



AGROFORESTERIE EN MILIEU ARIDE : ÉTUDES DE CAS DANS LA RÉGION DU MAGHREB

Novembre 2025



SOMMAIRE

- 4 Qu'est-ce que l'agroforesterie ?
- 7 Types de systèmes agroforestiers
- 10 Comment l'agroforesterie peut contribuer à la restauration des terres dégradées ?
- 12 Services et interactions des systèmes agroforestiers
- 17 Exemples de systèmes agroforestiers dans la région du Maghreb
- 28 Glossaire
- 29 Références bibliographiques

À propos de cette brochure

Cette brochure a été élaborée dans le cadre du programme européen TransforMed ; un projet qui soutient l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie dans les zones méditerranéennes dégradées, afin de restaurer la santé des sols, la biodiversité et la production agricole.

Ce document présente les systèmes agroforestiers (SAF) et fournit des exemples concrets et innovants issus de la région du Maghreb. Les apports théoriques et les études de cas sélectionnées visent à sensibiliser aux avantages des SAF et à favoriser leur adoption à plus grande échelle dans les zones méditerranéennes arides et semi-arides.

La rédaction repose sur une sélection non exhaustive de la littérature disponible concernant les pratiques agroforestières en Méditerranée. Par ailleurs, seule une partie limitée des savoirs locaux et traditionnels relatifs aux associations entre arbres, cultures et élevage a pu être intégrée. Ce document constitue donc une démarche exploratoire visant à rassembler des contenus scientifiques et empiriques et à les rendre accessibles à un large public.

Public visé

Ce guide est une ressource pratique destinée aux agriculteurs, agents de vulgarisation, communautés locales et autres parties prenantes intéressées par la compréhension et la mise en œuvre de pratiques agroforestières dans les zones méditerranéennes arides à semi-arides, en particulier dans la région du Maghreb.

Contexte

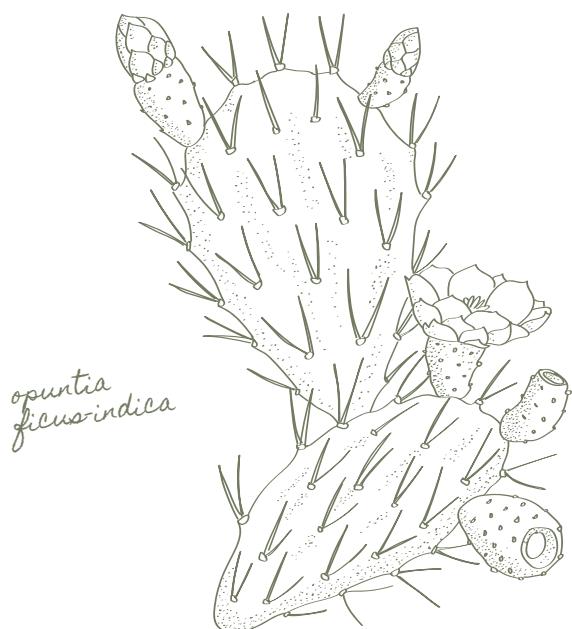
Dans les régions arides du Maghreb, les précipitations sont rares et plusieurs mois peuvent s'écouler sans un seul épisode pluvieux. Lorsque la pluie survient, les événements sont souvent intenses et violents. Ces régions connaissent également un fort ensoleillement tout au long de l'année, des températures élevées pendant la saison sèche, ainsi que des vents fréquents et souvent puissants.

Ces conditions environnementales posent de sérieux défis au développement des plantes et à la survie animale. Pourtant, ces paysages sont loin d'être stériles ou inhabités : ils abritent des systèmes écologiques d'une grande diversité, et adaptés à des conditions climatiques contraignantes.

Aujourd'hui, les systèmes agricoles méditerranéens sont confrontés à des menaces communes, aggravées par le changement climatique et la surexploitation des ressources : dégradation des sols, raréfaction de l'eau, pression foncière, perte de biodiversité, désertification et vulnérabilité face aux événements extrêmes.

Pour relever ces défis majeurs, une transition vers des pratiques agricoles plus écologiques et résilientes s'impose. Cette transition repose sur une meilleure gestion de l'eau, des techniques de régénération des sols et l'intégration d'espèces adaptées au contexte local, tout en préservant les pratiques traditionnelles telles que l'agriculture pluviale, les systèmes oasiens et le pastoralisme.

Dans ce cadre, l'agroforesterie apparaît comme un ensemble de pratiques vertueuses à la fois techniques et sociales, capables de répondre à ces enjeux en valorisant les savoirs et les ressources locales.



Qu'est-ce que l'agroforesterie ?

L'agroforesterie est un terme moderne désignant une pratique ancestrale consistant à intégrer des arbres ou des arbustes dans les systèmes agricoles. Cette approche a longtemps été mise en œuvre dans les systèmes traditionnels, tels que les oasis d'Afrique du Nord ou l'utilisation de brise-vent pour protéger les cultures.

Aujourd'hui, l'agroforesterie n'est pas seulement une pratique, mais également un domaine de recherche en plein essor. De nombreuses études démontrent ses multiples bénéfices écologiques, économiques et sociaux.

Les deux critères qui définissent l'agroforesterie sont [1] :

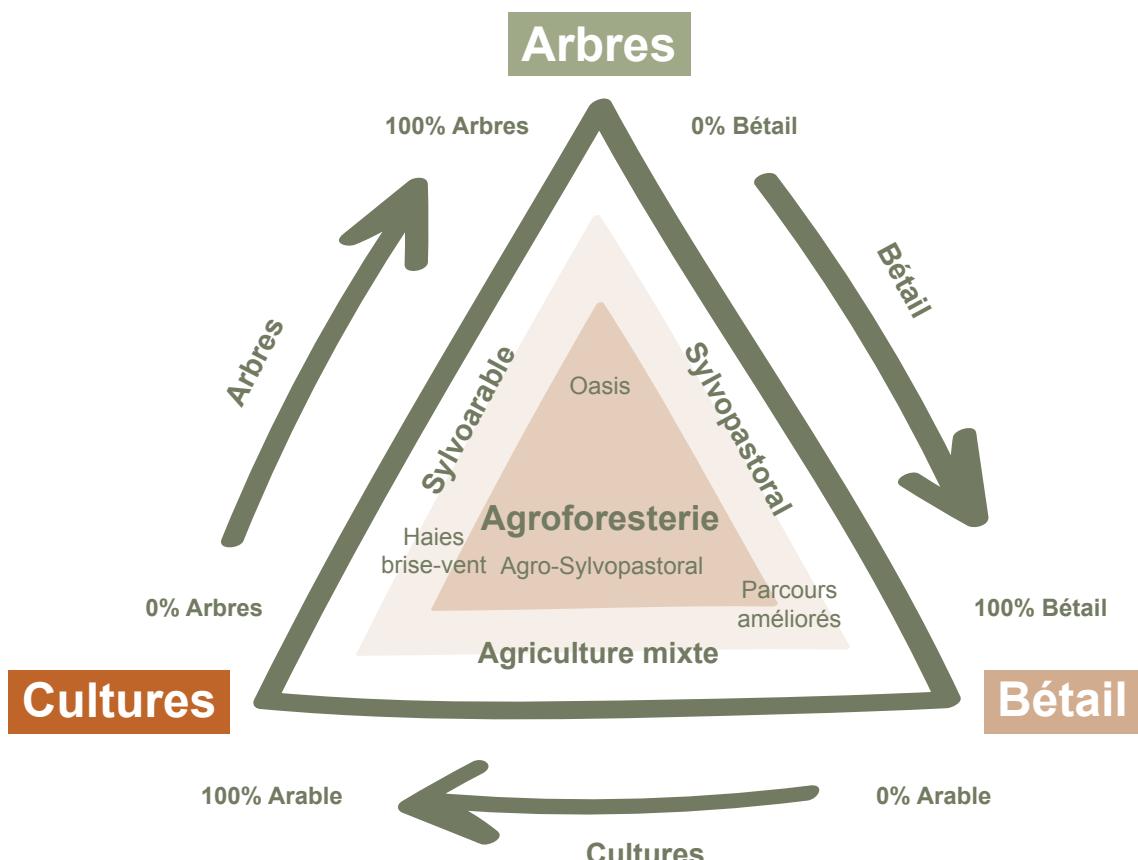
- La coexistence intentionnelle d'arbres/arbustes (plantes ligneuses) avec des cultures et/ou du bétail, dans l'espace et/ou dans le temps ;
- La présence d'interactions écologiques et économiques significatives entre les arbres, les cultures et/ou le bétail.

