

Fonds de dotation Sauvegarde du Patrimoine Lavandes en Provence



COMPTE-RENDU TECHNIQUE 2020-2022 DE L'ACTION RELATIVE AU DEVELOPPEMENT DES COUVERTS VEGETAUX : SUIVIS DE PARCELLES D'ESSAIS

Photographie – Parcelle M. Bressand – automne 2021



E-mail : contact@sauvegarde-lavandes-provence.org
Site web : www.sauvegarde-lavandes-provence.org

Remerciements.....	4
1 Introduction.....	5
2 Présentation de l'action.....	5
2.1 Objectif.....	5
2.2 Protocole.....	5
2.3 Partenaires et rôles.....	6
2.4 Nature du suivi.....	6
3 Résultats par parcelle.....	8
3.1 PARCELLE MONTVENDRE.....	8
3.1.1 Description de la parcelle et du témoin.....	8
3.1.2 Diagnostic initial 2020 : « Indicateurs sol ».....	8
3.1.3 Itinéraires techniques sur 2019-2022.....	9
3.1.4 Indicateurs couverts sur 2019-2022.....	10
3.1.5 Indicateurs production sur 2019-2022.....	11
3.2 PARCELLE GAEC DES FABRES.....	15
3.2.1 Description de la parcelle et du témoin.....	15
3.2.2 Diagnostic initial 2020 & diagnostic final 2022 :«Indicateurs sol».....	16
3.2.3 Itinéraires techniques 2019-2022.....	17
3.2.4 Indicateurs couverts sur 2019-2022.....	19
3.2.5 Indicateurs production sur 2019-2022.....	21
3.3 PARCELLE BONNEFOY.....	26
3.3.1 Parcelle du « vallon ».....	26
3.3.1.1 Description de la parcelle et du témoin.....	26
3.3.1.2 Diagnostic initial 2020 parcelle du «vallon» : « Indicateurs sol ».....	27
3.3.1.3 Itinéraires techniques 2018-2021.....	27
3.3.1.4 Indicateurs couverts sur 2019-2021.....	29
3.3.1.5 Indicateurs production sur 2019-2022.....	31
3.3.2 Parcelle des « Capellans ».....	35
3.3.2.1 Description de la parcelle.....	35
3.3.2.2 Itinéraire technique.....	35
3.3.2.3 Indicateurs couvert sur 2021-2022.....	36
3.3.3 Parcelle « Ponzo ».....	37

3.3.3.1	Description de la parcelle	37
3.3.3.2	Itinéraire technique.....	37
3.3.3.3	Indicateurs « couverts » sur 2022.....	37
3.3.3.4	Comparaison des différentes parcelles de BONNEFOY en matière de couverts 38	
3.4	PARCELLE BRESSAND ET GIRARD.....	40
3.4.1	Parcelle de « Saint-Etienne-les-Orgues ».....	40
3.4.1.1	Description de la parcelle et du témoin.....	40
3.4.1.2	Diagnostic initial 2020 parcelle de « Saint-Etienne-les-Orgues » : « Indicateurs sol »	40
3.4.1.3	Itinéraires techniques 2020-2022.....	41
3.4.1.4	Indicateurs couverts sur 2019-2022.....	44
3.4.1.5	Indicateurs production sur 2019-2022	45
3.4.2	Parcelle de « Cruis »	49
3.4.2.1	Description de la parcelle	49
3.4.2.2	Itinéraires techniques sur 2021-2022.....	49
3.4.2.3	Indicateurs couverts sur 2021-2022.....	50
3.4.2.4	Comparaison des différentes parcelles de BRESSAND en matière de couverts 51	
3.5	PARCELLE SAUVAIRE	53
3.5.1	Description de la parcelle et du témoin	53
3.5.2	Diagnostic initial 2020 : « Indicateurs sol ».....	54
3.5.3	Itinéraires techniques 2018-2021	54
3.5.4	Indicateurs couverts sur 2019-2022.....	56
3.5.5	Indicateurs production sur 2019-2022.....	58
4	Interprétation des résultats pour l'ensemble des parcelles	61
4.1	Indicateurs couverts.....	61
4.2	Indicateurs production	62
5	Conclusions	63
6	Annexe : composition des mélanges fournis par le Fonds de dotation.....	64



Remerciements

Tous nos remerciements à l'ensemble des producteurs qui ont participé au projet et qui ont accueilli avec bienveillance et motivation les essais sur leurs parcelles.



I Introduction

Le présent compte-rendu technique entre dans le cadre du programme Green&Lavandes, coordonné et piloté par le Fonds de dotation Sauvegarde du Patrimoine Lavandes de Provence, dont l'objectif global est d'améliorer l'impact environnemental et l'impact carbone des lavandes.

2 Présentation de l'action

2.1 Objectif

Etudier des parcelles avec et sans couvert végétal pour évaluer si le couvert peut restituer plus de carbone au sol tout en conservant des rendements élevés en huile essentielle.

2.2 Protocole

Suivi de 5 parcelles sur 3 ans, avec une modalité avec couvert végétal et une modalité avec un témoin « sol nu » :

- **PARCELLE MONTVENDRE** (Drôme) (suivie de fin 2019 à fin 2022)
- **PARCELLE GAEC DES FABRES** (Plateau de Valensole) (suivie de fin 2019 à fin 2022)
- **PARCELLE BONNEFOY** (Plateau d'Albion)
 - * parcelle appelée « **vallon** » (suivie de fin 2019 à printemps 2022)
- **PARCELLE BRESSAND ET GIRARD** (Plateau d'Albion)
 - * parcelle appelée « **St-Etienne-les-Orgues** » (suivie de fin 2019 à fin 2022)
- **PARCELLE SAUVAIRE** (Plateau de Valensole) avec couvert et témoin (suivie de fin 2019 au printemps 2021)

En complément de l'étude des modalités avec et sans couvert, d'autres parcelles uniquement avec couvert sans témoin ont été suivies afin de mieux connaître et observer les développements de couverts en lavanderaies.

- **PARCELLE BONNEFOY** (Plateau d'Albion)
 - * parcelle appelée « **capellans** » avec couvert sans témoin (suivie de fin 2021 à fin 2022)
 - * parcelle appelée « **ponzo** » avec couvert sans témoin (suivie depuis fin 2022)
- **PARCELLE BRESSAND ET GIRARD** (Plateau d'Albion)
 - * parcelle appelée « **Cruis** » avec couvert sans témoin (suivie de fin 2019 à fin 2022)

2.3 Partenaires et rôles



Fonds de dotation : coordination et financement du projet.



AGRIBIO 04
L'Agriculture **BIO**
des Alpes de Haute-
Provence

AGRIBIO04 : suivi agronomique des parcelles hors Drôme.



Chambre d'Agriculture de la Drôme (CA26) : suivi agronomique et estimation du dépérissement de la parcelle de Montvendre dans la Drôme. Le suivi de la distillation de l'année 3 a également été réalisé par la CA26.



CRIEPPAM : estimation de la vigueur des plantes et du dépérissement, de l'impact des ravageurs et du rendement de la culture (réalisation de micro-distillation) pour les 4 parcelles sauf celle de Montvendre. Suivi de la distillation de Montvendre en années 1 et 2.

2.4 Nature du suivi

- Réalisation d'un diagnostic initial sur les 5 parcelles suivies dès 2019 pour suivre l'impact du couvert sur le cycle du carbone. Les indicateurs suivants, appelés **« Indicateurs sol »** sont mesurés (*mesurés par AGRIBIO04 et CA26*) :
 - Analyse de sol dont analyse de la matière organique
 - Densité apparente du sol (uniquement en première année)Les analyses de sols ont été réalisées par les laboratoires GAIAGO et CELESTALAB.
- Réalisation d'un suivi annuel qui inclut plusieurs types d'indicateurs :
 - **« Indicateurs couverts »** pour intégrer le développement du couvert dans l'interprétation (*mesurés par AGRIBIO04 + CA26*) :
 - Estimation qualitative ou quantitative du recouvrement du couvert vis-à-vis des adventices dans l'inter-rang
 - Estimation de la biomasse du couvert
 - Estimation de la quantité de matière sèche restituée au sol et de la quantité de carbone stockée calculée par la méthode MERCI (Méthode

- d'Estimation des Restitutions des Cultures Intermédiaires) (voir encadré ci-dessous)
- « **Indicateurs production** » (mesurés par le CRIEPPAM) pour évaluer l'impact du couvert sur la culture :
 - Notation de dépérissement Stolbur
 - Rendements en huile essentielle
 - « **Indicateurs d'itinéraires techniques** » (mesurés par AGRIBIO04 + CA26) pour comparer les modalités au niveau économique :
 - Notation de l'itinéraire technique (interventions phytos, binages ...).
- Réalisation d'un diagnostic final complet sur la parcelle qui a été suivie sans interruption depuis 2019 et qui possède un témoin identique sur l'ensemble des années : GAEC des FABRE
- Analyse de sol dont analyse de la matière organique
- Les analyses de sols ont été réalisées par le laboratoire CELESTALAB.

Note relative au protocole de récolte et de mesure du rendement en huile essentielle : la récolte a été réalisée selon la méthode des « 15 plants sains ». Donc les rendements par **pieds sains** sont cohérents mais les **extrapolations à l'hectare ne le sont pas**. Effectivement, la totalité des plants des parcelles ne sont pas « sains », certains sont morts, d'autres dépérissant, et possèdent donc des rendements plus faibles. Les rendements extrapolés à l'hectare ne sont donc pas des rendements classiques mais des rendements réalisés uniquement sur des plants sains.

Méthode MERCI

L'estimation des restitutions des couverts est réalisée en utilisant la méthode MERCI (Méthode d'Estimation des Restitutions des Cultures Intermédiaires). <https://methode-merci.fr/calculateur>

La méthode MERCI développée en 2010 par la Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle-Aquitaine contribue, par une mesure simple et rapide au champ, à démontrer l'intérêt agronomique, économique et environnemental des couverts végétaux sur le recyclage et la mise à disposition des éléments minéraux.

Pour ce faire, l'opérateur entre la quantité de biomasse fraîche ou séchée en grammes produite par chacune des espèces du couvert ainsi que la commune de la parcelle, le type de sol, la Réserve Utile du sol (RU), le devenir du couvert (exporté/restitué, enfouis/lissé en surface) et la date de levée et de prélèvement. La méthode MERCI réalise un bilan humique simplifié et fournit notamment une estimation des restitutions en azote et carbone dans le sol.

3 Résultats par parcelle

3.1 PARCELLE MONTVENDRE

3.1.1 Description de la parcelle et du témoin

Cet essai est suivi sur une parcelle en agriculture biologique de lavandin 'Grosso' plantée en 2019. Elle est située à Montvendre dans la Drôme, entre le Vercors et la vallée du Rhône dans une plaine agricole dominée par les grandes cultures.

Un couvert spontané est entretenu depuis la plantation en 2019 sur la quasi-totalité de la parcelle. **1,5ha est couvert et 0,2ha est biné en plein et servira de témoin.**

Le couvert spontané a été choisi par l'agriculteur afin d'éviter des charges liées à des opérations de semis. De plus, des graminées pérennes comme le ray-grass (majoritaire), la fétuque et le panic dominant la flore de l'inter-rang en 2019. Ces graminées paraissent gérables dans l'inter-rang en évitant un envahissement de la parcelle. Pour l'agriculteur, l'objectif principal du couvert inter-rang est de protéger le sol contre l'érosion hydrique et éolienne ainsi que du tassement lié au passage des machines.

3.1.2 Diagnostic initial 2020 : « Indicateurs sol »

Indicateur	Témoin	Couvert
Densité apparente (g/cm ³)	1,67	1,67
MO Libre (celestalab)	0,2	0,2
MO liée (Celestalab)	1,2	1,2
MO (Gaiago)	1,1	1,1
Rapport Ca/Mg sur la CEC	4,3	4,3
Biomasse microbienne mg C/kg terre sèche	243	243
N minéralisable (U/an)	60	60

Tableau 1 :

initial 2020 – Parcelle Montvendre

diagnostic

Il s'agit d'une parcelle sableuse à pH très basique (>8) avec un taux de matière organique relativement faible : 1,4. Ce déficit de matière organique est d'autant plus dommageable que près de 90% de cette matière organique est liée. Il reste donc peu de matière disponible comme substrat énergétique pour la faune du sol. La présence d'un couvert, même spontané et relativement peu développé devrait permettre sur le long terme de faire augmenter le taux de matière organique.

3.1.3 Itinéraires techniques sur 2019-2022

Les itinéraires techniques des 3 années sont détaillés dans les tableaux suivants. On note une diminution du temps de travail ; d'abord par une réduction, puis une disparition des opérations de désherbage manuel à la main et à la binette.

La réduction du temps de travail à partir de 2022 a pu se faire en utilisant un matériel auto-construit : une « bino-faca ». Il s'agit d'un outil traîné par le tracteur avec lequel un conducteur peut biner sur le rang et écraser le couvert inter-rang en un seul passage.

En utilisant ce matériel, le temps de travail en mécanisation est divisé par 2 : on passe de 18h/ha en 2021 à 9h/ha en 2022 (hors récolte).

Type d'intervention	Date	Matériel	Qté/ha	Commentaire
Plantation	15/04/19			1,8m x 0,5m + arrosage cuve à la plantation
Année 2019 non suivie				Cette parcelle n'était pas suivie dans un autre programme
Binage mécanique	11/02, 15/03, 18/04, 25/05, 2/06	Bathelier		Tous les binages uniquement sur le rang de lavandin
Binage manuel	20/03, 20/05, 10/07	binette		
Tonte	10/03, 15/05, 09/06, 12/09	tracteur tondeuse		
Récolte	15/07	coupeuse Rey		

Tableau 2 : Itinéraire technique de 2019/2020 – Parcelle Montvendre

dates	opérations	matériel	quantité/ha	temps méca (en heure/ha)
10-févr	ferti	épandeur (4/3/6)	1T (230€/T)	1h
15-févr	tonte	tracteur tondeuse		3h
16-févr	binage	lames		2h
01-avr	tonte	tracteur tondeuse		3h
03-avr	binage	lames		2h
15-avr	binage	binette		40h
20-avr	binage	lames		2h
24-mai	tonte	tracteur tondeuse		3h
25-mai	binage	lames		2h
28-juil	récolte	Coupeuse Rey		

Tableau 3 : Itinéraire technique de 2021- – Parcelle Montvendre

dates	opérations	matériel	quantité/ha	temps méca (en heure/ha)
22-févr	ferti	épandeur (4/3/6)	500kg	1h
8-mars	Binage + roulage	binofaca		2h
22-mars	Binage + roulage	binofaca		2h
14-avril	Binage + roulage	binofaca		2h
9-mai	Binage + roulage	binofaca		2h
28-juil	recolte	Coupeuse Rey		

Tableau 4 : Itinéraire technique de 2022 - – Parcelle Montvendre

Les itinéraires techniques ayant été enregistrés, on peut proposer une estimation de l'impact carbone, uniquement en ce qui concerne la mécanisation. Le graphique suivant illustre la réduction des émissions de carbone liées à la mécanisation.

Grâce à la diminution des consommations de carburant, les émissions de CO₂ et donc l'impact carbone de la mécanisation est fortement réduit.

On passe de 50kg/C/ha à 31kg/C/ha en 2 ans notamment grâce à la confection d'un outil qui permet de diviser par 2 le nombre d'opérations de binage et de gestion du couvert.

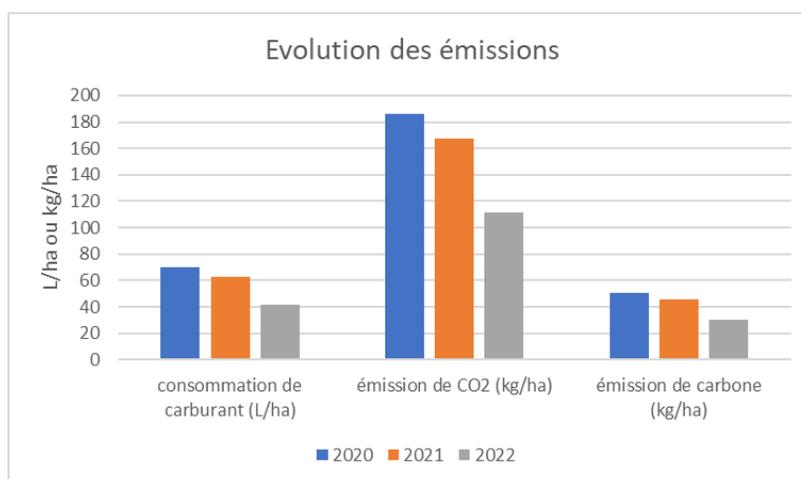


Tableau 5 :

l'impact carbone lié à la mécanisation

Evolution de

3.1.4 Indicateurs couverts sur 2019-2022

On rappelle qu'il s'agit dans cet essai d'un couvert spontané qui a été géré tout au long des 3 ans, n'impliquant aucun semis. Chaque année le couvert était détruit (au rouleau ou à la tondeuse) une première fois au mois de mars alors que la méthode MERCI a été mise en œuvre au mois d'avril-mai avant la dernière destruction. On rappelle donc que les quantités de matière sèche estimée par la méthode et donc de carbone sont minimisées par rapport à ce qui est réellement rapporté au sol.

Dans le graphique suivant sont présentés les estimations de biomasse sèche restituée au sol chaque année par hectare.

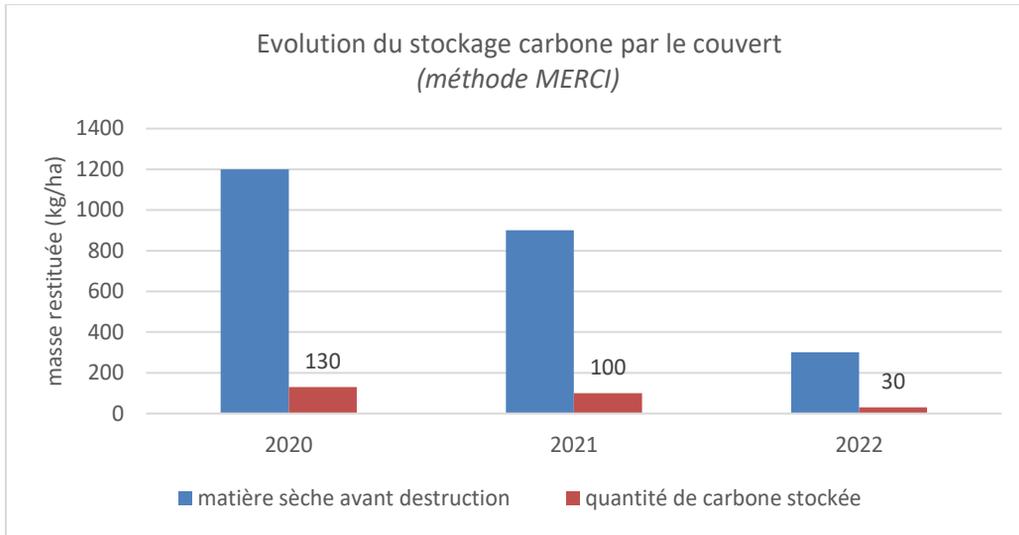


Tableau 6 : Evolution du potentiel de stockage carbone du couvert spontané

On constate que la relation entre biomasse sèche et quantité de carbone stockée est quasi linéaire. Au fil des années la quantité de biomasse détruite au mois de mai est de plus en plus faible. On peut proposer plusieurs explications à cette diminution de biomasse du couvert sur les 3 ans :

- La gestion mécanique du couvert a été plus importante au fil des années par l'agriculteur (les coupes plus rases par exemple)
- En 2022, le climat extrêmement sec explique en grande partie la faible capacité du couvert à pousser au printemps.

