

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org

Nouvelles pratiques agroforestières pour les élevages allaitants du piémont pyrénéen en Ariège

C.-H. Moulin¹, L. Etienne², E. González-García³, N. Guichet⁴, A. Lurette³, M. Bounab⁴

L'objectif du projet Agrosyl est de favoriser l'association de l'arbre et de l'élevage allaitant. Le diagnostic a permis d'identifier 34 solutions impliquant l'arbre pour répondre aux besoins des éleveurs. Deux solutions ont été testées chez 4 éleveurs : une banque d'arbres fourragers et une éclaircie sylvopastorale.

RESUME

Quatre types d'éleveurs ont été identifiés selon les bouquets de fonctions qu'ils reconnaissent à l'arbre et les contraintes qu'ils perçoivent. La banque de fourrage de mûrier blanc, testée chez un éleveur sur une parcelle pilote de 0,25 ha, a donné un fourrage de bonne qualité nutritionnelle et acceptabilité par les animaux, disponible pour l'été. Les tests d'éclaircies sylvopastorales ont été réalisés, chez trois éleveurs sur différents peuplements, avec taillis, futaies et accrus, à base de chêne pubescent, robinier faux acacia et frêne commun. Les suivis sur 4 ans ont montré l'importance de la maîtrise du pâturage après éclaircie, pour prévenir un développement trop rapide des broussailles, tout en favorisant la pousse des herbacées en sous-bois.

SUMMARY

New agroforestry practices for suckler farms in the Pyrenees foothills of Ariège

We identified four types of farmers based on their views of woodland functions and constraints. One farmer tested a white mulberry fodder bank on a 0.25-hectare pilot plot. Fodder of good nutritional quality was obtained; it was also acceptable to livestock and available by the summer. Three farmers tested silvopastoral thinning regimes on different types of stands—coppices, coppices with standards, and natural woodland—made up of downy oak, black locust, and common ash. Four years of monitoring data revealed the importance of controlling grazing following thinning, both to prevent the overly rapid development of brush and to promote herbaceous understory growth.

La production des prairies en zone périméditerranéenne est impactée par le changement climatique : décalage des périodes de production et baisse de la biomasse produite annuellement (Ergon *et al.*, 2018). L'autonomie alimentaire des élevages peut ainsi être diminuée, si des adaptations ne sont pas mises en œuvre. L'utilisation de formations boisées en élevage (sylvopastoralisme) peut être une voie d'adaptation en permettant d'étendre les surfaces pour l'élevage (Gautier *et al.*, 2011). De plus, dans les formations boisées, l'herbe présente en sous-bois (en fonction du degré d'ouverture de la canopée) bénéficie d'un effet d'ombrage qui retarde son cycle de développement : ces surfaces offrent donc une ressource intéressante

pour l'été, par rapport aux couverts des milieux ouverts (Bird, 1998). Enfin, la consommation des feuilles et des fruits des arbustes et des arbres stimule l'ingestion des animaux et relance la consommation sur des ressources herbacées de moindre qualité en milieu ouvert (report de stock sur pieds en été), lorsque les parcs de pâturage combinent milieux ouverts et zones boisées (Agreil *et al.*, 2005). Une autre voie est l'utilisation d'arbres fourragers ; ceux-ci captent mieux le rayonnement solaire et utilisent les ressources en éléments minéraux et en eau des horizons profonds du sol. Ils peuvent constituer ainsi une ressource intéressante pour l'été. Certaines essences présentent d'excellentes valeurs alimentaires, comme le frêne ou le mûrier blanc

AUTEURS

1 : L'Institut Agro, Montpellier SupAgro, UMR Systèmes d'Élevage Méditerranéens et Tropicaux, F-34060 Montpellier, charles-henri.moulin@supagro.fr

2 : Idele, F-34060 Montpellier

3 : INRAE, UMR SELMET, F-34060 Montpellier

4 : Chambre d'Agriculture de l'Ariège, F-09000 Foix

MOTS-CLES : agroforesterie, Elevage allaitant, arbres fourragers, Ariège

KEY-WORDS: agroforestry, suckler farm, forage trees, Ariège

REFERENCE DE L'ARTICLE : Moulin C.-H., Etienne L., González-García E., Guichet N., Lurette A., Bounab M., (2021). « Nouvelles pratiques agroforestières pour les élevages allaitants du piémont pyrénéen en Ariège ». *Fourrages* 245, 31-40

(Moreau *et al.*, 2020). La présence d'arbres dans les prairies peut également avoir un impact favorable sur la pousse de l'herbe (Gavazov *et al.*, 2013). La diversification des revenus avec des produits bois est aussi une voie pour renforcer la résilience économique des élevages. Enfin, ces pratiques agroforestières, de par le stockage de carbone qu'elles induisent, peuvent être intéressantes en matière d'atténuation du changement climatique (Cardinael *et al.*, 2018). Si ces fonctions de l'arbre sont bien décrites (García de Jalon *et al.*, 2018), leur mobilisation dans les élevages n'est pas toujours effective. Dans le cadre d'un projet GO PEI (Groupe Opérationnel Partenariat Européen pour l'Innovation) en Ariège, nous avons étudié la place de l'arbre dans des élevages allaitants en piémonts pyrénéens pour cerner quels sont les freins au déploiement de pratiques agroforestières. Nous avons aussi identifié des pratiques mobilisant l'arbre qui pourraient être des solutions pour répondre aux besoins des éleveurs. Plusieurs pratiques innovantes ont donné lieu à la mise en place d'essais dans des fermes pilotes. Nous présentons ici les travaux menés sur deux pratiques : la plantation d'arbres fourragers et l'éclaircie sylvopastorale.

