

Un travail réalisé par Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress, dans le cadre d'un projet étudiant, cursus ingénieur agronome, 3A, spécialisation BESTE - Biodiversité - Eau - Sol - climaT - Evaluation environnementale.

Un travail réalisé dans le cadre du projet SCACC - Vers des systèmes de culture adapté au changement climatique en Haute Provence. Un projet coordonné par la Chambre d'agriculture des Alpes de Haute-Provence qui regroupe 4 partenaires techniques : ARVALIS, la Chambre d'agriculture de Vaucluse, la Société du Canal de Provence, l'Institut Agro Montpellier via la Chaire Eau Agriculture et Changement Climatique et l'UMR G-EAU. Le Parc Naturel Régional du Lubéron et le Syndicat Mixte Asse Bléone sont des partenaires territoriaux du projet.

Liste des solutions

Diversification des assolements	0
Couverts végétaux d'intercultures	3
Agroforesterie	6
Choix de variétés	9
Aménagements paysagers – baissières	11
Aménagements paysagers - pierriers, murets, terrasses, mares perméables et hydrologie régénérative à l'échelle du bassin versant.....	13
Haies	18
Techniques Culturelles Simplifiées	21

Diversification des assolements

Contexte : la demande évapotranspiratoire des cultures va augmenter en été alors qu'une réduction de la pluviosité est attendue sur la période estivale (Brisson et Levrault, 2010). Les besoins en eau d'irrigation des cultures seront plus élevés et les cultures pluviales verront leur confort hydrique se dégrader (Soubeyroux et al., 2013).

Il s'agit de diversifier la production pour diviser les risques liés aux aléas et aux restrictions en eau.

Dans le but d'optimiser la ressource en eau, la diversification peut se traduire par l'intégration de cultures résistantes à la sécheresse, efficaces et économes en eau dans l'assolement.

Diversifier les assolements semble être une pratique répandue pour assurer une sécurité de production et de commercialisation face au dérèglement climatique.

Objectifs

S'adapter : recherche de robustesse dans le système de production face aux aléas climatiques (sécheresse, régime pluviométrique)

Conditions de mise en œuvre

Agronomique : accès à l'eau

Economique : existence de débouchés pour les produits qui ne sont pas en culture principale.

Assurer une résilience économique et écologique Multiplier les voies de commercialisation	Typologie d'exploitation : soit petite exploitation dimensionnée pour une multiplicité d'ateliers ; soit moyenne à grande exploitation avec un foncier important Matérielle : parc matériel diversifié, parcellaire joint ou morcelé Contexte pédoclimatique, topographie : varié, hétérogène, propice à différentes cultures
Intérêt pour qui ?	
Exploitations régulièrement soumises à des restrictions d'eau, avec un parcellaire morcelé, une diversité de débouchés et de modes de commercialisation et la possibilité foncière et matérielle d'intégrer d'autres modes de conduite.	
De l'amont à l'aval de la chaîne de production	
Filières : proposer une offre diversifiée suppose que les filières sont développées et prêtes à accueillir une multiplicité de volumes réduits par rapport aux volumes produits dans un modèle spécialisé. Entreprises de collecte et de stockage (ESC) : pour adapter les ESC à une offre plus diversifiée et réduite, un soutien économique apparaît nécessaire. Distribution : la production diversifiée induit une augmentation des coûts de production (parc matériel diversifié et contradictoire avec les économies d'échelle), ce qui suppose une adaptation des prix en aval de la chaîne de production et de distribution.	
Freins principaux	Leviers principaux
Economiques : - Demande un parc matériel plus diversifié - Charges mécaniques importantes - Absence de marché ou de débouchés Agronomiques : -Technicités des cultures ajoutées	Aides & accompagnement : - Accompagnement des exploitations dans la diversification par les instituts techniques, chambres et groupements d'agriculteurs - Subventions de la PAC du 1er pilier : DPB liés à des critères de diversification - Intégration dans les groupes Dephy Macro-économiques (filière) : Accompagnement et soutien des entreprises de collecte et de stockage Crise agricole (viticole) Agronomique : La polyculture-élevage induit une diversification des grandes cultures au moins pour la production de fourrages, de céréales et de légumineuses Contrats de semence qui imposent un retour de plusieurs années entre les productions La diversification des assolements agit comme un moyen de diminuer le salissement et permet des rotations longues en faveur de la fonctionnalité du sol
Témoignages techniciens et experts	
Chambre d'Agriculture du 84 : La diversification améliore la résilience des exploitations mais pose la problématique de la main d'oeuvre notamment pour les récoltes manuelles. La diversification dépend de la mise en place et du développement des filières. Dans la région : la pistache, la grenade, le chanvre et l'amande se développent. La diversification pourrait aller à l'encontre de l'optimisation de la ressource en eau ? À propos du maraîchage diversifié, une réflexion intéressante d'Agribio 04, "c'est un système hyper complexe où on simplifie la gestion des apports, plutôt que de les préciser. Cela peut donc mener à des excès de consommation". De manière générale, avec un système de culture diversifié, on peut vite se retrouver "la tête dans le guidon", sans avoir la disponibilité mentale pour raisonner et contrôler ses apports en eau.	
Témoignages des agriculteurs	
Pour la plupart des agriculteurs rencontrés, la diversification des assolements est considérée comme le principal point fort de leur exploitation, en matière de résilience. Voici quelques verbatim consensuels autour de cette pratique : "La clef, c'est la diversification" "Il faut être diversifié, la spécialisation, c'est ce qui tue", "ce n'est pas tout le monde qui a les opportunités pour se diversifier"	

"Il faut faire un peu de tout" "ne pas mettre les œufs dans le même panier"

Certains ajoutent l'augmentation de la biodiversité aux bénéfices de la diversification :

"Le but, c'est de recréer de la biodiversité et d'apporter un écosystème à un système de culture"

D'autres n'ont pas d'a priori négatif mais expriment un manque d'accompagnement technique ou de continuité entre l'amont et l'aval de la production. En effet, la diversification est conditionnée par la présence de débouchés pour les productions mises en place, d'où la nécessité d'accompagner le développement des filières et de soutenir les adaptations en matière de collecte et de stockage d'une production plus diversifiée et moins volumineuse.

"Se diversifier, c'est peut-être l'avenir, mais quoi ?"

Bénéfices de la mise en place de la pratique

Agroenvironnementaux : favorise la biodiversité, casse les cycles d'adventices

Economique : diversification des débouchés et produits commercialisés. Sécurisation des sources de revenus.

Services écosystémiques / agronomiques :

- Fertilisation azotée avec les légumineuses : pois, féverole, lupin, luzerne, pois chiche, lentille, etc.
- Pièges à nitrates ou mellifères avec les CIMS : moutarde, sorgho
- Couverture du sol avec les cultures d'hiver : céréales d'hiver
- Cultures à haute valeur ajoutée : lin, chanvre, pistache
- Résistance à la sécheresse avec les cultures pluviales : PPAM, légumineuses et céréales en sec dans les années de restriction
- Rentabilité de l'eau avec cultures économes en eau à haute valeur ajoutée : pistache, chanvre à CBD, olives, figues de Barbarie

Matrice SWOT

Forces	Faiblesses
Robustesse de l'agrosystème et du modèle économique de l'exploitation Résilience face au changement climatique : partage les risques. Un aléa n'a pas les mêmes répercussions selon les cultures, les modes de conduite et la stratégie agronomique. Résilience économique : multiplication et diversification des voies de commercialisation.	Agronomique : Niveau de technicité accru pour mener à bien l'ensemble des cultures. Economique : Diminution des volumes de production.
Opportunités	Menaces
Economique : Pré-existence de marché, développement de filière Géographie et topographie : Accès à l'eau : "l'irrigation peut être un levier pour la diversification des cultures, qui est l'un des piliers de l'agroécologie" Delphine Leenhardt Territoires de moyenne montagne semblent propices à la diversification en raison du morcellement du parcellaire et de l'hétérogénéité des sols rencontrés Parcellaire morcelé Capital matériel et foncier : Parc matériel diversifié Foncier important, hétérogène Accompagnement technique : Groupements, GIEE, associations, coopératives, filières : pour la mise en place de nouvelles cultures (gestion fertilisation, besoins en eau...) Outil d'aide à la décision pour affiner les choix d'assolements en fonction des scénarios du GIEC en matière de changement climatique et de la hausse du stress hydrique des cultures. Par exemple, des outils comme Asalée et le modèle Irré-Lis - outils d'aide à la décision qui intégreraient des données chiffrées en termes de risques, de rentabilité et de variabilité de la consommation en eau, à l'échelle de l'exploitation ou du territoire."	Géographique La spécialisation du territoire (notamment en plaine où la structuration des filières de grandes cultures incitent à la monoculture et à la production de volume) Le manque de foncier L'absence d'accès à l'eau Economique : L'absence ou le manque de débouchés Cultures contractualisées Concurrence entre les filières et entre les territoires Culturels : Habitudes alimentaires Organisationnel : Excès d'intrants et de consommation d'eau faute de disponibilité mentale pour raisonner le système

Indicateurs de suivi	
Développer des outils de stratégies d'assolements adaptées aux projections du changement climatique. Assurer un suivi technique et tactique des volumes d'eau d'irrigation en fonction de l'assolement avec outil d'aides à la décision tels que l'outil Asalée. Performance et pérennité de l'assolement : évolution de la marge nette à l'hectare, rapport entre assolement initial et assolement prospectif	
Coûts & aides	
PAC - 1er pilier : DPB liés à des critères de diversification des assolements (au moins 3 cultures) Aides pour l'implantation de légumineuses (Plan National Protéines Végétales) MAEC selon les territoires - dans le 04 les MAEC sont plutôt penchées vers les modèles d'élevage en raison de la prédominance historique de cette activité PSE avec obligation de résultats selon les territoires	
Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur	
Le syndicat mixte Asse-Bléone (SMAB) constate une diminution spontanée de la proportion de maïs dans l'assolement, en réponse à un déficit hydrique accru et à des restrictions récurrentes dans le bassin de l'Asse. De ce fait, la diversification et le changement de pratiques agricoles à l'échelle d'un bassin versant pourraient être raisonnés à l'échelle des bassins versants dans les espaces de gestion concertée des usages de l'eau tels que les ASA, les OUGC, les PTGE ou encore les SAGE. Les stratégies d'assolement pourraient également être raisonnées à l'échelle des bassins versants en les intégrant dans les Programmes Alimentaires Territoriaux (PAT). "Ce qui serait vraiment bien, c'est d'avoir plus de PAT, que ces initiatives aillent beaucoup plus loin, pour aboutir à une forme de planification. Le milieu agricole est très conservateur. Être agriculteur, c'est vachement de liberté, mais pour gérer l'eau et fournir de l'eau en quantité et qualité, il faudrait planifier. On ne peut pas faire tout d'un coup, il faudrait que les collectivités locales travaillent à définir les besoins du territoire, en termes de ressources en eau, et qu'elles les mettent en regard avec les cultures pour la production alimentaire, avec l'existant sur le territoire. Il faudrait qu'elles aient les moyens financiers pour passer des contrats avec les agriculteurs à des prix intéressants, pour ajuster la production aux besoins du territoire et aux contraintes hydriques à venir" (maraîcher agroforestier dans le 26)	
Sources	
"La diversification des assolements en France : intérêts, freins et enjeux, 2012, Analyse du centre d'études de prospectives du Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et de la forêt Choix de l'assolement pour optimiser l'eau d'irrigation. Triple Performance. Consulté 21 mars 2025, à l'adresse https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Choix_de_l%27assolement_pour_optimiser_l'eau_d%27irrigation CLIMASSOL : L'assolement comme levier d'adaptation des exploitations agricoles face au changement climatique. (2023). Agronomie, Environnement et Société. https://doi.org/10.54800/ava999	
Auteurs	Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Couverts végétaux d'intercultures	
Installés pendant l'interculture, les couverts végétaux correspondent le plus souvent à un mélange d'espèces permettant de regrouper un ensemble de bénéfices agro-environnementaux et de couvrir le sol durant la période. "L'optimisation des fonctions des cultures intermédiaires permet de favoriser la mise en place de couverts végétaux en vue d'améliorer la structure des sols, le stockage de carbone, l'infiltration et la rétention d'eau dans les sols." (Avis du conseil économique, social et environnemental, publié au journal officiel de la République française en avril 2013	
Objectifs	Conditions de mise en œuvre
- Couverture du sol pendant l'interculture - Apport de matière organique	- Adapté au contexte pédoclimatique et à la situation sociotechnique de l'exploitation. - Définition en amont des objectifs

