

Raisonner la fertilisation en maraîchage biologique

Par Hélène Védie (GRAB)

La fertilisation en maraîchage biologique est sans aucun doute encore un vaste domaine à explorer. Le manque de références sur les besoins des cultures d'une part, et sur les possibilités de fournitures du sol par minéralisation d'autre part, amène bien souvent les producteurs à "naviguer à vue" en utilisant des doses standards, qui ne reposent pas sur des bases agronomiques éprouvées.

Le développement récent des diagnostics de nutrition azotée va sans doute permettre d'améliorer la gestion de la fertilisation. Ils permettent en effet de déceler d'éventuelles carences en culture et d'ajuster les doses en fonction des conditions spécifiques de chaque parcelle.

Testés sur différentes cultures légumières, ces outils permettent déjà de revoir à la baisse les besoins des légumes, qui sont bien souvent largement surestimés à cause de références trop anciennes et inadaptées aux conditions de l'agriculture biologique.

Principes de bases de la fertilisation

En agriculture biologique, on cherche à favoriser au maximum l'activité biologique des sols par des apports de matières organiques non directement assimilables par les plantes.

La gestion globale de la fertilisation consistera à choisir le type et la quantité d'amendement à apporter en fonction du type de sol et de son statut organique ; puis à moduler ce choix et décider d'éventuels apports complémentaires d'engrais en fonction des résultats d'analyses de sol et de la culture à implanter.

On peut donc, en agriculture biologique, effectuer des calculs prévisionnels de fertilisation mais on aura toujours un degré d'imprécision élevé, notamment lié à l'irrégularité de composition des matières organiques et de leur évolution en fonction des conditions pédo-climatiques.

Le calcul prévisionnel, qui sera toujours préférable à l'adoption aveugle de formules de fumure, doit alors intégrer les éléments suivants :

- le type d'engrais organique et sa vitesse de minéralisation,
- les apports éventuels par les amendements de fond,

- les fournitures par le sol,
- les résultats d'analyses de sol.

Ces informations permettent de calculer un bilan prévisionnel (voir exemples en encadré p.20).

Les outils de pilotage

Différents outils sont disponibles pour mieux piloter la fertilisation azotée des cultures : ils sont basés sur des mesures de nitrates dans le sol ou dans la sève des plantes.

La mesure des nitrates dans le sol

avant la plantation permet de connaître la quantité d'azote minéral immédiatement disponible pour la culture. Elle permet donc d'affiner le renseignement des postes du bilan azoté en ayant la mesure directe d'une



Quelques exemples de calculs d'apports d'engrais organiques

Cas d'une rotation sous abri : aubergine greffée - salade.

Sol limono-argileux profond riche en phosphore et potasse,

Fournitures d'azote par minéralisation : 100 unités pendant le cycle de l'aubergine. 0 pour la salade,

Nitrates : avant aubergine : 50 unités N/ha ; avant salade : 50 unités N/ha,

Apport de 7,5 tonnes/ha avant aubergine d'un amendement organique dosant 2/0,5/1 en N/P₂O₅/K₂O soit un apport de 150/38/75 (75/38/75 disponibles pour la culture, car on estime la minéralisation de l'azote de l'amendement à 50 % l'année de l'apport).

Culture	Rendement	Besoins totaux (A)			Fournitures N sol ⁽¹⁾ (B)	Apport par l'amendement (C)			Dose d'engrais à apporter (D = A-B-C)			Exemple d'apport d'engrais organique
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N ⁽²⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅ ⁽³⁾	K ₂ O ⁽³⁾	
Aubergine	10 kg/m ²	300	100	250	150	75	38	75	75	62	175	2,5 t/ha de 3-2-3 + 350 kg patentkali
Salade	12 salades/m ²	80	50	120	50				30	50	180	1 t/ha de 3-6-12

(1) : fourniture d'azote par minéralisation (estimation) + reliquat avant culture (nitrates)

(2) : on considère dans cet exemple que l'amendement libèrera 50 % de son azote pour l'aubergine

(3) : dose à moduler en fonction de la richesse du sol en P₂O₅ et K₂O

Cas d'une rotation plein champ : chou-fleur d'hiver - salade.