1. Le contexte du projet AGROSYL

En Ariège, l'élevage représente l'activité agricole dominante, avec 63% des exploitations ayant une activité d'élevage herbivore. Au sein de cette orientation, l'élevage bovin extensif représente plus de 60% des élevages (bovin viande majoritaire) et l'élevage ovin extensif représente près de 20% (ovin viande majoritaire). Les surfaces agricoles sont majoritairement (77%) consacrées à la production d'herbe. Les excédents bruts d'exploitation sont peu élevés du fait d'un contexte durable de faible prix d'achat de la viande, en l'absence de filières de valorisation de la viande porteuses de plus-value, et de l'augmentation du prix des intrants. Dans ce contexte les exploitations ariégeoises cherchent à s'adapter, selon deux stratégies : la commercialisation en vente directe pour une partie des productions (33% des exploitations ariégeoises) ; la réduction des charges, en particulier liées à l'alimentation des animaux. La maîtrise des postes de dépenses dans ce domaine fait l'objet de plusieurs initiatives, accompagnées par la Chambre d'agriculture de l'Ariège (CA 09) et ses partenaires techniques, pour renforcer l'autonomie alimentaire des élevages. Ce sont l'optimisation de la gestion du pâturage, la modification de l'assolement introduisant la culture de méteils, ou encore l'optimisation de la fertilisation des prairies. Ces questions d'autonomie alimentaire et d'accès à des ressources complémentaires sont rendues plus délicates encore dans le contexte du changement climatique.

En réponse à ces contraintes économiques et climatiques, l'arbre et la forêt sont considérés de plus

en plus comme vecteur d'autonomie et de diversification pour les élevages. Le projet AGROSYL, porté par la Chambre d'Agriculture, a mobilisé l'association « Bois Paysan » regroupant 40 éleveurs ; deux instituts techniques : l'Institut pour le Développement Forestier (IdF), impliqué sur la question de l'introduction des arbres dans les parcelles agricoles, l'Institut de l'Élevage (Idele), concerné par la gestion et la valorisation des ressources pastorales dans les espaces boisés ; et un partenaire scientifique, l'unité mixte Systèmes d'élevages Méditerranéens et Tropicaux (INRAE, Montpellier SupAgro, CIRAD).

Le projet AGROSYL a concerné deux zones du département : les coteaux et le front pyrénéen, pour une population totale de 585 élevages bovins et/ou ovins allaitants. Ont été exclues les zones de plaine dont les exploitations sont majoritairement orientées vers les grandes cultures et les zones de montagne dans lesquelles les exploitations sont peu nombreuses et où la question de l'autonomie alimentaire est fortement liée à l'estive. Le projet a débuté en 2016 par un diagnostic, avec l'identification de solutions mobilisant l'arbre pour répondre aux besoins des éleveurs. Certaines solutions jugées déjà bien référencées ont donné lieu à un travail de diffusion. Pour d'autres solutions, il a été jugé utile de les mettre à l'épreuve des conditions locales pour fournir des références adaptées. Un dispositif d'essais en ferme a ainsi été mis en place, avec des mesures et observations, de 2017 et 2020, et l'organisation régulière de visites sur ces sites pilotes pour communiquer sur ces pratiques.

2. Le diagnostic initial sur les formations boisées : usages et perspectives.

2.1. La réalisation du diagnostic

Les objectifs du diagnostic étaient triples :

- i. faire un état des formations arborées présentes et de leurs utilisations ;
- ii. apprécier la perception de l'arbre par les éleveurs ; et
- iii. définir les besoins des éleveurs et les solutions techniques mobilisant l'arbre pour répondre à ces besoins.

Dans une première étape, nous avons recensé par une approche collective les besoins et solutions en lien avec l'arbre. Nous avons conduit trois réunions, rassemblant 9 éleveurs, 2 conseillers (CA 09) et 3 experts (Idele, IdF et INRAE). Pour participer à ces réunions, 120 éleveurs ont été invités, sur la base d'une liste constituée par les différents conseillers de la CA 09, repérant des éleveurs potentiellement intéressés par le sujet de l'arbre et la forêt. Dans une deuxième étape, des entretiens individuels ont été

réalisés chez 15 éleveurs, pour caractériser leurs pratiques agroforestières et travailler sur leurs besoins et les solutions possibles mobilisant l'arbre. L'échantillonnage a été réalisé à partir de la liste de 120 éleveurs, en maximisant la diversité des situations. Enfin, dans une troisième étape, nous avons mené une enquête téléphonique pour quantifier les usages, perceptions et besoins sur un échantillon représentatif de la population étudiée, soit 62 éleveurs, choisis au hasard dans la liste exhaustive des 585 éleveurs de la zone d'étude. L'analyse de l'enquête a permis de hiérarchiser les 10 besoins exprimés et les 34 solutions impliquant l'arbre en fonction de la proportion d'éleveurs jugeant cette solution intéressante. Puis, nous avons construit une typologie des éleveurs selon les fonctions qu'ils reconnaissaient aux arbres et les contraintes qu'ils leur attribuaient. La méthode graphique (Bertin, 1977) a permis de traiter le tableau de 62 individus et 16 variables, codée en 0 (la fonction – ou contrainte– n'est pas reconnue) ou 1 (fonction – ou contrainte – reconnue). Le regroupement visuel de colonnes a permis d'identifier des bouquets de fonctions, c'est-à-dire des fonctions fréquemment associées, alors que le regroupement de lignes a permis d'identifier des types d'éleveurs.

2.2. La place et les usages des formations arborées

L'arbre est très présent dans les élevages : 91% des éleveurs ont accès à des surfaces boisées et 92% ont des haies autour des prairies permanentes. Les

bosquets sont très présents dans les prairies, dans 68% des cas. En revanche, seuls 41% des éleveurs ont des haies autour des parcelles cultivées et les arbres comptés dans les cultures étaient très rares.

La majorité des éleveurs utilisent les formations boisées pour les animaux. Ainsi, 72% des éleveurs font leur troupeau dans des bois, mais seuls 41% considèrent que ces bois contribuent à l'alimentation, que ce soit par la strate herbacée en sous-bois ou les apports des ligneux (feuilles, fruits). Les 31% d'éleveurs restant donnent accès aux formations boisées plutôt pour abriter les animaux, notamment pendant l'été, avec pâturage dans des parcs combinant surfaces en herbe et surfaces boisées. Les formations boisées sont également utilisées pour abriter les animaux en hiver par 25% des éleveurs : pratiquant le plein-air intégral, leurs animaux passent l'hiver dans des parcs boisés où ils sont affourragés. Les éleveurs valorisent également des produits-bois. Ils pratiquent très largement l'autoconsommation (bois de chauffage, bois pour les piquets ou auto-construction...) ; mais ils sont moins nombreux (25%) à valoriser les produits-bois comme une source de diversification de leur revenu. Enfin, 52% des éleveurs considéraient l'arbre comme un patrimoine économique sur le long terme.