- Selon la logique de l'exploitant : limiter l'érosion, apporter de la matière organique et restructurer le sol (CIMS), engrais verts, stabiliser l'azote (CIPAN), autonomie fourragère (cultures dérobées), alimentation d'un méthaniseur (CIVE)... - Retrouver un sol fonctionnel	- Disposer d'un parc matériel adapté
Intérêt pour qui ?	
Toutes les typologies d'exploitations.	
De l'amont à l'aval de la chaîne de production	
Rôle clé de l'accompagnement pour la définition des objectifs et du choix de la date de destruction du couvert par les techniciens et les interprofessions agricoles. L'implication des instituts de recherches est primordiale pour accompagner le monde agricole.	
Freins principaux	Leviers principaux
- Coûts d'implantation du couvert - Fluctuation de la disponibilité et du prix de la semence - Contraintes et technicités agronomiques du système - Manque d'eau en sortie d'été - Gestion des adventices et augmentation du salissement - Concurrence sur les ressources (N, eau, lumière) avec la culture principale selon les modes de conduite	- Favorable pour la gestion de l'eau en agriculture - Protection efficace du sol pendant l'interculture : restructuration fonctionnelle des sols - Facilité d'implantation et de destruction selon les types de couverts - Existence d'espèces plus ou moins rustiques qui peuvent lever dans des conditions difficiles sans besoin d'intervention - Association multi espèces : allonger la gamme des variétés dans la rotation - Gestion du salissement des parcelles - Combinaison possible avec des pratiques en ACS - Intégration dans les groupes Dephy ou GIEE
Témoignages des agriculteurs	
Sur le territoire d'études, la mise en place d'un couvert répond le plus souvent à différents objectifs : "rôle de portance", "apport de matière organique", "alimentation du bétail", etc. Le couvert "nourrit le sol pour nourrir la plante" à son tour. Pour XX, agriculteur dans le Vaucluse, l'application d'un couvert qui sera restitué complètement à la parcelle est moins contraignante que l'application du fumier ou d'engrais organique et plus favorable pour son taux de MO. Selon lui, "autant mettre directement le fourrage dans le sol" et minimiser les flux d'énergie et de MO vers l'extérieur (la transformation du fourrage en fumier mobilise de l'énergie, qui est vue ici comme une perte pour le système sol). Le mélange vesce-avoine est conduit dans la majorité des exploitations, accompagner à l'origine par la Chambre d'Agriculture des Alpes de Haute-Provence. Pourtant, certains agriculteurs restent frileux quant à l'application de couvert, soulignant une charge de travail en plus, ou des méfiances vis-à-vis de la concurrence avec la culture principale, notamment en arboriculture faisant le choix de se tourner vers une application du couvert 1 rang sur 2. Par ailleurs, un agriculteur indique l'impossibilité de concilier couverts et maraîchage ; cette pratique induirait une diminution de la température du sol, néfaste aux cultures légumières, "ne remplaçant pas les avantages du paillage plastique". Dans le système de XX, les couverts sont inclus dans la rotation depuis 15 ans, "ni manque de fertilisation, ni de compétition" souligne-t-il, en ajoutant ne pas observer de faim d'azote bien que les couverts dépassent parfois la hauteur des vignes. Le regard vis-à-vis de la gestion de la ressource en eau est très positif. XX, agriculteur dans le Vaucluse, indique que "le couvert me permet de faire des économies d'eau" de l'ordre de 10-15% visible sur ses OAD. La question de la date de destruction est essentielle pour éviter la compétition sur la ressource avec la culture principale. Au GAEC XX, une destruction tôt du couvert permet de garder un sol humide pour la culture suivante.	
Bénéfices de la mise en place de la pratique	
- Réduction du ruissellement et des risques d'érosion - Réduction des phénomènes de battance - Réduction du besoin de travail du sol - Réduction de l'évaporation du sol - Réduction du risque de lessivage des éléments de la solution du sol - Retardement de la date d'apparition de la lame drainante - Structuration du sol en profondeur - Amélioration des capacités d'infiltration et de stockage d'eau dans le réseau microporeux	
Matrice SWOT	
Forces	Faiblesses
Forces pour la gestion de l'eau	Faiblesse sur les ressources

- Consommation moyenne d'un couvert : 10 à 20 mm d'eau par tonne de MS - Réduction de la quantité d'eau drainée (30 mm environ) : Fortement dépendant du contexte : précipitations importantes ou types de sols (sableux et argileux) - Amélioration de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol (pivots épais et densité racinaire importante) Forces agronomiques - Association multi espèces : assurance pour la production de biomasse, plus grande stabilité (Avantages perçus à partir de 4 à 5 espèces), mobilisation des réserves du sol donc "pool organique" optimale, diminution des risques liés aux contraintes pédoclimatiques et faunistiques, augmentation du nombre de niches écologiques occupées (réduction du salissement) - Dans les sols hydromorphes : les couverts consomment l'excès d'eau et permettent d'obtenir des conditions hydriques plus favorable à l'implantation de la culture suivante. - Dans les sols superficiels et/ou peu argileux : valorisation des précipitations qui auraient été emportées par drainage.	- Mobilisation de l'azote les premières années d'implantation du couvert pouvant pénaliser la culture suivante - Différence de besoin en eau selon les espèces. A titre indicatif, un couvert en pois est plus productif qu'un couvert d'avoine. - Une gestion à réfléchir selon le type de sol, le climat, les moyens de l'exploitation - Pour les couverts d'hiver, nécessité de caler le semis sur les retours des premières pluies (fin août à début septembre) en PACA - Structuration plus faible du sol en profondeur d'un couvert d'hiver comparé à un couvert d'été Faiblesse concernant le type de couvert - Couverts d'été plus délicats à semer mais faciles à détruire - Couverts d'hiver faciles à semer mais plus délicats à gérer en fin d'interculture - Efficience de l'eau pas forcément meilleure dans des conditions où il y a du mélange d'espèces
Opportunités	Menaces
Opportunités pour les différents ateliers - Intégrer le couvert dans la rotation et concevoir son système durablement - Valorisation du couvert en fourrage pour le bétail - Association possible avec du mulch - Possibilité d'irrigation pour maximiser les services écosystémiques rendus : zones d'ombres sur la fréquence, les moyens, les dates. Opportunités économiques - Sécurisation des rendements en améliorant graduellement la fertilité des sols - Diminution des besoins d'engrais par la diminution du risque de faim d'azote avec les années Opportunités pour les institutions - Rôle majeur des organismes professionnels agricoles et des instituts de recherche dans l'accompagnement - Adhérer à un groupe d'agriculteurs ou une association pour bénéficier des semences	Menaces économiques - Coût supplémentaire pour l'agriculteur (semis, chantier, prix des intrants) - Variabilité des coûts en fonction de la disponibilité des semences et de la complexité des mélanges - Potentiel besoin d'irrigation du couvert pour la levée - Risque de dépenses inutiles si mauvaise gestion du couvert Menaces pour les cultures - Si destruction tardive du couvert : risque d'entamer le potentiel en eau du sol pour la culture suivante (Un point d'attention doit être porté sur les sols avec une grande RU).
Dires d'experts	
Clef de la reconquête des sols, les couverts-végétaux sont des "couteaux suisses" (ICOSYSTEME). La mise en place de couverts peut également contribuer à augmenter l'efficacité de la photosynthèse (30% plus efficace) et à maximiser l'infiltration de l'eau dans le sol en créant des chemins préférentiels. S'il est tentant de laisser développer le couvert jusqu'au mois de mars, la date de destruction à son importance, au risque d'impacter la culture suivante à sa levée. Bien que certaines pratiques plus ambitieuses semblent séduisantes, il est important de d'abord orienter ses objectifs sur le fonctionnement de son sol et le taux de MO. ICOSYSTEME met en garde contre la technique du semis direct sous couvert, qualifiée de "très technique, peu généralisable et peu accessible". Le risque pour l'agriculteur est d'arriver dans une impasse technique, économique voire agronomique.	
Indicateurs de suivi	
Pour le suivi de l'implantation du couvert : - Comptage à la levée : nombre de plantes par espèces sur un quadrat, obtention du taux de levée par espèces TL = $(Px5xPMG)/(dx1000)$ avec d = densité de semis en kg/ha et PMG = poids de mille grains en g. - Relevé de végétation : % de présence d'adventices - Utilisation de la méthode MERCI (Méthode d'estimation des Eléments Restitués par les Cultures Intermédiaires) pour quantifier la biomasse produite. Pour le suivi de l'efficacité des couverts dans le temps : - Indicateurs qualitatifs : structure des sols	

- Indicateurs quantitatifs : analyses de sols, coût de production à la tonne produite, biomasse produite
Coûts & aides
En moyenne 40 à 50 euros (H.T.) /ha pour un mélange , plus prendre en compte les coûts engendrés par le passage des machines. PAC 2023-2027, possibilité d'obtenir les aides au Paiement Vert . Conditions pour remplir les 5% de SIE : - Présence des couverts : 2 mois minimum (+15 jours si apport de matière organique) - Au moins 2 espèces dans le mélange Réseau France Agri Mer : Aide nationale aux investissements en exploitations pour la protection contre la sécheresse.
Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur
Si les couverts se généralisent à l'échelle d'un versant : cela peut permettre la réduction du ruissellement, du risque d'érosion et finalement induire une amélioration de la qualité des eaux par la réduction de la concentration des rivières en polluants, en azote ou en sédiments.
Sources
Agrifaune. (sd). Suivi agronomique et faunistique des couverts d'interculture. GTNA Gestion de l'entre-culture. https://www.agrifaune.fr/fileadmin/user_upload/National/004_eve-agrifaune/Publications_GTNA_Intercultures/2020_06_protocoles_AGRO_et_FAUNE_v3.pdf Agrotransfert. (sd). Fiche service : Couverts et eau – drainage et disponibilité. Agrotransfert. http://cultivons-les-couverts.agrotransfert-rt.org/eau/index.html Lefèvre, N. (2011). Freins et leviers à l'intégration de couverts végétaux en systèmes sans labour en AB. Dossier – Engrais verts, volume 110, page 12 à 13. Nielsen D, Lyon D, Hergert G, Higgins R, Holman J. (2015). Cover Crop Biomass Production and Water Use in the Central Great Plains. Crop Economics, Production & Management, volume 107, page 2047 à 2055. 10.2134/agronj15.0186 Parent, S. sd. Les Intercultures Longues. Chambre d'agriculture des Alpes de Haute-Provence, 4. https://paca.chambres-agriculture.fr/nos-publications/la-publication-en-detail/actualites/fiche-technique-resultats-dune-1ere-annee-dessai-les-intercultures-longues/ Thomas F, Archambeaud M. (2016). Les couverts végétaux. (2e éd). Editions France Agricole. ISBN : 978-2-85557-479-0
Auteurs Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Agroforesterie	
L'agroforesterie est définie comme l'association simultanée d'une production arborée et d'une production agricole sur une même surface.	
Objectifs	Conditions de mise en œuvre
- Associer cultures pérennes et cultures annuelles - Dégager une nouvelle source de revenu économique - Associer productions et bénéfices environnementaux sur sa parcelle	- Avoir un projet adapté au contexte socio-technique de l'exploitation - Garantir un ensoleillement suffisant de la parcelle pour la culture principale (50 à 200 arbres/ha) - Avoir une main d'œuvre suffisante pour les travaux de plantations, entretiens et récoltes (15 à 20 heures de travail pour 100 arbres plantés à l'hectare) - Disposer d'un matériel adapté (épareuse ou lamier pour la taille, grappin coupeur pour l'abattage, tronçonneuse, déchiqueteuse, tracteur, chargeur, bâtiment de stockage...)
Intérêt pour qui ?	
Pour l'agriculteur, l'agroforesterie permet de se diversifier et de dégager des revenus complémentaires.	
De l'amont à l'aval de la chaîne de production	
Selon la stratégie mise en place, l'agroforesterie permet de rassembler des acteurs très divers.	

