

Suivi de la fertilité du sol dans différents systèmes de cultures de légumes

Hélène VEDIE – Chloé GASPARI - Claire RICHON – Sara BOSSHARD

1- CONTEXTE ET OBJECTIFS:

Le projet vise à évaluer l'effet de systèmes de culture maraîchers innovants sur l'évolution de la fertilité du sol. Il a l'ambition d'apporter des éléments de réponse à la demande croissante de références sur l'agroforesterie et le maraîchage « bio-intensif ». Dans ce projet, prévu pour 6 ans, on suit l'évolution des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol, ainsi que le comportement des cultures, sur 3 « cas types » de gestion du sol. Les pratiques à l'étude sont 1) l'apport massif (de l'ordre de 500 t/ha) de broyat de branches d'arbres épandu sur le sol et non incorporé par le travail du sol 2) l'épandage de compost de déchets verts maintenu en surface et 3) l'intérêt du verger-maraîcher sur l'évolution de la fertilité du sol. Il s'agit de mieux cerner la faisabilité de ces techniques et de mesurer leur performance sur la qualité du sol, évaluée d'un point de vue physique, chimique et biologique.

Les apports de matières organiques ont été réalisés à l'automne 2018 sur le site de la ferme pilote de la Durette, en conservant des zones témoins de façon à pouvoir comparer les évolutions. Des analyses initiales de sol, physique chimique et biologique (état 0) et des matières organiques épandues ont été réalisées en 2018 (voir CR GRAB 2018 n°01121). L'impact des pratiques sur les différentes parcelles a été suivi sur les cultures de la saison 2018-2019.

2- MATERIEL ET METHODES

2.1 Dispositif expérimental : voir plan en annexe 1

***Parcelle Tunnel T4** – Epandage de compost de déchets verts (DV) en couche de 5 cm (environ 200t/ha), cultures sous abri froid.

Suivi sur la 2^{ème} planche à l'Est.

Comparaison de 10 m avec compost et 10 m sans compost (sol nu)

***Parcelle Rance 3** - Epandage de compost de déchets verts (DV) en couche de 5 cm cultures en plein champ.

Suivi sur la 1^{ère} planche.

Comparaison de 15 m avec compost et 15 m sans compost (sol nu)

***Parcelle Durance 3** – Epandage de broyat de bois en couche de 20 cm (environ 500 t/ha) en plein champ.

Suivi du sol sur la 2^{ème} planche à l'Est.

Comparaison de 20 m avec broyat et 20 m sans (sol nu)

***Parcelle Breizh 5** – Verger maraîcher

Suivi du sol à 1 m, 3 m et 5 m de la rangée d'arbres (Abricot variété TomCot de 5 ans)

2.2 Mesures et observations :

Pour les parcelles T4, Rance 3, Durance 3, avec apport massif (20 cm) de broyat de déchet ligneux ou épandage en surface de compost de déchets verts (5 cm), on suit régulièrement plusieurs indicateurs de la fertilité du sol, en comparaison à une parcelle témoin sans apport :

Variables mesurées :

- 1) sur source de matière organique épandue : quantité de biomasse (matière fraîche et matière sèche), teneur en azote et rapport C/N, caractérisation chimique
- 2) suivi des composants sols : structure (profil, test bêche), température, composition chimique, teneurs en différentes fractions de matière organique, indicateurs biologiques (dénombrement vers de terre, biomasse microbienne). Suivi régulier de l'azote minéral du sol.
- 3) performances du système pour différents légumes

Pour la parcelle Breizh 5, en verger maraîcher, le suivi concerne l'évolution des caractéristiques de sol en fonction de la distance au rang d'arbres : à 1m du rang, 3 m ou 5 m, sachant qu'il y a 10 m de largeur de légumes cultivée entre 2 double rangs d'arbres.

Variables mesurées :

- 1) Profil pédologique et cultural réalisé à l'automne 2018 (point 0) sur un transept perpendiculaire aux rangs d'arbres et de cultures maraîchères.