2.3. Quatre types d'éleveurs selon des bouquets de fonctions et les contraintes des arbres

Les éleveurs reconnaissent de multiples fonctions aux arbres, avec un bouquet commun de

Types	Proport. (%)	Score (de 0 à 100)				
		Commun	Env.	Patr. / Alim.	Diversification	Contraintes
1	8	15	0	0	0	0
2a	16	80	25	10	0	36
2b	13	91	25	19	0	90
3a	8	80	60	60	20	0
3b	32	88	70	60	25	36
4	23	100	63	61	71	77
Echantillon	100	83	49	42	26	46

Proport. : proportion des éleveurs de l'échantillon (n=62) dans le type

Commun : bouquet commun de fonctions : abri pour les animaux / intégration dans le paysage / délimitation des parcelles / autoconsommation bois de chauffage

Env. – bouquet de fonctions environnementales : protection contre l'érosion / amélioration de la qualité des sols / stockage de carbone / augmentation de la biodiversité

Patr./ Alim. : patrimoine économique / aliment pour les animaux / **Diversification** des revenus par vente de produits bois.

Contraintes : augmentation du temps de travail / augmentation des coûts d'entretien / obstacle à la mécanisation / faune indésirable / perte de rendement

Score : par bouquet de fonctions ou de contraintes = somme des fonctions (ou contraintes) reconnues pour un bouquet par chaque éleveur du groupe / total des fonctions (ou contraintes) du bouquet pour l'ensemble des éleveurs (variant de 0 : aucun éleveur ne reconnaît aucun des éléments du bouquet à 100 : tous les éleveurs du groupe reconnaissent tous les éléments du bouquet)

TABLEAU 1. : Typologie des éleveurs bovins et ovins allaitants en piémont pyrénéen ariègeois selon les fonctions et les contraintes reconnues pour les formations boisées

Table 1. : Types of suckler farmers rearing cattle and sheep in the Pyrenees foothills of Ariège as determined based on farmer views of woodland functions and constraints

fonctions : abri des animaux (90% des éleveurs), intégration de l'exploitation dans le paysage (85%), délimitation des parcelles (70%) et autoconsommation de bois de chauffage (82%). Des fonctions environnementales sont également reconnues, mais par la moitié des éleveurs seulement : protection contre l'érosion (54%), stockage du carbone (54%) et augmentation de la biodiversité (50%). Les arbres sont aussi perçus comme une contrainte : augmentation de la charge de travail (67%), augmentation des coûts d'entretien (51%) ou obstacle à la mécanisation (47%).

Quatre types d'éleveurs ont été distingués selon les fonctions et les contraintes qu'ils reconnaissent (tableau 1). Les éleveurs du type 1 (8%) détiennent peu de formations arborées, celles-ci ne représentant ni intérêt ni contrainte. Les éleveurs du type 2 (29%) reconnaissent en grande majorité le bouquet commun de fonctions, mais peu d'autres fonctions. Ils considèrent l'arbre comme présentant peu (type 2a) ou beaucoup de contraintes (type 2b). Les éleveurs du type 3 (40%) reconnaissent en plus des fonctions environnementales mais aussi de patrimoine économique et de fourniture d'aliments pour les animaux. Les arbres ne représentent pas (type 3a) ou peu de contraintes (type 3b). Enfin pour le type 4 (23%), les éleveurs reconnaissent toutes les fonctions des arbres, notamment ils utilisent largement le bois pour diversifier leur revenu. Malgré les nombreuses fonctions reconnues des arbres et la valorisation de produits bois, les arbres présentent aussi de nombreuses contraintes pour les éleveurs de type 4.

2.4. L'arbre comme solution à des besoins exprimés par les éleveurs

Le diagnostic a permis d'identifier 10 besoins ainsi que 34 solutions pour y répondre en mobilisant l'arbre. Quatre besoins ont été exprimés par au moins la moitié des éleveurs : le bien-être animal, l'autonomie alimentaire, la diversification des revenus, et la réduction des charges (tableau 2). Trois solutions ont été énoncées par près de la moitié des éleveurs : la création d'abri en sous-bois et la plantation de haies brise-vent, pour améliorer le bien-être animal, et la réalisation d'éclaircies et le pâturage d'herbe en sous-bois pour améliorer l'autonomie alimentaire. A part la plantation des haies brise-vent, les solutions impliquant la plantation d'arbres ont été moins mises en avant que celles permettant de valoriser les formations boisées déjà existantes.

Les solutions, déjà bien documentées, ont donné lieu à un travail de diffusion. D'autres, jugées d'avenir, ont fait l'objet d'une communication spécifique avec des partenaires, comme par exemple, l'impact des arbres sur la phénologie des prairies permanentes, étudié dans les projets Parasol et Arbele (Béral *et al.*, 2018). Pour quatre solutions enfin, nous avons mis en place des sites essais en ferme pilote : l'utilisation de plaquette forestière pour la litière ; la réalisation d'éclaircies pour faire pâturer en sous-bois ; la valorisation des ressources ligneuses pour l'alimentation ; la plantation d'arbres fourragers. Certaines intéressaient une large part des éleveurs, comme les éclaircies sylvopastorales ou l'utilisation de plaquettes forestières. D'autres solutions n'avaient pas recueilli un bon score en termes de solutions à

Besoins exprimés(*)	BEA	Aut.	Div.	Red.
Eleveurs exprimant le besoin (%)	80	58	55	46
Valoriser les formations boisées existantes				
Créer des abris en sous-bois	62			
Produire des plaquettes forestières pour la litière	25			20
Produire du bois (bois d'œuvre, bois de chauffage, piquet...)			38	33
Avoir un troupeau spécifique pour valoriser les bois		20	15	
Faire des éclaircies pour favoriser le pâturage d'herbe en sous-bois		48		
Utiliser des ressources ligneuses (feuilles, fruits) pour l'alimentation				8
Planter des arbres				
Arbres fourragers		10		
Arbres dans les prairies permanentes pour favoriser le pâturage estival		16		
Arbres pour la production de bois d'œuvre			18	
Arbres pour la production de fruit			16	
Haies brises vent	54			

(*) Besoins. BEA : bien-être animal, Aut. : autonomie alimentaire, Div. : diversification des revenus, Red. : réduction des charges

TABLEAU 2 : Principaux besoins exprimés par les éleveurs et solutions techniques mobilisant l'arbre pour répondre à ces besoins, en pourcentage des éleveurs de l'échantillon total (Bounab *et al.*, 2018).