Bois d'œuvre / Bois de chauffages : Interprofessions de la filière bois, techniciens...

Produits arboricoles : Chambres d'Agriculture, techniciens spécialisés, pépiniéristes, interprofessions des filières arboricoles...

Freins principaux	Leviers principaux
- Coûts de mise en œuvre (équipements, irrigation) - Réorganisation de l'ensemble du système et du parcellaire agricole - Développement long des cultures pérennes - Besoin de compétences techniques sur les arbres et les productions - Impacts sur la marge brute de la culture principale "Une baisse de 3 à 5% de la surface de la culture cultivée entraîne avec le développement des arbres une baisse de rendement et des surcoûts liés à la charge de travail agricole de 5 à 15%."	- Affinité et sensibilité pour les arbres - Mise en place d'un verger en production ou bois d'œuvre / chauffage - Co-conception du système - Mise en place de parcelles d'essais sur son exploitation - Intégration dans des groupes de réflexion (GIEE, groupe Dephy)
Témoignages agriculteurs	
"Les agriculteurs en polycultures sont souvent sceptiques à l'idée de replanter des arbres, en se questionnant d'abord sur la problématique d'application des IFT ""Qu'est-ce qu'on met ?"", la compétition et la compatibilité de certaines cultures à proximité des arbres. L'arbre ne semble pas pour les agriculteurs être une solution adaptée pour réduire l'érosion et le drainage. [Éleveur et maraîcher, exploitant 16 ha dans la Drôme] cultive sur 5000m2 un verger-maraîcher composé de pommiers, poiriers, pêcheurs, amandiers, en association avec des cultures légumières. Les lignes du verger ont été implantées selon une direction Nord-Sud pour une répartition homogène de l'ombrage avec un espacement entre ligne de 12m (jugé trop faible). Le système a été réfléchi lors d'une formation agroforesterie menée par la chambre d'agriculture et le bureau d'études Agroof. ""Convaincu du bénéfice de planter des arbres"" pour ""cloisonner des petits parcelles"", ""reconstruire un paysage"", il alerte sur le fait qu'il faut d'abord ""viser un objectif économique et pas seulement esthétique ou poétique"" et définir sa stratégie ""faire du bois de chauffage, du bois d'œuvre, besoins d'ombrage"". L'agriculteur souligne sa déception concernant le verger, ""c'est hyper technique"", ""on ne sait pas donner les moyens d'être bon"", insistant sur la technicité considérable du poste arboriculture. Toutefois, les amandiers semblent être un bon compromis pour la production, ""cela marche bien"". Il insiste sur le fait qu'il n'y ait peu de retours d'expériences sur les vergers-maraîchers ailleurs, bien que l'association ADAF soit une vraie clé de ressources. L'agriculteur préconise d'installer seulement ""deux ou trois lignes d'arbres au début"" pour monter petit à petit en compétences sur ce poste. "	
Bénéfices de la mise en place de la pratique	
- Micro-climat, ombrage et effet brise-vent - Production de matières organiques - Captage de nutriments et d'eau plus en profondeur - Favorise l'infiltration par la ligne enherbée et l'évaporation - Régulation des événements pluvieux intenses - Réduction des pertes par drainage et de l'érosion - Limitation de la pollution par l'azote des eaux souterraines. - Pare-feu - Refuge de biodiversité - Rôle pour la pollinisation	
Matrice SWOT	
Forces	Faiblesses
Forces agronomiques - Association arbre & culture d'hiver potentiellement bénéfique : la compétition oblige un enracinement plus profond des arbres (meilleure résistance face au stress hydrique) - Maximisation des bénéfices selon les modes de gestion. Exemple : l'effet de cernage (Section des racines des arbres qui partent à l'horizontale pour forcer un enracinement profond et ainsi éviter la compétition racinaire entre l'arbre et les cultures) Forces de gestion de la production - Choix de la distance entre les rangées d'arbres : levier pour réduire la complexité de gestion de la parcelle avec les	Faiblesses pour la mise en place de la pratique - Vitesse de croisière du système atteinte au bout de 7 ans environ Faiblesses techniques - Nécessité d'avoir une personne très technique sur le poste arboriculture (verger-maraîcher) - Impossibilité de mettre en place le pivot si cultures irriguées, contraintes avec des enrouleurs Faiblesses agronomiques - Consommation plus élevée d'eau en agroforesterie (50 noyers adultes associés à une culture de céréales consomme 250 mm

machines (30 m conseillés pour des arbres de plus de 15 m de hauteur) - Des modèles déjà étudiés (par exemple, la plantation de fruitiers en doubles rangs). - Des cultures adaptées aux zones plus ombragées : salade, chou, blette, épinard, céleri. "	d'eau supplémentaires sur une saison de croissance par rapport à la culture seule). - Baisse du rayonnement (haies orientées est-ouest : baisse de 40%) - Variables très dépendantes des conditions pédologiques - Période de croissance de l'arbre : phase sensible (gibiers, événements météorologiques...) - Compétition arbre-culture : Impact potentiellement fort sur la fertilité des épis concernant les céréales d'hiver - Baisse de l'évapotranspiration plus ou moins marqué à proximité de la rangée d'arbres - Nombreux effets négatifs potentiellement pas encore connus (impacts de l'effet variétal, des pratiques culturales, de l'âge des arbres, des conditions pédoclimatiques...)"
Opportunités	Menaces
Opportunités économiques - Mise en place d'essais dans les fermes avec un grand patrimoine foncier et une bonne marge de production - Assurance sur les mauvaises récoltes, balance économique entre les productions Opportunités organisationnelles - Approche systémique qui inclue l'arbre et redéfinition des objectifs pour l'exploitant - Augmenter les compétences techniques et organisationnelles de l'exploitant et de ses salariés - Engager une vision long terme de l'exploitation Opportunités sociales - Créer des réseaux d'exploitants en agroforesterie - Un rôle majeur d'accompagnement pour définir les caractéristiques du système - Des fermes pilotes existantes et des suivis de données - Beaucoup de ressources et de références disponibles en ligne"	Menaces économiques - Prix des plants (Scion 1 an : 4-5 € ; Arbre fruitier demi ou haute-tige : 6 et 20€) - Impacts quantitatifs de l'agroforesterie sur les revenus encore mal connus - Rentabilité difficile à chiffrer menacée par les conditions d'éligibilité aux aides (des conditions pédologiques doivent être justifiées : sols de +1m de profondeur et une réserve utile > 75 mm) Menaces organisationnelles - Plus grande charge de travail et conditions de travail plus difficiles si mauvais dimensionnement du système et si parc matériel non adapté. - Tensions entre les différents ateliers : Volume horaire nécessaire pour 100 arbres plantés entre 10 et 15 heures. Menaces socio-économiques - Manque de données quantitatif sur la variable rendement - Non acceptation sociale de la baisse du rendement sur la culture principale"
Indicateurs de suivi	
Croissance des arbres, bon état des fruits, présence de bioagresseurs, marques de maladies, indicateurs d'humidité du sol sous l'arbre et en inter rang, suivi de la culture principale.	
Coûts & aides	
Coûts moyens d'investissement : 800 €/ha pour 50 arbres/ha (Coût d'entreprise d'environ 15 €/arbre) Ces coûts sont très variables selon les projets (types d'essences, améliorations génétiques...) pouvant entraîner un surcoût total de l'ordre de 200 à 300 €/ha Les aides à la plantation démarrent à 2ha. Aides possibles : - Aides régionales à l'installation (conditions : les arbres fruitiers doivent représenter moins de 50% des arbres plantés sur la parcelle). - Aides de l'Agences de l'eau - Aides diverses : PNR, Fonds Européen LEADER, aides PAC (Mesures 8.2) ... - Fonds privées : Fonds AFTER - Agroforesteries et territoires (9euros/plant), fonds pour le peuplier agroforestier... - Pacte Haie (90% de financement H.T.) - Contrat de transition agricole pour la région Sud-PACA (40 à 60% de financement H.T.)"	
Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur	
Sur des terrains exposés, sujets à l'érosion ou au drainage, l'agroforesterie pourrait s'implanter sur des lieux à contraintes.	
Sources	
Agence de l'eau Adour-Garonne. (2018). Etude pour le renforcement des actions d'économies d'eau en irrigation dans le bassin Adour-Garonne « Synthèse des connaissances » - Action 9 : Agroforesterie. Agriculture – Economies d'eau et gestion quantitative https://oai.eau-adour-garonne.fr/oai-documents/61629/GED_00000010.pdf	

Debarge, S. (2015, Janvier). Réintégrer l'arbre dans les systèmes agricoles pour diversifier la production et renforcer les écosystèmes. Agriculture & Environnement. https://ecophytopic.fr/sites/default/files/7-reintegrer-l-arbre-dans-les-systemes-agricoles-reference-ademe-8183_cle828a4b.compressed.pdf

Gosme M, Gendron T, Lecomte I, Dupraz C. (2023). Rapport ARBRISSEAU – modélisation. https://arbrisseau.projet-agroforesterie.net/docs/bilan_hydrique_ARBRISSEAU_INRAE.pdf

Léger F, Morel K, Bellec-Gauche A, Warlop F. (2019). Agroforesterie maraîchère : un choix stratégique pour garantir une durabilité en transition agroécologique ? Expériences issues du projet SMART. Innovations Agronomiques, volume 71, page 259 à 273. <https://hal.science/hal-02185871v1/document>

Warlop, F. (2023). Quand l'infrastructure agroécologique peut aussi produire des fruits... Sciences Eaux & Territoires, numéro 40. <https://hal.science/hal-04059494v1/document>

Warlop F, Corroyer N, Denis A, Conseil M, Fourrié L, Duha G, Buchmann C, Lafon A, Servan G. (2017). Associer légumes et arbres fruitiers en agroforesterie : Principes, éléments techniques et points de vigilance pour concevoir et conduire sa parcelle. SMART. https://www.grab.fr/wp-content/uploads/2017/09/guide_verger-maraicher_smart_GRAB_web-1.pdf

Outil utile :

Warlop F, Paut R, Volant A. (sd). Réseau Mixte technologique outil aide aux choix des fruitiers prenant en compte les principaux critères de choix à respecter. INRAE https://paut-et-al.shinyapps.io/OAD_AF_Fruits/

Auteurs | Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Choix de variétés

En génétique, l'amélioration des plantes est le plus souvent centrée sur la définition d'idéotypes, c'est-à-dire par l'identification de caractéristiques élémentaires d'un phénotype idéal présentant une production qualitativement et quantitativement optimale dans un environnement donné. Les incertitudes sur l'évolution du climat complexifient cette définition et obligent les sélectionneurs à définir de nouveaux objectifs de sélection. Ainsi, le choix des variétés devient un levier important pour s'adapter à la variabilité du changement climatique.