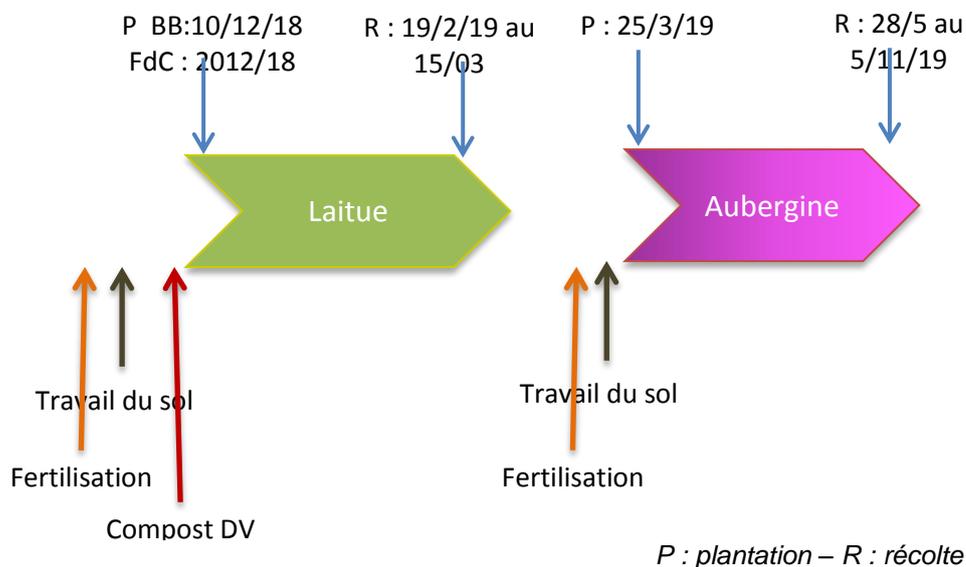
2) suivi des composants sols : structure (profil, test bêche), composition chimique, teneurs en différentes fractions de matière organique, indicateurs biologiques (dénombrement vers de terre, biomasse microbienne). Suivi régulier de l'azote minéral du sol.

3) comportement des légumes selon leur distance au rang d'arbres

3- RESULTATS :

3.1 Compost en surface sous abri : Tunnel 4

3.1.1 Planning de culture et opérations culturales :



Il n'y a eu qu'un apport de compost sur la parcelle, réalisé à l'automne 2018. L'analyse du compost épandu figure en annexe 2.

Culture de laitue : - variété batavia blonde (BB) : 82-125, plantée le 10/12/2018 ; densité 9,5/m²
 - variété Feuille de Chêne (FdC) : Ferega, plantée le 20/12/2018
 - Fertilisation : 1,75 t/ha ovinalp 4-5-10 + 1,45 t/ha tourteau de ricin 5-2-1
 Récoltes échelonnées du 19 février au 15 mars 2019

Culture d'aubergine : - variété Black Pearl, greffé sur porte-greffe KNVFFr ; densité 1,3/m²
 - Fertilisation : 2,7 t/ha 4-5-10 + 1,45 t/ha 5-2-1 + 0,6 t/ha farine de plumes
 Récoltes du 28 mai au 5 novembre 2019

3.1.2 Résultats culturaux :

Culture de laitue

Sur la première série de salades plantées, les batavias blondes, il y a eu des dégâts importants de limaces sur le témoin, pas sur la modalité compost. Les plants manquants ont été remplacés par des feuilles de chêne 10 jours après.

Les résultats culturaux ont été évalués sur plusieurs récoltes, en pesant à chaque fois 5 salades commercialisables par modalité (tableau 1).

Date	Variété	Poids moyen d'une salade (g)		
		Témoin	Compost	% compost / témoin
19/02/2019	FDC 82-125	183	207	113%
22/02/2019	FDC 82-125	191	243	127%
01/03/2019	FDC 82-125	296	368	124%
08/03/2019	BB Ferega	376	400	106%
15/03/2019	BB Ferega	338	509	151%

Tableau 1 : Poids moyen des salades récoltées sur la modalité compost et le témoin sol nu

Les salades ont eu une **croissance favorisée sur la modalité « compost »** : le poids moyen d'une salade est supérieur en moyenne de 22% pour les feuilles de chêne et 28% pour les batavias. Par ailleurs, la couche de compost a permis de maîtriser totalement les adventives, alors que des désherbages ont été nécessaires sur la modalité témoin.

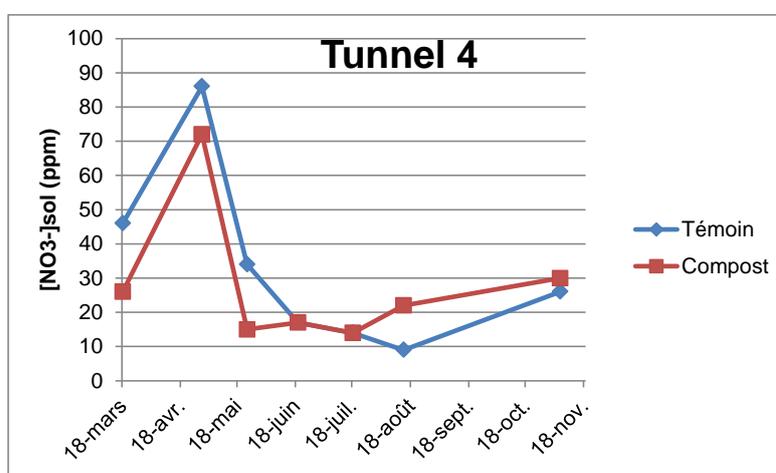
Culture d'aubergine

Il n'y a pas eu de mesures de rendement sur l'aubergine. La culture s'est bien déroulée, et il n'y a pas eu de différences visuelles de développement des plantes entre les modalités. Le travail du sol ayant incorporé le compost avant plantation, l'ensemble de la planche était sur paillage plastique.



