



Agroforesterie en viticulture

une étape vers la résilience

Préambule

La vigne est une plante sensible aux conditions environnementales. Le changement climatique et ses phénomènes météorologiques extrêmes (sécheresse, aridité, rafales de vent, fortes pluies) la placent face à de grands défis. L'agroforesterie offre une solution prometteuse à ce problème. Concrètement, cette forme de gestion consiste à combiner la culture de la vigne avec la culture d'arbres et d'arbustes. Il en résulte des interactions entre les différentes composantes qui renforcent l'écosystème des parcelles.

La vigne et les arbres sont de bons partenaires. La vigne est par nature une liane sauvage qui s'associe à l'arbre pour s'y développer en bénéficiant de son tronc et de ses branches comme supports. Malheureusement, avec la révolution industrielle et sa vision d'une mécanisation linéaire, les vignobles ont été transformés en monocultures sans arbres et aux sols nus. Cette évolution fatale ne contribue pas seulement au changement climatique en libérant du carbone, elle entraîne également un appauvrissement des sols et des paysages en raison d'une biodiversité insuffisante. Les vignes elles-mêmes s'affaiblissent et deviennent plus sensibles aux maladies et aux forces de la nature.

Les arbres ont des qualités importantes et variées. Ils ont la capacité de fixer du carbone et d'impacter positivement le climat. Ils ont également des capacités agronomiques pour améliorer le sol et assurer la biodiversité. Arbres et arbustes sont de bons brise-vents et influencent positivement le régime hydrique et l'approvisionnement naturel en nutriments. La présence d'arbres et d'arbustes à proximité de la vigne vient donc renforcer ses défenses vis-à-vis des maladies et des parasites. Une combinaison judicieuse de vignes, d'arbres et d'arbustes, comme le prévoit l'agroforesterie, est une solution d'avenir pour une viticulture écologique durable.

Des sites, comme le Domaine Emile Grelier en Gironde et le Château Duvivier en Provence, montrent de manière impressionnante comment cela fonctionne dans la pratique.

Arbres et vignes: Un mariage de longue date



L'automne (vendanges près de Sorrente) de Jacob Philipp Hackert, 1784

Les plus récentes datations montrent que la vigne « *Vitis Vinifera Sylvestris* » serait apparue il y a 200 millions d'années. La vigne est une liane sauvage qui s'associe à l'arbre pour sa croissance, faisant de la forêt son écosystème naturel. Au cours des différentes périodes de l'histoire, cette association a inspiré les méthodes culturales. Dès l'antiquité, la culture de la vigne se construit en « hautain », plaçant l'arbre comme tuteur de la vigne. Au Moyen-Age ainsi qu'au XVIII^e siècle, la vigne s'accompagne des arbres pour dessiner les paysages. La révolution industrielle, avec sa conception d'une vigne rectiligne et mécanisable, devient par la suite la principale raison de son passage à une monoculture. Le lien entre la vigne et l'arbre a ainsi été perdu.

