

Comparaison de différents engrais verts pour la pratique de la biodésinfection en maraîchage biologique sous abri essai GRAB 2011 – 2012

Hélène VEDIE - Christelle AISSA MADANI - Abderraouf SASSI

La biodésinfection est une pratique qui consiste à enfouir la biomasse végétale fraîche d'une culture dite assainissante et de l'associer à un bâchage par film plastique en période estivale : la solarisation. Parmi les plantes assainissantes aujourd'hui à l'étude, les intercultures appartenant à la famille des brassicacées et des alliées semblent particulièrement intéressantes car elles libèrent des molécules toxiques, voire biocides (isothiocyanates, thiosulfates...) qui peuvent limiter les dégâts occasionnés par certaines maladies cryptogamiques. Associées à une anoxie plus ou moins poussée provoquée par l'enfouissement de la matière végétale puis par le bâchage, les molécules toxiques libérées exercent une double sélection sur la microflore du sol, inhibant certains micro-organismes parmi lesquels des agents pathogènes, et favorisant d'autres populations bénéfiques.

Dans la famille des brassicacées, des variétés de **moutarde brune** semblent prometteuses pour la pratique de la biodésinfection car elles sont particulièrement riches en glucosinolates, précurseurs d'isothio- et thiocyanates, molécules volatiles et toxiques pour certains organismes du sol. Des résultats encourageants ont d'ores et déjà été obtenus contre la verticilliose, la fusariose, le corky-root et le rhizoctonia.

En 2010-2011, un essai comparant une moutarde brune riche en glucosinolates (variété Etamine) et un sorgho fourrager, a été mis en place sur la station expérimentale du GRAB. Cet essai a montré les limites d'utilisation de cette moutarde brune : sensibilité à la chaleur et à *Rhizoctonia solani*.

En 2011-2012, un nouvel essai est implanté sur la station d'expérimentation du GRAB avec 2 objectifs :

- compléter les références en testant différents engrais verts appartenant à la famille des Brassicacées en vue d'une potentielle utilisation en biodésinfection ;
- comparer l'effet de ces différents engrais verts associées à une solarisation estivale, sur l'état sanitaire d'une culture de laitue d'automne.

CONDITIONS DE CULTURE ET CALENDRIER

- **Site :** station du GRAB à Avignon (84), dans un tunnel conduit en AB.
- **Précédent :** essai variétal chou-rave, fenouil et Pack Choï (hiver 2010-11)
- **Biodésinfection : été 2011 :**
 - Les engrais vert ont été semés le 12 mai 2011 et broyés le 7 juillet au broyeur à marteaux. Le broyage a été réalisé un peu tardivement par rapport au stade préconisé (pleine floraison, premières siliques formées, où la concentration en sinigrine (glucosinolate) est maximale) en raison du décalage de floraison entre les différentes moutardes. L'enfouissement a été réalisé immédiatement après broyage avec un outil à dents (griffon) puis passage de herse rotative sur 20 cm de profondeur.
 - La solarisation a été installée le 8 juillet, après irrigation de 39 mm, et maintenue jusqu'au 12 octobre.
- **Culture de laitue : automne 2011 :** variété Astraca (Enza Vitalis, semences biologiques), plantation le 18/11/11, densité 14 plants/m², notations avant récolte le 10/02/12

PROTOCOLE

- **Dispositif :** essai à 4 modalités, parcelles élémentaires de 4 x 25 = 100 m², pas de répétition
- **Modalités :**

N°	Orientation	Modalités	Variété	Société	Densité de semis (kg/ha)
1	Sud-Ouest	Moutarde brune	« Etamine »	Soufflet	10
2	Sud-Est	Sorgho fourrager	« Piper »	Jouffray-Drillaud	50
3	Nord-Est	Moutarde brune	« Vitasso »	Jouffray-Drillaud	10
4	Nord Ouest	Roquette	-	Jouffray-Drillaud	20

- **Mesures et observations :**

Mesures sur les engrais verts :

- Développement et taux de recouvrement
- Rendement : mesures des biomasses fraîches et sèches sur 4 placettes de 1 m²