3.1.3 Résultats des indicateurs sol :

Suivi des nitrates du sol :



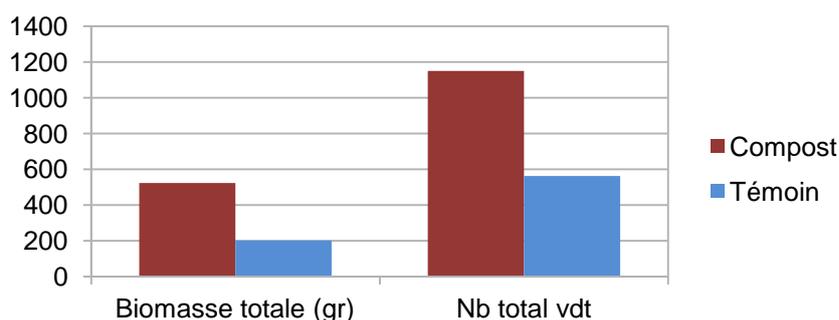
A la fin des cultures de salades mi-mars, la teneur en azote du sol est supérieure sur la modalité Témoin. La différence est visible jusqu'au mois de mai. Pendant la culture d'aubergine, les teneurs deviennent faibles à partir de mai, et se maintiennent jusqu'en novembre, sans différence notable entre les 2 modalités.

Appréciation de la structure du sol par tests bêche :

	Témoin	Compost
18 mars 2019 : fin de culture de laitue	La surface du sol est « croulée » et sèche. L'horizon supérieur, de 15 cm, est massif mais assez souple avec présence de mottes (3-5cm) compactes et de résidus de sorgho (été 2018) non décomposés. L'horizon sous-jacent est massif et compact.	En surface, l'épaisseur de compost est de 3-4cm environ. L'interface sol-compost est assez nette avec nombreux turricules. Le sol est + humide et + souple que dans le témoin, avec de nombreuses traces d'activité biologique. Il reste quelques mottes, moins nombreuses et moins compactes que dans le témoin
2 novembre 2019 : fin de culture d'aubergines	Structure massive mais très aérée + nombreuses galeries de vers de terre sur 15cm, puis couche de 10cm compacte et dense	Structure grumeleuse très souple sur 15 cm puis couche de 10 cm compacte et dense. En deçà de 25 cm, bonne structure.

Dénombrement des vers de terre (2/11/2019):

Tunnel 4

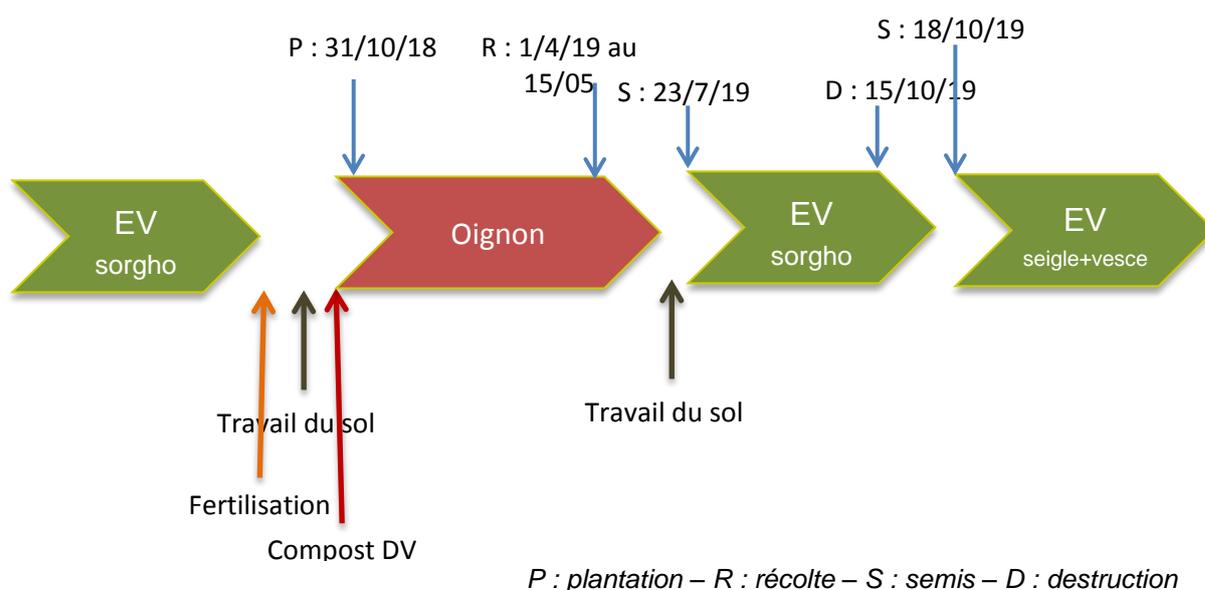


A la fin des cultures d'aubergine en novembre, le nombre de vers de terre est supérieur sur la modalité Compost avec plus du double de nombre de vers de terre au m². Les vers de terre étaient plus gros sur la modalité Compost, et on observe une biomasse au m² bien supérieure sur cette modalité.