De plus, on pourrait proposer, si l'objectif de l'agriculteur était de maintenir un couvert spontané tout en produisant de la biomasse, un semi d'espèces pérennes afin de renforcer la flore de l'inter-rang. Cette technique est utilisée par exemple sur des prairies naturelles afin de les rénover. On devra être en revanche vigilant sur le choix des espèces et la gestion car les contraintes de nos systèmes de production sont bien différentes de celles des systèmes prairiaux.

3.1.5 Indicateurs production sur 2019-2022

A noter : en 2020 et 2021, les distillations ont été réalisées par le CRIEPPAM. En 2022, la distillation a été réalisée à Nyons par la chambre d'agriculture de la Drôme.

Les résultats de la récolte de 2020 sont présentés en pourcentage de variation par rapport au témoin sans couvert. Il y a une perte d'environ 10% et donc un léger effet concurrence est mis en évidence en cette première année d'installation du couvert sur le rendement en huile essentielle. Cependant cette différence est non significative, on peut donc supposer que l'ensemble de cette jeune parcelle n'a pas été pénalisée par l'installation du couvert.



Figure 1 : Résultats de récolte 2020 (1^{ère} année de distillation) – Parcelle Montvendre

Les résultats de la récolte 2021 sont présentés en valeur absolue par plant. 2021 a été une année particulière pluvieuse au printemps et début d’été. Aucune différence significative n’est observée tant au niveau poids frais que rendement en huile essentielle.

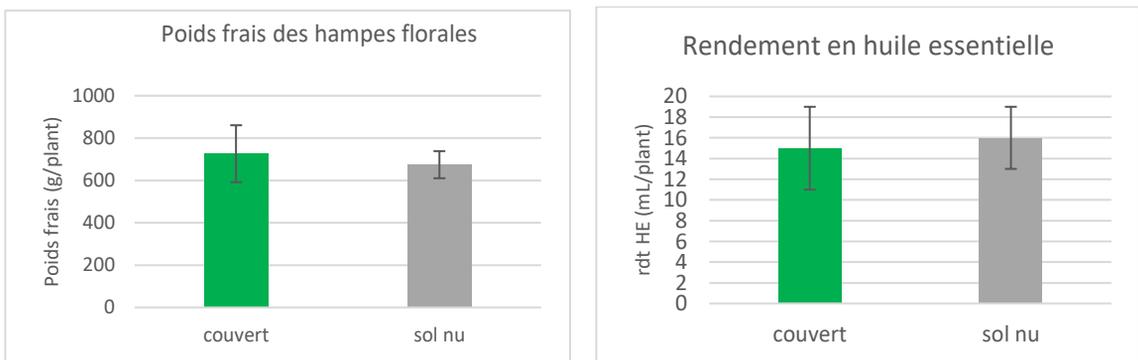


Figure 2 : Résultats de récolte 2021 (2^{ème} année de distillation) - Parcelle Montvendre

Les résultats de la récolte de 2022 sont présentés en valeur absolue par plant. 2022 a été une année particulière sèche avec des demandes de reconnaissance en calamité sécheresse dans cette zone. Même dans ces conditions, le couvert n’a pas provoqué de perte de rendement : il a complètement séché à partir de la fin du mois de Mai. On remarque que la modalité avec couvert a même produit plus de biomasse que le témoin, cependant cette différence n’est pas significative. Les rendements en huile essentielle sont équivalents entre les deux modalités.

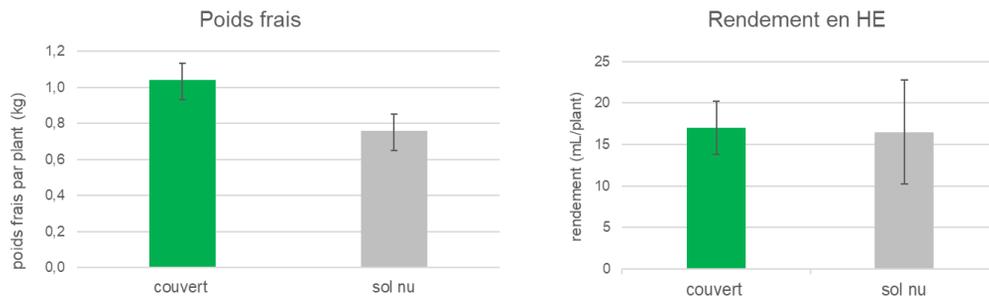


Figure 3 : Résultats de récolte 2022 (3^{ème} année de distillation) - Parcelle Montvendre

Le graphique suivant synthétise les rendements des 3 années de récolte exprimées en valeur absolue par plant. On observe un doublement du rendement entre 2020 et 2021 puis une stagnation en 2022. Usuellement, le rendement en huile essentielle augmente entre la 2^{ème} et la 3^{ème} année. Ce constat de stagnation du rendement est extrapolable à l'ensemble de la parcelle où il n'a que très peu augmenté sur la totalité de la parcelle, traduisant la sécheresse extrême de 2022.

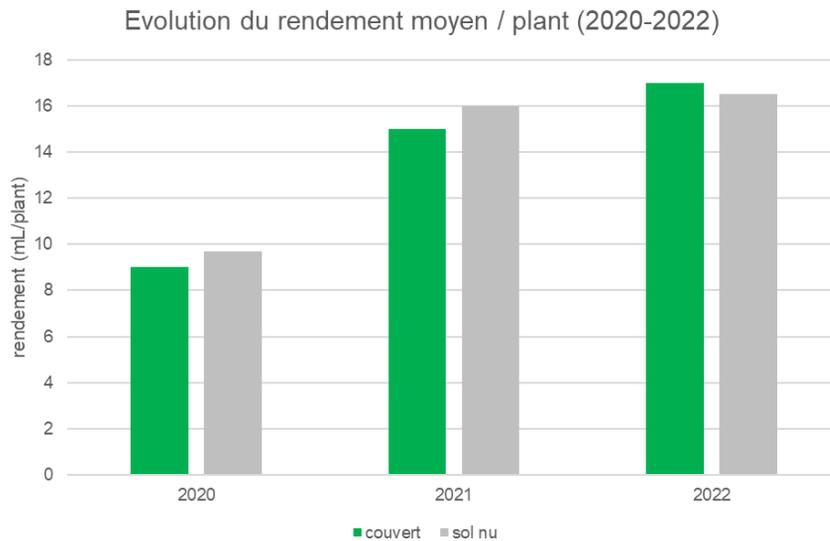


Figure 4 : Résultats des 3 années de récolte – Parcelle Montvendre



Conclusion : on peut souligner qu'aucune perte ou gain de rendement significatif n'a été observé sur 3 ans de suivi et ce, même pour des années climatiques très différentes (printemps 2021 très pluvieux par rapport un printemps 2022 extrêmement sec).

Du point de vue du dépérissement à Stolbur et autres maladies, rien n'a été observé au cours de ces 3 années de suivi. L'agriculteur n'a pas signalé de perte de plants ou de présence de symptômes non plus sur l'ensemble de la parcelle. On rappelle qu'il s'agit d'un secteur géographique très peu lavandicole aujourd'hui et que le lavandin 'Grosso' est lui-même très peu sensible au dépérissement à Stolbur. L'objectif du couvert n'était donc pas de prévenir cette maladie.

Photo 1 : Parcelle Montvendre, couvert , mai 2022, même flore 2020, 2021 (RGA : 80%, coquelicot : 10%, Mélange adventices : érigoon, pourpier, chardon)

3.2 PARCELLE GAEC DES FABRES

3.2.1 Description de la parcelle et du témoin

La parcelle du GAEC des FABRES/Denis Vernet est située à Montagnac sur le plateau de Valensole. C'est une parcelle de lavandin Grosso plantée en avril 2019, avec un couvert en inter-rang depuis 2020.

Un couvert végétal de triticales (céréale) a été semé en première année entre les rangs de lavandins dans le but de limiter les attaques de ravageurs (cicadelles, cécidomyies...). Ce couvert a été semé en février 2019 et détruit mécaniquement à l'aide d'un broyeur en août. La première année, le lavandin n'a pas été récolté.

Plusieurs modalités de couverts végétaux allélopathiques ont été ensuite implantés et suivis par le CRIEPPAM jusqu'en 2020. Chaque espèce était implantée sur 3 rangs et 3 rangs témoins étaient conservés en sol nu entre chaque modalité. Dans le projet G&L, nous avons choisi de suivre les données de l'espèce s'étant le mieux développé en tant que couvert hivernal : la phacélie. Ce sont donc 3 rangs de phacélie qui ont été semés en septembre 2019. Ce couvert sera comparé à 3 rangs adjacents conservés en sol nu (témoin). L'hydrophyllacée a été détruite mécaniquement par binage (donc enfouissement partiel) en février 2020.

En septembre 2020, le couvert de phacélie a de nouveau été semé (sur les 3 mêmes rangs) et laissé en place jusqu'au 15/03/2021 lors de sa destruction (broyage) et son enfouissement partiel (binage). Le témoin en sol nu de 2019 a été conservé et sera l'élément de comparaison du couvert de phacélie de la campagne 2020-2021.

En septembre 2021, un couvert diversifié a été semé sur la totalité de la parcelle : le couvert financé par le Fond de Dotation pour la Sauvegarde du Patrimoine Lavandes de Provence (SPLP). Les 3 rangs témoins des années précédentes sont conservés afin de pouvoir comparer un sol nu depuis la plantation à un sol couvert chaque année. Le couvert 2021 du Fonds SPLP est composé de 8 espèces de légumineuses, crucifères et graminées (seigle fourrager, féverole de printemps, moutarde blanche, ers, tournesol, vesce de printemps, vesce commune d'hiver, pois d'hiver fourrager). Il a été détruit le 28 mars 2022 par passage de griffon (broyage inutile car peu de biomasse).

Le 31 août 2022, le couvert du Fonds de dotation SPLP a de nouveau été semé sur la totalité de la parcelle en conservant les 3 rangs témoins. Le couvert 2022 est composé de 6 espèces de légumineuses, crucifères et céréales (seigle fourrager, féverole de printemps, moutarde blanche, radis fourrager, ers, vesce commune d'hiver, pois de printemps fourrager, pois d'hiver fourrager). Les espèces non gélives ont continué à se développer pendant les chaleurs clémentes de décembre. Ce couvert a été broyé le 23 janvier 2023. Le témoin en sol nu a été conduit de la même manière que le couvert, avec les mêmes interventions. La seule différence est que les binages étaient réalisés à plein pour le témoin, lorsqu'ils étaient réalisés sur le rang pour le sol couvert.

3.2.2 Diagnostic initial 2020 & diagnostic final 2022 «Indicateurs sol»

Des analyses de sol ont été réalisées en début et fin de projet :

Indicateur	2020		2022	
	Témoin	Couvert	Témoin	Couvert
Densité apparente (g/cm ³)	1,55	1,43	1,25	1,25
MO Libre (Celestalab)	0,4	0,4	1,5	0,5
MO liée (Celestalab)	2,2	2,5	2,5	2,7
MO totale (Celestalab)	2,6	2,9	4,0	3,2
MO (Gaiago)	2,2	2,4		
Biomasse microbienne mg C/kg terre sèche	414	447	572	459
N minéralisable (U/an)	115	95	136,5	144

Tableau 7 : Analyses de sol 2020 de la parcelle GAEC des FABRES/Denis VERNET. Source : Celestalab et GAIAGO.

Les analyses de sol ont été effectuées en 2020 chez Celestalab et Gaiago et en 2022 chez Celestalab uniquement (voir les explications en début de document).

Il s'agit d'une parcelle argilo-limono-sableuse très calcaire, bien aérée et oxydante. Elle présente un taux de matière organique plutôt correct en 2020 (2,6% pour le témoin et 2,9% pour le couvert, selon l'analyse MO totale de Celestalab). Cependant, 80 % de cette matière organique est liée, protégée physiquement par le calcaire, donc non disponible tout de suite pour la culture. La part de matière organique libre est probablement minéralisée assez rapidement. L'activité biologique est plutôt bonne, avec une belle quantité de biomasse microbienne (supérieure à la moyenne de Celestalab) et une quantité d'azote minéralisable satisfaisante. On peut dire que ce sol est vivant (couvert comme témoin). Comme la MO liée n'est pas toujours disponible pour la culture, par définition, même si nous ne sommes pas non plus dans une situation dite « bloquée », la stratégie sur le plan organique serait de jouer avec des couverts végétaux restitués frais et pas trop ligneux dans un premier temps. Et éventuellement des apports de MO, mais du coup pas du bois, plutôt du frais dans un premier temps (fumier, BRF très frais). Dans tous les cas, l'augmentation de la MO permettra de tamponner les excès de pH et de calcaire.

On observe une légère différence en 2020 entre le témoin et le couvert pour la matière organique liée, mais pas pour la libre. Ce n'est probablement pas significatif.

En 2022, on observe une augmentation de taux de MO par rapport à 2020 pour la parcelle témoin, avec une nette augmentation de la MO libre. Bizarrement, la parcelle de couvert ne montre qu'une légère augmentation de la MO totale, avec une légère augmentation des MO liée et libre, dans les mêmes proportions. **Il n'est donc pas évident de conclure sur l'effet du couvert quant à la MO.** Pour ce qui est de la biomasse microbienne, elle a positivement évolué pour les parcelles témoin et couvert entre 2020 et 2022, mais toujours sans montrer de différence significative entre les deux parcelles.

3.2.3 Itinéraires techniques 2019-2022

Les itinéraires techniques des 3 années sont détaillés dans les tableaux suivants. On constate globalement une diminution du nombre de désherbages (chimiques et mécaniques) d'année en année, ce qui est probablement dû à la croissance de la culture (plantée en 2019) et à une année 2022 particulièrement sèche, donc peu poussante pour les adventices (quoique la parcelle a été irriguée à l'enrouleur). A noter aussi que le couvert du fonds SPLP a été semé tardivement en 2021 (21 septembre), il n'a pas profité des pluies de fin août et s'est globalement peu développé, ceci couplé à la sécheresse 2022. Il a donc été détruit plus tardivement que l'année précédente (28 mars), et sans broyage du fait d'une faible biomasse.

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Plantation	15/04/19	7700 plants/ha		Plantation à 2 m
Semis Couvert IR de triticale	02/2019	Triticale		
Destruction couvert IR	08/2019	Broyeur		
Semis couvert IR alléopathique	09/2019	Phacélie	10 kg	Équivalent en plein
Désherbage chimique	12/2019	Kerb		Sur le rang
Epannage compost	02/2020	Compost	25 t	
Destruction couvert IR	02/2020	Binage		
Désherbage chimique	02/2020	Challenge		Sur le rang
Fertilisation	02/2020	0-20-20	200 kg	
Fertilisation	03/2020	26-0-0	150 kg	
Insecticide	03/2020	Reldan		
Désherbage mécanique	03/2020	Binage		En plein
Désherbage mécanique	04/2020	Binage		En plein
Désherbage mécanique	05/2020	Binage		En plein
Désherbage mécanique	07/2020	Binage, post-récolte		En plein
Semis couvert IR	09/2020	Phacélie	10 kg	Équivalent en plein
Désherbage mécanique	09/2020	Binage (combiné au semis)		En plein
Désherbage mécanique	27/11/2020	Binage (Elatec)		Sur le rang
Désherbage chimique	12/2020	Kerb		Sur le rang

Tableau 8 : Itinéraire technique de 2019/2020 – Parcelle GAEC des FABRES

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Désherbage chimique	06/02/2021	Challenge (+ Droptuck adjuvant 0,05 litres/ha)	1,25 L	sur le rang
Engrais	18/02/2021	super phosphate 0-45-0	40 kg (20 U)	
Engrais	01/03/2021	Topiron fer foliaire	2,5 kg	sur le rang
Engrais	04/03/2021	Azote 26-0-0	150 kg (36 U)	
Engrais	05/03/2021	Chlorure de potassium 0-0-60	31 kg	
Destruction couvert	15/03/2021	Destruction du couvert par broyage frontal et griffe à l'arrière Puis bineuse pour affiner le travail (cf vidéo FB Gaec des Fabre)		
Désherbage mécanique	29/03/2021	Binage		à plein
	24/04/2021	Chardex	2 L	sur le rang
Désherbage mécanique	28/04/2021	Binage		
Désherbage mécanique	15/05/2021	Binage		
Engrais	24/05/2021	Engrais oligo foliaire (formule ?)	1 kg	
Irrigation	2 puis 19/06/21 puis 4/07/21	30 mm irrigation (à chaque fois)		
Semis du couvert	21/09/2021	Mélange du fonds SPLP		

Tableau 9 : Itinéraire technique de 2021 - Parcelle GAEC des FABRES

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Désherbage chimique	23/02/2022	Challenge 600 + adjuvant Drop Tek	1 L/ha	
Fertilisation	03/03/2022	Humitech 00-20-13	136 kg/ha	
Fertilisation	04/03/2022	DURAMON 26	150 kg/ha	
Destruction couvert	28/03/2022	Destruction du couvert (sans broyage) avec griffe à l'arrière		Peu de biomasse
Désherbage mécanique	24/05/2022	Bineuse		
Irrigation	27/05 01/06/2022	au Irrigation aux enrouleurs	300 m3/ha	
Récolte	06/07/2022	Récolte à l'ensileuse	Rendement : 162 kg HE/ha	
Semis du couvert	31/08/2022	Mélange du fonds SPLP		

Tableau 10 : Itinéraire technique de 2022 - Parcelle GAEC des FABRES

3.2.4 Indicateurs couverts sur 2019-2022

Sur cette même parcelle, les couverts suivis ont été les suivants :

- 2020-2021 : phacélie, semée le 15/09/20 et détruite le 15/03/21
- 2021-2022 : mélange du Fonds semé le 21/09/2021 et détruit le 28/03/2022
- 2022-2023 : mélange du Fonds semé le 31/08/2022 et détruit le 23/01/23

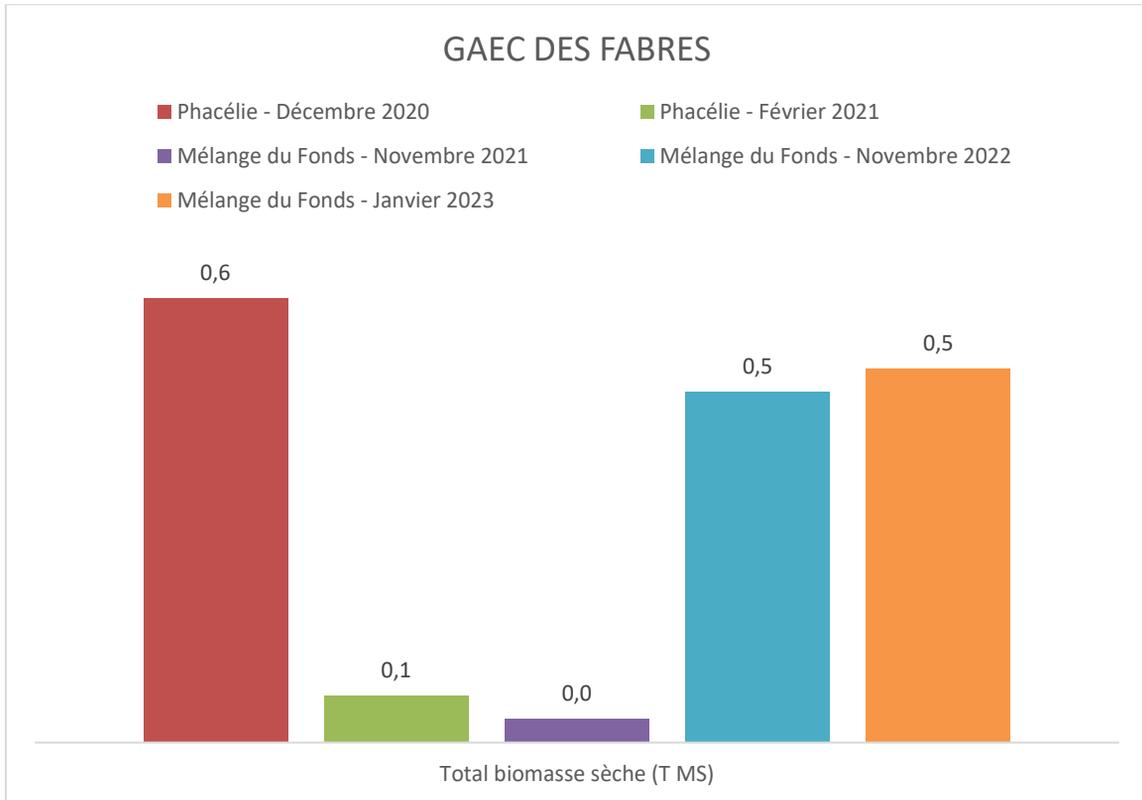


Figure 5 : Evolution de la matière sèche en tonne de matière sèche (MS) par hectare (avant destruction) en fonction du couvert – Parcelle GAEC DES FABRES

La biomasse sèche mesurée est ramenée à un tiers de la surface de la parcelle. Ici, la phacélie est la plus performante en termes de biomasse, avec un maximum atteint en décembre 2020 de 0,6 T MS/ha, sachant qu'elle présentait un bon taux de couverture ; de 80 % (pour 15 % d'adventices et 5 % de sol nu). Sa biomasse est bien plus faible en février 2021 car elle a gelé.

