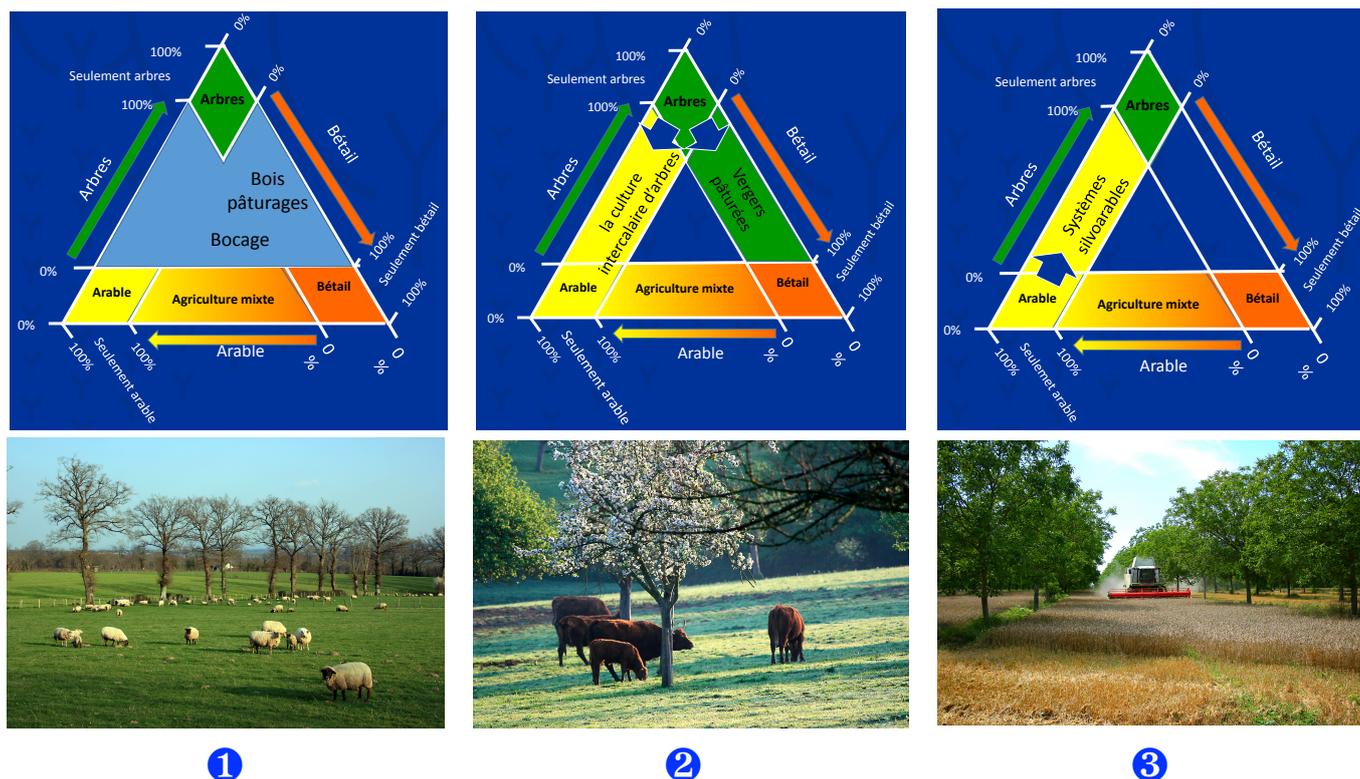


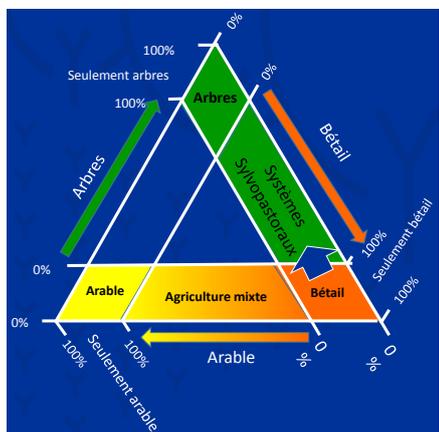
L'agroforesterie : une clé pour le développement de l'agro-écologie ?

Les systèmes agroforestiers traditionnels, combinant des pratiques agricoles et/ou pastorales à la gestion d'une végétation arborée pré-existante ou plantée, revêtent des formes très variées dans de nombreux agro-écosystèmes du monde tropical, méditerranéen et tempéré. Ces systèmes hérités du passé peuvent-ils avoir un intérêt aujourd'hui et sous quelle forme? Quels sont les mécanismes écophysologiques sous-jacents ? Quels sont les atouts de l'agroforesterie et les verrous à lever pour qu'elle se développe comme une pratique moderne et agro-écologique ?