On a dénombré un nombre important d'endogés juvéniles sur les deux modalités avec 73% de la population totale de vers de terre sur la modalité Témoïn, et 85% sur la modalité Compost.

3.2 Compost en surface en plein champ : Rance 3

3.2.1 Planning de culture et opérations culturales :



Culture d'oignons :

- variété Rossa Luna Firenze plantée le 31/10/2018 ; densité : 4 oignons/plant, 12,5 plants/m²
- Fertilisation : 1,5 t/ha Farine de plume
- Compost de déchets verts (plate-forme Entraigues) : environ 8 cm d'épaisseur épandu en surface après travail du sol

Récoltes échelonnées de début avril à mi-mai 2019

Engrais verts :

- Sorgho : engrais vert d'été semé le 23 juillet, plusieurs coupes pendant l'été – destruction aux disques fin septembre
- Seigle + vesce : engrais vert d'automne semé le 18 octobre. Pas de couvert car dégâts de fourmis au semis et limaces sur plantules.

3.2.2 Résultats culturaux :

Les observations 2019 ont uniquement porté sur la culture d'oignons. Pendant la phase de croissance, les oignons de la modalité « compost » étaient visuellement plus développés que ceux de la modalité Témoïn sol nu. Il n'y a eu aucun désherbage sur la modalité compost.

Les résultats culturaux ont été évalués sur 3 dates de récoltes, en pesant à chaque fois de 16 à 65 oignons commercialisables par modalité (tableau 2). A chaque date de mesure, le poids moyen des oignons est supérieur sur la modalité compost. En moyenne, le rendement est supérieur de 39% sur la modalité compost, avec 8,6 kg/m² contre 6,1 kg/m² sur le Témoin sol nu.

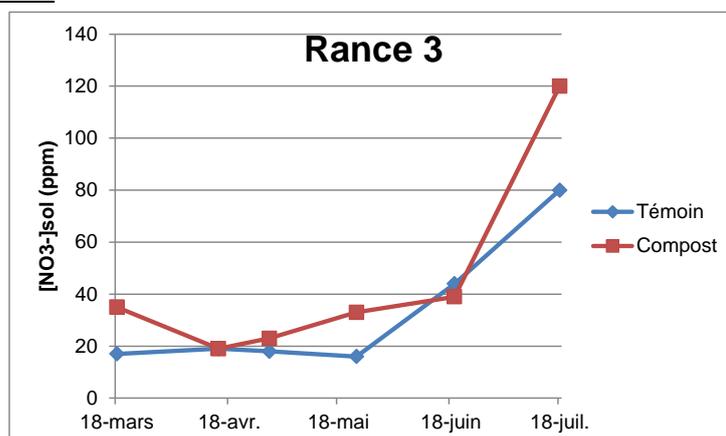
Date	Nb oignons pesés	Rendement (kg/m ²)		
		Témoin	Compost	% compost / témoin
4/04/2019	65	5,4	6,6	121%
11/04/2019	24	4,7	7,2	153%
30/04/2019	16	8,2	11,8	144%
Moyenne		6,1	8,6	139%



Tableau 2 : Rendement des oignons sur chaque modalité : valeur à 3 dates de mesure et moyenne

3.2.3 Résultats des indicateurs sol :

Suivi des nitrates du sol :



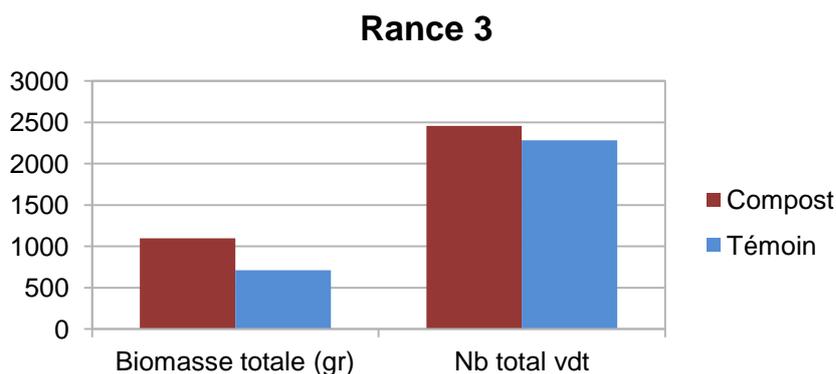
Les teneurs en azote nitrique sont globalement légèrement supérieures sur la modalité compost sur l'ensemble des mesures, mais les valeurs sont peu élevées, sauf pour la mesure réalisée en juillet.