Table 2: Main needs expressed by the farmers and technical woodland-based solutions for meeting these needs

tester, mais ont été jugées à dire d'expert comme des pratiques d'avenir. Ces solutions, lorsqu'elles avaient été bien expliquées dans le cadre de groupes de travail, avaient suscité un vif intérêt de la part de certains éleveurs.

3. La réalisation de pilotes de solutions agroforestière chez des éleveurs

Le choix des exploitations pilotes pour tester les solutions retenues a reposé sur la motivation de l'éleveur à s'engager dans ce type de dispositif, à savoir : supporter le coût de mise en œuvre et les contraintes de gestion du site, s'engager à fournir toutes les informations nécessaires au suivi des dispositifs, accepter d'accueillir des groupes pour faire partager leurs expériences sur leur exploitation. La taille de l'exploitation (surface, cheptel) devait également être représentative de la moyenne départementale. Cinq éleveurs ont ainsi participé au dispositif. Ils ont choisi parmi les quatre solutions à tester, celles qu'ils pouvaient mettre en œuvre sur leurs exploitations. Elles ont été déployées et pour certaines répétées avec des modalités différentes pour s'adapter aux contextes des exploitations. Au final, 7 pilotes expérimentaux ont été mis en place.

3.1. Une banque fourragère de mûriers blancs

Le mûrier blanc (*Morus alba*) a été utilisé pendant les dernières décades comme arbre fourrager dans les pays tropicaux et a donné de très bons résultats en termes de production de biomasse, composition nutritive, digestibilité, appétence, consommation volontaire et enfin, impact sur les performances des animaux en croissance ou en lactation (Alpizar-Naranjo *et al.*, 2017 ; González-García et Martín-Martín, 2017 ; Sib *et al.*, 2020). Dans des conditions méditerranéennes, notamment autour de Montpellier, l'utilisation de fourrage du mûrier blanc (variété japonaise *Morus alba* CV. Kokuso 21) a également donné des résultats intéressants en termes de digestibilité et d'appétence, comparable à celles d'autres ressources comme la luzerne (Papanastasis *et al.*, 1999).

Un éleveur était intéressé pour tester le comportement d'une banque fourragère avec cette essence de mûrier. Il conduit un troupeau de 180 vaches Limousine en Agriculture Biologique, pour une SAU de 379 ha, dont 151 ha cultivés (prairies temporaires et céréales), 91 ha de prairies permanentes, 97 ha de parcours et 40 ha de bois pâturés.

◆ Mise en place du pilote

Une parcelle pilote de 2000 m² (120 m × 17 m) a été choisie, située à 500 m d'un cours d'eau. Le sol est riche, assez frais et profond (120 cm), d'une texture

limono-sablo argileuse. La parcelle était cultivée avec une succession maïs – luzerne – sorgho.

Avant la plantation, une préparation du sol a été effectuée avec deux labours et un billonnage profond (réalisation de sillons de 30 cm de profondeur), ainsi qu'un apport de 40 tonnes de fumier. En parallèle, les plants de mûrier blanc ont été préparés pendant quelques mois dans une pépinière, pour atteindre des tiges d'environ 30-50 cm de hauteur. La plantation s'est effectuée en avril 2017, à haute densité (25 000 plants/ha), avec un écartement de 80 cm entre rangs et de 50 cm entre plants sur le rang. L'entretien du peuplement a été mené, avec combinaison de désherbage manuel et mécanique (bineuse) entre rangs et entre plants tous les 2 mois, paillage et application de fumier pour la fertilisation (10 tonnes de fumier chaque hiver). Une coupe d'uniformisation à la hauteur précise d'un 1 m a été effectuée manuellement en mai 2018, à la fin de l'année d'installation. A partir de cette date, l'exploitation de la banque fourragère pour les animaux a commencé. Pour les premières années de récolte (2018-2020), différentes alternatives de mécanisation de la récolte ainsi que de stratégies de pâturage ont fait l'objet de séances de réflexion au cours du projet. Par exemple, trois modalités de coupe ont été testées : coupe à la faucheuse, coupe manuelle et coupe au broyeur. La hauteur de coupe a été uniforme pour chaque modalité, fixée à 50 cm (mesurée à partir du sol). Le fourrage coupé a été broyé et distribué en frais.

Un suivi agronomique a été réalisé pour caractériser la croissance et la mortalité des plants, le rendement en biomasse et sa valeur nutritive. Pour ce faire, 250 plants, soient 5% de la population, ont été sélectionnés au hasard, en évitant les bordures, pour obtenir un échantillon représentatif de la parcelle. Les échantillons du fourrage comestible (feuilles et tiges jeunes, secondaires ou tendres) ont été séchés en étuve à 60°C pendant 48 h puis broyés. La composition chimique a été évaluée par spectrométrie dans le proche infrarouge, une partie des échantillons étant analysés par voie chimique pour la calibration des analyses SPIR. Puis la valeur alimentaire a été estimée avec le système PrévAlim de l'INRA (Baumont *et al.*, 1999). Les données de valeur alimentaire (PDI, UEB et UFL) sont donc approximatives, puisqu'elles sont estimées à partir de la composition chimique des échantillons analysés par voie chimique et de fourrages de références disponibles dans la base PrévAlim, proches de la composition du mûrier.

◆ L'implantation et l'exploitation de la banque fourragère

La phase d'installation s'est déroulée sans difficulté (Bounab *et al.*, 2019). A 3,5 ans d'âge, le peuplement compte toujours plus de 98% des individus plantés en avril 2017. Une fois installée, la banque fourragère a supporté un régime de récoltes fréquent, par coupe mécanique (à une hauteur entre

45-50 cm du sol) ou par le pâturage. Durant la première année d'exploitation, deux coupes ont été effectuées en juin et octobre 2018. Dans la deuxième année d'exploitation (2019), des récoltes mécaniques ont été combinées avec le pâturage. Enfin, à partir de 2020, le pâturage a été privilégié par l'éleveur. L'objectif du pâturage est double : 1) désherbage par les animaux et 2) ingestion d'herbe, en plus du feuillage du mûrier. En 2020, 5 séances de pâturage se sont déroulées : en février (pâturage d'herbe 100%, pas de biomasse disponible de mûrier à ce stade) ; en avril (idem février) ; en mai (herbe-premières repousses de mûrier, *ratio* d'ingestion volontaire 80-20) ; en juin (herbe-mûrier, *ratio* d'ingestion volontaire 50-50) ; en juillet (herbe-mûrier, *ratio* d'ingestion volontaire 20-80). Les séances de pâturage ont une durée moyenne de 1 à 1,5 heures pendant deux matinées consécutives, avec une très forte densité animale (50 vaches pour 0,2 ha).