Objectifs

- Adaptation des plantes aux impacts de la variabilité du climat
- **Amélioration de la résistance aux stress hydriques**
- Réduction des besoins en eau
- Sortir du paradigme de performances et d'objectifs de rendement
- Concentrer les schémas de sélection sur les problématiques environnementales et les mécanismes d'adaptations des variétés aux événements climatiques extrêmes

Moyen mis en œuvre

Création de variabilité génétique : de nombreuses méthodes existantes. Des explorations encore nécessaires comme l'épigénétisme ou la sélection phénotypique (diminution du temps et des coûts).

Epigénétisme : ensemble des variations dans le niveau de transcription des gènes qui ne peuvent pas être expliquées par des variations de la séquence d'ADN. Ces variations épigénétiques sont héréditaires et peuvent influencer le phénotype de la plante. "

Intérêt pour qui ?

Des variétés adaptées aux situations de stress hydrique et à l'hétérogénéité des conditions climatiques, cultivées selon des pratiques adaptées, pourront sécuriser la production de l'exploitant.

De l'amont à l'aval de la chaîne de production

L'approche génétique oblige l'engagement de l'ensemble des acteurs des filières de production et de distribution. L'amélioration génétique privilégie aujourd'hui une performance moyenne sur une large gamme de milieux. Cette approche n'est plus suffisante et doit intégrer l'évaluation de la plasticité phénotypique du génotype dans l'adaptation locale.

- Rôle essentiel des instituts de recherche et des semenciers.

- Engagement de l'ensemble des acteurs au niveau local - Développement en parallèle de filières aval pour sécuriser économiquement les changements variétaux"	
Freins principaux	Leviers principaux
- Méthodes existantes d'évaluation des échanges gazeux foliaires pour explorer la variabilité génétique en réponse au stress hydrique jugées trop complexes, difficiles à mettre en place sur de larges populations d'espèces. - Manque important de documentations liées aux réponses du changement climatique sur la phénologie des plantes.	- Nombreuses études multi disciplinaires regroupant de nombreux acteurs institutionnels actuellement en cours sur le sujet. - Des avancées considérables déjà mises en œuvre pour l'adaptation des productions au changement climatique. - Intégration dans des groupes de réflexion (GIEE, groupe Dephy)
Présentation de projets en cours sur la filière céréalière	
"Projet BreedWheat : - Rôle clé de 20 régions chromosomiques chez le blé tendre intervenant dans la tolérance à la sécheresse. - Mise en évidence de différentes réponses selon les types de stress hydriques (continu, tardif ou précoce). - Des variétés de blé tendre récentes en moyenne plus performantes en situation de stress hydrique continu que les variétés plus anciennes. - Chercher à sélectionner ces régions pour produire des variétés adaptées aux différents stress hydriques. Projet Durostress : - Mettre en évidence les traits génétiques du blé dur procurant une meilleure adaptation des variétés aux stress hydrique et thermique. - Identifier des géniteurs et mieux comprendre l'impact du stress sur le blé dur. "	
Témoignages d'agriculteurs	
Face au changement climatique, les agriculteurs s'interrogent sur les leviers d'adaptations de leur système. Pour XX agriculteur en grandes cultures dans le 04, "les innovations en matières végétales", les "changements de cultures" ou encore "la génétique" sont des champs exploratoires à investir. Au GAEC XX, son exploitant souligne l'existence par le passé de variétés de melons plus résistantes au sec, avec la recherche les "sélections sont de plus en plus pointues", les variétés hybrides "ne supportent plus les accidents".	
Bénéfices de la mise en place de la pratique	
- Faire le choix de variétés plus résilientes aux enjeux futurs. - Sécuriser les productions agricoles pour les agriculteurs. La phénologie des plantes est l'un des principaux indicateurs agricoles affectés par le changement climatique. En arboriculture fruitière, les programmes de sélection ne considèrent pas encore l'efficacité d'utilisation de l'eau, pourtant cruciale au vu de la multiplication des restrictions d'irrigation en période estivale. La recherche montre que certaines espèces comme le pommier possède une variabilité génétique pour des caractères morphologiques associés à l'efficacité d'utilisation de l'eau (taille des feuilles, dimension des stomates...). Le développement de nouvelles variétés plus efficaces vis-à-vis de la ressource en eau pourra permettre aux agriculteurs de sécuriser leur rendement. <i>Water-use efficiency = quantité de carbone assimilé relativement à la quantité d'eau transpirée.</i>	
Matrice SWOT	
Forces	Faiblesses
Forces académiques - Des exemples d'amélioration génétique déjà existants. - Les sélections génétiques autour de l'amandier ont permis de concevoir des variétés plus résistantes au gel printanier et à la sécheresse en France. - Grand champ exploratoire : certains exemples comme le blé tendre dispose d'une grande réserve de variabilité génétique et donc d'une grande adaptabilité. - Approfondir la connaissance épigénétique des plantes pour comprendre les moyens naturels d'adaptations des espèces (Possible transmission de marques épigénétiques par greffage et bouturage chez les espèces fruitières).	Faiblesses pour le développement de nouvelles variétés - Temps d'introduction d'un caractère dans une variété : 8 à 10 ans pour la sélection, puis phase réglementaire obligatoire pour l'inscription au catalogue officiel des espèces et des variétés avant la mise sur le marché. - Pas de protocole pour quantifier de manière objective la tolérance à la sécheresse lors de l'inscription au catalogue. - En arboriculture : méconnaissances fortes sur les génomes de certaines espèces (exemple du cerisier concernant la localisation des zones déterminant les besoins en froid de l'espèce), recherches longues car dépendantes du développement phénologiques des espèces. Faiblesses économiques - Opérations très coûteuses. Faiblesses diversité de la gamme - Gamme réduite de variétés et de semences certifiées.

	- Des sélectionneurs qui ne veulent pas investir sur certaines espèces cultivées sur des surfaces marginales
Opportunités	Menaces
Opportunités collaboratives - Inclure les agriculteurs, les sélectionneurs, les collaborateurs commerciaux et les semenciers dans une concertation sur les schémas de sélections pour une adaptation plus locale. - Créer des réseaux de collaboration participatifs d'observation sur la phénologie des plantes, le changement climatique et les pratiques agricoles.	Menaces techniques - Une recherche complexe et des besoins impossibles : certains déterminismes génétiques face au changement climatique sont très complexes voire peu héréditaires. Certains sont encore méconnus à ce jour. - Des critères d'amélioration génétique qui diffèrent selon les débouchés - Nécessité de coordination entre professionnels et monde de la recherche. Menaces socio-économiques - Sur le développement de nouveaux marchés : la recherche variétale est freinée par la segmentation du marché vers l'aval. - Verrouillage du secteur semencier dominé par un faible nombre d'acteurs : réelle menace pour les choix d'orientations et l'évolution de la réglementation.
Dires d'experts	
Selon Matthieu Marguerie, ingénieur à Arvalis, il existe des réponses phénologiques différentes chez le blé pour s'adapter à la sécheresse. La plasticité de la variété Claudio lui permet en cas de stress hydrique d'arrêter sa croissance végétative et de maintenir sa biomasse déjà existante. En conditions séchantes, Matthieu Marguerie pointe la nécessité d'utiliser des mélanges de variétés pour pouvoir s'adapter aux différentes conditions. Un des principaux freins bloquant le levier variétal vient des sélectionneurs. Ils ne prennent pas le risque d'investir les marchés des productions marginales dominés par les agriculteurs possédant déjà les semences de fermes.	
Sources	
Ahmadi N, Bastien C, Trommetter M. (2013). Observations, innovations et adaptations au changement climatique. In Soussana, JF. (2013). S'adapter au changement climatique : Agriculture, écosystèmes et territoires (p. 61 à 73). Editions Quae. ISBN : 978-2-7592-2017-5 Baumont, M. (2024). TRIES. Arvalis. https://www.arvalis.fr/recherche-innovation/nos-travaux-de-recherche/tries Costes E, Audergon JM, Quilot-Turion B (2021). L'amélioration génétique, un levier pour adapter les espèces fruitières aux changements environnementaux. In Legave, JM. (2021). Les Productions fruitières à l'heure du changement climatique (p. 357 à 408). Éditions Quae. Hourcade, D. (2021). DUROSTRESS - Repérer des variétés de blé dur tolérantes aux stress climatiques. Arvalis. https://www.arvalis.fr/recherche-innovation/nos-travaux-de-recherche/durostress-determiner-des-varietes-de-ble-dur Leclercq D, Basset A, Bourdon P, Gras M-C, Julier B, Leclerc C, Litrico I. (2017). Catalogue français : valorisation de la sélection pour les variétés de cultures intermédiaires multi-services. Innovations Agronomiques, volume 62, page 101 à 114. https://hal.science/hal-01771818v1 Meynard JM, Messéan A, Charlier A, Charrier F, Fares M. (2023). Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. INRA. https://hal.science/hal-0198158v1 Mollier, P. (2020). Blé tendre et sécheresse : de nouvelles variétés à venir. INRAE - Changement climatique et risques. https://www.inrae.fr/actualites/ble-tendre-secheresse-nouvelles-varietes-venir Mocillo A, Grau A. (2022). Évaluation d'un pool génétique de Blé Dur en conditions de stress hydrique et thermique. [Mémoire de stage]. Université de Montpellier II Sciences et techniques. https://hal.inrae.fr/hal-03811102v1/document	
Auteurs	Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Aménagements paysagers – baissières

Réaliser une tranchée de 20 à 50cm de profondeur le long d'une courbe de niveau dans une parcelle, perpendiculaire à la pente, avec une butte en aval, sur laquelle une haie pourra être implantée.

Objectifs	Conditions de mise en œuvre
Ralentir, retenir et infiltrer l'eau de ruissellement Stocker l'eau dans les sols et créer une réserve utile pour la haie et la culture en aval	Organiser un ordre par item : - Agronomique : compatible avec l'arboriculture et la vigne en coteaux - Economique : tout type de ferme - Matériel : sous-soleuse ou charrue - Contexte pédoclimatique, topographie : coteaux sujets au ruissellement et à l'érosion, pentes fortes
Intérêt pour qui ?	
Intérêt pour les exploitations de taille petite à moyenne (entre 10 et 50ha), avec des parcelles hétérogènes, en pente, sujettes au ruissellement et à l'érosion. Favorables aux cultures pérennes, arboricoles, aux prairies ou aux cultures annuelles diversifiées ou compatibles avec une haie. Présence d'un objectif économique et de débouchés pour les haies (à bois, fourragères ou fruitières) plantées sur la butte aval.	
Freins principaux	Leviers principaux
Agronomique : - manque de connaissance et d'accompagnement pour la mise en place de haie Economique : - manque de débouchés pour la haie - massage et déplacement des machines - temps de mise en œuvre Culturel : Pas d'intégration de l'arbre au champ, pas d'appétence particulière pour les arbres Risque hydrogéomorphologique : si abandon ou manque d'entretien --> colmatage"	- Cultures pérennes - Combinaison d'usages : haie fourragère ou fruitière - Contractualisation entre collectivités territoriales et agriculteurs
Témoignages des agriculteurs	
[arboriculteur et viticulteur, 84] : Objectif : stocker de l'humidité dans les sols et permettre la résilience de la culture. Quand on lui expose l'argument du principal frein à mettre en place cette pratique, à savoir la contrainte induite sur le déplacement des machines, il répond ""l'entretien ne représente pas grand-chose, c'est le temps à trouver qui pose problème"". En effet, tout en avançant les bienfaits de la pratique du point de vue écosystémique, il insiste sur la nécessité de réaliser certains calculs de pertes-gains et les plans d'implantation de la haie avant de se lancer dans la baissière ""la haie fait péter deux rangs de vigne, il faut mesurer et calculer ce qu'il est possible de perdre pour favoriser une meilleure résilience et une idée de bien-être lorsqu'on rétablit un écosystème"". [maraîcher en agroforesterie, 26] : Objectif : limiter le ruissellement, entretenir la haie et favoriser l'infiltration de l'eau pour la réserve utile de la culture en aval de la pente Il a réalisé des baissières sur un sol sablo-limoneux, sans difficulté particulière ni de passages répétés. Sur le frein culturel, ""c'est vu comme un retour en arrière ; avant, les paysans, ils faisaient tous des baissières [...] on n'invente rien"" Sur la mise en place et l'entretien : ""c'est hyper simple, hyper facile à faire"", ""aucun entretien"", ""c'est bien de planter sur la butte aval, car la haie bénéficie de l'eau"" La clef d'entrée pour mettre en place les baissières a été à la fois agronomique (problématique d'érosion) et contrainte par la réglementation. En effet, les eaux chargées de sédiments et issues du ruissellement se déversaient sur les routes en aval. Pour pallier ce phénomène, les collectivités et l'administration ont contraint les agriculteurs à sacrifier une partie de leurs terres (adjacentes à la route). La stratégie de Stéphane a été de mettre en place les baissières pour réduire le ruissellement. Résultat : les eaux ne ruissellent plus, la source de tension sur la route est levée, et aucune terre n'a été sacrifiée."	
Bénéfices de la mise en place de la pratique	
Biodiversité : créer un point d'eau et d'alimentation pour la faune sauvage, qui ne rentre pas dans la parcelle, favorise l'implantation et le développement de la haie Erosion : limite l'érosion et diminue le ruissellement Eau : favorise l'infiltration et la rétention d'eau dans les sols	