Appréciation de la structure du sol par tests bêche :

Globalement, la structure est plus poreuse et les traces d'activité biologique plus importantes dans la modalité compost. Il y a une compaction de surface marquée sur la modalité témoin, alors qu'elle ne l'est pas sur la modalité compost, en lien avec la présence d'une grande quantité de MO et d'une densité d'adventices plus importante.

	Témoin	Compost
Hiver 2019 : sol nu	Compaction de surface (1 à 2 cm) liée aux orages. Nombreux résidus de sorgho présents à 4 cm ("lit" de paille). Hz assez massif entre 0 et 4 cm puis H1 jusqu'à 15 cm env.(rupture pas horizontale) : massif de structure Δ0, avec beaucoup de porosité et de MO (tiges et racines de sorgho). H2 : En dessous, jusqu'à 28 cm (fond de l'observation) structure grumelleuse à 90% + qqs mottes Δ0 (peu nombreuses, taille 3-4 cm). Globalement + massif et compaction de S plus marquée (aussi parce que moins d'adventices en surface) que modalité "compost".	Présence d'adventices plus importante en surface. Même localisation des résidus de sorgho (probablement liée à l'enfouissement par passage de disques superficiel). Compaction de S moins marquée. H1 prof 14 cm : très poreux, grumelleux avec beaucoup de MO (racines sorgho + compost), couleur noire, nombreux VDT. Puis couche peu épaisse massive et compactée. H2 jusqu'à 28 cm: + dense que H1 mais très grumelleux aussi : pas de compost mais quelques traces de descente. Plus de racines que dans le témoin.

Dénombrement des vers de terre (décembre 2019):

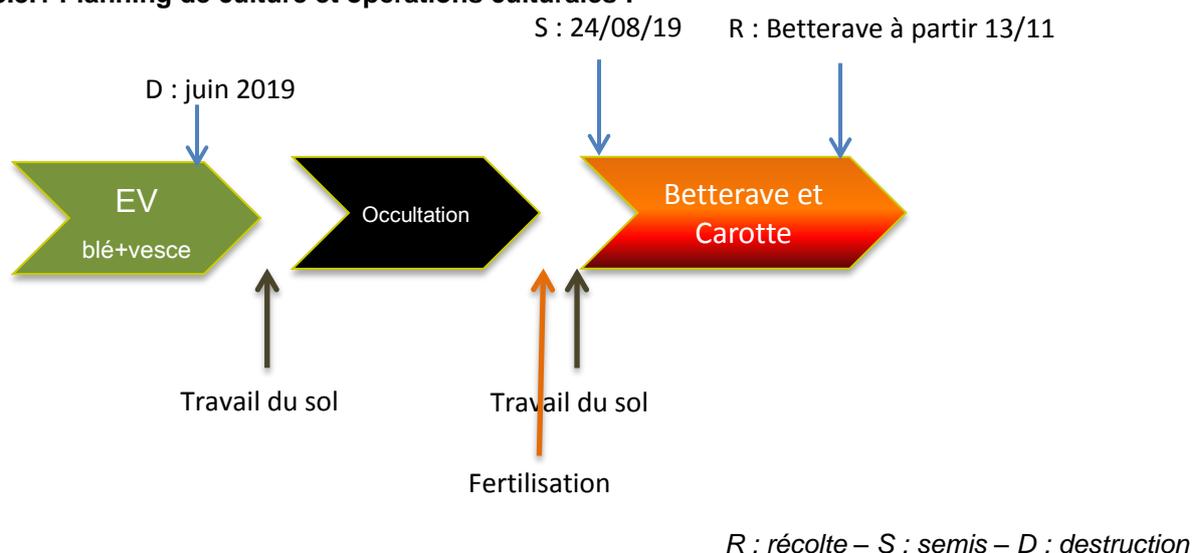


En décembre 2019, le nombre de vers de terre est très sensiblement supérieur sur la modalité Compost avec en moyenne 200 vers de terre de plus au m². Les vers de terre étaient un peu plus gros sur la modalité Compost, et on observe une biomasse au m² un peu supérieure sur cette modalité.

Le nombre de vers de la catégorie « endogés juvéniles » est important sur les deux modalités avec 82% de la population totale de vers de terre sur la modalité Témoin, et 72% sur la modalité Compost.

3.3 Broyat de bois en surface en plein champ : Durance 3

3.3.1 Planning de culture et opérations culturales :



Culture de betterave : - variété Kestrel, semée le 24/08/2019 sur la 1^{ère} planche
- Récolte : à partir du 13 novembre

Culture de carottes : - variété : Napoli, semée le 24/8/2019 sur la 3^{ème} planche
- Récolte : en 2020

En 2019, la parcelle a principalement été occupée par un engrais vert de blé et vesce.

Les cultures n'étant pas les mêmes sur la 1^{ère} planche située à 3 m du rang d'arbres, et sur la 3^{ème} planche située à 5 m, aucune comparaison et étude de l'effet de la distance au rang d'arbres n'a pu être réalisée.

