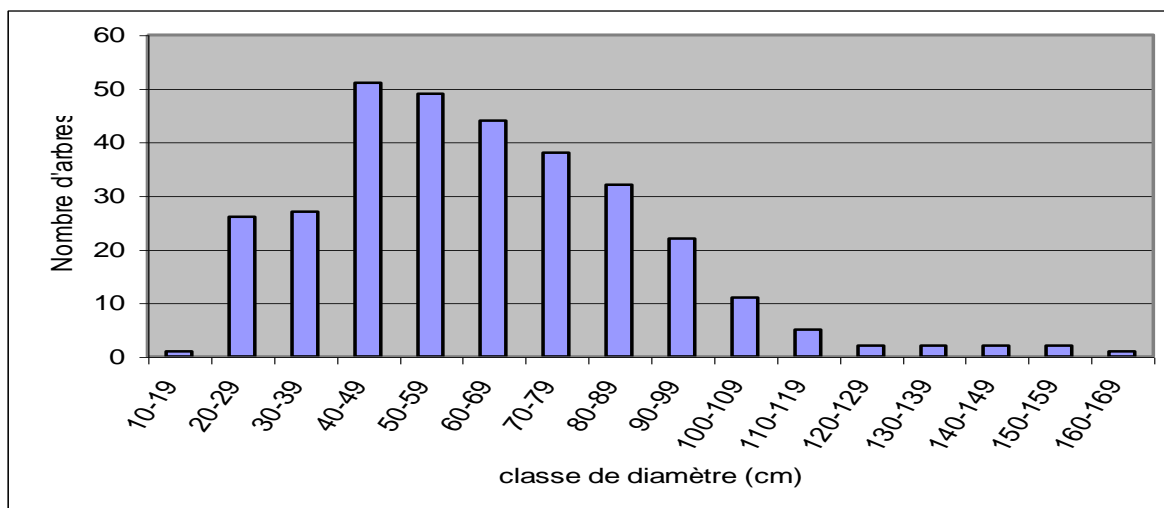


Figure 1 : Répartition des arbres à cavités par classe de diamètre

Le Pique-prune est plus fréquent dans les arbres de diamètre supérieur à 98 cm (RANIUS, 2000), mais sa présence a été décelée dans des arbres de faible diamètre : 22 cm dans un chêne en Suède (RANIUS & NILSSON, 1997), 25 cm dans un hêtre en Italie (AUDISIO in RANIUS coord., 2005), 30 cm dans un chêne dans la réserve naturelle de la Massane (GARRIGUE & MAGDALOU, 2005).

Dans la réserve des Dauges, les arbres à cavité de diamètre supérieur à la moyenne représentent 37% du peuplement, soit 117 arbres. Parmi ces arbres, les châtaigniers sont les plus nombreux (91 individus), viennent ensuite les hêtres (25 individus) puis les chênes (1 individu). Les arbres de gros diamètres sont majoritairement des châtaigniers, arbres implantés le plus anciennement sur le site (anciens vergers à fruits, arbres d'alignement). Les autres essences sont d'installation plus récente, ce qui semble indiquer que les boisements du bassin versant la tourbière des Dauges sont des forêts jeunes. Il convient toutefois d'être prudent car il n'existe pas de corrélation positive stricte entre le diamètre d'un arbre et son âge. Les conditions de développement (sol, climat, exposition etc.) interviennent dans la croissance des arbres.

3 : Quantité de terreau dans les cavités

Ce paramètre a été estimé, car il est très délicat à mesurer. Une telle mesure demanderait l'extraction de la totalité du volume de terreau, ce qui nécessiterait du matériel particulier de type aspirateur, et pourrait causer des perturbations pour la vie qui s'y développe. Il repose

donc sur l'appréciation d'un seul observateur. Les classes de volume distinguées sont toutefois relativement faciles à apprécier. Le volume de terreau demeure un paramètre très intéressant car il conditionne les potentialités d'accueil du Pique-prune.

En Suède, le Pique-prune a été trouvé préférentiellement dans les cavités abritant plus de 15 litres de terreau (RANIUS, 2000). Les cavités abritant un volume de terreau supérieur à 10 litres sont potentiellement les plus favorables au Pique-prune. Ces cavités sont peu nombreuses dans la réserve, seules 7 cavités (classe « Très grande ») répondent positivement à ce critère. Le faible nombre de cavités riches en terreau réduit considérablement les capacités d'accueil du Pique-prune dans la réserve.

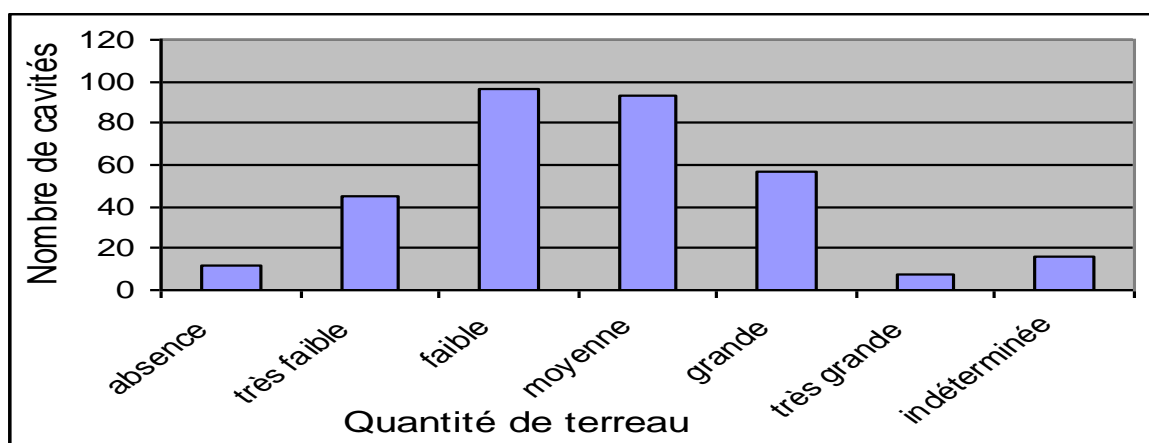


Figure 2 : Nombre de cavités selon la quantité de terreau estimé dans les cavités

4 : Environnement des arbres à cavités

L'environnement des arbres à cavités correspond aux milieux dans lesquels ils se trouvent. Nous avons distingué trois situations décrites plus haut : Isolé, Lisière et Forêt. Les résultats sont donnés dans la figure 3.

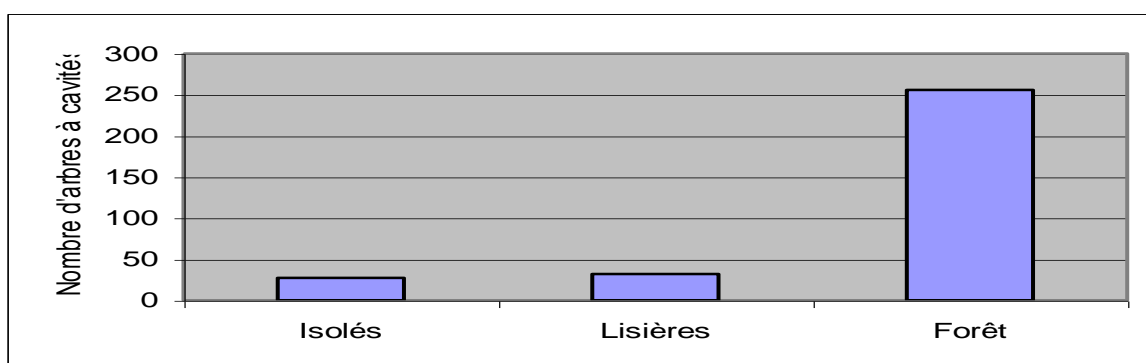


Figure 3 : Environnement des arbres à cavités

Les arbres à cavités observés sont majoritairement des arbres dispersés dans le massif boisé. Le Pique-prune est une espèce typiquement forestière qui se rencontre encore dans les massifs forestiers des quelques régions d'Europe peu perturbées par l'activité humaine (Balkans, Espagne, Sud de l'Italie, Autriche, Pologne, Suède). Il se raréfie dans les forêts de production, car les arbres à cavités sont généralement éliminés. Le Pique-prune se retrouve alors de plus en plus dans les paysages de bocage, habitat de substitution où il occupe les arbres des vieux

vergers ou les arbres d'alignement riches en cavités résultant de blessures ou de taille dite en « têtard » (RANIUS coord., 2005).

Dans la réserve naturelle, les arbres potentiellement favorables au Pique-prune sont essentiellement en forêt. En Limousin, les mentions récentes de Pique-prune correspondent toujours à des arbres isolés en système bocager. Ce constat limite donc les possibilités de trouver le Pique-prune dans la réserve.

5 : Localisation des arbres à cavités

La carte présentée dans la figure 4 montre une répartition très hétérogène des arbres à cavités sur un fond cadastral. On distingue toutefois plusieurs secteurs à forte densité d'arbres creux distants de 200 m au maximum les uns des autres. Des travaux menés en Suède (HEDIN & RANIUS, 2000 ; RANIUS & HEDIN, 2001) ont montré que les capacités de dispersion de l'espèce sont plutôt réduites et évaluées à environ 300 m d'une seule traite. En France, un suivi par radio pistage a montré une distance maximale de déplacement de près de 700 m (DUBOIS, 2005). Ainsi, une forte densité de cavités sur une surface réduite est un élément hautement favorable pour le maintien de l'espèce.

6 : Cétoines observées dans les cavités

Parmi les cavités recensées et potentiellement favorables au Pique-prune, nous en avons sélectionné 14, soit près de 10% du peuplement, dans lesquelles nous avons recherché par tamisage du terreau des traces de présence de Coléoptères *Cetoniidae*. Les résultats sont donnés dans le tableau II.

Au cours des dernières années, les inventaires réalisés dans la tourbière ont mis en évidence la présence de 6 espèces de Cétoines (CHABROL & al., 1998) : *Cetonia aurata* L., *Gnorimus nobilis* L., *G. variabilis* L., *Oxythyrea funesta* Poda, *Trichius fasciatus* L. et *Valgus hemipterus* L.

Numéro de l'arbre	Essence	Date du relevé	Adultes	Larves indéterminées	Macrorestes (Elytres)
32	indéterminé	14 juin 2002	0	0	<i>C. aurata</i>
29	<i>Fagus sylvatica</i> L.	14 juin 2002	1 <i>C. aurata</i>	3	<i>C. aurata</i>
55	<i>Castanea sativa</i> Miller	20 juin 2002	0	0	0
46	<i>Castanea sativa</i> Miller	20 juin 2002	0	0	0
41	<i>Castanea sativa</i> Miller	26 juin 2002	3 <i>G. variabilis</i>	5	<i>G. variabilis</i>
14	<i>Castanea sativa</i> Miller	26 juin 2002	1 <i>G. nobilis</i>	0	0
36	<i>Castanea sativa</i> Miller	28 juin 2002	2 <i>G. variabilis</i>	2	<i>G. variabilis</i>
34	<i>Castanea sativa</i> Miller	28 juin 2002	0	0	0
260	<i>Castanea sativa</i> Miller	9 juillet 2002	6 <i>G. variabilis</i>	10	<i>G. variabilis</i>
259	<i>Castanea sativa</i> Miller	9 juillet 2002	0	0	0
258	<i>Castanea sativa</i> Miller	9 juillet 2002	1 <i>G. nobilis</i>	0	0
128	<i>Castanea sativa</i> Miller	23 juillet 2002	2 <i>G. variabilis</i>	2	<i>G. variabilis</i>
125	indéterminé	23 juillet 2002	0	0	0
104	<i>Castanea sativa</i> Miller	23 juillet 2002	2 <i>G. variabilis</i>	0	0

Tableau II : Cétoines inventoriées dans les cavités potentiellement favorables au Pique-prune

L'exploration du terreau des cavités n'a pas permis de trouver le Pique-prune, seules des Cétoines déjà connues de la réserve ont été inventoriées :

- 5 cavités, ne contenaient aucune trace de présence de cétoines ;
- 5 cavités abritaient *Gnorimus variabilis*, cétoine relativement courante en Limousin. Elle se développe dans des cavités riches en terreau mais demande des conditions moins strictes que le Pique-prune (LUCE, 1995) ;
- 2 cavités abritaient *Gnorimus nobilis*, cétoine qui se développe dans des volumes de terreau très faible (LUCE, 1995) ;
- 2 cavités abritaient *Cetonia aurata*, qui se développe plutôt dans le sol riche en humus ou dans de petites cavités

Notons, que les cavités n'abritaient qu'une seule espèce à la fois.

CONCLUSION

Malgré la présence de cavités et d'un environnement potentiellement favorables, le Pique-prune n'a pu être trouvé dans la réserve naturelle des Duges. Des recherches du même type, menées dans d'autres secteurs similaires des monts d'Ambazac, sont également restées infructueuses. Nous avons été surpris de ne pas trouver cette espèce dans cette région naturelle présentant des bonnes potentialités. Les recherches vont continuer dans les secteurs périphériques à la réserve et dans la réserve (nombreuses cavités non encore explorées). De nouvelles stations limousines ont encore été découvertes au cours des dernières années, ce qui nous encourage à poursuivre ces recherches.

Les choix de gestion des boisements de la réserve intégreront les résultats de notre étude en particulier la préservation des arbres abritant des cavités et surtout d'îlots à forte densité d'arbres à cavités. Si le Pique-prune n'a pas été trouvé, ces mesures de gestion seront quand même bénéfiques pour la préservation de la faune associée à ces microhabitats si particuliers. Des inventaires complémentaires devraient être menés dans les cavités qui n'ont pas encore été explorées.

Remerciements

Nous tenons à remercier très sincèrement Philippe DUREPAIRE, conservateur de la réserve et Karim GUERBAA, chargé d'études à la réserve pour leur accueil et leur disponibilité.

BIBLIOGRAPHIE

CHABROL L., DAUPHIN P. & MAZEAU D., 1998. - Contribution à la connaissance des Coléoptères de la tourbière des Duges, *Annales Scientifiques du Limousin*, n° spécial tourbière des Duges, 127-140.

DUBOIS G., 2005. – Etude du Pique-prune (*Osmoderma eremita* Scopoli, 1763) dans les châtaigneraies sarthoises : suivi des populations par les méthodes de capture/marquage/recapture et de pistage radio. Mémoire de stage Master II Professionnel « Contrôle et conservation des populations d'insectes », 64 p.

GARRIGUE J. & MAGDALOU J.-A., 2000. – Suivi forestier & cartographie assistée par système d'information géographique. *Association des Amis de la Massane, Réserve naturelle de la Massane, Travaux scientifiques* 55, 44 p.

GUERBAA K., 2003. – Cartographie des habitats du bassin versant de la tourbière des Dauges. *Conservatoire régional des espaces naturels du Limousin*, 16 p. (Document interne non publié).

HEDIN J. & RANIUS T., 2000. – Using radio telemetry to study dispersal of the beetle *Osmoderma eremita* and inhabitants of tree hollows. *Computers and electronics in Agriculture*, 35 : 171-180.

LUCE J.-M., 1995. – Les Cétoines microcavernicoles de la forêt de Fontainebleau (Insecta, Coleoptera) : niches écologiques, relations inter-spécifiques et conditions de conservation des populations. *Thèse du Muséum National d'Histoire naturelle*, Paris, 166 p.

RANIUS T., 2000. – Minimum viable metapopulation size of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Animal Conservation*, 3 : 37-43.

RANIUS T. & HEDIN J., 2001. – The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia*, 126 : 363-370.

RANIUS T. (coord.) 2005. – *Osmoderma eremita* (Coleoptera Scarabaeidae, Cetoniidae) in Europe. *Animal Biodiversity and Conservation*, 28.1 : 1-44.

TAUZIN P., 2005. – Ethology and distribution of the « Hermit beetle » in France (Coleoptera Cetoniinae, Trichiinae, Osmodermatini). *Cetoniimania*, 4 : 131-153.

VIGNON V., 2006. – Le Pique-prune, histoire d'une sauvegrade. O.G.E, Cofiroute et Catiche Production, 31 p.