Agroforesterie : de quoi s'agit-il ?

On peut définir simplement l'agroforesterie comme la pratique consistant à intégrer de manière délibérée la végétation ligneuse (arbres ou arbustes) dans des systèmes de production végétale (cultures) ou animale, afin de bénéficier au plan économique et environnemental des interactions résultant de cette intégration (fig. 1). On peut classer les principaux types de systèmes agro-forestiers rencontrés à partir des pratiques qui y sont observées : ❶ les systèmes traditionnels à forte valeur environnementale et culturelle : le bocage et ses haies plus ou moins arborées, souvent mis à mal par l'agriculture intensive et la mécanisation, ou encore les formations claires de chêne de la péninsule ibérique (dehesa, montado) ; ❷ les systèmes arborés à production de haute valeur (vergers pâturés) ; ❸ les systèmes agri-forestiers combinant arbres (souvent plantés en ligne) et cultures intercalaires ; ❹ les systèmes sylvopastoraux combinant arbres (fourragers ou non), production d'herbe et pâturage ; on peut y rattacher les bandes tampons arborées naturelles ou plantées le long des rives des cours d'eau, les séparant des cultures adjacentes, pour protéger la qualité de l'eau. Mais pourquoi des agriculteurs s'intéressent-ils à ces peuplements végétaux pluri-stratifiés ?





4



Figure 1. Typologie simplifiée des systèmes agroforestiers en Europe

NB : comprendre le terme «arable» figurant dans les triangles comme «culture agricole»

Source : AGFORWARD 2015
Photos AGROOF

Compromis ou synergies entre productions et services écosystémiques : des mécanismes et un fonctionnement de mieux en mieux connus

Les systèmes agroforestiers sont des agrosystèmes hétérogènes conçus pour produire des biens et des services multiples. Leur fonctionnement dépend fortement des relations interspécifiques entre arbres et plantes herbacées. Ces interactions peuvent se décrire (fig.2) en termes de **compétition** (partage d'une ressource donnée mais de façon limitante pour chaque espèce), de **complémentarité** (meilleure utilisation de la ressource disponible) et de **facilitation** (augmentation de la ressource à partager). L'objectif pour un système agroforestier est donc d'**accroître la complémentarité et de générer la facilitation**. Dans la pratique, les cas d'interactions positives sont souvent observés. Dans les systèmes agroforestiers, les relations de complémentarité sont fortes. En effet les besoins des arbres et plantes herbacées sont souvent décalés dans le temps ou dans l'espace. Un bon exemple est le bilan d'utilisation de la lumière dans un système associant des arbres à feuilles caduques et des cultures d'hiver. La «plasticité» phénotypique et écophysologique des systèmes racinaires est cruciale en agroforesterie : on observe des systèmes racinaires plus profonds du fait de la **compétition**, capables d'exploiter complémentirement à la plante des ressources du sol (eau, azote). Cette complémentarité n'est cependant pas généralisable : elle dépend de la dynamique de remplissage des réserves du sol (régime pluviométrique). Un même système agroforestier peut donc être efficace dans un environnement pédoclimatique donné, et peu dans un autre. Les avancées dans le domaine de la modélisation biophysique des interactions permettent aujourd'hui de simuler le comportement des systèmes agroforestiers dans des contextes différents, et donc de raisonner le choix du système. Une mesure de l'efficacité globale est le LER (*Land Equivalent Ratio*) qui intègre l'ensemble de ces relations. Sans complémentarité ou facilitation, le LER est de 1. Les LER mesurés ou simulés en agroforesterie tempérée varient souvent entre 1.2 à 1.6, (gains de productivité de 20 à 60%) ce qui témoigne de fortes relations de complémentarité et de facilitation (fig. 3, page suivante). Cette efficacité est très supérieure à celle mesurée dans les mélanges de plantes herbacées. Ces gains de productivité montrent qu'il est possible d'allier services écosystémiques et production diversifiée (par exemple grain et bois).