3.3.2 Résultats culturaux :

Culture de courge

Il n'y a eu aucune différence visuelle de croissance et de vigueur entre les modalités, mais il n'y a pas eu de mesure de rendements. La couche de broyat a permis de maîtriser quasi totalement les adventices excepté le liseron. Des désherbages ont été nécessaires sur la modalité témoin, sur laquelle la flore adventice était très diversifiée.



Culture de courge le 18 juillet : vue d'ensemble et détail de la modalité « Broyat »

Culture de cébette :

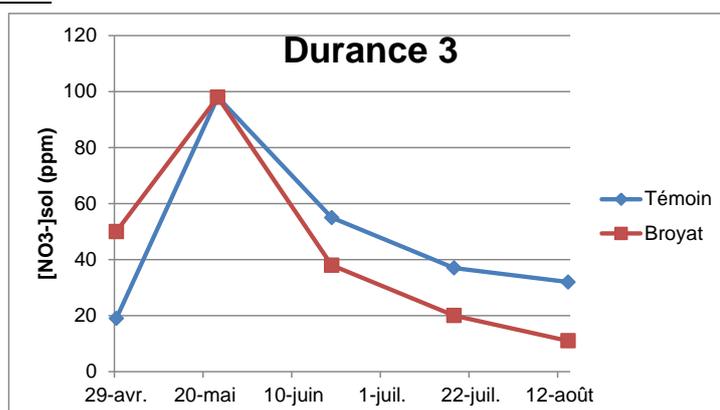
Les cébettes sont visiblement moins développées sur la modalité broyat. Elles semblent moins ancrées dans le sol, les racines ayant eu des difficultés à traverser la couche épaisse de résidus. L'humidité du sol est aussi très élevée sous le broyat, les nombreux orages de l'automne ayant gorgé d'eau la couche de résidus. Les cébettes souffrent donc probablement également de problèmes d'asphyxie racinaire.



Culture de cébette début janvier 2020 : sur témoin sol nu (gauche) et broyat (droite)

3.3.3 Résultats des indicateurs sol :

Suivi des nitrates du sol :

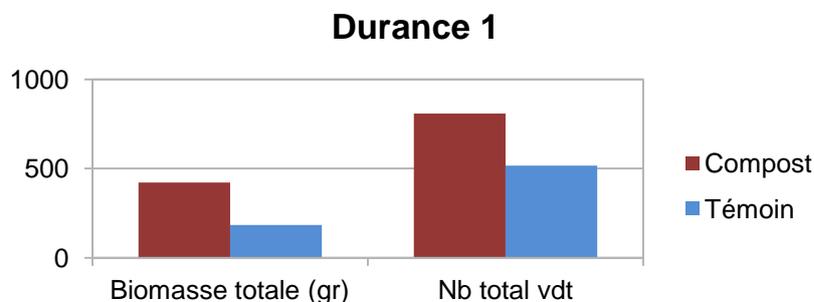


Les teneurs en azote nitrique sont globalement inférieures d'environ 20 unités N/ha sur la modalité broyat pendant la culture de courges.

Appréciation de la structure du sol par tests bêche :

Les producteurs ayant travaillé le sol avant que nous n'ayons pu passer pour réaliser le test bêche, nous n'avons pas de résultats en 2019 sur cet indicateur.

Dénombrement des vers de terre (décembre 2019) :

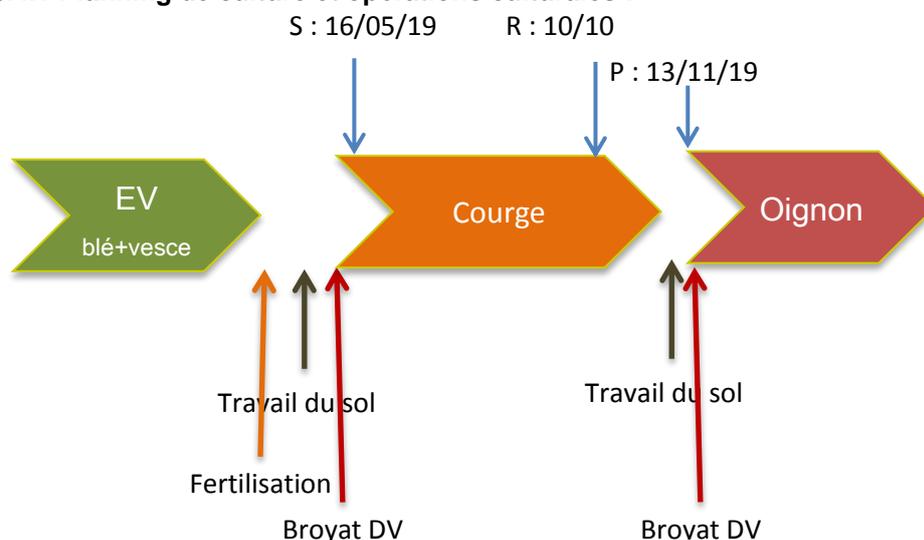


En décembre 2019, le nombre de vers de terre est supérieur sur la modalité Compost avec en moyenne 300 vers de terre de plus au m². Les vers de terre étaient bien plus gros sur la modalité Compost, et on observe une biomasse au m² un peu plus de 2 fois supérieure sur cette modalité.