Sol limono-sableux moyennement profond, riche en phosphore et potasse,

Fournitures d'azote par minéralisation : 130 unités pendant le cycle des choux-fleurs, 50 pour la salade,

Apport de 20 tonnes/ha de compost de fumier de bovins dosant 6/5/8 avant choux-fleurs, soit un apport de 120/100/160.

Culture	Rendement	Besoins totaux (A)			Fournitures N sol ⁽¹⁾ (B)	Apport par l'amendement (C)			Dose d'engrais à apporter (D = A-B-C)			Exemple d'apport d'engrais organique
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N ⁽²⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅ ⁽³⁾	K ₂ O ⁽³⁾	
Choux-fleurs	30 t/ha	200	70	250	130	60	100	160	(10)	0	90	300 kg/ha de patentkali
Salade	-	80	50	180	50	Reliquat : 30			30	0	180	Guano + patentkali Impasse possible

(1) : fourniture d'azote par minéralisation (estimation)

(2) : on considère dans cet exemple que le compost libèrera 50 % de son azote pour la culture de chou-fleur.

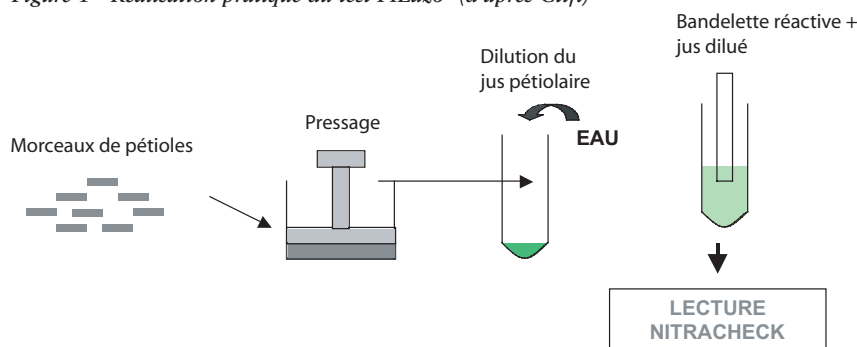
partie des fournitures par le sol. Certaines méthodes ont été développées sur la base de cet indicateur : c'est le cas des grilles Zénit®, mises au point par le Ctifl et la Séraïl. Cette méthode propose un système de décision sur la base d'un bilan azoté entre l'azote disponible dans le sol et les besoins de la culture à venir. Elle est déjà largement éprouvée sur salades, et en cours de validation sur d'autres cultures (ail, poireau...).

La mesure des nitrates dans la sève des plantes permet de diagnostiquer le niveau de nutrition azotée de la culture à un stade précis de sa croissance, en référence à des valeurs seuils établies pour l'espèce considérée. Si une carence azotée est mise en évidence, une grille permet de décider des doses de ré-apports éventuels. Cette technique a d'abord

été mise au point pour les grandes cultures, avec la méthode Jubil® par exemple, basée sur le dosage des nitrates dans le jus de bas de tige du blé. En maraîchage, les travaux, plus récents, ont conduit à la mise au point de la méthode PILazo® (Ctifl/INRA), qui est opérationnelle sur melon,

fraise, pomme de terre, carotte et chou-fleur, et en cours de validation pour l'aubergine et le poireau. Sur melon par exemple, le diagnostic de nutrition azotée se fait à partir de mesures rapides des nitrates dans le jus extrait de pétioles de feuilles adultes (figure 1).

Figure 1 - Réalisation pratique du test PILazo® (d'après Ctifl)



Mesurer la nutrition des plantes ... pour diminuer les doses !