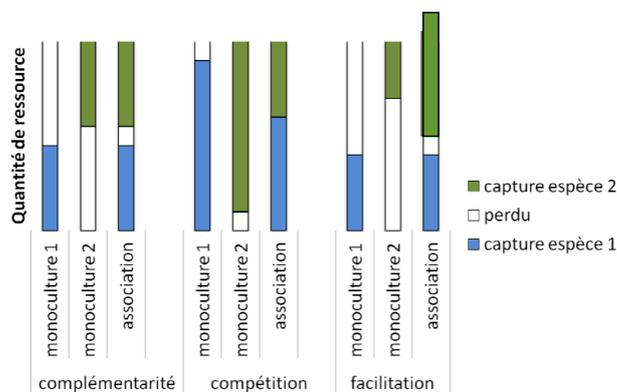
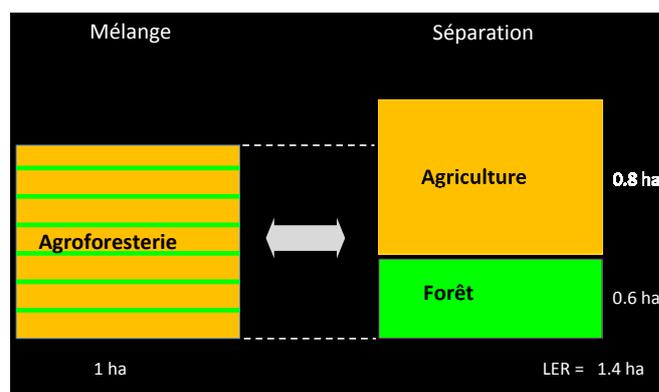


Figure 2. Comparaison de la capture d'une ressource (eau, azote) par deux espèces (exemple : arbres et plantes) cultivées séparément et en mélange (source Dupraz, 2015).

L'agroforesterie : un levier potentiel d'intensification écologique

Les systèmes pluristratifiés bien conçus présentent, par rapport aux cultures pures, de nombreux avantages en termes de services écosystémiques. On peut en donner des exemples à partir de la typologie

Figure 4. Efficacité des interactions entre strates : le LER - à gauche : parcelle de 1 ha combinant culture et arbres ; si ces productions étaient séparées (à droite), il faudrait 1,4 ha de terrain pour obtenir la même biomasse (grains et bois) - Source : Dupraz, 2015



proposée par le *Millenium Ecosystem Assessment* (2005) et précisée dans la fiche 8.01. Concernant les **services d’approvisionnement**, ces systèmes offrent une **diversification** des productions (exemple, bois et céréales, ou bois et viande). Des **services de support** sont également assurés à travers : i) la **production primaire** et ses composantes : exportation, immobilisation et litière ; ii) le **cycle des nutriments** : les arbres participent par leur racines profondes et leurs associations symbiotiques à l’altération de la roche-mère, à l’extraction et à la remontée des éléments minéraux ; le profil hydrique du sol est également exploité plus complètement, et l’eau extraite en profondeur la nuit est élevée vers la surface du sol (effet «ascenseur hydraulique») ; iii) l’effet sur la **biodiversité** avec éventuellement une influence positive sur le contrôle des bio-agresseurs par une faune auxiliaire, et sur le cortège des pollinisateurs des cultures, hébergés par les arbres. À l’échelle du paysage, les systèmes agroforestiers viennent compléter la fonctionnalité écologique d’autres éléments boisés : linéaires, bosquets, petites forêt paysannes. Les systèmes agroforestiers offrent également de nombreux **services de régulation**. Concernant l’influence sur le **micro-climat**, le couvert arboré contribue au «cooling» de la parcelle par la réflexion de la radiation solaire (albedo) et la transpiration des arbres, la baisse de l’évaporation du sol et la hausse du taux d’hygrométrie. Les arbres participent aussi à l’**atténuation de l’effet de serre** par la séquestration du carbone dans la biomasse aérienne et racinaire, et dans le sol. Les arbres lorsqu’ils sont plantés en courbes de niveau permettent également le contrôle du ruissellement et de l’érosion du sol, et contribuent au cycle de l’eau par leur transpiration. On peut citer enfin les **services sociétaux**, certains systèmes agroforestiers ayant une fonction patrimoniale marquée.



Figure 5. Effet sur le micro-climat (Source : Dupraz)

Il convient de garder présent à l’esprit le caractère dynamique d’un système agroforestier du fait de la croissance des arbres. Certains des effets environnementaux mentionnés ci-dessus vont donc évoluer dans le temps. La compétition pour la lumière des arbres avec la strate cultivée est le cas le plus connu. On peut la limiter par réduction de la densité des arbres pour en conserver en fin de cycle entre 50 et 100/ha selon les essences et la fertilité du sol, et/ou réduire la surface en culture, ce qui conduit à un sacrifice de revenu à court terme.

Les systèmes agroforestiers : quel développement ? quels freins et verrous à lever ?