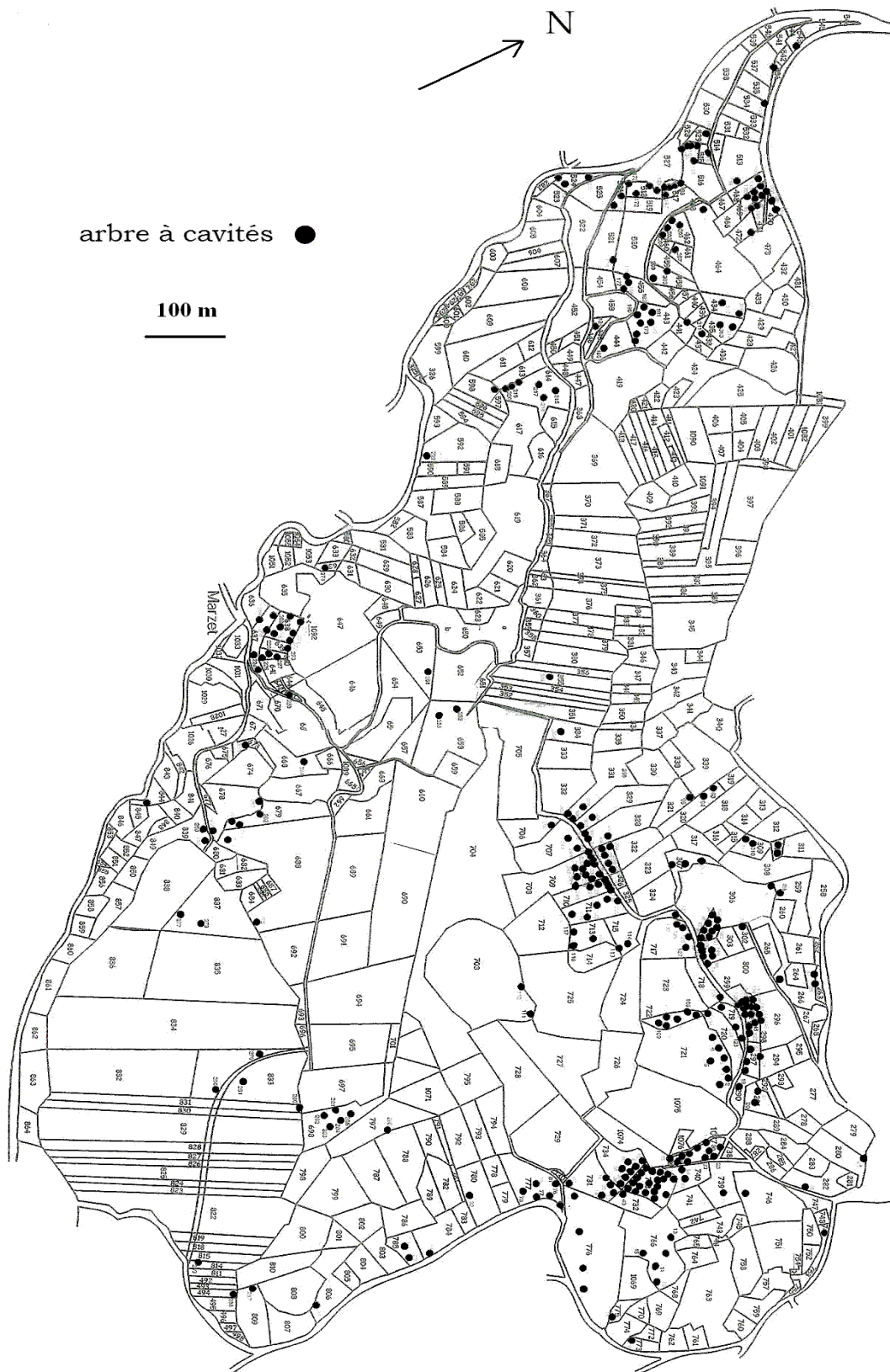


Figure 4 : Localisation des arbres à cavités de la réserve naturelle de la tourbière des Dauges

RICHESSSE EN ORTHOPTERES ET SUCCESSION PRIMAIRE EN HAUTE-VIENNE

Daniel PETIT*

* INRA UMR 1061, Faculté des Sciences et Techniques
123, Av. A. Thomas, 87060 Limoges Cedex

RESUME – La richesse entomologique d’une ancienne halde de mine de la région de Bessines-sur-Gartempe est évaluée par la comparaison des connaissances acquises en Haute-Vienne sur les successions primaires. La composition de la faune et les paramètres de peuplements sont en rapport avec l’âge de la réhabilitation du site qui est de neuf ans.

MOTS CLES : Succession primaire, Orthoptères, biodiversité, Limousin

SUMMARY – RICHNESS OF ORTHOPTERA AND PRIMARY SUCCESSION IN HAUTE-VIENNE

The entomologic biodiversity of a former mine site in the region of Bessines-sur-Gartempe is estimated by comparison to the data acquired from primary succession studies in Haute-Vienne. Fauna composition and community parameters are in the range of what is expected for a 9 year-old site.

KEY WORDS: Primary succession, Orthoptera, biodiversity, Limousin.

INTRODUCTION

Comment évaluer la richesse entomologique d’un milieu ? Peut-on qualifier de normale la diversité des insectes rencontrée dans tel endroit ? Ce sont les questions qui nous ont été posées à l’occasion de la réalisation d’inventaires dans une ancienne halde de mine de la Société AREVA, dans la commune de Bessines-sur-Gartempe, au nord de Limoges, près du hameau de Bellezane. La réponse à ces questions est moins simple qu’il n’y paraît, puisque les espèces absentes, par rapport à ce qui est attendu, sont aussi importantes que les espèces présentes.

La première idée est de comparer la composition faunistique rencontrée à ce que l’on trouve dans la même région et dans des habitats comparables. Cela nous confronte alors à l’examen d’une base de données la plus complète possible, contenant des milliers d’entrées espèces. Par exemple, il existe pour plusieurs d’ordre d’insectes du Limousin des bases de données gérées par la S.E.L. (Société Entomologique du Limousin). Une autre idée est de comptabiliser les types d’habitats, sachant qu’avec un peu d’habitude, un naturaliste peut dresser une liste d’espèces attendues par catégorie pour une région donnée. D’une manière plus formelle, c’est la méthode utilisée pour l’évaluation de la qualité des milieux, développée avec la famille des Syrphidae (Diptères) à l’échelle européenne. Les inventeurs de cette méthodologie ont conçu un logiciel qui fournit une liste prédite des espèces, que l’on compare avec la liste réelle. On pourra consulter à ce sujet le site « *syrph the net: Syrphidae (Diptera)*

database » à l'adresse <http://www.iol.ie/~millweb/syrph/syrphid.htm>. La dernière idée est la recherche d'espèces emblématiques, ou à haute valeur patrimoniale, pouvant être reconnues comme telles au niveau régional, national ou européen.

La stratégie du choix des ordres d'Insectes à prendre en compte pour réaliser des inventaires entomologiques dépend des milieux rencontrés (forêt, landes, prairies, zones humides) mais aussi de la spécialité des scientifiques. Dans la mesure où le site étudié présentait essentiellement des milieux ouverts et sans eau libre, nos efforts se sont concentrés sur la faune orthoptérologique au sens large, c'est-à-dire sur les Insectes Orthoptéroïdes (Mantoptères et Orthoptères).

L'ordre des Orthoptères comprend deux sous-ordres, à savoir les Caelifères (criquets, reconnaissables à leurs antennes courtes et la présence d'un organe de ponte court formé de 4 valves chez la femelle) et les Ensifères (Sauterelles, ou Tettigonoidea, et Grillons, ou Grylloidea, reconnaissables à leurs antennes longues et fines, et la présence d'un organe de ponte en forme de sabre plus ou moins recourbé chez la femelle, appelé oviscapte). L'intérêt des espèces appartenant aux Orthoptéroïdes est que leur identification sur le terrain est immédiate et qu'ils sont faciles à échantillonner. Ils ne se déplacent que de l'ordre de quelques mètres au cours de leur vie, soit pour une raison de dérangement, soit parce que les besoins environnementaux de l'adulte varient avec l'âge. Ces insectes forment ainsi des communautés fortement inféodées aux différentes catégories de milieux, et réagissent de manière très sensible à la hauteur et la structure de la végétation, à l'humidité du sol, et à la diversité botanique.

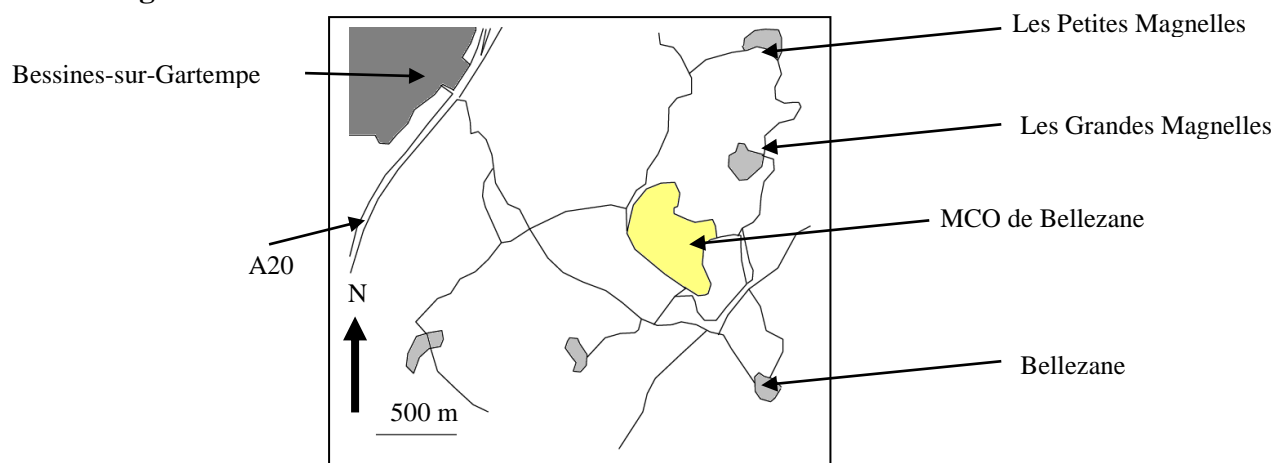
Des études antérieures en Limousin sur cet ordre d'insectes ont largement illustré ces notions (PICAUD *et al.*, 2000 ; PETIT *et al.*, 2003 et LOLIVE et PETIT, 2006). Ces communautés d'espèces sont communément utilisées pour caractériser l'état de santé d'un milieu. Nos travaux ont montré en particulier l'efficacité de leur prise en compte pour étudier les mécanismes de colonisation des terrains miniers après leur exploitation. Les résultats en sont détaillés dans la thèse de F. PICAUD (1998). Cette étude se propose donc de tester si la composition faunistique du site est en rapport avec l'âge de réhabilitation, compte tenu du calibrage déduit des travaux précédents.

MATERIEL ET METHODE

1- Présentation du site

Le site étudié se situe à 0,8 km au NW du hameau de Bellezane sur la commune de Bessines-sur-Gartempe (Haute-Vienne) au SE du bourg (fig. 1).

Figure 1- Localisation du site



Il s'agit d'un couple de deux mines à ciel ouvert (MCO 105 et 68) réhabilitées, ayant été le siège de l'extraction de minerai d'uranium de 1983 à 1988. Avant le creusement et l'exploitation, le site était occupé par des cultures et des bois de feuillus acidiphiles à chêne pédonculé, châtaignier et bouleau, ainsi que l'atteste l'inventaire faune-flore effectué en Juin et juillet 19982 par M. A. Ghestem, Mme C. Descubes, M. D. Grafeuille avec la collaboration technique de M. C. Peyrichou (GHESTEM *et al.*, 1982). Cet inventaire a été motivé à l'époque par le projet de creusement des deux mines à ciel ouvert.

Le site se compose de deux prairies colonisant la partie basse, entourées d'une succession de falaises et terrasses, surtout développées au niveau de la MCO 105 (fig. 2), située au SE. Le fond de cette mine à ciel ouvert est presque plan mais remonte légèrement en se dirigeant vers le nord. En revanche, le fond de la MCO 68 montre une pente également inclinée vers le sud mais plus accentuée, ce qui entraîne que la partie la plus au nord est à peine en contrebas des terrains environnants. Outre les falaises, il faut également noter des zones d'éboulis, situées à l'ouest de la partie séparant les 2 mines à ciel ouvert, à l'est de la MCO 105, la plus importante étant entourée par la boucle de l'extrême sud de la MCO 105.

2. - Relevés

Au mois de juin, nous avons noté la présence des différentes espèces d'Orthoptéroïdes arrivées au stade adulte, dans différents points du secteur. Il n'était pas cependant envisageable de travailler selon un mode quantitatif en raison de l'impossibilité de déterminer spécifiquement les larves, qui formaient alors l'énorme majorité des individus.

Les relevés standardisés d'Orthoptéroïdes ont été effectués à la fin de la saison où l'on observe le maximum de diversité, c'est-à-dire la fin du mois d'août (le 31/08/06). La hauteur de l'herbe était homogène en raison du fauchage qui a eu lieu au mois d'août. Ce fauchage a certainement entraîné une certaine mortalité des insectes, d'où une diminution des densités. Etant donnée la densité moyenne des insectes, nos relevés se sont effectués sur une surface de 9 m², délimitée par 4 objets placés sur les sommets d'un carré de 3 m de côté. Chaque relevé est choisi au hasard sur une surface homogène quant à la composition végétale, et à au moins 1 m de la formation végétale voisine, de manière à éviter les contaminations et effets de bordure. Les relevés sont séparés au moins de 10 m entre eux de manière à éviter une trop forte parenté entre individus de relevés voisins : il y a peu de chances que 2 insectes de relevés différents proviennent de la même ponte.

On parcourt la surface, en partant du bord, en attrapant tous les insectes avec un filet, puis on procède de manière concentrique jusqu'à atteindre le centre. Il est nécessaire de repasser une deuxième fois pour capturer les individus qui auraient pu échapper. Si un individu s'envole hors du carré, il est poursuivi jusqu'à la capture, de sorte que nous pouvons obtenir une liste exhaustive des espèces et une quantité fiable d'individus par espèce. Pour chacun des milieux plusieurs relevés sont effectués pour appréhender la variabilité de la composition de la faune.

L'emplacement des différents points d'échantillonnage est représenté sur la figure 2. On peut les répartir en différents milieux (BRUGEL *et al.*, 2001):

prairie mésohygrophile : D1, D2, D3, D4, K1, K2 et K3

prairie mésophile : B, I1, I2, I3, I4

prairie xérophile : F, G1, G2, G3, G4, G5, J1, J2, J3

prairie + rocher : J4, J5

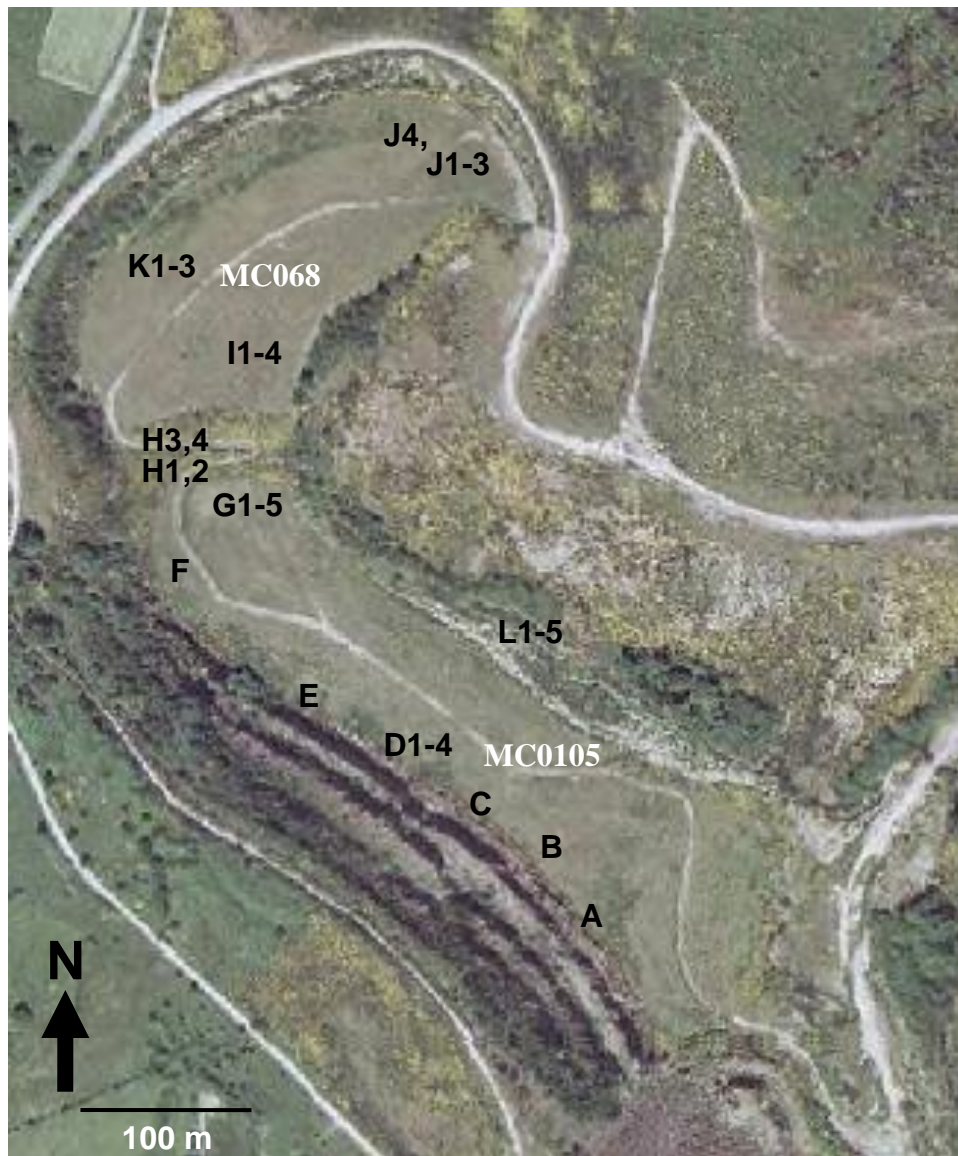
chemin : partie basse (H1, H2), partie haute (H3, H4)

rochers sur terrasse : L1, L2, L3, L4, L5

Nous avons regroupé certains relevés pour calculer des moyennes de densités d'insectes :

B (B); **D** (D1, D2, D3, D4) ; **F** (F); **G** (G1, G2, G3, G4, G5) ; **H1** (H1, H2) ; **H3** (H3, H4) ; **I** (I1, I2, I3, I4); **J** (J1, J2, J3) ; **J4** (J4, J5) ; **K** (K1, K2, K3) ; **L** (L1, L2, L3, L4, L5).

