

Comment bien produire en même temps des champignons et du bois dans les forêts de pin sylvestre ?

Le cas pratique de la Catalogne

par Juan MARTÍNEZ DE ARAGÓN, José A. BONET, Míriam PIQUÉ et Mario BELTRÁN

Si les champignons sont une des composantes essentielles de l'écosystème forestier, ce sont aussi parmi les produits les plus lucratifs des forêts. Cet article nous propose un modèle de gestion forestière combinant production de bois et de champignons dans les forêts de pin sylvestre de Catalogne.

* Cet article est un extrait de la publication : Bonet, J.A.; Piqué, M.; Martínez de Aragón, J.; Beltrán, M.; Vericat, P.; Cervera, T. (2011). Models de gestió per als boscos de pi roig (*Pinus sylvestris* L.) : producció micològica. Série : Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

La forêt méditerranéenne fournit une grande quantité de produits et de services qui peuvent contribuer à la richesse et au bien-être de la société. La combinaison de ces différents produits et services à travers des modèles de gestion forestière multi-objectif, comme c'est le cas pour la production de bois et de champignons, permet d'avancer vers l'amélioration du potentiel de production de la forêt et la préservation des peuplements forestiers.

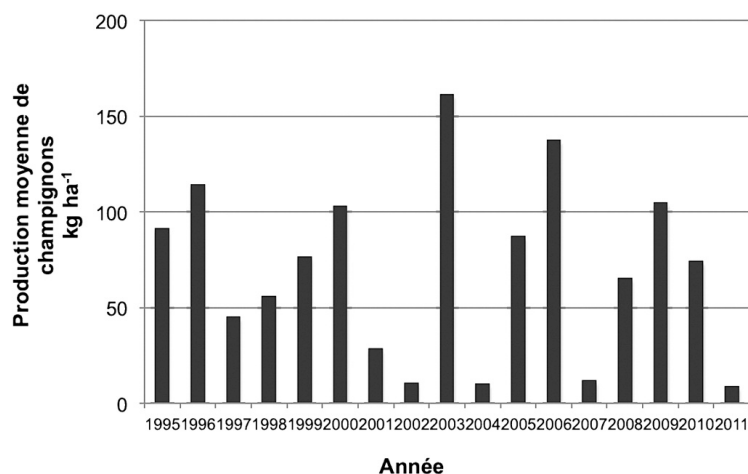
Produire des champignons : un défi pour le futur

Les champignons ont un rôle clef dans les écosystèmes forestiers. Ils participent activement à l'acquisition, la distribution et l'organisation fonctionnelle de leurs flux énergétiques, tout en assurant une grande variété de fonctions et d'interactions entre eux et/ou avec d'autres organismes. Ainsi, les champignons, entre autres fonctions, font partie de la base de la pyramide trophique et servent d'aliment à différentes espèces animales, ils agissent en décomposant la matière organique, ils régulent le cycle des nutriments et ils interviennent dans les processus associés à la santé et à la nutrition des arbres, au moyen des mycorhizes.



Photo 1 :
Parcelle d'expérimentation dans un peuplement de pin sylvestre (Projet Micosylva)
Photo Juan Martínez de Aragón.

Fig. 1 :
Variabilité annuelle de la production de champignons estimée dans les pineraies de *P. sylvestris* qui sont associées à des facteurs abiotiques, essentiellement à la disponibilité en eau dans le sol et à la température et l'humidité ambiante (Martínez de Aragón et al., 2012).



Le rôle des champignons, cependant, va beaucoup plus loin que cette composante écologique. Ils jouent aussi un rôle économique et social important, en particulier dans certaines régions, comme la Catalogne. Ainsi, d'après les données du marché central de Mercabarna, à Barcelone, plus de 700 t (340 à 1 027 t) de champignons sont commercialisés en moyenne par an (lactaires et autres champignons) avec un prix moyen de 11,6 €/kg (3 à 13,2 €/kg). Les forêts de *P. sylvestris*, avec des moyennes de production de 94 kg de champignons sauvages par ha et des minimales et maximales de, respectivement, 9 kg/ha et 160 kg/ha (données du CTFC, Cf. Fig. 1) sont les milieux les plus productifs. Cela implique que la valeur moyenne générée pendant une saison mycologique dans une comarque (la comarca en Espagne est un regroupement de communes) du type d'El Solsonès pourrait atteindre 710 000 €, un chiffre qui ne prend pas en compte le volet social de l'activité mycologique (MARTÍNEZ DE ARAGÓN et al., 2011).

