



L'agriculture du vivant en arboriculture et viticulture



Février 2019

Sommaire

- 1. L'agriculture du vivant en résumé**
- 2. Les références scientifiques**
- 3. Le système en exemple**
- 4. Se lancer : la méthodologie PADV**

1

L'ARBORICULTURE ET LA VITICULTURE DU VIVANT EN RÉSUMÉ



La viticulture et l'arboriculture – Fertilité en baisse, compaction, érosion, perte de rendement, dépérissement des vignobles et vergers ...

www.agriculture-de-conservation.com



Crédit photo : Arbres et paysages 32



Crédit photo : mon-viti



Crédit photo : mon-viti



L'arboriculture et viticulture du vivant - Régénérer les sols et travailler avec le vivant pour produire tout en protégeant les ressources naturelles



L'arboriculture et la viticulture du vivant - Régénérer les sols et travailler avec le vivant pour produire tout en protégeant les ressources naturelles



Passer d'une agriculture de fertilisation à une agriculture de fertilité.

Accélérer la transition des agriculteurs vers des techniques qui placent la fertilité du sol et la compréhension du vivant au centre des pratiques.

Les piliers de l'agriculture du vivant en vigne et vergers

Couvrir les sols tout au long de l'année

Définition couverture végétale :

- Enherbement permanent naturel (enherbement spontané pérenne tout au long de l'année et année après année)
- Enherbement permanent semé (enherbement semé pérenne tout au long de l'année et année après année)
- Couvert végétal temporaire (couvert végétal annuel semé généralement en automne et effectuant son cycle pendant le repos végétatif de la culture)
- Mulch, paillage (Matière organique morte présente sous forme de débris végétaux et formant un tapis au niveau du sol)
- Agroforesterie (Intégration d'arbres en coplantation avec les vignes offrant une couverture au-dessus du feuillage de la vigne)

Les piliers de l'agriculture du vivant en vigne et vergers

Couvrir les sols tout au long de l'année

Le constat : trop de sol nu en arbo / viti : sous le rang mais aussi en inter-rang. La perte moyenne de sol en vigne par érosion est de 12T/ha/an.

Les effets : érosion, perte de matière organique, compaction, dépérissement des vignobles et vergers, stress hydrique



Désherbage mécanique

Les moyens techniques pour y remédier :

- Couverts végétaux en inter-rang
- Enherbement permanent sous le rang et en inter-rang



Semis de trèfle sous le rang



Couvert végétal sur l'inter-rang

Les piliers de l'agriculture du vivant en vigne et vergers

Réduire au maximum le travail du sol

Le constat : trop de travail du sol en arboriculture et viticulture

Les effets : Coûts de productions élevés (mécanisation – fioul – main d'oeuvre), érosion, perte de structure du sol, tassement, blessures des arbres



Problème d'infiltration d'eau en sol travaillé et nu

Les moyens techniques pour y remédier :

- Passage au semis direct ou aux techniques culturales simplifiées
- Travailler avec du végétal pour “remplacer le métal”



Couvert de Colza, féverole, radis



Roulage d'un couvert

Les piliers de l'agriculture du vivant en vigne et vergers

Augmenter la biodiversité produite et les habitats des auxiliaires

Le constat : Vignes et vergers sont en monoculture pluriannuelle. Le désherbage mécanique ou chimique empêche l'apparition d'autres espèces

Les effets : Destruction de la biodiversité et des abris des auxiliaires des cultures, chute de matière organique, compaction des sols, résistances aux herbicides, augmentation des IFT

Les moyens techniques pour y remédier :

- Augmenter le nombre d'espèces semées ou naturelles, ligneuses ou annuelles, dans les parcelles
- Limiter le nombre d'interventions (tonte, broyage...)
- Préférer la fauche ou le roulage
- Réintroduire arbres et haies



Les piliers de l'agriculture du vivant en vigne et vergers

Nourrir le sol et restaurer le taux de matières organiques

Le constat : La vigne et les vergers se distinguent par des stocks de matières organiques faibles.

Les effets : Perte de fertilité, fatigue des sols, compaction, diminution de l'activité biologique, stress hydrique



Vergers tondu à ras – biomasse restituée faible

Les moyens techniques pour y remédier :

- Restituer au sol les couverts végétaux et bois de taille
- Maximiser la biomasse produite en inter-rang



Couvert d'orge en verger de noyer



Couvert de colza + graminées dans un verger de macadamia

Pour résumer

Les principes de l'agriculture du vivant

Le sol est toujours couvert

Maximisation de la photosynthèse et des couverts végétaux en inter-rang

Le sol n'est presque jamais travaillé

Réduction voire suppression du travail du sol en inter-rang et sous le rang

Le sol est nourri et stocke du carbone

Maximisation des retours de biomasse (couverts et bois de taille) au sol + amendements organiques si besoin

L'agriculteur apprend à travailler avec le vivant

Désherbage par le végétal

Bio-contrôle

Fertilité pour remplacer la fertilisation

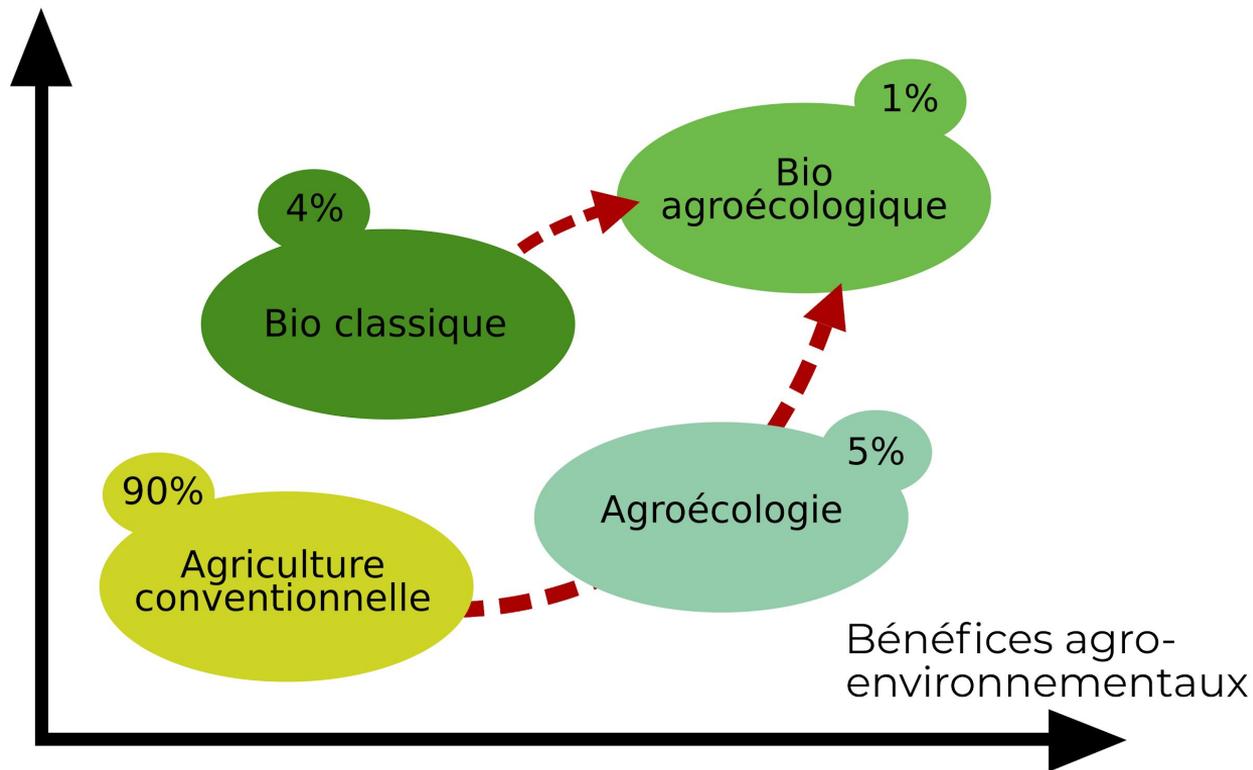
Développement d'une plante saine sur un sol vivant



