
Mode innovant de gestion du sol en agriculture biologique et fertilité des sols

Claude-Eric Parveaud, Christelle Gomez (GRAB), Clémence Dieudonné (stagiaire GRAB)
Claude Bussi (INRA Gotheron)

1 - PROBLEMATIQUE

La limitation des intrants en agriculture conventionnelle et biologique est un enjeu de plus en plus fort et concret (mise en place de calendrier de retrait des matières actives par exemple). L'utilisation de solutions mécaniques comme par exemple pour le désherbage, est couramment utilisée en agriculture biologique. L'effet de ces pratiques sur les caractéristiques du sol et de la production est plus ou moins bien documenté selon les types de culture. Par ailleurs, le travail du sol n'est pas sans inconvénient d'un point de vue pédologique (e.g. limitation possible de l'activité biologique du sol), agronomique (e.g. limitation de l'enracinement superficiel) ou environnemental (e.g. coût énergétique de la traction mécanique). Des techniques alternatives d'enherbement du rang se sont développées mais leur effet sur la fertilité du sol reste peu évalué à long terme dans des dispositifs expérimentaux. Ces résultats sur Pêcher conduit en AB sont d'autant plus intéressants que l'enherbement limite en partie le développement des pourritures *Monilia sp.* (Gomez et Mercier, 2008), principal verrou technique à la production de pêche dans des systèmes en AB.

2 - OBJECTIF

L'objectif est d'évaluer l'effet de l'enherbement du rang sur la fertilité du sol et sur la production de pêche dans un système conduit en agriculture biologique. L'effet de l'enherbement sur plusieurs variables sera quantifié : fertilité physique, chimique et biologique ; rendement, calibre et qualité des fruits ; dégâts sur fruit à la récolte et analyse chimique foliaire. Les temps de travaux seront également notés.

3 - MATERIEL ET METHODE

3.1 - Lieu : INRA Gotheron (26).

3.2 - Matériel végétal

- Variété : 5 rangs de pêche blanche variété Bénédicte et 1 rang de pêche jaune variété INRA 6697 résistante à *Myzus persicae*.
- Porte greffe : Montclar.
- Année de plantation : 1999.
- Distance de plantation : 4 m × 5 m.
- Parcelle conduite en agriculture biologique.

3.3 - Dispositif expérimental

- La parcelle est constituée de 6 rangs de 24 arbres. Les deux rangs extérieurs (un de variété Bénédicte et l'autre de variété 6697) sont des rangs de bordure.
- 4 blocs (= 4 répétitions par modalité) sont disposés selon une orientation Nord Sud.
- Chaque bloc est constitué de 2 parcelles élémentaires. Une parcelle élémentaire est composée de 2 rangs de 6 arbres.

3.4 - Modalités

Les 2 modalités se distinguent par la gestion du sol sur le rang :

- Modalité Trèfle. Du trèfle blanc nain variété Huia a été choisi initialement pour son caractère de faible pousse et sa résistance à la sécheresse. Le Trèfle a été semé au printemps 2004, automne 2006, printemps 2009 et printemps 2011 (suite à un échec de reprise du semis à l'automne 2010), un semis partiel a été réalisé au printemps 2012 sur les zones où le trèfle n'avait pas bien poussé. L'inter rang est constitué d'un enherbement spontané.

- Modalité Travail du sol. La gestion du sol sur le rang est assuré par un travail mécanique réalisé 5 à 7 fois / an grâce à un outil à disque (Ommas). Il s'agit de la modalité considérée comme témoin. L'inter rang est constitué d'un enherbement spontané.

3.5 - Conduite de la parcelle et pratiques culturales

3.5.1 - Irrigation et fertilisation

- La parcelle est conduite en agriculture biologique
- L'irrigation est localisée et utilise des mini-diffuseurs (2 diffuseurs ayant un débit de 30 L/h par arbre). L'installation des tuyaux se fait à la fourche des arbres pour permettre le passage des engins sur la ligne d'arbre.
- Depuis 2006, la fertilisation de la modalité enherbement est divisée par 2 par rapport à celle du travail mécanique sur le rang. Le tableau I précise la nature des apports azotés en 2011-2012.

Tableau I : Nature et quantité des apports d'azote pour la saison 2012.

