

ANNEXE 6

NATURA 2000

Source : diagnostic du PNR des Pyrénées Ariégeoises

2.3.3.1 - Le réseau écologique Natura 2000

De nombreux sites sont concernés par la Directive européenne « habitats » dans le cadre du réseau Natura 2000 consistant à mettre en réseau des espaces garants de la biodiversité à l'échelle européenne. Il est cependant important de noter que des propositions de Sites d'Intérêt Communautaires (pSIC) n'ont pas été faites, faute de connaissances et de manque d'inventaires scientifiques (Source : Réseau des Espaces naturels d'Ariège).

Un descriptif sommaire des sites dont les Documents d'objectifs ont déjà été validés figure en Annexe 4.

Les Sites d'Intérêt Communautaire sont au nombre de 12 sur le territoire et recouvrent 23244 ha soit 9.5% du territoire.

Les zones spéciales de conservation (ZSC):

Tableau 7 : Les Zones Spéciales de Conservation du périmètre d'étude

CODE DU SITE	NOM DU SITE d'INTERET COMMUNAUTAIRE Opérateur désigné et stade au 31/12/05	INTERETS DU SITE	COMMUNES CONCERNE ES	SURFACE EN ha
FR7300821	Vallée de l'Isard, Mail de Bulard, Pic de Maubermé, de Serre Haute et du Crabère Opérateur : ONF Stade : validé	Habitats spécifiques de montagne (pelouses, prairies de fauche, hêtraies sapinières...), tourbières de pente Eco-complexe avec de nombreuses espèces endémiques	Sentein, Bonac Irazein, Antras.	6428
FR7300822	Vallée du Ribérot et Massif du Mont Valier Opérateur : ONF Stade : validé	Habitats spécifiques de montagne (pelouses, prairies de fauche, hêtraies...) Fort endémisme végétal et animal (invertébrés) et limites d'aires occidentales et/ou orientales. Faune et flore des Pyrénées très représentatives et populations importantes.	Les Bordes sur Lez, Seix, Bethmale	7745

CODE DU SITE	NOM DU SITE d'INTERET COMMUNAUTAIRE Opérateur désigné et stade au 31/12/05	INTERETS DU SITE	COMMUNES CONCERNE ES	SURFACE EN ha
FR7300825	Mont Ceint, Mont Béas, Tourbière de Bernadouze Opérateur : ONF Stade : en cours	Pelouses et tourbière Le massif calcaire centro-ariégeois constitue une limite orientale pour bien des communautés centro-occidento pyrénéennes ainsi qu'une limite occidentale pour les communautés oro-méditerranéennes en versant Nord de la chaîne. Le secteur est particulièrement riche en endémiques pyrénéennes infodées pour la plupart à des milieux spécialisés.	Suc et Sentenac, Auzat, Aulus les Bains, Le Port, Ercé	2218
FR7300827	Vallée de l'Aston Opérateur : ONF Stade : en cours	EcoComplexe du collinéen au rival	Gestiès	80 ha présents sur le territoire
FR7300829	Quîès calcaires de Tarascon sur Ariège et Grotte de la petite Caougnau Opérateur : ANA-Fédération pastorale Stade : validé	Chauves-souris et pelouses sèches Massifs calcaires de la vallée de l'Ariège avec station "intra pyrénéenne" de nombreuses espèces méditerranéennes. Parmi les milieux les plus remarquables : - boisement à chêne vert - peuplement de genévrier thurifère (une des deux plus importantes stations connues pour les Pyrénées) - peuplements et populations d'orchidées exceptionnels - milieux rupestres et souterrains exceptionnels	Arignac, Surba, Bédailhac, Aynat, Niaux	473 ha sur le territoire du projet de PNR (site de 2479 ha dans sa totalité)
FR7300835	Grotte d'Aliou Opérateur : Stade : non engagé	Cavité de reproduction très importante pour les chauves souris	Cazavet	1
FR7300836	Chars de Moulis et de Lique, Grotte d'Aubert, Soulane de Balaguères et de Sainte Catherine, les granges des Vallées de Sour et d'Astien Opérateur : ADASEA Stade : validé	Ensemble de petits massifs calcaires karstifiés avec sites à orchidées exceptionnels, grottes de reproduction pour les chauves-souris, très fort endémisme, espèces troglodytes, espèces méditerranéennes en limite d'aire (dont <i>Lavandula angustifolia</i> subsp. <i>pyrenaica</i> et <i>Ophrys lutea</i>). Vaste zone de prairies avec réseau de granges abritant des populations importantes de petits et grands Rhinolophes.	Moulis, Engomer, Cescau, Castillon en Couserans, Balaguères, Buzan, Villeneuve, Arrout, Montégut en Couserans	4377
FR7300838	Grotte de Montseron Opérateur : Stade : non engagé	Colonie de reproduction pour 3 espèces de chauves souris. Présence d'invertébrés cavemicoles endémiques de l'Ariège.	Montseron	1
FR7300839	Grotte du Ker de Massat Opérateur : Stade : non engagé	Colonie de reproduction de chauves souris et peuplement d'invertébrés troglodytes endémiques.	Massat	1
FR7300840	Grotte de Tourtouse Opérateur : Stade : non engagé	Colonie de reproduction de chauves souris. Invertébrés endémiques d'Ariège et des Pyrénées centrales.	Tourtouse	1

CODE DU SITE	NOM DU SITE d'INTERET COMMUNAUTAIRE Opérateur désigné et stade au 31/12/05	INTERETS DU SITE	COMMUNES CONCERNE ES	SURFACE EN ha
FR7300841	Queirs du Mas d'Azil et de Camarade, Grottes du Mas d'Azil et de la Carrière de Sakart Opérateur : ADASEA Stade : validé	Ensemble exceptionnel de pelouses sèches à orchidées et de milieux souterrains. Les populations d'orchidées sont exceptionnellement denses (au moins 1 "noyau dur" de 12 ha avec 10-100 pieds au m ² pour 23 espèces et hybrides).	Mas d'Azil, Camarade, Sakarot	1633
FR7301822	Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste Opérateur : sur Salat et Ariège : Fédération de pêche Stade : Sur l'Ariège : validé Sur le Salat : en cours	Loutres, Desmans, Euproctes, poissons migrateurs, rypisylves, milieux aquatiques	Parties des vallées du Salat et de l'Ariège présentes sur le territoire d'étude	286 ha concernés sur le territoire du projet de PNR

Au total 23338 ha sont concernés par la Directive Habitat.