Progresser dans toutes les agricultures

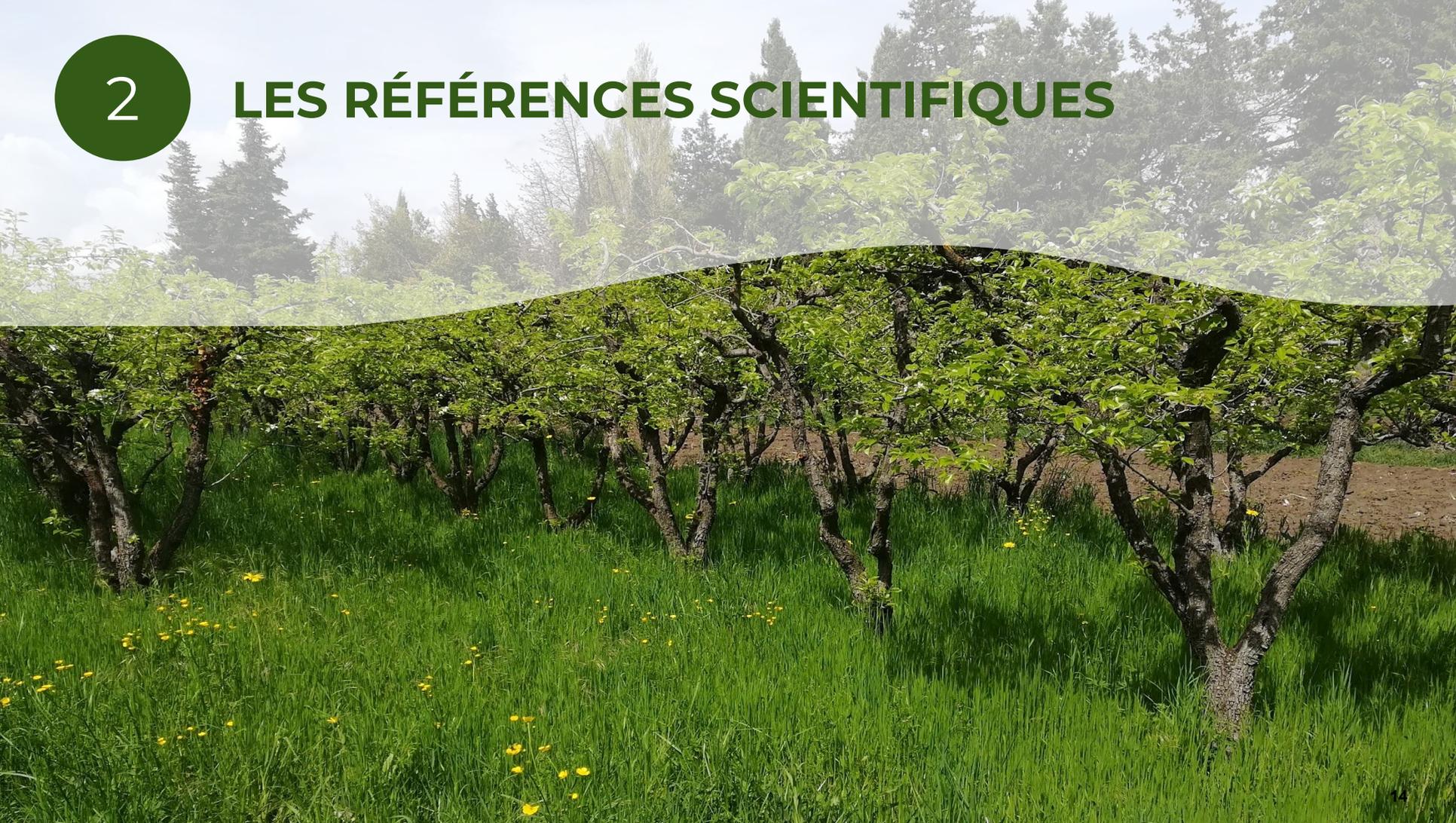
Bio et conventionnel : des chemins convergents

Moins de pesticides



2

LES RÉFÉRENCES SCIENTIFIQUES



Les impacts sur le milieu

Comparaisons entre :

- *arboriculture et viticulture enherbées avec couverts végétaux et travail du sol réduit*
- *arbo/viti avec désherbage mécanique généralisé.*



Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les oiseaux

- Un lien a été établi entre la présence de certains oiseaux (comme l'Alouette lulu, le Bruant fou, le Bruant zizi ou la Linotte mélodieuse) et le pourcentage de surfaces enherbées dans les vignes (Sierro & Arlettaz, 2003).



Le Bruant zizi *Emberiza cirius* colonise les vignobles avec des haies basses et semble aussi lié aux vignes enherbées.



L'Alouette lulu *Lullula arborea* habite le vignoble là où se trouvent des parcelles enherbées.

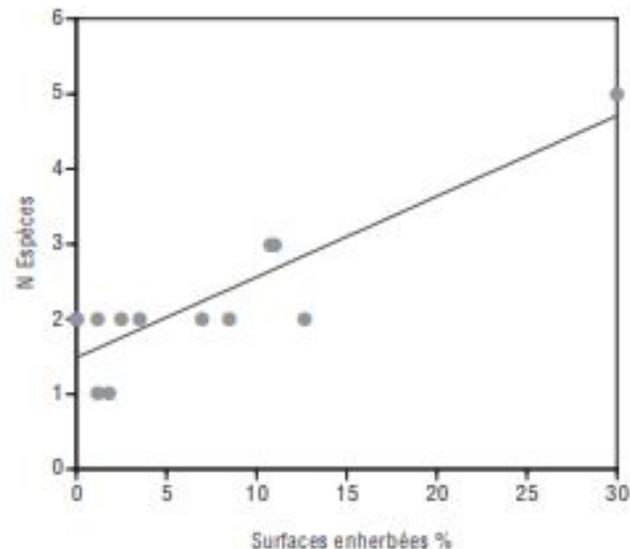


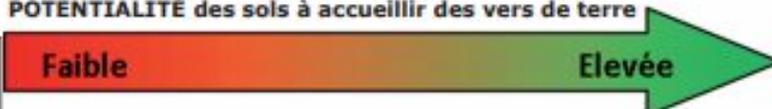
Fig. 3 – Relation entre le nombre d'espèces de milieux xériques (*Alouette lulu* *Lullula arborea*, Bruant fou *Emberiza cia*, Br. zizi *E. cirius*, Br. ortolan *E. hortulana*, Linotte *Carduelis cannabina*) et le pourcentage de surface enherbée. La corrélation est significative ($r_s=0,639$, $N=13$, $P<0,05$).

Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les vers de terre

- Un sol riche en matière organique et fertile accueille plus favorablement les vers de terre

POTENTIALITÉ des sols à accueillir des vers de terre



Caractéristiques pédo-climatiques	Faible	Elevée
Texture et éléments grossiers	Sols sableux Sols caillouteux	Sols limoneux et argilo-limoneux
Humidité	Sols séchants Sols à forte hydromorphie	Sols à bonne capacité de rétention en eau
Profondeur du sol	Sols superficiels	Sols profonds
pH	< 4	4,4 à 11
Taux de MO	Faible	Fort
Température	< à 0°C ou > à 20°C	Autour de 10-12°C

Source : VIGOT, 2014

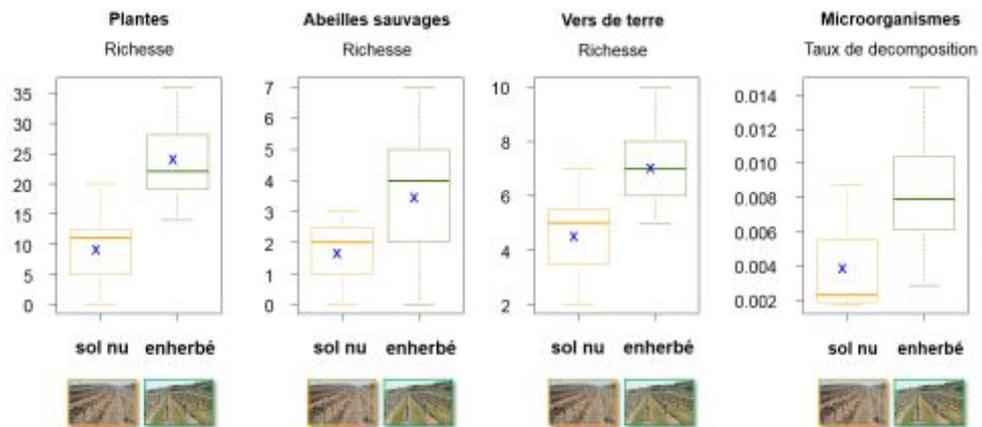
Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les vers de terre (viticulture)

- L'abondance, la biomasse et la richesse en espèces de vers de terre sont significativement plus élevées dans les parcelles avec inter-rang enherbés (560 ind/m² ; 190 g/m² et 7 espèces en moyenne) par rapport aux inter-rangs non enherbés (150 ind/m², 70 g/m² et 4,5 espèces en moyenne).
- Les vignes non enherbées correspondent aux valeurs du référentiel national qui est de 160 vers de terre/m² en vignes et vergers alors que les valeurs très élevées dans les vignes enherbées s'apparentent plus au référentiel en système prairial (420 vers de terre/m²). ([DEVEZEAUX, 2011](#))

Résultats VineDivers

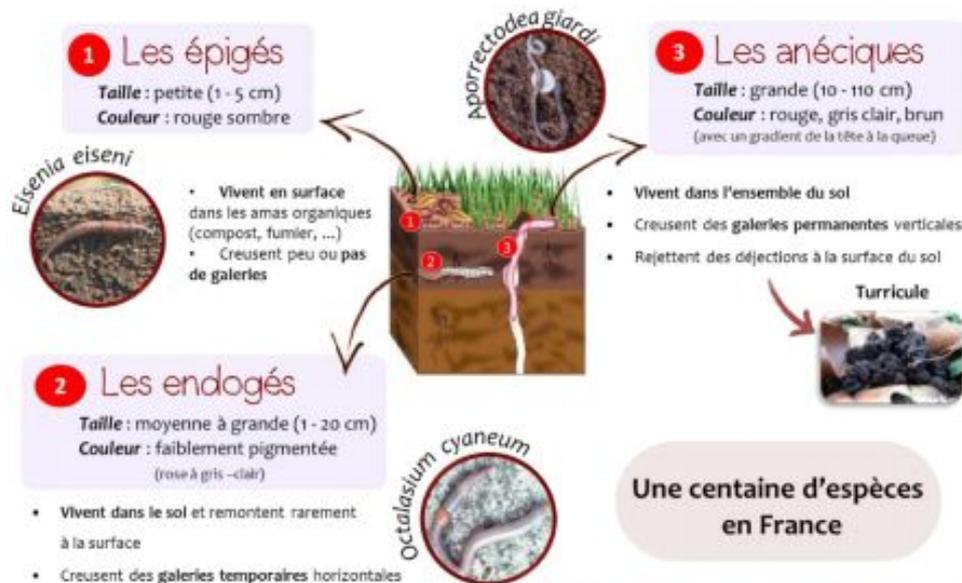
Effet de l'intensité de gestion



Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les vers de terre

- Les épigés jouent un rôle important dans le recyclage de la matière organique
- Les anéciques jouent un rôle très important dans l'enrichissement organique du sol et ils brassent la matière organique et minérale
- Les endogés jouent un rôle important sur la structure grumeleuse du sol.



© Daniel CLUZEAU - UMR EcoBio, Univ Rennes 1

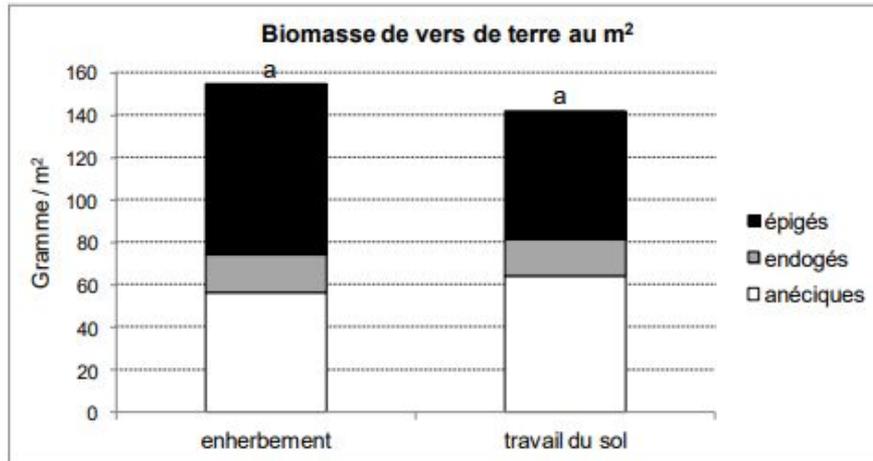
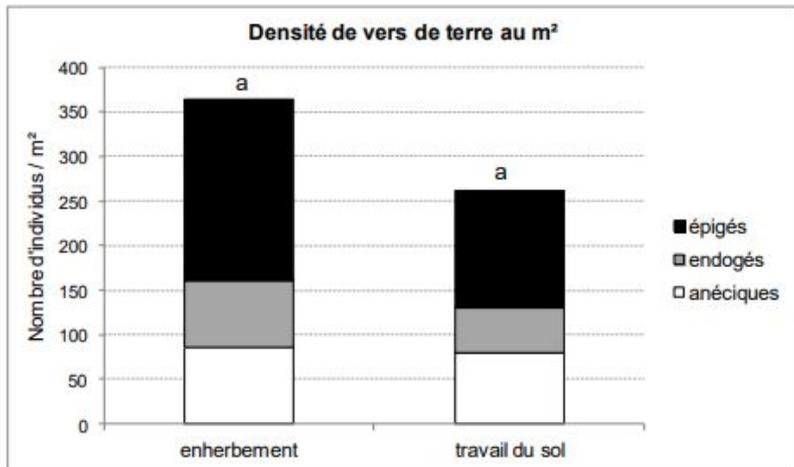
Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les vers de terre

- Le travail du sol entraîne une diminution de 65% des vers de terre endogés. (Patrice Coll, 2011)
- Ainsi, les épigés sont retrouvés en moyenne dans des proportions 14 fois supérieures en inter-rangs enherbés par rapport aux inter-rangs non enherbés et les endogés dans des proportions 5 fois supérieures. ([DEVEZEAUX, 2011](#))
- La différence est moins significative pour les anéciques.