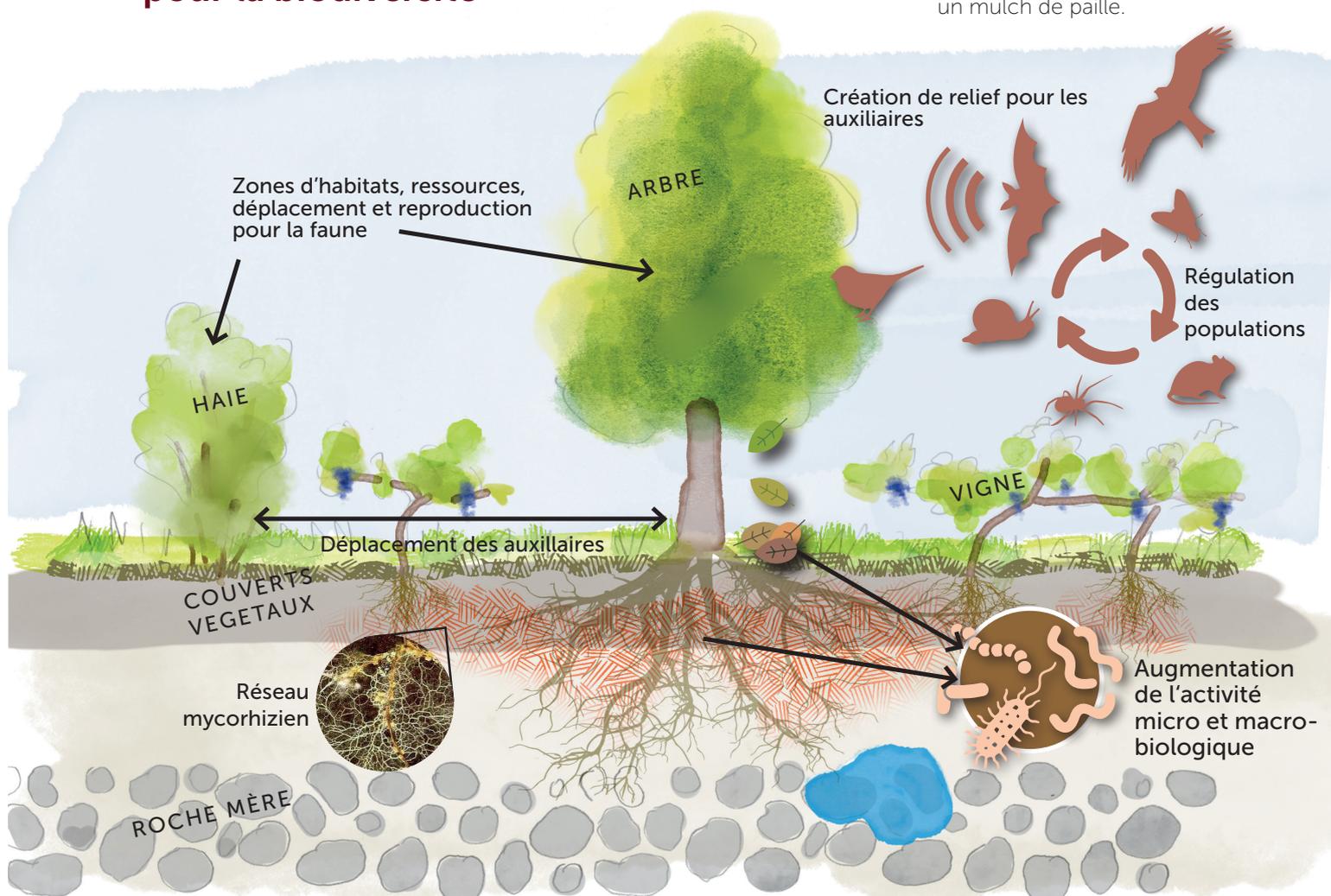
Des arbres et des haies au service de la biodiversité

L'arbre entretient **une relation à double sens** avec la biodiversité qui lui est indispensable. Elle intervient dans le fonctionnement du cycle de l'arbre et assure sa pérennité. Les êtres vivants qu'il abrite sont garants de sa reproduction par pollinisation et dispersion des graines. En contrepartie, l'arbre offre un véritable berceau pour la biodiversité. Qu'il s'agisse d'une haie, d'un alignement d'arbres ou d'un arbre isolé, les espèces y trouvent refuge pour l'hibernation, la chasse, la reproduction... Les cavités et fentes pouvant s'y former permettent la création de micro-habitats pour des espèces présentant un intérêt pour la vigne telles que les chauves-souris. De même, il s'agit d'un lieu riche en ressources alimentaires.

Les arbres et les haies **créent un réseau de circulation**, d'autant plus lorsqu'ils sont associés à la vigne qui constitue une strate supplémentaire. Ce maillage facilite le renouvellement et le brassage des êtres vivants. Ce réseau s'étend aussi dans le sol, par exemple avec les mycorhizes qui améliorent les échanges d'eau et d'éléments minéraux entre les végétaux.

Dans l'état des recherches actuelles, on soupçonne que ces mycorhizes sont capables de créer des ponts entre la vigne et l'arbre. La biodiversité du sol (micro-organismes, champignons, insectes, vers de terre ...) serait bénéfique aux vignes situées à proximité.

Bilan des bénéfices de la vitiforesterie pour la biodiversité



Conseils techniques :

- 1. Planter les éléments arborés suffisamment proches.** En pratique, on considère qu'un arbre isolé à plus de 100 m d'un autre arbre est déconnecté du réseau, ce qui interrompt toute circulation. Un maillage relativement serré permet alors l'aménagement de repères spatiaux pour de nombreuses espèces.
- 2. Incorporer des variétés épineuses dans la composition des haies.** Elles sont intéressantes pour la protection des espèces ayant besoin de se déplacer à l'abri des prédateurs.
- 3. Choisir des espèces avec des cycles de végétation successifs.** L'étalement des périodes de floraison et de fructification est un facteur primordial afin de fournir le couvert tout au long de l'année et donc de maintenir une population faunistique diversifiée.
- 4. Implanter des couverts végétaux permanents.** Ils constituent des espaces de déplacement pour la biodiversité du sol privilégiant son maintien et son développement. Il est aussi possible de mettre en place un mulch de paille.

Quel intérêt de la biodiversité pour la viticulture ?