Suivi solarisation :

- Température du sol à 15,25 et 35 cm de profondeur (enregistrement toutes les demi-heures)
- Teneurs en eau et en nitrates sur l'horizon 0-25 cm du sol en début et fin de solarisation

Mesures sur salade :

- Suivi sanitaire pendant la culture
- Résultats culturaux : pesée de 4 placettes de 40 salades par modalité
- Attribution d'une note d'intensité d'attaque (classe 0 à 3) de *Sclerotinia* à la récolte (tableau 1) : 4 placettes de 40 salades par modalité
- Décompte du nombre total de salades fondues sur chaque parcelle élémentaire (1200 salades)

Classe	Symptômes
0	Salade saine : parage normal
1	Attaque faible, limitée au collet et aux feuilles de base (4 à 5 feuilles atteintes par le pathogène)
2	Attaque forte, nombreuses feuilles attaquées, salade non commercialisable (7 à 8 feuilles atteintes)
3	Salade non commercialisable : "fondue" ou parage excessif

Tableau 1 : Description des classes de notation des attaques de *Sclerotinia* spp. à la récolte

RESULTATS SUR LES ENGRAIS VERTS

• Développement des engrais verts :

Les engrais verts se sont globalement bien et rapidement développés, en raison de conditions climatiques très chaudes en mai et juin. Les différences de développement végétatif entre les 4 types d'engrais verts sont très nettes : le sorgho pousse rapidement et se développe en hauteur, la moutarde « Etamine » a également un développement rapide et commence à fleurir à peine 1 mois après semis, la moutarde « Vitasso » est moins haute, s'étale davantage et fleurit 15 jours après, tandis que la roquette se développe beaucoup moins vite et couvre moins le sol. Les principales caractéristiques se trouvent dans le tableau 2.

Signalons que, comme nous l'avions constaté l'année dernière, la moutarde brune « Etamine » est sensible au *Rhizoctonia* et c'est également le cas de la roquette: Des attaques précoces ont occasionné des zones sans végétation dans la culture, et on retrouve, au moment du broyage, quelques plantes atteintes (sèches), réparties un peu partout dans la parcelle.



Vue d'ensemble le 21 juin



Dégâts de *Rhizoctonia* sur moutarde brune et roquette

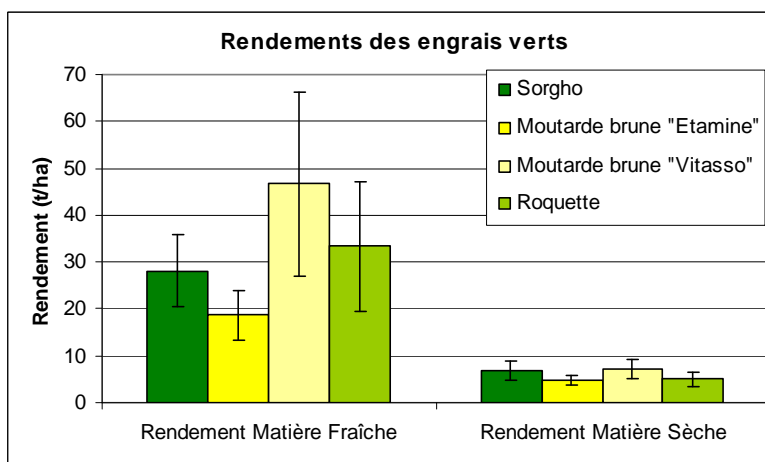
Modalité	Hauteur moyenne des plantes après 2 mois	Date de début floraison (nb jours après semis)	Sensibilité au <i>Rhizoctonia</i>
Sorgho	2 m	-	0
Moutarde brune « Etamine »	1,6 à 1,9 m	9/6 (S + 28j)	++
Moutarde brune « Vitasso »	0,8 à 1,6 m	22/6 (S + 41j)	+
Roquette	0,4 m	5/07 (S + 54j)	++

Tableau 2 : principales caractéristiques des engrais verts de l'essai

• Rendement des engrais verts :

Les biomasses et teneurs en matière sèche des engrais verts ont été mesurées le 30 juin, soit 49 jours après semis, sur 4 placettes par modalité.