Biomasse et densité de vers de terre sur rang de pêchers travaillés et enherbés

Source : [GOMEZ, 2014](#)



Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les arthropodes

- Les abondances de collemboles (micro-arthropodes) augmentent très rapidement (quelques semaines) suite à l'incorporation de matière organique (destruction de l'enherbement et des couverts hivernaux) avec des abondances très élevées dans toutes les parcelles échantillonnées.
- Les abondances relevées sur les 2 années de mesure montrent des valeurs maximales dans les inter-rangs enherbés, propices à la reproduction et à la croissance de ces micro-arthropodes (ressources et micro-climat plus stables)
- De même, les zones dégradées en parcelles viticoles abritent moins de ces micro-arthropodes que dans les zones de croissance optimales de la vigne, en lien probable avec la fertilité et les taux de matière organique plus élevés ([GIFFARD, 2017](#)).



Les impacts sur la biodiversité

Impacts sur les auxiliaires des cultures

- Les lieux les plus favorables à la biodiversité au sein de la parcelle de vigne sont les zones enherbées. L'enherbement inter-rang et sous le rang peut favoriser à la fois des prédateurs généralistes ([DAANE, 1998](#)) et des spécialistes qui parasitent les ravageurs ([ENGLISH-LOEB, 2003](#)).
- En verger, l'enherbement limite les attaques de Thrips californien et Eulia ([Sud arbo PFI&Bio, 2017](#))
- Le non travail du sol limite également les attaques de pourridié, phytophthora et verticilliose en verger ([Sud arbo PFI&Bio, 2017](#))

Hétéroptères	Vigne Travaillée	Vigne Enherbée	Haie	Garrigue	Bois	Rivière
% abd prédateurs	9.0	12.9	24.5	27.6	29.2	29.5
RME Prédateurs	6	7	10	10	8	11
RME totale	32	42	57	51	45	56

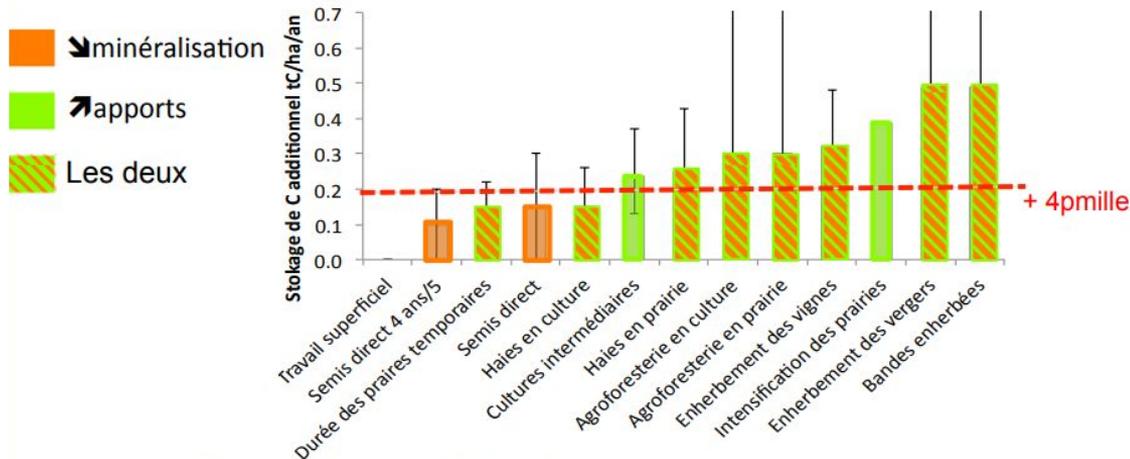
Source : [DEVEZEAUX, 2011](#)

Les impacts sur le climat

Séquestration du carbone dans le sol

- Les sols viticoles comportent en moyenne 35 T de C/ha contre 50 pour les vergers et autres cultures et 80 pour les prairies. ([CHENU, 2014](#))
- Un enherbement permanent du vignoble permet de stocker 0,32 T de C supplémentaires par hectare et par an contre 0,15 pour un semis direct en céréales ([CHENU, 2014](#))
- L'enherbement des vergers permet quant à lui de stocker 0,50 T de C additionnels / ha / an ([CHENU, 2014](#))

Stockage de C additionnel par unité de surface:



Etude GES INRA Pellerin et al. 2013

Chenu & al. 2014, Innovations Agronomiques, vol 37

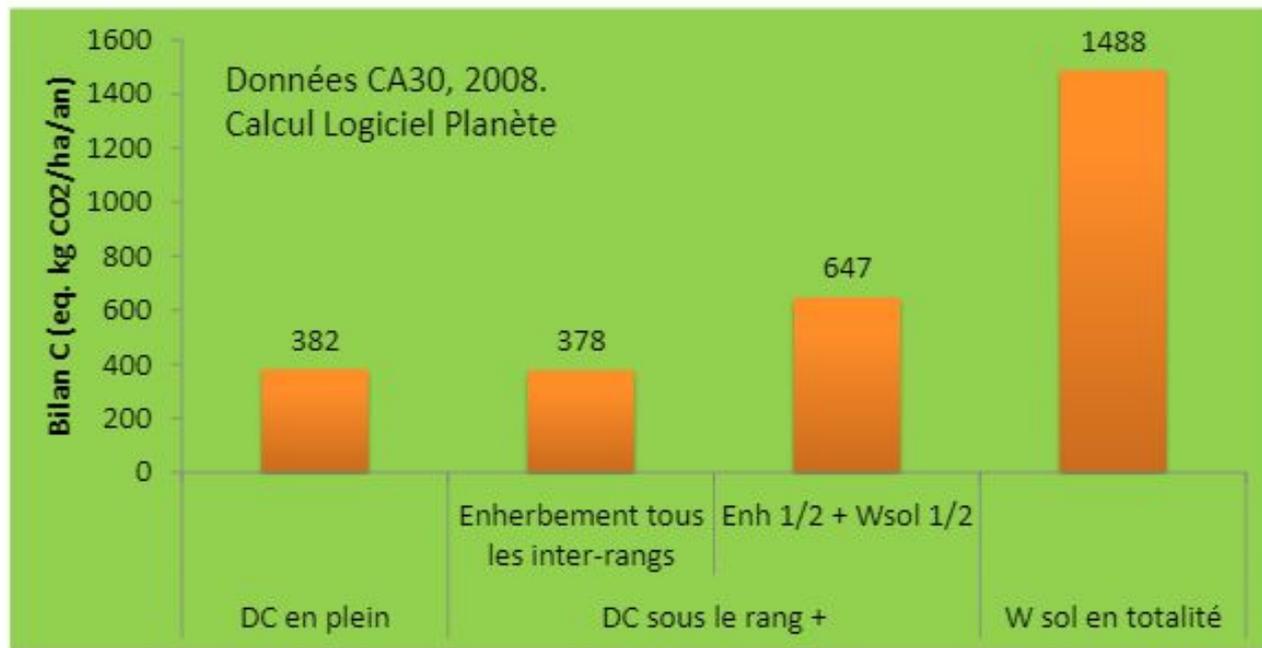
Source : [CHENU, 2014](#)

Les impacts sur le climat

Impact sur le climat

- Les émissions de Carbone sont près de 4x supérieures avec travail du sol (rang et inter-rang) qu'avec un enherbement des inter-rangs en viticulture

([Chambre d'Agriculture 30, 2008](#))