Matrice SWOT	
Forces	Faiblesses
Fonction et usage : Multifonctionnalité : sol, eau, biodiversité et interaction entre les compartiments. La flore et la haie favorisent la rétention d'eau tout en favorisant la biodiversité. Les sols, stabilisés par la haie ou la flore, ont une meilleure capacité d'infiltration	Temps de construction des baissières et d'implantation de la haie sur la butte aval
Opportunités	Menaces
Economique : Débouchés et objectifs économiques avec la haie (vois de chauffage, fourrage...) Proximité avec une forêt pour la fourniture de plants et de boutures Accompagnement : Connaissance et savoir-faire locaux Accompagnement possible avec chargé.e de mission haie et CRPF Maîtrise des systèmes d'informations géographiques, modélisation hydrologique	Technique : Manque de ressources humaines pour l'accompagnement à l'implantation Géomorphologiques : Sols hydromorphes Sols pauvres en matière organique
Coûts & aides	
- Coût minime : un passage de sous-soleuse ou de charrue pour creuser et former la butte - Coût d'implantation de la haie : cf. fiche haie	
Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur	
Forte intégration dans une gestion intégrée du versant pour limiter le ruissellement. A combiner avec d'autres pratiques d'aménagements paysagers (haie, keyline design...)	
Sources	
Maher Salman, Lisa Bunclark, Motasem Abukhala. (2016). Strengthening agricultural water efficiency and productivity on the African and global level, Water Harvesting and Storage Land & Water Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. d.). Consulté 13 mars 2025, à l'adresse https://www.fao.org/land-water/water/water-management/water-storage/en/ Site Hydronomie	
Auteurs	Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Aménagements paysagers - pierriers, murets, terrasses, mares perméables et hydrologie régénérative à l'échelle du bassin versant

Contexte :

« En Provence, tout relief, si faible soit-il, tend à se dénuder, toute dépression, si menue soit-elle, tend à se remplir » Roger Livet. Les versants provençaux tendent à devenir instables et hostiles à la culture, c'est à la fois un risque et un frein à l'agriculture en qui risque de s'accroître avec le dérèglement climatique. En effet, l'intensification des précipitations et des sécheresses devrait faire augmenter le risque d'érosion.

Points d'intérêts portés à ces pratiques :

Les aménagements paysagers font partie des solutions d'optimisation de la ressource en eau :

(1) dans les contextes de montagne ou de moyenne montagne avec une problématique d'érosion, peu ou pas d'accès à l'eau ou à un réseau d'eau collectif (Asse)

(2) dans les bassins versants subissant un déficit hydrique dès l'amont (Ubaye...)

(3) dans les contextes méditerranéens en voie de semi-aridification, exploitations agricoles le long de talweg sujets à des assecs prolongés ou des crues intenses

Nous avons choisi de réaliser une fiche sur les aménagements paysagers associés à des pratiques agricoles historiques, utilisés en leur temps sur les territoires étudiés et sur tout le pourtour méditerranéen pour maîtriser la ressource en eau, sa circulation, les risques et les usages associés.

Aujourd'hui, dans un contexte de changement climatique se traduisant par une intensification des épisodes pluvieux, un allongement des périodes de sécheresse et un déficit hydrique accru dans les zones méditerranéennes, PACA et Alpes du Sud, ces aménagements paysagers intéressent et sont parfois réhabilités, remis au goût du jour, notamment par la pratique d'hydrologie régénérative à l'échelle des exploitations, voire des bassins versants.

Ces aménagements ont une valeur patrimoniale qu'il nous semble important de valoriser en ce qu'ils ont été une solution d'hier, et probablement de demain. Ils nous semblent particulièrement valorisables et pertinents dans une logique de gestion de l'eau intégrée à l'échelle du bassin versant. De ce fait, leur mise en place, maintien et entretien seront conditionnés par la concertation entre acteurs du bassin versant, l'implication des collectivités territoriales dans le portage, la coordination et la mise en application de ces solutions.

Parce qu'ils embrassent les prismes agronomiques, historiques et patrimoniaux de la gestion de l'eau, ces aménagements paysagers peuvent être vecteurs de dialogue entre gestionnaires de l'eau et les agriculteurs qui bénéficient de leur usage. Ces derniers ont un rôle clef dans la gestion de ces aménagements paysagers, d'abord parce qu'ils possèdent la majorité du foncier et ainsi qu'un savoir-faire et des connaissances empiriques adaptées à une connaissance des terres, du territoire et de son évolution historique.

Voici un bref état de l'art des aménagements paysagers réalisés pour optimiser la ressource en eau et la production agricole dans les différents contextes (cités plus haut (1), (2), (3)), la conservation des noms d'origine témoigne des appropriations territoriales adaptées aux contextes locaux :

(1) Sur les parcelles en pente :

Terrasses : bancau (Provençal), faïsse (Occitan), permettent une maîtrise de la circulation de l'eau, de son infiltration, une régulation des transferts et une lutte contre l'érosion sur les parcelles en pentes modérées à fortes (25 à 60%). Elles permettent avant tout de créer un espace plan propice à la culture.

Talus enherbés : rives pour couper la pente et freiner le ruissellement. Associé à des haies vives, c'est-à-dire des arbres plantés sur les talus pour freiner et stocker l'eau de ruissellement.

Banquettes et baissières : bourrelets de terre le long des courbes de niveaux, vers l'aval, permettant de briser la pente et de dissiper l'énergie de l'eau en retenant la terre. Elles peuvent être valorisées par la plantation d'arbres fruitiers.

(2) Dans les talweg et versants :

Tancats : barrages transversaux le long du talweg (valat), pour fixer le ravinement, pour ralentir l'eau, diminuer le risque d'érosion et pour soutenir les débits en période d'étiage.

Micro-fossés favorisant le drainage : aguièrs ou bésals

Galeries drainantes qui captent les eaux souterraines mines (Provençal) ou albellons (Cévenol) - favorisée par l'existence de galeries karstiques.

Versant : tranchadas, fossés descendant le long de la pente pour répartir l'eau des terrasses du haut vers le bas.

(3) Techniques d'enlèvement de bas-fond le long d'un talweg :

Restanco ou jessours : murs-barrage perméable qui capte les alluvions dans les lits de torrent en participant à la création de sections planes cultivables successives le long du cours d'eau, par enlèvement (accumulation de limons) du bas-fond. Régulation des crues.

Jessours : succession de tabias (barrages en pierres sèches) et de menfess (déversoirs latéraux) le long d'un talweg.

Objectifs :

- ralentir l'écoulement de l'eau lors de pluies violentes

- enlèvement : réserves de bas-fond, d'humidité et de sol pour l'agriculture en condition semi-aride"

Objectifs	Conditions de mise en œuvre
Favoriser l'infiltration et la rétention d'eau par capillarité dans le sol Maîtriser le drainage et le ruissellement : ralentir la circulation de l'eau Maîtriser les crues Limiter les risques d'érosion	Agronomique : compatible avec l'arboriculture, les céréales et la viticulture en coteaux Economique : tout type de ferme n'ayant pas accès à un réseau d'eau collectif Matériel : sous-soleuse ou charrue

Créer des surfaces cultivables	Contexte pédoclimatique, topographie : plaines alluvionnaires et coteaux sujets au ruissellement et à l'érosion, pentes fortes, contexte de semi-aridification, d'intensification des sécheresses et des précipitations
Intérêt pour qui ?	
Exploitation en versant ou fond de vallée en voie d'aridification (06 et 04 frontalier 06), soumis à épisodes pluvieux et de sécheresse de forte intensité, fort risque d'érosion, d'assecs, de crue et de ruissellement. Intérêt pour les exploitations disposant de surplus de foncier peu rentable, accidenté, particulièrement exposé au ruissellement ; disposant d'un accès à l'eau précaire, de parcelles hétérogènes, en pente, sujettes à l'érosion ou à proximité d'un cours d'eau régulièrement à sec. Main d'œuvre à disposition	
Freins principaux	Leviers principaux
Implantation : - Perte de surface agricole - Temps de mise en œuvre - Entretien - Contraintes pour le passage de machines Culturel : - Savoir-faire en perdition - Charge administrative : "c'est indispensable de les appuyer sur ça, de les aiguiller sur les aides"	Dimensionnement exploitation : - Existence d'un surplus de foncier par rapport à la marge nécessaire à la viabilité de l'exploitation Intégration dans une logique de bassin versant et de patrimoine paysager : - Cahier des charges intégrant la préservation de l'aménagement paysager agricole (AOC Condrieu) - Accompagnement sur la pratique et participation multi-acteurs (association, ouvriers, cantonniers, aides de la commune) - Animation par les intercommunalités et PAT - Intégration dans des groupes de réflexion (GIEE, groupe Dephy) - Soutien par les élus - Contractualisation entre collectivités territoriales et agriculteurs - Patrimoine d'intérêt : terrasses en Luberon, béalières dans les Cévennes ou dans l'Ubaye... - Gestion de risques (appui RTM - Restauration des Terrains en Montagne)
Témoignages des agriculteurs	
Frein au changement : Sur les terrasses, la plupart des agriculteurs qui s'y intéressaient ont mis en avant le coût que représentent le savoir-faire et la main d'œuvre spécialisée pour l'entretien, la non-adaptation des machines aux terrasses (terres non mécanisables et donc peu productives) et le potentiel danger que représente le travail en terrasses, notamment pour les interventions de nuit en arboriculture (irrigation, luttés anti-gel...). Leviers : Approche patrimoniale : Certains évoquent l'aspect patrimonial et l'attache visuelle aux aménagements agricoles traditionnels : "ça me manque" exprime un agriculteur en évoquant les souvenirs de terrasses cultivées dans la vallée, désormais abandonnées et couvertes par les arbres et la végétation forestière. Ces aménagements sont vus comme des innovations en leur temps, devenus incompatibles avec le mode de production actuel, qui demande plus de volumes, plus de surfaces, et plus de mécanisation. Cependant, leur abandon est déploré par certains tant du point de vue patrimonial que du point de vue agronomique puisqu'ils constituent à nouveau des solutions aux besoins actuels d'une gestion plus adaptée des sols et de l'eau, face aux risques de sécheresse et d'érosion accentués par le dérèglement climatique. Approche bassin versant : A propos des aménagements paysagers et de l'hydrologie régénérative, XX, agente au PAT de Jausier souligne : "Je suis convaincue que ça part des techniciens. L'important, c'est de sensibiliser les techniciens agricoles [...] ça ne va pas venir d'eux-mêmes [des agriculteurs], il faut qu'il y ait de l'animation, et que ça leur apporte quelque chose" A propos de l'intérêt des collectivités pour travailler avec les agriculteurs : "l'idée, c'est d'aller chercher le foncier", pour que ces aménagements paysagers aient de l'impact sur l'érosion et le cycle de l'eau à l'échelle d'un versant. En tant qu'agente au sein de la commune de Jausiers, elle souligne l'importance de convaincre les élus pour débloquer des financements sur ce genre de projet innovant, "il y a un énorme travail de compréhension des enjeux par les élus. Leurs motivations pallient le financement".	