Date	Produit	Quantité produit		Quantité azote	
		Enherbement	Travail du sol	Enherbement	Travail du sol
Septembre 2011	Compost local	2,5 T/ha	5 T/ha	18 U	35 U
29/03/2012	10-7-0	200 Kg/ha	400 Kg/ha	20 U	40 U
29/05/2012	4-5-10	500 Kg/ha	1000 Kg/ha	20U	40 U

3.5.2 - Protection phytosanitaire

La protection phytosanitaire réalisée en 2012 est synthétisée ci-dessous (tableau II).

Cible	Matière active	Nombre de traitements en 2012
Cloque	Cuivre	2
Pucerons	Huile blanche	1
Tordeuse orientale	<i>Bt (delfin)</i>	1
Tordeuse orientale	Confusion sexuelle (rack 5)	Oui
Oïdium	Soufre	3

Tableau II : Nombre de traitements phytosanitaires réalisés en 2012 sur la parcelle expérimentale.

3.6 - Variables observées ou mesurées

3.6.1 - Fertilité physique (structure) : porosité du sol

La porosité du sol a été estimée grâce à la méthode de Beerkan simplifiée. La mesure de la vitesse d'infiltration d'eau dans le sol traduit la porosité du sol, variable principalement déterminée par la structure physique du sol (répartition sable, limon, argile) et par la présence de galeries de vers de terre. Les mesures (constituées de 6 répétitions par modalité) ont été réalisées le 25 avril 2012.

3.6.2 - Fertilité biologique : vers de terre

Des prélèvements de vers de terre, par tri manuel de la terre, ont été effectués le 26 avril 2012. La zone d'échantillonnage est située entre deux arbres et sa surface est de 0,25m² sur 20cm de profondeur. Les échantillons ont ensuite été identifiés et classés selon leur stade de développement (juvéniles ou adultes) et leur catégorie écologique.

3.6.3 - Teneur en eau du sol

Calcul quotidien du déficit hydrique (ETP – P). Suivi de la tension de l'eau dans le sol par des tensiomètres (sondes Watermark et enregistrement par un boîtier Monitor). 3 tensiomètres à 25 cm et 3 tensiomètres à 50 cm sont placés par modalité. Le suivi a été réalisé grâce à des sondes à enregistrement automatisé (boîtier Monitor). Le pas de temps d'enregistrement est horaire pendant la saison (mars à septembre) et toutes les 4h en dehors de cette période.

3.6.4 - Rendement, calibre et qualité des fruits

- Le poids de récolte est mesuré par bloc et par modalité pour l'ensemble du verger en distinguant la qualité des fruits (catégorie 1 : sans défaut et calibre > 56 mm; catégorie 2 : avec défauts visuels et/ou calibre < 56 mm).

- Le calibre et le poids moyen des fruits ont été mesurés sur la totalité des fruits de 8 arbres échantillons (1 arbre par bloc et par modalité) aux 2 dates de récolte. Puis, une mesure de l'indice réfractométrique des fruits a été réalisée sur un échantillon 3 fruits par calibre et par bloc, sur les 8 arbres échantillons (1 arbre par bloc et par modalité) aux 2 dates de récolte.

3.6.5 - Dégâts des bioagresseurs à la récolte

Une observation de l'état sanitaire des fruits a été réalisée sur un échantillon de 100 fruits par bloc (20 fruits par arbre, sur 5 arbres), soit 400 fruits par modalité, quelques jours avant la récolte. Les dégâts sur fruits causés par les principaux bioagresseurs (tordeuse orientale, petite mineuse, pucerons, monilia, oïdium) ainsi que par d'autres sources de dégâts (blessure mécanique, morsure non identifiée, dégâts d'épiderme) sont comptabilisés.

3.6.6 - Suivi conservation des fruits en post-récolte

Un suivi conservation des fruits en post-récolte est réalisé aux 2 dates de récolte sur un échantillon de 18 fruits par bloc et par modalité. Pendant une semaine les fruits moniliés sont comptés et retirés chaque jour.

3.6.7 - Volume d'intrants

La quantité et les dates d'apport d'intrants sont notées tout au long de l'année.

3.6.8 - Temps de travail

Les temps de travaux des interventions liés à l'expérimentation de l'entretien du sol sur le rang (semis de l'enherbement, coupe, travail du sol) sont enregistrés.