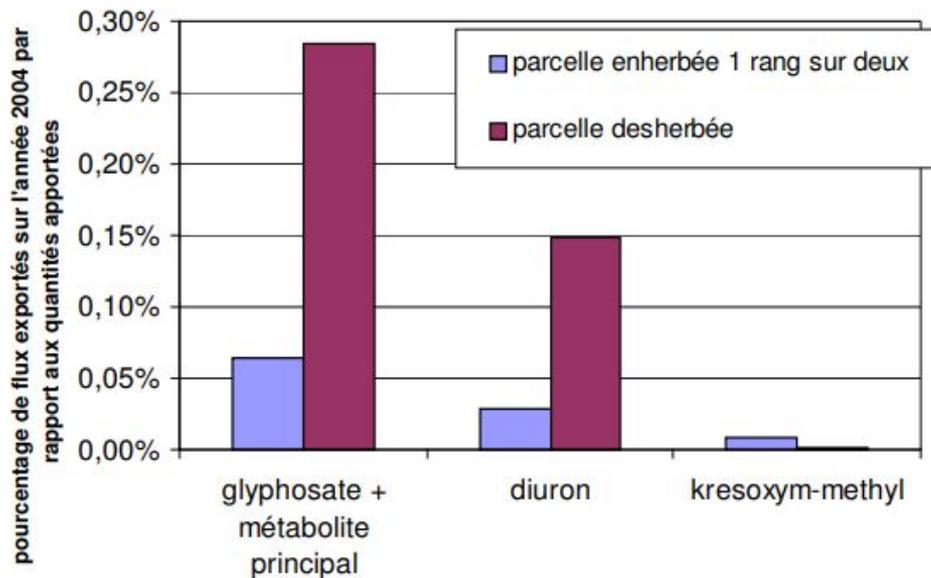


DC : Désherbage chimique

Les impacts sur l'eau et le sol

Impact sur la pollution des nappes

- L'enherbement permet de réduire la teneur en nitrates des eaux d'infiltration d'un facteur de 4 à 8 par rapport au désherbage ([GREGOIRE, 2004](#))
- La présence d'herbe réduit les transferts de pesticides ([DOMANGE, 2005](#))



Source : [DOMANGE, 2005](#)

Les impacts sur l'eau et le sol

Impact sur le ruissellement et l'érosion des sols

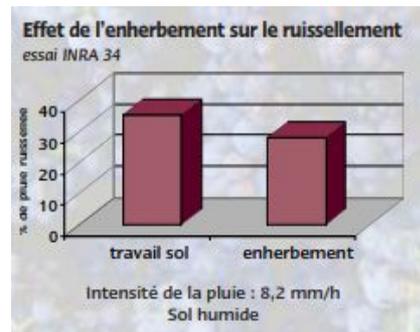
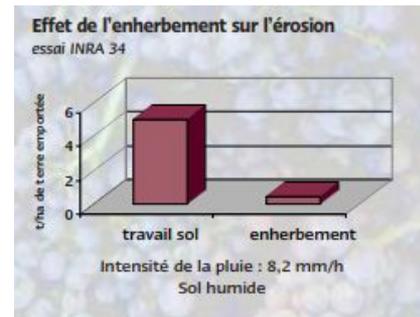
- L'enherbement de l'inter-rang limite le ruissellement de l'eau de pluie et réduit significativement l'érosion de la parcelle et donc le déplacement de terre. ([CHANTELOT, 2003](#))

Déplacement de terre vers l'aval (kg/ha)

Confrontation entre enherbement et travail du sol dans la période 1994 à 1997

Variante	1994 (kg/ha)	1995 (kg/ha)	1996 (kg/ha)	1997 (kg/ha)	Moyenne (kg/ha)
Enherbement	149	79	32	26	72
Travaillé	4680	8082	382	495	3410

[Source : CORINO, 2002](#)



[Source : CHANTELOT, 2003](#)

Les impacts sur l'eau et le sol

Impact sur la stabilité structurale et la résilience des sols agricoles

La présence permanente d'un couvert herbacé sur le sol a pour effet une amélioration de sa structure (porosité, aération et infiltration de l'eau) ([Gomez, et al., 2013](#)).

	Désherbé	Enherbé
Matière organique (%)	1,92	2,86
Densité apparente (g/cm³) La densité apparente traduit la part d'air stockée dans un volume de sol. Plus un sol est dense, moins sa porosité est bonne et moins il est aéré.	1,68	1,52
Résistance à la pénétration (kg/m²) Un sol plus résistant, est un sol plus tassé et donc plus difficilement pénétrable par les racines	26,20	17,30
Capacité de rétention en eau	21,40	23,80
Instabilité structurale	1,15	0,80

[Source : Chambre d'agriculture du Haut-Rhin et du Bas- Rhin, 1997](#)

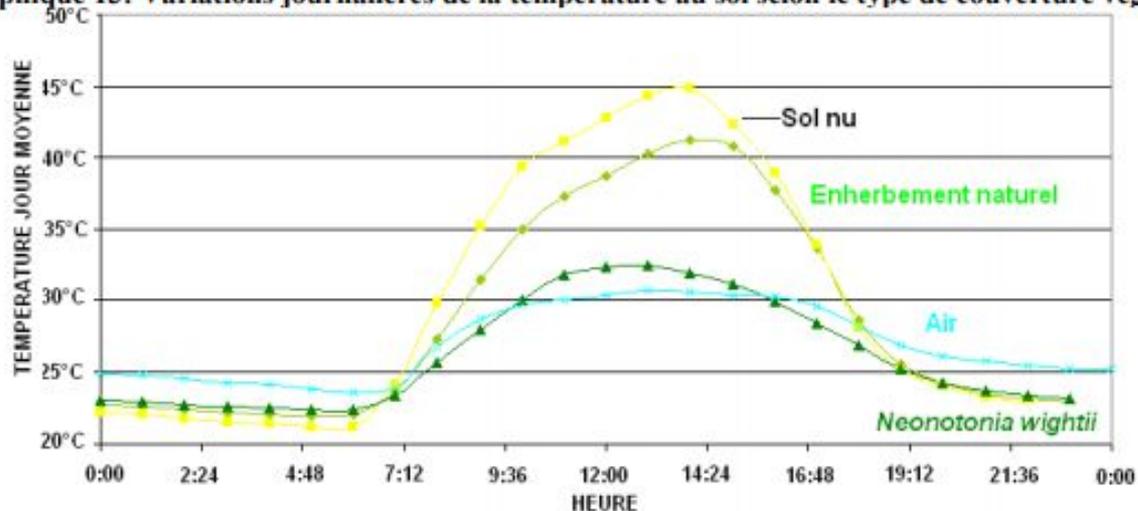
Les impacts sur l'eau et le sol

Impact sur la température du sol

Le sol nu reçoit directement le rayonnement solaire. Ainsi sa température varie fortement au cours d'une journée et selon les saisons. Un fort réchauffement du sol perturbe son activité biologique. Les plantes de couverture, en tant qu'intermédiaire entre l'air et le sol, permettent de réguler les changements de température. Ce pouvoir tampon préserve l'activité biologique des sols.

([BOURGEOIS, 2015](#))

Graphique 13: Variations journalières de la température au sol selon le type de couverture végétale



(Données 2008 des capteurs Tiny-Tag installés dans le verger 1-Mailloux, UR Horsys)

([DUBOIS, 2009](#))

La présence de plantes de couverture permet de former un continuum entre le sol et l'atmosphère, et donc de réguler les échanges d'eau entre les deux. En effet, les plantes ont des moyens de contrôle de leur transpiration qui leur permettent de maintenir un niveau d'eau suffisant dans le sol ([BOURGEOIS, 2015](#)).