Ces chiffres, cependant, sont très variables selon les années (MARTÍNEZ DE ARAGÓN et al., 2012). L'apparition de ces précieux champi-

gnons à l'automne est principalement liée aux conditions climatiques, les précipitations et la température étant les principaux facteurs qui conditionnent leur présence. Des températures douces et des précipitations suffisantes garantissent une bonne cueillette, de telle sorte que les meilleures productions, en Catalogne, se trouvent dans les forêts de pin sylvestre, où se concentre une grande variété d'espèces fongiques. On trouve en particulier les espèces du groupe *Lactarius deliciosus*, le lactaire sanguin et le lactaire délicieux, sans aucun doute les plus recherchés par les ramasseurs et les consommateurs catalans. D'autres facteurs, associés à la saison, jouent sur la variabilité de la production, ils sont liés à l'altitude, à l'orientation, à la pente ou encore aux caractéristiques structurelles de la forêt (âge, densité, arbustes, etc.). Ces interrelations sont à l'origine de cette variabilité qui confère une note de « mystère » à la cueillette des champignons et conduit à une augmentation de la demande au fil des années.

Cette forte demande de champignons par la population locale dans les forêts catalanes, va, dans certains cas, jusqu'à compromettre la stabilité des peuplements forestiers. Elle rend nécessaire la mise en place d'une sylviculture adaptée, qui inclura la production de champignons dans un processus d'optimisation des produits et des bénéfices que l'on pourra tirer des forêts de pin, et qui va au-delà de la production de bois.

Ainsi, un défi scientifique et technique est proposé, celui d'aborder l'idée d'une sylviculture multifonctionnelle envisageant une production combinée de bois et de champignons et intégrant, en outre, si possible, la protection des peuplements forestiers face à des événements tels que les incendies forestiers. De nouveaux modèles de gestion doivent être proposés, incluant des itinéraires sylvicoles pouvant répondre à ces objectifs multiples.

Modèle de gestion pour la production conjointe de bois et de champignons dans les forêts de pin sylvestre

Etablir des itinéraires sylvicoles qui optimisent à la fois la production de bois et de champignons présente, toutefois, une grande complexité qui découle principalement du

fait que la biologie de la communauté fongique et sa réponse aux traitements sylvicoles restent encore peu connues. Cependant, les séries temporelles de données de production mycologique obtenues sur des parcelles permanentes de *P. sylvestris* par le CTFC, ont permis de développer les premiers modèles empiriques (BONET et al., 2008 ; 2010) qui identifient, parmi la multitude de facteurs qui interviennent dans la fructification des champignons, ceux qui sont les plus significatifs (Cf. Fig. 2). Ces modèles, conjointement aux modèles de production de bois et à l'utilisation d'algorithmes de simulation/optimisation, permettent de trouver l'itinéraire de gestion optimal pour les forêts catalanes de pin sylvestre, comme l'ont démontré PALAHÍ et al. (2009) (Cf. Fig. 3).

Le modèle final proposé pour la production combinée de champignons et de bois, dans un peuplement régulier, prévoit une période de rotation de coupe de 120 ans (environ 50 cm de diamètre), un régime de deux éclaircies mixtes et une densité finale de 100 pieds/ha avec régénération par éclaircie successive en deux phases.

Paramètres du modèle

Les paramètres du modèle sont présentés dans le tableau I et dans la figure 3. Le modèle définit une éclaircie initiale avec une sélection de 450 arbres/ha, autour desquels on coupe les arbres dans un rayon d'un mètre. On continue après avec deux éclaircies très fortes quand les arbres auront respectivement 42-45 et 70-75 ans, pour assurer une production de bois de meilleure qualité et maintenir une surface terrière autour de 20-25 m²/ha (BONET et al., 2012). La régénération se fait grâce à une coupe de dissémination réduisant la surface terrière jusqu'à 10 m²/ha (extraction de 50 à 55% du volume avec écorce) et une coupe finale.

