

Maraîchage bio infos

DOSSIER SPECIAL

Fertilisation azotée en maraîchage biologique de plein champ : résultats des essais du GRAB

Hélène VEDIE

En agriculture biologique, la gestion de la fertilité des sols est principalement assurée par la pratique de rotations diversifiées, l'insertion d'engrais verts et notamment de légumineuses dans la rotation et l'apport régulier de matières organiques. Ces pratiques améliorent la structure du sol et favorisent le développement de micro-organismes du sol, qui vont dégrader la matière organique brute et permettre la formation d'humus d'une part et la libération de matières assimilables d'autre part.

Si les techniques de gestion de la fertilité des sols permettent bien souvent de couvrir les besoins des cultures en phosphore, potasse et oligo-éléments, il n'en va pas toujours de même pour la gestion de l'azote. L'azote, facteur clé du rendement, est plus délicat à piloter en maraîchage car les besoins des plantes sont importants, sur une durée limitée et que l'azote nitrique, forme sous laquelle les plantes absorbent l'azote, n'est pas retenu par le sol. Si les besoins d'un grand nombre de cultures coïncident souvent avec les phases de minéralisation active du sol (sol chaud et humide, de mai à octobre en général), les fournitures par le sol peuvent ne pas suffire en cas de culture précoce au printemps ou de cultures assez longues et exigeantes (tomate, aubergine, poivron, chou, concombre...). De ce fait, les apports d'engrais azotés, dont la minéralisation est relativement rapide, est souvent nécessaire en maraîchage. La difficulté est de bien doser les apports, car d'une part les références des besoins de cultures sont en général anciennes et issues du conventionnel, et d'autre part les références de fournitures par le sol sont mal connues, surtout en AB où les politiques d'entretien du sol doivent *a priori* les favoriser.

L'objectif des essais menés en plein champ depuis 2005 est donc de mieux cerner la dose d'engrais à apporter pour différentes cultures de plein champ dans un contexte de maraîchage relativement extensif, avec une pratique régulière d'engrais verts.

Le site d'essai

La parcelle, située dans le Gard, est cultivée en AB depuis 2004. Le sol est moyennement profond (70 cm), calcaire (pH>8), assez filtrant avec une texture sablo-argilo-limoneuse et la présence de cailloux et graviers.

Le système de culture fait en général alterner une culture de printemps-été et un engrais vert de vesce+avoine+orge semé à l'automne et broyé au printemps. Le travail du sol repose sur un labour de printemps et la réalisation de planches de cultures avec un enfouisseur de pierres.

Aucun apport d'amendement organique n'est réalisé sur la parcelle. L'entretien de la fertilité est assurée par la pratique importante des engrais verts, et des engrais organiques apportés au printemps avant plantation.

Le dispositif expérimental

- Les cultures :

Les essais ont été menés sur cultures de courge, poireau, oignon et choux pommés.

Culture	Année	Planning (plantation-récolte)	Précédent	Engrais vert	NO3- (ppm) initial
Courge potimarron	2005	15 mai/12 sept.	-		105
Oignon cébette	2006	mi-mars/fin juin	Courge		29
Poireau	2007	23 mai/12 nov.	Sainfoin 2 ans	Orge+vesce+avoine	53
Chou vert lisse	2008	18 juil./25 nov.	Poireau 2007	Orge+vesce+avoine	26
Chou frisé	2008	18 juil./11 déc.	Poireau 2007	Orge+vesce+avoine	25
Courge butternut	2009	29 mai/10 sept.	Orge+vesce+avoine 18 mois		46

Tableau 1 : cultures suivies entre 2005 et 2009 en plein champ

- Les modalités :

Sur chacune des cultures, on a comparé 4 doses croissantes d'azote total apporté : 0 kg/ha – 50 Kg/ha – 100 kg/ha – 150 kg/ha où l'engrais utilisé est le tourteau de ricin, et 2 formes d'engrais organique différentes : pour la dose 100 kg N/ha, le tourteau de ricin (modalité « 100-1 ») est comparé à un autre engrais : Italpollina 4/4/3¹ de la société CPN ou Orga 6/3/3² de la société Phalippou Frayssinet (modalité « 100-2 »). On épand du patentkali (30 % K₂O) en complément de façon à apporter 200 kg de K₂O/ha sur toutes les modalités.