La catégorie d'endogés juvéniles est toujours importante sur les deux modalités avec 77% de la population totale de vers de terre sur la modalité Témoin, et 87% sur la modalité Compost.

3.4 Verger Maraîcher : Breizh 5

3.4.1 Planning de culture et opérations culturales :



En 2019, 2 apports de broyat ont été réalisés sur la parcelle Durance 3. Les analyses des broyats figurent en annexe 2.

- Culture de courge :
- Broyat de bois : 20 cm épandu mi-avril avant plantation
 - variété Longue de Nice, semée le 16/05/2019 ; densité 0,6/m² (tous les 80 cm sur le rang)
 - Fertilisation : 1,2 t/ha Farine de plume

3.4.3 Résultats des indicateurs sol :

Suivi des nitrates du sol :

2 mesures ont été réalisées pendant l'engrais vert. On n'observe pas de différence de valeurs selon la distance à l'arbre.

Date		18/03/19	26/06/19
Breizh 5 [NO3-] ppm	1m	9	46
	3m	8	58
	5m	7	52

Appréciation de la structure du sol par tests bêche et dénombrement vers de terre :

Le test bêche étant destructeur et la culture de Carotte n'ayant été débarrassée qu'en mars 2020, nous n'avons pas pu réaliser de test bêche ni le dénombrement de vers de terre.

4- CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'année 2019 a permis de faire les 1ères observations sur l'impact d'apports importants de matière organique végétale en surface. L'impact d'un apport de compost de déchets verts a eu des résultats positifs à la fois sous abri et en plein champ. Par rapport au témoin sol nu, le compost a permis à court terme une meilleure production de salades et oignons, une activité biologique et une structure du sol favorisées, et la maîtrise quasi-totale des adventices. Le broyat de bois a eu le même effet sur la maîtrise des adventices. Il ne semble visuellement pas avoir eu d'impact sur la culture de courge, mais a plutôt eu un impact négatif sur la reprise des cébettes en conditions très pluvieuses. Les suivis se poursuivront l'an prochain pour étudier l'effet des pratiques à plus long terme.

Cette action a reçu le soutien financier de la Région Provence Alpes Côte d'Azur



ANNEE DE MISE EN PLACE : 2018 - ANNEE DE FIN D'ACTION : non définie

ACTION : nouvelle ●

en cours ○

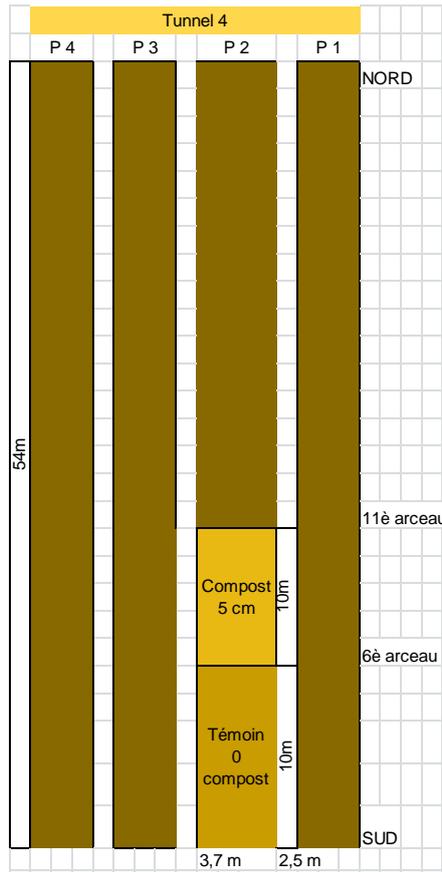
en projet ○

Renseignements complémentaires auprès de : H. Védie / C. Gaspari - GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9 – tel : 04 90 84 01 70 – fax : 04 90 84 00 37 – E-mail : helene.vedie@grab.fr – chloe.gaspari@grab.fr

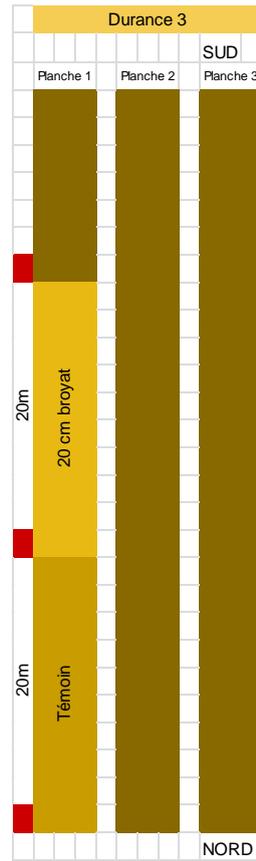
Mots clés : matière organique - maraîchage – fertilité sol – compost de déchets verts