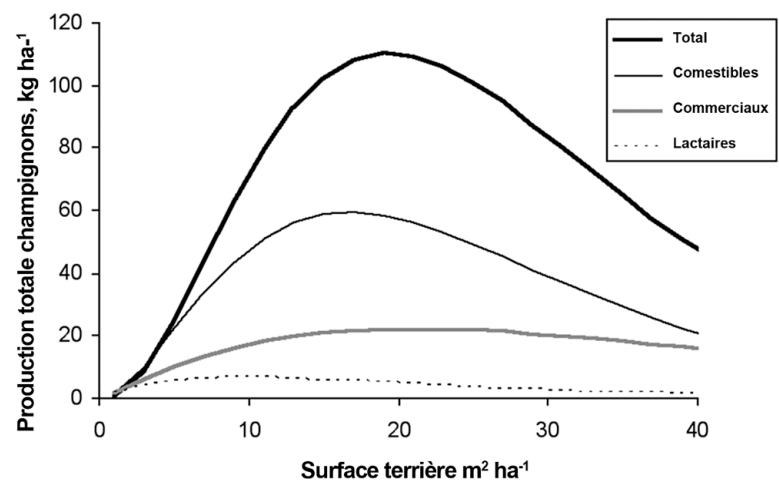


Fig. 2 (ci-dessus) : Production de champignons en fonction de la surface terrière dans les forêts de pin sylvestre. Altitude 1 240 m, pente du terrain 24 % et orientation est (Bonet et al., 2008).



Fig. 3 (ci-dessus) : Modèle proposé de production combinée bois-champignons, selon différents scénarios de prix des champignons comestibles commerciaux et non commerciaux (Palahí et al., 2009).

Tab. I (ci-dessous) : Itinéraire sylvicole proposé selon un scénario de prix de 10 et 5 € pour des champignons comestibles commerciaux et non commerciaux.

Ho (m)	N (pieds/ha)	Dg (cm)	G (m³/ha)	VAE (m³/ha)	Âge (années)	Traitement	Ne (pieds/ha)	VAEe (m³/ha)	Ge (%)
6	> 4 000	6'	15	-	22-25	Éclaircie des fourrés sélective avec rayon minimum 1 m	>700	-	-
11	3 300	11	30	150	42-45	Éclaircie sélective mixte	2 900	85	55
15,5	400	29	25	185	70-75	Éclaircie sélective mixte	300	90	45
19,5	100	~50	22	210	110-115	Coupe de dissémination	55	115	55
20	45		11	105	120-125	Coupe finale	45	105	100

Le tableau fait référence aux données avant traitement (Ho : hauteur dominante, N : densité, Dg : diamètre normal, G : surface terrière, VAE : volume avec écorce) et après traitement (Ne : pieds extraits, VAEe : volume avec écorce extrait, Ge : surface terrière extraite).



Photos 2 et 3 :

Forêts de pin sylvestre
avec différentes surfaces
terrières :

>50 m²/ha (en haut)
et ~20 m²/ha (en bas).

Photos Tània Giró
(en haut),
Josep Ma Forcadell
(en bas).

Produits et fonctions

Avec l'application de ce modèle dans des conditions adéquates, la production de bois et de champignons comestibles et commercialisables est maximisée au cours de la plus grande partie de la période de rotation, c'est-à-dire lorsque la surface terrière du peuplement se situe entre 13 et 25 m²/ha. De plus, le bois obtenu au cours de la phase finale est de grand diamètre et le volume extrait est d'environ 300 m³/ha. Au total, conjointement à la production annuelle de champignons, environ 2,5 m³/ha de bois commercialisable sont produits par an.

Ce modèle favorise une structure diversifiée, ouverte et avec des houppiers bien développés. On y voit apparaître des arbres épais et vigoureux, ainsi que des arbres dominés qui, en mourant, produiront du bois mort, élément de valeur pour la biodiversité.