Le développement de la biodiversité au sein de nos vignobles **facilite la régulation naturelle**. En effet, plus le nombre d'espèces est important, plus la probabilité de disposer d'auxiliaires de culture efficaces contre les ravageurs de la vigne augmente. La présence d'un grand nombre d'espèces, même indifférentes à la vigne, a aussi un rôle à jouer dans les services écosystémiques. La mise en place de l'agroforesterie peut donc être une clé dans la **réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires** par l'hébergement d'êtres vivants actifs dans la lutte contre les espèces nuisibles.

Conseils techniques :

Le Charme commun abrite un parasitoïde de la cicadelle verte nommé *Anagrus atomus*, appartenant aux Mymaridae : cette famille présente l'influence régulatrice la plus importante sur la cicadelle de la vigne. Quant au tilleul à petites feuilles, il héberge des chrysopes prédatrices de cochenilles et d'acariens. Les zones arborées jouent un rôle déterminant dans la présence de chauves-souris consommatrices des tordeuses de grappes.



Anagrus atomus



Chrysoperla lucasina



Pipistrelle commune

La formation d'un réseau souterrain

Les champignons mycorhiziens présents dans le sol s'associent aux plantes et rentrent en symbiose. Les mycorhizes absorbent une grande partie de l'eau et des nutriments minéraux en profondeur, qu'elles redistribuent ensuite aux plantes. On estime que 70% du phosphate total et 30 à 40% de l'azote total peuvent être ainsi transmis. En échange, la plante apporte des composés carbonés, des sucres et des lipides aux champignons. Il existe plusieurs types de mycorhizes, notamment les endomycorhizes (le mycélium pénètre dans les cellules des racines) et les ectomycorhizes (le mycélium ne pénètre pas et entoure les racines en formant un manteau fongique). A savoir, la vigne réalise une symbiose avec des endomycorhizes.

Grâce à ces mycorhizes, les racines de la vigne peuvent explorer jusqu'à 10 fois plus de volume de sol. Cette relation est bénéfique pour la vigne en particulier concernant **l'augmentation de ses défenses naturelles et de sa résistance à différents stress**. Combiner la vigne à l'arbre favorise la présence d'un réseau mycorhizien.

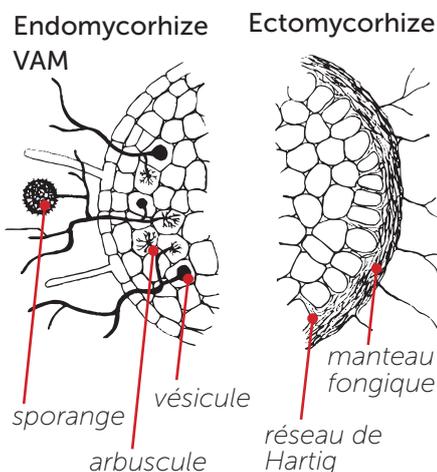


Un + pour la biodiversité !

+ L'eau est un élément indispensable à la biodiversité (flore et faune). La mise en place de mares à proximité participe au maintien des espèces sur une même zone. Cela vaut pour les chauves-souris par exemple !

+ La présence de nichoirs est une solution de refuge bénéfique pour les oiseaux, surtout lorsque les arbres ne sont pas encore dotés de cavités naturelles.

Deux grandes typologies de mycorhizes

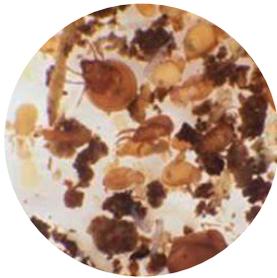


Source: Fuchs, 1999

Des sols d'une grande biodiversité

Les champignons mycorhiziens ne sont pas les seuls micro-organismes avantageux pour la vigne pouvant être favorisés par l'agroforesterie. De nombreux champignons et bactéries participent à la décomposition de la matière organique (qui croît avec les résidus de l'arbre) et augmentent la quantité de celle-ci en se décomposant eux-mêmes. La dégradation de la lignine est réalisée par ces micro-organismes et aboutit à la création d'un humus stable et durable, **améliorant les propriétés agronomiques de nos sols**. D'autres micro-organismes tels que les nématodes, les collemboles et les acariens, participent à la régulation de la prolifération de certains êtres vivants potentiellement nuisibles (virus du court noué par exemple).

Les vers de terre, ainsi que d'autres insectes, forment des galeries verticales et horizontales qui limitent l'érosion en permettant la circulation de l'eau dans le sol et le sous-sol.