Définition du projet TransforMed

« L'agroforesterie désigne l'ensemble des systèmes d'utilisation des terres et des techniques dans lesquels des ligneux pérennes (arbres, arbustes, palmiers, bambous, etc.) sont délibérément associés, sur une même unité de gestion, à des cultures herbacées et/ou des animaux, selon une organisation spatiale ou temporelle. Ces systèmes agroforestiers se caractérisent par des interactions écologiques et économiques entre les différents composants. » [2]

Le triangle de l'agroforesterie

L'agroforesterie consiste à intégrer des arbres et/ou arbustes avec des cultures et/ou du bétail. Ces associations forment un système riche en interactions, présentes à différents niveaux. Le système reste flexible : ses composantes peuvent évoluer dans le temps, donnant lieu à de nouvelles pratiques.



Services rendus par les systèmes agroforestiers [3]



Productivité

L'intégration d'arbres dans les terres agricoles peut accroître la productivité globale tout en offrant des sources supplémentaires de revenus : fourrage, bois de feu, bois d'œuvre ou fruits.



Gestion de l'eau

Les arbres et d'autres plantes pérennes contribuent à réguler l'infiltration et la distribution de l'eau dans le sol. Leur présence ralentit le ruissellement de surface, modère les risques d'inondation en aval et réduit l'érosion des sols. Leurs racines profondes limitent le **lessivage des nutriments**¹ tout en améliorant la rétention d'humidité dans le sol.



Bien-être animal

L'introduction d'arbres dans les pâturages permet d'atténuer les extrêmes de température et de créer des habitats plus diversifiés, ce qui réduit le stress des animaux.



Biodiversité et régulation naturelle des ravageurs

L'ajout d'arbres et d'arbustes augmente fortement la diversité des espèces animales et végétales, génère de nouveaux habitats et attire des insectes et oiseaux auxiliaires qui participent au contrôle naturel des ravageurs.



Lutte contre le changement climatique

Les arbres et autres ligneux influencent modérément le microclimat agricole, améliorent la qualité de l'air et contribuent au stockage du carbone, tant au-dessus qu'en dessous du sol.



Moyens de subsistance et bien-être

La diversification des productions offre des revenus échelonnés sur plusieurs mois l'année et réduit les pics de charge de travail grâce à une meilleure répartition saisonnière des activités. Elle renforce également la résilience économique, permettant aux agriculteurs de maintenir leur viabilité même en cas d'échec d'une culture.

¹ Les mots en gras et en couleur sont expliqués dans le glossaire à la fin de la brochure.

La gestion de l'eau, un défi majeur pour l'agriculture en milieu aride

L'eau est un élément fondamental de l'agriculture. Elle devient encore plus cruciale dans les contextes aride et semi-aride dont il est question dans la présente brochure. Depuis des siècles, les agriculteurs ont développé divers systèmes traditionnels pour collecter, canaliser et conserver l'eau [4,5], afin de l'utiliser ultérieurement pour irriguer les cultures ou approvisionner en eau les animaux et les populations.

Dans une perspective à moyen et long terme, l'intégration d'arbres et/ou arbustes dans l'agrosystème permet d'améliorer les services hydriques du sol, notamment en facilitant l'infiltration de l'eau, en puisant l'eau dans les zones plus profondes, en réduisant les pertes d'eau par ruissellement et en maintenant l'humidité sur le site [6,7,8]. Ces processus, bien qu'efficaces et bénéfiques pour les cultures environnantes, nécessitent une gestion ciblée et une bonne connaissance des espèces sélectionnées.

Pour introduire des arbres dans un système agricole aride ou semi-aride, les agriculteurs doivent avoir accès à l'eau et maîtriser les techniques d'irrigation. Ces deux critères sont essentiels. De l'eau est indispensable, au minimum, durant les deux premières années d'implantation du système et, selon les espèces, pendant plusieurs années supplémentaires en période sèche. Au moment de la plantation, la gestion de l'eau doit être associée à des pratiques permettant d'améliorer l'efficacité de son utilisation : techniques de collecte des eaux de pluie, paillage, ou encore apport de matière organique (compost, fumier).

Une fois les arbres dotés d'un système racinaire capable d'accéder aux réserves profondes, les effets bénéfiques décrits ci-dessus entrent en jeu.



Arrosage des jeunes plants (Maroc)

Types de systèmes agroforestiers

Les systèmes agroforestiers (SAF) ne présentent pas de frontières strictes : ils se situent plutôt sur un gradient, défini par la proportion variable des trois éléments (arbres, cultures, animaux), comme illustré dans le « *triangle de l'agroforesterie* » (page 4).

De plus, les SAF ne sont pas statiques dans le temps. Selon les modes de gestion, ils peuvent évoluer en intégrant de nouveaux éléments ou en modifiant la proportion de ceux déjà présents. Par exemple un système sylvopastoral peut devenir un agro-sylvopastoral si des cultures y sont introduites ; certains systèmes alternent au cours du temps, par exemple pendant les périodes de jachère. Chaque SAF dépend donc de nombreux facteurs contextuels : climat, écologie, disponibilité des ressources et dimensions culturelles.



Sylvoarable

Arbres espacés, intercalés avec des cultures annuelles ou pérennes, ou **taillis**.

Exemples

Cultures en couloirs (**alley cropping**), vergers intercalaires, arbres isolés (espèces diverses), arbres **têtards** multifonctionnels (trognes).



Verger d'amandiers et d'oliviers avec cultures intercalaires de céréales ou de féveroles (Tunisie)

Sylvopastoral

Association d'arbres et d'arbustes avec des cultures fourragères et/ou des pâturages pour l'élevage.

Exemples

Haies fourragères ou de protection, pâturage en ripisylve, systèmes agroforestiers avicoles, parcs ou **pâturages boisés**, pâturage forestier.



Troupeaux de chèvres pâturent et traversent des pentes arbustives (Maroc)

Agro-sylvopastoral

Intégration simultanée de cultures, arbres et production animale.

Exemples

Pâturage de champs après récolte, vergers pâturés, arbres fruitiers et bétail dans la même parcelle.



Moutons pâturent sous des pêchers (France)

Haies, brise-vent et bandes riveraines

Lignes de végétation pérenne (arbres/arbustes), naturelles ou plantées, bordant champs, pâturages ou cours d'eau, protégeant le bétail, les cultures, les sols et la qualité de l'eau.

Exemples

Réseaux de **haies brise-vent**, haies fourragères, bandes boisées, ripisylves.



Haies brise-vent le long de champs céréaliers, composées de chênes, pins noirs, frênes et amandiers (Turquie)

Oasis

Systèmes agroforestiers complexes reposant sur une structure verticale en trois strates : étage arboré (palmiers), étage arboricole (oliviers, amandiers, fruitiers), étage arbustif (grenadiers), étage herbacé (légumes, aromatiques, fourrages). Ils intègrent aussi l'élevage pour l'apport de fumier et de force de travail [9].

Exemples

Oasis nord-africaines (Maroc, Tunisie, Algérie, Égypte), comme l'oasis de Gafsa (Tunisie) ou l'oasis de Figuig (Maroc).



Oasis multi-strates avec production diversifiée et gestion agricole intégrée (Maroc)

Agriculture syntropique

Système de gestion agricole inspiré de la succession naturelle et de la stratification. Il associe des espèces endémiques ou adaptées, disposées en strates, pour optimiser la photosynthèse, la production de biomasse et la régénération des sols. Grâce au couvert permanent, à la plantation dense et à l'élagage, il restaure la fertilité des sols, renforce la biodiversité et assure des productions résilientes, à haut rendement et à faibles intrants [10].



Parcelle hautement diversifiée avec espèces herbacées, arbustives, arborées et cactus (Portugal).

Comment l'agroforesterie peut contribuer à la restauration des terres dégradées ?

Les terres dégradées

On appelle terres dégradées les zones où les activités humaines – combinées à des facteurs indirects comme le changement climatique – ont réduit la fertilité des sols ainsi que leur capacité à soutenir les écosystèmes, la biodiversité et les moyens de subsistance humains.

Les conséquences les plus fréquentes sont : baisse des rendements, érosion des sols, perte de végétation, raréfaction de l'eau et déclin global des écosystèmes.

Définition du GIEC

La dégradation des terres est définie comme une tendance négative de l'état des sols, causée par des processus directs ou indirects d'origine anthropique, y compris le changement climatique. Elle se traduit par une réduction ou une perte à long terme d'au moins un des éléments suivants : la productivité biologique, l'intégrité écologique ou la valeur pour les sociétés humaines [11].