Le mélange du Fonds semé en septembre 2021 a été légèrement moins performant en termes de biomasse produite au printemps (recouvrement moindre aussi : 60 %, mais très peu d'adventices), aussi car il a été semé tardivement par rapport à son potentiel et à la météo de l'année (idem l'année suivante, les pluies du mois d'août ont été manquées). La valeur nulle pour la mesure de novembre 2021 s'explique par une erreur de pesée (le couvert était cependant très peu développé). Dans tous les cas, la biomasse produite par ces 3 couverts est plutôt moyenne.

GAEC DES FABRES

- Phacélie - Décembre 2020
- Phacélie - Février 2021
- Mélange du Fonds - Novembre 2021
- Mélange du Fonds - Novembre 2022
- Mélange du Fonds - Janvier 2023

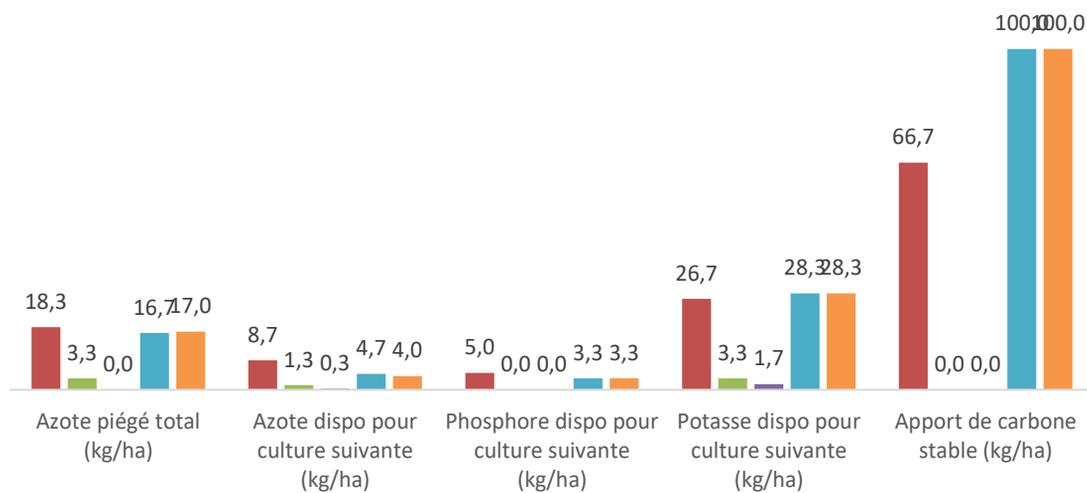


Figure 6 : Evolution des nutriments et carbone apportés en fonction du couvert - – Parcelle GAEC DES FABRES

Le logiciel MERCI, à partir de la biomasse sèche (ou fraîche) mesurée à chaque prélèvement, estime les quantités de nutriments stockés par le couvert et qui seront potentiellement disponibles pour la culture suivante. C'est ce que l'on retrouve sur ce graphe (kg/ha) : les 2 couverts les plus performants en termes d'apport en azote et potasse sont la phacélie et le mélange du Fonds semé en novembre 2022, ce qui est corrélé avec les biomasses. A noter que le mélange du Fonds (2022) est capable de fournir plus de potasse que la phacélie bien que sa biomasse soit inférieure, du fait qu'il contient des crucifères.

Le logiciel MERCI permet également d'estimer l'apport de carbone stable. C'est le mélange du Fonds qui est le plus performant sur ces indicateurs, sûrement car il est plus diversifié, avec une graminée (le seigle) et des crucifères. Les valeurs sont toutefois faibles pour tous les couverts.

3.2.5 Indicateurs production sur 2019-2022

Concernant la production en huile essentielle, les récoltes et les indicateurs ont été obtenus chaque année.

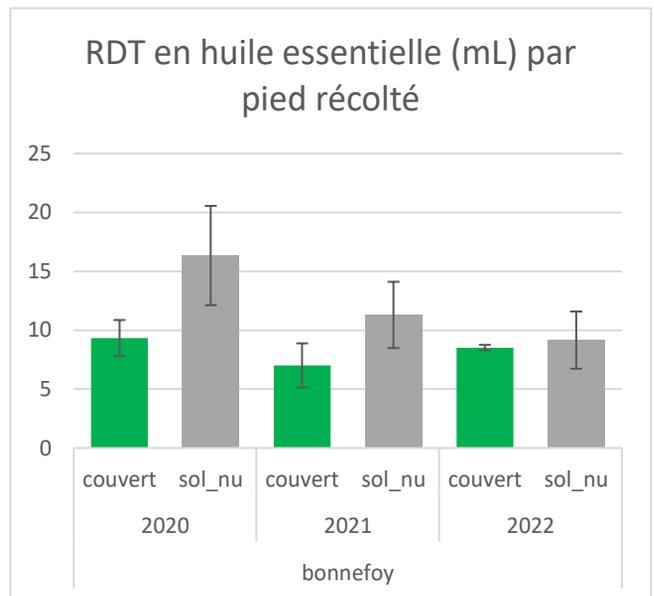
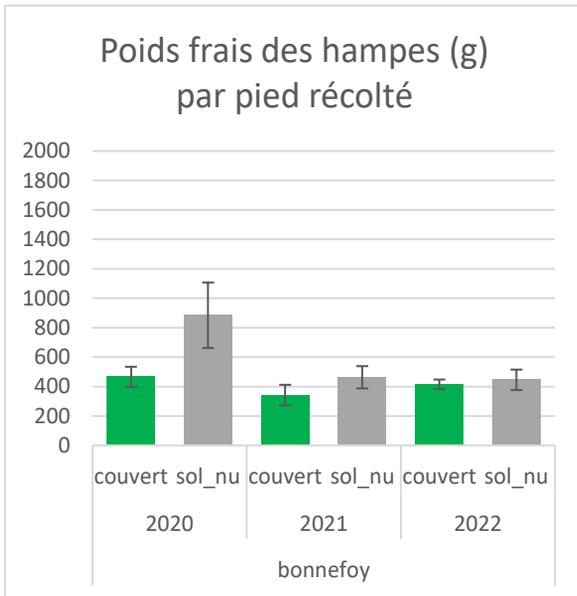


Figure 7 : : indicateurs de récolte de 2020, 2021 et 2022 chez GAEC DES FABRES. Les barres d'erreur représentent les écart-types. Les étoiles représentent des différences significatives entre le témoin et le sol nu (*=0.1 ; **=0.05 ; ***=0.01).

On observe une augmentation de la quantité d'huile par pied, et donc du rendement, entre 2020 et 2021, première et seconde année de récolte. Ces augmentations sont cohérentes avec un cycle de culture classique puisque les pieds de lavandin subissent une croissance importante entre la première et la seconde année de récolte. Néanmoins, on observe une diminution de l'ensemble des indicateurs entre 2021 et 2022 ce qui n'est pas une croissance « classique » de lavandin puisqu'on s'attend à une prise de masse et donc une augmentation de la production entre la deuxième et la troisième année de production. Cette baisse importante de la production s'explique principalement par le climat puisqu'aucun autre paramètre n'a varié entre les années de culture. En effet, l'année 2021 a été clémente (pluies suffisantes et bien réparties) alors que l'année 2022 a été très sèche et chaude. Cette sécheresse prolongée entre janvier et août n'a pas permis une croissance « normale » des lavandins, ni une production en augmentation par rapport aux années précédentes. Il est à noter que la parcelle a été irriguée en 2021 et en 2022. Cette tendance à la baisse de la production a été largement observée chez les producteurs du plateau de Valensole avec une perte d'environ 30 % des rendements en 2022 par rapport à 2021.

En parallèle, pour identifier une concurrence entre le couvert et le sol nu, il est nécessaire de comparer les rendements des lavandins en « sol nu » (témoin), et ceux en sol couvert (« couvert »). Aucun des indicateurs ne montre de différence significative entre le « sol nu » et le « couvert » depuis 2020. Il n'y a donc pas eu de concurrence pour les ressources entre le lavandin et le couvert sur cette parcelle, couverte depuis l'année de plantation.

Par ailleurs, on pourrait s'attendre à une concurrence accrue en année sèche lorsque la compétition pour les ressources (eau et nutriments) est importante. Mais cette hypothèse ne se confirme pas puisqu'il n'y a pas eu de baisse de rendement entre le témoin et le sol nu en 2022. Une hypothèse explicative de cette observation est le développement du système racinaire des lavandins en compétition avec le couvert végétal. Ces lavandins, probablement plus stressés depuis leur plantation face à la présence de couverts en inter-rangs, ont possiblement développé leurs racines en profondeur, de manière forcée. Ces lavandins aux racines plus profondes sont donc moins sujets au stress hydrique.

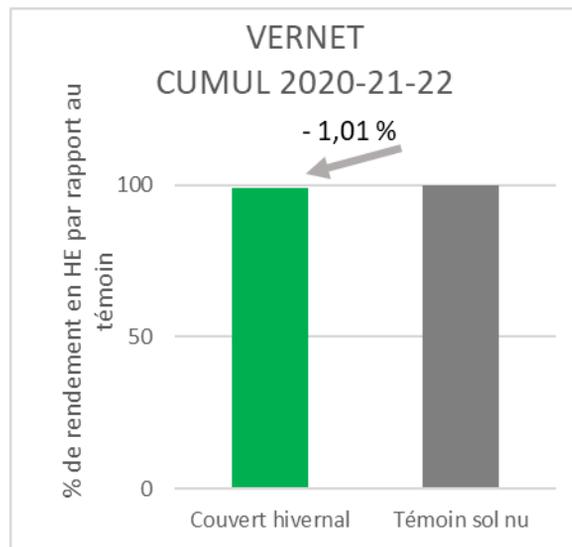


Figure 8 : rendement en huile essentielle de lavandin en pourcentage de différence par rapport au témoin de la parcelle de Denis VERNET. Le pourcentage représente la variation en pourcentage de la modalité couverte en comparaison au témoin sol nu.

Le cumul des 3 années de récolte montre une très faible diminution du rendement en huile essentielle entre la modalité couverte et le sol nu, avec une perte de 1,01 % d'huile essentielle à l'hectare, soit 7,60 kg d'HE/ha. Cette perte est largement négligeable. La présence d'un couvert végétal estival en année de plantation suivi de 4 couverts hivernaux n'impacte pas significativement le rendement en huile essentielle cumulé sur 3 années de récolte. Cependant, il est à noter que cette parcelle possède l'irrigation, et qu'elle a donc été irriguée à la fin du printemps, lorsque les conditions climatiques étaient particulièrement sèches. Cet apport d'eau peut en partie expliquer le fait qu'il n'y ait pas eu de concurrence avec les couverts végétaux.

La notation dépérissement de printemps 2022 permet de comparer le taux de dépérissement entre le témoin et le sol couvert après 3 années de couvert (dont un couvert estival en année de plantation).

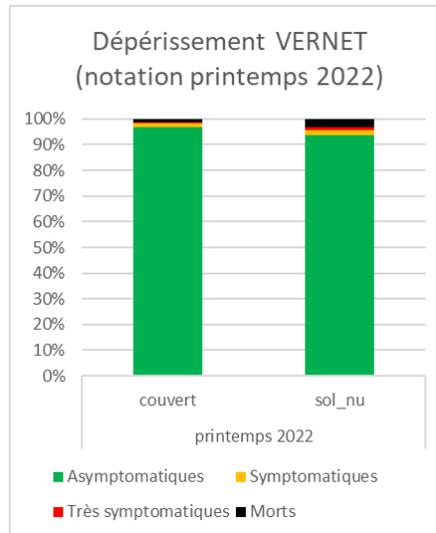


Figure 9 : Notation dépérissement à Stolbur de printemps 2022 de la parcelle du GAEC des FABRES/ Denis Vernet.

En 2020, soit la première année de production, les symptômes de dépérissement de la parcelle étaient plus élevés sur la modalité sol nu que sur la modalité de sol couvert (+ 8 %). Les plants touchés étaient uniquement symptomatiques, ce qui correspond au symptôme le plus faible. En 2021, le dépérissement n'a pas progressé en nombre de plants mais il s'est aggravé : une petite partie des plants symptomatiques sont arrivés au stade très symptomatique (environ 5 % des plants totaux en sol nu et 1,5 % en sol couvert), et une proportion plus importante des plants sont morts (plus de 9 % des plants totaux en sol nu et 2 % en sol couvert).

Le dépérissement a stagné l'année suivante en 2022 et les proportions des niveaux de symptômes des plants sont similaires. En effet, au printemps 2022, moins de 2 % des plants en sol couvert présentent des symptômes de dépérissement et plus de 6 % des plants sont dépérissants en sol nu, soit plus du double. Dans les 2 cas, la majorité des plants symptomatiques sont morts. Le dépérissement est donc légèrement plus important sur la modalité témoin en sol nu en comparaison au sol couvert. Ce résultat va dans le sens des observations globales de l'effet bénéfique de la couverture du sol contre les attaques de cicadelle, vectrice du phytoplasme du Stolbur.



Photo 2 : Parcelle GAEC des FABRES ,
phacélie, Novembre 2020

Conclusion : sur les 3 années de suivi de cette parcelle, correspondant aux 3 premières années de culture, la perte de rendements entre les lavandins en sol couvert et en sol nu est négligeable.

La concurrence est donc très limitée.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce résultat :

Il y a très peu de concurrence car la parcelle est très fertile et largement fournie en éléments minéraux et en eau ;

La destruction précoce du couvert a fortement limité la concurrence face aux ressources ;

L'apport d'irrigation lors des printemps secs a permis de fournir suffisamment d'eau à la culture pour que l'éventuelle concurrence du couvert n'ait pas d'impact sur le rendement du lavandin ;

La concurrence directe du couvert sur le lavandin pour les ressources est compensée en totalité par les autres avantages agronomiques du couvert : baisse des attaques de ravageurs, amélioration du stockage de l'eau dans le sol lors des rares pluies, augmentation du développement racinaire forcé par la compétition, abaissement de la température du sol...

3.3 PARCELLE BONNEFOY

Chez Jean-Marie Bonnefoy, 3 parcelles ont été suivies :

- Parcelle du « vallon » : la parcelle a été suivie entre 2019 et 2022. C'est la seule parcelle qui a fait l'objet d'un suivi complet avec témoin (analyse de sol en 2020, prélèvements de biomasse du couvert, estimation des rendements en huile essentielle).
- Parcelle des « Capellans » : la parcelle a été suivie en 2021 et 2022. La parcelle a uniquement bénéficié d'un suivi sur la biomasse du couvert. Il n'y a pas de témoin.
- Parcelle de « Ponzò » : la parcelle a été suivie en 2022 uniquement. La parcelle a uniquement bénéficié d'un suivi sur la biomasse du couvert. Il n'y a pas de témoin.

3.3.1 Parcelle du « vallon »

3.3.1.1 Description de la parcelle et du témoin

Cette parcelle de Jean-Marie Bonnefoy est située à Redortiers sur le plateau d'Albion. C'est une parcelle de lavandin Grosso plantée en mars 2018. Un couvert de légumineuses a été semé le 17 avril 2018 avec un mélange lentille-minette-lotier. Il s'agit d'espèces pérennes (minette et lotier) qui sont restées installées les années suivantes (2019-2020-2021). Ce couvert n'a pas fait l'objet d'intervention, ni chimique ni mécanique, notamment car il est toujours resté assez bas, du moins suffisamment peu développé aux yeux du producteur pour nécessiter une quelconque intervention. La gestion de la partie de parcelle témoin a été réalisée chimiquement. Le couvert a été définitivement détruit au printemps 2022 car le lotier et la minette ont quasiment disparu. Les récoltes ont été réalisées en 2020, 2021 et 2022. Malgré la destruction du couvert en dernière année de suivi, la récolte a quand même eu lieu en 2022 pour comparer l'effet des couverts de plusieurs années sur le « moyen » terme sur le rendement.



Figure 10 : Parcelle « vallon » (ravin du Brusquet) de Jean-Marie Bonnefoy

3.3.1.2 Diagnostic initial 2020 parcelle du «vallon» : « Indicateurs sol »

Indicateur	Témoin	Couvert
Densité apparente (g/cm³)	1,25	1,25
MO Libre (Celestalab)	0,9	1,2
MO liée (Celestalab)	3	3,2
MO totale (Celestalab)	3,9	4,4
MO (Gaiago)		2,6
Biomasse microbienne mg C/kg terre sèche	786	745
N minéralisable (U/an)	185,3	253,3

Tableau 11 : Analyses de sol 2020 de la parcelle de Jean-Marie Bonnefoy. Source : Celestalab et GAIAGO.

Les analyses de sol ont été effectuées en 2020 chez Celestalab et Gaigo (voir les explications en début de document). Il s'agit aussi d'une parcelle argilo-limono-sableuse très calcaire. Elle présente un taux de matière organique très élevé pour la zone si l'on regarde les analyses de Celestalab (3,9% pour la partie témoin et 4,4% pour la partie avec couvert), moins si on regarde les analyses de Gaïgao (2,6%). Cet écart entre les 2 laboratoires n'a pas été expliqué. Comme pour la parcelle de GAEC des FABRES/Denis Vernet, la MO est aux deux-tiers liée, donc pas toujours disponible pour la culture.

L'activité biologique est bonne, avec une quantité de biomasse microbienne élevée (bien supérieure à la moyenne de Celestalab) et une quantité d'azote minéralisable élevée également. Pour ce qui est des résultats Celestalab, on observe une légère différence en 2020 entre le témoin et le couvert avec plus de MO totale et plus de MO libre pour la partie avec couvert.

3.3.1.3 Itinéraires techniques 2018-2021

Les itinéraires techniques des 7 années sont détaillés dans les tableaux suivants. L'itinéraire technique de la partie « témoin » est le même que la partie « couvert », sauf pour ce qui est indiqué en gras dans les tableaux. L'itinéraire technique est quasiment le même chaque année, depuis la plantation (2018) et jusqu'à destruction de ce couvert (2022). On note qu'il n'y a aucun passage chimique ni mécanique de régulation du couvert (hormis pour le témoin). Il est détruit car il est quasiment inexistant début 2022 en sortie d'hiver, les adventices ont pris le pas dessus.