Le rendement en biomasse totale et comestible (> 4 t MS/ha/an) était acceptable. Compte tenu qu'il s'agit d'un peuplement jeune, le rendement devrait augmenter de manière progressive avec le temps, en fonction de la maturité de la plantation et l'augmentation en parallèle de la profondeur des racines, la capacité de pompage des nutriments et d'eau et donc la réserve énergétique et capacité de repousse des plantes après la récolte. Ce comportement reste à vérifier, notamment en lien avec le niveau élevé d'exploitation. En condition tropicale, des rendements de 10 à 13 t MS/ha/an ont été mesurés pour ce type de banque fourragère, avec forte densité d'arbres et uniquement fumure organique (González-García and Martín, 2017).

La qualité du fourrage était excellente (tableau 3), avec des valeurs de MAT et de digestibilité *in vitro* de l'ordre de respectivement, 19 et 80 %. Rappelons que les valeurs alimentaires données ici sont approximatives. Elles se rapprochent de celles rapportées par Emile *et al.* (2017). Les mesures *in vivo* de la digestibilité sont également disponibles pour le mûrier blanc et les essais montrent que les feuilles étaient consommées en quantité très importante et

correctement digérées par l'animal (Bernard *et al.*, 2020). L'acceptabilité du fourrage coupé, broyé et distribué en frais aux vaches et génisses a été excellente, de même au pâturage. Pendant les tests de cafétéria, les animaux ont montré une adaptation et familiarisation presque immédiate à un fourrage tout à fait nouveau pour eux. Les niveaux d'ingestion ont été très élevés (100 % de la quantité distribuée), avec presque aucun refus 2 heures après la distribution en bâtiment de 3 kg de fourrage frais et broyé par vache. Compte tenu de la densité nutritionnelle de ce fourrage, il doit être envisagé comme une source alternative de complémentation dans la ration des animaux, en substitution à d'autres matières premières, comme l'ensilage de sorgho ou des concentrées.

Le pilote a donc montré la faisabilité de l'implantation d'une banque fourragère de mûrier blanc en Ariège, fournissant un fourrage de très bonne qualité, comparable voire supérieur aux espèces fourragères classiques, disponible en période estivale. L'approche dans le cadre d'un essai en ferme a permis de co-concevoir pas à pas les modalités d'exploitations à mettre en œuvre, en concertation entre l'éleveur, les conseillers de la Chambre d'Agriculture et les chercheurs.

3.2. Des éclaircies sylvopastorales

Trois éleveurs ont été volontaires pour réaliser des tests d'éclaircies sylvopastorales dans leurs bois, sur des surfaces de l'ordre de 2 ha : deux en ovin (1 200 et 1 000 brebis) et un en bovin allaitant (90 vaches). L'objectif des éclaircies dans ces boisements très fermés étaient de retrouver de la lumière, tout en gardant une ambiance forestière propice au développement d'espèces végétales herbacées et ligneuses pouvant être consommées par les animaux à plusieurs périodes de l'année. L'intérêt des éleveurs pour cette expérimentation était la recherche d'amélioration de l'autonomie alimentaire, une valorisation des bois et diversification des activités et la mise en place de pratiques agroécologiques.

		Composition chimique				Valeur alimentaire				Digestibilité		
Production	Coupes	MS	MO	MAT	NDF	CB	PDIN	PDIE	UEB	UFL	dMS	dMO
t MS / ha / an	N / an	%				G / kg MS					%	%
4,1	3	33	901	194	332	192	122	86	0,7	0,63	80,1	78,7

PDI = protéine digestible dans l'intestin grêle à partir de la matière azotée apportée par l'aliment (PDIN) ou de l'énergie fermentescible dans le rumen (PDIE)

UEB = Mesure de la capacité d'ingestion de l'animal. Unité d'encombrement bovin (cf. 1 UE correspond à l'encombrement d'1 kg du fourrage standard dans le rumen (pâturage herbe bon valeur nutritionnelle, digestibilité matière organique = 0,77).

UFL = Unité Fourragère Lait, quantité d'énergie nette absorbable pendant la lactation ou l'entretien. 1 UFL = 1700 kcal

TABLEAU 3 : Rendement et estimation approximative des valeurs nutritives du fourrage du mûrier blanc (feuilles et tiges secondaires, en frais et broyé) produit dans la parcelle expérimentale.

Table 3: Yield and rough estimate of the white mulberry fodder's nutritional value

◆ Mise en place des pilotes

Les boisements étaient diversifiés, avec des mélanges de taillis et futaies de chêne pubescent (*Quercus pubescens*) et pour un élevage ovin et l'élevage bovin, et un mélange d'accrus (peuplement spontané) de robinier faux acacia (*Robinia pseudacacia*) et de frêne commun (*Fraxinus excelsior*) pour le second éleveur ovin.

Un bilan sylvopastoral a été réalisé, permettant de proposer des prélèvements adaptés au peuplement forestier et aux objectifs des éleveurs. Dans le cas des peuplements en taillis de chêne pubescent, une coupe par éclaircie (coupe sélective) a été préconisée par les forestiers, tandis que des layons (coupe non sélective, par bandes) ont été opérés dans le peuplement de robinier et frêne. Pour chaque élevage, un dispositif en trois blocs, de 0,25 ha chacun, a été mis en place avec différents niveaux d'éclaircie et un témoin (tableau 4). Lors des travaux d'éclaircies, les niveaux de prélèvements prévus n'ont pas toujours été réalisés tels que définis suite au bilan initial. Les blocs étaient situés dans un même parc de pâturage et n'ont pas été mis en défens. Les surfaces ont donc été pâturées selon des modalités décidées par les éleveurs. L'éleveur Ovin1 réalise 4 passages de 3 semaines en avril, juin, août et octobre avec 1 200 brebis sur un parc de 20 ha comprenant la surface boisée du pilote. L'éleveur Ovin2 pâture quelques jours au printemps avant la montée en estive, et à l'automne, deux petits parcs de 0,6 ha avec 1000 brebis. L'éleveur Bovin3 ne faisait pas pâturer les bois avant la mise en place du pilote. Les 40 mères ont pâturé durant quatre jours un parc de 2 ha, contenant une partie en prairie et la zone boisée, en septembre puis en novembre.