Dans les zones arides dégradées, les plantations de caroubiers contribuent à stabiliser le sol et à faciliter la croissance des espèces herbacées (Maroc)



Signes visuels de l'érosion des sols (Maroc)

L'agroforesterie comme processus de restauration des terres

Inverser la tendance à la dégradation des terres est un processus long, qui exige de la persévérance et la mise en œuvre d'actions fondées sur la nature (*nature-based solutions*) pour régénérer les sols.

Les techniques agroforestières, telles que les cultures en couloirs avec des arbres, les haies vives, le paillage ou encore l'incorporation de biomasse issue des arbres et arbustes, contribuent de manière significative à la restauration des zones dégradées. Ces pratiques permettent d'améliorer la structure et la fertilité des sols, de renforcer leur résilience face aux événements extrêmes et de favoriser une gestion durable des ressources.

Les SAF sont des systèmes complexes qui reposent sur des interactions multiples entre leurs différents composants. Au niveau de la parcelle, le défi consiste à sélectionner et gérer ces éléments de manière à réduire la compétition et maximiser les interactions positives, afin d'optimiser progressivement l'utilisation des ressources (Figures 1 & 2).

La réussite d'un système agroforestier dépend donc d'une série de paramètres essentiels, parmi lesquels la conception du système, le choix des espèces d'arbres et d'arbustes, leur disposition spatiale ainsi que les modalités de gestion adoptées.



Parcelles vallonnées plantées en rang avec des cactus pour la stabilisation des sols et une production diversifiée (Tunisie)

Services et interactions des systèmes agroforestiers

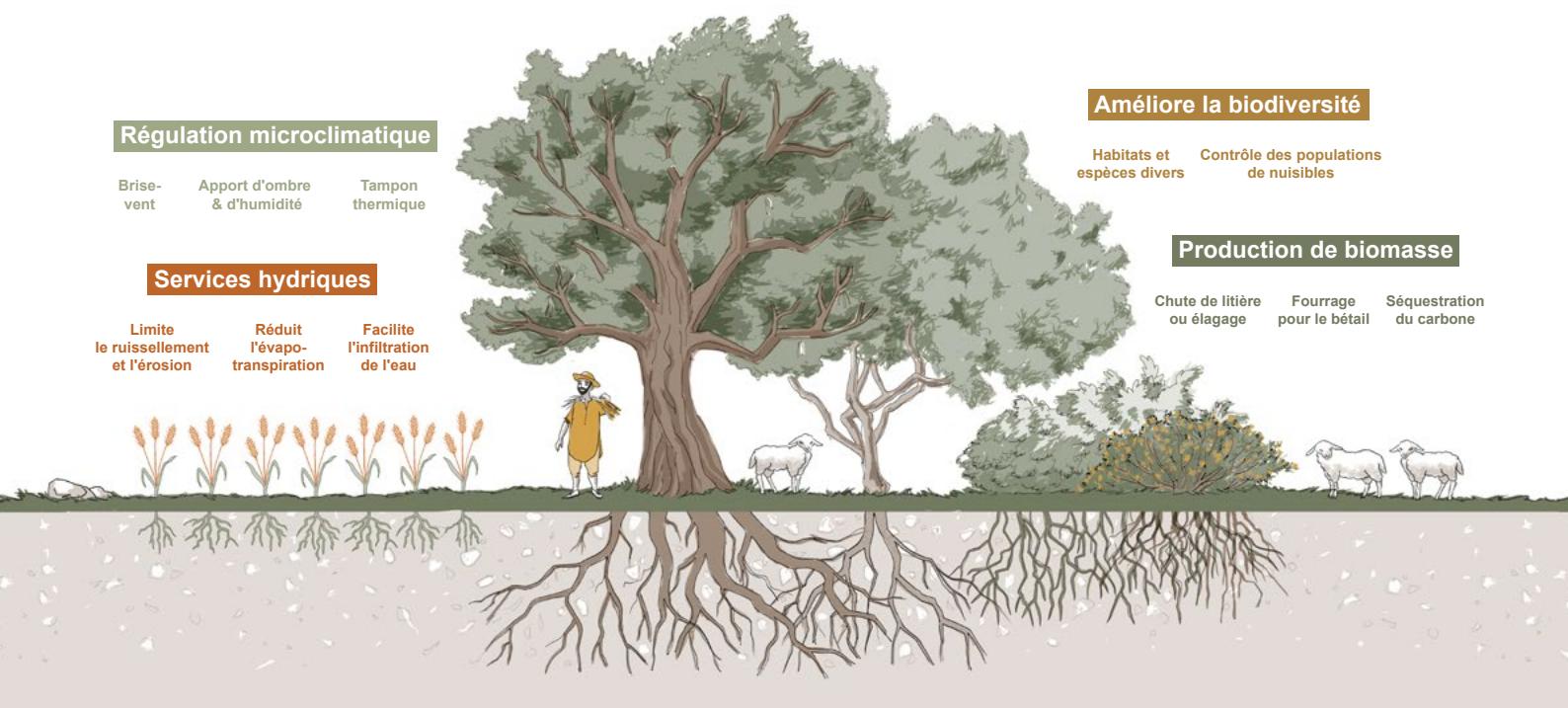


Figure 1: L'intégration d'arbres et d'arbustes dans les systèmes agricoles fournit des services de régulation des écosystèmes et des ressources supplémentaires.

Niveau de la parcelle Sol

Amélioration de la qualité et de la disponibilité en eau

Les systèmes racinaires des arbres maintiennent le sol en place et créent une meilleure structure, ce qui permet à l'eau de s'infiltrer dans le sol au lieu d'entraîner les particules. Le couvert des arbres intercepte également la pluie, servant de protection naturelle du sol contre l'effet érosif des gouttes, et permet à l'eau de s'infiltrer plus lentement et plus profondément dans le sol.

Selon la profondeur de la nappe phréatique, certaines espèces arborées ont des systèmes racinaires capables d'accéder à l'eau souterraine et de la redistribuer vers les couches supérieures grâce à un processus appelé **ascenseur hydraulique**. Ce phénomène peut contribuer à réduire le stress hydrique des cultures voisines pendant une période sèche.

Les agriculteurs doivent surveiller attentivement les besoins en eau des arbres tout au long de leur cycle de vie, en particulier durant les premières années.

La période d'implantation est décisive ; selon le climat et l'espèce, un arrosage peut être nécessaire pendant les deux à quatre premières années. Pour éviter toute compétition pour l'eau avec les cultures environnantes, il est essentiel de planifier : prendre en compte l'espacement arbres-cultures, l'architecture racinaire et le calendrier saisonnier (par exemple associer des arbres à enracinement profond avec des cultures d'hiver ou d'été, ou utiliser des cultures fourragères à cycle court).

Cycles des nutriments et activité biologique

Divers processus permettent l'apport et l'extraction des nutriments par les plantes pérennes. Les racines des arbres et des arbustes peuvent extraire des nutriments depuis les couches profondes du sol, et lorsque des parties de ces plantes (feuilles, rameaux, écorce ou fruits) tombent au sol ou sont volontairement taillées, elles se décomposent. Finalement, la croissance et la mortalité des racines, ainsi que leurs exsudats, enrichissent le sol en composés carbonés.

La décomposition de cette matière organique améliore la structure du sol, accroît la rétention d'eau et de nutriments et réduit le lessivage.

Dans des sols en bonne santé, les bactéries bénéfiques et les **champignons mycorhiziens** se développent, améliorant la disponibilité des nutriments et de l'eau pour les plantes. Ces **associations symbiotiques** favorisent les échanges nutritifs entre arbres et cultures.

Pour limiter la compétition racinaire, une planification attentive est indispensable. Semer les cultures au bon moment encourage les arbres à développer des systèmes racinaires plus profonds, laissant suffisamment d'espace pour les cultures. Cela garantit que les arbres comme les cultures accèdent aux nutriments dont ils ont besoin. De plus, l'introduction de nouvelles espèces doit être précédée d'une étude approfondie afin de vérifier leur compatibilité avec les plantes existantes et leur capacité à s'adapter aux conditions pédologiques locales.

Fixation de l'azote

Les arbres et arbustes légumineux (comme le caroubier ou le robinier) peuvent transformer l'azote atmosphérique en formes assimilables par les plantes. Dans la rhizosphère de ces espèces, et grâce à l'action des bactéries fixatrices associées à leurs racines, l'azote de l'air est capté et rendu disponible dans le sol (**fixation biologique de l'azote**).