Figure 2 - Emplacement des relevés entomologiques. Photographie aérienne d'après le site www.geoportail.fr. D1-4 signifie que 4 relevés notés D1, D2, D3 et D4 ont été effectués.



Deux paramètres de peuplements sont ici utilisés, la diversité et la densité. L'indice de diversité retenu est l'indice de Shannon (H'). Il se calcule par la formule :

$$H = - \sum \frac{n_i}{n} \ln \left(\frac{n_i}{n} \right)$$

avec n_i étant le nombre d'individus de l'espèce i et n le nombre d'individus au total. Les densités correspondent au nombre d'individus rapportés à 100 m². Les statistiques ont été effectuées grâce au logiciel PAST vers 1.43 (HAMMER *et al.*, 2001).

RESULTATS

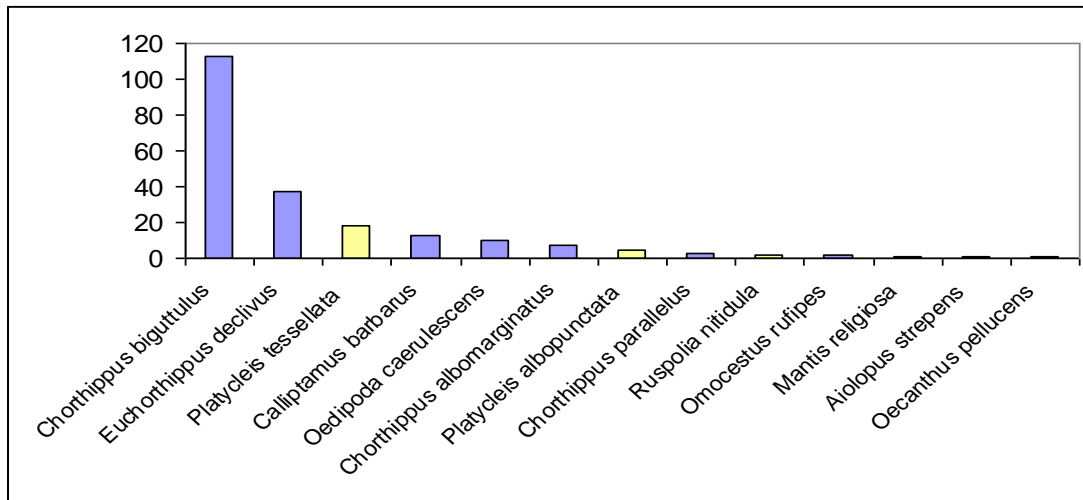
En tout, 32 relevés ont été effectués dans la partie prairie et sur les terrasses rocheuses. En outre, nous avons pu observer des insectes dans les ronciers et sur certaines plantes en bordure de la prairie fauchée. Par ailleurs, nous avons noté au mois de juin un certain nombre d'espèces, mais sans approche quantitative. L'ensemble des 19 espèces d'Orthoptéroïdes rencontrées est consigné dans le tableau I.

Sous-ordres	Super-familles	Familles	Sous-familles	Espèces
Mantoptera = Mantès		Mantidae	Mantinae	<i>Mantis religiosa</i>
Ensifera = Ensifères	Grylloidea = Grillons	Oecanthidae		<i>Oecanthus pellucens</i>
		Gryllidae	Nemobiinae	<i>Nemobius sylvestris</i>
			Gryllinae	<i>Gryllus campestris</i>
	Tettigonoidea = Sauterelles	Conocephalidae	Conocephalinae	<i>Conocephalus fuscus</i>
			Copiphorinae	<i>Ruspolia nitidula</i>
		Tettigoniidae	Tettigoniinae	<i>Tettigonia viridissima</i>
			Decticinae	<i>Platycleis tessellata</i>
				<i>Platycleis grisea albopunctata</i>
	Bradyporidae	Ephippigerinae	<i>Ephippiger ephippiger</i>	
Caelifera = Caelifères	Acridoidea = Criquets	Acrididae	Calliptaminae	<i>Calliptamus barbarus</i>
			Oedipodinae	<i>Aiolopus strepens</i>
				<i>Oedipoda caerulescens</i>
			Gomphocerinae	<i>Euchorthippus declivus</i>
				<i>Omocestus rufipes</i>
				<i>Chorthippus albomarginatus</i>
				<i>Chorthippus biguttulus</i>
				<i>Chorthippus brunneus</i>
			<i>Chorthippus parallelus</i>	

Tableau I. - Liste des espèces d'Orthoptéroïdes rencontrées dans le site.

Sur l'ensemble des relevés effectués dans les prairies et terrasses rocheuses, on a 13 espèces dont l'ordre d'abondance est illustré dans la figure 3. Les deux espèces de criquets dominants sont *Chorthippus biguttulus* et *Euchorthippus declivus*, tandis que la sauterelle la plus abondante est *Platycleis tessellata*. Si l'on rapporte les effectifs rencontrés à des densités sur 100 m², on observe une moyenne de 90,6 individus \pm 43,9. Naturellement, ces abondances relatives sont dictées par les milieux rencontrés sur le site et les affinités des espèces pour les différents milieux.

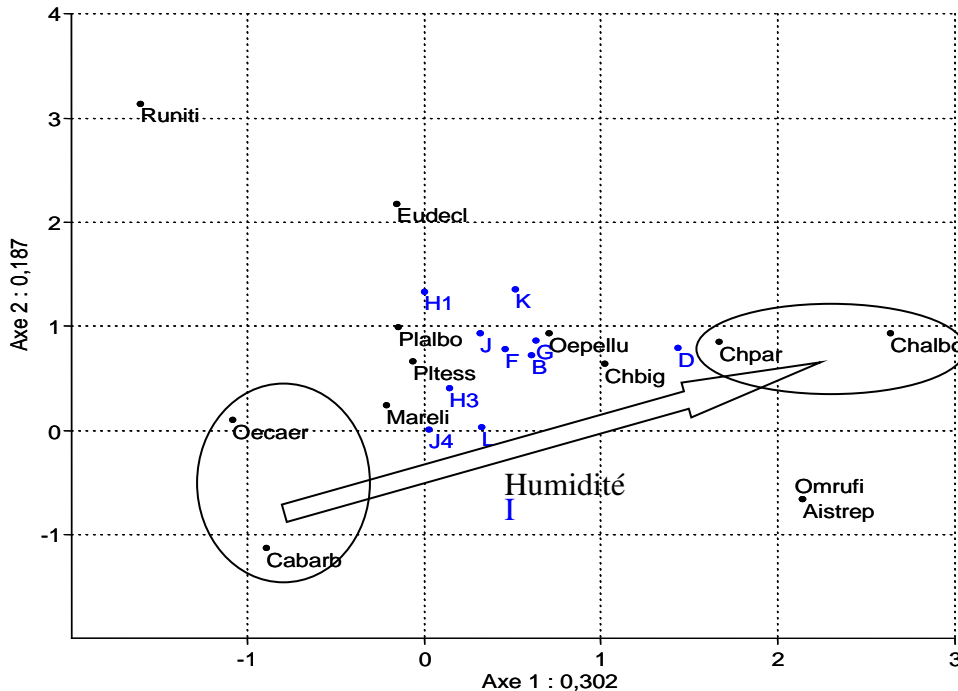
Figure 3. - Classement des espèces d'Orthoptères selon leur abondance avec en gris foncé, les Criquets et, en gris clair, les Sauterelles.



De manière à appréhender les préférences écologiques des espèces et la position relative des différents milieux, nous avons construit un tableau à double entrée, regroupant les relevés par milieux et les moyennes de densités des espèces pour effectuer une analyse statistique multivariée. En raison de la forte dominance de certaines espèces, une variante non paramétrique de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) a été appliquée, la « Detrended Correspondence Analysis », ou D.C.A. Les distances entre les projections des relevés ou des espèces ne sont pas proportionnelles aux distances réelles, comme dans une A.F.C., ce qui permet un meilleur étalement des points sur le plan factoriel F1-F2 et donc une meilleure efficacité de projection. En effet, les axes F1 et F2 représentent respectivement 51,5 % et 31,8 % de la variance du nuage de points en D.C.A. mais seulement 31,2 % et 28,4 % avec une A.F.C. L'ordination du nuage de points est illustrée à la figure 4.

Figure 4. - Ordination des espèces et des milieux sur le plan factoriel F1 F2 par D.C.A.

Abréviations : Pour les milieux (lettres majuscules), voir le tableau II ; *Platycleis albopunctata* : Plalbo ; *Chorthippus biguttulus* : Chbig ; *Platycleis tessellata* : Pltess ; *Chorthippus parallelus* : Chpar ; *Chorthippus albomarginatus* : Chalbo ; *Oedipoda caerulescens* : Oecaer ; *Euchorthippus declivus* : Eudecl ; *Mantis religiosa* : Mareli ; *Calliptamus barbarus* : Cabarb ; *Ruspolia nitidula* : Runiti ; *Aiolopus strepens* : Aistrep ; *Oecanthus pellucens* : Oepellu ; *Omocestus rufipes* : Omrufi.



Cette projection montre un gradient le long de l'axe F1, c'est-à-dire l'axe horizontal. Les espèces situées sur la gauche (*Oedipoda caerulescens* et *Calliptamus barbarus*) occupent le pôle le plus sec et leur fréquence est maximale dans 3 milieux : les terrasses rocheuses (L), la partie supérieure du chemin reliant les 2 parcelles de MCO (H3) et la prairie où affleurent des rochers (J4), dans la partie la plus élevée de la parcelle.

A l'inverse, *Chorthippus parallelus* et *C. albomarginatus* se situent à l'autre extrémité du gradient, sur la partie droite de la projection. Ces espèces caractérisent les milieux les plus humides du site, là où des joncs se mêlent aux graminées (D). Ponctuellement, on a pu rencontrer des joncs ailleurs sur le site, mais avec des taches trop restreintes pour permettre l'installation de la faune caractéristique. Les espèces les plus représentées sur le site (*Chorthippus biguttulus*, *Euchorthippus declivus* et *Platycleis tessellata*) occupent la partie médiane du gradient : ce ne sont pas des espèces spécialistes. Certaines espèces ont été rencontrées en trop petit nombre pour pouvoir les situer dans ce gradient, du moins par les seules données de nos échantillonnages (*Omocestus rufipes*, *Aiolopus strepens*, *Ruspolia nitidula*). On peut remarquer que ces 3 espèces sont les plus excentrées par rapport à l'axe du gradient.

Du point de vue des peuplements, les variations des paramètres dans les différents milieux sont synthétisées dans le tableau II.

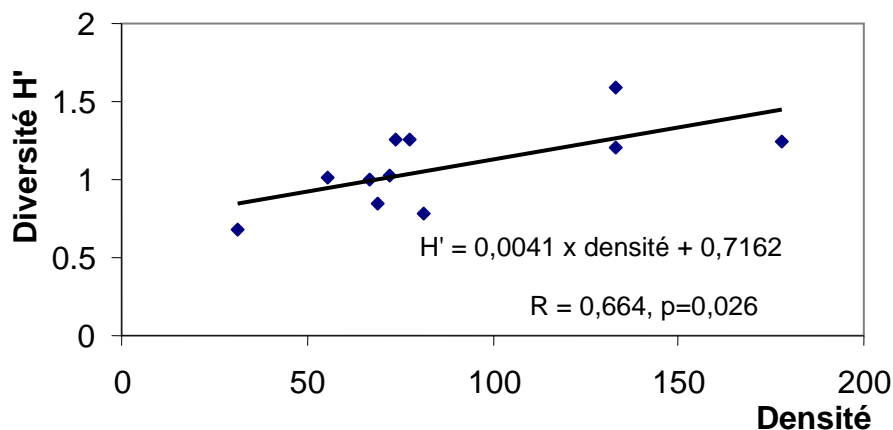
Relevés	Densités pour 100 m ²	Shannon H'
B : prairie mésophile	133	1,2
D : prairie mésohygrophile	72,2	1
F : prairie xérophile	178	1,2
G : prairie xérophile	68,9	0,8
H1 : chemin bas	133	1,6
H3 : chemin haut	77,8	1,3
I : prairie mésophile	67	0,998
J : prairie xérophile	74,1	1,3
J4 : prairie + rochers affleurant	55,6	1
K : prairie mésohygrophile	81,5	0,8
L : terrasses rocheuses	31,1	0,7

Tableau II. - Paramètres de peuplement des Orthoptéroïdes dans les différents relevés

Les densités maximales caractérisent les relevés effectués en F (prairie sèche), B (prairie mésophile) et H1 (partie inférieure du chemin de séparation entre les deux parcelles), avec plus de 130 individus pour 100 m². Inversement, les densités les plus faibles (30 à 50 individus pour 100 m²) correspondent aux terrasses rocheuses (L) et à la prairie où la roche affleure (J4).

Il y a une corrélation positive significative ($r = 0,664$, $p < 0,05$) entre la densité et la diversité (fig. 5), ce qui atteste de la bonne structuration des peuplements au moment de l'étude. En effet, en début de saison, on observe souvent une forte abondance de telle ou telle espèce à cause des éclosions qui sont relativement synchrones. Vers le milieu de la saison, les effectifs des populations des différentes espèces se répartissent à cause de relations interspécifiques et la diversité de chaque milieu dépend largement de la densité des espèces.

Figure 5. - Variations de la diversité de l'indice de Shannon et de la densité dans les différents milieux.



Malgré nos efforts, nous n'avons pu observer *Chorthippus brunneus* à la fin août alors que cette espèce était abondante à l'état adulte au mois de juin. Il est possible que les chaleurs caniculaires du mois de juillet aient accéléré son cycle ce qui a entraîné leur mort après la reproduction. Habituellement, cette espèce se rencontre jusqu'en octobre dans nos régions. Il en est de même pour la sauterelle *Metrioptera roeseli* dont de nombreuses larves étaient observées en juin : cette espèce précoce était absente dès la fin août. L'absence d'adultes des grillons des champs (*G. campestris*) est en revanche parfaitement normale dans la mesure où ces insectes se sont reproduits entre le mois de mai et le mois de juillet, puis sont morts après leur reproduction. Ce sont les larves qui passeront la mauvaise saison, conformément au cycle de l'espèce.

Il est intéressant de rappeler que les ronciers abritent 2 espèces de sauterelles, aisément repérables grâce à leur chant, à savoir *Ephippiger ephippiger* et *Tettigonia viridissima*. Cette dernière avait été notée en grande abondance (environ un individu pour 1 ou 2 m²) dans les hautes herbes de la partie sud du site, à la fin du mois de juin. En raison de la fauche et des travaux conduits au cours de l'été, cette espèce s'est réfugiée dans les ronciers à la fin du mois d'août. *E. ephippiger*, quant à elle, est une espèce plus tardive et aucun adulte n'était présent à la fin juin.

DISCUSSION

La liste des 20 espèces d'Orthoptéroïdes rencontrées est conséquente par rapport à la soixantaine d'espèces que compte la région Limousin. Cette diversité augure d'une qualité du milieu satisfaisante dans l'ensemble du site. Cependant il convient d'avoir un avis critique sur la signification de la présence ou de l'absence de certaines espèces. Les règles écologiques qui conditionnent la composition faunistique sont simples et découlent de la conjugaison de la diversité des milieux (comprenant la surface des différents microhabitats) et l'âge de la restauration (notion non indépendante de la facilité d'accès par rapport aux alentours du site).