Elevage	Bloc A	Bloc B	Bloc C
Ovin 1	1 222 tiges/ha Eclaircie : 55%	1 222 tiges/ha Eclaircie : 55%	1 111 tiges/ha Pas d'éclaircie : témoin
Ovin 2 :	3 444 tiges/ha Layons : 55%	3 011 tiges/ha Layons : 30%	3 589 tiges/ha Pas d'éclaircie : témoin
Bovin 3	900 tiges/ha Pas d'éclaircie : témoin	1 111 tiges/ha Eclaircie de 50%	3 589 tiges/ha Eclaircie de 20%

TABLEAU 4 : Densité initiale du peuplement forestier et niveaux d'éclaircie (en % d'ouverture du houppier) réalisées pour les trois essais pilotes

Table 4 : Initial stand density and thinning regimes (% crown opening) in the three experimental trials

Un suivi a été mis en place, avec 9 placettes par bloc (de 0,5 m x 5 m pour les indicateurs pastoraux et 10 m x 10 m pour les indicateurs forestiers) pour

mesurer : i) le recouvrement des différentes strates végétales, ii) la diversité végétale offerte aux animaux, iii) l'impact et l'accessibilité du pâturage, iv) l'évolution du peuplement arboré. Après un état initial de la végétation avant éclaircie en 2017, les mesures ont été répétées annuellement en fin de printemps, une fois les animaux passés. Les coefficients de recouvrements ont été évalués sur le terrain, en projetant verticalement, pour chaque strate, l'espace occupé par la végétation au sol, et en notant le pourcentage d'occupation de la zone de relevé. Pour le peuplement avec des coupes en layons, les mesures ont été réalisées dans le layon et sous le couvert arboré.

◆ Evolution de la ressource pastorale après les éclaircies

Suite aux éclaircies, l'évolution entre 2017 et 2020 des strates de végétation accessibles et consommables par les animaux est différente selon les élevages (tableau 5). Pour Ovin1, le recouvrement des différentes strates herbacées, décomposé entre les graminées, légumineuses et diverses, a augmenté dans les deux blocs A et B, qui ont eu une éclaircie de 55%. Par exemple, le recouvrement des graminées du bloc B a augmenté de 15 points entre 2017 et 2020. Dans le bloc témoin C, la strate herbacée a eu tendance au contraire à diminuer (-2,2 points pour les graminées par rapport à 2017). La strate ligneuse accessible aux animaux a également plus progressé pour les blocs A et B par rapport au témoin (respectivement +5,3 et 3,3 points par rapport à 2017). Pour l'élevage Ovin2, où les éclaircies ont été faites en layons, les évolutions ont été plus homogènes entre les blocs, témoin compris, et il est difficile d'observer un effet de l'éclaircie. L'évolution positive des recouvrements des graminées a cependant été supérieure pour les blocs éclaircis : +19,8 points pour le bloc A (éclaircie 50%) et +10,6 pt pour le bloc témoin C). Les diminutions importantes de la classe « ligneux accessibles » s'explique par la croissance de ces végétaux, les rendant non consommables par les brebis. Pour l'élevage Bovin3, la reprise de la végétation après éclaircie est plus difficile, et l'évolution du recouvrement des herbacées est bien moins marquée que dans les autres cas, notamment pour les légumineuses et les diverses. Les recouvrements moyens des graminées progressent pour tous les blocs, avec +2,3 points pour le bloc le plus éclairci (B, 40%) et +5,6 points pour le bloc témoin, ce qui peut s'expliquer par un effet lisière avec une entrée de lumière non prévue dans les éclaircies initiales.

Selon les modalités d'éclaircie, de végétations présentes à l'origine, et de pratiques du pâturage, les tendances d'évolution des recouvrements des strates pastorales présentent donc une variabilité importante, qui peut être intéressante du point de vue pastoral (amélioration de la couverture en graminées).

Eleveur	Bloc niveau d'éclaircie	Graminées	Légumineuses	Diverses	Ligneux accessibles
Ovin 1	A – 55%	1,9	0,8	4,3	5,3
	B – 55%	15,1	0,4	6,9	3,3
	Témoin	-2,2	0,1	-1,7	1,3
Ovin 2	A - 50%	19,8	3,4	7,4	-52,7
	B – 30%	14,7	3,1	6,2	-21,4
	Témoin	10,6	3,4	7,5	-20,0
Bovin 3	B – 40%	2,3	0,3	-1,1	-16,4
	C – 20%	3,8	0,0	0,5	-17,5
	Témoin	5,6	1,1	1,6	-41,7

TABLEAU 5 : Evolution 2017-2020 des recouvrements moyens des différentes composantes de la strate herbacée et de la strate ligneuse accessible aux animaux suite à des éclaircies (exprimé en points, différence absolue entre les recouvrements de 2020 par rapport à ceux de 2017, les recouvrements étant exprimés en pourcentage).

Table 5 : Changes from 2017 to 2020 in the average cover of the herbaceous understory plants and woody overstory plants accessible to animals following thinning

4. Discussion et perspectives

4.1. Un intérêt croissant pour l'arbre

L'arbre est déjà très présent dans les paysages et les exploitations d'élevage du piémont pyrénéen de l'Ariège. Les éleveurs mettent en avant des effets positifs de l'arbre, avec le bien-être animal en tête, comme dans des régions de bocage en plaine (Fages et Mignot, 2015). Les contraintes de travail, de mécanisation, de coûts sont également pointées, en Ariège comme ailleurs (Moreau *et al.*, 2020). Les profils d'éleveurs sont cependant contrastés : si une grande majorité ont plutôt une vision positive de l'arbre, il faut aussi noter que ceux qui utilisent le plus l'arbre sont également très sensibles à ces contraintes.

Les thématiques travaillées autour de l'arbre par la Chambre d'Agriculture ont bien évolué depuis une vingtaine d'années, avec un décroisement croissant entre les dimensions sylvicoles et agricoles. Ainsi, de nombreux éleveurs sont aujourd'hui sensibilisés sur l'intérêt d'utiliser le bois pour des usages agricoles. Par exemple, le paillage bois est un sujet que connaissent aujourd'hui de nombreux agriculteurs sur le département comme le montre le diagnostic mené en 2016.