Bénéfices de la mise en place de la pratique	
Agriculture : création de surfaces planes et cultivables qui retiennent l'humidité Hydrologie : optimisation du petit cycle de l'eau et minimisation des sorties par drainage et ruissellement Erosion : limite l'érosion et diminue le ruissellement Eau : favorise l'infiltration et la rétention d'eau dans les sols Biodiversité : le ralentissement de la circulation de l'eau dans les versants, l'optimisation du "petit cycle de l'eau" favorisent la création d'habitat pour la faune et la flore. Paysager : mise en valeur des versants, richesse patrimoniale	
Matrice SWOT	
Forces	Faiblesses
Conversion d'un risque et d'un handicap en ressource d'eau et de sol. Eau : Contrôle de la circulation de l'eau et des transferts. Stockage d'eau dans les sols. Amélioration du bilan du petit cycle de l'eau Sol : Lutte contre l'érosion. L'enliment favorise la création de sol, la rétention d'eau, de nutriments et de substrat pour la culture. Augmentation de l'humidité dans les sols Les sols, stabilisés par les murs de soutènement, ont une meilleure capacité d'infiltration et sont moins soumis à l'érosion. Biodiversité : Création d'habitats pour la biodiversité. Multifonctionnalité : sol, eau, biodiversité et interaction entre les compartiments. Economie : Gestion de l'eau optimisée et peu coûteuse	Ressources humaines importantes : Mise en place Entretien régulier Savoir-faire empirique, pas de cahier des charges précis Aménagement minutieux Mode de conduite : Les terrasses sont peu adaptées aux cultures annuelles comme culture principale. Aucun de ces aménagements n'est adapté à l'utilisation de machines lourdes.
Opportunités	Menaces
Terroir : Connaissance et savoir-faire locaux via l'existence d'association (Pierres Sèches en Vaucluse, artisans, fédérations, AOC avec contraintes paysagères...) Exploitation et versant : Terrain en pente peu valorisé. Relief karstique : favorise la création de bésals Pierres des champs : utilisation de la ressource issue de l'épierrage pour l'aménagement paysager à vocation de gestion de l'eau. Production arboricole ou pérenne possible, viable et avec débouché. Outils et équipements : Observation des chemins de l'eau, lecture de paysage Maîtrise des systèmes d'informations géographiques pour la planification d'aménagements le long de courbes de niveau Modélisation hydrologique Tracteurs GPS et carto pour l'implantation des cultures le long de courbes de niveaux	Ressources culturelles et humaines : Manque de connaissance et pertes des savoirs locaux et ancestraux. Manque de ressources humaines pour la mise en place et l'entretien. Techniques : A propos des restanques, "C'est dangereux. Surtout pour le travail de nuit en viticulture" Risques hydro-géomorphologique si abandon de la pratique. Economiques : Quel débouché pour un produit à forte valeur ajoutée, qui a nécessité la mobilisation d'une main d'œuvre rare, spécialisée et de savoir-faire en perdition ? Politique et social : Manque de compréhension par les élus, frein au changement
Des exemples	
Valence Romans Agglomération	

Commune de Colomieux
Coûts & aides
Il n'existe pas à ce jour réellement d'aides concernant ce type de projets. Certains bureaux d'études et experts sont missionnés sur des projets de dimensionnement d'aménagements paysagers. Essentiellement en viticulture pour le Keyline-design. Potentiels accompagnements : - Aides publiques de l'Etat et accompagnement par les intercommunalités - Intégration dans un Projet Alimentaire Territorial Le dimensionnement des ouvrages peut être effectué grâce à des outils de géospatialisation comme QGIS ou encore des modèles hydrologiques.
Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur
À combiner avec plusieurs pratiques d'aménagements paysagers (haie, keyline design...) Stabilisation des versants et sécurisation des plaines en aval. Connexion de la plaine à la montagne par la "trame lithique", les "drailles" Forte intégration dans une gestion intégrée des coteaux des sommets à la vallée. Par exemple, le PAT de Jausiers un projet d'hydrologie régénérative dans lequel il s'agit de restaurer un patrimoine hydraulique local, les béalières. La restauration de ce patrimoine permet d'inclure les locaux, qui se sentent concernés car témoins d'une époque où les béalières ont permis le développement agricole, et s'investissent dans la démarche par leurs apports de connaissances empiriques sur l'hydrologie locale. Intégrer cette restauration dans un projet d'hydrologie régénérative permet de connecter l'amont et l'aval dans la démarche et de combiner plusieurs aménagements comme les baissières ou encore les mares perméables. Ici, les collectivités travaillent avec les agriculteurs, mobilisant leurs connaissances empiriques et leur foncier, afin de répondre localement et dès l'amont au déficit hydrique, mais aussi de s'adapter aux risques d'érosion importante, de laves torrentielles et de glissements de terrain sur certains versants. Ce projet traduit une articulation entre la gestion des risques liés à l'eau, la gestion quantitative de la ressource en eau et la préservation du patrimoine agricole. Cette idée d'une gestion intégrée du bassin versant et de son hydrologie a été systématisée sous le terme de « gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)/Integrated Water Resources Management (IWRM) » promu par le « Partenariat Mondial de l'eau/Global Water Partnership (GWP) », en 2000. Ce programme, associé à une méthode axée sur la gestion des bassins versants, encourage « le développement et la gestion coordonnés des ressources en eau, du sol et des ressources associées, permettant de maximiser les bénéfices économiques et sociaux, de façon équitable sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux ». (Larcena, 2012)
Sources
Bonvallot, J. (s. d.). Tabias et jessour du Sud tunisien : Agriculture dans les zones marginales et parade à l'érosion. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/24510.PDF Anne-Laure Collard, François Molle, Anne Rivière-Honegger. Le devenir des canaux d'irrigation gravitaire en Cévennes : entre gestion locale et nouvelle réglementation. [Rapport de recherche] INRAE / Montpellier SupAgro, 2 place Pierre Viala, 34090 Montpellier; EVS - UMR 5600. 2022. fahal03795660f Maher Salman, Lisa Bunclark, Motasem AbuKhala. (2016). Strengthening agricultural water efficiency and productivity on the African and global level, Water Harvesting and Storage Land & Water Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. d.). Consulté 13 mars 2025, à l'adresse https://www.fao.org/land-water/water/water-management/water-storage/en/ Claude Martin. Espaces en terrasses et prévention de risques naturels en Cévennes. UMR 6012 ESPACE, pp.32, 2006. fahal-00325050f Larcena, D. (2012). Terrasses et eau des versants en Méditerranée. Dynamiques écologiques et économiques. In C.Aspe (Quæ), De l'eau agricole à l'eau environnementale (p.241 - 252) https://doi.org/10.3917/quae.aspe.2012.01.0007 Larcena, D. Les versants en terrasses. Ossature des territoires de la pierre sèche. Pierre sèche en Vaucluse. https://www.pierre-seche-en-vaucluse.fr/wp-content/uploads/2020/03/Les-versants-en-terrasse-ossature-des-territoires-de-la-pierre-sèche.pdf Divulgació de la recerca, Universitat de les Illes Balears, Marjades, parats i albellons protegeixen els cultius del Pla de Mallorca de l'erosió i l'excés d'aigua, https://diari.uib.cat/digitalAssets/132/132647_2_reportatge_de_la_tesi.pdf

Roose E, Sabir M, sd. Stratégies traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en zone méditerranéenne.
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-10/010028431.pdf

Vissac, P. M. (2023, mars 6). BAISSIÈRE : Ouvrage permettant de collecter l'eau bleue et d'optimiser l'eau verte. Hydronomie.
<https://www.hydronomie.fr/post/baissière-ouvrage-permettant-de-collecter-l-eau-bleue-et-d-optimiser-l-eau-verte>

Auteurs | Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Haies

Définition de l'OFB :

"Élément linéaire du paysage composé d'arbres, d'arbustes, de plantes herbacées formant plusieurs étages de végétation, souvent créé et géré par les humains, dont l'aspect dépend de la région, du sol et du climat, du contexte agricole, des espèces la composant, des pratiques d'entretien et de gestion, des usages locaux."

Définition de la PAC :

"Unité linéaire de végétation continue d'arbustes, et, le cas échéant, d'arbres, d'une largeur maximale de 10 mètres, ne présentant pas de discontinuités supérieures à 5 mètres de long. Elle peut être située en bordure de champ, dans le champ ou en bordures de cours d'eau."

Objectifs	Conditions de mise en œuvre
- Protection des cultures et animaux - Maintenir la biodiversité - Meilleure résilience en eau - Stocker le carbone - Stabilisation et enrichissement des sols - Filtrer et assainir les eaux - Barrière contre les produits phytosanitaires - Réguler les crues	- Avoir la possibilité d'irriguer sur les 3 premières années de plantation - Avoir une géométrie parcellaire compatible - Avoir le temps suffisant et/ou une main d'œuvre suffisante pour la plantation et l'entretien - Avoir un sol compatible avec le projet - Choix d'essences à définir selon les objectifs recherchés - Chiffrer le projet - Être accompagné par un expert - Se former sur la plantation/gestion des haies
Intérêt pour qui ?	
Les haies peuvent avoir des bénéfices différents en fonction de leur composition et de leur emplacement sur la parcelle. Les haies sont particulièrement intéressantes dans un contexte avec des aléas climatiques fréquents (vents, fortes pluies...) et une topographie importante. Elles sont adaptées à des exploitations avec des parcelles larges et continues. Elles peuvent également être bénéficiaires dans le cas d'exploitations proches de cours d'eau ou d'habitations pour réduire les pollutions phytosanitaires ainsi que les nuisances sonores/olfactives.	
De l'amont à l'aval de la chaîne de production	
Les haies concernent un ensemble divers d'acteurs, depuis la pépinière pour la production de plants aux commerciaux de la filière bois, en passant par les techniciens (la chambre d'agriculture), les loueurs d'équipements d'entretiens, et les agriculteurs.	
Freins principaux	Leviers principaux
Vision partagée par plus de trois agriculteurs - Impact négatif sur les cultures avoisinantes (ombrage, compétition eau/nutriments...) - Gêne pour les manœuvres avec les engins agricoles - Manque d'opportunité sur l'exploitation (parcellaire de petite surface ou de forme longiligne) Vision partagée par au moins deux agriculteurs	Vision partagée par au moins deux agriculteurs - Zones sujettes à des vents forts - Mettre des plants à disposition - Aides financières Vision partagée par des agriculteurs seuls - Sensibilité pour la biodiversité