Les impacts économiques et agronomiques

Comparaisons entre :

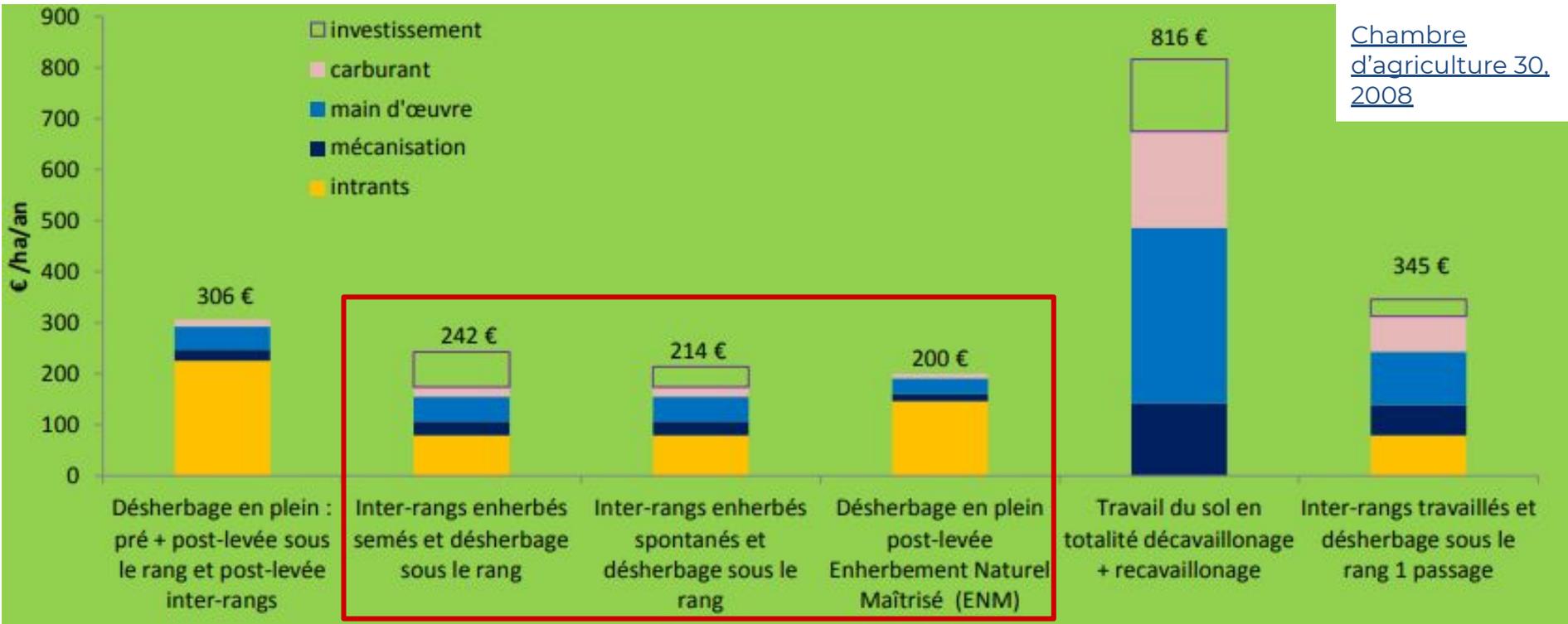
- arboriculture et viticulture enherbées avec couverts végétaux et travail du sol réduit*
- arbo/viti avec désherbage mécanique généralisé.*



Les impacts économiques

Réduction de charges en viticulture

[Chambre d'agriculture 30, 2008](#)



- Au delà du gain de temps et de passage, la diminution de vigueur induite par la couverture végétale peut rendre obsolète certains travaux réalisés pour maîtriser les rendements (ébourgeonnage, éclaircissage...) ([GONTIER, 2011](#)).

Les impacts économiques

Réduction de charges en arboriculture

- Au delà du gain de temps et de passage, la diminution de vigueur induite par la couverture végétale peut rendre obsolète certains travaux réalisés pour maîtriser les rendements (ébourgeonnage, éclaircissage...) ([GONTIER, 2011](#)).

Les impacts économiques

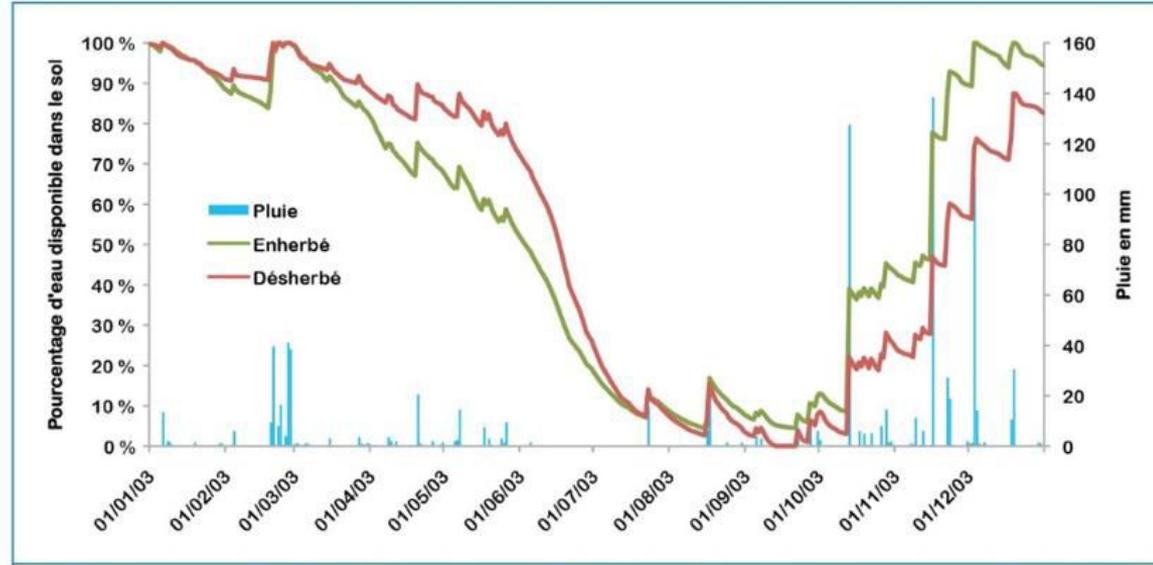
Réduction d'intrants

- La présence de mycorhizes, favorisées par les techniques de couverts végétaux et non travail du sol permettrait une réduction d'intrants d'un tiers à un quart ([MILOU, 2009](#)).
- La diminution des attaques de Botrytis engendrée par la mise en place de couverture végétale en inter-rang réduit l'usage des fongicides ([ROUSSEL, 2009](#))
- L'application d'herbicide en présence de couverture végétale se fait uniquement sous le rang de vigne et non pas en plein ([ROUSSEL, 2009](#)) d'où une réduction de charge d'environ 70 €/ha / an ([Département de la Somme, 2013](#))
- L'augmentation des auxiliaires de la vigne grâce à la présence de végétation induit également une réduction des doses d'insecticides appliquées
- Un couvert végétal comprenant des légumineuses pallie aux éventuels problèmes de carence azotée et peut ainsi suppléer aux apports d'engrais.