Bien que le processus exact de redistribution de l'azote dans le sol ne soit pas encore entièrement élucidé dans la littérature scientifique, il semble que les plantes fixatrices en soient les premières bénéficiaires, et que seulement une petite partie serait libérée dans le sol environnant.

Pour introduire efficacement de la matière organique riche en azote dans le sol, la méthode la plus efficace consiste à tailler les branches et les feuilles des espèces fixatrices (arbres, arbustes ou herbacées) et à appliquer la biomasse directement en surface ou à l'incorporer au sol. Cette pratique permet à la fois de couvrir le sol, en préservant l'humidité, et d'enrichir sa fertilité.

La brochure technique de Transformed « *Guide des espèces pour les systèmes agroforestiers méditerranéens arides à semi-arides* » (*Trees and shrubs for Mediterranean dryland agroforestry - Species guide*) illustre et décrit plusieurs plantes fixatrices adaptées à l'agriculture en milieu sec.

Gestion de la lumière

L'espacement et l'orientation des plantations sont déterminants pour optimiser la répartition de la lumière entre les espèces. Dans les climats méditerranéens arides et semi-arides, la compétition pour la lumière est généralement moins intense que dans les zones tempérées. Dans de nombreux cas, l'ombrage devient bénéfique : les plantes plus hautes peuvent protéger les cultures sous-jacentes de la chaleur excessive et contribuer à réguler l'humidité et la température. Cependant, le choix des espèces et des variétés est essentiel. Les cultures tolérantes à l'ombre doivent être privilégiées dans les strates inférieures, afin que chaque plante bénéficie de la lumière adaptée à ses besoins spécifiques.

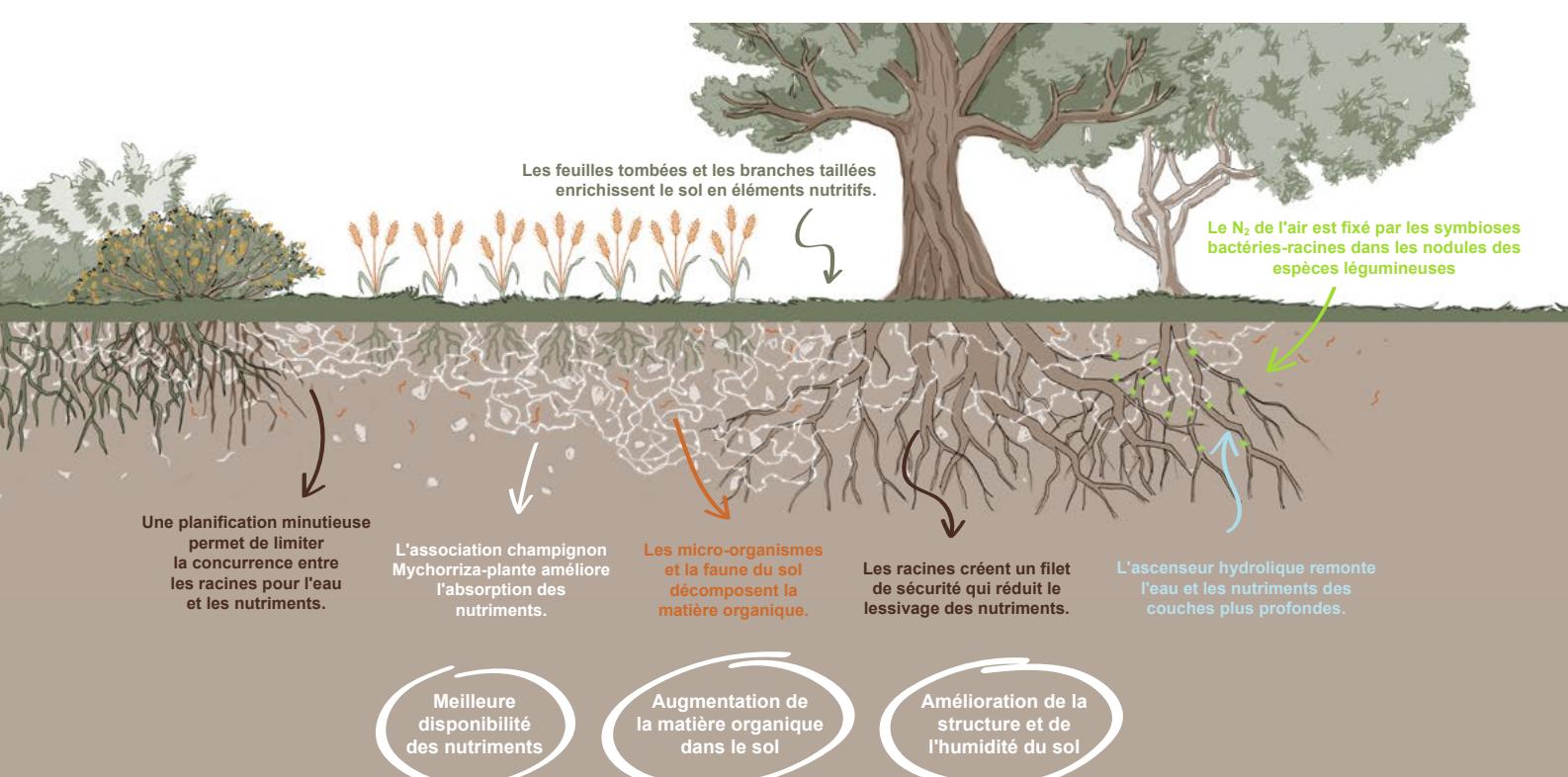


Figure 2: Dynamiques sol-plante dans les systèmes agroforestiers.

À l'échelle du paysage

Effet microclimatique

À l'échelle du paysage, les arbres et arbustes contribuent à stabiliser le microclimat en réduisant l'évapotranspiration, en atténuant les variations de température et en diminuant la vitesse du vent. À des échelles plus larges, leur évapotranspiration peut accroître l'humidité atmosphérique et potentiellement influencer les régimes de précipitations, conduisant à une augmentation des pluies.

Régulation thermique

Le microclimat plus frais et l'ombrage fournis par les arbres et arbustes réduisent le stress thermique des cultures et du bétail lors d'événements climatiques extrêmes. Cela est particulièrement bénéfique pour des cultures telles que le blé, sensibles aux variations extrêmes de température durant des stades critiques comme la pollinisation. De même, les arbres et arbustes créent une barrière protectrice contre le froid extrême. La nuit, le couvert réduit les pertes de chaleur du sol en piégeant l'air chaud en dessous, ce qui aide à prévenir les dommages dus au gel pendant les saisons froides.

Régulation du vent et de l'humidité

Les arbres peuvent aussi réduire la vitesse du vent dans les paysages agricoles, protégeant ainsi les cultures et les animaux, réduisant les pertes d'eau et empêchant l'érosion éolienne des sols. Toutefois, selon leur disposition, les brise-vent peuvent créer des îlots de chaleur ou des zones d'air stagnant et humide, pouvant entraîner l'apparition de maladies fongiques (cas rares dans les régions septentrionales du Maghreb).