Les zones de protection spéciale (ZPS):

17520 ha sont en Zone de Protection Spéciale (ZPS) en application de la Directive oiseau sur les sites Natura 2000 de l'Isard, des quiès calcaires de Tarascon et du Mont Valier.

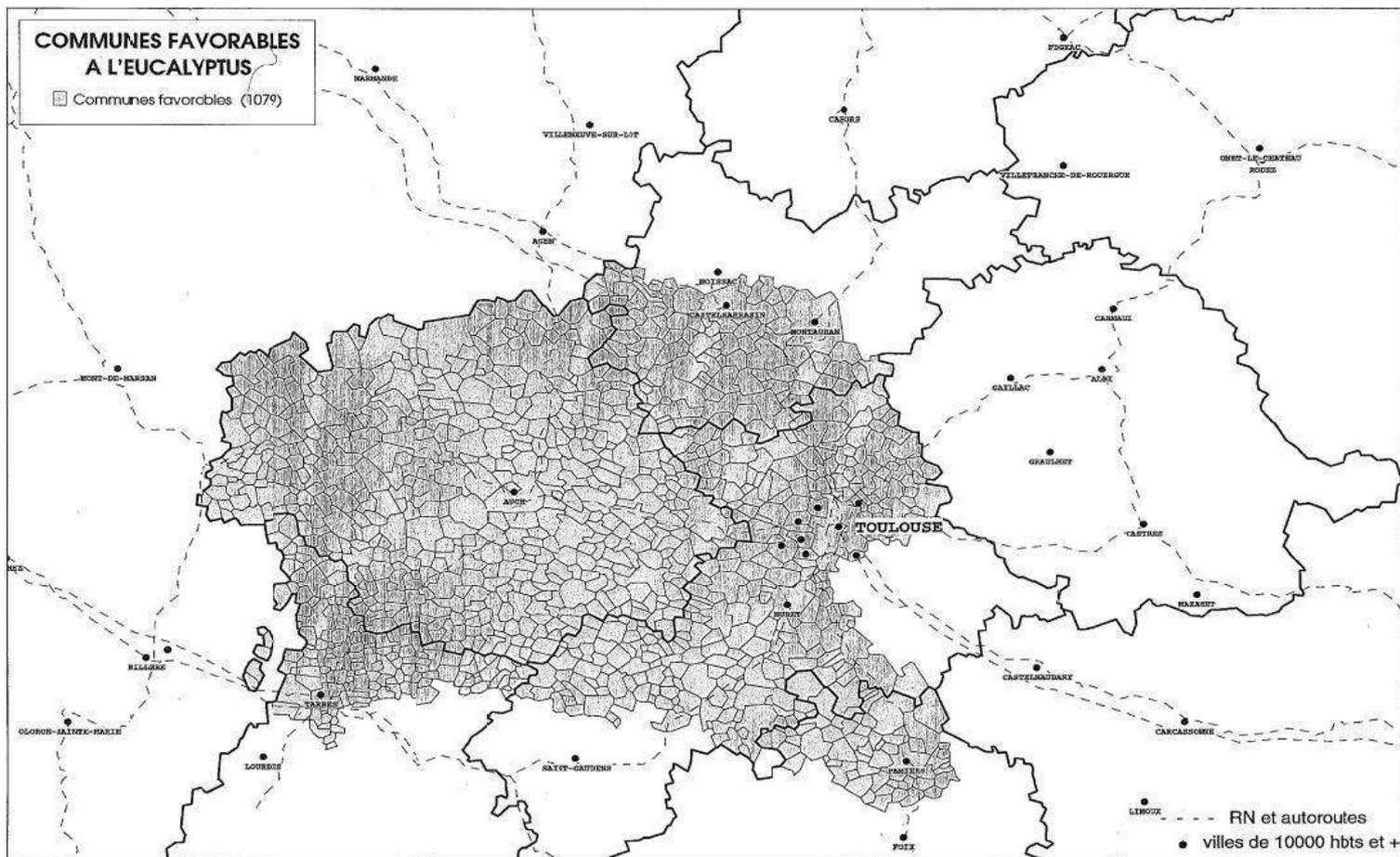
Tableau 8 : Les Zones de Protection Spéciale du périmètre d'étude

CODE DU SITE	NOM DU SITE CONCERNE	COMMUNES CONCERNEES	SUPERFICIE EN ha
FR7312001	Vallée de l'Isard, Mail de Bulard, Pics de Maubermé, de Serre Haute et du Crabère Opérateur : ONF Stade : Validé	Sentein, Bonac Irazein, Antras	6428
FR7312002	Quiès calcaires de Tarascon sur Ariège et grotte de la Petite Caougnau Opérateur : Estives Stade : validé	Arignac, Surba, Bédailhac Aynat, Niaux	473 ha sur le territoire du projet de PNR (site de 2479 ha dans sa totalité)
FR7312003	Vallée du Ribérot et Massif du Mont Valier Opérateur : ONF Stade : en cours	Les Bordes sur Lez, Seix, Bethmale, Arrien en Bethmale, Bonnac-Irazein	10619

ANNEXE 7

CARTES DES COMMUNES OU L'AIDE EST VERSEE PAR LA REGION

Source : Arrêté préfectoral n°671



Source: SRFB
Mai 1996

Carte présentant les communes où l'aide pour l'implantation d'eucalyptus est versée.

ANNEXE 8

FICHE ESSENCE PEUPLIER

Source : FCBA

Famille : Salicacées

Genre : *Populus*

Espèces utilisées en plantation :

- *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. trichocarpa*
- Les hybrides euraméricains (*P. deltoides* x *P. nigra*) et interaméricains (*P. deltoides* x *P. trichocarpa*)

Présentation de l'espèce

Le genre peuplier comporte 29 espèces cantonnées pour l'essentiel à l'hémisphère Nord. Il s'agit d'une essence pionnière, à forte vigueur juvénile et à bois tendre. Certaines espèces se croisent entre elles et peuvent donner naissance à des hybrides très vigoureux. La multiplication végétative est généralement très facile, ce qui a permis d'utiliser très tôt des variétés clonales.