Les décomposeurs du sol



Galeries de fourmis



Galeries de vers de terre

L'arbre et la haie, un impact climatique à l'échelle de la parcelle

Alors que les conditions climatiques influent sur nos productions, l'agroforesterie est reconnue pour ses propriétés agissant sur le climat notamment à l'échelle d'une parcelle agricole (microclimat). Les haies ou les alignements d'arbres créent des obstacles qui sont favorables à **l'effet brise-vent**. L'intérêt est de freiner les rafales pouvant entraîner des dégâts physiques sur la vigne ou être fatidiques si elles sont associées à une vague de chaleur. L'INRAE considère que la vitesse du vent peut être ralentie derrière une haie sur une distance représentant jusqu'à vingt fois sa hauteur. De plus, la réduction du vent impacte le microclimat de la parcelle en modifiant les échanges de chaleur, de vapeur d'eau et de gaz carbonique entre la surface du sol et l'atmosphère. Ainsi, il est possible d'obtenir **un microclimat plus favorable** aux cultures.

A retenir :

L'impact climatique est dépendant des perméabilités (densités des feuillages) des éléments agroforestiers, de leurs espacements, de leurs orientations et de leurs hauteurs.

Des critères doivent être pris en compte afin de limiter les dégâts du gel et de réduire l'humidité propice au développement des maladies cryptogamiques. Les bénéfices des haies dépendent fortement de leur modélisation.

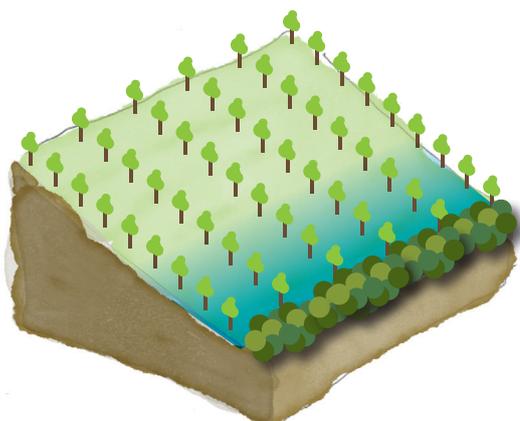


Figure 1

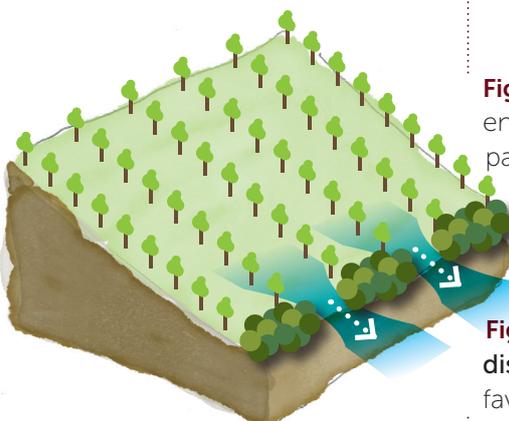


Figure 2

Figure 1 : Une haie imperméable en bas de coteau ne permet pas à l'air froid d'être évacué. La température de la parcelle est alors susceptible de baisser.

Figure 2 : A contrario, une haie **discontinue** en bas de coteau favorisera la création de couloirs par lesquels la circulation de l'air sera possible.

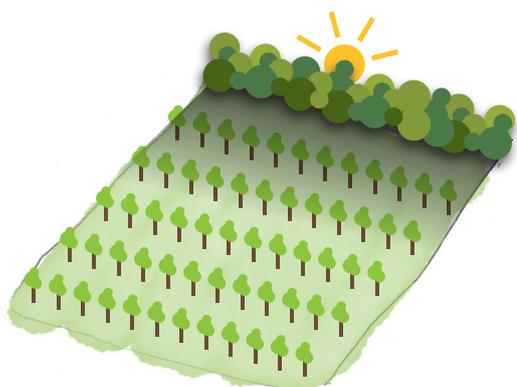


Figure 3

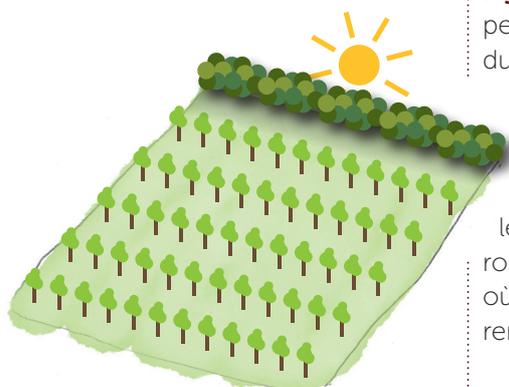


Figure 4

Figure 3 : Une haie haute à l'Est peut être préjudiciable au lever du soleil.