Biodiversité, pollinisation et lutte biologique naturelle

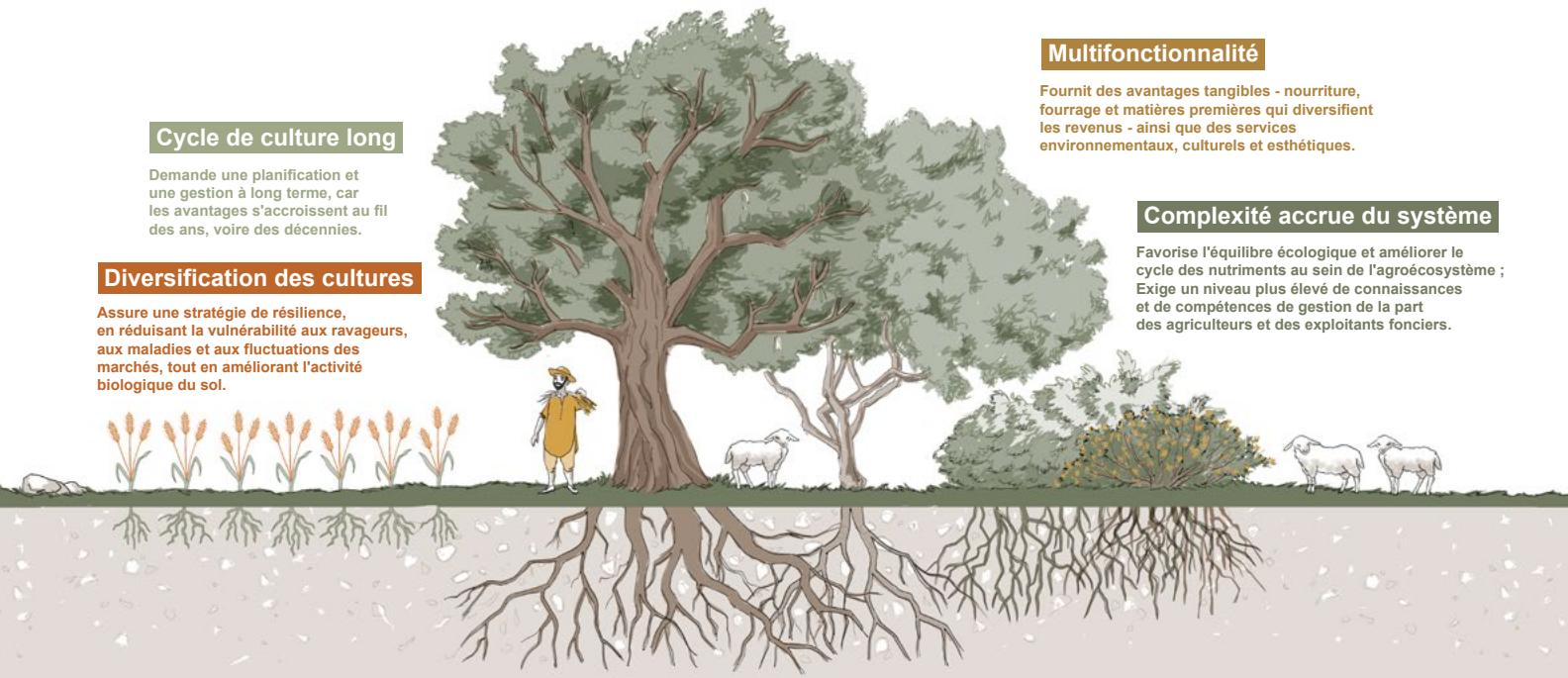
L'intégration d'arbres et d'arbustes aux cultures crée des habitats diversifiés qui soutiennent une plus grande variété d'espèces. Pour les agriculteurs, cela concerne particulièrement les polliniseurs. Les arbres et arbustes peuvent accroître la population de polliniseurs grâce à une plus grande disponibilité de plantes en floraison. Ils offrent également des sites de nidification pour les polliniseurs et autres insectes utiles, ainsi que pour les oiseaux capables de réguler les populations de ravageurs (**espèces auxiliaires**). En favorisant la lutte biologique naturelle, les systèmes agroforestiers peuvent réduire le recours aux pesticides chimiques.

La biodiversité augmente également dans les composantes souterraines du système. Les sols plus sains sont plus susceptibles d'être colonisés et habités par une communauté riche de macro- et microfaune, ainsi que par des bactéries et champignons bénéfiques.

Moyens de subsistance et bien-être des agriculteurs

Diversification et optimisation des ressources

Un système agroforestier optimisé peut améliorer considérablement les moyens de subsistance en augmentant la productivité globale grâce à la diversification des productions sur une même parcelle, à différents moments de l'année. En plus de la culture principale, les arbres et arbustes peuvent fournir du fourrage, des produits alimentaires (fruits, noix), des ressources médicinales, du bois de chauffage ou du bois d'œuvre, chacun représentant une source de revenu potentielle. Cette diversité contribue à renforcer la sécurité alimentaire en protégeant les agriculteurs contre les pertes totales de récolte dues aux ravageurs, maladies ou événements climatiques extrêmes.



Cycle de culture long

Demande une planification et une gestion à long terme, car les avantages s'accroissent au fil des ans, voire des décennies.

Diversification des cultures

Assure une stratégie de résilience, en réduisant la vulnérabilité aux ravageurs, aux maladies et aux fluctuations des marchés, tout en améliorant l'activité biologique du sol.

Multifonctionnalité

Fournit des avantages tangibles - nourriture, fourrage et matières premières qui diversifient les revenus - ainsi que des services environnementaux, culturels et esthétiques.

Complexité accrue du système

Favorise l'équilibre écologique et améliorer le cycle des nutriments au sein de l'agroécosystème ; Exige un niveau plus élevé de connaissances et de compétences de gestion de la part des agriculteurs et des exploitants fonciers.

Figure 3: L'adoption de l'agroforesterie génère des bénéfices économiques, environnementaux et sociaux durables.

Gestion de la complexité

La gestion de multiples composantes interdépendantes dans l'agroécosystème introduit des défis notables pour les petits exploitants.
La charge de travail, en particulier pendant les phases d'implantation et de gestion initiale, peut être considérable. Le lancement d'un nouveau projet agroforestier peut s'accompagner de nombreuses contraintes : l'accès limité à l'eau, au matériel adéquat et aux financements adaptés, un soutien insuffisant des secteurs public et privé, la rareté du matériel végétal de qualité, le manque de main-d'œuvre et l'insécurité foncière.

est perçue comme une restriction d'accès à la terre. En tant qu'approche (ré)émergente, l'adoption de nouveaux systèmes agroforestiers doit être conçue pour impliquer le plus grand nombre de bénéficiaires possible et être accompagnée d'explications claires afin d'en faciliter la mise en place et l'acceptation.

Finalement, l'agroforesterie peut créer des opportunités économiques inclusives, comme la création de nouvelles coopératives locales et régionales ou le développement de filières pour des produits émergents (par exemple le caroubier). Ces initiatives peuvent renforcer les communautés et accroître les opportunités d'emploi pour les habitants ruraux.

Dimensions socio-économiques

Sur le plan social, les systèmes agroforestiers peuvent avoir des impacts variés. D'un côté, ils renforcent la satisfaction des agriculteurs en améliorant la fonctionnalité et l'esthétique des paysages agricoles – certains de ces systèmes sont même reconnus comme Systèmes Ingénieux du Patrimoine Agricole Mondial (SIPAM) – ce qui peut inspirer les agriculteurs voisins et déclencher un effet positif d'entraînement. De l'autre côté, leur mise en œuvre peut rencontrer des résistances ou provoquer des conflits, notamment dans des zones dominées par l'agriculture conventionnelle ou lorsque la plantation d'arbres

Stockage du carbone et atténuation du changement climatique

De manière générale, les arbres et arbustes peuvent séquestrer du carbone en le stockant durablement dans leurs troncs, branches, feuilles et racines. Ils peuvent également influencer le rythme de décomposition de la matière organique du sol en abaissant la température en surface, contribuant ainsi à l'atténuation du changement climatique.