En Europe, des espèces sauvages (*P. nigra*, *P. alba*, *P. tremula*) coexistent avec des variétés cultivées, souvent hybrides, entre *P. deltoides* et *P. nigra* ou *P. trichocarpa*. Seuls les peupliers cultivés sont évoqués dans cette fiche.



Plantation parfaitement réussie en fin de première année.

Historique de la culture

Le peuplier est une essence très anciennement cultivée en futaie en Europe, et particulièrement en France. Sa vigueur et sa facilité de multiplication en ont fait une espèce appréciée en reboisement. On compte aujourd'hui en France environ 235 000 ha de peupliers cultivés en futaie et quelques centaines d'ha conduits en TCR et TTCR.

Exigences pédoclimatiques

Sol : Le peuplier est une essence exigeante qui nécessite des sols profonds, aérés, bien alimentés en eau et riches chimiquement. La profondeur du sol prospectable par les racines doit être au moins de 80 cm à 1 m. La texture du sol est assez indifférente, seules les textures les plus grossières (> 80% de sables) sont à éviter. Les textures très lourdes peuvent être favorables si l'argile est bien structurée. L'optimum se situe dans les textures fines équilibrées (limons argileux, argile limoneuse). Les besoins en eau et en oxygène sont élevés, il convient donc d'éviter les sols trop engorgés ou compacts.

Climat : le climat n'est pas une contrainte en France pour la culture du peuplier, en dehors des zones montagneuses (< 600 m d'altitude) où le climat devient trop rigoureux. Il existe cependant des comportements différenciés entre les cultivars. Certains types de cultivars souffrent des fortes températures et de la faible hygrométrie en région méditerranéenne (*P. trichocarpa*). Il existe des cultivars plutôt méridionaux (I-214, la plupart des clones de *P. deltoides*), d'autres plutôt adaptés au Nord de la France (la plupart des clones de *P. trichocarpa*, les anciens hybrides interaméricains comme Beaupré et Boelare), d'autres, enfin, qui semblent indifférents au contexte climatique de notre pays (Dorskamp et Raspalje, par exemple).

Matériel végétal disponible

Matériel végétal utilisé en plantation

Les plantations sont réalisées avec des boutures ligneuses non racinées d'environ 20 à 30 cm de long et de 1 cm de diamètre minimum. Les boutures doivent être découpées pendant l'hiver dans des scions d'un an, puis conservées au froid, en sac étanche pour éviter leur dessèchement, jusqu'à la plantation.

Description des différents types et origine du matériel végétal disponible

La multiplication végétative (très facile) conduit à l'utilisation de variétés clonales. Celles-ci sont généralement déployées sur le terrain en une juxtaposition de parcelles monoclonales. Les cultivars utilisables proviennent pour l'essentiel de la popiculture classique. Il s'agit de clones italiens, belges, hollandais ou français.

Pour bénéficier des aides associées aux cultures énergétiques, le matériel végétal doit être choisi dans une liste éditée par les services du Ministère de l'Agriculture (liste régionalisée des cultivars de peuplier éligibles aux aides de l'Etat ou liste dérogatoire) qui comporte, en 2007, respectivement 17 et 41 cultivars. Certaines variétés font l'objet d'une protection commerciale.

Description des programmes d'amélioration en cours

La plupart des cultivars utilisables aujourd'hui viennent des programmes de sélection de trois pays de l'UE : Pays-bas, Italie, Belgique. En France, le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Peuplier, composé de l'INRA, du Cemagref et du FCBA, conduit un programme d'amélioration génétique, qui fournira ses premières variétés dans quelques années.

Le programme a été bâti avec un objectif de production de bois d'œuvre, mais le GIS Peuplier, tente de prendre en compte dès à présent certains aspects propres à la production de biomasse.

TCR en fin de deuxième rotation (âges de 10 ans sur souches de 18 ans)

Potentiel de production

La sylviculture en taillis à courtes rotations (TCR) à vocation papetière a permis de bien connaître le potentiel de production de biomasse du peuplier.

De nombreux chantiers de taille industrielle ont déjà été récoltés et ont permis de confirmer la fourchette de production de 10 à 12 tonnes de matière sèche / ha / an, sur des cycles de 7 à 10 ans et pour des densités comprises entre 1 000 et 3 000 tiges/ha.

Pour des systèmes de culture à très courtes rotations (TTCR), les données sont moins nombreuses, mais semblent être assez proches de la fourchette des 10 à 12 ts/ha/an. Sur les meilleurs terrains, il semble qu'on puisse espérer des productions un peu supérieures de l'ordre 14 ts/ha/an. Les densités de plantation sont comprises entre 6000 à 10000 tiges/ha pour permettre d'avoir des cycles de 2 à 3 ans.

Ces chiffres de production sont des moyennes, obtenues sur des stations convenant bien au peuplier. Des conditions de sol plus difficiles ne permettront pas d'atteindre ces objectifs et la production plafonnera à 7 ou 8 ts/ha/an.

Quantité de biomasse sèche à l'hectare au moment de la récolte en fonction du système de culture pour une productivité moyenne de 10 ts/ha/an

	TCR	TCR	TTCR	TTCR
Densité de plantation (tiges/ha)	1 000	2 000	6 000	10 000
Durée de rotation (années)	10	7	3	2
Biomasse totale à l'ha (T sèches)	100	70	30	20
Rendement (ts/ha/an)	10	10	10	10
Biomasse récoltée sur 20 ans (T sèches)	200	210	210	200





Conduite de la culture

Les opérations de l'itinéraire technique se concentrent sur les 2 ou 3 premières années. A posteriori, il n'y a plus d'intervention sur le taillis, hormis en régime TCR où une fertilisation est préconisée après chaque récolte.

En dehors d'une utilisation spécifique en retraitement des eaux usées (fertirrigation), l'irrigation ne se pratique pas en cultures ligneuses et a fortiori pour le peuplier qui doit être installé de manière privilégiée sur des terrains naturellement bien alimentés en eau.

Itinéraire technique pour deux systèmes de culture (TCR 1000 tiges/ha et TCR 10000 tiges/ha). Les opérations indiquées en gras sont indispensables. Les coûts indicatifs annoncés sont des tarifs entreprise en € HT/ha.