Les rendements moyens en matière fraîche varient de 18,6 à 46,7 t/ha, ces deux extrêmes correspondant aux 2 variétés de moutarde brune. Les couverts sont cependant assez hétérogènes, comme en témoignent les valeurs des écarts-types. Les teneurs en matière sèche sont significativement inférieures pour la moutarde « Vitasso » et la Roquette (tableau 3). Les rendements en matière sèche obtenus varient de 4,8 t/ha pour « Etamine » à 7,2 t/ha pour « Vitasso ».



Graphique 1 : Rendements des engrais verts
Test de Newman-Keuls non significatif au seuil de 5%

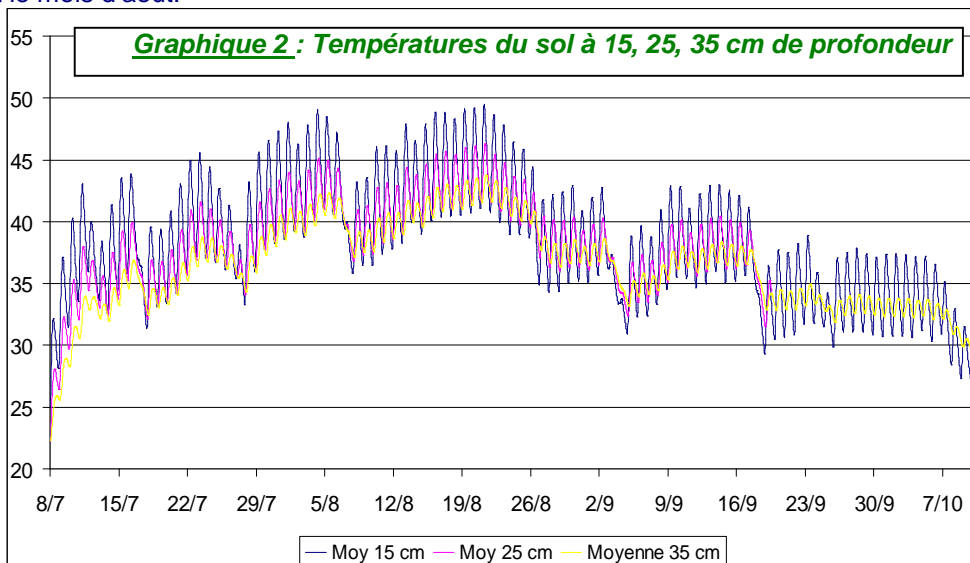
Modalité	Rendement MF (t/ha)	Rendement MS (t/ha)	% MS
Sorgho	28,2	6,9	24,2 (A)
Moutarde brune « Etamine »	18,6	4,8	26,1 (A)
Moutarde brune « Vitasso »	46,7	7,2	16,4 (B)
Roquette	33,3	5,0	15,8 (B)

Tableau 3 : Rendements et teneurs en matière sèche des engrais verts 49 jours après semis. Test de Newman-Keuls au seuil de 5%

RESULTATS SUR LA SOLARISATION

Les températures du sol ont été mesurées à 15, 25 et 35 cm de profondeur dès la pose du film de solarisation (le 8 juillet) et jusqu'à mi octobre. Les températures du sol s'élevèrent assez progressivement après la pose de la bâche. Le graphique 2 montre que sur la période suivie, la principale période de chauffe se situe entre la mi-juillet et la mi-septembre, où les températures de sol dépassent les 35°C jusqu'à 35 cm de profondeur. Les températures les plus élevées sont atteintes pendant le mois d'août.

La solarisation a été réalisée dans de bonnes conditions, comme en témoignent les fréquentes montées en température au-delà de 40°C. Le nombre d'heure où la température du sol à 25 cm de profondeur dépasse 40°C est de 1226 heures en moyenne sur l'ensemble de la solarisation. Cette durée de température élevée permet de présager d'un bon assainissement vis à vis des graines de plantes adventices et de la plupart des pathogènes du sol. Notons que cette année, le nombre d'heures où la température du sol a dépassé 40°C continue à augmenter après les 45 premiers jours de solarisation, durée minimale recommandée (tableau 4). Ceci peut s'expliquer par des mois d'août et septembre particulièrement beaux et chauds.