Date de création de cette fiche : mai 2020

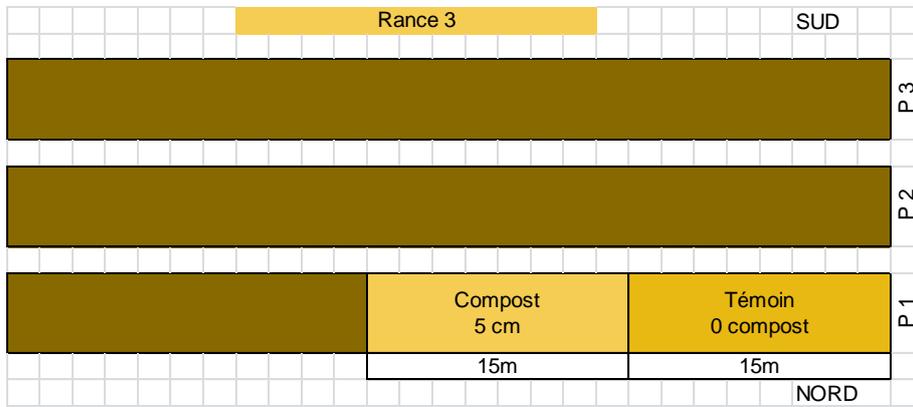
Annexe 1 : Plans des suivis sur les 4 parcelles de la Durette



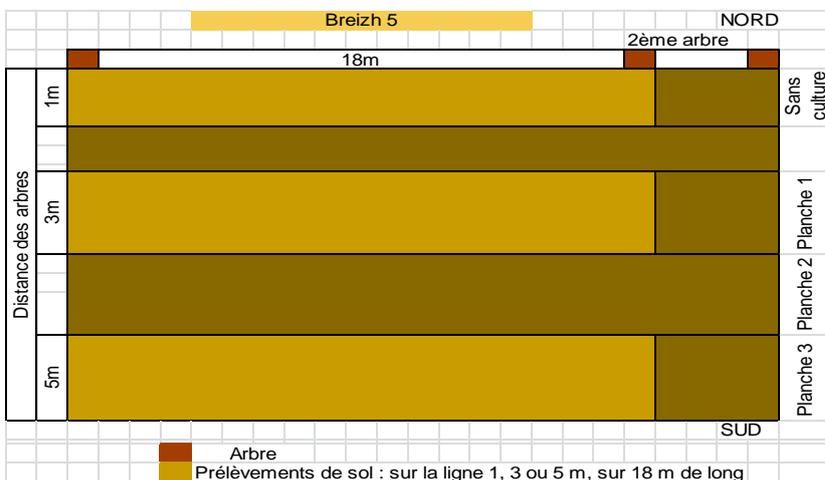
Plan suivi tunnel 4



Plan suivi Durance 3



Plan suivi Rance 3

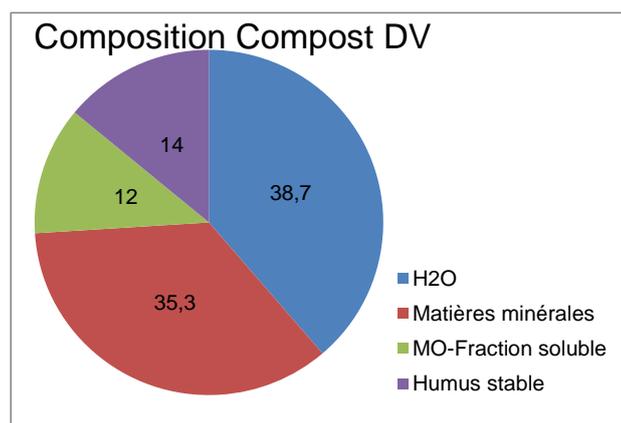


Plan suivi Breizh 5

Annexe 2 : Analyses du compost de DV et broyat de bois utilisés sur les essais

Analyses compost de déchets verts (plate-forme d'Entraigues) :

Analyse	% MS	C/N	Teneurs (en % de produit brut)						
			% MO	N total	N nitrique + N ammoniacal + N uréique (% de N total)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Mars 2019	61,3	18,9	26	0,69	0,3	0,44	1,24	0,56	9,44



Analyses Broyat de Bois (Terralis via Microterra) :

Analyse	Observations	% MS	C/N	Teneurs (en % de produit brut)						
				% MO	N total	N nitrique + N ammoniacal + N uréique (% de N total)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Mars 2019	Tas présent depuis + d'1an (évolué)	49,6	13,8	24,2	0,88	0,1	0,32	0,56	0,42	7,94
Janvier 2020	Nouveau lot pas évolué	40,5	38,3	29,1	0,38	0,3	0,14	0,23	0,2	3,45