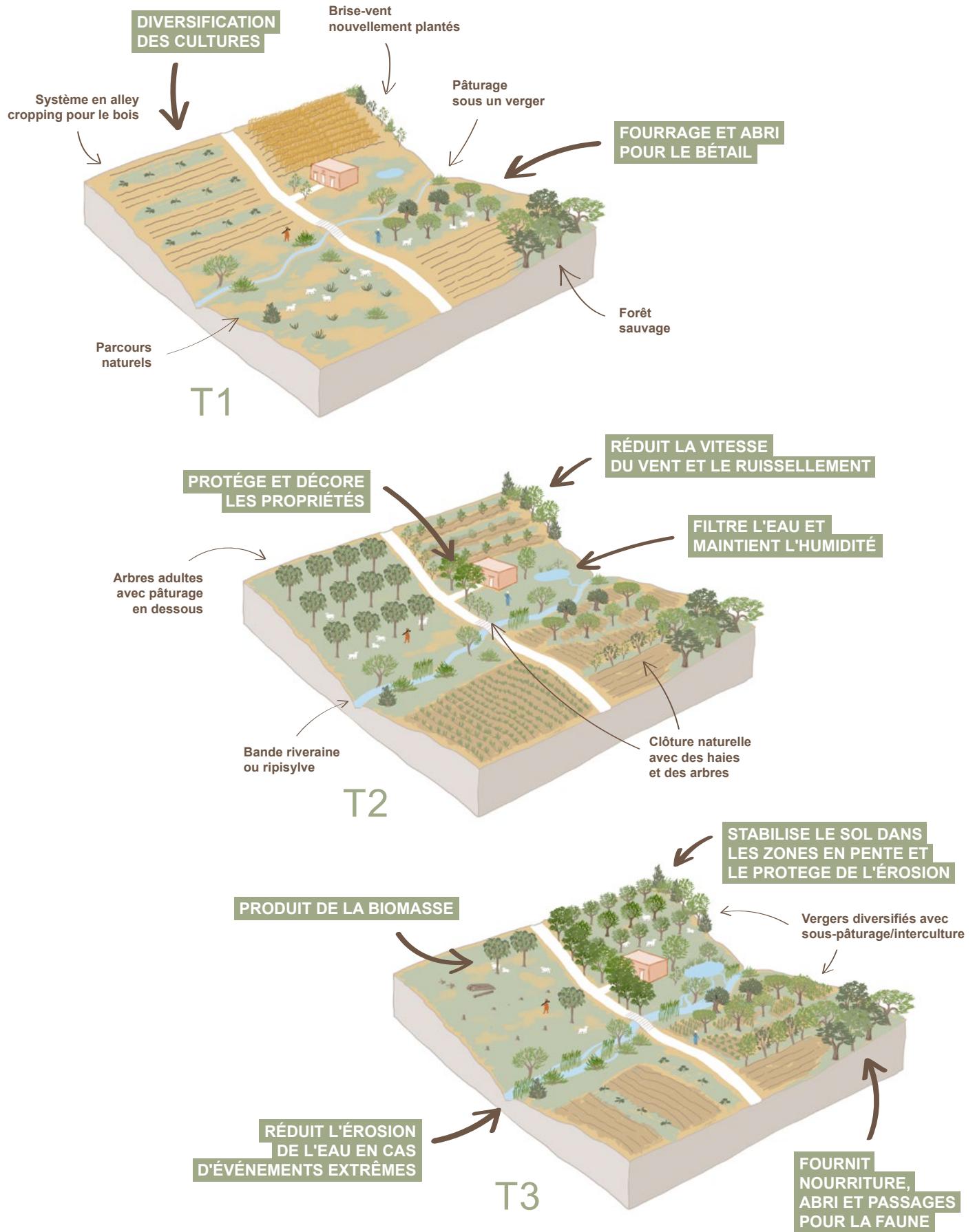


Figure 4: Évolution dans le temps et l'espace de divers systèmes agroforestiers à l'échelle du paysage. Au fil du temps (de T1 à T3), le paysage se transforme et le rôle des arbres évolue également, remodelant le territoire et ses interactions avec les autres composantes du système (élevage, cultures, habitat, etc.).

Exemples de systèmes agroforestiers dans la région du Maghreb



Chahda

Zaghuan, Tunisie



Type de système agroforestier

Système sylvopastoral

Description du site

Le site de Chahda est situé dans la région semi-aride du nord de la Tunisie, dans le gouvernorat de Zaghouan, et s'étend sur environ 1 500 hectares. Ce paysage se caractérise par une topographie irrégulière, marquée par des pentes et des ravins très sensibles à l'érosion, ce qui rend certaines zones improches à la mécanisation agricole. La région reçoit en moyenne entre 350 et 400 millimètres de pluie par an. En tant que terre domaniale gérée par la Direction Générale des Forêts (DGF) relevant du Ministère de l'Agriculture, le site est mis à disposition de la communauté locale, qui peut l'utiliser pour un pâturage contrôlé dans le cadre de conventions de location symboliques.

Chahda fonctionne comme un site de restauration sylvopastorale associant arbres, arbustes, végétation herbacée et pâturage géré du bétail. De plus, le site sert de plateforme pilote dédiée à la formation et à la démonstration des bonnes pratiques en systèmes sylvopastoraux. Plusieurs acteurs, dont des institutions et des associations d'agriculteurs telles que le Groupement de Développement Agricole (GDA), participent conjointement à la conception et à la mise en œuvre de solutions innovantes, dans une logique participative ascendante (*bottom-up*).



Pratiques agroforestières mises en œuvre

- **Intégration d'arbres, d'arbustes, de plantes herbacées et de pâturage :** le site fonctionne comme une zone de restauration sylvopastorale combinant composantes végétales et animales.
- **Reboisement avec des espèces locales :** plantation d'arbres et d'arbustes adaptés au contexte, en particulier sur les pentes et sols peu profonds.
- **Regarnissage en sulla :** utilisation de la légumineuse locale *Sulla coronaria* (*Hedysarum coronarium*) sur les sols plus profonds afin d'améliorer la productivité pastorale et la fertilité des sols.
- **Pâturage régénératif :** gestion contrôlée du pâturage pour améliorer l'état des parcours et favoriser la régénération.
- **Mise en place du système agroforestier :** la plateforme est dédiée à la démonstration des systèmes agroforestiers méditerranéens, associant restauration écologique et intégration de l'élevage.

RéPLICABILITÉ DANS UN CONTEXTE SIMILAIRE

Les interventions du site de Chahda sont spécifiquement adaptées aux zones semi-arides caractérisées par des sols fragiles, des problèmes d'érosion et la nécessité d'une intégration durable des arbres et de l'élevage. L'accent mis sur le partage de connaissances et les approches collaboratives, réunissant divers acteurs locaux et partenaires institutionnels, vise à favoriser l'adoption de pratiques sylvopastorales durables, maximisant ainsi les impacts positifs sur l'environnement et les communautés dans des régions similaires.



Dar Al Caroube, Khemisset, Maroc



Type de système agroforestier

Système sylvoarable, chaîne de valeur du caroubier

Description du site

Dar Al Caroub est situé dans la commune rurale d'Aït Siberne, dans la province de Khémisset au Maroc. Le site couvre environ 320 hectares, dont la majorité est consacrée à la culture du caroubier, complétée par de plus petites superficies plantées en arganiers et en oliviers. La plantation de caroubiers est soutenue par une pépinière sur site capable de produire jusqu'à 80 000 plants par an, ainsi que des plants greffés certifiés destinés à la vente. Le site dispose de cinq bassins d'irrigation et de hangars de stockage assurant la disponibilité en eau pour les jeunes plants et les jeunes arbres.

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) est bien adapté aux conditions sèches et semi-arides grâce à ses faibles besoins en eau et à sa tolérance à la sécheresse, ce qui en fait un excellent choix pour la région de Khémisset. Son potentiel économique est croissant avec la demande des industries alimentaires et de transformation, qui valorisent le caroubier pour ses bienfaits sur la santé et son utilisation comme substitut naturel du cacao. Conscient de cette opportunité, Dar Al Caroub a ouvert en 2017 une usine de transformation moderne qui joue un rôle clé dans la valorisation de la production locale. L'installation emploie un noyau permanent de travailleurs, renforcé par des saisonniers, et transforme environ 1 000 tonnes par an, principalement destinées aux marchés d'exportation. Le site comprend également des salles d'exposition présentant des produits tels que pulpe, graines, farine, thé et café de caroube, et accueille des ateliers et sessions de formation pour soutenir le partage de connaissances et le développement

des agriculteurs. Cette approche intégrée renforce les revenus ruraux, soutient la création d'emplois et contribue à bâtir une chaîne de valeur durable du caroubier dans la région.

Pratiques agroforestières mises en œuvre

- **Espèces adaptées localement :** plantation à grande échelle de caroubiers adaptés à la restauration des terres en contextes semi-arides et dégradés.
- **Expérimentation de cultures associées :** plantation de 4 hectares de plantes aromatiques et médicinales entre les rangs de caroubiers.
- **Mise en place d'une pépinière pour plants greffés/certifiés :** propagation avancée favorisant l'extension de l'agroforesterie au-delà du site initial.
- **Agriculture biologique et méthodes de travail du sol réduites :** pratiques telles que le travail superficiel du sol, le paillage avec les feuilles taillées et la réduction des intrants chimiques, qui contribuent à améliorer la structure et la santé des sols. Certification biologique obtenue depuis 2020.
- **Intégration de la chaîne de valeur :** le site associe plantation d'arbres, transformation et commercialisation, améliorant la productivité des terres et augmentant les revenus des agriculteurs.

Réplicabilité dans un contexte similaire

Le choix du caroubier, espèce adaptée à la sécheresse, illustre comment des espèces locales et/ou résistantes à la sécheresse peuvent être mobilisées pour des efforts de restauration à grande échelle avec des besoins en irrigation minimaux. De plus, l'approche intégrée, combinant production en pépinière, gestion des plantations et transformation, garantit une chaîne de valeur durable favorisant le développement économique local.



Laassaba, Essaouira, Maroc



Type de système agroforestier

Système sylvoarable,
chaîne de valeur de l'arganier

Description du site

Le site de Laassaba est situé dans la région semi-aride du centre-ouest du Maroc, au sein de la commune de Korimate dans la province d'Essaouira. Il s'étend sur 53 hectares et se caractérise par un relief vallonné reposant sur un socle calcaire. Ce contexte géologique abrite une nappe phréatique importante, qui constitue une ressource clé pour l'irrigation de la zone. Le climat est typiquement semi-aride, marqué par des précipitations faibles et irrégulières variant entre 100 et 300 millimètres par an, reflétant le caractère rare et irrégulier des pluies dans la région. Le site de Laassaba, géré en tant que terre collective relevant du Ministère de l'Intérieur, a été officiellement attribué à un usage agroforestier communautaire.