Période	Opération	Objectifs et techniques	Coût	
			TCR 1 000	TCR 10 000
Année 0	Aménagement de la parcelle	Entretien fossés, broyage, végétation	75	75
	Herbicide en plein avant plantation	Contrôle des vivaces (glyphosate)	100	100
	Fertilisation	Si nécessaire 100 U de P et K	80	80
	Labour	Labour profond ou sous-solage+labour	160	160
	Reprise de labour	Emietter la surface du sol	100	100
	Achat matériel végétal	Boutures ligneuses conservées au froid	300	3 000
	Plantation	Manuelle ou planteuse	150	1 000
Année 1	Désherbage de prélevée année 1	Sur ligne ou en plein	160	360
	Entretien interligne année 1	Sarclage mécanique (2 passages)	200	/
Année 2	Désherbage année 2	Sur ligne ou en plein	200	/
	Entretien interligne année 2	Sarclage mécanique	100	100
Total			1270-1625	4620-4975

Caractéristiques et contraintes de récolte

Périodes de récolte

Pour assurer une bonne qualité de rejets, la récolte peut s'envisager entre octobre et avril (hors feuille) et si possible sur sol portant.

Engins et techniques déployés

► en TCR

Abattage manuel ou mécanisé, puis la mise en plaquette peut se concevoir soit sur coupe avec une déchiqueteuse automotrice, soit bord de route après débardage des javelles d'arbres entiers.

► en TCR

La récolte des brins de TCR peut se concevoir en une seule opération avec des machines automotrices spécifiques (tête de récolte suédoise conçue pour les saules, ou machines italiennes), soit en deux temps, coupe et mise en javelles des brins, débardage et broyage en bord de route.

Caractéristiques des produits récoltés en TCR et TCR

	TCR	TCR
	1 000 tiges/ha	10 000 tiges/ha
Age de récolte (années)	10	2
Diamètre moyen (cm)	16	3
Hauteur moyen (m)	18 à 20	4 à 6
Siccité (%)	50	50
Taux d'écorce masse brute (%)	15	33
Masse vol. bois brute (kg/m ³)	750	750
PCI sur brut (50 %) (MWh)	2,20 ¹	2,20
PCI sur sec (MWh)	5,05	5,05

¹ on considère une valeur moyenne de PCI pour tous les ligneux. Les différences entre espèces sont considérées comme minimes.

Environnement

En dehors des avantages liés à la production d'énergie à partir d'une biomasse renouvelable, les TCR et TCR de peuplier peuvent avoir des effets bénéfiques sur l'environnement selon plusieurs niveaux :

- Systèmes de culture nécessitant peu d'intrants (fertilisation et produits phytosanitaires), essentiellement dans la phase d'installation des 2 premières années.



- L'exportation d'éléments minéraux (NPK) est plus forte pour les TTCR que pour les TCR, elle reste relativement modeste par rapport aux cultures agricoles.

Exportations minérales annuelles (kg/ha/an) pour les régimes TCR et TTCR (hyp. de productivité de 10 ts/ha/an sur 10 ans)

Système	Biomasse	N	P	K
TCR 1 000 tiges/ha (1 récolte à 10 ans = 100 ts/ha)	100 ts	21	4	16
TCR 10 000 tiges/ha (5 récoltes à 2 ans = 5 x 20 ts/ha)	100 ts	43	7	34

Source : INRA et FCBA

- La chute de litière est très importante (jusqu'à 5 ts/ha/an, en fin de rotation) et les feuilles de peuplier se décomposent très rapidement, ce qui contribue à enrichir le sol en matière organique dans les premiers horizons.
- Ces systèmes de culture peuvent être utilisés à des fins de protection de la ressource en eau, grâce à une utilisation limitée d'intrants. Il est également possible de mettre à profit la forte productivité des peupliers en phytoremédiation (dépollution).
- La création d'un couvert ligneux, pérenne, est susceptible d'offrir un abri à une faune et une flore nouvelles par rapport aux systèmes de cultures précédents. Ce peut être une source d'augmentation de la biodiversité ordinaire.

Pour en savoir plus

Berthelot A., Gavaland A. (2007). Produire de la biomasse avec des peupliers. Fiche Informations-Forêt FCBA fasc. n°760, 6 p.

Berthelot A., Le Net E., Labalette F., Marsac S. (2007). Les cultures « dédiées » ... notamment aux bioénergies. Fiche Informations-Forêt FCBA fasc. n°755, 6 p.

Berthelot A., Ranger J. (1998). Besoins et exportations minérales des TCR de peuplier. Fiche Informations-Forêt AFOCEL fasc. n°577, 6 p.

Sutter B. et al. (1995). La récolte des taillis de peuplier à courte rotation. Etude technique ARMEF n°12, 35 p.

Bonduelle P. (1989). Sylviculture du peuplier en taillis à courtes rotations. AFOCEL, Paris, 41 p.

Expériences et acquis

Le FCBA conduit des recherches depuis plus de 25 ans sur la production de biomasse à partir de peuplier. Les itinéraires techniques pour l'installation et la récolte des TCR à vocation papetière ont été acquis grâce à ces recherches. L'INRA a également conduit des recherches sur le thème des TCR et des TTCR, dans des contextes pédoclimatiques souvent différents.

Des expériences similaires existent dans d'autres pays de l'Union Européenne (Belgique, Pays-Bas, Royaume-Uni). Plusieurs milliers d'ha de TTCR ont été implantés récemment en Italie du Nord.

Il reste à perfectionner les systèmes d'implantation et de récolte (poursuivre la mécanisation, diminuer les coûts) et à poursuivre la création variétale pour bénéficier de cultivars performants. Enfin les aspects environnementaux et l'insertion de ces systèmes ligneux dans les exploitations agricoles devront être approfondis.

Rédacteur :

Alain BERTHELOT (FCBA Station Nord-Est)



TTCR de peuplier rejets de souches de 1 an, en hiver.

A retenir

- Une forte productivité : 10 à 12 ts/ha/an, vérifiée sur des parcelles de développement.
- Une grande facilité de multiplication (bouturage facile),
- Des variétés clonales performantes,
- Une essence exigeante au point de vue sol et alimentation en eau.

ANNEXE 9

FICHE ESSENCE EUCALYPTUS

Source : FCBA

L'Eucalyptus

Famille : Myrtacées

Genre : Eucalyptus

Espèces développées en France : E. gunnii, E. gundal

Variétés : obtentions FCBA, clones et familles sélectionnés pour la tolérance au froid, la vigueur, la morphologie

Présentation de l'espèce

L'Eucalyptus est un arbre originaire d'Australie où il constitue 90% des forêts naturelles.