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Plantation	03/2018	Lavandin Grosso PS	10 000 plts	Plantation à 1,8 m
Désherbage chimique	01/04/2018	Cent 7	0,5 l/ha	Antidicot En localisé
Semis du couvert	17/04/2018	Mélange Lentille-minette-lotier	10 kg/ha	Semis sur 0,6 m à 3 cm de profondeur
Désherbage chimique	05/2018	Fusilade	0,5 l/ha	Antigraminée En localisée

Tableau 12 : Itinéraire technique 2018 - Parcelle du «vallon»

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Désherbage chimique	04/01/2019	Kerb flo	1,87 l/ha	Antigram En plein
Ferti minérale	01/04/2019	14-13-8	182 kg/ha	Soit N : 25u- P : 24 u-K : 15 u
Désherbage chimique	15/04/2019	Chardex	0,8 l/ha	Antidicot En localisée
Désherbage chimique	03/06/2019	Erla Super 360	2 l/ha	En localisée sur l'inter-rang Partie Témoin Uniquement
Récolte	Fin juillet			

Tableau 13 : Itinéraire technique 2019- Parcelle du «vallon»

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Désherbage chimique	23/01/2020	Kerb flo	1,88 l/ha	Antigram En plein
Ferti minérale	08/04/2020	14-13-8	250 kg/ha	Soit N : 35u- P : 32 u-K : 20 u
Désherbage chimique	24/04/2020	Chardex	1,2 l/ha	Antidicot En localisé
Désherbage chimique	06/05/2020	Glyoflash XL	2 l/ha	En localisée sur l'inter-rang Partie Témoin Uniquement

Tableau 14 : Itinéraire technique 2020 - Parcelle du «vallon»

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Désherbage chimique	01/2021	Kerb flo	1,88 l/ha	Antigram En plein
Ferti minérale	04/2021	14-13-8	250 kg/ha	Soit N : 35u- P : 32 u-K : 20 u
Désherbage chimique	04/2021	Chardex	1,2 l/ha	Antidicot En localisé
Désherbage chimique	05/2021	Glyfotop XL	2 l/ha	En localisée sur l'inter-rang Partie Témoin Uniquement

Tableau 15 : Itinéraire technique 2021 - Parcelle du «vallon»

3.3.1.4 Indicateurs couverts sur 2019-2021

Sur la parcelle « vallon », les couverts suivis ont été les suivants :

- 2020-2021 : mélange lentille-minette-lotier, semé le 17 avril 2018 (la lentille n'a presque pas levé)
- 2021-2022 : même mélange (non re-semé), définitivement détruit au printemps 2022.

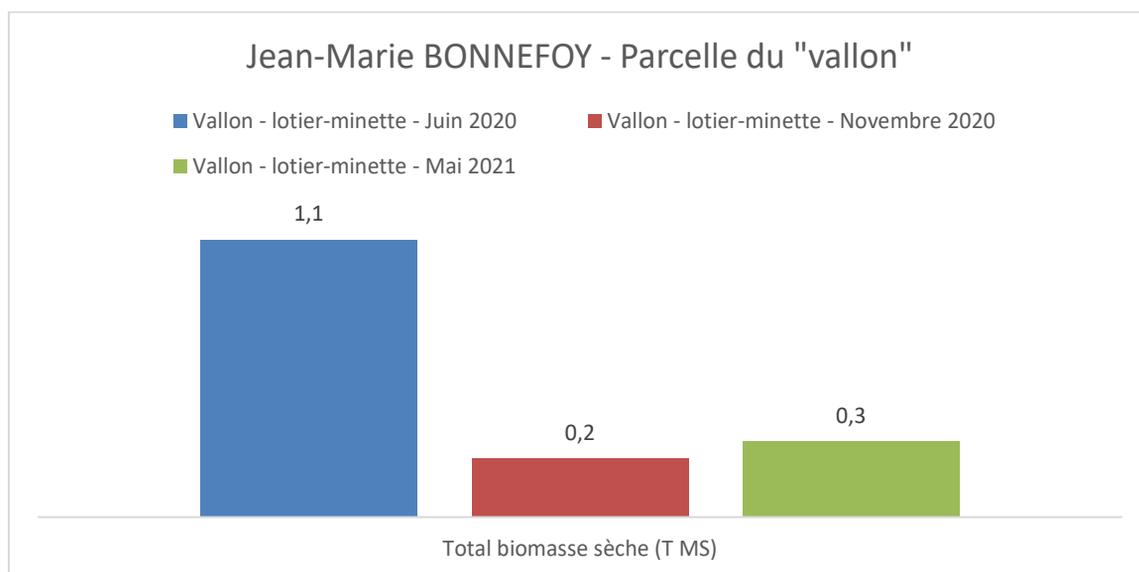


Tableau 16 : Evolution de la matière sèche du couvert pour la parcelle du « vallon » en tonnes de matière sèche (MS) par hectare

La biomasse sèche mesurée est ramenée à un tiers de la surface de la parcelle. Ici, on observe qu'en juin 2020, soit 2 ans après le semis du mélange lentille-minette-lotier (il n'y a pas eu de mesure en 2019), la biomasse du couvert atteint environ 1 T MS/ha, ce qui est correct mais plutôt moyen pour un couvert végétal de manière générale (même au sec). Le couvert présentait un taux de couverture de 50% environ, donc plutôt peu couvrant et peu concurrentiel par rapport aux

adventices. Il disparaît presque ensuite, à l'automne 2020 et au printemps 2021. Il est d'ailleurs définitivement détruit au printemps 2022.

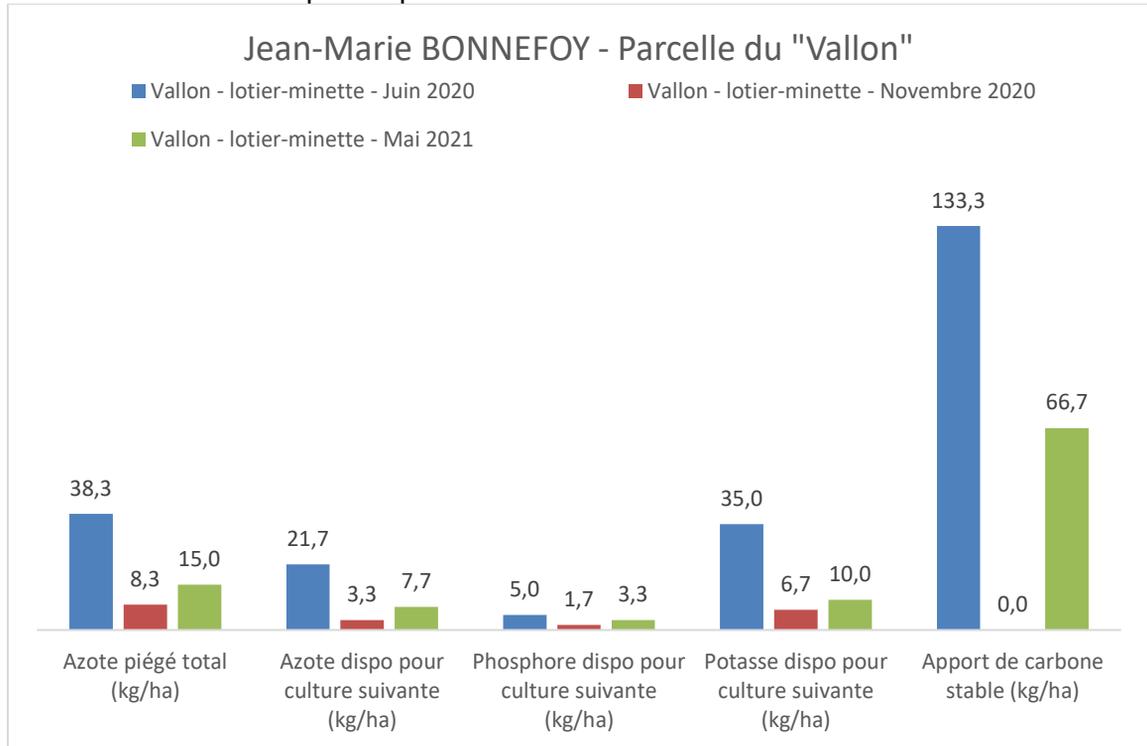


Tableau 17 : Evolution des nutriments et du carbone apportés par le couvert en kg/ha

Pour ce qui est des nutriments stockés par le couvert et restitués à la culture, les chiffres sont intéressants en juin 2020 avec 21 kg/ha d'azote et 35 kg/ha de potasse potentiellement restitués. Avant destruction, au printemps 2021, le couvert a régressé, les valeurs sont plus basses.



Photo 3 : Parcelle du vallon, Mai 2021

3.3.1.5 Indicateurs production sur 2019-2022

Concernant la production en huile essentielle, les récoltes et les indicateurs ont été obtenus chaque année depuis 2020.

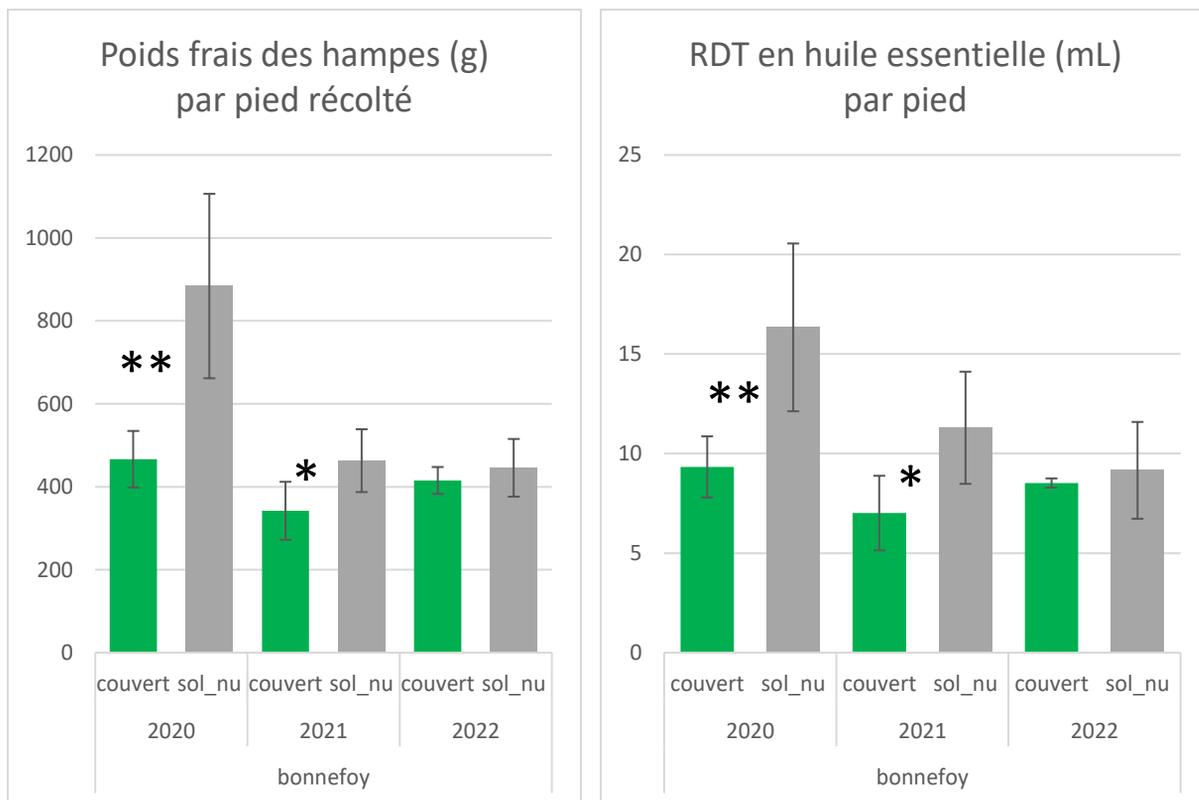


Figure 11 : indicateurs de récolte de 2020, 2021 et 2022 chez Jean-Marie Bonnefoy. Les barres d'erreur représentent les écart-types. Les étoiles représentent des différences significatives entre le témoin et le sol nu (*=0.1 ; **=0.05 ; ***=0.01).

En 2020, la parcelle était en deuxième année de coupe. Le rendement espéré est donc d'environ 100 kg/ha (moyenne des fermes lavandicoles en année de pleine production, moyenne légèrement basse aujourd'hui). C'est plus de 150 kg/ha d'huile essentielle qui ont été produits en 2020 (pleine production) sur la parcelle de Bonnefoy sur la modalité témoin « sol nu ».

En comparaison, **les lavandins en sol couvert ont produit 36 % de moins d'huile essentielle par rapport au témoin**. La production de biomasse et d'épis par pied a également significativement baissé en sol couvert par rapport au sol nu. En cette deuxième année de coupe, **la concurrence entre le lavandin et le couvert a donc été significative et témoigne d'une agressivité du couvert face aux ressources hydriques et/ou minérales**. Le couvert

permanent (lentille-minette-lotier) en place depuis 3 années a certainement concurrencé fortement le lavandin depuis sa plantation. De plus, **ce couvert est permanent** et n'est pas composé d'espèces séchant naturellement à l'été. Il consomme donc des ressources toute l'année, et particulièrement au printemps-été lorsque le lavandin a des forts besoins. En effet, en novembre 2019, c'est 0.6 T de MS/ha de couvert qui a été produit sur l'inter-rang. Le couvert s'est ensuite de nouveau développé et a produit 1.35 T de MS/ha (sur l'inter-rang) en juin 2020, juste avant la récolte du lavandin. **Ces biomasses de couvert produites sur les inter-rangs sont importantes et ont fortement concurrencé le lavandin.**

En 2021 les lavandins étaient en 3ème année de production et **le rendement a chuté par rapport à 2020, tant pour la modalité couverte que la modalité en sol nu.** Cette baisse de rendement peut s'expliquer par une forte pression des ravageurs qui a fait chuter la production dès la 3ème coupe. **Le dépérissement au Stolbur (résultats détaillés ci-après) a effectivement été plus important en 2021 que les années précédentes, tant sur les lavandins en sol nu que sur les lavandins en sol couvert. Les plants ont également sûrement souffert du sec** puisqu'il n'a pratiquement pas plu entre mi-février et mi-avril 2021, au moment de la reprise du lavandin (voir figure ci-dessous). De plus, entre le 1^{er} mars et le 1^{er} septembre 2021 les pluies (310 mm au total) ont été mal réparties puisqu'elles se sont concentrées à la fin avril-début mai, et ont probablement été en grande partie captées par le couvert ou évapotranspirées pour la modalité sol nu (températures élevées à cette période).



Figure 12 : données météorologiques de la campagne 2020-2021 (septembre à septembre) d'une station à Revest-du-Bion chez JM Bonnefoy. Source : SenCrop.

En 2021, la concurrence entre le couvert et lavandin était similaire à l'année précédente : la modalité en sol nu a atteint 110 kg/ha d'huile essentielle alors que les lavandins en sol couvert ont perdu 36 % de rendement HE / hectare (perte significative). Cette perte est également liée à une diminution de production de biomasse et d'épis par plant en sol couvert. La perte de rendement en sol couvert par rapport au sol nu est probablement due à la concurrence entre le couvert qui s'est encore une fois bien développé, et le lavandin. En effet, le couvert a produit 0.26 T de MS/ha (sur l'inter-rang) en novembre 2020, et encore 0.72 T de MS/ha (sur l'inter-rang) en mai 2021.

Le couvert a effectivement eu besoin de ressources en période de pousse (similaires au lavandin) pour produire cette biomasse, ce qui a pénalisé le lavandin.

L'année suivante (2022), le couvert a été détruit. Les rendements étaient du même ordre de grandeur que l'année précédente, aux alentours de 100 kg/ha d'huile essentielle. Néanmoins, on n'observe plus que 2.5 % de perte de rendement en HE entre les lavandins en sol précédemment couvert et en sol nu en 2022 (non significatif). **Le lavandin de la modalité « sol couvert » a rattrapé son retard suite à la destruction définitive au printemps 2022 du couvert.** Ce résultat est encourageant puisque l'année 2022 a été une année sèche (voir figure ci-dessous), pour laquelle on s'attendait plutôt à une limitation de la production, surtout chez les lavandins concurrencés les années précédentes. Il a effectivement plu 218 mm entre le 1^{er} mars et le 1^{er} septembre 2022.



Figure 13 : données météorologiques de la campagne 2021-2022 (septembre à septembre) d'une station à Revest-du-Bion chez JM Bonnefoy. Source : SenCrop.

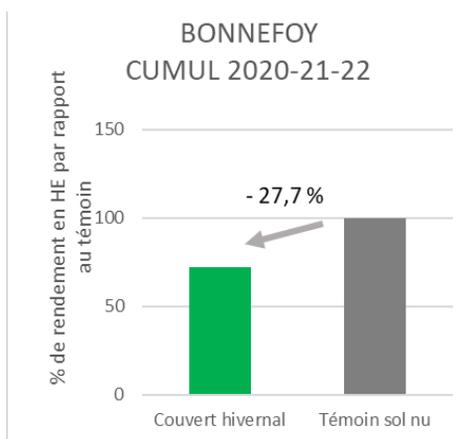


Figure 14 : rendement en huile essentielle de lavandin (kg/ha) en pourcentage de différence par rapport au témoin de la parcelle de Jean-Marie BONNEFOY. Le pourcentage représente la variation en pourcentage de la modalité couverte en comparaison au témoin sol nu.

Le cumul des 3 années (voir Figure 14) de récolte montre une perte de presque 30 % du rendement en huile essentielle entre la modalité couverte et le sol nu. Cette perte n'est pas négligeable. Mais au vu des résultats détaillés de chaque année de coupe, dès lors que le couvert permanent est détruit, les lavandins concurrencés les années précédentes rattrapent entièrement le rendement des lavandins en sol nu depuis la plantation. Il est même possible que les années suivantes, les lavandins en sol précédemment couvert bénéficient des bénéfices agronomiques de la présence d'un couvert.

La notation dépérissement de printemps 2022 permet de comparer le taux de dépérissement entre le témoin et le sol couvert après 4 années d'un même couvert permanent.

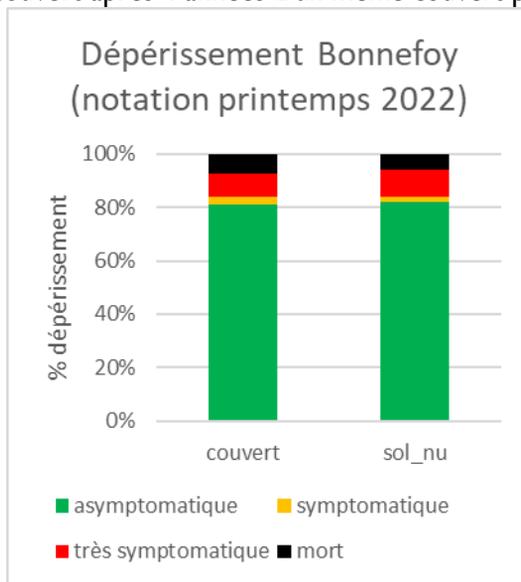


Figure : Notation dépérissement à Stolbur de printemps 2022 de la parcelle de Jean-Marie BONNEFOY. Source : CRIEPPAM.

En 2020, soit la deuxième année de récolte, environ 5 % des lavandins en sol nu présentait des symptômes de dépérissement à Stolbur, et deux fois moins des plants en sol couvert étaient symptomatiques. En 2021, le dépérissement a progressé et a atteint environ 15 % des plants en sol nu, et moins de 10 % pour les lavandins en sol couvert. Il semblerait que le dépérissement soit freiné en deuxième et troisième années de récolte (pleine production) par la présence de couvert depuis la plantation.

En 2022, les symptômes ont encore progressé pour atteindre environ 20 % pour l'ensemble des lavandins, les deux modalités confondues. Cette année, les sols ne sont plus couverts lors du vol de la cicadelle. L'effet bénéfique du couvert les premières années s'est donc atténué en 2022.

Conclusion :

Sur les 3 années de suivi de cette parcelle, le couvert permanent en inter-rang semble avoir concurrencé le lavandin en deuxième et troisième année de production lors d'années aux conditions de pluviométries stressantes (moins de 700 mm chaque année, pluies mal réparties).