Le site de Laassaba est dédié à la lutte contre la dégradation des terres et la désertification par la plantation d'espèces locales tolérantes à la sécheresse telles que l'arganier (*Sideroxylon spinosum*) et le câprier (*Capparis spinosa*). Cette initiative est portée par une large coalition d'acteurs, incluant plus de 170 membres de la communauté locale organisés au sein de structures établies comme la Coopérative Caroubi Arg et l'Association Provinciale des Ayants Droit (APAD). Au cœur du projet se trouve un modèle de gouvernance inclusive piloté par la coopérative locale, mettant particulièrement l'accent sur l'autonomisation des femmes rurales et sur une large participation communautaire dans la prise de décision et la mise en œuvre des activités.

Pratiques agroforestières mises en œuvre

- **Reboisement avec des plants certifiés d'arganier et de câprier :** restauration des terres collectives grâce à la plantation d'espèces locales et résistantes à la sécheresse.
- **Application de bio-compost :** utilisation de compost organique pour améliorer la fertilité des sols.
- **Techniques de gestion de l'eau résilientes au climat :** mise en place de plantations en cuvette ou en courbes de niveau et paillage minéral (pierres) pour améliorer la rétention d'humidité et réduire l'érosion.
- **Modèle de plantation en plusieurs phases :** programme systématique de plantation et d'entretien visant à améliorer les taux de survie et la restauration des écosystèmes.

RéPLICABILITÉ DANS UN CONTEXTE SIMILAIRES

L'utilisation d'espèces locales et résilientes au climat, combinée à des techniques de restauration accessibles telles que le bio-compostage, la plantation en courbes de niveau et un entretien structuré, constitue la base du succès de cette plantation et peut inspirer d'autres régions confrontées à des conditions climatiques similaires.

De plus, le modèle de gouvernance inclusive et coopérative de Laassaba contribue à la cohésion sociale et à la gestion communautaire durable, des aspects essentiels à la planification de stratégies locales de durabilité.

La Ferme Agroécologique Gouvernorat de Siliana, Tunisie



Type de système agroforestier

Système sylvoarable, agroécologie

Description du site

La ferme agroécologique est située dans la partie nord du gouvernorat de Siliana. Elle se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur. Le paysage est marqué par des collines ondulées et des vallées peu profondes, avec des sols fragiles très sensibles à l'érosion. Sur les pentes raides, les pratiques agricoles conventionnelles ont historiquement accéléré la dégradation des sols et l'appauvrissement en nutriments. La région reçoit en moyenne 450 mm de précipitations par an, avec une forte variabilité interannuelle qui affecte directement les activités agricoles et pastorales.

Il s'agit d'une exploitation familiale gérée depuis plusieurs générations. Ces dernières années, la famille a initié une transformation importante en adoptant une stratégie de transition agroécologique. Cette approche vise à renforcer la résilience face au changement climatique, à améliorer la gestion des ressources et à assurer la durabilité de la production agricole. La ferme sert également de plateforme de démonstration et d'apprentissage pour la communauté locale, notamment pour les membres du Groupement de Développement Agricole (GDA), qui rassemble des agriculteurs de la région. Des formations régulières, des ateliers et des initiatives pilotes y sont organisés pour diffuser les pratiques agricoles durables et les techniques de restauration des terres.

Une large coalition d'acteurs, incluant institutions publiques, organisations de la société civile, instituts de recherche, organisations agricoles et communauté locale, participe activement à la co-conception et à la mise en œuvre d'approches innovantes. Ce processus participatif, basé sur l'échange de connaissances et le partage d'expériences, cherche à aligner la restauration écologique avec l'amélioration des moyens de subsistance. Ainsi, la ferme agroécologique constitue un exemple phare de solutions fondées sur la nature dans la région de Siliana.

Pratiques agroforestières mises en œuvre

- **Plantations et vergers diversifiés :** les vergers associent principalement oliviers, amandiers et figuiers, auxquels se sont ajoutées des espèces complémentaires comme le caroubier et l'acacia. Ces arbres jouent un rôle essentiel dans la stabilisation des sols et la préservation de la fertilité à long terme.

- **Cultures intercalaires entre les arbres :** pour optimiser l'usage des terres et diversifier la production, plusieurs cultures intercalaires sont mises en place entre les rangées d'arbres :

- **Mélanges fourragers :** graminées et légumineuses sélectionnées pour leur forte valeur nutritive, leur croissance rapide et leur productivité. Ils contribuent aussi au contrôle des ravageurs et à l'amélioration de la structure du sol.
- **Sulla (*Hedysarum coronarium*) :** plante pérenne mellifère, riche en valeur nutritive, qui améliore la fertilité grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique et fournit un fourrage de qualité.
- **Légumineuses annuelles (vesce, fève, etc.) :** elles enrichissent le sol, stimulent la production arboricole et assurent une meilleure couverture du sol, limitant ainsi l'érosion.
- **Plantes aromatiques et médicinales (lavande, etc.) :** elles apportent des bénéfices écologiques et économiques notables. Très attractives pour les pollinisateurs, elles renforcent la biodiversité et ouvrent des opportunités pour les filières locales (médicinales, mellifères).
- **Compostage et valorisation des déchets organiques :** les résidus de la ferme (fumier, branches taillées, rameaux, autres déchets organiques) sont compostés afin de produire des amendements organiques de qualité, améliorant la fertilité et la structure du sol tout en limitant les pertes de matière organique.
- **Création d'une pépinière :** la ferme a mis en place une pépinière dédiée à la propagation de jeunes plants de caroubier et de diverses plantes aromatiques et médicinales. Cette initiative assure la disponibilité de plants locaux adaptés, favorise leur diffusion auprès des agriculteurs de la région et renforce la résilience des systèmes de production.

RéPLICABILITÉ DANS UN CONTEXTE SIMILAIRE

La ferme agroécologique est le fruit d'un processus de transition construit sur la recherche participative, la co-conception et le partage d'expériences entre communauté scientifique, associations et acteurs locaux. Cette dynamique collaborative lui permet de servir de modèle de référence pour les zones voisines confrontées à des conditions pédoclimatiques et des défis similaires.

La plateforme atriplex, UM6P, Benguerir, Maroc



Type de système agroforestier

Système sylvoarable, régénération des sols, gestion de la fertilité

Description du site

La plateforme Atriplex est située au Centre d'Innovation Agricole et de Transfert Technologique de l'Université Mohammed VI Polytechnique (UM6P) à Benguerir, Maroc. Cette région se caractérise par un climat aride, avec une moyenne annuelle de précipitations de 190 mm et une température annuelle moyenne de 19,5 °C. La plateforme a été créée en janvier 2020 et couvre 5,12 hectares, dont 2,2 hectares ont été plantés dans le cadre du projet TransforMed en 2024.

Le système repose sur l'*Atriplex nummularia*, un arbuste tolérant à la sécheresse et à la salinité, implanté en alley cropping (culture en couloir). Le site intègre des pratiques innovantes de gestion des sols, incluant l'application de compost issu de boues d'épuration, dans le but d'améliorer la fertilité, d'accroître la rétention d'eau et de réduire la dépendance à l'irrigation après la plantation. Cela confère à la plateforme une pertinence particulière dans le contexte marocain marqué par l'aggravation des sécheresses et la salinisation des sols.

Pratiques agroforestières mises en œuvre

- **Alley cropping avec *Atriplex nummularia* et céréales/légumineuses semées avec un semoir sans labour :** association de cultures annuelles et d'arbustes pérennes pour optimiser l'utilisation des terres.
- **Alley cropping avec *Atriplex nummularia* et *cactus* :** intégration d'espèces tolérantes à la sécheresse et à la salinité, renforçant la résilience, fournissant des ressources fourragères et améliorant la conservation des sols.
- **Gestion de la fertilité des sols par compost :** utilisation de compost issu de boues d'épuration pour améliorer la santé des sols, leur teneur en matière organique et leur capacité de rétention d'eau.
- **Stratégies d'efficacité hydrique :** conception du système visant à réduire les besoins en irrigation après la phase d'établissement et à renforcer la résilience en conditions de sécheresse.
- **Intégration d'un arbuste polyvalent :** l'Atriplex fournit des ressources fourragères tout en contribuant à la stabilisation des sols et à la tolérance à la salinité.
- **Fonction démonstrative :** la plateforme est établie comme site pilote de transfert de connaissances et de démonstration des innovations agroforestières.