Dans la thèse de F. PICAUD (1998), synthétisée en partie dans son article (PICAUD et PETIT, 2006), l'analyse de sites miniers de Haute-Vienne dont la restauration couvrait un éventail compris entre 0 à 9 ans, a permis d'établir un profil d'espèces associées aux stades jeunes (avant 2,5 années), moyens et tardifs (plus de 4,5 années). Les résultats mettent en

avant un aspect qualitatif : les espèces qui arrivent en premier sur un site ne sont pas statistiquement les mêmes que celles qui colonisent en dernier. Les 3 groupes d'espèces, appelés des sères, sont définis dans le tableau III :

Tableau III. - Composition des 3 sères d'Orthoptères colonisant les sites miniers restaurés de Haute-Vienne. Les espèces rencontrées sur le site de Bellezane sont indiquées en gras.

Sère 1 : *Aiolopus thalassinus* (en mélange avec *A. strepens*), ***Chorthippus brunneus***, ***Oedipoda caerulescens*** et ***Calliptamus italicus*** (en mélange avec *C. barbarus*);

Sère 2 : ***Chorthippus biguttulus***, ***Omocestus rufipes***, *Stethophyma grossum*, *Stenobothrus stigmaticus*, *Nemobius sylvestris*, ***Gryllus campestris***, ***Ephippiger ephippiger*** et ***Platycleis albopunctata grisea***;

Sère 3 : *Chorthippus dorsatus*, *Chorthippus montanus*, ***Chorthippus parallelus***, ***Euchorthippus declivus***, ***Conocephalus discolor***, ***Platycleis tessellata***, *Phaneroptera falcata* et ***Tettigonia viridissima***.

La place de ***Chorthippus albomarginatus*** est incertaine et se situe entre les sères 2 et 3.

Le tableau III montre clairement que les espèces du site de Bellezane se répartissent dans les 3 sères. Cela signifie donc que la composition de ce site correspond à un âge de réhabilitation de plus de 4,5 années. Les espèces pionnières (sère 1), à fort pouvoir de dispersion, n'ont pas disparu mais se sont réfugiées au niveau des prairies les plus xérophiles, les prairies où le rocher affleure et les terrasses rocheuses. Ces milieux sont ceux qui ressemblent le plus aux terrains jeunes, caractérisés par une végétation dispersée et la présence de sol nu. Les espèces intermédiaires (sère 2) se maintiennent à la faveur du fauchage annuel de l'herbe, comme pour *C. biguttulus*, *O. rufipes* ou *G. campestris*. Les espèces tardives (sère 3), quant à elles, ont généralement un faible pouvoir de dispersion (PICAUD et PETIT, 2007) mais une fécondité particulière caractérisée par des oeufs de forte taille.

Ces résultats observés sont parfaitement cohérents avec l'âge réel de la réhabilitation, c'est-à-dire 9 ans. Un autre résultat aurait évidemment signifié soit un problème d'accessibilité à la mine, soit une source de perturbation, comme une pollution ou des travaux mécaniques.

Du point de vue quantitatif, les paramètres de peuplement sont également instructifs. On peut comparer les densités et diversités observées sur le site aux chiffres mesurés par PICAUD et PETIT (2006), pour les mois d'août et de septembre. Les valeurs observées sur la partie prairie (tous les relevés sauf les L, sur terrasse rocheuse) sont rassemblées dans le tableau IV, de manière à faciliter les analyses.

	Mois	Sites miniers, prairies > 4,5 ans	Prairies de fauche des alentours des mines	Site MCO 68+105 (Fin août)
Densité /100 m ²	Août	285	98,1	98,4
	Septembre	64	41,7	
Diversité H'	Août	2	2,2	1,13
	Septembre	1,9	1,6	

Tableau IV. - Paramètres de peuplement sur le site et sur le calibrage de PICAUD et PETIT (2006)

La densité moyenne au niveau de la prairie de fauche dans le site étudié est proche de 100, ce qui est intermédiaire entre les valeurs d'août et de septembre dans les sites réhabilités depuis plus de 4,5 ans. En revanche, la diversité mesurée par l'indice de Shannon est de l'ordre de 1,13, ce qui est plus faible que les valeurs trouvées en août et septembre pour des sites réhabilités depuis plus de 4,5 ans. Si on compare maintenant ces paramètres avec ceux des alentours des sites miniers, dans les prairies, on a une fois de plus des chiffres comparables pour ce qui est de la densité, mais inférieurs pour ce qui est de la diversité.

Globalement, pour ce qui est de la diversité, on a une contradiction entre les chiffres trouvés par rapport au nombre global d'espèces sur le site et la moyenne des valeurs trouvées par relevé. Ce nombre global est très satisfaisant alors que par relevé, la diversité est insuffisante par rapport à ce que l'on pouvait attendre.

Remerciements

Nous remercions le groupe AREVA de Bessines-sur-Gartempe qui a financé cette étude, et en particulier Melle Ledeur.

BIBLIOGRAPHIE

- BLONDEL J., 1979. Biogéographie et écologie, collection d'écologie 15. Masson ed., Paris, 173 p.
- BRUGEL E., BRUNERYE L. et VILKS A., 2001. Plantes et Végétation en Limousin ; Atlas de la flore vasculaire, St-Gence, Conservatoire Régional des Espaces Naturels du Limousin, 800 p.
- GHESTEM A., DESCUBES C., GRAFEUILLE D. et PEYRICHOUC. 1982. La faune et la flore des environs de Bellezane (Bessines, Haute-Vienne). Rapport ronéoté, 12 p.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T. et P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- LOLIVE N., et PETIT, D., 2006. Biodiversité des Orthoptères dans une petite tourbière des monts d'Ambazac (Haute-Vienne) en relation avec la dynamique végétale. *Annales Scientifiques du Limousin* 16 : 1-13.
- MAJER J. D. 1989. Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed lands. Cambridge University Press, 205 pp.
- PETIT, D., PICAUD, F. et BONNET, E., 2003. Les peuplements d'Orthoptéroïdes de la lande sur serpentinite de la Flotte et du Cluzeau (Haute-Vienne). *Annales Scientifiques du Limousin* 14 : 13-28.
- PICAUD, F., DUFOUR, S., DECAUX, E. et PETIT, D. 2000. Analyse des peuplements d'orthoptéroïdes sur les pelouses calcicoles de la côte pelée de Chasteaux. *Annales Scientifiques du Limousin* 11 : 49-59.
- PICAUD F., 1998. Succession écologique chez les Insectes Orthoptères : application aux haldes de mines. Thèse de doctorat, Université de Limoges, 157 p.
- PICAUD F. et PETIT D., 2006. Primary succession of Orthoptera on mine tailings: role of vegetation. *Annales Société Entomologique de France* 42(2) : sous presse.
- PICAUD F. et PETIT D., 2007. Primary succession of Acrididae (Orthoptera): role of jumping flights and reduction of late colonizers walking by already settled species. *Acta Oecologica*, sous presse.

Macroflore fongique et végétation forestière : l'exemple de quelques stations de la forêt de Rochechouart (Haute-Vienne).

GHESTEM A., RIFFAUD V., RICARD C. et SISTERNE R.

Laboratoire de Botanique, Faculté de Pharmacie – 2, rue du Dr Marcland – 87025 LIMOGES Cedex

RESUME – Un inventaire de la macroflore fongique (champignons supérieurs) a été réalisé dans sept stations de la forêt de Rochechouart (Limousin – France). Des corrélations significatives sont recherchées et mises en évidence entre certaines espèces de macromycètes et les caractéristiques du milieu dans ces placettes forestières (microclimat, qualité du sol ainsi que les différents éléments de la végétation, plus particulièrement les essences d'arbres et d'arbustes). Des tableaux détaillés concernant l'analyse de la végétation et les listes de champignons apportent au lecteur de très nombreuses informations.

MOTS CLES : Forêt de Rochechouart, Limousin, mycologie (macromycètes), végétation, écologie.

SUMMARY – **Higher mushrooms and forest vegetation : example of some stations in the Rochechouart forest (Haute-Vienne, Limousin).** A higher mushrooms inventory has been drawn up in seven stations of Rochechouart forest (Limousin – France). Significant correlations are searched and showed between some higher mushrooms and ecological characteristics in these forest places (microclimate, soil quality and different vegetation components, specially trees and shrubs). Detailed lists tabulations of mushrooms and plants bring to reader much information.

KEY WORDS: Rochechouart forest, Limousin, mycology (higher mushrooms), vegetation, ecology.

INTRODUCTION

Le développement des macromycètes forestiers est relatif à leur mode de vie : symbiose avec les racines des arbres (formant des mycorhizes), en parasite de blessures sur les troncs ou encore en saprophyte au dépens de souches, de débris ligneux ou encore de la litière.

Le but de cette étude est d'essayer de mettre en évidence la corrélation entre la macroflore fongique et le milieu forestier (caractères de la végétation, qualité du sol, composantes du milieu).

A cet effet, nous nous sommes efforcés de choisir les différentes stations qui ont fait l'objet de l'étude au sein de peuplements aussi bien caractérisés que possible tant feuillus (chênaies, chênaie-châtaigneraie, saulaie-bétulaie) que conifères (peuplement de Pins sylvestres, plantation de Douglas).

Les stations forestières sélectionnées sont situées dans la forêt de Rochechouart dont Martine Samy a eu l'occasion de faire en 1994 l'étude approfondie des groupements forestiers.

Dans un premier temps, nous rappellerons les caractéristiques géographiques, géologiques, pédologiques mais aussi climatologiques et botaniques de la forêt de Rochechouart et plus particulièrement, si nécessaire, de la "dition".

Puis, après avoir précisé la localisation des stations étudiées, nous présenterons l'analyse de la végétation et du sol de chacune d'elles.

Enfin, dans un chapitre intitulé flore fungique, nous rendrons compte des récoltes mycologiques effectuées au sein de chaque station en nous efforçant de rechercher la corrélation entre la présence de certains macromycètes et le contexte végétal et écologique.

GENERALITES CONCERNANT LA ZONE ETUDIEE

La Forêt de Rochechouart est localisée en périphérie Sud-ouest du département de la Haute-Vienne au contact de celui de la Charente. Elle occupe un bas plateau dont l'altitude moyenne est comprise entre 200 et 300 mètres. Sa superficie est approximativement de 750 hectares. Elle n'est pas domaniale, c'est une mosaïque de propriétés privées.

Au plan géologique, le secteur étudié en forêt de Rochechouart se situe sur une zone de roches métamorphiques ; il s'agit d'orthogneiss à biotite.

Les sols sont des sols bruns acides. Dans l'étude des pH des sols réalisée en 1978, H. Bouby montrait que l'amplitude ionique enregistrée était faible, tous les résultats étant entre pH = 4 et pH = 5 avec une moyenne de 4,5. Cela sera confirmé par l'analyse pédochimique effectuée au sein des stations étudiées et, à travers l'inventaire botanique de celles-ci, par une large prédominance des espèces acidiphiles ou acidiclives.

La région de Rochechouart est soumise à une influence océanique atténuée ainsi qu'en attestent les données climatologiques moyennes calculées pour la période 1971-2000 (tableau n°1) confirmées par M. Galliot *et al.* en 1989. Le total annuel des précipitations est égal à 925,1 mm avec un maximum pendant les mois d'hiver. Quant à la température annuelle, elle est de 11,5°, c'est-à-dire relativement douce.

Les récoltes mycologiques relatives à la présente étude s'étant déroulées pendant la saison d'automne en 2004 et 2005, nous avons présenté dans le même tableau (tableaux n°1 et 2) les particularités climatiques de ces deux années en les confrontant aux valeurs moyennes établies sur la large période de trente ans.

Tableau n°1 : Précipitations moyennes annuelles.

années	J.	F.	M.	A.	Ma.	J.	Ju.	Ao.	S.	O.	N.	D.	totaux
1971-2000	89,5	75,3	67,8	77,9	86,7	63,6	47,3	54,1	76,5	90,5	94,8	101,1	925,1
2004	192,1	22,3	45,5	82,2	50,4	25,5	82,1	139,9	34,2	77,0	38,3	72,8	862,3
2005	54,9	33,0	60,4	76,9	24,1	71,0	27,2	34,1	83,7	47,0	56,6	114,3	683,2

Tableau n°2 : Températures mensuelles moyennes.

années	J.	F.	M.	A.	Ma.	J.	Ju.	Ao.	S.	O.	N.	D.	Moyenne annuelle
1971-2000	4,6	5,7	7,7	9,8	13,8	16,8	19,4	19,1	15,9	12,3	7,5	5,5	11,51
2004	5,4	6,0	7,4	10,2	14,0	18,7	19,1	19,7	17,3	14,3	7,0	4,7	12
2005	5,1	3,0	8,5	11,3	15,4	20,0	19,9	19,1	11,1	16,0	6,7	2,8	11,6

En ce qui concerne les mois de septembre, d'octobre et de novembre, la hauteur totale de précipitations est seulement de 149,5 mm en 2004 et 187,3 mm en 2005 alors que la moyenne trentenaire de la période est de 261,8 mm. Il n'en est pas de même pour les températures automnales qui ont été plus élevées en 2004 (moyenne des trois mois de 12,9 ° au lieu de 11,9°) et plus basses en 2005 (11,3° au lieu de 11,9°). De telles conditions climatiques particulières, notamment les périodes de sécheresse relativement étendues, ont naturellement influencé les pousses fungiques qui furent assez irrégulières.

La végétation forestière ligneuse en forêt de Rochechouart est nettement marquée par la présence du Châtaignier (*Castanea sativa*) que l'on trouve presque toujours en taillis. Mais, ce sont surtout les Chênes qui forment le fond de la végétation forestière. Il s'agit principalement du Chêne sessile (*Quercus petraea*) et de façon moindre du Chêne pédonculé (*Quercus robur*). D'autres essences sont bien représentées et forment des faciès localisés.

Ainsi : - le Bouleau (*Betula pendula*) se développe sur les buttes sèches ou dans les fonds humides.

- le Charme (*Carpinus betulus*) est fréquent en forêt de Rochechouart, mais n'y constitue que rarement des peuplements denses ou quasi exclusifs. Il caractérise des stations fraîches et humides.

- L'Aulne (*Alnus glutinosa*) se rencontre également de façon sporadique en forêt.

Actuellement, une grande partie de la forêt de Rochechouart a été déboisée et replantée en conifères. Cela concerne surtout la zone centrale de la forêt. Ces plantations sont assez récentes, denses et relativement étendues, en vue de leur exploitation. Elles ont été fortement malmenées et éprouvées lors de la tempête de décembre 1999. Les principales essences plantées sont les Pins sylvestre et maritime (*Pinus sylvestris* et *Pinus pinaster*), mais aussi le « Sapin de Douglas » (*Pseudotsuga menziesii*). Plus rarement, on rencontre le Sapin (*Abies alba*), le Mélèze d'Europe (*Larix decidua*), l'Épicéa commun (*Picea excelsa*) ou encore le Pin Weymouth (*Pinus strobus*)

A - PRESENTATION DES STATIONS CHOISIES

Les stations sélectionnées sont au nombre de sept et peuvent être subdivisées en deux ensembles en raison de leur situation géographique de part et d'autre de la route D 10 reliant Rochechouart et Aixe-sur-Vienne :

***Stations situées dans la partie Centre-est de la Forêt de Rochechouart :**

- Station n°1 : Bosquet de Saules et Bouleaux.
- Station n°2 : Taillis de Chênes sessiles entremêlés de Châtaigniers.
- Station n°3 : Perchis de Chênes sessiles.
- Station n°4 : Taillis de Châtaigniers.
- Station n°5 : Plantation de Douglas.

***Stations situées dans la partie Nord de la Forêt de Rochechouart :**

- Station n°6 : Bois de Pins sylvestres.
- Station n°7 : Taillis de Chênes sessiles.

Carte n°1 : LA FORET DE ROCHECHOUART, situation géographique des stations étudiées.
(D'après M. Samy, 1994)

1 station n°1

3 station n°3

5 station n°5

2 station n°2

4 station n°4

6 station n°6

7 station n°7

B - LA VEGETATION DES DIFFERENTES STATIONS

1) METHODE D' ETUDE

L'étude de la végétation dans les différentes stations retenues a été réalisée selon la méthode phytosociologique classique définie par J. Braun-Blanquet et son école et décrite par B. de Foucault (1986).