4 - RESULTATS

4.1 - Fertilité physique (structure) : porosité du sol

La vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol a été estimée grâce au test de Beerkan simplifié. Au 25/04/12, les vitesses d'infiltration de l'eau dans les deux modalités sont identiques et ont pour valeur 0.15 mm/s. Il n'y a pas de différence significative concernant la vitesse d'infiltration (Anova, $p = 0.9584$) (figure 1).

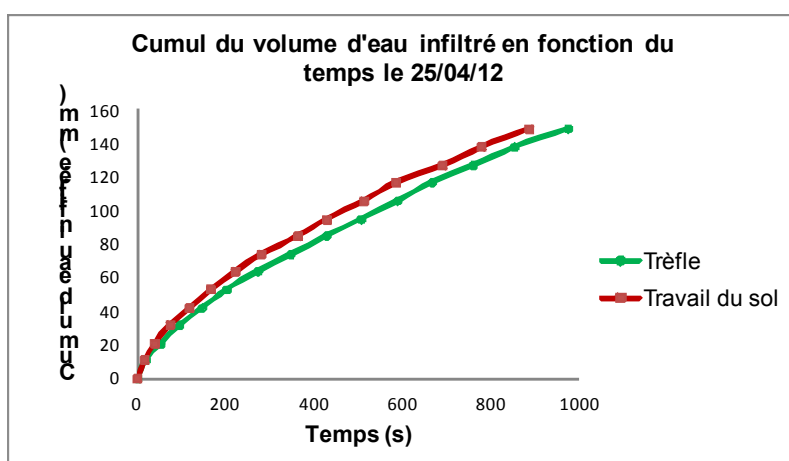


Figure 1 : Cumul du volume d'eau infiltré (mm) en fonction du temps (s) le 25/04/12. Six répétitions par modalité sont réalisées.

4.2 - Fertilité biologique

La communauté de vers de terre échantillonnée le 26/04/12 était dominée par les vers de terre anéciques *Aporrectodea nocturna* et *Lumbricus terrestris*, les vers de terre endogés *A. caliginosa* et *Allolobophora chlorotica* et les vers de terre épigés *L. castaneus*. Ces cinq espèces représentaient plus de 90% des vers de terre échantillonnés à cette date.

La densité totale des vers de terre échantillonnés le 26/04/12 est plutôt faible : 196 individus/m² dans la modalité enherbée et 105 individus/m² dans la modalité travaillée (figure 2). Cette faible densité peut être expliquée par un sol assez sec au 26 avril. Le 26 avril, un effet significatif des modalités (Anova, p=0.0006, test de Wilcoxon) est observé sur la densité moyenne de vers de terre. Cette différence est principalement expliquée de manière significative par une plus forte densité de vers de terre épigés (Anova, p=0.0017, test de Wilcoxon) et anéciques (Anova, p=0.0288, test de Newman Keuls) dans la modalité enherbée avec du trèfle (figure 2).

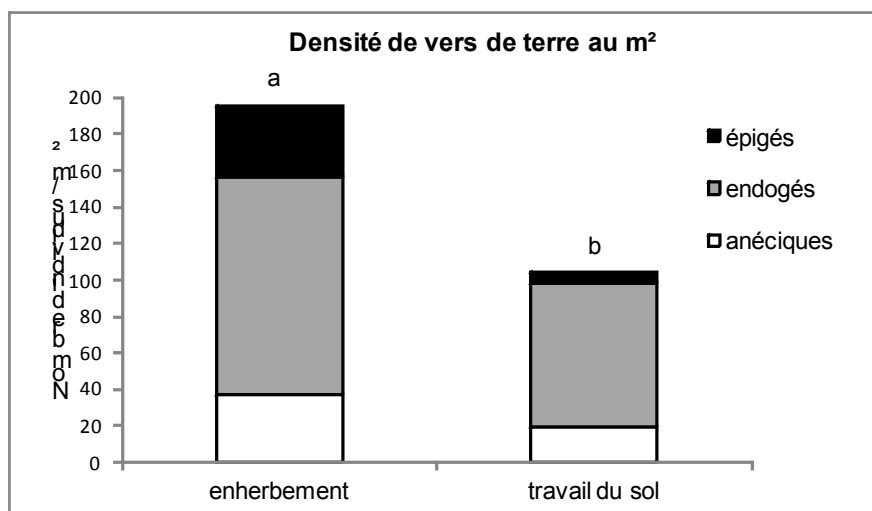


Figure 2 : Densité de vers de terre mesurée dans la modalité enherbée et travaillée le 26/04/12. Les catégories écologiques des vers de terre sont distinguées.