De plus, ce couvert est permanent et n'est pas composé d'espèces séchant naturellement à l'été. Il consomme donc des ressources toute l'année, et particulièrement au printemps-été lorsque le lavandin a des forts besoins. Ce couvert est donc largement concurrentiel face au lavandin, et pénalise sa production.

- Il paraît donc important de travailler le choix des espèces du couvert, particulièrement si le couvert est permanent, pour réduire la concurrence avec le lavandin.
- Il est également possible et important de travailler sur une régulation d'un couvert pérenne au moment de forts besoins du lavandin, pour favoriser sa nutrition et non celle du couvert.

Au contraire, en quatrième année, année de sécheresse intense (100 mm de moins par rapport à 2021) et année de destruction du couvert, les lavandins en sol précédemment couvert ont rattrapé leur retard et ont produit autant qu'en sol nu.

D'autre part, l'effet bénéfique du couvert sur les ravageurs les premières années s'est atténué en 2022. On peut penser que le couvert a donc eu un effet retard sur l'apparition et la progression des symptômes de dépérissement à Stolbur, tout en ayant un stade critique où cet effet disparaît. Une autre explication possible est une disparition directe de l'effet bénéfique de la présence du couvert sur les attaques de cicadelles dès lors que le couvert est détruit. On perd donc la potentialité d'améliorer la durabilité de la culture à partir du moment où le sol n'est plus couvert.

3.3.2 Parcelle des « Capellans »

3.3.2.1 Description de la parcelle

La parcelle des « Capellans » a été plantée en lavande Diva en mars 2021. Le mélange du Fonds de 2021 y a été semé le 1^{er} septembre 2021. Il n'y a pas de témoin. Elle a uniquement bénéficié d'un suivi sur l'itinéraire technique et les performances du couvert.

3.3.2.2 Itinéraire technique

Là où le couvert lotier-minette de la parcelle du « Vallon » n'a pas déclenché pour le producteur d'intervention de régulation (alors qu'il s'agissait d'un couvert pluriannuel), ce couvert annuel a demandé une régulation et mécanique (broyage) et chimique (glyphosate) en mai 2022. Il s'est en effet beaucoup développé sur le mois d'avril, avec une forte proportion de seigle.

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Plantation	Mars 2021	Lavande Diva	11 000 plts	
Désherbage chimique	Mars 2021	Cent 7 + Kerb		En plein
Ferti minérale	Mars 2021	Binaire (sans azote)		
Semis du couvert	01/09/2021	Mélange SPLP	40 kg/ha	

Figure 15 : Itinéraire technique 2021 Parcelle des « Capellans »

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Gestion du couvert	Mi-mai 2022	Broyeur	1 passage	
Gestion du couvert	Fin mai 2022	Glyphosate	2 L/ha	
Récolte	Juillet 2022			

Figure 16 : Itinéraire technique 2022 - Parcelle des « Capellans »

3.3.2.3 Indicateurs couvert sur 2021-2022

Pour rappel, le couvert suivi est le mélange du Fonds (semé le 01/09/2021) pour la saison 2021-2022 uniquement.

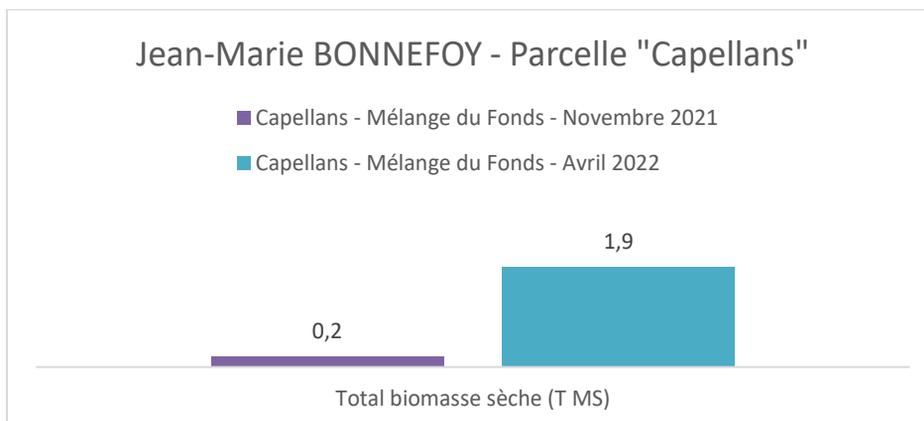


Figure 17 : Evolution de la matière sèche du couvert pour la parcelle des « Capellans » en tonne de matière sèche (MS) par hectare (avant destruction)

La biomasse sèche mesurée est ramenée à un tiers de la surface de la parcelle. Ici, on observe que le couvert « prend » en biomasse assez rapidement, passant de 0,2 à presque 2 T MS/ha en quelques mois. C'est surtout dû au développement du seigle.

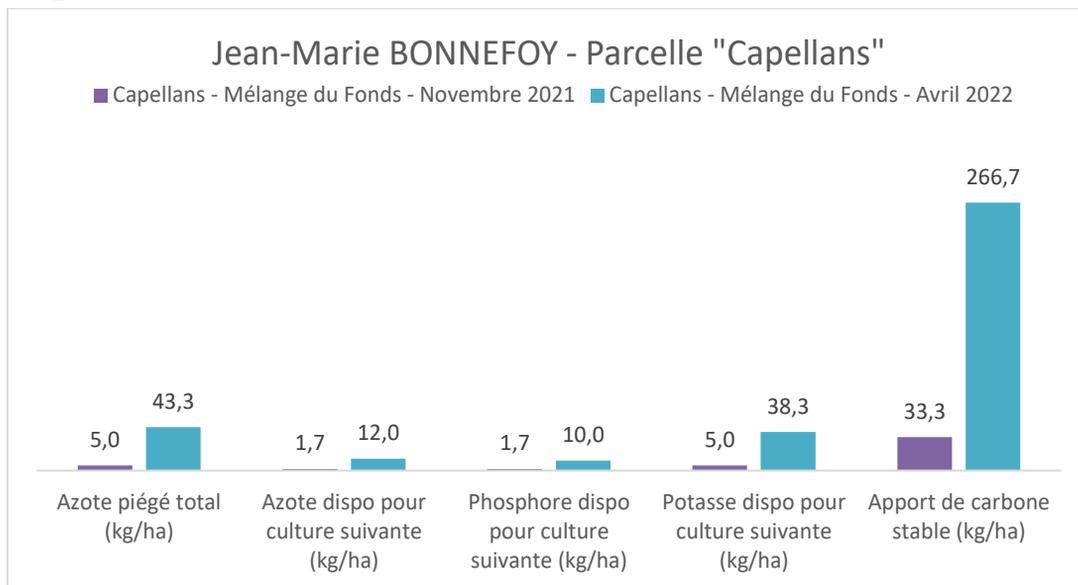


Figure 18 : Evolution des nutriments et du carbone apportés par le couvert en kilogramme/hectare

En avril 2022, le couvert peut restituer après destruction une quarantaine d'unités d'azote de potasse (beaucoup plus faible pour l'azote et le phosphore) et 270 kg/ha de carbone. Une fois de plus, c'est la forte proportion de seigle dans le couvert qui explique ce bon taux d'apport de carbone stable.

3.3.3 Parcelle « Ponzon »

3.3.3.1 Description de la parcelle

La parcelle « Ponzon » a été plantée en lavande en mars 2022. Le mélange du Fonds y a été semé le 5 septembre 2022. Il n'y a pas de témoin. Elle a uniquement bénéficié d'un suivi sur l'itinéraire technique et les performances du couvert.

3.3.3.2 Itinéraire technique

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Plantation	Mars 2022	Lavande	11 000 plts	
Ferti minérale	Mars 2022	Binaire (sans azote)		
Semis du couvert	05/09/2022	Mélange SPLP	40 kg/ha	

Figure 19 : Itinéraire technique 2022 – Parcelle « Ponzon »

3.3.3.3 Indicateurs « couverts » sur 2022

Une seule mesure de biomasse du couvert a été réalisée, en novembre 2022 : on mesure 0,9 T MS/ha en ramenant le couvert à 1/3 d'occupation de la parcelle. On note donc, par rapport au même couvert semé quasiment au même moment l'année précédente (2021) sur la parcelle des Capellans, un meilleur « démarrage » du couvert.

3.3.3.4 Comparaison des différentes parcelles de BONNEFOY en matière de couverts

En comparant ainsi, on constate, comme vu précédemment, que le couvert pluriannuel lotier-minette est intéressant mais de moins en moins couvrant avec le temps, et que c'est finalement le couvert annuel du Fonds qui produit le plus de biomasse.

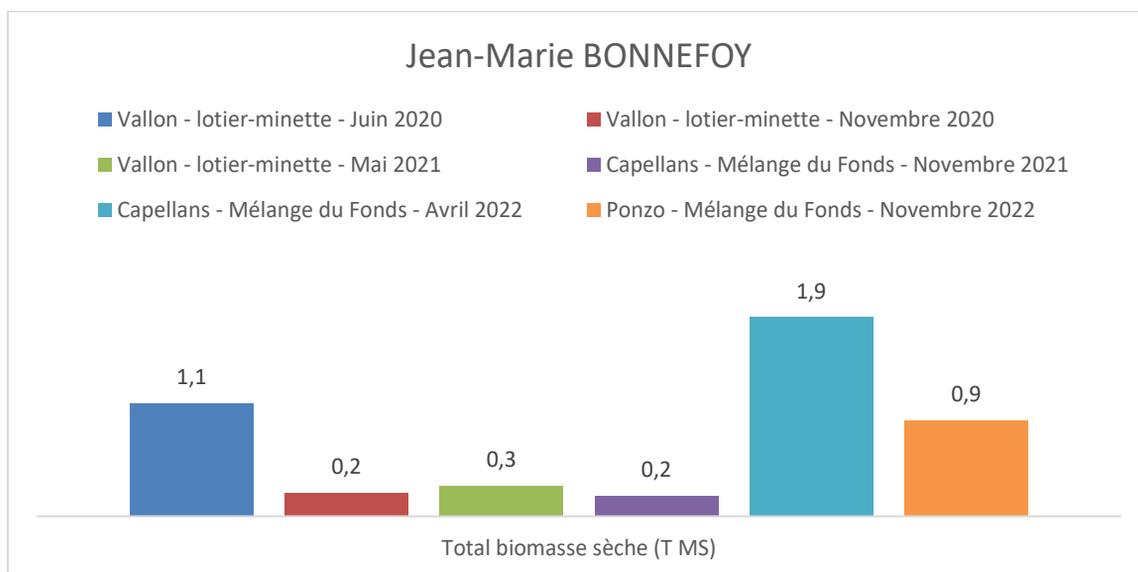


Figure 20 : Comparaison de la matière sèche produite en fonction des parcelles et des couverts dans les parcelles de Jean-Marie BONNEFOY

Jean-Marie BONNEFOY

- Vallon - lotier-minette - Juin 2020
- Vallon - lotier-minette - Novembre 2020
- Vallon - lotier-minette - Mai 2021
- Capellans - Mélange du Fonds - Novembre 2021
- Capellans - Mélange du Fonds - Avril 2022
- Ponzon - Mélange du Fonds - Novembre 2022

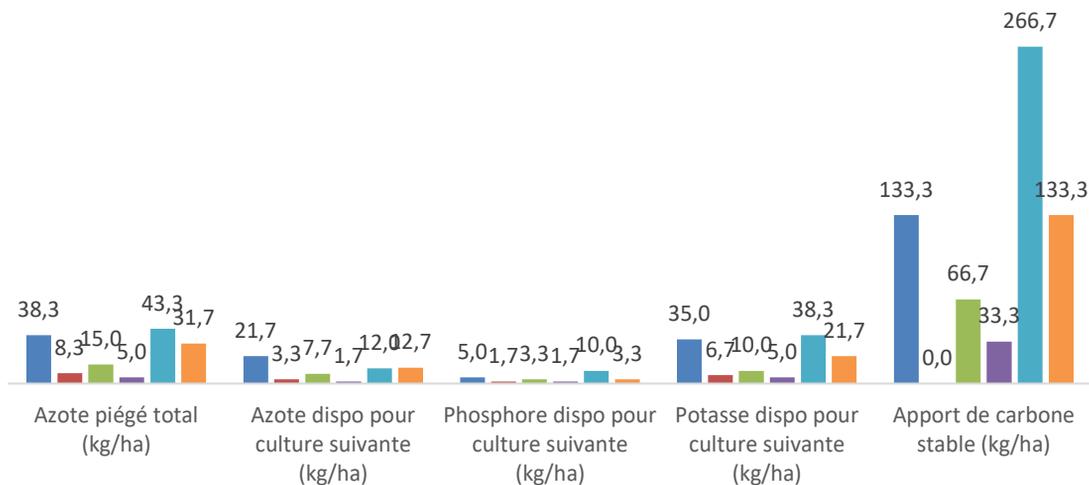


Figure 21 : Comparaison des nutriments et du carbone apportés en fonction des parcelles et des couverts de Jean-Marie BONNEFOY

On peut noter la principale valeur qui sort du lot : l'apport de carbone stable par le couvert du Fonds au printemps 2021 (parcelle « Capellans »). Cela s'explique par le fait que c'est le seigle, dans le mélange, qui avait pris le pas sur les autres espèces (levée et biomasse).

3.4 PARCELLE BRESSAND ET GIRARD

Chez Michel Bressand, 2 parcelles ont été suivies :

- Parcelle de « Saint-Etienne-les-Orgues » : la parcelle a été suivie entre 2019 et 2022. Elle a fait l'objet d'un suivi complet (analyse de sol en 2020, prélèvements de biomasse du couvert, estimation des rendements en huile essentielle). Il y a un témoin.
- Parcelle de « Cruis » : la parcelle a été suivie entre 2019 et 2022. Elle a uniquement bénéficié d'un suivi sur la biomasse du couvert. Il n'y a pas de témoin.

3.4.1 Parcelle de « Saint-Etienne-les-Orgues »

3.4.1.1 Description de la parcelle et du témoin

Cette parcelle de Michel Bressand est située à Saint-Etienne-les-Orgues, sur les contreforts de la montagne de Lure. C'est une parcelle de lavandin Grosso planté en février 2020. Un couvert pluriannuel en mélange de sainfoin et trèfles a été semé le 28 mars 2020 ; il n'a pas levé. Un second couvert, en mélange maïs annuel cette fois-ci (fèverole, tournesol, pois, moutarde, vesce, radis, avoine brésilienne) a été semé en septembre 2020. Il a bien levé et a été géré par roulage (rolofaca) et glyphosate à la destruction le 5 mai 2021. Le 1^{er} septembre 2021, c'est le mélange du Fonds qui a été semé en couvert inter-rang annuel hivernal. Il a été géré de la même manière (rolofaca puis glyphosate). Le 5 septembre 2022, le couvert du Fonds est de nouveau semé.

Le témoin est une parcelle voisine de celle de Michel Bressand (dont les propriétaires sont la famille Girard). Elle présente à peu près la même exposition, avec plus de pente. La gestion est différente puisqu'il s'agit une conduite de culture classique en conventionnel en 2020 et 2021 (3 binages en moyenne avec herse étrille et bineuse et un désherbage chimique sur le rang). La parcelle entre en conversion bio en 2022, année à partir de laquelle le désherbage est 100% mécanique.

3.4.1.2 Diagnostic initial 2020 parcelle de « Saint-Etienne-les-Orgues » : « Indicateurs sol »

Indicateur	Couvert (Michel Bressand)	Témoin (Girard)
Densité apparente (g/cm ³)	1,5	1,45
MO Libre (Celestalab)	1,3	0,6
MO liée (Celestalab)	3	2,6
MO totale (Celestalab)	4,6	3,2
MO (Gaiago)	2,5	
Biomasse microbienne mg C/kg terre sèche	595	512
N minéralisable (U/an)	212	118,1

Tableau 18 : Analyses de sol 2020 de la parcelle de Saint-Etienne-les-Orgues de Michel Bressand.
Source : Celestalab et GAIAGO.

Les analyses de sol ont été effectuées en 2020 chez Celestalab et Gaiago (voir les explications en début de document). La parcelle de Michel Bressand est de type limons sablo-argileux. Elle présente un taux de matière organique élevé selon Celestalab (4,6%), moins d'après Gaiago (2,5%). Cet écart entre les 2 laboratoires n'a pas été expliqué. L'équilibre entre MO liée et MO libre est satisfaisant. L'activité biologique est bonne, avec une quantité de biomasse microbienne élevée (bien supérieure à la moyenne de Celestalab) et une quantité d'azote minéralisable élevée également.

La parcelle témoin présente, elle, le même type de sol en termes de texture. Le taux de matière organique total est plus bas que la parcelle de Michel, mais reste correct par rapport à la moyenne. C'est aussi plutôt équilibré entre MO libre et MO liée. La quantité de biomasse microbienne est légèrement inférieure mais importante pour la région, mais c'est bien plus faible pour ce qui est de l'azote minéralisable par contre.



Photo 4 : Parcelle Bressand, couverts Mélange Fonds SPLP 2021, Novembre 2021

3.4.1.3 Itinéraires techniques 2020-2022

Les itinéraires techniques sont détaillés dans les tableaux suivants.

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Plantation	07/02/2020	7 000 plants/ha Strip till avec glypho sur ligne de plantation		
Fertilisation	14/03/2020	0-20-10	70 kg	Sur le rang
Désherbage chimique	17/03/2020	Kerb flo + Cent7	1,2L + 0,7L	Sur le rang
Semis couvert IR permanent	28/03/2020	Trèfles et sainfoin		Echec
Désherbage chimique	24/04/2020	Fusilade max	1,1L	Rattrapage, sur le rang
Désherbage chimique	26/04/2020	Chardex	1L	Rattrapage, sur le rang
Désherbage mécanique	05/2020	Binage		Sur le rang
Ecimage	06/2020			
Ecimage	08/2020			
Semis couvert IR annuel	09/2020	Mélange de fèverole (50 kg), tournesol (8 kg), pois (10 kg), moutarde (2 kg), vesce (10 kg), radis (3 kg), avoine brésilienne (5 kg)	30 kg	
Epanchage compost	09/2020	Compost	12 t	
Désherbage mécanique	10/2020	Binage (près du rang)		
Désherbage chimique	12/2020	Kerb flo		

Tableau 19 : Itinéraire technique 2020 de la parcelle de Michel Bressand

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Fertilisation	01/2021	0-20-20	150 kg	
Désherbage chimique	03/2021	Kerb flo	?	
Désherbage chimique	18/03/2021	Challenge + Cent7	1,2L	
Roulage du couvert	01/04/2021	Rolofaca		
Destruction chimique du couvert	05/05/2021	Glyphosate sur le couvert		
Désherbage chimique	10/05/2021	Erla char SAM	2,4. 0,6. 1%	

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Désherbage mécanique	18/06/2021	Erla char SAM	2,4. 0,6. 1%	
Récolte	07/2021			
Semis couvert IR annuel	01/09/2021	Mélange SPLP	40 kg	
Apport de compost	20/09/2021	Chloru K loc	10 T/ha	

Tableau 20 : itinéraire technique 2021 de la parcelle de Michel Bressand - couvert

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Désherbage chimique	11/02/2022	Kerb flo	1,2 L/ha	
Désherbage chimique	12/03/2022	Sancoral	0,62 L/ha	
Fertilisation	30/03/2022	Chloru K loc	80 kg/ha	
Semis couvert IR annuel	05/09/2022	Mélange SPLP	35 kg/ha	

Tableau 21 : Itinéraire technique 2022 de la parcelle de Michel Bressand - couvert

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Travail du sol	12/2019	Labour et vibroculteur		
Plantation	02/2020			
Désherbage mécanique		Herse étrille	1 passage	
Désherbage mécanique		Cultivateur	2 passages	
Désherbage chimique		Chardex	1L	

Tableau 22 : Itinéraire technique 2020 de la parcelle témoin

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Désherbage mécanique	15/03/2021	Griffon	1 passage	
Désherbage mécanique	04/2021	Griffon	1 passage	
Désherbage chimique	05/2021	Herbicide STRATOS Ultra	2 l/ha	Localisé
Récolte	08/2021			
Désherbage chimique	11/2021	Griffon	1 passage	

Tableau 23 : Itinéraire technique 2021 de la parcelle témoin

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Travail du sol	10/01/2022	Griffon	1 passage	
Fertilisation	10/03/2022	Engrais 7-4-10		
Destruction du couvert	Dernière semaine d'avril 2022	Glyphosate		Couvert assez bas, pas besoin de passage de rolofaca en amont
Récolte	Juillet 2022			

Tableau 24 : Itinéraire technique 2022 de la parcelle témoin

3.4.1.4 Indicateurs couverts sur 2019-2022

Sur la parcelle de « Saint-Etienne-les-Orgues », les couverts suivis ont été les suivants :

- 2020-2021 : son propre mélange annuel (féverole, tournesol, pois, moutarde, vesce, radis, avoine brésilienne), semé en septembre 2020
- 2021-2022 : le mélange du Fonds, semé le 01/09/2021
- 2022-2023 : le mélange du Fonds de nouveau, semé le 05/09/2022.