Les calculs économiques montrent que dans un système agroforestier performant, les parcelles agroforestières ont une rentabilité comparable à celle des parcelles agricoles. Elles permettent à la fois de maintenir un revenu annuel grâce aux cultures intercalaires, et de constituer un capital de valeur (par exemple bois de noyer), avec toutefois des problèmes de trésorerie rencontrés à certaines périodes. Pour

autant, l'implantation de tels systèmes est lente (on compte en France moins de 2.000 ha conduits en agroforesterie «moderne») pour plusieurs raisons :

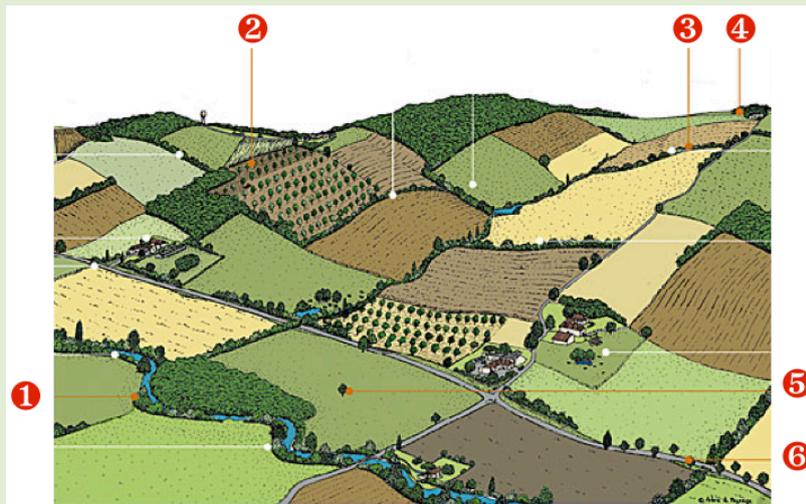
a) un profond clivage historico-culturel entre agriculteurs et forestiers, amplifié par l'intensification de l'agriculture et sa mécanisation, même si leurs relations hier conflictuelles se sont aujourd'hui apaisées.

b) la décision de planter des arbres concerne le **long terme** (plusieurs dizaines d'années) ; elle demande de prévoir l'évolution du système de production et de parier sur sa position vis-à-vis des marchés et de la politique agricole, mais aussi de prendre en compte les effets du changement climatique ; elle peut affecter des éléments structurels de l'exploitation (parcellaire) mais aussi l'équipement (traitements, fertilisation, irrigation) ; enfin, elle **requiert un statut foncier stable** jusqu'à l'exploitation des arbres.

c) La crainte que la plantation d'arbres sur les terres agricoles ne mette en cause l'éligibilité des parcelles aux primes de la politique agricole commune européenne. Ce motif, très fondé jusqu'en 2012, est aujourd'hui obsolète (en respectant un seuil maximum d'arbres fixé à 100 arbres/ha en France) mais reste vivace chez les exploitants.

d) les connaissances sur les systèmes agroforestiers sont en deçà des attentes des exploitants, **retardant leur acceptabilité** et leur adoption. Plusieurs verrous existent : (i) les leviers agrotechniques et génétiques pour améliorer les productivités conjointes des arbres et des cultures associées ; le pilotage plus complexe des systèmes agroforestiers par rapport aux cultures pures ; (ii) la quantification des propriétés de : résilience, efficacité, et autonomie, face à la diversité des situations agricoles françaises impliquant d'étudier de nombreuses combinaisons "systèmes agroforestiers/systèmes de culture et d'élevage * pédoclimat * intrants" ; (iii) la mobilisation de ces connaissances dans des analyses socio-économiques permettant de fonder des politiques et des conseils adaptés aux spécificités des territoires ; (iv) la question du manque de soutiens financiers nationaux et européens à l'agroforesterie ; de nouvelles dispositions (aides à la plantation d'arbres) viennent de corriger ce handicap.

L'**agro-écologie** est aujourd'hui au cœur d'enjeux sociétaux. Elle devrait ne pas limiter son domaine d'action à l'agriculture mais intégrer l'ensemble des composantes des paysages ruraux, dont les arbres, tant pour leurs fonctions écologiques, que pour les ressources qu'ils



procurent et leurs valeurs sociales (fig 6). **L'agroforesterie peut être l'un des maillons de cette transition agro-écologique.**

Figure 6. Paysage rural complexe 1. ripisylve - 2. parcelle agroforestière - 3. haie - 4. bosquet - 5. arbre isolé - 6. alignement -
Source : arbre & paysage 32

Ce qu'il faut retenir

- À côté des systèmes agroforestiers traditionnels, des modèles agroforestiers modernes et performants sont mis au point
- Leur fonctionnement éco-physiologique et agronomique est de mieux en mieux connu, ainsi que leurs performances économiques
- L'agroforesterie est l'une des voies de l'intensification agroécologique
- Toutefois, son développement est encore freiné par des verrous juridiques, financiers, biotechniques et la complexité de sa gestion