Les relevés de végétation ont été effectués en juin 2005 et une liste complète des espèces rencontrées a été dressée au niveau des différentes strates qui se répartissent comme suit :

A : strate arborescente, de 20 à 30 mètres.

a1 : strate arbustive haute, de 10 à 15 mètres.

a2 : strate arbustive basse, de 2 à 3 mètres.

H : strate herbacée.

M : strate muscinale.

Chaque espèce citée est affectée de 2 coefficients.

► Le premier exprime **l'abondance - dominance**, coefficient semi-quantitatif, traduisant son importance :

5 :	correspond à un recouvrement	> 75%.
4 :	" "	de 50 à 75%.
3 :	" "	de 25 à 50%.
2 :	" "	de 10 à 25 %.
1 :	" "	de 5 à 10%.
+	" "	< 5%.
i :	correspond à un individu isolé.	

► Le second exprime **la sociabilité**, aptitude d'une espèce à former des peuplements :

5 :	représente de grandes colonies très denses.
4 :	" des peuplements denses.
3 :	" des peuplements serrés ou des tapis.
2 :	" des groupes d'individus disposés en touffes.
1 :	" des individus isolés.

La potentialité des espèces ligneuses est indiquée par "juv." ou "pl". Il s'agit des jeunes individus et des plantules.

En ce qui concerne la nomenclature utilisée, les espèces phanérogamiques ont été nommées selon "Plantes et végétation en Limousin" de E. Brugel *et al.* (2001) et les mousses ont été nommées selon "British Mosses and Liverworts" dont l'auteur est E.V. Watson (1968).

2) ANALYSE BOTANIQUE (Voir tableau de végétation)

Station n° 1 : bosquet de Saules et Bouleaux.

La station est un bosquet mixte de Saules et de Bouleaux. C'est un espace frais de la forêt. Le sol est humide voire plus ou moins marécageux à certains endroits et on peut observer des amas de sphaignes qui confirment bien par leur présence ce caractère du milieu.

Le centre de la station est inaccessible en raison d'un chablis impénétrable.

L'analyse de végétation a donc été faite sur le pourtour, c'est-à-dire dans la zone qui a fait l'objet des récoltes fongiques.

Les espèces dominantes de la strate arborescente sont le Saule roux (*Salix acuminata* = *S. atrocinerea*) et le Bouleau (*Betula alba*), accompagnées dans les parties moins humides, en lisière, du Châtaignier (*Castanea sativa*) et du Chêne (*Quercus petraea*).

Dans la strate arbustive, on note encore la présence du Bouleau mais, en plus, celle de la Bourdaine (*Frangula dodonei* = *Frangula alnus*).

La strate herbacée est fortement dominée par les espèces hygrophiles en particulier la Molinie (*Molinia caerulea*) qui forme par endroits d'importants touradons. On y trouve aussi et surtout la Laîche vésiculeuse (*Carex vesicaria*).

Les espèces forestières telles que la Ronce (*Rubus sp.*) et le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*) ne se développent que sur la frange moins humide de la station.

Station n° 2 : taillis de Chênes et Châtaigniers.

Il s'agit d'un taillis ou perchis de Chênes sessiles avec, ici ou là, quelques Châtaigniers.

La surface de l'ensemble de la station n°2 est découpée par des dépressions de faible profondeur. Le relevé de végétation a été fait le long d'une de ces combes peu profondes.

La strate herbacée est largement dominée par les nombreuses plantules de Chênes.

On y remarque également les espèces classiques des bois acidiphiles relativement clairs avec la Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), le Mélampyre des près (*Melampyrum pratense*), la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), et le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*).

La présence d'Asphodèle (*Asphodelus albus*) apporte à ce sous-bois une tonalité thermophile.

Citons encore de façon beaucoup plus discrète quelques espèces des landes comme la Molinie (*Molinia caerulea*), la Callune (*Calluna vulgaris*), la Laîche à pilules (*Carex pilulifera*), et l'Ajonc nain (*Ulex minor*).

Station n° 3 : perchis de Chênes.

La station est très étendue : elle se présente sous l'aspect d'un perchis de Chênes sessiles assez clair.

La strate arbustive est très discrète, représentée par de jeunes Châtaigniers (*Castanea sativa*) et Chênes sessiles (*Quercus petraea*).

La strate herbacée est peu recouvrante et pauvre en espèces : elle est principalement représentée par un semis de plantules de Chênes.

Il y a lieu de noter au sol une abondante litière de feuilles de Chênes.

On remarque, en outre, ici ou là, quelques individus d'espèces forestières comme la Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), le Mélampyre (*Melampyrum pratense*), ou encore l'Asphodèle (*Asphodelus albus*), qui pousse plus volontiers sur les lisières.

La Callune (*Calluna vulgaris*), qui est une espèce des landes acidiphiles est aussi présente dans cette station.

Enfin, regroupées par tâches, on observe quelques espèces de mousses comme *Leucobryum glaucum* accompagnée de *Polytrichum formosum*.

Station n° 4 : Taillis de Châtaigniers.

Cette station est un vaste taillis de Châtaigniers paucispécifique.

Dans la strate ligneuse haute domine largement le Châtaignier (*Castanea sativa*), accompagné de quelques Chênes sessiles (*Quercus petraea*).

La strate arbustive basse est très peu dense et représentée par quelques Bourdaines (*Frangula dodonei* = *F. alnus*) et jeunes Châtaigniers.

Dans la strate herbacée, sur une litière abondante de feuilles, on observe par place des plantules principalement de Chênes et parmi celles-ci quelques très jeunes individus de Châtaignier.

On trouve aussi quelques touffes de Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*) et de rares frondes de Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*).

Enfin on peut noter la présence discrète de quelques mousses comme *Leucobryum glaucum*, *Thuidium tamariscinum* ou encore *Polytrichum formosum*.

Station n° 5 : Plantation de Douglas.

Cette station correspond à une petite plantation de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en bordure d'un chemin.

Ces conifères ont une taille imposante : 20 à 30 mètres de haut et un recouvrement important de l'ordre de 80 %. On trouve aussi dans la strate arborescente un Chêne pédonculé (*Quercus robur*).

Sur la litière abondante de feuilles de Chênes, se développe un semis dense de jeunes Chênes (*Quercus sp.*) avec quelques jeunes individus de Châtaigniers (*Castanea sativa*) et de Bourdaine (*Frangula dodonei* = *F. alnus*).

Quelques espèces de bois ou landes acidiphiles sont encore à citer mais leur présence est très discrète :

- il s'agit, pour les forestières, du Millepertuis élégant (*Hypericum pulchrum*), du Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), de la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et de la Ronce (*Rubus sp.*) ;

- et, pour les espèces des landes sèches, de la Callune (*Calluna vulgaris*) et la Laîche à pilules (*Carex pilulifera*).

Station n°6 : Bois de Pins sylvestres.

Il s'agit d'un bois de Pins sylvestres (*Pinus sylvestris*) issu d'une plantation sur lande.

Les plus hauts arbres ont une taille d'environ quinze mètres. Le recouvrement est moyen ce qui se traduit par un aspect de bois clair.

Un seul Chêne sessile (*Quercus petraea*) accompagne les Pins sylvestres dans la strate ligneuse haute.

La strate arbustive basse (2 à 3 mètres de hauteur) est constituée presque exclusivement par la Bourdaine (*Frangula dodonei* = *F. alnus*).

Au sein de la strate herbacée, on distingue deux groupes de plantes :

- Les espèces forestières, avec surtout la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), la Ronce (*Rubus sp.*), mais aussi les jeunes plants de Chênes sessiles, l'Asphodèle (*Asphodelus albus*), le Millepertuis élégant (*Hypericum pulchrum*) et la Violette de Rivin (*Viola riviniana*).

- Les espèces de landes avec l'Ajonc nain (*Ulex minor*), la Potentille tormentille (*Potentilla erecta*), la Callune (*Calluna vulgaris*), le Genêt à balais (*Cytisus scoparius*), ou encore la Danthonie décombante (*Danthonia decumbens*).

La présence de Molinie (*Molinia caerulea*) et du jonc aggloméré (*Juncus conglomeratus*) atteste d'un milieu présentant une alternance de périodes où le sol est sec puis humide en raison d'une nappe phréatique "battante" c'est-à-dire dont le niveau varie au cours des saisons et pouvant aller jusqu'à affleurer la surface.

Station n°7 : Taillis de Chênes.

La station n°7 correspond à un vieux taillis de Chênes sessiles (*Quercus petraea*).

La strate arbustive haute est formée de Chênes sessiles dont le recouvrement est relativement important. Le taillis est dominé par quelques plus vieux arbres de la même essence.

La strate arbustive basse est formée de Châtaigniers (*Castanea sativa*) en faible nombre et de quelques Chênes sessiles.

La strate herbacée est constituée exclusivement d'espèces forestières acidiphiles comme la Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), le Mélampyre (*Melampyrum pratense*), le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), et la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) pour les plus représentées mais aussi quelques individus de Germandrée scorodaine (*Teucrium scorodonia*) ou encore de Bétoine officinale (*Stachys officinalis*) et de Lierre (*Hedera helix*).

Une tonalité thermophile de cette végétation acidiphile est apportée par la présence de l'euphorbe d'Irlande (*Euphorbia hyberna*) et de l'Asphodèle blanche (*Asphodelus albus*) et en lisière, le long du chemin forestier du Brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*).

Elles sont accompagnées d'un semis assez dense de plantules de Chênes auxquelles se mêlent quelques jeunes pousses de Houx (*Ilex aquifolium*) et de Châtaigniers.

Après avoir analysé la végétation au sein de chaque station, nous nous sommes efforcés d'en mettre en évidence les caractères communs ou les particularités.

Le lecteur constatera ainsi que les relevés ne se présentent plus dans l'ordre où nous avons décrit les stations, mais dans une succession marquant leurs affinités.

Le tableau synthétique montre une certaine homogénéité de la végétation dans les différentes stations qu'elles soient de feuillus ou de conifères.

D'un point de vue général, la végétation de ces stations présente un caractère acidiphile net, attesté aussi bien par les espèces ligneuses de la strate arborescente ou arbustive (Chênes, Châtaigniers, Bouleau...), que par les espèces herbacées (Fougère aigle, Chèvrefeuille, Molinie...).

On distingue dans la strate herbacée deux types d'espèces prédominants qui sont :

- les espèces forestières acidiphiles dont *Pteridium aquilinum* (la Fougère aigle), *Lonicera periclymenum* (le Chèvrefeuille) et *Deschampsia flexuosa* (la Canche flexueuse) qui sont les plus présentes.

- les espèces des landes acidiphiles avec principalement la Callune (*Calluna vulgaris*).

Les semis de Chênes sont présents dans les stations 2 à 7 et, la plupart du temps, ils recouvrent même entièrement le sol comme dans les stations 2, 3, 4, 5 et 7.

Les stations 2, 3, 6 et 7 présentent un caractère thermophile avec surtout la présence de l'Asphodèle (*Asphodelus albus*) qui se trouve en lisière ainsi que l'Euphorbe d'Irlande (*Euphorbia hyberna*) et le brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*) relevés dans la station 7 ou en limite.

Betula alba et *Salix acuminata* dans la strate arborescente ainsi que *Juncus conglomeratus* et *Molinia caerulea* dans la strate herbacée montrent un caractère hygrophile des stations où ces espèces sont représentées.

La strate muscinale est en général assez discrète dans l'ensemble des stations et même inexistante dans les stations de conifères (stations 5 et 6). Cependant, les espèces présentes dans certaines stations en confirment bien le caractère acidiphile.

A l'exception des deux plantations de conifères (stations 5 et 6) et du bosquet de Bouleaux et Saules, la végétation de l'ensemble des quatre stations de feuillus s'intègre aisément dans l'ordre des *Quercetalia robori petraeae* (Tx 1931) et la classe des *Quercetea robori petraeae* (Br. Bl. et Tx 1943).

Tableau n°3 : TABLEAU SYNTHETIQUE DE LA VEGETATION

Numéro de station	1	2	3	4	7	5	6
Surface en m²	300	300	1000	1000	1000	350	500
Nombre total d'espèces	12	12	7	5	13	10	17
Strate arborescente et arbustive							
•Espèces acidiphiles							
<i>Quercus petraea</i> A et a1	12	44	44	12	54		+
		a2	+		11		
<i>Castanea sativa</i> A et a1	+	+		55			
		a2	+	+	22		+
<i>Quercus robur</i> A et a1						13	
<i>Frangula dodonei</i> (=F. <i>alnus</i>) a2	11			+			12
<i>Ilex aquifolium</i> a2		+					
•Espèces hygrophiles							
<i>Betula alba</i> A et a1	22						
	11						
<i>Salix acuminata</i> (=S. <i>atrocinerea</i>) a2	33						
•Plantations							
<i>Pseudotsuga menziesii</i>						44	
<i>Pinus sylvestris</i>							32
Semis							
<i>Castanea sativa</i> pl.				+	+	+	
<i>Frangula dodonei</i> (=F. <i>alnus</i>) juv.						+	
<i>Ilex aquifolium</i> pl.+ juv.	+2	+2			+		
<i>Quercus petraea</i> pl.		44	32	21	33		12
<i>Quercus sp.</i> pl.						32	
Strate herbacée							
•Espèces forestières							
- acidiphiles							
<i>Deschampsia flexuosa</i>		22	12	12	12		
<i>Lonicera periclymenum</i>	12	+			11	+	22
<i>Melampyrum pratense</i>		11	+		11		
<i>Pteridium aquilinum</i>		11	+	11	11	+	44
<i>Teucrium scorodonia</i>					+2		
- neutroclines							
<i>Hedera helix</i>					+		
<i>Rubus sp.</i>	22					+	22
•Espèces thermophiles de lisière							
<i>Asphodelus albus</i>		+2	+		12		+2
<i>Brachypodium pinnatum</i>					+		
<i>Euphorbia hyberna</i>					12		
<i>Hypericum pulchrum</i>						+2	+2
<i>Stachys officinalis</i>					+		
<i>Viola riviniana</i>							+
•Espèces des landes acidiphiles							
<i>Calluna vulgaris</i>		+2	+			+2	+2
<i>Carex pilulifera</i>		+2				+2	
<i>Cytisus scoparius</i>							+
<i>Danthonia decumbens</i>							+
<i>Potentilla erecta</i>							+2
<i>Ulex minor</i>		+2					+2
•Espèces hygrophiles							
<i>Carex vesicaria</i>	12						
<i>Epilobium sp.</i>	+						
<i>Juncus conglomeratus</i>							+2
<i>Juncus effusus</i>	+2						
<i>Molinia caerulea</i>	43	+2					22
Strate muscinale							
<i>Hypnum cupressiforme</i>					+		
<i>Leucobryum glaucum</i>		+	+	+	+		
<i>Polytrichum formosum</i>		+		+			
<i>Pseudoscleropodium purum</i>			+				
<i>Thuidium tamariscinum</i>				+			
<i>Sphagnum sp.</i>	12						

C - CARACTERISATION DES SOLS AU SEIN DES PLACETTES ETUDIEES

L'analyse des échantillons de sols a été réalisée par le laboratoire de la Chambre d'Agriculture de la Haute-Vienne.

Différentes techniques (P. Duchaufour, 1970) ont été mises en œuvre et ont donné les résultats rassemblés dans le tableau ci-après.

pH : le pH est le pH eau.

C : le carbone organique est obtenu par oxydation sulfochromique.

N : le dosage de l'azote total est réalisé par la méthode de Kjeldahl.

C/N : carbone organique et azote total permettent de calculer le rapport C/N qui est très représentatif de l'activité minéralisatrice du sol.

Cations : les cations Ca, Mg et K sont dosés par l'acétate d'ammonium.

On définit en outre un certain nombre de constantes, qui permettent de caractériser l'état du complexe adsorbant dans les sols :

- La capacité totale d'échange (T ou CEC : *cation exchange capacity*) est la quantité maximale de cations métalliques que le sol peut fixer.

- La somme des cations métalliques échangeables (S) représente la quantité totale des cations alcalins ou alcalino-terreux actuellement retenus : Ca, Mg, K, Na.

- La différence T-S représente l'ensemble des ions générateurs de l'acidité du sol.

- Le taux de saturation (V %) en cations métal du complexe adsorbant est le rapport :

$$V \% = \frac{S \times 100}{T}$$

Tableau n°4 : résultats des analyses de sols.