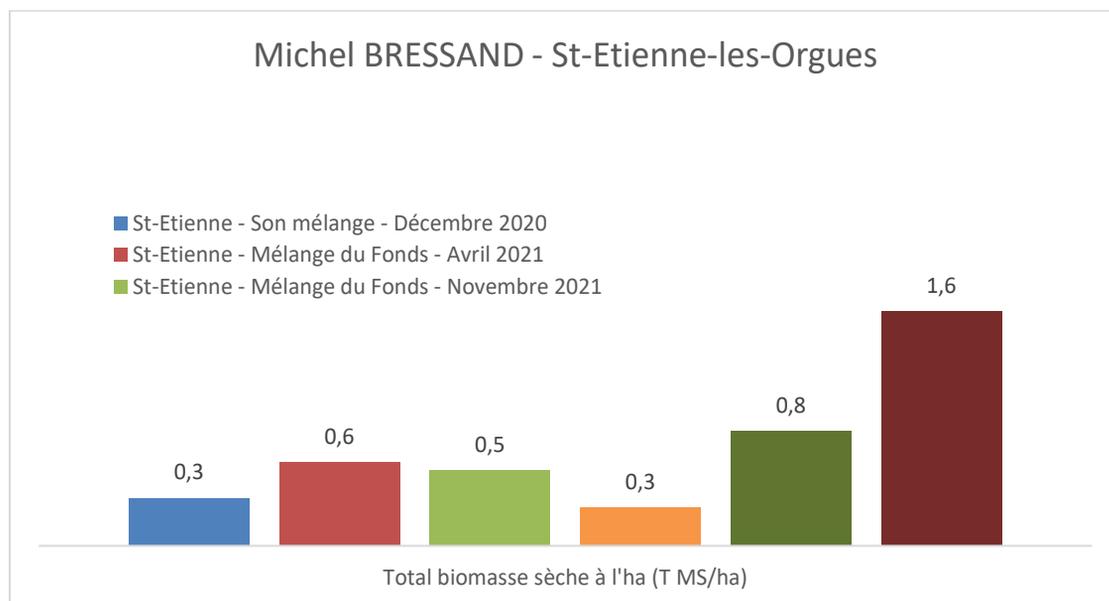


Figure 22 : Evolution de la matière sèche des couverts pour la parcelle de « St-Etienne-les-Orgues » en tonne de matière sèche par hectare

La biomasse sèche mesurée est ramenée à un tiers de la surface de la parcelle. On peut noter que c'est le mélange du Fonds sur la dernière année de semis (2022) qui présente la meilleure production de biomasse avec 1,6 TMS/ha. Pour ce qui est des mesures précédentes, la biomasse est vraiment faible. Lors de la mesure de novembre 2021 (mélange du Fonds, vert clair sur le graphique), des mesures de recouvrement ont été faites : le couvert couvre 75% du sol dans l'inter-rang pour 20% pour les adventices (le reste en sol nu), et c'est la moutarde qui a le dessus sur les autres espèces (presque 50%).

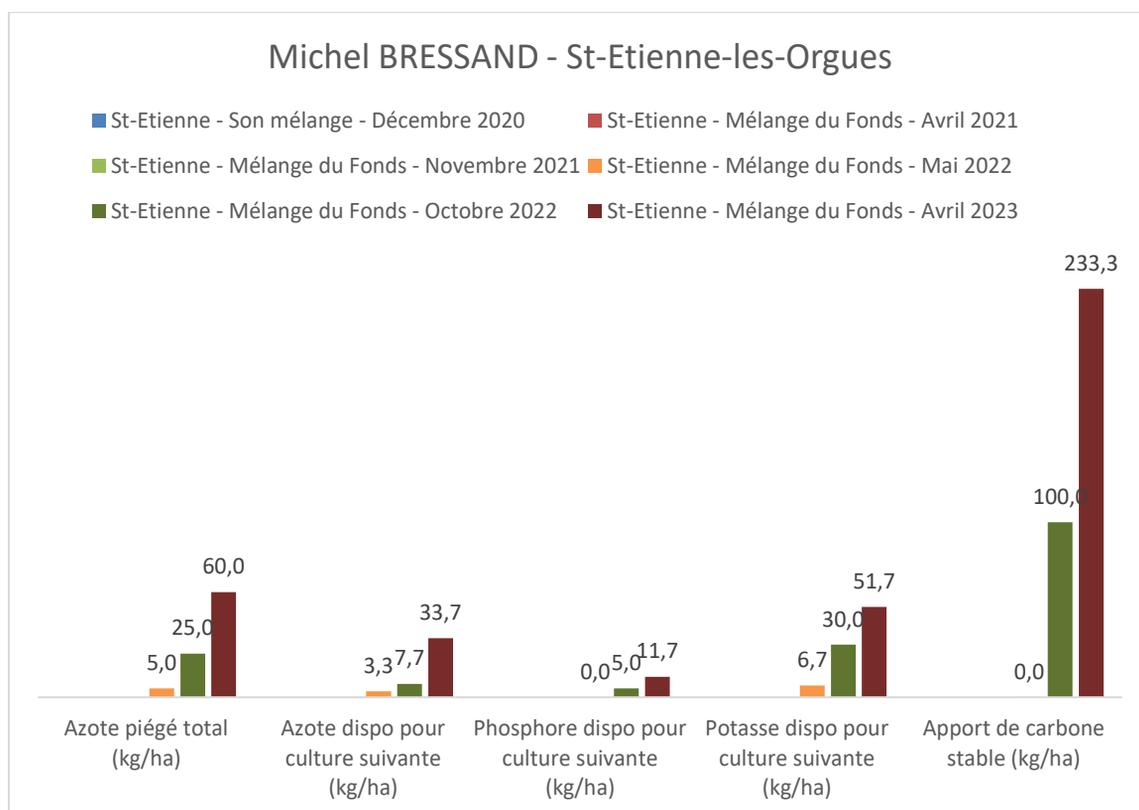


Figure 23 : Evolution des nutriments et du carbone apportés par le couvert pour la parcelle de « St-Etienne-les-Orgues » en kilogramme/hectare

Pour ce qui est des nutriments stockés par le couvert et restitués à la culture, c'est de nouveau le Mélange du Fonds d'avril 2022 qui est le plus performant (lié à la biomasse), avec jusqu'à 30 unités d'azote piégé et 50 unités de potasse.

3.4.1.5 Indicateurs production sur 2019-2022

Concernant la production en huile essentielle, les récoltes et les indicateurs ont été obtenus chaque année depuis 2021. En effet, il n'y a pas eu de récolte en 2020 puisque c'était l'année de plantation, donc les lavandins ont été écimés.

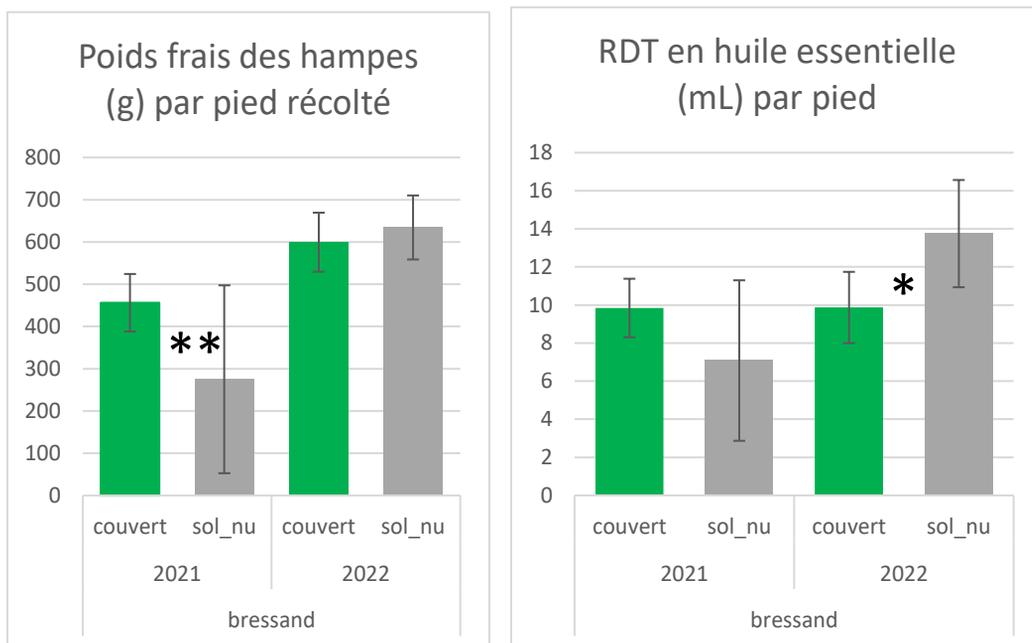


Figure 24 : indicateurs de récolte de 2021 et 2022 chez Michel BRESSAND. Les barres d'erreur représentent les écart-types. Les étoiles représentent des différences significatives entre le témoin et le sol nu (*=0.1 ; **=0.05 ; ***=0.01).

En 2021, la parcelle était en première année de récolte. Le rendement espéré en cette première année est bien inférieur à la moyenne de pleine production estimée à 100 kg/ha (moyenne des fermes lavandicoles en année de pleine production, moyenne légèrement basse aujourd'hui). Le rendement obtenu cette année est effectivement bien inférieur à cette moyenne de référence, donc la production semble normale.

En cette première année de production, on observe des productions de biomasse par pieds (donc une taille des plants) et d'épis significativement supérieures pour les lavandins en sol couvert par rapport à la parcelle en sol nu. A l'opposé, la teneur en huile essentielle est significativement supérieure pour les lavandins en sol nu par rapport à ceux en sol couvert. Le lavandin en sol nu a probablement davantage concentré son huile. Ces résultats se traduisent donc par un rendement d'huile par hectare (non significatif car forte variabilité et teneur en HE plus importante chez les témoins) plus important en 2021 pour les lavandins en sol couvert, de presque 40 %, par rapport aux lavandins en sol nu. **Les couverts hivernaux semblent avoir eu un effet positif sur les indicateurs de productivité de la parcelle en cette première année de récolte.**

En 2022, les plants ne sont plus différents en termes de production de biomasse et d'épis entre les lavandins couverts et en sol nu. Néanmoins une tendance à une quantité d'épis plus élevée pour les plants en sol nu se dessine (non significatif). Ce résultat, couplé à une teneur en huile essentielle significativement plus élevée pour les lavandins en sol nu, se traduit par **un rendement en huile essentielle par hectare significativement supérieure en sol nu qu'en sol couvert.** On obtient en effet 43 % de perte de rendement en sol couvert par rapport

au sol nu (respectivement 72 kgHE/ha contre 126 kgHE/ha). Par ailleurs, ces rendements sont cohérents avec les moyennes de références pour des lavandins en seconde année de production. De plus, l'année 2022 a été très sèche et la concurrence entre le couvert et le lavandin a été accrue.

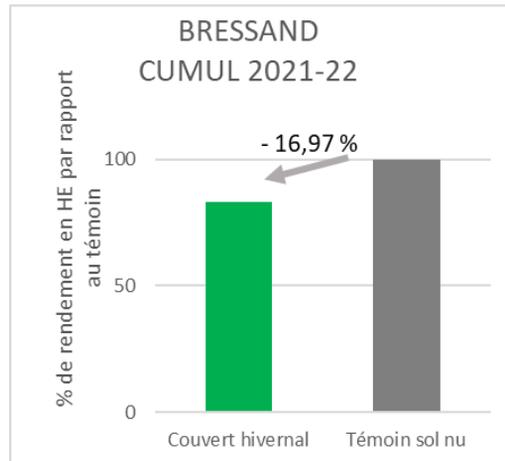


Figure 25 : rendement en huile essentielle de lavandin (kg/ha) en pourcentage de différence par rapport au témoin de la parcelle de Michel BRESSAND. Le pourcentage représente la variation en pourcentage de la modalité couverte en comparaison au témoin sol nu.

Le cumul des 2 premières années de récolte (Figure 25) de récolte montre une perte de 16 % du rendement en huile essentielle entre la modalité couverte et le sol nu. Le gain de rendement en première année a été perdu par la forte baisse de rendement en 2022 sur le sol couvert. La notation dépérissement de printemps 2022 permet de comparer le taux de dépérissement entre le témoin et le sol couvert après 2 années de couverts hivernaux.

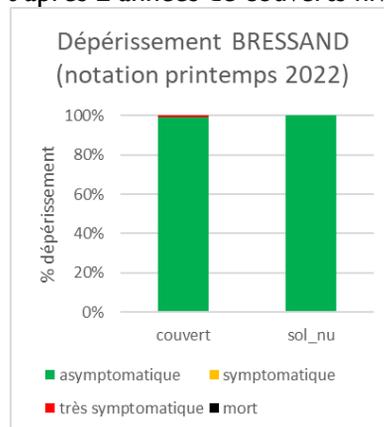


Figure 26 : Notation dépérissement à Stolbur de printemps 2022 de la parcelle de Michel BRESSAND.

En 2020, 2021 et 2022, soit les trois premières années de culture, la parcelle de Michel Bressand ne présente presque pas de symptômes de dépérissement à Stolbur. Cette absence de symptôme ne permet pas de conclure sur l'effet potentiel du couvert sur les attaques de ravageurs.



Conclusion :

Sur les 3 années de suivi de cette parcelle dont 2 récoltes, le couvert hivernal en première année semble avoir été bénéfique pour la production du lavandin. En seconde année (2022, année de sécheresse de printemps et été) la concurrence pour les ressources entre le lavandin et le couvert a été importante.

Cette concurrence, en comparaison à une autre parcelle en couvert végétal hivernal en 2022 suivie dans ce projet (GAEC des Fabres/Denis Vernet) a été bien supérieure chez Michel Bressand.

Une hypothèse pour expliquer cette différence est la date de destruction. En effet, Denis Vernet a détruit tôt le couvert ce qui a largement limité la concurrence lors du redémarrage du lavandin en fin d'hiver.

Au contraire, Michel Bressand a laissé son couvert en place jusqu'à la dernière semaine d'avril 2022. Avec la sécheresse de 2022 de janvier à fin août, le couvert a probablement concurrencé le lavandin pendant la reprise de printemps et au cours des premiers mois de développement du lavandin. De plus, le couvert était très beau et fourni cette année, témoin de son agressivité face aux ressources.

Plusieurs pistes pour limiter la concurrence en période de sécheresse extrême :

- calmer le couvert aux périodes critiques de concurrence,
- maîtriser la largeur de la couverture végétale,
- détruire plus tôt le couvert
- choisir des espèces séchantes dès les remontées de températures pour arrêter le prélèvement des ressources plus tôt dans l'année.

3.4.2 Parcelle de « Cruis »

3.4.2.1 Description de la parcelle

Cette parcelle de Michel Bressand est située à Cruis. Elle a été plantée en lavandin Grosso en 2015. Elle a fait l'objet de plusieurs expérimentations en couverts végétaux suivies par le CRIEPPAM depuis 2015. Dans le cadre du projet Green et Lavandes, la parcelle a de nouveau été suivie à partir de 2021, avec le semis du mélange du Fonds le 1^{er} septembre 2021. Il n'y a pas de témoin pour cette parcelle, le couvert uniquement a été suivi.

3.4.2.2 Itinéraires techniques sur 2021-2022

Les itinéraires techniques sont détaillés dans les tableaux suivants. Il s'agit d'une parcelle en non labour et non travail du sol.

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Plantation	2015	7 000 plants/ha		
Fertilisation	09/04/2021	33,5 - 0 - 0	115 kg	38,53 unités d'N
Désherbage chimique	10/05/2021	Erla char SAM	2,4. 0,6. 1%	
Récolte	07/2021			
Semis couvert IR annuel	01/09/2021	Mélange SPLP	40 kg	

Figure 27 : Itinéraire technique 2021 de la parcelle « Cruis » de Michel Bressand

Type d'intervention	Date		Qté/ha	Commentaire
Fertilisation	09/02/2022	0 – 20 – 20	200 kg/ha	
Désherbage chimique	12/03/2022	Sancoral	0,62 L/ha	
Fertilisation	30/03/2022	Chloru K loc	80 kg/ha	
Fertilisation	05/04/2022	33,5 – 0 - 0	115 kg/ha	
Récolte	07/2022			
Semis couvert IR annuel	05/09/2022	Mélange SPLP	35 kg/ha	

Figure 28 : Itinéraire technique 2022 de la parcelle «Cruis » de Michel Bressand

3.4.2.3 Indicateurs couverts sur 2021-2022

Sur cette parcelle, les couverts suivis ont été les suivants :

- 2021-2022 : le mélange du Fonds 2021, semé le 01/09/2021
- 2022-2023 : le mélange du Fonds de nouveau 2022, semé le 05/09/2022.

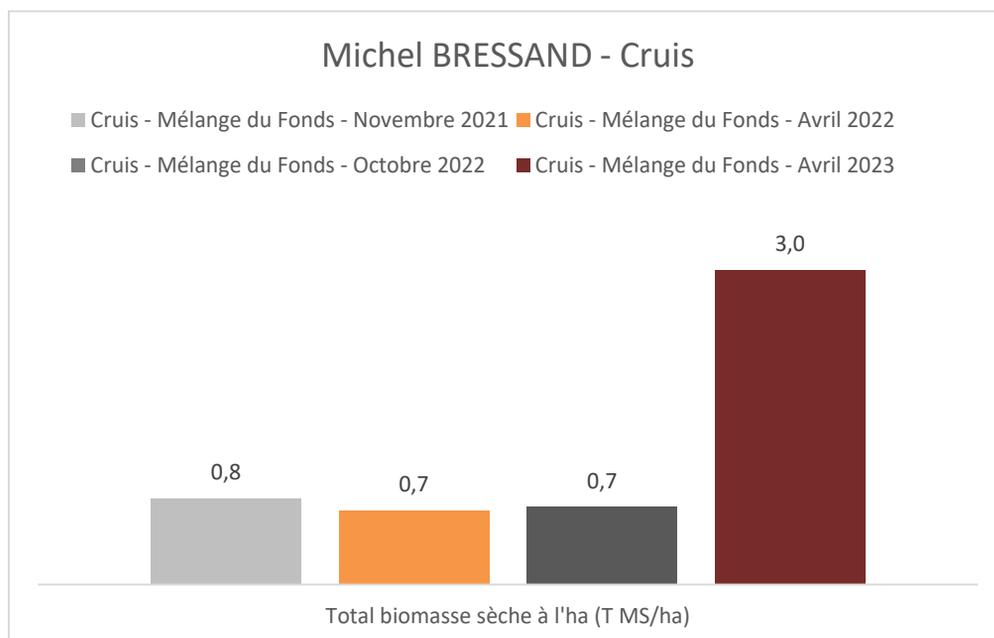


Figure 29 : Evolution de la matière sèche des couverts pour la parcelle de « Cruis » en tonne de matière sèche par hectare

La biomasse sèche mesurée est ramenée à un tiers de la surface de la parcelle. On note que le couvert a fait assez peu de biomasse sur la saison 2021-2022, ne dépassant pas les 1 TMS/ha. Il était par contre assez couvrant, avec une grosse proportion de moutarde (environ 60%). C'est sur le second semis du mélange du Fonds sur la saison 2022-2023 que le couvert est plus performant en termes de biomasse : il atteint les 3 T MS/ha (ceci ne représentant que 1/3 de la surface de la parcelle, ce qui équivaut à environ 9 T MS/ha si le couvert était en plein).