Une action de développement a été lancée en faveur des plantations d'arbres dans des parcelles agricoles. Depuis 2014, une quinzaine d'agriculteurs ont implanté des parcelles agroforestières en grandes cultures mais également en élevage. Néanmoins, la surface plantée est aujourd'hui encore très faible, et pose la question, sans remettre en question le bien fondé du procédé, de l'ampleur du changement proposé aux agriculteurs. Il faudra sans doute encore des décennies pour voir cette pratique se généraliser. La plantation d'arbres fourragers en peuplement

dense, expérimentée au cours du projet, est une nouvelle pratique agroforestière en élevage qui mérite encore des efforts de mise au point pour qu'elle trouve sa place dans les exploitations.

4.2. Deux solutions prometteuses pour renforcer l'autonomie alimentaire

L'essai sur la plantation de mûrier blanc a montré la possibilité de disposer d'une source de fourrage de bonne valeur alimentaire en été. Ces résultats sont concordants avec ceux obtenus par Emile *et al.* (2017) et Bernard *et al.* (2020), pointant l'intérêt du mûrier blanc. Cette ressource est disponible pendant la période estivale, quand les ressources herbacées viennent à manquer. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont très encourageants pour les agriculteurs locaux, à la recherche d'alternatives pour atteindre l'autonomie fourragère, dans un contexte de changement climatique et de sécheresse estivale de plus en plus marquée. Il est nécessaire de poursuivre l'essai pour étudier comment se comporte le peuplement à forte densité et coupes fréquentes, notamment en termes de biomasse produite. Une analyse économique de l'intérêt de l'incorporation de ce fourrage dans le système d'alimentation du troupeau et de la substitution d'une surface cultivée par un peuplement arboré, notamment en situation de sécheresse, sera également à faire. Concernant la récolte et la distribution du fourrage, il faut tout d'abord rappeler que cette technologie a été conçue à la base pour fonctionner comme une « banque fourragère », avec une exploitation journalière par coupe et distribution. Dans les pays tropicaux, la coupe se fait à la main et la distribution en frais. Le challenge est maintenant autour de la mécanisation de la récolte, qui a commencé à être abordée dans cet essai. Il serait intéressant de continuer à adapter les itinéraires

techniques aux conditions des éleveurs européens, en testant différentes modalités.

L'utilisation des formations boisées existantes est une autre voie intéressante pour associer arbre et élevage. Si nombre d'éleveurs font pacager leurs bois, ils n'en attendent cependant pas toujours une contribution à l'alimentation du troupeau. Les éclaircies sylvopastorales répondent bien à cet enjeu de créer de la ressource pour les animaux tout en valorisant des produits sylvicoles. Les essais mis en place montrent que la maîtrise des pratiques de pâturage post-coupe est primordiale. Il s'agit d'appliquer une pression de pâturage suffisante pour prévenir un développement trop rapide des broussailles, mais en prenant garde à ne pas sur-pâturer les jeunes repousses herbacées, ce qui fragiliserait cette ressource, notamment la première année. Il faut donc pouvoir envisager le pâturage de ces surfaces avec une vision pluri-annuelle. Ceci n'est pas toujours possible dans des élevages où l'autonomie alimentaire est limitée. La mise en place de dispositifs sylvopastoraux sur une surface donnée dans un élevage doit nécessairement s'accompagner d'une reconception de la place de cette surface dans le système d'alimentation du troupeau, en termes de période propice de pâturage, de chargement, d'objectifs de prélèvement, pour atteindre, durablement les objectifs fixés. La croissance du houppier amène à une fermeture du milieu progressive, et donc à adapter le prélèvement animal au cours du temps, et à envisager de nouvelles coupes pour un maintien de l'ouverture de la canopée et de la ressource en herbe. La mise en place d'essais pilotes avec trois éleveurs permet de mettre en valeur l'importance d'une triple compétence technique entre conseillers forestiers et pastoraux, d'une part, et éleveurs d'autre part, pour concilier les objectifs de production arborée, de gestion de la ressource pastorale, d'autonomie alimentaire et de production. Il est donc primordial de mettre en place et valoriser les formations permettant de conseiller la réalisation et l'utilisation des aménagements sylvopastoraux, mais également, de permettre aux éleveurs d'en assurer un pâturage satisfaisant.

4.3. Une nécessaire évaluation multicritère à l'échelle de l'exploitation

Les essais réalisés montrent les possibilités d'adaptation locale de pratiques agroforestières pour renforcer l'autonomie fourragère. Fort des résultats sur 3 ans à l'échelle de parcelles ou de blocs de l'ordre du quart d'hectare, il convient maintenant d'étudier ces pratiques à l'échelle de l'exploitation, afin d'évaluer la possible contribution des pratiques agroforestières au renforcement de l'autonomie fourragère et de la robustesse du système alimentation face aux événements climatiques extrêmes, notamment sécheresse estivale. La construction de scénarios et leur évaluation technico-économique est l'objet d'un

travail de simulation en cours. Ceci permettra notamment d'apprécier l'intérêt de ces pratiques en termes d'adaptation au changement climatique qui va rendre encore plus prégnante la question de l'autonomie alimentaire. Les formations arborées sont également un levier d'atténuation en élevage, grâce au flux de stockage de carbone dans la biomasse des arbres et les sols sous formations arborées (Dollé *et al.*, 2013). Cette fonction de stockage de carbone est bien reconnue localement par près de la moitié des éleveurs. Ces flux pourraient compenser tout ou partie des émissions de gaz à effet de serre des élevages. Le potentiel de stockage de carbone en lien avec les pratiques agroforestières testées ici serait intéressant à analyser. Quels seraient notamment les flux nets de carbone dans les peuplements forestiers avec éclaircies sylvopastorales et pâturage, notamment en fonction du temps de retour d'une nouvelle éclaircie, comparés à ceux issus d'une gestion sylvicole du même peuplement ?

Conclusion

Dans le cadre du projet, les sujets débattus en Ariège entre agriculteurs, conseillers et experts, ont mis en lumière d'un côté un intérêt certain et croissant pour un usage agricole du bois, mais aussi une réticence à changer radicalement de modèle d'exploitation. Fort de ce double constat, le projet a eu comme ambition de s'appuyer sur les dynamiques existantes, les tendances des pratiques en place sans vouloir systématiquement les révolutionner, en positionnant l'arbre auprès des éleveurs comme une composante à part entière de leurs systèmes d'exploitation. Les essais mis en place participent de ce processus, avec un travail de construction de nouvelles façons de faire par des éleveurs motivés. Il s'agit de bâtir une expérience locale, tant du point de vue d'éleveurs que des conseillers, qui pourrait permettre une appropriation progressive à l'échelle du territoire de nouvelles pratiques agroforestières. Les résultats produits à l'échelle des élevages viande de l'Ariège pourront également être des sources d'idées et de références pour d'autres départements de la chaîne pyrénéenne.