N° et dénomination de la station	pH eau	MO %	N pmil	C/N	Cations ppm			T %	V %
					Ca	Mg	K		
n° 1 : Bosquet de Saules et Bouleaux	4,8	4,0	1,5	15,5	163	114	103	8,1	16,8
n° 2 : Taillis de Chênes sessiles et Châtaigniers	4,6	8,9	1,9	27,2	98	75	96	10,6	8,7
n° 3 : Perchis de Chênes sessiles	4,4	10,2	2,7	21,9	116	115	138	14,3	8,9
n° 4 : Taillis de Châtaigniers	4,5	7,3	1,5	28,2	123	64	85	9,1	10,3
n° 5 : Plantation de Douglas	4,7	8,8	3,4	15,0	263	101	130	14,9	11,5
n° 6 : Bois de Pins sylvestres	4,7	4,2	1,2	20,3	131	43	54	5,9	13,4
n° 7 : Taillis de Chênes sessiles	5,0	7,2	2,1	19,9	463	170	205	10,1	29,0

L'analyse des sols des différentes stations montre des pH acides compris entre 4,4 et 5,0, ce qui confirme bien les caractères généraux de la flore phanérogame à savoir : milieux forestiers acidiphiles, landes acides à Callune et Molinie avec présence de nombreuses espèces indicatrices des sols acides comme le Châtaignier, la Fougère aigle, la Germandrée scorodaine ou la mousse *Leucobryum glaucum* (milieux acides et frais riches en Aluminium échangeable).

Il y a une correspondance relativement étroite entre les pH acides et un rapport C/N élevé.

Le rapport Carbone/Azote total (C/N) qui est un indicateur précieux de l'activité minéralisatrice du sol, c'est-à-dire de la vitesse de décomposition des débris organiques et végétaux, ne doit pas dépasser 10 dans le cas d'une bonne minéralisation. Nos stations ne présentent pas de telles conditions, les C/N étant tous supérieurs à 15 et la plupart voisins ou supérieurs à 20, ce qui rend compte d'une faible production d'azote minéral.

Le plus faible rapport C/N des stations de feuillus, dont les chiffres varient de 15,5 à 28,2, est celui qui correspond au bosquet de Saules et Bouleaux ; on peut en chercher la raison dans le fait que la station est relativement humide donc moins bien minéralisée.

La station de Pins sylvestres qui correspond à une lande plantée en cette espèce a un C/N légèrement supérieur à 20 en liaison avec un milieu frais et acide (présence de *Molinia*) et la pauvreté en azote des aiguilles de Pin (C / N > 60).

Quant à la station de Douglas, dont le pH est analogue à celui de la station de Pins (4,7), nous constatons que son C/N est beaucoup plus bas (15 au lieu de 20,3). Ceci peut être relié à la position de bordure qui favorise la minéralisation du matériel végétal riche en feuilles de Chêne qui, paradoxalement, tapisse ce sous-bois parsemé de nombreuses plantules de Chênes (voir p. 9) et à la nature des aiguilles de Douglas plus riches en azote que celles du Pin donc plus biodégradables.

Par ailleurs, ajoutons que la capacité d'échange cationique est très faible dans l'ensemble des stations variant de 5,9 à 14,9 % et parallèlement le taux de saturation du complexe absorbant très réduit (8,7 à 29 %) indique que l'on a affaire à des sols très fortement insaturés.

De façon générale, les échantillons de sols prélevés dans les différentes stations étudiées correspondent parfaitement aux critères de l'un des grands types d'humus décrits par P. Duchaufour (1970) dans son précis de pédologie : le type MODER dont les caractères sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°5 : Caractéristiques morphologiques et biochimiques de l'humus de type Moder d'après P. Duchaufour (1970).

Type	pH	C/N	Taux de saturation (%)	Conditions de formation	Microflore	Minéralisation
MODER	4 à 5	15 -25	10 à 20	Forêt feuillue clairière , forêt résineuse de montagne, roche siliceuse	Champignons acidiphiles	Moyenne

D - LA FLORE FUNGIQUE

Les sept stations décrites précédemment du point de vue de la flore et du sol ont été visitées régulièrement chaque semaine de septembre à novembre en 2004 et 2005.

Toutes les espèces de macromycètes, non seulement terrestres, mais aussi lignicoles et folliicoles ont été systématiquement récoltées.

Plusieurs ouvrages ont été consultés lors de certaines identifications délicates. Citons en les auteurs : M. Bon (2004), R. Courtecuisse et B. Duhem (1994), R. Kühner et H. Romagnesi (1974), F. Massart (2000) et R. Phillips (1981).

Les espèces de macromycètes ont été nommées selon la nomenclature utilisée par R. Courtecuisse dans le "Guide des champignons de France et d'Europe", 1994.

Nous avons rassemblé dans un tableau (voir p. 15) l'ensemble des récoltes de champignons classées par année et par station prospectée.

Le tableau est organisé de la façon suivante : les sept stations sont numérotées de 1 à 7 suivant l'ordre adopté dans la présentation des stations (p. 4), à savoir :

- Bosquet de Saules et Bouleau : station n° 1,
- Taillis de Chênes et Châtaigniers : station n° 2,
- Perchis de Chênes : station n° 3,
- Taillis de Châtaigniers : station n° 4,
- Plantation de « Douglas » : station n° 5,
- Bois de Pins sylvestres : station n° 6,
- Taillis de Chênes : station n° 7

Dans la légende, en tête de chaque colonne, figure l'année de récolte et les numéros des stations.

Les stations de conifères (stations 5 et 6) sont signalées par le symbole suivant : ▲.

Dans la première colonne, à l'extrême gauche du tableau, les macromycètes sont classés par ordre alphabétique des genres et des espèces.

Les espèces récoltées sont affectées d'un signe (+), celui-ci indiquant seulement la présence du champignon dans la station. Il ne rend compte ni de l'abondance de l'espèce, ni de sa constance. En revanche, ces éléments complémentaires figurent dans des listes détaillées qu'a publié V. Riffaud dans son mémoire de thèse en 2005.

Enfin, précisons que les spécificités écologiques de certaines espèces ont été principalement établies grâce aux "Notes écologiques sur les champignons supérieurs" publiées par C. Delzenne - Van Haluwyn dans les "Documents mycologiques" (1971-1972).

Station n°1 : dans ce bois hygrophile de Saules et de Bouleaux, on a compté en 2004 un nombre relativement important d'espèces fongiques (50).

Cette station renferme la plus grande variété d'angiocarpes, à savoir *Clathrus archeri*, *Mutinus caninus*, *Phallus impudicus* à l'état d'œuf, ainsi que deux espèces de vesses de loup (*Lycoperdon foetidum* et *perlatum*) et un scléroderme (*Scleroderma citrinum*).

Plusieurs espèces de champignons rencontrées présentent des affinités bien marquées avec à la fois un biotope humide et un peuplement de Bouleaux et de Saules, il s'agit de : *Hebeloma pusillum*, *Hebeloma mesophaeum*, *Hebeloma saccharioleus*, *Lactarius glycyosmus*, *Russula gracillima*, *Russula nitida* et *Tricholoma fulvum*.

De plus, la relation mycorrhizique avec les feuillus hygrophiles est encore attestée par la présence d'*Amanita muscaria*, *Chalciporus piperatus*, *Lactarius tabidus* et *Paxillus involutus* qui eux aussi sont liés aux Bouleaux mais pas de manière exclusive.

Par ailleurs, il est intéressant de trouver dans ce milieu des espèces du genre *Leccinum* que R. Courtecuisse présente comme liées très spécifiquement aux Bouleaux comme *Leccinum brunneogriseolum*, *Leccinum scabrum* et *Leccinum variicolor*.

Enfin, la présence de *Mycena galericulata* mérite d'être soulignée car cette espèce aurait comme écologie spécifique les souches et débris divers de Bouleaux.

Station n°2 : bien que cette station présente au niveau de la végétation deux essences principales de feuillus, Chênes et Châtaigniers, les récoltes de macromycètes sont pourtant moins abondantes ici que dans la station 3, qui ne comporte que des Chênes et dans la station 4 où les Châtaigniers prédominent.

Une seule espèce s'est montrée relativement constante au cours des récoltes, il s'agit de *Chlorociboria aeruginascens* qui est un curieux microascomycète dont le mycélium colore le bois mort décortiqué de Chêne ou d'autres feuillus en un joli vert bleu vif où apparaissent en fin d'automne de très discrètes apothécies pédicellées de même teinte.

Quelques champignons montrent au sein de cette station, par leur caractère indicateur, les relations spécifiques attestées par divers auteurs vis-à-vis des Chênes et des Châtaigniers, il s'agit de la "langue de boeuf" (*Fistulina hepatica*) qui parasite tout particulièrement les Chênes et les Châtaigniers, mais aussi de *Lactarius chrysorrheus* lié aux Chênes et Châtaigniers et enfin de *Tricholoma ustaloides* commun sous les Châtaigniers.

La spécificité est moins étroite pour un certain nombre d'autres espèces qui ont des affinités pour les feuillus en général, il s'agit de : *Clitocybe gibba*, *Russula cyanoxantha*, *Russula lepida*, ou encore de *Collybia fusipes* et de *Megacollybia platyphylla* qui se développent toutes deux sur souches.

Remarquons la présence de *Mycena sanguinolenta* (curieuse espèce dont un latex rouge s'écoule lors de la section du pied) et dont les caractéristiques écologiques sont variables. Il s'agit d'une espèce soit lignicole se développant sur bois dénudé soit foliicole poussant sur feuilles de Chênes.

Citons la présence dans cette station d'*Amanita asteropus*, amanite à pied étoilé dont le chapeau est crème puis taché de roux. Elle tire son nom de son bulbe marginé qui se crevasse sous l'effet de la sécheresse ce qui lui donne un aspect étoilé. Cette amanite dont la pousse est localisée a été découverte en France dans la région de Bordeaux au cours des années 50 (Massart, 2000) et s'est répandue dans les départements voisins jusque dans les Pyrénées atlantiques. Il est donc important de souligner sa présence dans ce secteur occidental du Limousin.

Station n°3 : il s'agit d'un bois de Chênes sessiles qui recèle la plus grande variété d'espèces de champignons récoltés pendant les automnes 2004 et 2005.

Les relations mycorhiziques assez étroites avec le Chêne sont attestées par la présence de *Collybia dryophila*, *Cortinarius alboviolaceus*, *Lactarius chrysorrheus*, *L. quietus* et *Leccinum quercinum* mais aussi de quatre russules (*Russula cyanoxantha*, *R. brunneoviolacea*, *R. adusta* et *R. amoenolens*).

On retrouve dans cette station un polypore charnu du Chêne (*Fistulina hepatica*) mais aussi deux espèces se développant sur les souches de feuillus divers (*Collybia fusipes* et *Megacollybia platyphylla*).

C'est la station la plus riche en espèces de Russules : on en compte 14 dont les plus fréquentes sont *Russula densifolia* et *R. nigricans*.

Cette station renferme également un assez grand nombre d'espèces d'Amanites dont *Amanita virosa*, exceptionnelle dans la région et la très curieuse *Amanita asteropus* qui rappelons-le n'apparaît commune que dans le Sud-ouest de la France.

On trouve aussi beaucoup d'espèces différentes de Cortinaires : nous en avons dénombré 10 en 2004 dont les plus fréquents sont *Cortinarius bolaris* et *C. elatior*. La présence de *Cortinarius elatior*, *C. torvus* et *C. vibratilis* dans cette station, confirme leurs affinités pour les feuillus.

Station n°4 : elle correspond à un taillis de Châtaigniers accompagnés de quelques Chênes sessiles. La biodiversité des espèces fongiques est ici également assez élevée puisqu'on compte 64 espèces (pour 2004).

C'est dans cette station que l'on observe la meilleure représentation du genre *Cortinarius* avec 14 espèces différentes. Cependant aucune espèce de ce genre n'apparaît très régulièrement; toutefois les mieux représentées sont *Cortinarius anomalus* et *C. bolaris*.

Un nombre relativement important d'espèces atteste de leurs affinités avec les caractères écologiques de cette station à savoir un peuplement de feuillus sur substrat siliceux, composé d'une majorité de Châtaigniers avec cependant quelques Chênes.

Ce sont, au sein du genre *Cortinarius*, les espèces *alboviolaceus*, *bolaris*, *torvus* et *violaceus* ; dans le genre *Lactarius*, les espèces *chryssorrhoeus* et *quietus*, et dans le genre *Russula*, les espèces *amoena*, *cyanoxantha* et *densifolia*.

On retrouve dans cette station *Fistulina hepatica*, polypore étroitement associé au Chêne et au Châtaignier qu'il parasite tout particulièrement.

Mentionnons également *Mycena inclinata*, espèce lignicole, qui se développe spécifiquement sur souches de Chêne et de Châtaigniers et *Daedalea quercina* qui pousse sur le bois mort de feuillus et presque exclusivement de ces deux essences.

C'est la troisième station où nous trouvons l'exceptionnelle *Amanita asteropus* et la récolte de cette espèce en début Septembre 2004 confirme bien le caractère estival que les auteurs lui attribuent (Massart, 2000).

On note en 2005 deux espèces nouvelles par rapport à la liste de l'année précédente : *Lentinellus ursinus* et *Russula albonigra* forme *pseudonigricans* ; cette dernière espèce semble selon les auteurs liée aux lieux moussus des forêts.

Station n°5 : c'est une petite plantation de "Douglas" (*Pseudotsuga menziesii*).

On observe en bordure, le long du chemin, un énorme Chêne pédonculé (*Quercus robur*) qui procure à la station une abondante litière de feuilles et dont on peut soupçonner, en raison de la faible superficie de la station, que son développement racinaire participe largement aux potentialités mycorhiziques.

Ainsi, la proximité de feuillus empêche donc de trouver en ce lieu un très grand nombre d'espèces liées exclusivement aux conifères. C'est pourquoi coexistent des champignons liés aux conifères comme *Lactarius camphoratus*, *Russula densifolia* et *fragilis* mais aussi des champignons liés aux feuillus comme *Clitocybe phyllophila*, *Lactarius quietus* et *Russula cyanoxantha*.

D'autres espèces rencontrées ici ont des affinités moins étroites. On les retrouve indifféremment sous conifères ou feuillus ; c'est le cas d' *Amanita muscaria* ou amanite tue-mouches, remarquable par la couleur rouge vif de son chapeau à flocons blancs labiles, ainsi que de *Chalciporus piperatus*, le bolet poivré et *Paxillus involutus*, le paxille enroulé ou encore *Lepista inversa*, le clitocybe inversé.

Baeospora myosura (famille des *Marasmiaceae*), par son développement exclusif sur cône, symbolise bien la station.

Il nous paraît intéressant de signaler encore la récolte assez exceptionnelle de *Collybia amanitae* (= *C. cirrhata*), la Collybie filiforme, espèce grêle au chapeau lisse à soyeux blanc ou crème se développant sur des débris pourris de vieille russule.

Enfin, en 2005, un curieux mycène est observé : *Mycena aurantiomarginata*, dont l'arête des lames présente une teinte orangée. Etant qualifiée d'héliophile, il n'est pas surprenant d'observer cette espèce dans la partie la plus claire de cette plantation aérée de Douglas.

Station n°6 : c'est une petite plantation de Pins sylvestres (*Pinus sylvestris*). La biodiversité y est faible : 26 espèces seulement en 2004. Cette année là, ce fut la station où le nombre d'espèces était le plus petit.

Si dans les autres stations le nombre d'espèces récoltées en 2005 est nettement inférieur à celui obtenu en 2004 (de 19 à 39 espèces en moins selon la station), ce n'est pas le cas dans la station 6, où l'inventaire nous donne 24 espèces différentes pour l'automne 2005 au lieu de 26 en 2004.

L'affinité des espèces de champignons pour les conifères et plus particulièrement pour les Pins est démontrée par la présence dans cette station de : *Cortinarius camphoratus* : cortinaire de couleur améthyste, *Hygrophoropsis aurantiaca* (ou fausse girolle), *Lactarius deliciosus*, *hepaticus* et *quieticolor*, *Russula drimeia* et *turci*, *Suillus bovinus* et *Tricholomopsis rutilans*, tricholome au chapeau moucheté de fines écailles pourpres sur fond jaune vif ou encore *Micromphale perforans* qui pousse sur aiguilles de Pins.

On remarque une grande similitude entre les espèces récoltées en 2004 et 2005 puisque seulement 4 espèces nouvelles ont été inventoriées la seconde année. Parmi elles, il faut noter *Gomphidius roseus* associé à *Suillus bovinus* ; ce qui est présenté comme classique par les auteurs mais a pu être mis en évidence en pratique en 2005 seulement alors que *Suillus bovinus* avait déjà été récolté l'année précédente.

Une autre nouvelle espèce est *Russula vesca*. La présence tout à fait singulière de cette russule (classiquement associée au Chêne) dans cette station est à relier à celle très discrète d'un Chêne sessile (*Quercus petraea*) en bordure de la station.