		Doses d'azote (Kg N /ha)				
Dose d'engrais (t/ha)	Modalité	0	50	100-1	150	100-2
	Tourteau de ricin (5,3 % N)		1	1,9	2,8	
	6/3/3 (6% N) ou 4/4/3					1,65 ou 2,5
	Patentkali	0.6	0.55	0.51	0.47	0.375
	Correspond à N/P/K	0/0/200	52/20/200	100/38/200	150/56/200	100/50/200

Tableau 2 : Modalités des essais fertilisation

Les engrais sont apportés au moment de la plantation et enfouis à l'enfouisseur de pierres.

- Le dispositif :

Le dispositif expérimental est un essai bloc à 5 modalités et 4 répétitions. Les parcelles élémentaires sont de 1,4 m (largeur de la planche de culture) sur 5 à 8 m linéaires, selon les cultures.

Les mesures et observations portent sur la vigueur des plantes, les problèmes sanitaires, le rendement (mesures sur 1 placette/parcelle élémentaire) et l'évolution des teneurs en azote nitrique du sol par analyse nitratecheck tous les mois environ (1 échantillon composite de 12 prélèvements sur 0-25 cm par parcelle élémentaire, sur 3 blocs).

Des teneurs en azote nitrique du sol qui respectent *grosso-modo* la logique des doses d'azote apportées

La mesure des teneurs en azote nitrique du sol donne souvent des résultats très hétérogènes, qui ne sont pas toujours aisés à interpréter. Les différences ne sont significatives qu'en 2007 et 2008, et à 2 dates de mesures uniquement. Mais les tendances sont relativement constantes sur les différentes années d'essais :

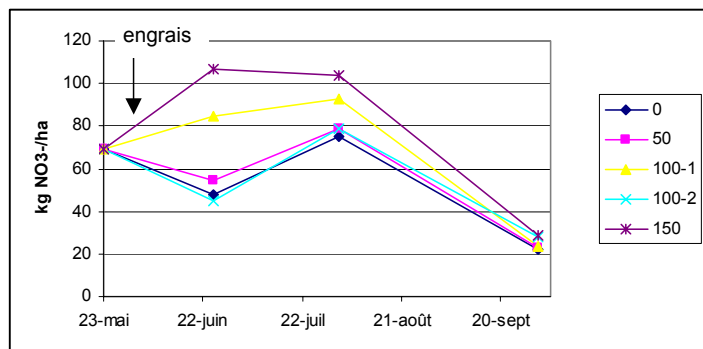
- On constate en général des teneurs qui respectent en moyenne la logique des apports réalisés pendant 2 à 3 mois, puis des valeurs très fluctuantes, qui peuvent devenir assez basses à partir du mois de septembre. En général, dans les modalités fertilisées avec le tourteau de ricin, les modalités « 100 » et « 150 » génèrent les plus fortes teneurs en nitrates dans le sol.
- Pour les modalités « 100 », les teneurs en nitrates des parcelles fertilisées avec du tourteau de ricin (« 100-1 ») sont plus élevées que dans les parcelles fertilisées avec les engrais 6/3/3 ou 4/4/3 (« 100-2 »). Cette observation indique que la minéralisation du tourteau de ricin est plus importante, bien que cet engrais soit en général qualifié de « moyennement rapide ». Ce résultat confirme par ailleurs ceux obtenus lors d'essais d'incubation in vitro (GRAB, 1998).

Le graphique 1 illustre ces évolutions en 2007 sur poireau (a) et en 2009 sur courge (b).