Au 26 avril, un effet significatif des modalités (Anova, p=0.0003, test de Wilcoxon) est observé sur la biomasse moyenne de vers de terre, avec une biomasse supérieure dans la modalité enherbée. Cette différence est principalement expliquée de manière significative par une plus forte biomasse de vers de terre anéciques (Anova, p=0.0182, test de Newman Keuls) et épigés (Anova, p=0.027, test de Wilcoxon au seuil de 10%) dans la modalité enherbée avec du trèfle (figure 3).

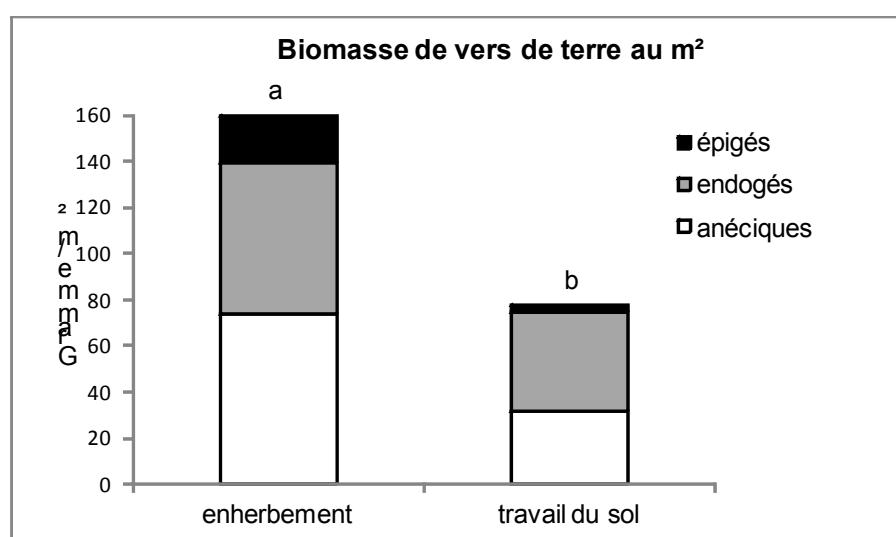


Figure 3 : Biomasse de vers de terre mesurée dans la modalité enherbée et travaillée le 26/04/12. Les catégories écologiques des vers de terre sont distinguées.

Un effet significatif de la modalité et de la catégorie écologique a donc été mis en évidence sur la densité et la biomasse de vers de terre.

L'observation d'une densité et d'une biomasse supérieures de vers de terre épigés et anéciques dans la modalité enherbée peut être expliquée par les hypothèses suivantes : (1) le travail du sol a entraîné une fuite de vers de terre épigés et (2) la présence de galeries plus nombreuses dans la modalité enherbée est en relation avec l'activité des vers de terre anéciques.

4.3 - Rendement, calibre et qualité des fruits

- Le rendement moyen calculé à partir des pesées de la récolte le 31/07/12 est de 10.46 t/ha et de 11.19 t/ha pour les modalités « enherbement » et « travail du sol » respectivement, en prenant en compte les fruits des catégories 1 et 2. Il n'y a pas de différence significative entre les deux modalités (Anova, $p=0.74$).

- Concernant le calibre, une majorité des fruits sont dans les catégories AA et A qui sont les mieux valorisées. On observe quasiment la même proportion de fruits en fonction des calibres dans les deux modalités (tableau III). Etant donné la variabilité des tendances depuis 2004 (effet positif, négatif, pas d'effet), l'entretien du sol ne semble pas expliquer seul les variations observées. D'autres facteurs (par exemple la charge des arbres) ont un effet très fort sur le calibre et peuvent facilement masquer un effet des modalités.

- On observe également un poids moyen des fruits pour chaque calibre similaire dans les 2 modalités (tableau III). Il n'y a pas de différence significative entre les deux modalités (Anova, $p>0.05$).