Station n° 7 : il s'agit d'un taillis de Chênes mêlé de quelques Châtaigniers. Cette station s'est révélée riche en espèces. En effet, nous en avons dénombré 65 pour l'automne 2004 et ce chiffre équivaut à celui de la station 4 dont la végétation est assez proche.

La relation mycorrhizique de certains champignons avec les Chênes et Châtaigniers est encore dans cette station nettement confirmée par un grand nombre d'espèces. Sans vouloir être exhaustif citons entre autres : *Clitocybe gibba* et *phyllophila*, *Collybia fusipes* qui se développe sur souche de feuillus, et les Cortinaires suivants : *Cortinarius bolaris*, *delibutus*, *purpurascens*, *torvus*, *venetus*..., mais aussi *Lactarius chrysorrheus*, *Russula lepida*, *Tricholoma sulfureum* et *ustaloïdes* ou encore *Mycena rosea* et *polygramma*.

Sans égaler le nombre d'espèces du genre *Cortinarius* de la station 4 (taillis de Châtaigniers), signalons que ce genre est bien représenté dans la station 7 avec des espèces communes aux deux, en raison du fait sans doute que la formation végétale est proche et que la plupart de ces cortinaires sont liés assez étroitement aux feuillus, comme *Cortinarius bolaris*, *delibutus*, *elatior*, *multiformis*, *torvus*, et *venetus*.

Par contre la présence de *Cortinarius anomalus*, *caninus*, et *clariicolor* est à relier à la proximité d'une allée de conifères (Pins sylvestres). En effet, certaines récoltes semblent avoir été faites un peu trop près de la lisière.

Parmi les nouvelles apparues dans cette station en 2005, nous remarquons plus particulièrement la présence de quelques unes d'entre elles en raison de leurs affinités écologiques:

- *Mycena aurantiomarginata* (présente également dans la station 5) est héliophile et muscicole ce qui correspond à quelques caractères de la station: taillis clairs de Chênes et présence de touffes d'*Hypnum cupressiforme* et de *Leucobryum glaucum*.

- *Mycena galericulata* est associé aux souches de feuillus.

- *Hebeloma crustuliniforme* se développe classiquement sur les sols humides de bois de feuillus.

- enfin *Russula vesca*, *R. laurocerasi* et *R. lepida* sont classiquement des espèces de chênaies.

Tableau n°6 : TABLEAU GENERAL DES RECOLTES FONGIQUES

Especies récoltées	Stations		Année 2004 10 semaines (5/09 au 7/11)							Année 2005 8 semaines(11/09 au 30/10)						
	1	2	3	4	5 ▲	6 ▲	7	1	2	3	4	5 ▲	6 ▲	7		
	AMANITA <i>asteropus</i> Sabo ex Romagnesi <i>citrina</i> (Sch.:Fr.) S.F.Gray <i>citrina fo. alba</i> (Price) Q.&Bat. <i>fulva</i> (Sch.:Fr.) Fr. <i>muscaria</i> (L. : Fr.) Hooker <i>pantherina</i> (Decand.:Fr.) Krombholz <i>rubescens</i> (Pers.:Fr.) S.F.Gray <i>rubescens var. annulosulfurea</i> Gill. <i>spissa var. excelsa</i> (Fr.:Fr.) Dörfelt & Roth <i>virosa</i> (Lamarck) Bertillon		+	+	+	+		+			+	+		+	+	
ARMILLARIA <i>mellea</i> (Vahl.Fr.) Kummer <i>ostoyae</i> (Romagn.) Herink <i>tabescens</i> (Scop. :Fr.) Emeland		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		
ASTRAEUS <i>hygrometricus</i> (Pers.:Pers.) Morgan									+							
AUREOBOLETUS <i>gentilis</i> (Quélet) Pouzar							+									
BAEOSPORA <i>myosura</i> (Fr.:Fr.) Singer					+											
BJERKANDERA <i>adusta</i> (Willd. :Fr.) Karsten				+												
BOLETUS <i>calopus</i> Pers. :Fr. <i>edulis</i> Bull. : Fr. <i>erythropus</i> Pers.	+	+	+	+						+						
CANTHARELLUS <i>cibarius</i> (Fr.: Fr.) Fr. <i>tubaeformis</i> Fr.: Fr.		+	+	+	+	+	+				+					
CHALCIPORUS <i>piperatus</i> (Bull. : Fr.) Bataille	+				+											
CHLOROCIBORIA <i>aeruginascens</i> (1)		+	+	+	+			+	+	+	+	+		+		
CLATHRUS <i>archeri</i> (Berk.) Dring	+	+					+	+	+	+				+		
CLAVULINA <i>cinerea</i> (Bull.:Fr.) Schroet. <i>cristata</i> (L.:Fr.) Schroeter			+				+									
CLITOCYBE <i>decembris</i> Singer <i>gibba</i> (Pers. : Fr.) Kummer <i>nebularis</i> (Batsch.: Fr.) Kummer <i>phyllophila</i> (Pers. : Fr.) Kummer	+	+	+	+	+		+	+		+		+	+	+		
CLITOPILUS <i>prunulus</i> (Scop. :Fr.) Quélet							+									
COLLYBIA <i>amanitae</i> (Batsch) Kreis. = <i>C.cirrhata</i> <i>butyracea</i> (Bull.:Fr.) Kummer <i>distorta</i> (Fr.) Quélet <i>dryophila</i> (Bull. : Fr.) Kummer <i>fusipes</i> (Bull.:Fr.) Quélet <i>kuehneriana</i> Singer <i>peronata</i> (Bolt. : Fr.) Kummer	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+		+		
COPRINUS <i>atramentarius</i> (Bull.:Fr.) Fr.			+							+	+					
CORTINARIUS <i>alboviolaceus</i> (Pers. :Fr.) Fr. <i>anomalus</i> (Fr.: Fr.) Fr. <i>anthracinus</i> (Fr.)Fr. <i>bolaris</i> (Pers. :Fr.) Fr. <i>camphoratus</i> (Fr. : Fr.) Fr. <i>caninus</i> (Fr. :Fr.) Fr. <i>claricolor</i> (Fr.) Fr.			+	+			+	+	+							
CORTINARIUS <i>delibutus</i> Fr.	+		+	+			+									

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
CORTINARIUS elatior Fr.		+	+	+			+							
humicola (Quélet) Maire							+							
multiformis (Fr. →) Fr.				+			+							
odoratus (Joguet ex Moser) Moser							+							
orellanus Fr.				+										
phoeniceus (Bull.) Maire				+										
purpurascens (Fr. →) Fr.							+							
saturninus (Fr.: Fr.) Fr.			+											
stillatitus Fr.		+	+											
torvus (Fr.: Fr.) Fr.			+	+			+							
traganus (Fr.: Fr.) Fr.				+										+
venetus (Fr.: Fr.) Fr.		+	+	+			+							
vibratilis (Fr.: Fr.) Fr.	+	+	+	+	+									
violaceus (L.: Fr.) Fr.				+										
CRATERELLUS cornucopioides (L.:Fr.) Pers.		+	+				+							
CREPIDOTUS variabilis (Pers.:Fr.) Kummer	+				+			+	+	+	+	+		+
CYSTODERMA terreyi (Berk.&Br.) Harmaja				+						+	+			+
DAEDALEA quercina (L.:Fr.) Pers.				+										
DAEDALEOPSIS confragosa (Bolt.:Fr.)Schroet.								+						
ENTOLOMA rhodopolium (Fr. :Fr.) Kummer		+												
rhodopolium fo. nidorosum (Fr.) Noord.	+						+	+						
FISTULINA hepatica (Sch.:Fr.) With.		+	+	+						+	+			
GALERINA marginata (Batsch) Kühner		+												
GANODERMA lucidum (Leyss.:Fr.) Karsten			+											
GOMPHIDIUS roseus (Ness.:Fr.)Gillet													+	
GUEPINIOPSIS buccina (Pers.:Fr.) Kennedy		+												
GYMNOPIIUS penetrans (Fr.:Fr.) Murrill			+											
HEBELOMA crustuliniforme (Bull. :Fr.) Quélet														+
mesophaeum (Pers.)Quélet								+						
pusillum Lange	+			+				+						
radicosum (Bull. :Fr.) Ricken							+			+				
sacchariolens Quélet								+						
HYDNELLUM concrecens (Pers.) Banker		+	+											
spongiosipes (Peck) Pouz.		+		+										
HYDNUM repandum L. :Fr.		+	+				+							
rufescens Sch. :Fr.		+	+	+			+							+
HYGROCYBE reidii Kühner							+							
HYGROPHOROPSIS aurantiaca (Wulf. :Fr.)Maire						+							+	
HYGROPHORUS nemoreus (Pers.:Fr.) Fr.			+											
HYPHOLOMA fasciculare (Huds. : Fr.) Kummer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	
(forme stérile) fasciculare forme sadleri (2)		+												+
sublateritium (Sch.:Fr.) Quélet			+							+				
HYPOXYLON fragiforme (Pers.:Fr.) Kickx						+								
INOCYBE sp.		+												
mixtilis (Britz.) Saccardo										+				+
nitidiuscula (Britz.) Saccardo														
phaeodisca Kühner								+						
LACCARIA amethystina (Huds.→) Cooke		+	+	+	+	+	+				+		+	+
bicolor (Maire) Orton		+	+	+	+	+	+						+	+
laccata (Scop. :Fr.) Cooke	+	+	+	+	+	+	+			+			+	+
laccata var. moelleri Singer						+	+							
LACTARIUS aurantiofulvus Blum ex Bon					+									
camphoratus (Bull. : Fr.) Fr.	+	+	+	+	+		+			+	+			
chrysorrhoeus Fr.		+	+	+			+		+	+	+			+

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
LACTARIUS cimicarius (Batsch) Gillet				+										
deliciosus (L.:Fr.) S.F.Gray						+							+	
glyciosmus (Fr.:Fr.) Fr.	+							+						
hepaticus (Plowright)						+							+	
quieticolor Romagnesi						+							+	
quietus (Fr.:Fr.) Fr.	+		+	+	+					+				
subdulcis (Pers.:Fr.) S.F.Gray					+									
tabidus Fr.	+				+			+						+
uvidus (Fr.:Fr.) Fr.							+							
vellereus (Fr.:Fr.) Fr.			+											
volemus (Fr.:Fr.) Fr.		+												
LECCINUM aurantiacum (Bull.) S.F. Gray				+										
brunneogriseolum Lannoy & Estades	+													
crocipodium (Letellier) Watling							+							
quercinum Pilat & Dermek			+											
scabrum (Bull.:Fr.) S.F. Gray	+													
variicolor Watling	+													
LENTINELLUS ursinus (Fr.:Fr.) Kühner											+			
LENTINUS fallax								+						
LEOTIA lubrica (Scop.:Fr.) Pers.				+			+							
LEPISTA inversa (Scop.) Patouillard					+								+	
nuda (Bull.:Fr.) Cooke	+	+	+		+								+	
LENZITES betulinus (L.:Fr.) Fr.			+											
LYCOPERDON echinatum Pers.:Pers.		+												
foetidum Bonord.	+		+	+	+	+	+							
perlatum Pers.:Pers.	+	+	+	+		+	+			+				+
MACROLEPIOTA fuliginosa (Barla) Bon							+							
procera (Scop.:Fr.) Singer		+								+				
rickenii (Vel.) Bellu. & Lanzoni														+
MARASMIELLUS ramealis (Bull.:Fr.) Singer			+									+		
MARASMIUS epiphyllus (Pers.:Fr.) Fr.	+													
MEGACOLLYBIA platyphylla (3)	+	+	+	+				+		+				+
MERULIUS tremellosus Schrad.:Fr.			+			+				+				
MICROMPHALE perforans (Hoffm.:Fr.) S.F. Gray						+								
MUTINUS caninus (Huds.:Pers.) Fr.	+	+			+									
MYCENA aurantiomarginata (Fr.:Fr.) Quélet												+		+
epipterygia (Scop.:Fr.) S.F.Gray			+						+	+				+
galericulata (Scop.:Fr.) S.F.Gray								+		+				+
inclinata (Fr.) Quélet	+			+				+		+	+			+
pelianthina (Fr.:Fr.) Quélet	+							+		+				+
polygramma (Bull.:Fr.) S.F.Gray			+				+		+	+		+		+
pura (Pers.:Fr.) Kummer	+						+	+						+
rosea (Bull.) Gramberg	+						+	+						+
sanguinolenta (Alb.&Schw.:Fr.) Kummer	+						+	+	+					+
OLIGOPORUS stypticus (Pers.:Fr.) Gilbn.&Ryv.													+	
tephroleucus (Fr.:Fr.) Gilbn. &Ryv.						+								
PANELLUS stypticus (Bull.:Fr.) Karsten	+	+	+						+	+		+		+
PAXILLUS involutus (Batsch:Fr.) Fr.	+				+			+						
PHALLUS impudicus (œuf) L.:Pers.	+													
PHELODON niger (Fr.:Fr.) Karsten		+	+				+							
tomentosus (L.:Fr.) Banker				+			+							
PHOLIOTA squarrosa (Müll.:Fr.) Kummer							+							
PLUTEUS cervinus (Sch.:Fr.) Kummer	+	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+
leoninus (Sch.:Fr.) Kummer							+							
POLYPORUS lentus Berk.	+			+						+	+			

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
POLYPORUS squamosus (Huds. :Fr.)Fr										+				+
PSATHYRELLA candolleana Fr. : Fr. Maire	+													
piluliformis (Bull. : Fr.) Orton	+		+					+		+				
RAMARIA stricta (Pers.:Fr.) Quélet							+							+
RICKENELLA fibula (Bull.:Fr.) Raith.					+							+		
ROZITES caperata (Pers. :Fr.) Karsten				+			+							
RUSSULA adusta Fr.										+				
aeruginea Lindblad										+				
albonigra Krombholz.										+	+		+	
albonigra fo. pseudonigricans Romagn.										+				
amoena Quélet				+								+		
amoenolens Romagn.										+				
brunneoviolacea Crawshay								+		+	+			
cyanoxantha (Sch.) Fr.		+	+	+	+									+
densifolia Gillet			+	+	+									+
drimeia Cooke						+							+	+
emetica var. sylvestris Singer			+	+							+			
fragilis (Pers. : Fr.) Fr.	+		+		+		+			+				
fragilis fo. fallax (Fr.) Masee								+						
gracillima J. Schaeffer	+													
grisea (Pers.) Fr.								+						
illota Romagnesi			+											
krombholzii R.Shaffer		+	+			+				+			+	
laurocerasi var.fragrans Romagn										+	+			+
lepida (Fr. :Fr.) Fr.		+	+				+							+
nigricans (Bull.)Fr.		+	+	+	+									+
nitida (Pers. :Fr.) Fr.								+						
parazurea J. Schaeffer								+						
turci Bresadola						+							+	
vesca Fr.													+	+
vesca fo. lactea Melz. & Zv.													+	+
violacea Quélet													+	+
violeipes Quélet			+							+				+
SCHIZOPHYLLUM commune Fr.:Fr.								+						
SCLERODERMA citrinum Pers.: Pers.	+	+	+	+	+									
STECCHERINUM ochraceum (Persoon.Fries) Gray					+									
STEREUM hirsutum (Willd. : Fr.) Fr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ochraceoflavum (Schw.)									+					
rugosum (Pers. : Fr.) Fr.	+													
SUILLUS bovinus (L. :Fr.) O.Kuntze						+							+	
TRAMETES versicolor (L.:Fr.) Lloyd		+	+		+				+	+				
TREMELLA mesenterica Retz. : Fr.	+	+	+		+		+		+	+				+
TRICHOLOMA columbetta Fr.:Fr. Kummer		+	+											
fulvum (Bull. :Fr.) Saccardo	+						+							+
sulfureum (Bull.:Fr.) Kummer							+							
ustaloides Romagnesi		+					+							
TRICHOLOMOPSIS rutilans (Sch. :Fr.) Singer						+								
TUBARIA furfuracea (Pers.:Fr.)Gillet										+				
XEROCOMUS armeniacus (Quélet) Quélet			+											
badius (Fr.:Fr.)				+						+	+		+	
chrysenteron (Bull.) Quélet	+		+				+							
subtomentosus (L.:Fr.) Quélet							+							+
Nombre total d'espèces : 210	50	57	79	64	41	26	65	33	19	49	25	17	24	41

(1) (Nylander) Kanouse ex Ramamurthi

(2) (K.&Romagnesi)

(3) (Pers.: Fr.) Kotlaba & Pouzar

▲ : conifères

CONCLUSION

L'intérêt de cette étude a été d'individualiser un certain nombre de stations différentes bien caractérisées à la fois par leur flore (chênaies, taillis de Châtaigniers, saulaie-bétulaie, plantation de Douglas, plantation de Pins sylvestres), par leur sol afin d'inventorier la mycoflore de chacune d'entre elles.