¹) Composition de Italpollina de la société CPN : litière d'élevage extensif (fumier de volaille) contenant des matières d'origine végétale (paille, fibres, coques de céréales). Il est déshydraté à moyenne température pendant plus d'une heure

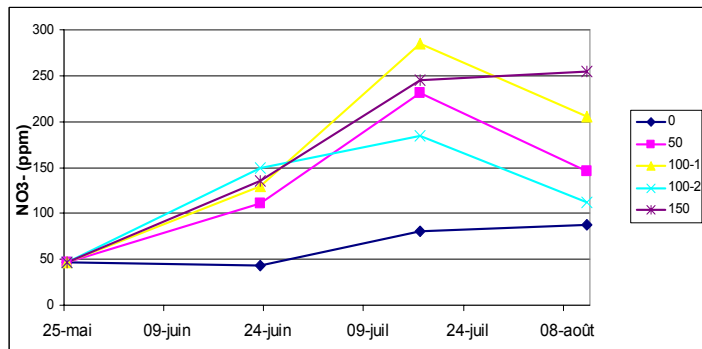
² L'engrais Orga 6/3/3 est composé de tourteaux végétaux (café, cacao), vinasses de betteraves, bourres de laine compostées, poudre d'os hydrolysées, plumes hydrolysées et guano d'oiseaux

Graphique 1 : Evolution de la teneur en nitrates du sol sur 0-25 cm



a : Poireau 2007

Les différences sont statistiquement significatives pour les dates du 25 juin et 2 août, elles ne le sont pas aux autres dates. Le tourteau de ricin aux doses de 100 et 150 kg N/ha assure donc une disponibilité en azote minéral plus élevée dans l'horizon supérieur que les autres modalités.



b : courge 2009

Les teneurs en azote minéral dans l'horizon supérieur ne sont pas statistiquement différentes, du fait de la grande variabilité intra-modalité des mesures. On note cependant que les valeurs sont TRES élevées pour tous les traitements sauf pour le témoin sans fertilisation.

Peu d'impact des différentes doses d'azote sur le développement des cultures

Globalement, on n'a pas observé de différences de vigueur statistiquement significatives sur les différents essais, sauf sur oignons en 2006. En tendance, on a mesuré des vigueurs plus faibles sur les témoins sans azote sur toutes les cultures suivies, notamment lors des premières dates de notation. Sur choux, la différence importante (bien que statistiquement non significative) constatée après 1,5 mois de culture s'amenuise ensuite, comme l'illustre le tableau 3.

Modalité	Dates d'observations		
	5 sept (P+49 j) 20 feuilles	2 oct (P+76 j)	25 nov (P+129 j)
0	3,8	4,1	4,1
50	4,3	4,3	4,4
100-1	4,5	4,4	4,4
100-2	4,0	4,4	3,9
150	5,0	4,9	4,8

Tableau 3 : Notations de la vigueur (1 à 5) du chou frisé en 2008

Par ailleurs, les observations des maladies et ravageurs réalisées sur les essais n'ont jamais permis de mettre en évidence de différences entre les modalités.

Des rendements qui ne dépendent pas toujours des doses d'azote apportées...

Les principaux résultats obtenus sur les essais figurent dans le tableau 4. Les résultats de 2005 et 2006 n'apparaissent pas en raison de problèmes de culture (mauvaise gestion de l'eau en 2005) ou de protocole (doses d'azote différentes en 2006) ne permettant pas l'extrapolation.

Seuls les résultats de l'essai mené sur courge butternut en 2009 diffèrent de façon significative : les meilleurs rendements sont obtenus pour les fertilisations au tourteau de ricin de 100 ou 150 kg/ha, indifféremment. Dans cet essai, la dose de 100 kg N/ha est l'optimum agronomique ET économique.