Les performances agronomiques

Réserve utile en eau

- La présence d'un enherbement permet une meilleure infiltration de l'eau et un supplément de recharge pouvant aller jusqu'à 60 % par apport à un sol nu ([GARY, 2013](#))
- L'augmentation de la MO générée par la présence d'enherbement permet d'augmenter la capacité de rétention d'eau du sol ([IFVV, 2014](#))

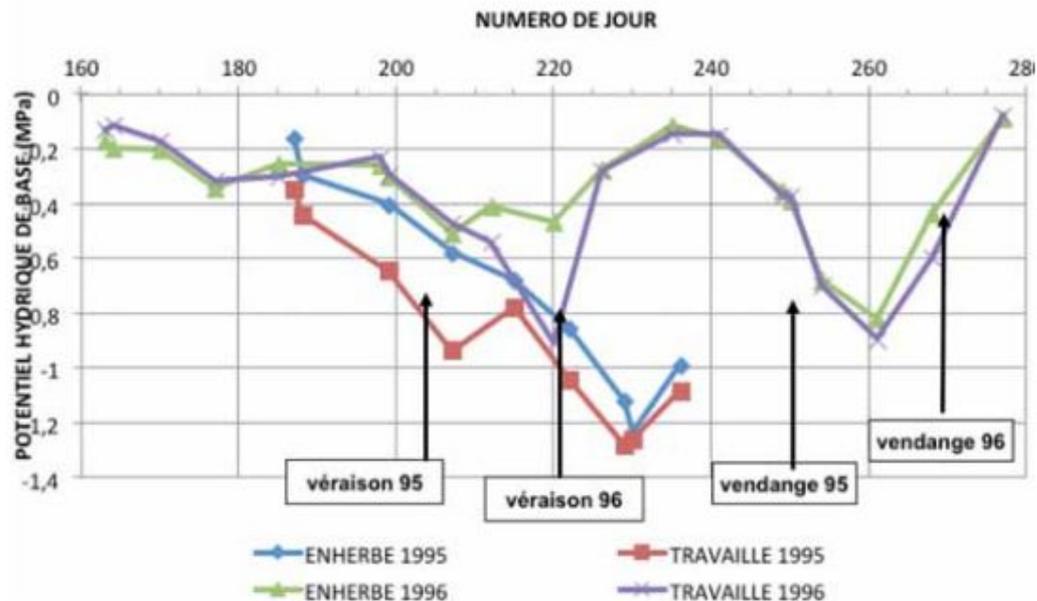


Source : [GARIGLIO, 2013](#)

Les performances agronomiques

Réserve utile en eau

- La présence d'herbe n'a pas d'impact négatif sur l'eau disponible par rapport au témoin désherbé lors de la période estivale ([GAVIGLIO, 2013](#)). L'enherbement permet à la vigne d'explorer davantage le sol en profondeur.
- L'enherbement joue un rôle tampon en cas de stress hydrique fort ([IFVV, 2014](#)):
 - en incitant la vigne à développer son système racinaire en profondeur
 - en concurrençant la vigne qui limite alors le développement de sa surface foliaire et donc sa transpiration

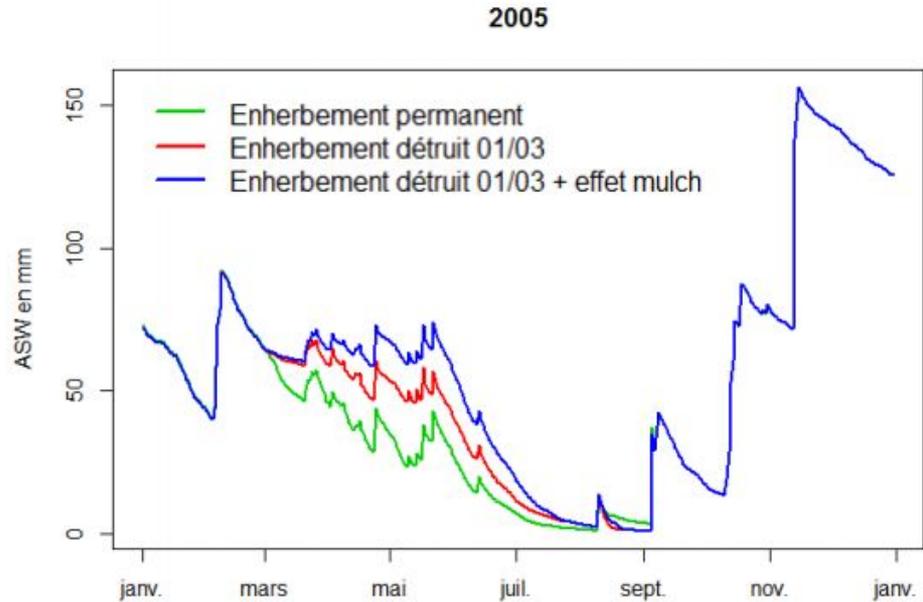


Source : IFVV, 2014

Les performances agronomiques

Réserve utile en eau

- L'enherbement roulé au printemps permet un « effet mulch » favorable vis-à-vis de la ressource en eau ([DELPUECH, 2010](#))



Simulations de bilan hydrique avec le modèle WaLIS (IF

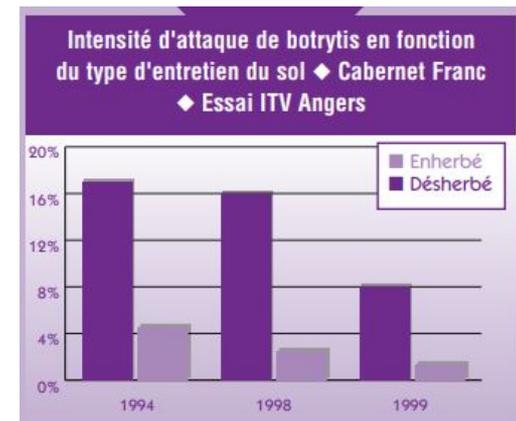
Les performances agronomiques

Santé des plantes

Sur plusieurs expérimentations, l'IFV constate qu'avec l'enherbement en inter-rang et d'autant plus avec l'enherbement total, l'état sanitaire du vignoble est amélioré (Gontier, 2011).

La diminution de la vigueur (engendrée par la concurrence azotée) permet une meilleure résilience vis-à-vis des maladies cryptogamiques, en particulier le mildiou et botrytis sur la vigne. (Girard, 2010).

L'accueil d'une biodiversité auxiliaire est aussi un facteur influençant les attaques de ravageurs et maladies.



[Source : Chambre d'agriculture du Haut-Rhin et du Bas-Rhin, 1997](#)

Gestion du sol	Pourcentage moyen d'attaque sur baies	Pourcentage de grappes atteintes
Vignes enherbées	8	41
Vignes non-enherbées	58	85

Les performances agronomiques

Nutrition des plantes

- De manière générale, l'enherbement en vigne ou vergers entraîne une concurrence azotée
- Toutefois, la mise en place de légumineuse dans le couvert végétal permet de pallier cet effet ([GOMEZ, 2008](#)).
- A titre d'exemple, la mise en place de trèfle blanc permet une fourniture d'azote à la plante autour de 40 U ([GOMEZ, 2008](#)).
- Les modalités enherbées et légèrement fertilisées semblent de bonnes candidates à un meilleur taux de mycorhization permettant ainsi une meilleure exploration du sol et limitant le stress hydrique et azoté ([DAL, 2017](#))

Les performances agronomiques

Qualité de la vendange

Effet de l'enherbement a un impact plutôt positif sur la qualité des moûts.

En année très sèche, avec une vigne enherbée, le degré potentiel est mieux maîtrisé.