Utilité des modèles de gestion forestière existants pour le pin sylvestre : évaluation pour la production conjointe de bois et de champignons

Actuellement, il existe un ensemble de modèles de gestion pour les forêts de pin sylvestre dont l'objectif est de maximiser la production de bois et de réduire le risque de grands incendies (PIQUÉ *et al.*, 2011). Ces modèles ont été définis dans le cadre du projet ORGEST (Orientations de la gestion forestière durable pour la Catalogne). Certains de ces modèles sylvicoles peuvent également présenter de bonnes aptitudes pour ce qui est de la production de champignons, si l'on prend en compte une série de recommandations pour leur application, afin d'encourager et comptabiliser la production de bois avec celle de champignons.

Dans ce cas, cependant, étant donné la complexité et le manque de connaissances scientifiques concernant la productivité mycologique qui peut être associée à chacun des itinéraires sylvicoles définis par les modèles de gestion mentionnés, on dispose d'informations complémentaires qui proviennent en grande partie de la connaissance empirique sur le potentiel productif mycologique attendu pour leur application (modèles réguliers de gestion intensive, modèles réguliers de gestion extensive, modèles réguliers à rotation courte, modèles irréguliers pour les petites forêts, modèles réguliers pour l'augmentation de la résistance au feu), ainsi que des conseils à suivre dans chaque cas pour optimiser la production conjointe de bois et de champignons.

**J.M.A., J.A.B.,
M.P., M.B.**

Remerciements

La réalisation de cette étude a été possible grâce à un financement partiel du projet Micosylva + SOE3/P2/E533 Interreg IV-B.

Bibliographie

- Bonet, J.A.; De-Miguel, S.; Martínez de Aragón, J.; Pukkala, T.; Palahí, M. (2012). «Immediate effect of thinning on the yield of *Lactarius* group *deliciosus* in *Pinus pinaster* forests in North Eastern Spain», *Forest Ecology and Management*, 265 : 211-217.
- Bonet, J.A.; Palahí, M.; Colinas, C.; Pukkala, T.; Fischer, C.R.; Miina, J.; Martínez de Aragón, J. (2010). «Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine forests of the Central Pyrenees in northeastern Spain», *Canadian Journal of Forest Research*, 40 (2): 347-356.
- Bonet, J.A.; Pukkala, T.; Fischer, C.R.; Palahí, M.; Martínez de Aragón, J.; Colinas, C. (2008). «Empirical models for predicting the production of wild mushrooms in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees», *Annals of Forest Science*, 65 (2) : 206-214.
- Martínez de Aragón, J.; Oliach, D.; Henriques, R.; Fortuny, M.; Girbal, J.; Bonet, J.A. (2012). *Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña*. Ediciones CTFC, 112 p.
- Martínez de Aragón, J.; Riera, P.; Giergicznyc, M.; Colinas, C. (2011). «Value of wild mushroom picking as an environmental service», *Forest Policy and Economics*, 13: 419-424.
- Palahí, M.; Pukkala, T.; Bonet, J.A.; Colinas, C.; Fischer, C.R.; Martínez de Aragón, J. (2009). «Effect of the inclusion of mushroom values on the optimal management of even-aged pine stands of Catalonia», *Forest Science*, 55 (6): 503-511.
- Piqué, M.; Beltrán, M.; Vericat, P.; Cervera, T.; Farriol, R.; Baiges, T. (2011). Models de gestió per als boscos de pi roig (*Pinus sylvestris* L.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 186 p.



Photo 4 :

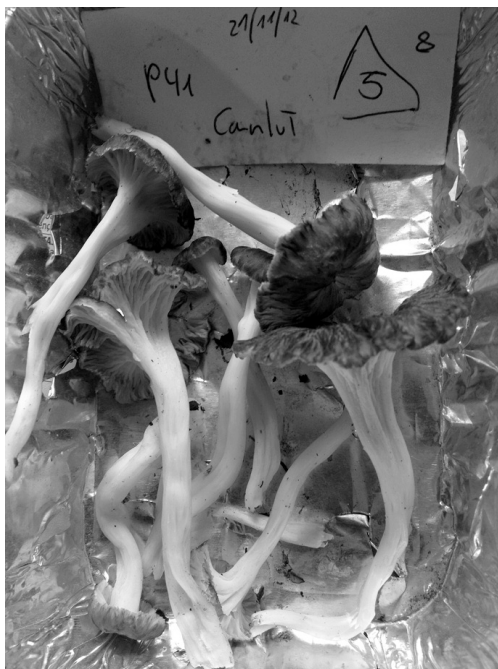
Panier de champignons variés.