Les Eucalyptus, 700 espèces au total, possèdent des capacités de survie et de croissance exceptionnelles. La plupart des espèces rejettent de souche après coupe, et les plantations peuvent être conduites en taillis sur un grand nombre de rotations.

C'est un atout majeur pour la production de biomasse ligneuse. Leur feuillage est persistant et l'absence de dormance hivernale permet une croissance continue tant que les conditions climatiques sont favorables. Les espèces montagnardes ont pu être introduites avec succès dans le sud de la France, lorsque le risque de gel est modéré.



Plantation clonale d'E. gundal (31)

Historique de la culture

Depuis 40 ans, l'Eucalyptus a été très largement planté en Europe du sud, notamment en Espagne et au Portugal avec environ 1 million d'ha, essentiellement avec l'espèce *E. globulus*. Il existe également quelques milliers d'ha en Italie.

Ces plantations sont dédiées à l'industrie papetière. Il n'existait pas en 2007 de références de TCR ou de TCCR à vocation énergétique.

Avec un climat plus contraignant, la France joue néanmoins un rôle important en Europe en matière de développement des plantations industrielles d'Eucalyptus.

2000 ha de plantations ont ainsi été installées dans le sud du pays à partir des années 1980.

Les espèces plantées sont *E. dalrympleana* (aujourd'hui abandonnée), *E. gunnii*, et surtout *E. gundal* (hybride *E. gunnii* x *E. dalrympleana*).

Les situations les plus favorables sont les coteaux peu pentus sur sols acides, filtrants et caillouteux.

Exigences pédoclimatiques

L'Eucalyptus est l'une des espèces forestières à croissance rapide les moins exigeantes vis-à-vis du milieu. La fertilité du sol influe peu sur la croissance. Il faut cependant éviter les sols asphyxiants. La disponibilité en eau est un facteur important mais non-limitant car la plante peut réguler sa consommation.

Deux facteurs sont à considérer en particulier :

- ▶ la sensibilité au froid : les clones hybrides développés par FCBA résistent à des températures hivernales de l'ordre de - 12°C, mais peuvent présenter une sensibilité au froid précoce lorsque le niveau d'endurcissement n'est pas suffisant ou si l'amplitude thermique est très forte. Dans les zones où le risque gel est important, on préférera l'espèce *E. gunnii* plus tolérante.
- ▶ La sensibilité aux sols carbonatés : les espèces développées sont faiblement tolérantes aux pH > à 7 ou aux taux de calcaire actif > 4 %.

Matériel végétal disponible

Les plantations sont réalisées avec des plants produits en conteneurs en pépinière. Il faut en moyenne 4 mois pour produire un plant bien ramifié et lignifié, d'une hauteur comprise entre 20 à 40 cm.

Le matériel végétal autorisé pour l'activation des DPU est constitué par les espèces *E. gunnii* et *E. gundal*, cultivars (clones) et plants issus des vergers à graines du FCBA.

Le clone est le type de matériel végétal actuellement utilisé. Les plants sont produits par bouturage horticole. L'utilisation de clones permet de constituer des boisements homogènes dont les caractéristiques sont prévisibles : niveau connu de tolérance au gel, morphologie, productivité, qualités papetières ou énergétiques. Le prix du plant se situe à près d'un euro l'unité.

3 clones d'*E. gundal* et 2 clones d'*E. gunnii* sont commercialisés.

Le semis est une technique en cours d'étude. Ce moyen de production simple a l'avantage de coûter moins cher que la multiplication végétative. Il faut disposer de ressources en graines de bonne qualité. Par sa nature même, la production de plants par semis induit une variabilité individuelle plus grande que le clonage, conduisant à des boisements plus

hétérogènes et moins productifs. Le prix du plant devrait approcher 0,60 euro l'unité.

Les semenciers sélectionnés sont en phase de confirmation. La commercialisation de ces variétés pourraient intervenir rapidement.

Les programmes d'amélioration sont en cours au FCBA et de nouvelles sorties variétales viendront compléter l'offre de matériel végétal dans les prochaines années.



E. gundal : 2^{ème} rotation - Rejets de 1 an (31)

Potentiel de production

La culture des TCR à vocation papetière a permis de bien connaître le potentiel de production de l'Eucalyptus. De nombreuses parcelles de développement industriel ont été récoltées en première et seconde rotation.

La fourchette de production se situe entre 9 et 11 tonnes de matière sèche par ha et par an pour les premières rotations coupées à 10 ans pour une densité de départ de 1250 plants/ha, et entre 12 et 18 tonnes de matière sèche par ha et par an pour les rotations suivantes non-dépressées.

Pour les taillis à très courtes rotations (TTCR), les données de terrain sont très peu nombreuses, mais il semble qu'on puisse prévoir des productions moyennes de l'ordre de 10 tonnes sèches par ha et par an avec des cycles de 2 à 3 ans et pour des densités comprises entre 2500 et 5000 tiges/ha sur des stations de qualité moyenne.

En situation plus favorable, il sera sans doute possible d'approcher les 15 tonnes sèches par ha et par an.

Quantité de biomasse sèche totale à l'hectare au moment de la récolte en fonction du système de culture

Caractéristiques	Espèces	TCR 1 ^{ère} rotation	TCR 2 ^{ème} rotation et suivantes	TTCR	TTCR
Densité de plantation (tiges/ha)		1 250	3 000	2 500	5 000
Durée de rotation (années)		10 à 12	9 à 10	7	3
Biomasse totale à l'ha (ts/ha)	<i>E. gunnii</i>	75 à 90	90 à 150	70	30
	<i>E. gundal</i>	90 à 110	120 à 180	70	30
Rendement ts/ha/an		9 à 11	12 à 16	10	10
Biomasse récoltée sur 20 ans (ts/ha)			200 à 250	200	200

Ts : tonnes sèches



Conduite de la culture

Les opérations de l'itinéraire technique se concentrent sur les 2 ou 3 premières années. Ensuite, il n'y a plus d'intervention sur le taillis, hormis en régime de TTCR où une fertilisation est préconisée après chaque récolte.

Le système de TCR fonctionne à son optimum à la densité de plantation de 1250 tiges/ha correspondant à un espacement de 4 x 2 m. En TTCR, la densité de 5000 plants/ha semble aujourd'hui le meilleur compromis entre coût d'installation et rendement. Deux dispositifs sont possibles : plantation au carré à 1.40 x 1.40 m ou un système comprenant deux lignes très proches (espacées d'un mètre) avec un interligne à 3 m.