Figure 4 : Une haie **basse** située côté soleil levant sera préférable pour limiter le temps d'humidification de la rosée sur la parcelle, moment où les contaminations prospèrent.

Les arbres constituent également **des tampons thermiques** efficaces face aux écarts de températures extrêmes. Ils sont à la fois capables de limiter l'humidité lors des épisodes pluvieux en absorbant une partie de l'eau dans leur biomasse et d'augmenter l'humidité en périodes sèches grâce au processus d'évapotranspiration. Le feuillage des arbres peut absorber les radiations solaires et donc réduire leur rayonnement, ce qui s'accompagne d'une baisse des températures et de l'éclairement. L'ombrage des arbres dans une parcelle agroforestière dépend de plusieurs facteurs. Leurs structures (morphologie, biomasse, âge) et leurs agencements (densité de plantation) ont des conséquences qui peuvent être bénéfiques ou néfastes. La réflexion d'un système agroforestier doit prendre en compte les contraintes de la zone de plantation, tant dans sa conception que dans sa gestion.

Conseil technique :

Privilégier la taille en trogne (aussi appelée têtard) **en zone humide**.

Ajouter un ombrage en zone humide peut favoriser le mildiou en maintenant l'humidité déjà présente. La trogne est une solution permettant de limiter l'ombre tout en bénéficiant d'un système racinaire qui va assainir le sol.

L'arbre, un fixateur de carbone

A plus grande échelle, l'agroforesterie peut jouer un rôle non négligeable sur les changements climatiques. La biomasse de l'arbre fixe du carbone dans ses tissus grâce à la photosynthèse. **La quantité de carbone ainsi absorbée est infiniment supérieure chez l'arbre** que chez les autres végétaux du fait de sa taille et de sa pérennité. Le carbone est restitué au sol par l'intermédiaire de ses feuilles, de son bois et de ses racines. Les décomposeurs les transforment en matière organique **améliorant la fertilité** et fixant le CO₂ dans les sols. La réintroduction des arbres participerait à limiter les effets des changements climatiques dont les conséquences sont défavorables à la viticulture.