Sur les cépages rouges, les composés phénoliques sont davantage présents en vigne enherbée. ([BIDAULT, 2002](#))

Incidence de l'enherbement sur la composition analytique du moût

Région	Degré potentiel	Acidité totale	CPT	Anthocyanes
Cépages rouges				
Méridionale	+	--	++ à +++	++ à +++
Atlantique	++	-	++	++
Septentrionale	+	-	++	++
Cépages blancs				
Méridionale	+	--		
Atlantique	+++	--		
Septentrionale	0 à +	--		

Ces indications correspondent à des conditions optimum d'implantation d'un enherbement.

Augmentation : + faible ++ moyenne +++ forte

Diminution : - faible -- moyenne --- forte

Les performances agronomiques

Qualité de la vendange

L'azote assimilable est également plus important sur des sols non dégradés que sur des sols dégradés induisant une meilleure fermentescibilité ([VITINNOV, 2017](#)).

Site et année	Modalité	Anthocyanes	N assimilable	Polyphénols
Bordeaux 2015	Non dégradé	581,3 (*)	96,0 (*)	63,3 (ns)
	Dégradé	689,7 (*)	51,8 (*)	75,6 (ns)
Bordeaux 2016	Non dégradé	799,67 (ns)	64,33 (*)	76,50 (ns)
	Dégradé	774,50 (ns)	35,17 (*)	76,00 (ns)

[VITINNOV, 2017](#)

Les performances agronomiques

Qualité de la récolte

Sur des pêchers en agriculture biologique, l'enherbement induit un plus faible taux de fruits moniliés ([GOMEZ et MERCIER, 2008](#))

L'enherbement entraîne également une légère augmentation du calibre des fruits ([GOMEZ et MERCIER, 2008](#))

Année	Modalité	% de fruits moniliés à la récolte	% de fruits moniliés à 5j de la récolte
2004	Enherbement total	0,57	3,8
	Travail du sol sur le rang	0,73	21,7
2005	Enherbement total	1,16	17,9
	Travail du sol sur le rang	0,82	20,8
2006	Enherbement total	1,16	12,9
	Travail du sol sur le rang	1,62	16,3
2007	Enherbement total	1,58	23,1
	Travail du sol sur le rang	2,56	40,0

Modalité	IR (% brix)	Fermeté (unité Durofel)	% de fruits en fonction du calibre			
			AAA	AA	A	B
Enherbement total	10.55	75	17.5%	52.5%	27.5%	2.5%
Travail sur le rang	10.00	74	7.5%	35%	40%	17.5%

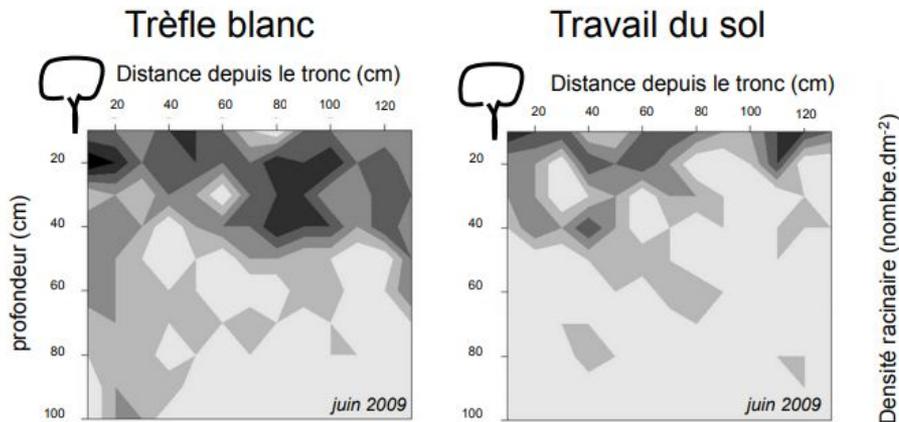
[GOMEZ et MERCIER, 2008](#)

Les performances agronomiques

Implantation des arbres

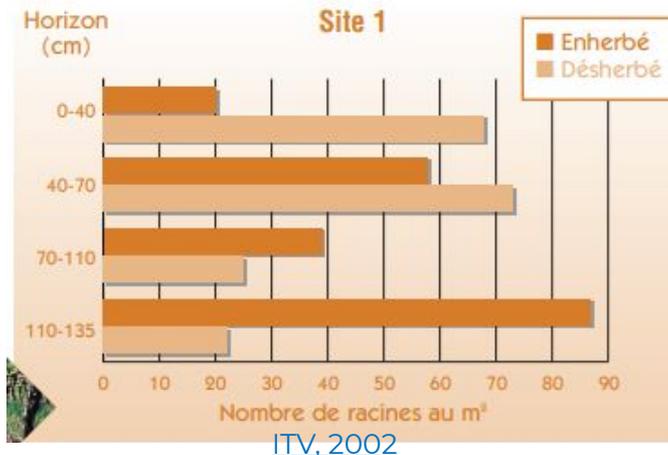
Les cultures pérennes telles que la vigne et les arbres fruitiers s'enracinent davantage en profondeur lorsqu'une couverture végétale est présente ([PARVEAUD, 2011](#))

Distribution des racines fines (<10 mm) du pêcher



L'enherbement modifie le profil racinaire de la vigne

◆ Essai ITV Angers

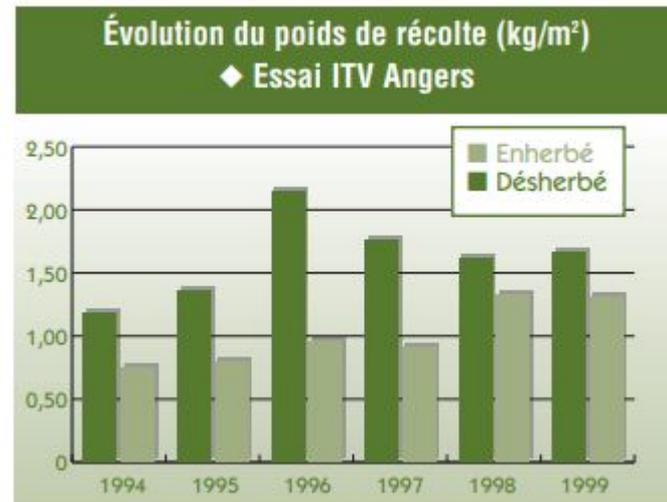


[PARVEAUD, 2011](#)

Les performances agronomiques

Rendements

- La vigne s'adapte à l'enherbement. L'impact de l'enherbement sur la vigueur et le rendement est moins marqué après quelques années. ([ITV, 2002](#))
- Par ailleurs, la destruction du couvert végétal avant renouvellement du semis réduit cet effet dépressif
- En arboriculture, aucune différence significative de rendement n'est constatée avec un enherbement comprenant des légumineuses (trèfle blanc) ([GOMEZ, 2008](#))



[ITV, 2002](#)

Modalité	Rendement (1 ^{ère} , 2 ^{ème} et 3 ^{ème} récolte), en t/ha
Enherbement total	18.20
Travail sur le rang	19.20

[GOMEZ, 2008](#)

Résumé de la bibliographie

et des études techniques

Les gains indéniables	Bien-être de l'agriculteur et goût du travail
	Réduction du temps de travail
	Réduction des charges de mécanisation
	Protection de la biodiversité
	Protection des sols
	Régulation du climat, stockage de carbone
	Réduction des GES
Les gains à confirmer ou à stabiliser	Réduction des IFT
	Réduction des intrants
	Réduction de la sensibilité aux maladies
	Réduction de la sensibilité aux aléas climatiques
Les gains incertains ou dépendants des situations	Augmentation du rendement
	Augmentation de la qualité
	Réduction des investissements matériels