Article accepté pour publication le 05 mars 2021

Remerciements : Nous remercions tous les éleveurs qui ont participé aux différentes étapes de ce travail, en particuliers les cinq éleveurs qui ont installé des essais pilotes sur leur exploitation. Nous remercions également les stagiaires qui ont contribué au diagnostic et au suivi des pilotes : Guilhem Laurents, Marie Cadudal et Solène Brout.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreil C., Fritz H., Meuret M., (2005). « Maintenance of daily intake through bite mass diversity adjustment in sheep grazing on heterogeneous and variable vegetation », *Applied Animal Behaviour Science*, 91, 35-56.
- Alpizar-Naranjo A., Arece-García J., Esperance, M., López Y., Molina M., González-García E. (2017). « Partial or total replacement of commercial concentrate with on-farm grown mulberry forage: effects on lamb

- growth and feeding costs », *Tropical Animal Health and Production*, 49, 537–546.
- Baumont R., Champciaux P., Agabriel J., Andrieu J., Aufrère J., Michalet-Doreau B., Demarquilly C., (1999). « Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants : PrévAlim pour INRAtion », *INRA Prod. Anim.*, 12, 183-194.
- Béral C., Moreau J.C., Andueza D., Pottier E., (2018). *Production fourragère herbacée en agroforesterie*. Synthèse de résultats su Séminaire de restitution ARBELE, 5 juin 2018, 4 p. <https://parasol.projet-agroforesterie.net/docs/ACTION2/SYNTHESEDESRESULTATS-Tache2-AGROOFSCOP ET INRA.pdf>
- Bernard M., Ginane C., Deiss V., Emile J.C., Novak S., (2020). « Ingestion volontaire et digestibilité in vivo de feuilles de deux essences d'arbres, le frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et le mûrier blanc (*Morus alba*) », *Fourrages*, 242, 55-59.
- Bertin J., (1977). *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Flammarion, 288 p.
- Bird P.R., (1998). « Tree windbreaks and shelter benefits to pasture in temperate grazing systems », *Agroforestry Systems*, 41, 35-54.
- Bounab M., Nozières-Petit M.O., Moulin C.H., (2018). « Reconcevoir la place de l'arbre dans les systèmes d'élevage allaitant herbagers de montagne : exemple d'une démarche d'innovation en Ariège », *Renc. Rech. Ruminants*, 24, 5 p.
- Bounab M., Authier M., Brout S., Cadudal M., González-García E., (2019). « A low input high density mulberry forage bank contributing to the autonomy of a beef cattle farm in Ariège (France) », *4th World Congress on Agroforestry*, Montpellier, France, 20-22 May.
- Cardinael R., Umulisa V., Toudert A., Olivier A., Bockel L., Bernoux M., (2018). « Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems ». *Environmental Research Letters*, 13, 124020.
- Dollé J.-B., Faverdin P., Agabriel J., Sauvart D., Klumpp K., (2013). « Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production », *Fourrages*, 215, 181-191.
- Emile J.C., Barre P., Delagarde R., Niderkorn V., Novak S., (2017). « Les arbres, une ressource fourragère au pâturage pour des bovins laitiers ? », *Fourrages*, 230, 155-160.
- Ergon A., Seddaiu G., Korhonen P., Virkajärvi P., Bellocchi G., Jørgensen M., Ostrem L., Reheul D., Volaire F., (2018). «How can forage production in Nordic and Mediterranean Europe adapt to the challenges and opportunities arising from climate change? » *European Journal of Agronomy*, 92, 97-106.
- Fages R., Mignot C., (2015). « Place et perception des systèmes agroforestiers en élevage. Des fonctions et usages multiples, APCA, IDELE, projet CASDAR Arbele, 12p.
- García de Jalón S., Burgess P.J., Graves A. et al., (2018). « How is agroforestry perceived in Europe? An assessment of positive and negative aspects by stakeholders ». *Agroforest. Syst.*, 92, 829–848.
- Gautier D., Launay F., Sajdak G., Guérin G., (2011). « Recherche d'un développement local équilibré fondé sur le sylvopastoralisme : valoriser des massifs forestiers. et installer des systèmes d'élevage innovants », *Innovations Agronomiques*, 17, 163-173
- Gavazov K. S., Peringer A., Buttler A., Gillet F., Spiegelberger T., (2013). « Dynamics of forage production in pasture-woodlands of the Swiss Jura Mountains under projected climate change scenarios », *Ecology and Society* 18: 38. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04974-180138>
- González-García E. et Martín-Martín G., (2017). « Biomass yield and nutrient content of a high density mulberry forage bank established under low input tropical farming conditions: effects of year season, harvest frequency and organic fertilisation rate ». *Grass and Forage Science*, 72, 248–260.
- Moreau J.-C., Béral C., Hannachi Y., Lavoyer S., Monier S., Novak S., Van Lerberghe P., (2020). « ARBELE - L'arbre dans les exploitations d'élevage herbivore : des fonctions et usages multiples », *Innovations Agronomiques*, 79, 499-521.
- Papanastasi V.P., Tsiouvaras C.N., Dini-Papanastasi O., Vaitis T., Stringi L., Cereti C.F., Dupraz C., Armand D., Meuret M., Olea L., (1999). Selection and Utilization of Cultivated Fodder Trees and Shrubs in the Mediterranean Region. CIHEAM - Options Méditerranéennes. Results and researches carried out within the CAMAR EC/DG.VI Programme, contract 8001 -CT90-0030 titled "Selection and utilization of cultivated fodder trees and shrubs in Mediterranean extensive livestock production systems", 93 p.
- Sib O., Vall E., Bougouma-Yaméogo V.M.-C., Blanchard M., Navarro M. et González-García E., (2020). « Establishing high-density protein banks for livestock in Burkina Faso (West Africa): agronomic «performance under contrasting edaphoclimatic conditions ». *Agroforestry Systems*, 94, 319–333.