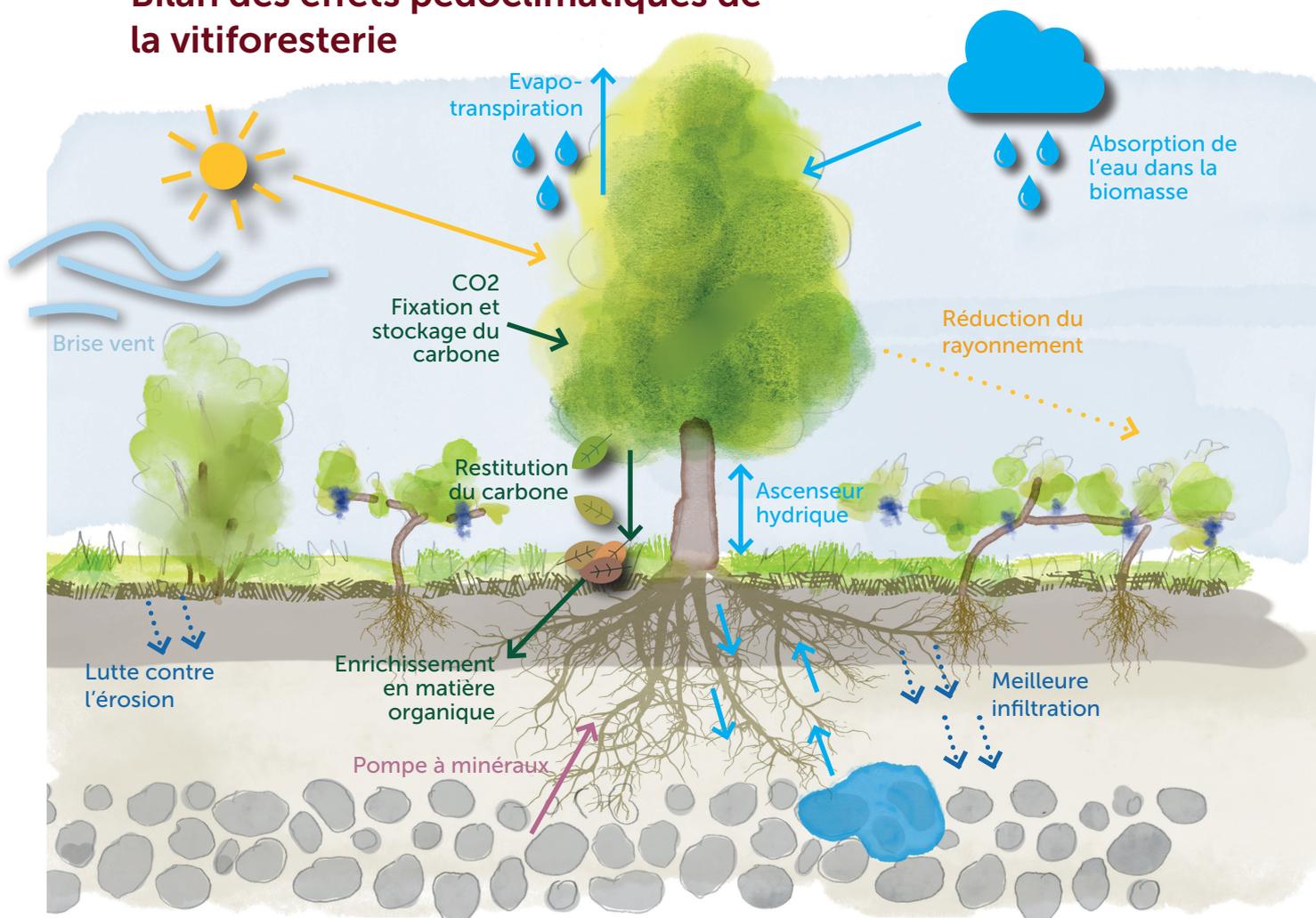
L'arbre, un ascenseur hydrique

De par son fonctionnement hydrique ascendant et descendant, l'arbre joue un rôle d'ascenseur. Grâce à un système racinaire puissant, il capte de l'eau en profondeur qu'il diffuse dans le sol au niveau de son système racinaire superficiel et dans l'atmosphère par évapotranspiration. A contrario, il a la capacité de piéger l'eau atmosphérique et de la redistribuer dans le sol. Il a donc la faculté en période de sécheresse d'hydrater l'atmosphère ainsi que les sols au bénéfice des plantes de son environnement proche.

L'arbre et la perméabilité des sols

L'arbre, par l'amélioration de l'activité microbologique, l'accroissement de la matière organique et par ses racines qui constituent un véritable squelette, a un impact sur la structure du sol. La porosité augmente, permettant une meilleure infiltration et rétention de l'eau. L'arbre est un élément de lutte efficace contre l'érosion des sols.

Bilan des effets pédoclimatiques de la vitiforesterie



L'art de la réintroduction de l'arbre dans les vignes

1ère étape : Définir son système agroforestier

La mise en place de l'agroforesterie au sein de la vigne demande une certaine réflexion. Tout d'abord, **il est important de définir les types d'éléments agroforestiers ainsi que leurs emplacements et leurs fonctions**. Un système agroforestier en viticulture peut se composer de haies et/ou d'alignements d'arbres que ce soit entre deux rangs, dans un rang de vigne ou en bordure de parcelle. Il est important que les arbres et les arbustes soient **régulièrement répartis** dans les vignes. On considère que les influences positives commencent à diminuer au-delà de 15 mètres. Le choix de l'emplacement a toute son importance en ce qui concerne les bénéfices que l'on veut en tirer. Il faut donc définir la fonction de l'élément agroforestier : souhaite-t-on favoriser la biodiversité, obtenir un effet brise vent, améliorer la gestion de l'eau...? Ce sont des indications déterminant le choix des éléments agroforestiers, leurs emplacements et leurs densités.

Il n'existe pas une façon de concevoir l'agroforesterie, il faut l'adapter aux besoins et aux possibilités de chaque domaine viticole (niveau de mécanisation...) et à la parcelle (configuration) !

2ème étape : Choisir les espèces

Il est primordial de favoriser **une grande diversité dans le choix des essences**, l'objectif étant de ne pas créer une superposition de monocultures ! Chaque espèce dispose de propriétés différentes et s'adaptera plus ou moins suivant la région et le type de sol. Pour les arbres et les arbustes poussant près des vignes, il est important qu'ils établissent **une symbiose avec les endomycorhizes**, soit généralement des arbres à pousse rapide comme le murier, le cornouiller, l'érable plane, etc. De plus, pour les espèces introduites dans les rangs, il est préférable de choisir des arbres au cycle de vie comparable à la vigne (par exemple : éviter le pêcher dans les rangs de vigne qui a une durée de vie en moyenne de 20 ans). L'origine des plants est un facteur qui doit également être pris en compte. Des espèces déjà présentes dans l'environnement du vignoble sont à privilégier pour une meilleure résistance. Mais il est envisageable d'introduire avec parcimonie quelques espèces plus adaptées aux changements climatiques qui résisteront peut-être mieux aux excès de températures.