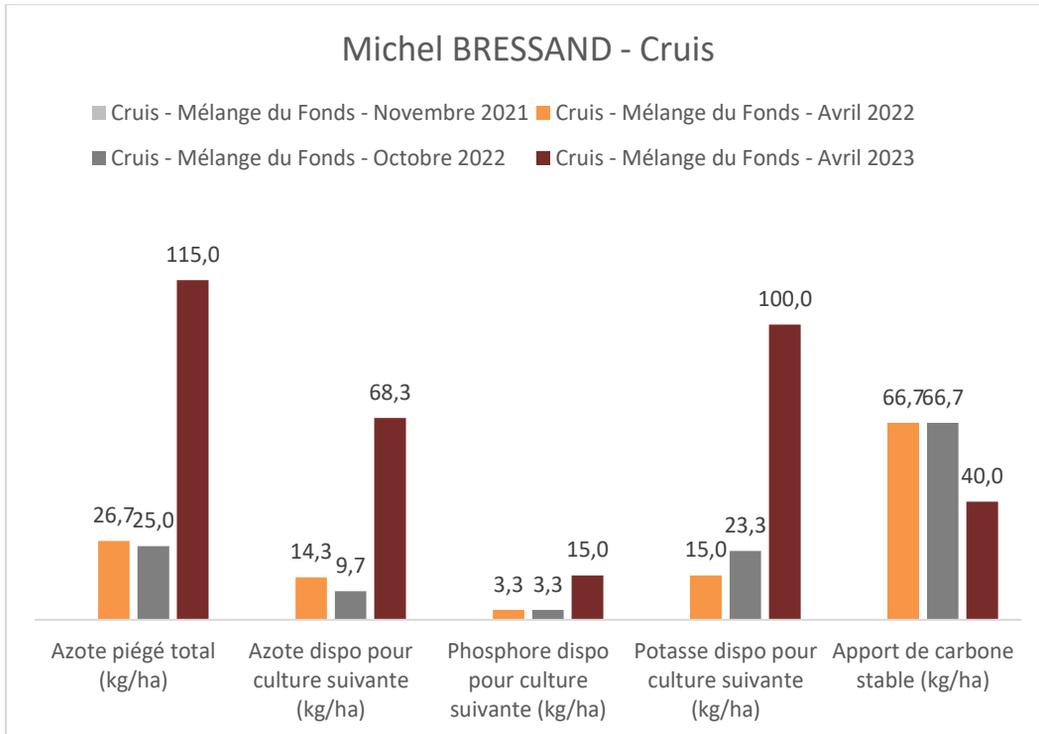


Figure 30 : Evolution des nutriments et du carbone apportés par le couvert pour la parcelle de « Cruis » en kilogramme par hectare

Sans surprise, c’est le mélange du Fonds semé en 2022 et évalué en avril 2023 qui présente les meilleurs taux de nutriments restituables à la culture avec jusqu’à 60 unités d’azote piégé et 100 unités de potasse (le double du meilleur couvert de la parcelle de Saint-Etienne-les-Orgues). L’apport de carbone stable est plutôt faible, lié au fait que les graminées ne représentent que 1/3 du poids du couvert.

3.4.2.4 Comparaison des différentes parcelles de BRESSAND en matière de couverts

En comparant ainsi, on constate que le mélange du Fonds est le plus performant en termes de biomasse chez Michel Bressand, en comparant à ses autres essais, plus particulièrement celui du semis du 5 septembre 2022. Par contre, la moutarde et les légumineuses ont à chaque fois pris le dessus sur les graminées (moutarde à l’automne, légumineuses en sortie d’hiver), avec un relais efficace, mais aboutissant à peu d’apport de carbone stable, et in fine de matière organique.

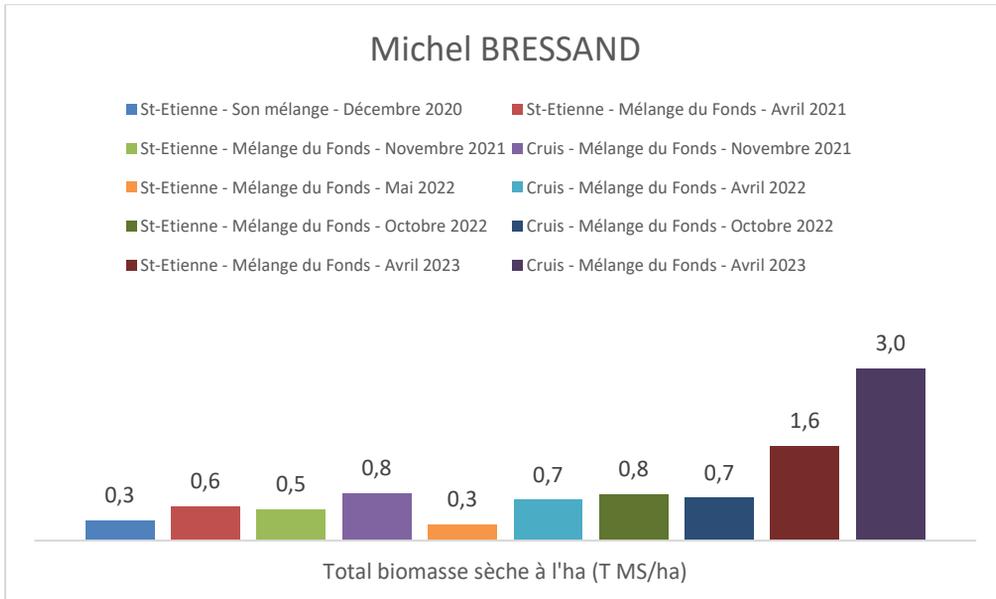


Figure 31 : Matière sèche en tonne par hectare en fonction des parcelles et des couverts BRESSAND

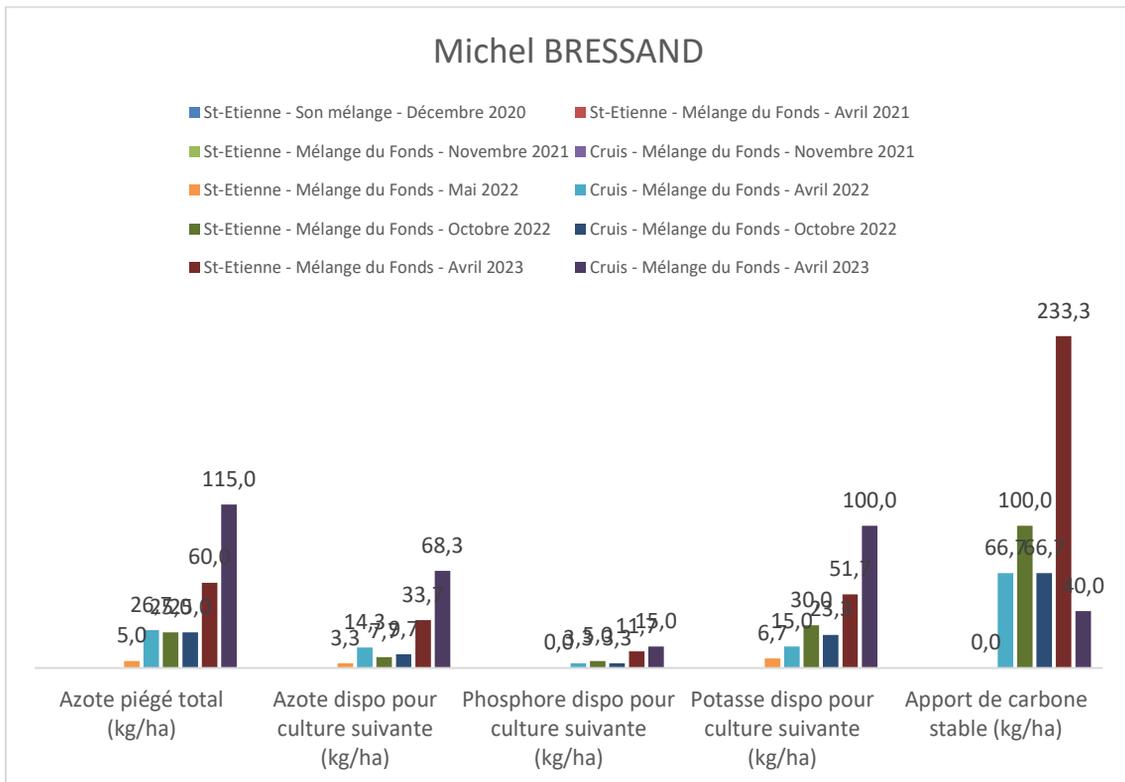


Figure 32 : Nutriments et du carbone en kilogramme par hectare apportés en fonction des parcelles et des couverts BRESSAND

3.5 PARCELLE SAUVAIRE

3.5.1 Description de la parcelle et du témoin

Cette parcelle de Yann Sauvaire est située à Saint-Jurs, sur le plateau de Valensole. C'est un lavandin Sumian planté en 2017. Des premiers essais de couverts ont été menés en 2018, avec des semis au printemps 2018 d'espèces annuelles et pluriannuelles, en pur ou en mélange (voir schéma ci-dessous).

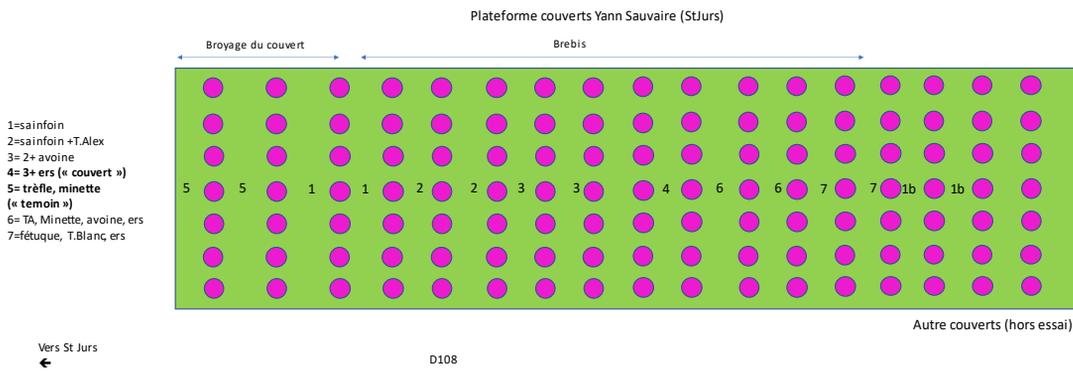


Figure 33 : Schéma des essais de couverts semés chez Yann SAUVAIRE au printemps 2018

Il en a résulté que les espèces annuelles présentes dans les mélanges n'ont pas levé car il a fait très sec au printemps 2018. Les inter-rangs se sont progressivement enherbés tout au long de l'année, donnant lieu à un couvert finalement « spontané ». Les pérennes, elles, ont fini par lever à l'automne 2019, soit 1,5 ans après le semis. Il n'y a donc pas vraiment eu de « gestion » du couvert en 2018 et 2019 car il est resté peu poussant.

En 2020, on s'est surtout intéressé aux modalités suivantes :

- Sainfoin + trèfle d'Alexandrie + avoine + ers, qui a été considérée comme le couvert d'intérêt (celui s'étant le mieux développé de tous)
- Trèfle d'Alexandrie + minette, qui a été considéré comme le témoin car très peu développé (équivalent d'un couvert spontané).

La gestion n'a pas été la même pour ces 2 modalités en 2020 : le couvert d'intérêt a été pâturé, tandis que le témoin a été broyé. En 2021, tous les couverts ont été broyés.

Le suivi n'a pas été poursuivi après 2021 car le couvert d'intérêt s'est « essoufflé ». Il a été sursemé à l'automne 2021 avec le mélange du Fonds, mais qui n'a pas que très peu levé (semis trop tardif a priori).

3.5.2 Diagnostic initial 2020 : « Indicateurs sol »

Indicateur	Témoin	Couvert
Densité apparente (g/cm ³)	1,18	1,17
MO Libre (Celestalab)	0,5	0,5
MO liée (Celestalab)	2,3	2,3
MO totale (Celestalab)	2,8	2,8
MO (Gaiago)	1,8	1,8
Biomasse microbienne mg C/kg terre sèche	458	498
N minéralisable (U/an)	58	90

Tableau 25 : Analyses de sol 2020 de la parcelle de Yann Sauvaire. Source : Celestalab et GAIAGO.

Les analyses de sol ont été effectuées en 2020 chez Celestalab et Gaiago (voir les explications en début de document). Il s'agit aussi d'une parcelle limon argilo-sableuse calcaire. Elle présente un taux de matière organique correct et dans la moyenne du plateau de Valensole si l'on regarde les analyses de Celestalab (2,8% pour couvert et témoin). Le résultat de Gaiago est plus faible (comme pour toutes les autres parcelles ; cet écart entre les 2 laboratoires n'a pas été expliqué). L'équilibre entre MO liée et MO libre est bon, avec toutefois un petit manque de MO libre, d'où l'intérêt des couverts. L'activité biologique est bonne, avec une quantité de biomasse microbienne élevée (bien supérieure à la moyenne de Celestalab) et une quantité d'azote minéralisable élevée également (légèrement inférieur pour le témoin).

3.5.3 Itinéraires techniques 2018-2021

Les itinéraires techniques sont détaillés dans les tableaux suivants. L'itinéraire technique de la partie « témoin » est le même que la partie « couvert », sauf pour ce qui est de la gestion des couverts.

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Semis des couverts	Printemps 2018	Voir plan de la parcelle		Les espèces annuelles n'ont pas levé car il a fait trop sec, et les pérennes ont levé à l'automne 2019.
Dés herbage mécanique	Printemps 2018 (dans la foulée du semis des couverts)	Bineuse avec lames bathelier		Localisé sur le rang
Ecimage	Août 2018			
Dés herbage mécanique	Oct-novembre 2018	Bineuse avec lames bathelier		Localisé sur le rang

Tableau 26 : Itinéraire technique 2018 de la parcelle de Yan Sauvaire

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Fertilisation organique	Février 2019	9-5-0	300kg	En plein
Désherbage mécanique	Mars 2019	Bineuse avec lames bathelier		Localisé sur le rang
Désherbage mécanique	Mai 2019	Bineuse avec lames bathelier		Localisé sur le rang
Récolte	Juillet 2019			

Tableau 27 : Itinéraire technique 2019 de la parcelle de Yan Sauvaire

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Gestion des couverts : Broyage : modalité 5 (trèfle-minette) et moitié de la modalité 1 (sainfoin) Pâturage + broyage : autre moitié de la modalité 1 (sainfoin) et modalités 2, 3, 4, 6, 7, 1b (voir plan)	Mi-mars, après le redémarrage	Broyeur Frontini de la CUMA	1 passage	
		Pâturage : 50 moutons/8000 m ² (62,5 moutons/ha) parqués pendant 3 jours	1 passage (3 jours) des moutons + 1 passage de broyeur ensuite	Les moutons avaient un espace pour boire-dormir, au niveau d'une tournière, mais ils ont quand même commencé à s'attaquer aux jeunes pousses, début de dégâts.
		Broyage : Broyeur Frontini de la CUMA		
Récolte	Juillet 2020			
Binage	Novembre 2020	Bineuse avec lames Bathelier	1 passage	

Tableau 28 : Itinéraire technique 2020 de la parcelle de Yan Sauvaire

Type d'intervention	Date	Produit	Qté/ha	Commentaire
Désherbage mécanique	Mars	Bineuse avec lames bathelier		Sur le rang
Fertilisation organique	Mars	10-4-6	250kg	Localisé sur le rang
Désherbage mécanique	Avril (1er)	Bineuse avec lames bathelier		Sur le rang
Désherbage mécanique	Mai	Bineuse avec lames bathelier		Localisé sur le rang
Récolte	Juillet			
Gestion des couverts	Fin août	Broyage : Broyeur Frontini de la CUMA		
Semis du couvert	26/09	Mélange du Fonds		

Tableau 29 : Itinéraire technique 2021 de la parcelle de Yan Sauvaire

3.5.4 Indicateurs couverts sur 2019-2022

Sur cette parcelle, les couverts suivis ont été les suivants :

- 2020-2021 : le mélange Sainfoin + trèfle d'Alexandrie + avoine + ers, semé au printemps 2018 et qui n'a levé qu'à l'automne 2019
- 2021-2022 : ce même mélange a quasiment disparu, il a été sursemé avec le mélange du Fonds mais qui a mal levé ; il n'y a donc pas de suivi de couvert pour cette campagne-là.

Pour rappel, le témoin est initialement un mélange trèfle d'Alexandrie-minette qui n'ont jamais réellement levé ; il s'agit donc d'un couvert spontané.

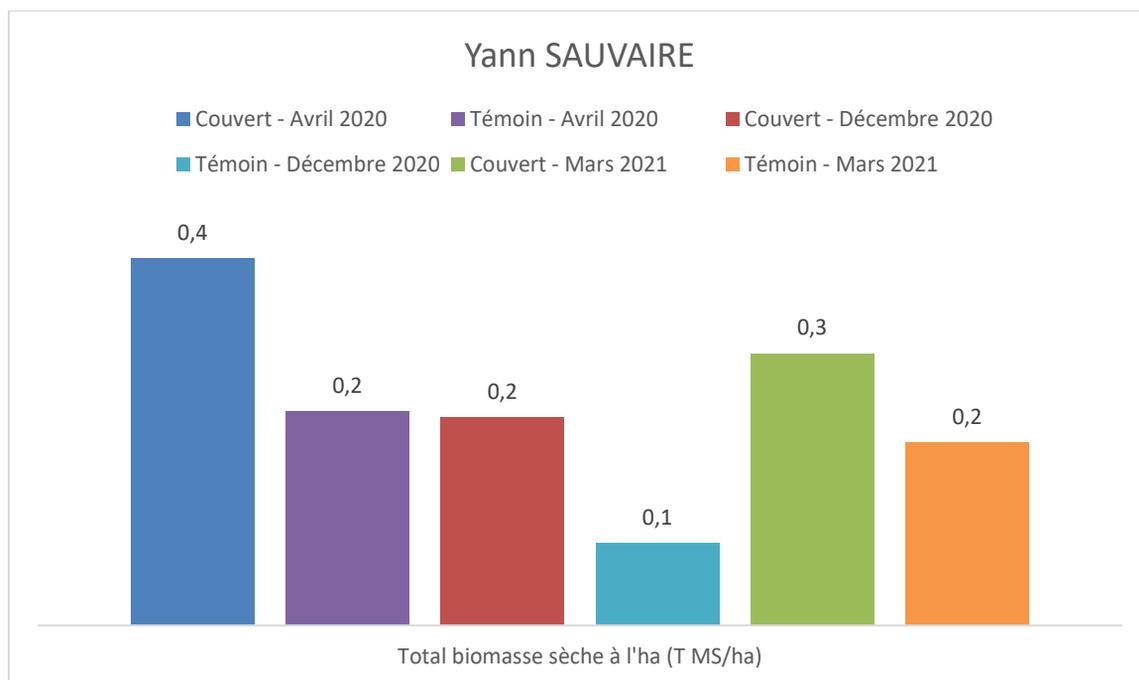


Figure 34 : Evolution de la matière sèche du couvert pour la parcelle de Yann en tonne par hectare

La biomasse sèche mesurée est ramenée à un tiers de la surface de la parcelle. On observe d'abord qu'il y a de la biomasse dans le témoin également, car il s'agit en fait d'un couvert spontané (et non d'un sol nu). Le second constat est que la biomasse du « couvert » n'est pas beaucoup plus élevée que pour le témoin. Elle est même plutôt faible globalement, sachant qu'il a aussi été noté sur le terrain une faible capacité de recouvrement (30 à 40%) par rapport aux adventices. Il s'agit donc d'un couvert peu intéressant en termes de biomasse, soit apport de matière organique, et couverture du sol.