Sur poireau et choux, les rendements ne sont pas statistiquement différents. On constate cependant, et notamment pour les choux verts, qu'en TENDANCE, le rendement croit avec la dose d'azote apportée ; Mais les résultats étant hétérogènes sur la parcelle, l'analyse statistique ne permet pas de discriminer les modalités.

On observe également que le deuxième engrais testé (modalité « 100-2 »), quel qu'il soit, a donné de moins bons rendements que la même dose apportée par le tourteau de ricin. Dans l'essai sur courge, il se retrouve au même niveau que le témoin non fertilisé...

RENDEMENT (kg/m ² paillé)	0	50	100-1	100-2	150	Proba <5%
Poireau 2007	3,3	3,8	3,8	3,5 (1)	3,5	ns
Chou vert lisse 2008	4,0	3,8	4,3	4,1 (1)	4,7	ns
Chou frisé 2008	2,1	2	2,3	2,0 (1)	2,4	ns
Courge butternut 2009	7,2 (B)	8,3 (AB)	9,8 (A)	7,0 (2) (B)	9,8 (A)	S

Tableau 4 : Rendements obtenus sur les essais de 2007 à 2009

Les chiffres suivis d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5% (test de Newman-Keuls)

(1) Italtollina 4/4/3 – (2) Orga 6/3/3

Des résultats... qui soulèvent des interrogations

Les résultats obtenus sur ces essais montrent que :

- 1) Dans des rotations peu intensives avec engrais verts systématiques, la fertilisation azotée des cultures de printemps/été, qui valorisent bien la minéralisation estivale de l'azote du sol, peut rester limitée sans que le rendement soit pénalisé ;
- 2) En tendance, les doses d'azote plus élevées génèrent des quantités de nitrates plus importantes dans le sol et des rendements légèrement supérieurs MAIS il n'y a pas de lien direct entre la concentration mesurée dans le sol sur 25 cm et le rendement. Par exemple, les teneurs mesurées pendant la culture du poireau (graphique 1 a) restent peu élevées, oscillant entre 40 et 80 kg NO₃-/ha pour le témoin 0 et 70 à 110 pour les doses 100 et 150, mais on n'a pas de différences de rendement. Inversement, les teneurs sont très élevées pendant la culture de courge (graphique 1 b), au-delà de 100 ppm sur toutes les modalités sauf le témoin 0, et on a des différences de rendement entre traitements. Il serait donc illusoire de caler des doses d'éventuelle re-fertilisation sur la seule mesure de l'azote nitrique du sol sur 0-25 cm.
- 3) On peut obtenir des résultats très différents selon l'engrais utilisé : dans nos essais, les résultats obtenus avec les tourteaux de ricin sont bien meilleurs qu'avec les autres engrais testés, confirmant que les matières premières utilisées peuvent avoir plus d'impact que la dose d'azote total apportée.

Les références acquises ne sont pas suffisantes pour aboutir à des préconisations de fertilisation pour les producteurs. Il serait risqué de vouloir généraliser ces résultats, qui ont été obtenus dans un contexte de maraîchage peu intensif avec engrais verts systématiques, sur un sol plutôt favorable à des minéralisations importantes et pour des cultures qui peuvent valoriser ces minéralisations. De nombreux essais seraient à mener pour mieux préciser la fertilisation azotée des cultures maraîchères en bio selon le caractère plus ou moins intensif du système de culture, l'apport ou non d'amendements organiques, la pratique ou non d'engrais verts et bien sûr dans différents types de sol. Il faudra donc poursuivre et étayer ces travaux les années à venir. A court terme, nous mettons en place des essais intégrant plus de « produits » fertilisants différents de façon à valider dans des essais au champ, les potentiels de minéralisation de différents engrais du commerce, qui ont fait l'objet de comparaison en conditions de laboratoire (incubations) par le passé.

Nous tenons à vivement remercier Monsieur Didier Muffat qui a généreusement hébergé les essais sur son exploitation.