	Durée de solarisation	T (°C) à 15 cm	T (°C) à 25 cm	T (°C) à 35 cm
Nombre d'heures avec T°C ≥ 40°C	8/07 au 22/08 – 45 jours	1182	972	716
	8/07 au 18/09 – 72 jours	1630	1226	908
Nombre d'heures avec T°C ≥ 45°C	8/07 au 22/08 – 45 jours	386	88	0
	8/07 au 18/09 – 72 jours	429	89	0

Tableau 4 : Cumul du nombre d'heures où les températures du sol atteignent 40 ou 45°C durant la solarisation

En fin de culture des engrais verts, les teneurs en nitrates du sol sont très faibles, entre 6 et 12 ppm. En fin de solarisation, la disponibilité en azote est importante. Elle l'est particulièrement après les Brassicacées, qui génèrent environ 200 ppm de nitrates dans le sol, soit le double que le sorgho (tableau 5). Aucun apport de fertilisant n'a été réalisé après solarisation pour la culture suivante.

Modalité	NO3- (ppm)
Sorgho	106
Moutarde « Etamine »	176
Moutarde « Vitasso »	230
Roquette	186

Tableau 5 : Teneurs en nitrates sur 0-25 cm en fin de solarisation – 14 octobre 2011

RESULTATS SUR LA SALADE

• Intensité des attaques de *Sclerotinia* en fin de culture

Des attaques précoces de mildiou (un mois après plantation) ont amené à limiter les arrosages, créant des conditions hygrométriques peu propices au *Bremia* mais également à *Sclerotinia*.

Les premières fontes de salades dues à *Sclerotinia* ont été observées au 27/01/12, soit environ 2,5 mois après plantation. Globalement, les attaques de *Sclerotinia* ont été faibles jusqu'en fin de culture.

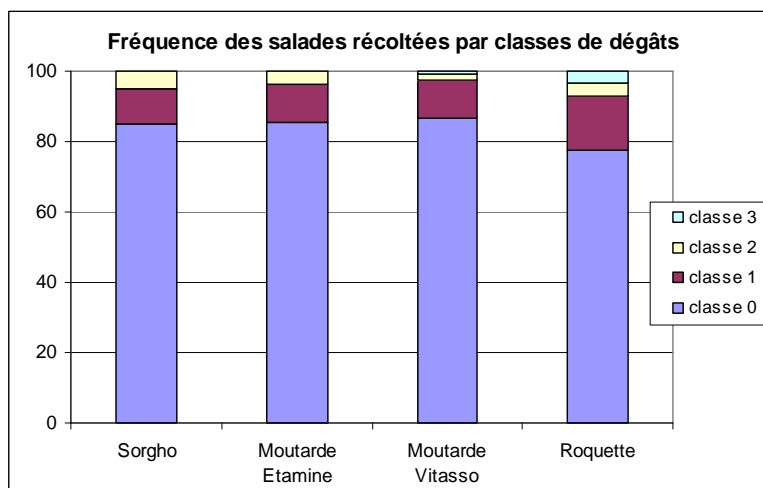
➤ **Résultats sur placettes (160 salades observées/modalité) : graphique 3**

Les salades récoltées sont saines (classe 0) à environ 80 % sur l'ensemble des modalités, et commercialisables (classe 0 + classe 1) pour près de 95% des salades. Dans ces conditions il n'y a globalement pas de différences significatives entre les différents engrais verts utilisés en biodésinfection.

Néanmoins, la différence est significative sur le nombre de salades fondues (classe 3) selon le traitement : il y en a près de 3% pour la roquette, modalité la plus touchée par le *Sclerotinia* (tableau 6)

➤ **Résultats globaux :**

Sur les plus de 1200 salades présentes dans chaque modalité, le taux de salades fondues est très faible : 1,7% au maximum, atteint par la roquette.