3ème étape : Choisir le matériel végétal

Le choix du matériel végétal n'est pas non plus à négliger. Il paraît intéressant de privilégier **des jeunes plants avec un système racinaire très fin**. Les arbres bénéficieront par la suite d'un meilleur ancrage au sol, grâce à la formation de racines pivotantes, leur résistance sera accrue face aux aléas climatiques (tempêtes, gel...), aux ravageurs et aux maladies. A contrario, des plants plus âgés auront davantage de difficultés à s'implanter, leur espérance de vie sera fortement réduite. Dans le cas des arbres fruitiers, il est conseillé **d'implanter le porte greffe qui sera par la suite greffé directement sur place**.



Linéaire d'arbres dans les rangs
Domaine Emile Grelier



Linéaire d'arbres inter-rangs
Domaine de Restinclières



Arbres en bout de rang
Château Duvivier



Bosquets intra-parcellaire
Château Duvivier



Haie inter-rangs
Château Duvivier



Haie bord de parcelle
Domaine Emile Grelier

4ème étape : Préparer le sol

Idéalement la **préparation du sol doit être anticipée** l'été précédent avec la mise en place d'un paillage important, la décompaction sera alors **naturelle**. Sinon elle peut être **mécanique** à l'aide d'un décompacteur ou d'une grelinette.

5ème étape : La plantation

La réalisation du trou : elle doit être adaptée à la taille du plant. Lors de la création du trou de plantation, on limitera le lissage des parois dans le but d'éviter la création d'un bol de rétention d'eau qui risque de provoquer de l'asphyxie racinaire.

Le pralinage : il est recommandé de plonger les racines dans un pralin afin d'apporter un milieu fortement chargé en microbes et de favoriser la multiplication cellulaire. Composé d'une base de bouse de vache, d'argile et d'eau, il est possible d'y ajouter du jus de consoude, des cendres de bois et/ou toute préparation répondant aux effets souhaités.

La plantation : Dans le trou, les racines doivent garder leurs orientations initiales et on limitera le mélange des horizons lors du rebouchage. Un complément organique, avec du compost par exemple, peut être apporté en fin de plantation sur la surface du sol.

Le paillage : L'apport d'une couche importante de paillage (paille, foin, BRF) est fortement conseillé. Il limitera le développement de graminées (plutôt néfastes les premières années) et favorisera des systèmes mycorhiziens. Le paillage pourra être renouvelé si nécessaire pour réduire les opérations d'arrosage.

L'arrosage : Un arrosage après plantation peut être nécessaire. Le reste du temps celui-ci doit être anticipé par une vérification régulière de l'humidité sous le paillage. Il sera donc modulé en fonction de la période de plantation, du type de sol, du matériel végétal et du climat.

Les gaines de protection : 40 cm pour les haies et 1,20 m pour les arbres intra-parcellaires. Elles sont recommandées pour protéger les jeunes plants de la faune environnante, notamment des chevreuils.

Le tuteurage est surtout nécessaire lors de la plantation dans les rangs afin de guider l'arbre jusqu'à la sortie du palissage et d'éviter les blessures sur la jeune écorce par les fils.



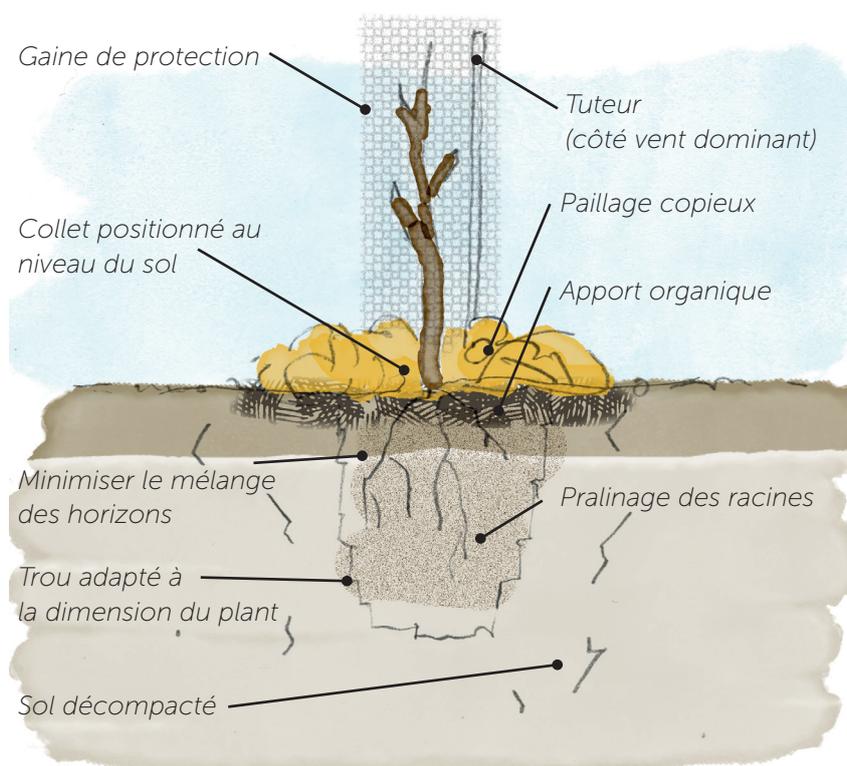
Grelinettes



Pralin



Paillage d'une haie



Une affaire à suivre ...