Cette séquence permet le passage d'un engin agricole entre deux double-lignes. L'espacement sur la ligne entre deux plants est de 1 m. Les densités supérieures à 5000 ne sont pas retenues actuellement en raison des coûts d'installation.

L'irrigation ne se pratique pas pour cette culture ligneuse.

En régime TCR, les coupes sont préconisées environ tous les 10 ans et en régime TTCR tous les 2 à 3 ans. Le système peut durer 25 ans pour les TTCR et 35 ans pour les TCR.

L'Eucalyptus ne présente pas à ce jour de problèmes sanitaires importants et justifiant un traitement.

Itinéraire technique pour deux systèmes de culture (TCR 1250 tiges/ha et TTCR 5000 tiges/ha). Les opérations indiquées en gras sont indispensables. Les coûts indicatifs annoncés sont des tarifs entreprise en €/HT/ha.

Période	Opération	Objectifs et techniques	Coût TCR 1250		Coût TTCR 5000	
			Clone	Semis	Clone	Semis
Année 0	Aménagement de la parcelle	Entretiens fossés, broyage végétation		75		
	Herbicide en plein avant plantation	Contrôle des vivaces (glyphosate)		100		
	Fertilisation	150 unités de P2O5/ha		100		
	Décompactage	Chisel, sous-soieuse		170		
	Labour	Labour profond		145		
	Reprise de labour	Herse ou disque		100		
	Achat matériel végétal	Plants en conteneur	1 250	750	5 000	3000
	Plantation	Planteuse mécanique	250		1 000	
	Désherbage de prélevée après plantation	Sur ligne ou en plein	160		360	
	Année 1	Désherbage en dirigé (rattrapage)	Sur ligne en protégeant les plants	150		600
Entretien interligne année 1		Sarclage mécanique (1 passage)	100		100 (1)	
Année 2	Entretien interligne année 2	Sarclage mécanique (1 passage)	100		100 (1)	
Année 3	Entretien interligne année 3	Sarclage mécanique (1 passage)	100		100 (1)	
Total			1800-2800		4700-8000	

(1) si le dispositif de plantation le permet

Caractéristiques et contraintes de récolte

Périodes de récolte

L'exploitation des plantations d'Eucalyptus doit être réalisée au printemps. Les jeunes rejets apparaissent environ 2 mois après la coupe, et il est important d'éviter dans le très jeune âge l'exposition aux gels d'automne et d'hiver. On choisira donc d'exploiter de février à mai de façon à ce que les rejets soient le plus lignifiés possible à l'arrivée des froids. L'exploitation au printemps améliore également le taux de survie des souches, la vigueur et le nombre de rejets.

Engins et techniques déployés

► en TCR

L'abattage est manuel ou mécanisé. La mise en plaquette peut se concevoir soit sur coupe avec une déchiqueteuse automotrice, soit bord de route après débardage des javelles d'arbres entiers.

► en TTCR

La récolte des brins de TTCR peut se concevoir soit en une seule opération avec des machines automotrices spécifiques (tête de récolte suédoise conçue pour les saules, ou machines italiennes), soit en deux temps, coupe et mise en javelles des brins, débardage et broyage en bord de route.

L'Eucalyptus est une espèce à feuillage persistant. Les produits récoltés à partir des tiges entières ou des houppiers comporteront donc toujours une certaine proportion de feuilles, à moins de différer récolte des tiges et broyage, le temps que le feuillage sèche et tombe naturellement.

Caractéristiques des produits récoltés
pour les systèmes de culture TCR et TTCR

	TCR 1000 tiges/ha	TTCR 5 000 tiges/ha
Age de récolte (années)	10	2
Diamètre moyen (cm)	20	4
Hauteur moyen (m)	20	4
Siccité (%)	48	48
Taux d'écorce en masse brute (%)	12	15
Masse vol. bois brute (kg/m ³)	1 070	-
PCI sur brut (50 %) (MWh)	2,20	2,20
PCI sur sec (MWh)	5,06	5,06

Le prix de revient de la culture pour une valorisation énergétique est difficile à établir aujourd'hui compte tenu des nombreuses incertitudes concernant les coûts de mobilisation (de l'ordre de 25 euros/TB) et le prix d'achat des plaquettes (ordre de grandeur de 40 euros/TB en 2008). Les TCR papetier en Région Midi-Pyrénées permettent d'obtenir aujourd'hui une rente actualisée de l'ordre de 100 à 150 euros/ha/an.

Expériences et acquis

Le FCBA conduit des recherches sur la production de biomasse à partir d'Eucalyptus depuis plus de 30 ans. Les techniques de culture en TCR et de récolte sont aujourd'hui très bien maîtrisées.

Il existe dans le sud-ouest de la France un programme de développement de l'eucalyptus en TCR pour un usage papetier. Ce programme est soutenu par le Conseil Régional de Midi-Pyrénées qui propose une aide financière à l'installation des plantations (50 % du coût).

Le contrat de plan état-région sur la période 2007-2013 prévoit l'extension des financements aux plantations à vocation énergétique.

Pour en savoir plus

Cauvin B. et Melun F., 1994. Guide de culture du TCR d'eucalyptus. AFOCEL information forêt n°486.

Nguyen-the N. et Melun F., 2003. Présentation générale de l'eucalyptus. Info eucalyptus n°1. Ed. AFOCEL.

Melun F., Nguyen-the N., 2006. Fiches clones eucalyptus : E. gundal. Ed. AFOCEL.

Melun F. 2007. Eucalyptus : 35 ans d'expérimentation dans le sud de la France. FIF n°747.

Environnement

- La culture en TCR requiert peu d'intrants (fertilisation et produits phytosanitaires), et exporte peu d'éléments minéraux (NPK). En TTCR, l'apport de fertilisants sera probablement plus fréquent en raison d'exportations minérales plus importantes.