Modalité	Poids moyen d'un fruit (en g) en fonction du calibre				% de fruits en fonction du calibre			
	AA	A	B	C	AA	A	B	C
Travail du sol	190	140	100	70	82.3%	14.1%	2.2%	1.3%
Enherbement	190	130	100	60	85.9%	9.5%	2.4%	2.2%

Tableau III : Poids moyen d'un fruit de premier choix et pourcentage de fruits de premier choix, en fonction du calibre et dans les modalités « travail du sol » et « enherbement », aux 2 dates de récolte.

- Cette année, la teneur en sucre de la modalité travail du sol est significativement supérieure à celle de la modalité enherbement (Anova, $p=5.1 \times 10^{-5}$, test de Wilcoxon). L'IR est de 13.8 °Brix pour la modalité « travail du sol » et 12.3 °Brix pour la modalité « enherbement ». L'analyse des données antérieures ne permet pas de dégager une tendance évidente sur le jeu de données concernant un effet potentiel de l'enherbement sur le taux de sucre des fruits.

4.4 - Dégâts des bioagresseurs à la récolte

De manière générale les dégâts sur fruits à la récolte sont très faibles cette année (figure 4). Les principaux dégâts observés sont des dégâts d'épiderme (<7%), des dégâts dus aux pucerons (<5%), des blessures (<4%) et des morsures (<3.5%). Les dégâts de moniliose sont nuls dans la modalité enherbée et très faibles dans la modalité travaillée (0.75%). Aucun effet des modalités n'est mis en évidence (Anova, $p>0.05$).

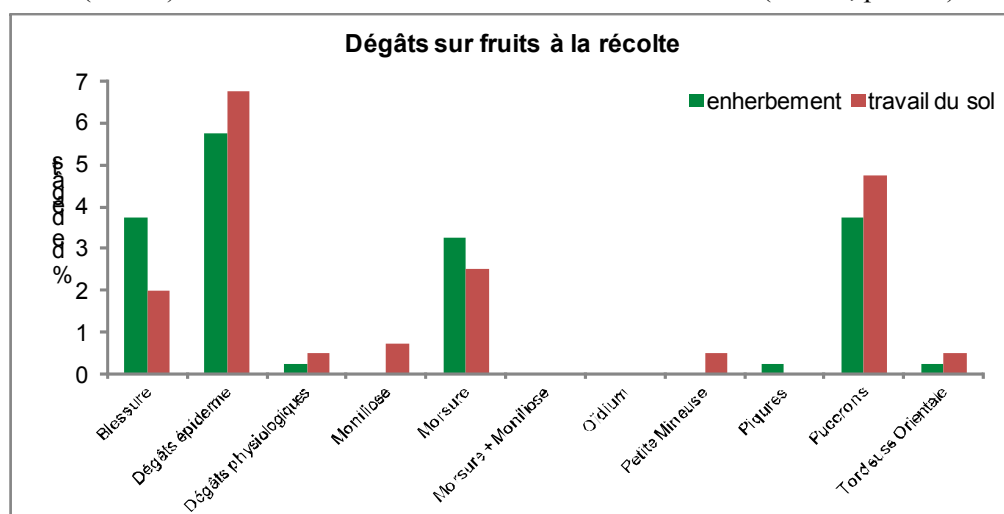


Figure 4 : Pourcentage de dégâts observés sur les fruits (bioagresseurs et/ou des défauts visuels) lors de la récolte le 30/07/12.

4.5 - Suivi conservation des fruits en post récolte

L'évolution des pourritures est assez lente cette année. Après 6 jours de suivi conservation, seulement 16% et 20% de fruits sont moniliés, respectivement après la première et la seconde récolte (figure 5). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre les deux modalités testées (Anova, $p > 0.05$) pour les 2 suivis.