Les arbres et les haies seront suivis régulièrement durant leur croissance. Certains éléments auront besoin d'un tuteur supplémentaire ou d'une taille de formation. Une observation minutieuse des jeunes troncs est recommandée afin d'éliminer les insectes xylophages tels que la zeuzère.

Pour la production fruitière un **greffage** sera planifié sur les porte-greffes (privilégier les variétés anciennes).

Pour les feuillus, il est possible de mettre en place **des trognes**. Ce type de taille est notamment reconnue pour ses bienfaits environnementaux. Elle permet la formation d'une boule de végétation appréciée par la faune, limite l'ombre portée sur les cultures et favorise l'absorption du carbone grâce à une forte croissance annuelle de sa biomasse. La hauteur des trogne peut se déterminer en fonction des contraintes de la mécanisation.

Un système à valoriser

La mise en place de l'agroforesterie a des effets bénéfiques sur le vignoble et son écosystème et il est possible d'aller plus loin en valorisant cette pratique. Les arbres fruitiers représentent une production supplémentaire amenant **un revenu additionnel** au viticulteur. De même, le bois est un matériau qui peut être valorisé en bois d'œuvre ou en source d'énergie. Dans le cas de développement de pâturage, les arbres comme l'orme, le frêne ou l'érable peuvent aussi être utilisés comme fourrage pour les animaux. D'autres espèces telles que la bourdaine, peuvent servir à la confection de préparations biodynamiques. Enfin, les éléments agroforestiers participent fortement au **développement paysager** et l'identité du lieu s'en trouve renforcée. L'espace de production et le cadre de vie sont améliorés avec un impact positif sur la Responsabilité Sociétale de l'Entreprise.



Château Duvivier, Provence



Photo zeuzère



Arbre greffé



Arbre taillé en trogne

Les effets bénéfiques de l'agroforesterie demandent du temps alors que les changements climatiques ne cessent d'évoluer, il faut donc agir dès maintenant, nous ne devons plus attendre !



Domaine Emile Grelier

www.domaine-emile-grelier.fr

Vignoble précurseur en agroforesterie, ce domaine situé en Gironde, développe et teste des principes agroforestiers depuis 2008. De nombreux aménagements en faveur de la biodiversité ont été mis en place en concertation avec des naturalistes. Les arbres sont plantés dans les rangs entre les pieds de vignes et des haies entourent les parcelles. On y retrouve aujourd'hui environ 800 arbres intra-parcellaires de 150 variétés différentes, avec $\frac{3}{4}$ de fruitiers et $\frac{1}{4}$ de feuillus. Des micros-parcelles de « vigne-forêt » d'une densité de plus de 600 arbres/ha font l'objet d'expérimentations.

D'après la méthode IDEA v4, ce vignoble stocke plus de carbone qu'il n'en émet grâce à toutes ses démarches.

Château Duvivier

www.chateau-duvivier.com

Le Château Duvivier en Provence est depuis 1990 le domaine viticole de recherche et d'expérimentation de l'entreprise suisse de vin bio DELINAT AG. Un travail intensif est conduit sur la viticulture du futur. Des essais sont menés sur les cépages résistants aux champignons, les différentes modalités d'enherbement, la réduction de l'utilisation de cuivre et de soufre, la permaculture et l'agroforesterie. Ces dernières années, d'impressionnants aménagements hydrauliques ont été créés dans le but de rendre chaque goutte d'eau de pluie bénéfique pour le domaine viticole. L'aménagement de hotspots de biodiversité et de cultures secondaires permet de montrer comment l'équilibre agroécologique peut être amélioré dans et autour du vignoble. Le Château Duvivier est également un lieu de séminaires internationaux pour les vignerons et une oasis inspirante pour les vacanciers.



 **DELINAT** | Consulting

Auteurs:

Inès Bastide

Maud Vinet

Benoît Vinet

du Domaine ÉMILE GRELIER

Daniel Wyss

DELINAT Consulting

Graphiste:

Johannes Keel

DELINAT Consulting

2022, Copyright by

DELINAT Consulting and

Domaine ÉMILE GRELIER