- Perte de surface productive - Trop de charges de travail pour l'entretien Vision partagée par des agriculteurs seuls - N'y vois pas d'intérêt personnel - Parcellaire déjà entouré d'arbres (forêts, haies...) - Trésorerie trop faible pour investir - Compatibilité avec la culture principale Autres freins - Des bénéfices pas toujours palpables - Un temps important avant de percevoir les bénéfices	- Accompagnement en amont du projet sur les démarches, sur la réflexion et sur la pertinence du projet - Groupe, échange d'expérience - Exploitation économiquement sécurisée (diversification, poly-activité...) - Agriculteur éduqué au bio-contrôle - Diagnostiquer l'exploitation - Favoriser les échanges avec des agriculteurs issus de différents horizons Autres leviers - Changement climatique - Valeur ajoutée (haies fourragères) - Animation territoriale : accompagnement et conseil par un technicien / chargé de mission haie - Intégration dans des groupes de réflexion (GIEE, groupe Dephy)
Témoignages techniciens et experts	
Au sujet de la réimplantation des bocages dans les paysages agricoles, le président ICOSYSTEME dénonce le poids de la responsabilité qui est mise sur les épaules des agriculteurs : "On veut leur mettre ça sur le dos, mais ce n'est pas le métier de l'agriculteur, plutôt celui des collectivités. On veut déléguer à l'agri l'entretien du paysage." On ne peut pas demander aux agris des openfields et de gérer les haies pour faire revenir les insectes." Le projet CLIMAF PACA (2022) a porté sur la mise au point de références techniques et itinéraires de conduite en agroforesterie. Arvalis en a synthétisé les résultats sur la partie concernant les haies bocagères : Selon l'étude, les haies en bordure de parcelle réduisent l'évapotranspiration et ainsi le stress hydrique, mais aussi le rendement à proximité. Sur des cultures d'hiver non-irriguées, un assèchement du sol plus rapide a été observé en présence de haies, en raison de la concurrence entre racine végétal et racine d'arbre. L'ingénieur introduit alors la question de la gestion des haies et du choix d'espèces en fonction des services recherchés (sous-solage, espèces plus ou moins couvrante...). Selon le service de l'économie agricole de la DDT du 04, seulement 4 à 5 dossiers de demande d'aides par an sont déposés par des agriculteurs, dans le cadre du Pacte haie sur le territoire. Le chef de service suppose que la présence déjà importante de haies autour des parcelles est une des principales explications. Il ajoute que les exploitants peuvent toucher le bonus éco-régime de la PAC à conditions d'avoir certifié ses aménagements sous le label haie, mais selon lui : "aucun exploitant ne perçoit les aides, car la certification est coûteuse. Il y a un manque de coordination de ces dispositifs, mais sans accompagnement, rien ne va changer".	
Témoignages des agriculteurs	
Au GAEC XX l'agriculteur dispose sur son exploitation de haies naturelles, de bois et de bosquets qu'il maintient et entretient. Les haies ne sont pour lui pas une charge de travail importante et nécessitent "juste quelques coupes". Néanmoins, l'exploitant souligne que ses cultures sont "moins végétaives" en bordure de haies. Le parcellaire de [Maraîcher dans le 04] compte 900m de haies constituées de 20 essences différentes plantées depuis 3 ans. Son objectif est de "recasser les grandes surfaces" en fond de vallée, trop exposées au vent. Il souhaite également préserver la biodiversité sur son exploitation, sans pour autant en compromettre la viabilité. Pour lui, le métier d'agriculteur ne doit pas dégrader l'environnement, voire dans la mesure du possible, l'améliorer. Les plants ont été donnés par une coopérative de commercialisation d'huiles essentielles. L'agriculteur insiste sur la réflexion en amont du projet des haies, en fonction des services que l'on souhaite tirer de la haie. De son côté, il a raisonné l'implantation de ses haies en fonction du parcellaire et de l'emplacement des bornes d'irrigation, en prenant en compte des aires de retournements pour les machines. Selon l'exploitant, ses haies lui demandent beaucoup d'entretien, en particulier lors de la plantation, entre l'arrosage et la protection contre le gibier sauvage. Il rappelle que les haies n'impactent pas seulement sur le mètre de large où sont disposés les arbres, mais aussi de part et d'autre de la haie. Selon lui, la mise en place d'une haie revient à sacrifier 5m de large de surface, représentant un "manque à gagner". A ce sujet, il met en avant la force de son exploitation (polyculture, polyactivités, voies de commercialisation multiples) qui lui permet d'allouer de la surface pour des haies "je n'ai besoin que de 12ha pour faire fonctionner mon exploitation". Il projette de mettre en place plus de haies, mais il fait face à un manque de trésorerie et préfère "attendre de sécuriser mon exploitation" avant d'envisager replanter. Ses haies étant jeunes, il n'observe pas encore d'influence de la pratique sur sa gestion de l'eau. L'agriculteur insiste sur l'importance de mener un diagnostic de l'exploitation et un diagnostic financier sur le coût de mise en place des haies en amont du projet. Il recommande de mettre en place des démarches d'accompagnement et de mettre à disposition des plants pour favoriser l'adoption de cette pratique par les autres agriculteurs. Il croit en la force des groupes d'essais (GIEE) pour diffuser une pratique, mais déplore le manque "d'agriculteurs provenant de différents horizons" pour avoir d'autres points de vue et pratiques et souligne que les agriculteurs se "retrouvent souvent entre convaincus" au sein de ces groupes de travail. Selon l'agriculteur, le frein principal à la mise en place de haie est le manque d'opportunité sur les exploitations.	

Sur son exploitation, [arboriculteur/ viticulteur dans le 84] a mis en place un système double de haies avec tranchées. Il dispose d'une haie de 200m et d'une haie de 400m de long, mais projette d'en planter 3 autres prochainement. Son objectif principal est que "le sol et la culture deviennent autosuffisant dans 7 ou 8 ans". Dans cette perspective, il plante des haies pour lutter contre le vent "séchant" auquel "mes amandiers sont fragiles", et pour lutter contre l'érosion et le ravinement de ses parcelles. Il a également choisi de mettre en place des haies avec 30 essences différentes pour favoriser la biodiversité tout en les combinant à des nichoirs. L'agriculteur se définit comme "un médecin du vivant". Il s'est procuré les plants de haies auprès d'une pépinière locale via une méthode de bouturage pour obtenir des essences indigènes et adaptées aux conditions climatiques du 84. Ses haies ont été financées via le Pacte haie à hauteur de 80%. Il a choisi de planter les haies perpendiculairement à la pente pour favoriser l'infiltration d'eau en bas de pente. Il ne considère pas l'entretien des haies comme une charge très importante, la possibilité de louer du matériel limitant les coûts financiers et en main d'œuvre. L'agriculteur a été contraint d'arracher 2 rangs de vigne pour permettre le déplacement des machines, il recommande de bien mesurer l'impact financier avant de se lancer dans le projet. Les principaux freins à la mise en place de haies sont pour lui la taille des parcelles et le déplacement des machines en lisière de haie.

Bénéfices de la mise en place de la pratique

Biodiversité :

- Création de corridors écologique qui permettent de maintenir la biodiversité
- Création de foyers qui attirent des auxiliaires et pollinisateurs

Changement climatique :

- Fonction de stockage de carbone dans les sols
- Création d'un micro-climat
- Fonction de barrière contre les vents forts

Gestion de l'eau :

- Fonction de barrières contre les écoulements
- Amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol
- Création d'une zone "tampon", filtration et épuration des eaux

Gestion du sol :

- Fonction de stabilisation du sol contre l'érosion
- Amélioration du taux de matière organique

Réglementation

- Haie inférieure à 2 m de hauteur : planter à 50 cm minimum de la propriété voisine.
- Haie dépassant 2 m : distance minimale de 2 m avec la propriété voisine.
- Entretien de la haie : à réaliser uniquement par le propriétaire, interdit entre le 1er avril et le 31 juillet.
- En cas de proximité avec les lignes EDF et SNCF, veiller à respecter les distances imposées.

Matrice SWOT

Forces	Faiblesses
- Multiples services transversaux rendus - Robuste et pérennes - Barrières physiques contre les nuisances olfactives, sonores ou visuelles en cas de voisinage proche - Adaptable aux contraintes et aux demandes de l'agriculteur	- Retour sur investissement inexistant ou long - Diminution du chiffre d'affaires en raison de la perte de surface productive - Temps important avant l'apparition des premiers bénéfices - Augmente la charge de travail de l'agriculteur
Opportunités	Menaces
- Attirent des auxiliaires qui peuvent permettre de limiter l'utilisation de produits phytosanitaires - Harmonisent et améliorent le visuel du paysage	- Fragilité des jeunes plants qui demandent d'être protégé contre les animaux sauvages (sangliers...)

Indicateurs de suivi

Croissance des arbres, mortalité, biodiversité.

Coûts & aides

- Pacte haie (2023-2029) : appel à projets annuel avec des objectifs de sensibilisation, formation, et accompagnement à la plantation de haies en PACA
- Label haie (2019) : le Label Haie offre à l'agriculteur l'opportunité de faire reconnaître ses pratiques pourvoyeuses de bénéfices environnementaux dans des filières économiques durables et dans des dispositifs d'aides tels que la PAC. Le Label Haie en contexte méditerranéen est en 2023 en phase de test dans 8 territoires, mais il a vocation à se déployer à plus large échelle via notamment la reconnaissance du label dans les financements du premier pilier de la PAC à travers le bonus haie.

A travers le Label Haie, les gestionnaires des haies peuvent être conseillés et accompagnés pour mettre en place une gestion durable des haies.

- PAC : Bonus éco-régime (1er Pilier) et MAEC sur le territoire du 84

Exemple de valorisation de la haie

"Association Prom'haie en Nouvelle-Aquitaine
Entreprise EDEN en Normandie : combiner un service écosystémique avec l'offre d'énergie locale et durable pour les bâtiments ruraux
<https://eden-bois-bocage.fr> "

Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur

Les haies structurent le paysage et créent des corridors écologiques qui assurent la continuité de la trame verte. Elles peuvent permettre une meilleure recharge des nappes et une meilleure qualité de l'eau à l'échelle du bassin versant. Les haies restaurent des fonctions écologiques essentielles, améliorant la résilience du bassin versant face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques.

Sources

Haies et bocages : Des réservoirs de biodiversité. (s. d.). Consulté 27 mars 2025, à l'adresse <https://www.ofb.gouv.fr/haies-et-bocages-des-reservoirs-de-biodiversite>

HGne45fwDL. (s. d.). Le Label Haie, un label pour la protection & la préservation des haies. Consulté 27 mars 2025, à l'adresse <https://labelhaie.fr/qu-est-ce-que-le-label-haie/>

https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/aap_anim_pacte_en_faveur_de_la_haie_paca.pdf. (s. d.). Consulté 27 mars 2025, à l'adresse https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/aap_anim_pacte_en_faveur_de_la_haie_paca.pdf

Marie, T., & Darrot, C. (s. d.). Enquête sociologique auprès des agriculteurs planteurs de bocage.

Que nous apportent les haies et le bocage ? (s. d.). Le portail technique de l'OFB. Consulté 27 mars 2025, à l'adresse <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/373>

Réseau Haies France—Agissons pour l'arbre. (2016, juillet 25). <https://reseauhaies.fr/>

Auteurs Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress

Techniques Culturelles Simplifiées

Les Techniques Culturelles Simplifiées rassemblent l'ensemble des méthodes de travail limitant le travail du sol. Elles regroupent les techniques de non-retournement du sol et de travail superficiel. Le principe est d'éviter, sur les 40 premiers centimètres du sol, les perturbations et les destructions liées au labour profond. Elles peuvent être une étape intermédiaire vers la conversion en agriculture de conservation agriculture biologique de conservation. Les TCS sont principalement pratiquées en grandes cultures et sur des cultures pérennes et très souvent associées à des couverts végétaux pour en maximiser les profits.

Objectifs

- Améliorer la structure et la fonctionnalité des sols
- Favoriser l'infiltration de l'eau
- Améliorer la résilience climatique de l'exploitation
- Réduire les émissions de carbone et le stocker dans le sol
- Réduire l'érosion des sols

Conditions de mise en œuvre

- Une qualité de sol suffisante (taux de MO, fertilité...)
- Analyse de sol
- Diagnostic de l'exploitation
- Trésorerie suffisante pour investir dans le parc matériel
- Cultures compatibles

Intérêt pour qui ?