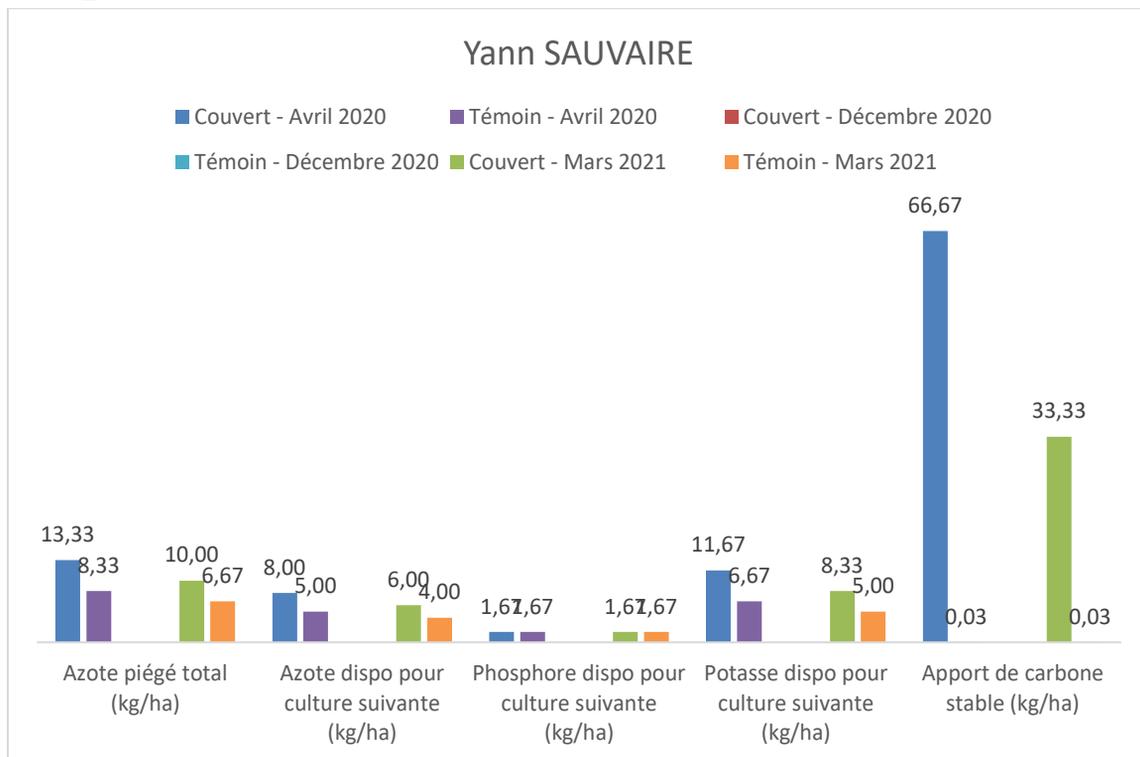


Figure 35 : Evolution des nutriments et du carbone en kilogramme par hectare apportés par le couvert

Pour ce qui est des nutriments stockés par le couvert et restitués à la culture, les chiffres sont à l'image de la biomasse produite, c'est-à-dire plutôt faibles.

3.5.5 Indicateurs production sur 2019-2022

Concernant la production en huile essentielle, une seule récolte a eu lieu en 2020, soit en deuxième année de récolte. Il a été estimé que c'était l'année la plus intéressante quant à la comparaison entre 2 modalités couvert et témoin (couvert spontané).

En effet, avant 2020 les couverts n'avaient pas ou mal levé, tandis qu'en 2021 le couvert n'était plus aussi « beau » et en 2022, le mélange du Fonds a mal levé.

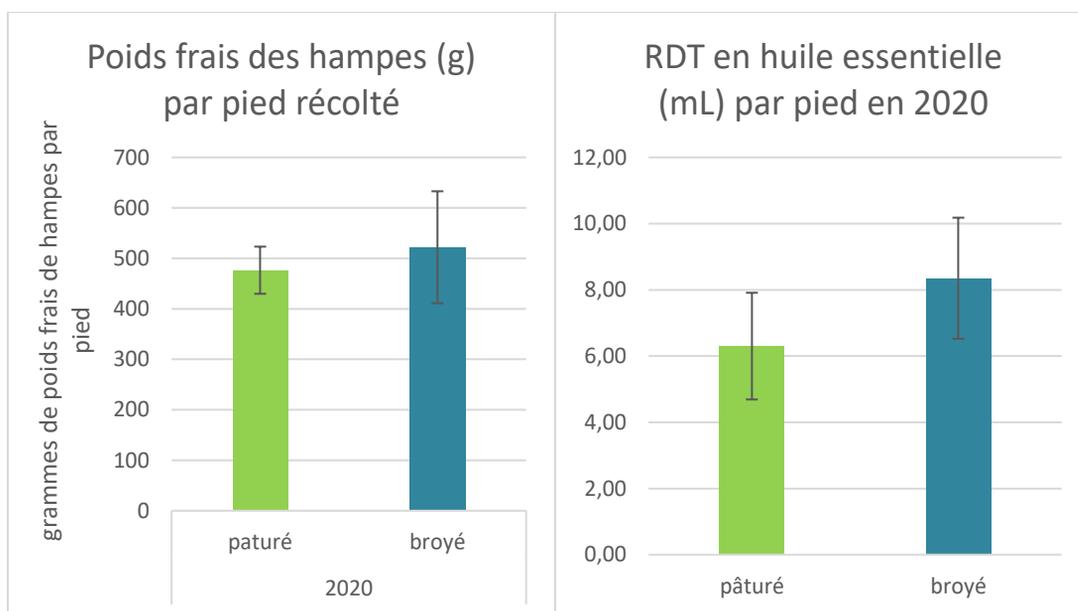


Figure 36 : indicateurs de récolte de 2020 chez Yann SAUVAIRE. Les barres d'erreur représentent les écarts-types. Les étoiles représentent des différences significatives entre le témoin et le sol nu (*=0.1 ; **=0.05 ; ***=0.01). Pâturé = couvert (semé), broyé = témoin.

En 2020, les lavandins de la parcelle de Yann Sauvaire étaient en 3ème coupe. Il n'y a pas de différence significative entre les deux modalités (couvert pâturé (couvert semé) ou broyé (témoin)) sur l'ensemble des indicateurs de qualité de récolte. On observe néanmoins **une tendance plus faible pour l'ensemble des indicateurs de récolte pour les lavandins en couvert semé (pâturé)**, avec par exemple 25 % de rendement en huile par hectare en moins par rapport aux lavandins en sol couvert broyé.

Au-delà de la méthode de gestion du couvert (pâturage ou broyage), les espèces du couvert ont probablement joué un rôle dans la concurrence avec la culture principale. Le couvert semé (pâturé), le plus concurrentiel, possède de l'avoine qui est une céréale, plus agressive face aux ressources que les légumineuses, surtout au printemps qui est une période où le lavandin a des besoins importants pour se développer en reprise. **Il est donc fort probable que la différence en termes de rendement entre les deux couverts soit principalement liée à la composition des couverts plutôt qu'à leur mode de gestion.**

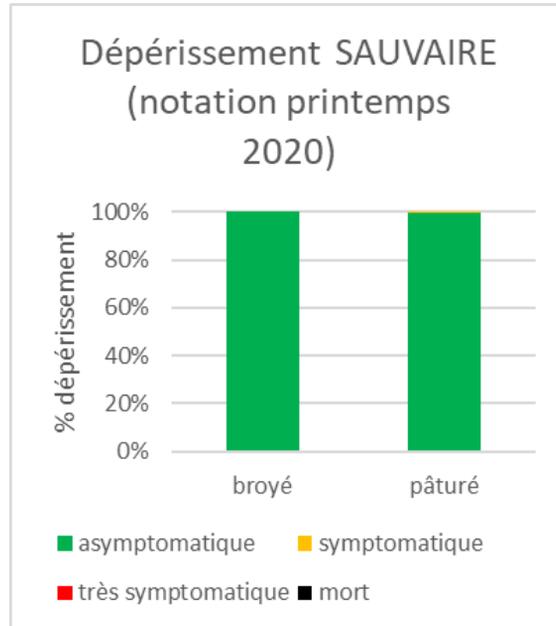


Figure 37 : Notation dépérissement à Stolbur de printemps 2020 de la parcelle de Yann SAUVAIRE. Pâturé = couvert (semé), broyé = témoin.

La parcelle ne possède pas de symptômes de dépérissement, ce qui présume que sa couverture totale depuis sa plantation lui a permis de retarder les attaques de ravageurs (il y a en effet une pression assez forte dans le secteur).

Conclusion :

La parcelle de Yann Sauvaire dont le rendement a été estimé uniquement en troisième année de coupe, témoigne de rendements relativement faibles en comparaison aux autres parcelles suivies dans ce projet.



Ces différences peuvent s'expliquer par un contexte pédologique différent mais surtout par un système de culture et un modèle économique complètement différents (très peu de travail du sol, couverture permanente, pâturage, pas de produits phytosanitaires, peu de fertilisation...). Il ne faut donc pas comparer les rendements entre les parcelles mais plutôt des pertes de rendement en % par rapport au témoin. Par ailleurs, l'absence totale de dépérissement en troisième année confirme le gain en durée de vie de la parcelle qui possède une couverture permanente depuis sa plantation.

De plus, on observe sur cette parcelle une différence d'agressivité face aux ressources des céréales par rapport au lavandin en comparaison aux légumineuses. Pour réduire la concurrence et donc l'impact des couverts sur le rendement, il est important de travailler sur les espèces végétales selon leur cycle végétatif.

Photo 5: Couverts mélange Fonds SPLP, Parcelle Sauvaire, novembre 2021

4 Interprétation des résultats pour l'ensemble des parcelles

4.1 Indicateurs couverts

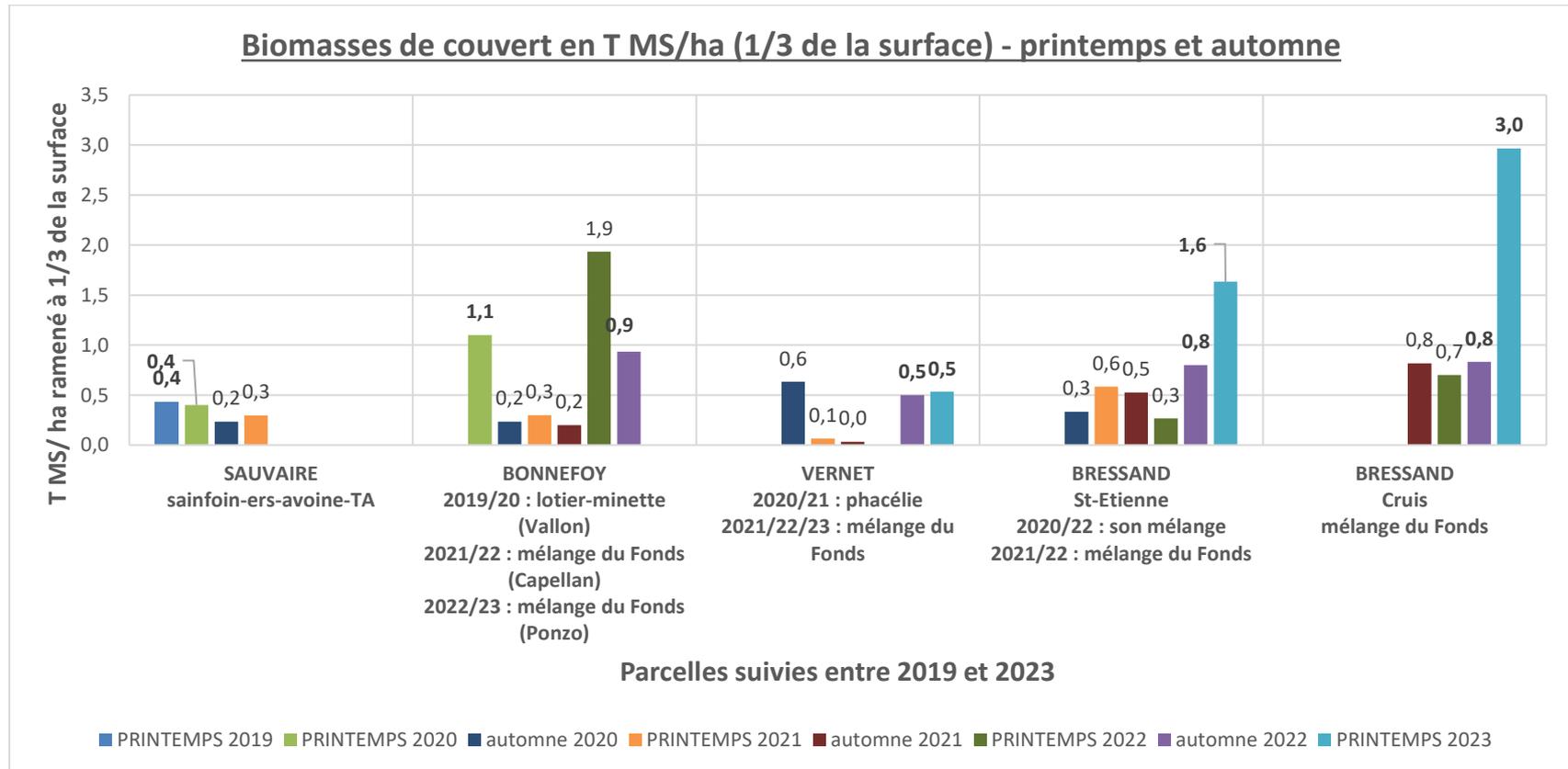


Figure 38 : Biomasses des couverts de l'ensemble des parcelles suivies en tonnes de matière sèche par hectare (T MS/ha) (1/3 de la surface) - printemps et automne

Les points à retenir :

- **Le mélange du Fonds a présenté des résultats intéressants en termes de production de biomasse**, comparé à d'autres couverts suivis dans le cadre de ce projet (phacélie, moutarde, autres mélanges...); plus ou moins performant en matière de nutriments et stockage de carbone proportionnellement à la levée et la proportion des graminées dans le mélange (plus il y en a, plus il y a de carbone stocké)
 - o Il a été particulièrement beau au printemps 2022 chez Bonnefoy (parcelle les Capellans, semis du couvert le 01/09/21, couvert très fourni en seigle, détruit fin mai 2022 au broyeur et glyphosate);
 - o Il a été particulièrement beau au printemps 2023 chez Bressand (semé le 05/09/2022, couvert équilibré, détruit par roulage et glyphosate fin avril 2023).
- **Certains couverts sont plus performants à l'automne (avant les gelées) qu'au printemps (après la reprise) :**
 - o Phacélie chez GAEC des FABRES/Denis Vernet : comparaison entre l'automne 2020 et le printemps 2021, ce qui s'explique assez facilement par le fait qu'elle est gélive (tout son potentiel est donc atteint avant l'hiver);
 - o Le mélange du Fonds chez Michel Bressand, pour les 2 parcelles : comparaison entre l'automne 2021 et le printemps 2022; cela s'explique probablement par une mauvaise reprise au printemps du fait d'une forte sécheresse printanière en 2022.

4.2 Indicateurs production

Parcelle	Nombre d'années suivies en matière de rendements	Impact du couvert sur le rendement en huile essentielle ?	Commentaires
Montvendre (26)	3 ans (2020, 21, 22)	NON	Couvert spontané
GAEC des FABRES/Denis Vernet (plateau de Valensole, 04)	3 ans (2020, 21, 22)	Négligeable	Destruction précoce du couvert
Jean-Marie Bonnefoy (plateau d'Albion, 04)	3 ans (2020, 21, 22) Parcelle Vallon	OUI : concurrence en 2è et 3è année	Couvert lotier-minette (permanent) Gestion tardive
Michel Bressand (plateau d'Albion, 04)	2 ans (2021, 22) Parcelle St-Etienne	NON la 1è année de suivi	2022 : printemps-été très sec, gestion (trop) tardive du couvert
		OUI la 2è année de suivi	
Yann Sauvaire (plateau de Valensole, 04)	1 an (2020)	NON	

Tableau 30 : synthèse des indicateurs de production pour l'ensemble des parcelles suivies

5 Conclusions

Ce travail est une **première étude sur plusieurs années de couverts végétaux**, permanents, annuels et de composition variée en lavanderaies.

Il ne s'agit pas de conclure de façon ferme sur les quantités de biomasse générées, sur l'impact des couverts sur les rendements en huiles essentielles, sur les meilleures compositions des couverts ou encore sur les dates de destruction à privilégier mais de **partager les expériences suivies et de donner des tendances ou des sujets de réflexion, qui pourront faire l'objet d'études ultérieures.**

Les parcelles n'ayant été suivies que 3 ans, il est également difficile de conclure sur l'impact réel de la mise en place de couverts sur la fertilité du sol.

Ainsi, il ressort des suivis réalisés :

- Les **mélanges diversifiés comme celui proposé par le Fonds de dotation présentent un fort intérêt en termes de biomasse**, et que **certains couverts sont plus performants à l'automne qu'au printemps** ;
- **Les effets sur les rendements en huiles essentielles existent et sont très variables** selon les parcelles suivies et peuvent être maîtrisées en :
 - détruisant partiellement le couvert aux périodes critiques de concurrence,
 - maîtrisant la largeur de la couverture végétale,
 - détruisant plus tôt le couvert
 - choisissant des espèces séchantes dès les remontées de températures pour arrêter le prélèvement des ressources plus tôt dans l'année.
- **Les modalités avec couverts paraissent moins sujettes à la maladie du dépérissement à Stolbur**, néanmoins cette tendance nécessitera d'être confirmée par une étude plus poussée.

6 Annexe : composition des mélanges fournis par le Fonds de dotation

Composition Mélange du Fonds 2021 (% en poids de chaque semence), 40kg/ha:

- Seigle fourrager : 30%
- Féverole de printemps : 30%
- Moutarde blanche intermédiaire : 10%
- Ers : 7,5%
- Tournesol : 7,5%
- Vesce de printemps : 5%
- Vesce commune d'hiver : 5%
- Pois d'hiver fourrager : 5%

Composition Mélange du Fonds 2022 (% en poids de chaque semence), 35kg/ha :

Avec céréales

- Seigle fourrager : 25,7%
- Féverole de printemps : 17,4%
- Moutarde blanche tardive - Sigma : 5,7%
- Radis fourrager – Apoll : 5,7%
- Ers : 7,5%
- Vesce commune d'hiver – José : 8,6%
- Pois de printemps fourrager – Andréa : 17,1%
- Pois d'hiver fourrager - Arkta : 17,1%

Sans céréales

- Féverole de printemps : 34,3%
- Moutarde blanche tardive - Sigma : 4,3%
- Radis fourrager – Apoll : 5,7%
- Ers : 8,6%
- Vesce commune d'hiver – José : 11,4%
- Pois de printemps fourrager – Andréa : 18,6%
- Pois d'hiver fourrager - Arkta : 17,1%