Exportations minérales annuelles (kg/ha/an) selon le régime

Système	N	P	K	Ca	Mg
TCR 1 000 tiges/ha (1 récolte à 10 ans)	18,8	4,6	16,6	43,1	4,4
TTCR 5000 tiges/ha (5 récoltes en 10 ans)	62,3	9,5	49,0	53,6	10,9

- Comme chez toutes les essences à croissance rapide, la consommation en eau est potentiellement élevée si elle est en abondance. On note cependant que le système racinaire est traçant et qu'il n'y a pas de danger d'impact sur des nappes phréatiques profondes. L'eucalyptus régule sa croissance en fonction de l'eau disponible.
- La création d'un couvert ligneux, pérenne, est susceptible d'offrir un abri à une faune et une flore nouvelles par rapport aux systèmes de cultures précédent. Ce peut être une source d'augmentation de la biodiversité ordinaire.

Rédacteur :

Francis MELUN (FCBA Station Sud)



Plantation clonale de 6 mois d'E. gundal sur terre agricole (82)

A retenir :

- Des espèces très productives (10 à 18 ts/ha/an)
- Des variétés clonales très performantes
- De faibles exigences stationnelles
- Un coût élevé du plant

ANNEXE 10

FICHE ESSENCE ROBINER FAUX ACACIA

Source : FCBA



Fondation Tuck

Enerbio



Espèces ligneuses pour la production de biomasse

Le Robinier faux-acacia

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Robinia*

Espèces : *Robinia pseudoacacia L.*

Espèce pionnière à caractère envahissant, le robinier présente des atouts non négligeables qui tiennent à sa rusticité, un bon niveau de productivité et une qualité de bois permettant d'envisager plusieurs valorisations.

Présentation de l'espèce

L'acacia *Robinia pseudoacacia* connu aussi sous le nom de robinier « black-locust » est l'une des 20 espèces du genre *robinia* originaire du sud-est des Etats-Unis d'Amérique.



Robinia pseudoacacia : arbre isolé

Historique de la culture

Son introduction en Europe remonte au tout début du 17^{ème} siècle par le botaniste Jean Robin. Après avoir été ramassé pour enrichir parcs et jardins du continent européen, il a été utilisé pour repeupler les forêts françaises. D'une façon générale, dans le vieux continent, le robinier ne cesse de coloniser d'anciennes terres agricoles ou forestières. Mais c'est en Europe de l'Est qu'il a connu son plus grand essor.

Avec 3.2 millions d'ha dans le monde, le robinier est la troisième essence feuillue de production après les peupliers et les eucalyptus. On en compte un million en Chine et 350 000 en Hongrie. En France, l'Inventaire Forestier National inventoriait en 2004 131 000 ha de robinier, presque exclusivement sous forme de peuplements naturels.

Exigences pédo-climatiques

Le robinier est une essence pionnière héliophile qui se développe bien en colonisation d'espaces libres et dénudés. Inversement, il supporte mal la concurrence et affiche une mortalité élevée sous couvert. Le robinier trouve ainsi facilement sa place sur d'anciens champs abandonnés ou sur des terrains déboisés.

Sol : Le robinier s'adapte à une large gamme de sols avec une préférence pour les terrains légers et frais. Les terrains argileux trop compacts et hydromorphes sont très souvent défavorables. L'essence peut s'installer sur des terrains pauvres qu'elle va contribuer à enrichir en azote par la fixation de l'azote atmosphérique. Les niveaux de pH semblent indifférents.

Climat : Le robinier est partout présent en France jusqu'à 1600 m d'altitude. Il tolère bien la sécheresse et peut survivre avec seulement 400 mm de précipitations annuelles. Une température moyenne annuelle supérieure à 8°C lui est nécessaire.

Matériel végétal disponible

Matériel végétal utilisé en plantation

Les plantations sont réalisées avec des plants en racines nues.

Ces plants sont majoritairement issus de semis obtenus à partir de graines sélectionnées. Des plants obtenus par bouturage de clones (cultivars) hongrois sont également disponibles. Ils sont produits en très petites quantités à des coûts beaucoup plus élevés (coûts de production 5 à 8 fois plus important).

Description des différents types et origine du matériel végétal disponible

Les principaux programmes d'amélioration génétique sur le robinier ont été entrepris en Europe de l'est et plus particulièrement en Hongrie et en Roumanie. A ce titre, le matériel végétal autorisé au titre de la PAC, dans le cadre de l'aide aux cultures énergétiques est majoritairement issu de ces pays :

► Cultivars :

Les cultivars hongrois « Appalachia », « Jászakiséri », « Kiskunsági », « Nyírségi », « Öllői », « Zalai » et « Rozsaszin AC ».

► Origines de graines :

Les vergers à graines hongrois et roumains, les provenances hongroises « Pusztavacs » et « Nyirseg », les peuplements classés roumains et la provenance française « RPS-900 France ».

Potentiel de production

Les études menées par l'INRA sur les taillis naturels existant en France font état d'une production moyenne de 8,5 tonnes MS/ha/an dans les meilleures situations sur des révolutions de 10 ans (de type TCR), et de l'ordre de 6 tonnes MS/ha/an dans les situations intermédiaires.

Pour des conduites en TTCR, les études hongroises rapportent des productions de 8 tonnes MS/ha/an avec des densités de 10 000 plants/ha issus de semis.

Production attendue en fonction du système de culture pour une productivité moyenne de 8 ts/ha/an

	TCR	TTCR
Densité de plantation (tiges/ha)	1 500	10 000
Durée de rotation (années)	10	3
Biomasse totale (tonnes sèches/ha)	80	20
Rendement (ts/ha/an)	8	6
Biomasse récoltée sur 20 ans (ts/ha)	160	164



TTCR de robinier de 5-6 mois (Pinóse, Hongrie)

Conduite de la culture

En TCR, la plantation se fait selon une densité de 1250 à 1700 plants /ha, à raison de 4 ou 3 m entre lignes pour permettre le passage d'un tracteur et 2 m d'espacement entre plants sur la ligne. En TTCR, pour des densités de 10 000, les plants sont disposés 1m x 1m.

Le coût des plants est compris entre 0,35 et 0,40 € l'unité.

Comme pour tout taillis installé avec des espèces ligneuses, l'itinéraire technique se concentre sur les 2 ou 3 premières années. La réussite de l'installation est cruciale.

Après coupe rase, le robinier rejette et drageonne abondamment et se régénère donc facilement et spontanément sans intervention.

En régime TCR, les coupes sont préconisées environ tous les 10 ans et en régime TTCR tous les 2 à 3 ans. Le système peut durer ainsi 25 ans pour les TTCR et 35 ans pour les TCR.