RéPLICABILITÉ DANS UN CONTEXTE SIMILAIRE

Les interventions testées sur cette plateforme sont particulièrement pertinentes pour les zones semi-arides et arides confrontées à la rareté de l'eau, à la salinité des sols et à la dégradation des terres. L'intégration d'arbustes tolérants à la sécheresse et au sel avec d'autres cultures, associée à des pratiques de restauration de la fertilité des sols, constitue un modèle reproductible pour améliorer à la fois productivité et résilience. Cette approche peut être adaptée dans d'autres zones méditerranéennes aux conditions agronomiques et climatiques similaires, en particulier là où la gestion durable des terres et la réduction de la dépendance à l'irrigation sont des priorités.

GLOSSAIRE

Alley cropping (culture en couloir) – Plantation d'arbres ou d'arbustes en deux ou plusieurs ensembles de rangées simples ou multiples, avec des cultures agronomiques, horticoles ou fourragères cultivées dans les allées entre les rangées de plantes ligneuses.

Espèces auxiliaires – En agriculture, le terme « espèces auxiliaires » (parfois appelées espèces bénéfiques) désigne les animaux, en particulier les insectes et les oiseaux, qui aident les agriculteurs en régulant naturellement les populations de ravageurs ou en contribuant à la pollinisation et à la santé des sols.

Taillis (Coppice) – Technique consistant à couper périodiquement un arbre ou un arbuste au ras du sol pour stimuler sa croissance. Aujourd'hui, le taillis est principalement utilisé pour améliorer la santé et la biodiversité des zones boisées. Il permet également d'assurer une source régulière de bois de chauffage et de bois d'œuvre pour la fabrication de clôtures, bancs, écheliers ou piquets de haies.

Ascenseur hydraulique – Processus par lequel les racines profondes pompent l'eau des couches de sol humides et la relâchent dans les couches supérieures sèches, rendant ainsi l'eau disponible pour les racines superficielles et les plantes voisines.

Champignons mycorhiziens, mycorhizes – Les mycorhizes sont des champignons bénéfiques qui vivent en association avec les racines des plantes. Ils prélèvent des sucres de la plante en échange de l'humidité et des nutriments qu'ils extraient du sol grâce à leurs filaments. Les mycorhizes augmentent considérablement la surface d'absorption d'une plante, agissant comme une extension de son système racinaire.

Fixation de l'azote – Processus consistant à transformer l'azote gazeux atmosphérique (N_2), inutilisable par les plantes, en ammoniac (NH_3) ou en composés assimilables que les plantes peuvent absorber et utiliser pour leur croissance. La fixation de l'azote transforme ainsi le N_2 en formes assimilables par les plantes comme NH_3 , NH_4^+ (ammonium) ou NO_3^- (nitrate) après transformations successives.

Lessivage des nutriments – Processus de perte des éléments nutritifs hydrosolubles du sol, causée par la pluie ou l'irrigation. Dans les systèmes à apports élevés, le lessivage peut entraîner une pollution des sols et des eaux.

Têtardage (Trogne) – Méthode traditionnelle d'élagage consistant à couper régulièrement les branches supérieures d'un arbre afin de favoriser le développement d'une tête dense de branches et de feuillage.

Brise-vent – Plantation composée d'une ou plusieurs rangées d'arbres et/ou d'arbustes, implantés de manière à offrir une protection contre le vent et à limiter l'érosion des sols. Ils sont souvent aménagés en haies autour des champs agricoles.

Association symbiotique, symbiose – La symbiose se définit comme une relation ou interaction entre deux organismes différents, dont chacun peut tirer des avantages de son partenaire.

Pâturage boisé – Paysages où le pâturage du bétail coexiste avec des arbres et arbustes dispersés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - Burgess PJ, Rosati A (2018). Advances in European agroforestry: Results from the AGFORWARD project. *Agroforestry Systems* 92:801–810. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0261-3>
- 2 - Lundgren, B. (1982), Introduction. *Agroforestry Systems*, 1 (1): 3-6. <https://doi.org/10.1007/BF00044324>
- 3 - Raskin, B., & Osborn, S. (Eds.). (2019). The agroforestry handbook: Agroforestry for the UK. Soil Association Limited.
- 4 - Nasri, S., Albergel, J., Cudennec, C., & Berndtsson, R. (2004). Hydrological processes in macrocatchment water harvesting in the arid region of Tunisia: the traditional system of tabias/Processus hydrologiques au sein d'un aménagement de collecte des eaux dans la région aride tunisienne: le système traditionnel des tabias. *Hydrological Sciences Journal*, 49(2), 272. <https://doi.org/10.1623/hysj.49.2.261.34838>
- 5 - Ahmadi, H., Nazari Samani, A., Malekian, A. (2010). The Qanat: A Living History in Iran. In: Schneier-Madanes, G., Courel, MF. (eds) Water and Sustainability in Arid Regions. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2776-4_8
- 6 - Bayala, J., Prieto, I. (2020). Water acquisition, sharing and redistribution by roots: applications to agroforestry systems. *Plant Soil* 453, 17–28. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04173-z>
- 7 - Liste, HH., White, J.C. (2008). Plant hydraulic lift of soil water – implications for crop production and land restoration. *Plant Soil* 313, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9696-z>
- 8 - Bargues Tobella, A., H. Reese, A. Almaw, J. Bayala, A. Malmer, H. Laudon, and U. Ilstedt (2014). The effect of trees on preferential flow and soil infiltrability in an agroforestry parkland in semiarid Burkina Faso, *Water Resour. Res.*, 50, 3342–3354. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.027>
- 9 - Santoro, A. (2023). Traditional oases in Northern Africa as multifunctional agroforestry systems: a systematic literature review of the provided Ecosystem Services and of the main vulnerabilities. *Agroforestry Systems*, 97(1), 81–96. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00789-w>
- 10 - Andrade, D., & Pasini, F. (2019). What is syntropic farming. *Agenda Gotsch*, 3.
- 11 - Olsson, L., H. Barbosa, S. Bhadwal, A. Cowie, K. Delusca, D. Flores-Renteria, K. Hermans, E. Jobbagy, W. Kurz, D. Li, D.J. Sonwa, L. Stringer, (2019). Land Degradation. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.006>



Plus d'informations sur l'agroforesterie au Maghreb

Lectures

- Brochure technique TransforMed brochure n°3 – «*Arbres et arbustes pour l'agroforesterie des zones arides méditerranéennes - Guide des espèces*» (à paraître en janvier 2026)
- «*Guide sur les techniques de reproduction et de multiplication du caroubier en Tunisie*», Association les Amis de Capte Tunisie (LACT) & Institut de Recherches en Génie Rural, Eaux, et Forêts (INRGREF), 2023
- “*Face à l’aridité, la puissance de l’arbre*”, Geneviève Michon, IRD Éditions, 2025



Remerciements

L'équipe éditoriale tient à remercier les partenaires du projet TransforMed pour leur participation à la réalisation de cette brochure technique, en particulier pour leur relecture, leur contribution au contenu et leurs photos.

Adnane BENIAICH (UM6P), Atmane BEN SAID (UM6P), Azaiez OULED BELGACEM (ICARDA), Beniginur Baştabak (DKM), Bouajila ESSIFI (ICARDA), Edouard JEAN (CAPTE), Ghada KORTASS (CAPTE), Hazem CHERNI (CAPTE), Irfan Gültkin (BDIARI), İşil Arslan Çelebi (DKM), Khalil EL MAJAHED (UM6P), Mehmet Özbayrak (BDIARI), Melike Kuş (DKM), Mohamed EL AZHARI (AGENDA), Mounir LOUHAICHI (ICARDA), Oussama EL GHARRAS (AGENDA), Rachid DAHAN (AGENDA), Sawsan HASSAN (ICARDA), Sophia BAHDDOU (UM6P), Wajdi DHIB (CAPTE).



Verger de figuiers avec légumes intercalaires : alliums et fenouil (Tunisie)

Marco Trentin, Florence Arsonneau,

Martin Trouillard – FiBL France

Harun Cicek – FiBL Germany

Fernando Sousa – Dryland Agroforestry Center

Réalisé par Chouette studio

& Joëlle Stauffacher, France

Transformed « Transforming the Mediterranean Region through Agroforestry »

PRIMA Project Grant Agreement N° 2311

Novembre 2025



PRIMA programme is supported by Horizon 2020,
the European Union's Framework Programme for
Research and innovation.