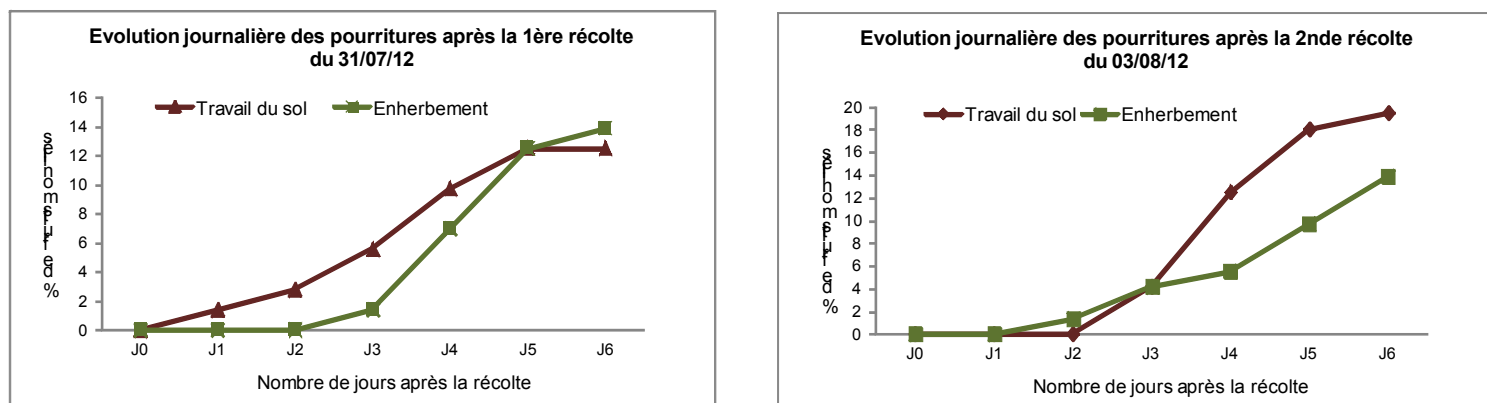


Figure 5 : Evolution journalière des pourritures après la 1^{ère} récolte du 31/07/12 et la 2^{nde} récolte du 03/08/12.

4.6- Temps de travail

Dix interventions avec traction sont relevées pour l'entretien du sol sur le rang selon la modalité « travail du sol » pour 2 seulement pour la modalité « enherbement », pour préparer le semis du trèfle qui sera normalement installé pour plusieurs années. En heures de main d'oeuvre pour l'entretien du sol sur le rang, la modalité enherbement est inférieure à la modalité travail (36.5 h/ha contre 52 h/ha). Il faut néanmoins rajouter pour la modalité enherbée environ 50 h/ha de travail pour le semis à la main du trèfle sur le rang, mais l'opération n'est normalement pas à renouveler chaque année.

5 - CONCLUSION

La mise en place des modalités sur la parcelle expérimentale a été initiée en 2004. Voici les différents éléments qui peuvent être retenus depuis 8 années d'essai :

- L'enherbement permet sur cette parcelle de diviser par 2 depuis 2005 les quantités d'azote apportées sans pénaliser le rendement et la qualité commerciale des fruits. L'effet de l'enherbement sur le calibre des fruits est variable selon les années : positif (2008), négatif (2007, 2009) ou sans effet (2006, 2010, 2012).
- Une forte variabilité de la densité en vers de terre a été observée dans le temps et en fonction des modalités. L'enherbement semble favoriser les vers de terre endogés ou anéciques et surtout épigés dans notre situation.
- Une vitesse d'infiltration de l'eau plus élevée a été observée dans la modalité enherbée (résultat significatif à une date et proche du seuil de significativité pour les deux autres dates) en 2011. Ceci peut être expliqué par l'épais tapis racinaire du trèfle (qui est associé à une forte densité de vers de terre épigés). En 2012, la vitesse d'infiltration de l'eau était la même dans les 2 modalités.
- Le suivi de la disponibilité en eau du sol met en évidence des variations de la teneur en eau du sol plus faibles dans la modalité enherbée. Ceci suggère un effet tampon de l'enherbement. Le rythme de grossissement des fruits pourrait être plus régulier dans la modalité enherbée avec du trèfle, et ainsi limiter le nombre de microfissures sur les fruits qui sont des portes d'entrée pour les monilioses (résultats 2004-2008 sur le grossissement des fruits).

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2004 - ANNEE DE FIN D'ACTION : 2014

ACTION : nouvelle ● en cours ○ en projet ○

Renseignements complémentaires auprès de : Claude-Eric Parveaud, Christelle Gomez, Gilles Libourel, Sophie-Joy Ondet et François Warlop.

GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9 - tél. 04 90 84 01 70 - fax. 04 90 84 00 37 ou antenne Rhône-Alpes : tél. 04 75 59 92 08 - mail : claudeeric.parveaud@grab.fr, christelle.gomez@grab.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : Agriculture biologique - Pêcher - Fertilité - Sol - Enherbement

Date de création de cette fiche : décembre 2013