Graphique 3 : Fréquence des salades récoltées par classe de dégâts

Modalité	Orientation	Pourcentage de salades « fondues »	
		Sur placettes (160)	Sur ¼ tunnel (1200)
Sorgho	Sud-Est	0 (B)	1,64 %
Moutarde brune « Etamine »	Sud-Ouest	0 (B)	0,41 %
Moutarde brune « Vitasso »	Nord-Est	0,63 % (AB)	1,21 %
Roquette	Nord Ouest	3,13 % (A)	1,66 %

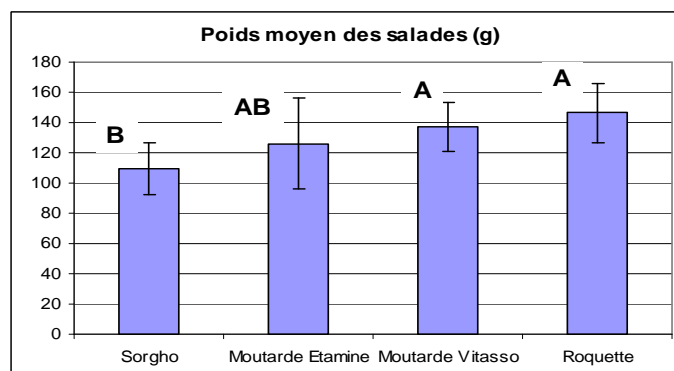
Tableau 6 : pourcentage de salades fondues (classe 3) observées sur l'essai. Test de Newman-Keuls au seuil de 5%

Dans les conditions de cet essai, avec une faible pression en *Sclerotinia*, nous n'avons pas observé de différence liée aux engrais verts utilisés en biodésinfection. Il est probable que la bonne efficacité de la solarisation dans les conditions de notre essai masque d'éventuels effets des engrais verts. Néanmoins, nous avons relativement plus de salades fondues dans la modalité «roquette», et moins dans la modalité «Moutarde Etamine».

• **Résultats culturaux**

En raison des problèmes de *Bremia*, qui ont débuté 1 mois après la plantation, de la limitation des arrosages pour tenter d'enrailler son développement, et des fortes gelées à partir de la fin janvier, les salades se sont peu développées. Les mesures ont donc eu lieu de façon anticipée le 10 février, et le poids moyen des salades n'excède pas 150 grammes.

Les poids moyens atteints par les salades sont globalement supérieurs après les Brassicacées, et notamment après la roquette et la moutarde Vitasso (graphique 4). Les laitues succédant à l'engrais vert de sorgho sont significativement plus petites. L'effet différencié des engrais verts se retrouve donc bien en terme de résultat cultural, sans lien visible dans cet essai avec un potentiel effet sanitaire, et malgré un éventuel effet homogénéisant de la solarisation.



Graphique 4 : Poids moyen des salades – 10/02/12. Test de Newman-Keuls au seuil de 5%

CONCLUSION

Les engrais verts testés dans cet essai se sont bien développés, malgré la sensibilité des Brassicacées à *Rhizoctonia*, et ont produit des biomasses fraîches et sèches importantes, comparables à celle du sorgho fourrager pour la moutarde brune Vitasso. Cette dernière s'est avérée moins sensible au *Rhizoctonia* et beaucoup plus productive que la moutarde brune Etamine.

La solarisation, qui a directement succédé au broyage des engrais verts, a été réalisée dans de bonnes conditions, avec de fréquentes montées en température au-delà de 40°C.

Cependant, la faible pression en *Sclerotinia* (moins de 3% de salades fondues), probablement liée à la bonne efficacité de la solarisation, n'a pas permis de discriminer les engrais verts pour un effet sanitaire. Par contre, les résultats culturaux sont différenciés en fonction du précédent, avec des poids moyen de laitues de 130 à 140 g après un engrais vert de Brassicacées, contre 110 g après le sorgho fourrager.

Il conviendrait de tester l'effet « biodésinfectant » des engrais verts en conditions de pression maladie plus importante, et probablement sans association avec la solarisation, pour mieux juger de leur potentiel.