Le robinier ne présente pas de problèmes sanitaires importants et justifiant un traitement.

► Transplantation à la hongroise pour plus de productivité :

Avant la mise en terre, les racines des plants doivent être coupées et ramenées à environ 20 cm au-dessous du collet. Les racines sont enfoncées dans le sol jusqu'à ce que les plus profondes soient à 30 cm de profondeur et les plus hautes à 10 cm de la surface. Les tiges aériennes sont coupées à 3 cm au-dessous du niveau du sol, lequel sera bien compacté au-dessus, pour éviter les poches d'air qui risquent de favoriser le développement de champignons racinaires.

Itinéraire technique pour deux systèmes de culture (TCR 1250 tiges/ha et TTCR 10 000 tiges/ha). Les opérations indiquées en gras sont indispensables. Les coûts indicatifs annoncés sont des tarifs entreprise en € HT/ha.

Période	Opération	Objectifs et techniques	Coût TCR 1 250	Coût TTCR 10 000
Année 0	Aménagement de la parcelle	Entretiens fossés, broyage végétation,	75	75
	Herbicide en plein	Contrôle des vivaces (glyphosate)	100	100
	Fertilisation	150 unités de P2O5/ha pour assurer un bon démarrage	100	100
	Labour	Labour profond ou sous-solage+labour	160	160
	Reprise de labour	Emettre la surface du sol	100	100
	Achat matériel végétal	Plants racinés issus de semis	500	3000
	Plantation	Manuelle ou planteuse	675	2000
Année 1	Désherbage de prélevée année 1	Sur ligne ou en plein	160	360
	Entretien entre lignes année 1	Sarclage mécanique (2 passages)	100	100
Année 2	Désherbage année 2	Sur ligne ou en plein	200	-
	Entretien entre lignes année 2	Discage entre ligne (mai)	50	50
Année 3	Entretien entre lignes année 3	Discage entre ligne (mai)	50	50
Total			2 000-2 500	6 000

Caractéristiques et contraintes de récolte

Périodes de récolte

La récolte s'effectue en hiver après la chute des feuilles : de novembre à fin février. Intervenir sur sol portant.

Engins et techniques déployés

► en TCR

L'abattage est manuel ou mécanisé. La mise en plaquette peut se concevoir soit sur coupe avec une déchiqueteuse automotrice, soit bord de route après débardage des javelles d'arbres entiers.

► en TTCR

La récolte des brins de TTCR peut se concevoir soit en une seule opération avec des machines automotrices spécifiques (tête de récolte suédoise conçue pour les saules, ou machines italiennes), soit en deux temps, coupe et mise en javelles des brins, débardage et broyage en bord de route.

La récolte par coupe et broyage en une seule opération a l'avantage de réduire les manipulations post-récolte. La récolte doit encore sécher ce qui, pour des plaquettes ajoute une contrainte (en tas, potentiel de séchage limité) ou coûteux (soufflerie, chauffage).

La seconde technique se base sur un séchage passif plus économique mais demande une deuxième manipulation pour le broyage avec un appareil adapté. L'expérience sur le saule montre que cette technique donne un produit final beaucoup plus adapté au stockage des installations de chauffage.

Caractéristiques des produits récoltés

	TCR 1500 tiges/ha	TTCR 10 000 tiges/ha
Age de récolte (années)	10	3
Diamètre moyen (cm)	¹	-
Hauteur moyenne (m)	-	-
Siccité (%)	-	-
Taux d'écorce en masse brute (%)	17	20
Masse vol. bois brute (kgm ³)	750	750
PCI sur brut (50 %) (MWh/t)	2,20 ²	2,20
PCI sur sec (MWh/t)	5,08	5,08

¹ pas d'information à ce jour

² on considère une valeur moyenne de PCI pour tous les ligneux. Les différences entre espèces sont considérées comme minimales.

Le prix de revient de la culture pour une valorisation énergétique est difficile à établir aujourd'hui compte tenu des nombreuses incertitudes qu'il y a encore sur les coûts de mobilisation (de l'ordre de 25 euros/TB) et le prix d'achat des plaquettes (ordre de grandeur de 40 euros/TB en 2008).



Fondation Tack

Enerbio



Environnement

En dehors des avantages liés à la production d'énergie à partir d'une biomasse renouvelable, les TCR et TCCR de robinier peuvent avoir des effets bénéfiques sur l'environnement notamment grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique au niveau des racines. Le sol se trouve ainsi naturellement enrichi en nitrate soluble qui est facilement accessible par les autres plantes.

La culture apporte plus généralement une restitution de matière organique au sol par l'intermédiaire de la litière. Celle-ci est facilement biodégradable.

Le point faible du robinier réside dans son caractère invasif (c'est une espèce pionnière). Une plantation peut ainsi essaimer sur les parcelles avoisinantes. De même, à l'issue de la culture, la remise en état du terrain nécessitera un travail particulier pour limiter la propagation des drageons à partir des racines résiduelles.



Expériences et acquis

Actuellement en France, peu d'études se concentrent sur une production de robinier en taillis à courte ou à très courte rotation (TCR ou TCCR), l'objectif principal étant la production de bois de qualité ou de bois destiné à la confection de piquets.

Le CRPF d'Aquitaine, qui a déjà mené une étude sur le robinier à bois d'œuvre, s'intéresse aussi aux valorisations énergétiques possibles de ce type de culture.

Une expérimentation est prévue en Languedoc-Roussillon en 2008.

Rédacteurs :

Julien GARCIA (CRLR)

Nicolas NGUYEN-THE (FCBA)

Pour en savoir plus

Lonette D., 2004. Valorisation d'espaces ruraux et reboisement par les Acacias sélectionnés. Edition spéciale France Forêt Bois, Paris, 70p.

Merzeau D., 2007. Dossier : le Robinier faux acacia. Forêt-entreprise n°177, p 9-53.

Schüler S., Sieber K., 2007. Des robiniers pour le bois de chauffage ou le bois de qualité : la variété fait toute la différence !. waldwissen.net.

Toth J., 1992. Le robinier en France et en Hongrie. Forêt entreprise, n°84, p. 45-47.

A retenir

- ▶ Production : 8 tonnes de M.S./ha/an
- ▶ Grande rusticité
- ▶ Valorisation multiple du bois
- ▶ Espèce fixatrice d'azote
- ▶ Caractère invasif