Il a été difficile, voire impossible, de trouver des espèces communes à toutes les stations hormis quelques champignons lignicoles, parasite comme *Armillaria mellea* ou saprophytes comme *Hypholoma fasciculare*, *Pluteus cervinus* et *Stereum hirsutum*.

En revanche, les listes établies pour chaque station permettent de mettre en évidence des relations étroites existant entre de nombreux macromycètes et les essences forestières auxquelles ils sont liés.

Malgré quelques contraintes, stations sans doute insuffisamment nombreuses, emprise forestière réduite, climatologie parfois peu favorable et étude relativement restreinte dans le temps (deux automnes seulement), nous avons, cependant, réussi à inventorier 210 espèces.

Cette étude demanderait à être complétée en multipliant le nombre des stations ainsi que les saisons de récoltes.

BIBLIOGRAPHIE

BON, M., 2004 - Champignons de France et d'Europe occidentale. Paris : Flammarion, 368 p.

BOUBY, H., 1978 - Matériaux pour une étude floristique et phytosociologique du Limousin occidental : Forêt de Rochechouart et secteurs limitrophes (Haute-Vienne). Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S., n° spécial 2 : 134 p.

BRUGEL, E., BRUNERYE, L., VILKS, A., 2001 - Plantes et végétation en Limousin ; Atlas de la flore vasculaire. Saint-Gence: Conservatoire Régional des Espaces naturels en Limousin, 800 p.

CHAVANT, L., DURRIEU, G., CATHALA, B., FABRE, F., LARENG, L., PIQUEMAL, P., 1967 - Intoxications par les champignons. 2^{ème} Ed. Toulouse :Univ. Paul Sabatier- Centre anti-poisons, 37 p.

COURTECUISSSE, R., DUHEM, B., 1994 - Guide des champignons de France et d'Europe. Paris : Delachaux et Niestlé, 476 p.

DELZENNE - VAN HALUWYN, CH., 1971-1972 - Notes écologiques sur les champignons supérieurs. Fascicules 1 à 5.
I/ le genre *Hebeloma*, II/ le genre *Inocybe*, IV/ le genre *Russula*, V/ le genre *Lactarius*,
VI/ le genre *Tricholoma s.l.*, VII/ le genre *Mycena*. Documents mycologiques.

DUCHAUFOR, P., 1970 - Précis de pédologie. Paris : Masson et Cie, 481 p.

FOUCAULT, B. de, 1986 - Petit manuel d'initiation à la phytosociologie sigmatiste. Amiens : C.R.D.P., 51 p.

GALLIOT, M., CHANCEL, C., MARGELIDON, E., 1989 - Atlas agroclimatique du Limousin. Conseil Régional du Limousin et Météorologie Nationale, 95 p.

KÜHNER, R., ROMAGNESI, H., 1970 - Flore analytique des champignons supérieurs. Paris : Masson et Cie.

MASSART, F., 2000 - Guide pratique des champignons, 400 espèces décrites. Ed. Sud-Ouest, 278 p.

PHILLIPS, R., 1981 - Les champignons. Paris : Solar, 288 p.

RIFFAUD, V., 2005 - Contribution à l'étude des Macromycètes de la forêt de Rochechouart (Haute-Vienne). Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de Limoges, 151 p.

SAMY, M., 1994 - Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers de la région de Rochechouart (Haute-vienne) : Phytosociologie et Phytogéographie. Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de Limoges, 157 p.

WATSON, E.V. - British Mosses and Liverworts (Second Edition). Ed. Cambridge University Press, 968, 495 p.

Effet de substances humiques extraites à partir du bois de peuplier sur la croissance et le développement d'une culture de *Lantana camara*

Labrousse P.², Morad M.³, Lhernould S.¹, Fage J-C.¹, Krausz P.¹, Costa G.^{1*}

¹Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles, Faculté des Sciences et Techniques de Limoges 123, avenue Albert Thomas, F-87060, Limoges Cedex, France Tél: 33 (0) 555 45 72 16, mail guy.costa@unilim.fr; <http://www.unilim.fr/glycophy>

²Khloris SARL, 24 avenue du président Wilson, 87700, Aix sur Vienne

³BoisValor SAS, 4 rue Jean le Rond d'Alembert 81000 Albis

*Pour toute correspondance.

RESUME - Les substances humiques sont connues pour être des produits naturels pouvant être utilisés comme bio-fertilisant. Dans ce travail nous avons testé des molécules issus d'un traitement thermo-mécanique de déchets de sciure du bois de peuplier (SHB: substance humique du bois, BoisValor). Les SHB ont servi d'amendement organique à une culture de *Lantana camara*. Dans ce travail nous démontrons que les SHB à l'instar des SH (substances humiques fossiles) sont des biofertilisants pour les cultures horticoles. Leur utilisation améliore la croissance et le développement de l'appareil végétatif et réduit le temps de culture avant floraison.

MOTS CLÉS : Substances humiques, *Lantana camara*, bouture ligneuse.

ABSTRACT - Humic substances are known to be natural product that could be used as an alternative to chemical fertilisers. The aim of this work was to compare the effects of a commercial product containing humic substances from Léonardite rock, Humyk-Fer (Duclos International) and product obtained from a poplar wood transformation, on woody cutting-plant development (*Lantana camara*). The biological effects of Humyk-Fer were then investigated on plant development. Different levels (0, 1, 2 and 4% (v/v)) were tested in greenhouse for *L. camara*. First results show that Humyk-Fer drastically increase the growth (170 x), but also reduce the delay of floral transition of *L. camara*. In addition a strong reduction of ferric chlorosis occurred on treated plants. In comparison, we demonstrated that SHB exhibited similar results, suggesting that SHB could be an alternative to fossil humic compounds for a sustainable management of plant fertilizers

KEY WORDS: Humic Substances, *Lantana camara*, cutting plants.

INTRODUCTION

La valorisation de la biomasse végétale passe soit par la recherche de nouvelles molécules, soit par la mise au point de nouveaux procédés capables de modifier les molécules

présentes. Les substances humiques sont des composés connus depuis de nombreuses années. Ces composés sont issus de la décomposition de la litière ou extraites à partir de résidus fossiles de la biomasse végétale (Léonardite). Les co-produits de l'exploitation forestière offrent une biomasse actuellement peu valorisée. La société BoisValor a mis au point un procédé thermo-mécanique capable de transformer les co-produits de sciage du bois peuplier en substance humique (SHB). Le traitement produit une fraction liquide appelée SHB et un résidu solide. Les SHB produites par la société BoisValor contiennent $\frac{2}{3}$ d'acide fulvique et $\frac{1}{3}$ d'acide humique.

Les substances humiques sont connues depuis de nombreuses années pour induire la croissance et la différenciation des plantes. Les effets physiologiques des substances humiques (SH) sur certains aspects du métabolisme des plantes ont fait récemment l'objet d'une synthèse bibliographique (Nardi *et al.*, 2002). Les données présentées montrent que les effets des SH sont directement liés à la source, à la concentration et à la masse moléculaire des fractions humiques (Francioso *et al.*, 1996; Nardi *et al.*, 2000). Les SH de faible masse moléculaire (Low Molecular Substance < 3500 Da) traversent facilement le plasmalemme des cellules (Muscolo *et al.*, 1999) alors que les SH de forte masse moléculaire (High Molecular Substance > 3500 Da) ne sont pas absorbées, mais interagissent avec la paroi cellulaire (Malcom & Vaughan, 1979). Les LMS sont considérés comme des inducteurs de la croissance. La transformation progressive des HMS en LMS permet alors d'expliquer l'effet à long terme, à la fois sur la nutrition hydrique et minérale, observé lors de l'utilisation de ces molécules (Albuzio *et al.*, 1986). Les SH semblent également jouer un rôle hormonal (Cacco & Dell'Agnola, 1984; Dell'Agnola & Nardi, 1987; Nardi *et al.*, 1988).

L'objectif de ce travail est de tester l'effet des SHB produites par la société BiosValor avec une solution de substances humiques (société Duclos International) issue de l'exploitation d'un gisement de Léonardite fossile. Les essais ont été conduits sur une culture horticole de *Lantana camara* (Lantanier à feuilles de Mélisse) avec comme objectif principal de diminuer les amendements en engrais chimiques.

MATERIEL & METHODES

Matériel biologique

Les substances humiques utilisées dans ces expériences ont été produites par la société BoisValor, pour ce qui est des molécules issues de la valorisation des co-produits de la filière bois (substances humiques du bois: SHB), et par la société Duclos International pour ce qui est des substances humiques issues de l'exploitation minière de Léonardite (substances humique: SH). Les molécules ont été appliquées à des boutures de *Lantana camara* issues de pieds mères produits par la société Benoit SA.

Conditions de culture

Les boutures sont mises à enraciner pendant 5 semaines dans un substrat Fertil, puis transférées dans des pots de 12 cm de diamètre contenant un substrat EGO (45/30/25 tourbe brune/blonde/fibre de coco) additionné de PGMix à pH 6. La culture dure 6 semaines en serre. Les plantes ont été divisées en plusieurs lots de 50 plantes : un lot témoin (0%) ne recevant aucun apport, sauf un apport d'eau au goutte à goutte pendant toute la durée de l'expérience ; un lot recevant 1, 2 ou 4 % de SH et un lot recevant 5‰ de SHB. Enfin, toutes les plantes bénéficient de 2 applications d'engrais chimiques, une après 2 semaines, puis une autre après 4 semaines de culture.

Méthodes d'analyse

Des mesures biométriques, ainsi que des mesures de masses (masse fraîche et sèche) ont été réalisées sur l'ensemble des plantes. La chlorophylle a été extraite sur un échantillon de 5 plantes par traitement suivant la méthode décrite par Nelson (1960). La teneur en chlorophylle est déterminée au spectrophotomètre à 664, 645, 652 and 440 nm (Kontron UV/Visible). Le Fer a été mesuré par spectrométrie d'absorption atomique à la flamme.

RESULTATS

Dans nos expériences, nous n'avons pas observé des différences significatives du nombre de feuilles et des ramifications (données non présentées), mais nous avons observé un effet sur la production de biomasse par les plantes (figure 1B), sur la croissance des bourgeons axillaires (figure 1C) et sur le contenu en Fer (figure 1D) lors d'un traitement avec des substances humiques (SH, SHB). L'augmentation de la teneur en Fer permet d'expliquer la diminution de la chlorose ferrique observée. Dans nos expériences, les plantes témoins reçoivent une quantité de Fer-EDTA équivalente au traitement 1% Humik-Fer. Cependant, la chlorose est moins marquée pour le traitement 1% par rapport au témoin. Si l'un des effets d'un traitement avec des acides humiques est une diminution de la chlorose ferrique, nous n'avons pas observé d'effet sur le rapport chlorophylle a/b qui, elle, est connue pour affecter la photosynthèse (Sladky, 1959). Les SH sont également connues quant à leur effet sur l'absorption minérale (Canelas *et al.*, 2002). Dans nos travaux, nous démontrons que l'absorption de Fe est améliorée en présence de SH et ceci que ce soit pour Humik-Fer (SH) ou les substances humiques du bois (SHB) suggérant une meilleure disponibilité en Fer des substrats traités avec des substances humiques. Outre l'absorption d'éléments minéraux, le développement et la croissance des racines facilitent également l'absorption minérale. Ici encore, le développement racinaire est très important en présence de ces molécules. Des essais d'induction *in vitro* du développement de la racine en présence de ces composés ne nous ont cependant pas permis d'observer la formation de *primordia* racinaire, alors qu'un traitement hormonal d'IBA (10^{-1} g l⁻¹) induit l'organogenèse de nouvelles racines (données non présentées). Nous avons alors testé le fonctionnement physiologique des systèmes d'absorption des racines au travers d'un suivi des activités ATPase à proton (H⁺-ATPase), mais, ici encore, nous n'avons pas observé de stimulation de ces activités suite au traitement avec des SH (données non présentées).

DISCUSSION

Les substances humiques (acide humique et fulvique) représentent une classe de biomolécule "naturelle" actuellement valorisée comme des engrais organiques. Dans ce travail, nous avons souhaité comparer l'efficacité de substances humiques classiques (SH), issues de l'extraction de Léonardite, avec des molécules produites par un processus thermo-mécanique dans le cadre d'une valorisation des co-produits de la filière bois (SHB). Les SHB sont produits à partir des déchets de sciage du peuplier. Le produit ainsi obtenu est composé de 70% d'acide fulvique et 30% d'acide humique. Il est de ce fait plus riche en acide fulvique que celui issu de Léonardite (40% d'acide fulvique et 60% d'acide humique). Tous les essais que nous avons réalisés démontrent que l'addition de substances humiques améliore la croissance, le développement et dans certains cas la ramification des plantes (figure 1). Les améliorations observées permettent de réduire les amendements en engrais chimique. L'un des effets majeurs de ces molécules est une diminution de la chlorose ferrique et une accélération de la floraison (figure 1A). Cette amélioration de l'appareil photosynthétique de la plante, s'il n'a pas pu être corrélé avec une augmentation du rapport chlorophylle a/b doit contribuer à une augmentation de la photosynthèse permettant d'expliquer les gains de biomasse. Ces molécules de structure complexe et évolutive ont été décrites comme pouvant être des sources potentielles de production d'hormones végétales (auxine-like). Encore une fois, notre expérience *in vitro* ne nous permet pas de conclure à un tel rôle avec les SH utilisées. Cependant, il faut retenir que l'évolution dynamique des substances humiques *in vitro* est différente de celle rencontrée au sein d'un substrat de culture. Néanmoins, les augmentations de croissance et de biomasse produites (jusqu'à 170% par rapport au témoin) sont telles qu'elles permettent de gagner jusqu'à 3 semaines de culture sur la production de plantes commercialisables de *Lantana camara*.

Si l'on compare les SH par rapport au SHB on observe les mêmes résultats avec des amplitudes plus réduite. Ceci suggère que les molécules produites à partir des co-produits de la filière bois peuvent être des substituts au prélèvement de SH fossilisées. La valorisation des co-produits de sciage en engrais organique présente alors une alternative permettant une gestion durable des ressources biologiques. De plus nous n'avons testé pour ces molécules qu'une concentration ce qui nous laisse encore la possibilité d'étendre le champs des réponses de ces composés. Notre travail doit être complété maintenant par une application dans un contexte industriel de ces molécules.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBUZIO, A., FERRARI, G., NARDI, S., 1986 – Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Science* 66 : 731-736.
- CACCO, G., DELL'AGNOLA, G., 1984. Plant growth regulator activity of soluble humic complex. *Can. J. Soil Science* 62:306–310.
- CANELAS, L.P., OLIVARES, F.L., OKOROKOVA-FACANHA, A.L. and FACANHA, A.R. 2002. Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation,

Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H⁺-ATPase Activity in Maize Roots Plant Physiol. 130:1951-1957.

DELL'AGNOLA, G., NARDI, S., 1987. Hormone-like effect of enhanced nitrate uptake induced by depolycondensed humic fractions obtained from *Allolobophora rosea* and *A. caliginosa* faeces. Biol. Fertil. Soils 4:115–118.

FRANCIOSO, O., SANCEHEZ-CORTES, S., TUGNOLI, V., CIAVATTA, C., SITTI, L., GESSA, C., 1996. Infrared, Raman and nuclear magnetic resonance (¹H, ¹³C and ³¹P) spectroscopy in the study of fractions of peat humic acids. Applied Spectroscopy 50:1165–1174.

MALCOM, R.E., VAUGHAN, D., 1979. Humic substances and phosphatase activities in plant tissues. Soil Biology & Biochemistry 11: 253–259.

MUSCOLO, A., BOVALO, F., GIONFRIDDO, F., NARDI, S., 1999 – Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biol. Biochem. 31 : 1303-1311.

NARDI, S., ARNOLDI, G., DELL'AGNOLA, G., 1988. Release of the hormone-like activities from *Allolobophora rosea* and *A. caliginosa* faeces. Can. J. Soil Science 68:563–567.

NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., GESSA, C. FERRARESE, L., TRAINOTTI, L., CASADORO, G. 2000. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biol. Biochem. 32:415-419.

NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., MUSCOLO, A., VIANELLO, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem. 34:1527-1536.

NELSON, D. H., 1960 – Improved Chlorophyll Extraction Method. Science, 132 : 351.

SLADKY, Z., 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. Biologia Plantarum 1:142-150.

Figure 1: (A) Photographie de *Lantana camara* en fin de culture traité ou non avec des substances humiques issues de Léonardite (SH) et de bois de peuplier (SHB). Effet du traitement sur la biomasse (B), sur la croissance des bourgeons axillaires (C), sur la teneur en Fe (D), et le rapport Chlorophylle a/b (E).