Les TCS concernent des exploitations menées en grandes cultures ou en cultures pérennes. Cette pratique est intéressante pour des exploitants souhaitant réduire le volume horaire alloué au travail du sol, et/ou ayant des parcelles sujettes à l'érosion. Elle est également bénéfique dans les zones où les aléas climatiques sont fréquents. Elle est adaptée à des parcelles avec un sol de bonne qualité.

De l'amont à l'aval de la chaîne de production

Les TCS concernent en premier temps les agriculteurs, mais aussi les machinistes agricoles et les techniciens

Freins principaux	Leviers principaux
- Coût de l'investissement en matériel - Manque de connaissances agronomique - Manque de connaissances de son exploitation - Charge de travail pour la transition - Diminution du rendement au moins sur les premières années - Augmentation de la fréquence des traitements phytosanitaires - Gestion des adventices	- Réduction de la charge de travail allouée au passage d'engins - Réduction des coûts en carburant - Adhérence à une CUMA pour l'accès au matériel (semi-direct, mulcheuse...) - Formations - Suivi de l'exploitation - Rotations longues et diversifiées pour favoriser la lutte biologique - Jouer sur les dates de semis pour la gestion des adventices - Choix de variété plus compétitrice ou plus résistante à la compétition - Densifier le semis - Exploitant soucieux de la fertilité de ses sols - Démonstrations sur le terrain, retours d'expériences - Possibilité d'irriguer - Intégration dans des groupes de réflexion (GIEE, groupe Dephy)

Témoignages par des agriculteurs

70% des agriculteurs interrogés ont mentionné des pratiques de réduction du travail du sol :

"Il faut connaître le sol et raisonner au cas par cas" d'après [maraîcher/GC dans le 04]. Il pratique le non-labour sur ses cultures en rotation, mais pas sur l'atelier maraîchage : "le maraîchage a besoin d'un très bon confort du sol".

Un labour tous les trois ans, c'est la stratégie de [PPAM/GC dans le 04]. L'agriculteur a également réduit ses passages de travail du sol : "je ne passe plus le disque". Son objectif est d'améliorer la structure de son sol et d'augmenter le taux de MO. Il mentionne observer visuellement des changements au bout de 4 à 5 ans dans ce mode de conduite.

Pour [viticulteur/éleveur/arboriculteur dans le 84], réduire le travail du sol est une évidence : "le sol est ma priorité, à travers le temps on n'est pas allés dans le bon sens". L'agriculteur ne travaille son sol qu'en labour peu profond car "le sainfoin a besoin de labour pour s'implanter". Son objectif est de favoriser la porosité de son sol pour infiltrer l'eau. Il observe la structure et la vie de son sol s'améliorer au fil des années. Il a accès à 2 semoirs SD grâce à l'association ADAEL.

[Maraîcher/GC dans le 04], l'agriculteur a réduit le travail du sol. Il ne laboure que pour sa culture principale : "les salades c'est très contraignant, il faut un sol parfait pour la plantation". Il adapte sa pratique aux conditions météorologiques et à la situation : "certaines années je laboure 2 fois en 4 mois". Il mentionne observer une différence sur son sol entre les parcelles labourées et non-labourées.

Témoignages des agriculteurs

La réussite de la conduite en ACS et TCS dépend de l'état initial du sol.

Nous avons constaté que le réservoir utilisable des sols peut être augmenté de 8 à 15 % en pratiquant une agriculture de conservation [combinaison non-labour et couverture végétale maximale]. La prospection racinaire, et donc la valorisation de ce réservoir, est accrue : les racines empruntent les galeries des vers de terre, des cultures de rente qui sont décomposées, des nématodes, etc. Les mycorhizes contribuent à l'alimentation hydrominérale des plantes." (Lionel Alletto, projet Bag'ages)

Les résultats principaux sur le fonctionnement hydrique sont la stabilité temporelle des propriétés physiques du sol qui conduit à une meilleure infiltration de l'eau. À quantité d'eau équivalente, la productivité est bien meilleure : 150 à 175 quintaux à l'hectare contre 120 avec les mêmes quantités d'eau. Donc, il n'y a pas moins d'irrigation, mais une productivité plus élevée et donc une efficience améliorée de l'eau.

Pour l'écosystème, la clef d'entrée pour l'ACS, c'est la connaissance des conditions initiales de son sol : "Une fois que les propriétés du sol sont connues, on sait sur quoi agir, on priorise selon un raisonnement agronomique et selon la sensibilité de l'agriculteur." Il explique sa vision de l'ACS : "On favorise des pratiques à impact faible. Il s'agit de faire des compromis, car il n'existe pas de pratique idéale. Les pratiques s'adaptent au cas par cas, selon les marges de manœuvre et les outils à disposition. C'est parce qu'on développe des sols fertiles qu'on va réduire l'impact de nos pratiques. C'est d'abord parce qu'on a des sols qui fonctionnent correctement que les pratiques seront vertueuses. Du point de vue du travail du sol, on commence par faire la chasse au passage inutile".

Juan David Dominguez, chercheur, travaille sur l'impact de l'ACS en climat méditerranéen. Ses recherches l'ont mené aux observations suivantes : "A l'heure actuelle, on ne peut pas dire qu'en ACS on va produire plus, mais plutôt produire de la même façon. Sur le volet irrigation, il n'y a pas de bénéfices prononcés en ACS par rapport au conventionnel, la gestion est semblable. En revanche, les cultures

en ACS souffrent moins en été, elles sont visuellement moins stressées que les cultures en conventionnel."" Il n'y a pas de différence en matière de productivité de l'eau entre l'ACS et l'agriculture conventionnel""

D'après ses expériences, les bénéfices de l'ACS ne sont pas immédiats : ""Quand l'agriculteur connaît bien ses pratiques, le temps de réduction du travail est impressionnant, la réduction des coûts est importante, notamment vis-à-vis du carburant. Il faut entre 5 et 8 ans pour voir/ressentir les bénéfices de l'ACS""

Il mentionne le frein principal, selon lui, à la transition vers l'ACS : ""c'est un gros investissement au sein d'un groupe de travail d'agriculteurs pour le passage à la technique, mais une fois qu'on est vraiment calé sur la technique alors cela amorti vraiment à long terme"".

Mathieu Marguerie, ingénieur chez Arvalis, a pris part au projet CAMA (2019-2024) qui avait pour objectif d'identifier les freins et les leviers à l'adoption de l'ACS sur le pourtour méditerranéen :

""Nous avons constaté une modification quasiment nulle du réservoir utile, mais une infiltration multipliée par 2 au bout de 10ans"". Les rendements sur un système en ACS depuis une longue durée sont ""meilleurs dans des systèmes très stressés, mais dans des conditions de stress qu'on ne connaît pas encore en France"". Il ajoute que : ""La performance productive est maintenue, et les services rendus sont augmentés"". Enfin il conclut que : ""les rendements comparés à l'agriculture conventionnelle évoluent au cas par cas. L'ACS, il n'y a pas de recette qui existe, il est difficile pour un conseiller d'accompagner un agri, car il faut bien connaître le système"".

Bénéfices de la mise en place de la pratique

Agronomique :

- Prospection racinaire accrue
- Augmentation de l'efficacité de l'eau

Gestion de l'eau :

- Augmentation du réservoir utilisable (de 8 à 15%)
- Economie en eau d'environ 20% pour les cultures irriguées

Qualité du sol :

- Augmentation du stockage carbone
- Meilleure activité biologique

Changement climatique :

- Meilleure résilience climatique

Matrice SWOT

Forces

- Levier contre l'érosion des sols
- Augmentation de la matière organique dans le sol grâce au ralentissement de la minéralisation et, à la diminution de l'érosion.
- Amélioration du stockage de carbone dans le sol
- Augmentation de la biodiversité microbienne : les modifications de l'habitat (taille des pores, humidité...) et la nouvelle répartition de la matière organique sous TCS affectent de manière notable les microorganismes et la faune du sol et ainsi favorisent l'activité biologique
- Levier contre le ruissellement : cet aspect est davantage observé lorsque les TCS sont associés à un couvert végétal. Ces deux pratiques permettent de favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol
- Réduction des gaz à effets de serre de par la consommation réduite de carburants

Faiblesses

- L'implantation d'adventices est favorisée par le non-travail ou le travail partiel du sol, en particulier si le sol est à nu. En conséquence, la fréquence d'utilisation des produits phytosanitaires est augmentée.
- Possibilité d'entraîner une légère diminution de la macroporosité des sols en raison de l'absence de labour. En revanche, cet effet est contrebalancé par la microporosité biologique créée par la vie du sol.
- Possibilité d'endettement sur le long-terme pour l'agriculteur car l'investissement en matériel est très coûteux, et cet effet se cumule avec la diminution des rendements pendant les premières années menées en TCS

Opportunités

- Amélioration de l'état structurel et des fonctions du sol
- Possibilité de combiner avec la mise en place de couvert (obligatoire en ACS)
- Possibilité de mettre en place de la lutte biologique contre les pestes et les adventices

Menaces

- Accumulation de matière organique sur les horizons superficiels : stock de carbone superficiel vulnérable en cas de labour, diminution de la matière organique dans les horizons profonds
- Diminution du brassage mécanique et de l'aération du sol : propices aux conditions d'anaérobie, difficultés d'implantation
- Accumulation de graines et de vers de terre épiées : attirent les sangliers qui détruisent les semis

	- Implantation de nouvelles adventices sur la parcelle en raison des rotations longues en conditions de TCS
Indicateurs de suivi	
- Analyses de sol, suivi de la structure du sol - Bilan des coûts (réduction du rendement, coûts des herbicides et du parc machines contre les bénéfices en carburant, en main d'œuvre ...) - Suivi de la prolifération des adventices et des pestes	
Coûts & aides	
Machines Actisol : mulcheuse, scalpeurs... adaptées aux différentes cultures en TCS	
Intégration de la pratique dans une gestion intégrée du bassin versant - Suggestion d'un agriculteur	
L'idée serait de mobiliser dans un territoire donné les acteurs impliqués sur le bassin-versant pour y faire changer les pratiques de manière cohérente et de documenter les effets." (Lionel Alletto) Les TCS peuvent jouer un rôle dans la réduction des pollutions liés aux traitements phytosanitaires : dégradation des produits phytosanitaires en raison d'une activité biologique plus importante, réduction des transferts de phytosanitaires en raison d'une meilleure adsorption liée à une plus grande proportion de MO. Cette pratique favorise l'infiltration et ainsi le rechargement des nappes.	
Sources	
"Interview de Lionel Alletto. (2021, le 22 novembre). Projet Bag'ages : « Il fallait objectiver les effets de plusieurs pratiques agroécologiques ». Actu-environnement. https://www.actu-environnement.com/ae/news/projet-bagages-objectiver-effets-pratiques-agroecologie-38577.php4 Angers, D., Colnenne-David, C., Metay, A., Delame, N., Bas, C. L., Boizard, H., Rochette, P., Bispo, A., Cohan, J.-P., & Labreuche, J. (s. d.). Auteurs Claire Chenu (AgroParisTech) Jean-Pierre Butault (INRA-SAE2). Les Techniques Culturelles Simplifiées : Première étape vers l'agriculture de conservation [2023]. (s. d.). Consulté 27 mars 2025, à l'adresse https://www.agro-league.com/agriculture-de-conservation/tcs-technique-culturelle-simplifiee Metay, A., Mary, B., Arrouays, D., Labreuche, J., Martin, M., Nicolardot, B., & Germon, J.-C. (2009). Effets des techniques culturales sans labour sur le stockage de carbone dans le sol en contexte climatique tempéré. Canadian Journal of Soil Science, 89(5), 623-634. https://doi.org/10.4141/CJSS07108 Techniques culturales simplifiées (TCS). (s. d.). Triple Performance. Consulté 27 mars 2025, à l'adresse //wiki.tripleperformance.fr/wiki/Techniques_culturelles_simplifi%C3%A9es(TCS)	
Auteurs	Inès Malavialle, Louise BRIEL et Antoine Wachspress