Photo J.M.A.

Photos 5 et 6 (ci-dessous) :

Lactaire sanguin ou lactaire délicieux (*Lactarius deliciosus*) à gauche et Chanterelle (*Cantharellus lutescens*) à droite

Photos J.M.A.



Juan MARTÍNEZ DE ARAGÓN
Míriam PIQUÉ
Mario BELTRÁN
Centre de recherche forestière de Catalogne (CTFC)
Ctra. de Sant Llorenç de Morunys, km 2
25280 Solsona, Lleida

José A. BONET
Université de Lleida
Département de production végétale et de science forestière
Av. Rovira Roure, 191
25198 Lleida

Résumé

Comment bien produire en même temps des champignons et du bois dans les forêts de pin sylvestre ? Le cas pratique de la Catalogne

La production de champignons représente une des principales richesses de nos forêts. La combinaison de la production fongique et de la production de bois est un des défis les plus importants auxquels sont confrontés les gestionnaires et les propriétaires. Ceux-ci établissent des itinéraires sylvicoles qui maximisent les bénéfices que l'on peut tirer des bois, sans compromettre leur durabilité. Cet article apporte des données sur la production de champignons, et un itinéraire sylvicole multifonctionnel est proposé qui vise à maximiser les productions conjointes de bois et de champignons au sein des peuplements réguliers de *Pinus sylvestris*. Les résultats définis par le *Centre de la Propietat Forestal de Catalunya*, avec l'assistance du *Centre Tecnològic Forestal de Catalunya*, se basent sur le suivi des productions fongiques de parcelles permanentes au cours des quinze dernières années.

Le modèle final proposé pour la production combinée de champignons et de bois avec structure régulière prévoit une période de rotation de la coupe de 120 ans (environ 50 cm de diamètre), un régime de deux éclaircies mixtes et une densité finale de 100 pieds/ha avec régénération par éclaircies successives en deux phases.

Summary

Management models for the combined production of wood and wild mushrooms in *Pinus sylvestris* forests

The production of wild mushrooms is a key feature of the natural wealth of our forests. One of the most important challenges faced by managers and land owners has to do with making the production of wild mushrooms compatible with wood production and setting up a forestry program that will maximize the profit that can be obtained from woodlands without compromising their sustainability. This article provides data on wild mushroom production and proposes a multifunctional forestry program intended to maximize the joint production of wood and wild mushrooms in regular stands of *Pinus sylvestris*. The results, defined by the *Centre de la Propietat Forestal de Catalunya* with the help of the *Centre Tecnològic Forestal de Catalunya*, are based on data from monitoring wild mushroom growth on permanent observation plots over the past fifteen years.

The final model proposed for combined wild mushrooms-wood production in regular stands entails a 120-year rotation (~50 cm) incorporating two selective thinning for a final density of 100 trees/ha, promoting regeneration by successive thinning in two phases.

Resumen

¿Cómo se puede producir al mismo tiempo setas y madera en masas de pino silvestre? El caso práctico de Cataluña

La producción de hongos supone una de las principales riquezas de nuestros bosques, siendo uno de los retos más importantes que se plantea a los gestores y propietarios la compatibilización de las producciones fúngicas con la de los productos madereros, estableciendo itinerarios silvícolas que maximicen el beneficio que se pueda obtener del monte sin comprometer su continuidad. En este artículo se aportan datos sobre las producciones de setas y se plantea un itinerario silvícola multifuncional que intenta maximizar las producciones conjuntas de madera y setas en masas regulares de *Pinus sylvestris*. Estos resultados que ha definido el Centro de la Propiedad Forestal de Cataluña con la asistencia del Centro Tecnológico Forestal de Cataluña se basan en el seguimiento de las producciones fúngicas en parcelas permanentes durante los últimos quince años.

El modelo final propuesto para la producción combinada setas-madera con estructura regularizada, tendría un turno de corta de 120 años (~50 cm), un régimen de 2 claras mixtas y una densidad final de 100 pies/ha con regeneración por aclareo sucesivo en dos fases.