Dans les années 60, les travaux d'agronomes (Anstett *et al.*) ont servi de guide pour la fertilisation azotée de nombreuses espèces maraîchères. Ils préconisaient des fertilisations couvrant au moins les exportations observées sur des cultures en conditions de nutrition pléthorique. Les travaux plus récents d'agronomie autour des courbes critiques de teneur en azote montrent que ces préconisations ont engendré des fertilisations très excédentaires, qui ont malgré tout encore la vie dure auprès des maraîchers et de leurs conseillers.

Les maraîchers conventionnels pourront utiliser les diagnostics de nutrition pour ajuster les fertilisations en cours de culture. En effet, les suivis conduits par l'APREL chez des producteurs montrent qu'un suivi PILazo® sur melon ou aubergine a systématiquement permis de diminuer la dose totale d'apport, sans perte de rendement ou de qualité des fruits à la récolte.

Pour les maraîchers biologiques, des marges de manœuvre réelles existent pour diminuer les doses d'engrais apportées, et donc diminuer le poste important de fertilisation, sachant que re-fertiliser en culture est plus difficile (voir encadré ci-contre).

Le GRAB a par ailleurs expérimenté la méthode PILazo® sur des cultures d'aubergine et de melon sous abri, afin de tester cette technique en maraîchage biologique

Suivi sur aubergines au GRAB : 150 unités d'azote total (environ 90 unités disponibles) ont suffi !

Un essai a été réalisé en 2003 sur une culture d'aubergine greffée (variété Vernal greffée sur KNVF Beaufort) où l'on a comparé une fertilisation témoin (7,5 t/ha de végéthumus + 3 t/ha orga3, soit environ 200 unités d'azote total et 130 unités disponibles estimées) à une fertilisation réduite (7,5 t/ha de végéthumus + 1 t/ha guano, soit 150 unités d'azote total et 90

Fertiliser en cours de culture en maraîchage biologique ?

En maraîchage biologique, la fertilisation est généralement apportée totalement en fond : dans les sols riches en matières organiques (M.O), cette situation ne pose pas de problème ; en revanche, dans des sols pauvres en M.O (lors de la conversion par exemple) ou dans des sols légers, des apports complémentaires en cours de culture peuvent être valorisés, notamment pour l'alimentation azotée des cultures longues.

Au-delà de toute considération d'ordre éthique ("re-fertiliser ou ne pas re-fertiliser en bio, telle est la question"), il s'agit de savoir si la re-fertilisation d'une culture est techniquement possible et si cette pratique est intéressante.

Les engrais minéraux solubles étant interdits par le cahier des charges bio, les apports en cours de culture sont envisageables sous 3 formes :

- par épandage sur le rang de produits solides (poudres ou granulés) à minéralisation rapide : tourteau de ricin, farine de plume, guano ...,
- par irrigation fertilisante avec les produits organiques liquides autorisés (vinasses de betterave...),
- par pulvérisation de fertilisants foliaires : purin de plantes par exemple.

Les deux premières possibilités ont été éprouvées cette année par le Civam-Bio66 sur une culture de concombre sous abri, avec des ré-apports à partir du début de la récolte. Une modalité intégrant un apport de farine de plumes réalisé manuellement sous le paillage (2 fois 40 kg N/ha), une modalité avec des vinasses de betterave liquides apportées par le goutte à goutte pendant 5 semaines (80 kg N/ha), comparées à un témoin non fertilisé. Aucun apport d'engrais de fond n'a été réalisé, la teneur du sol en nitrates à la plantation étant de 100 ppm. Dans cet essai, les ré-apports n'ont pas permis de gain de rendement par rapport au témoin (13 kg/m²) et les vinasses ont provoqué assez rapidement le bouchage des goutteurs (capillaires de 2 l/h).

Le GRAB a testé la pulvérisation de purin de consoude (3 apports de 500 l/ha d'une solution à 5% toutes les 3 semaines à partir de la floraison) sur une culture d'aubergine sous abri, mais n'a pas obtenu d'effet notable, ni sur le développement végétatif, ni sur le rendement.

Figure 2 - Suivi de l'évolution des nitrates plante (2 a) et sol (2 b) sur une culture d'aubergine greffée - GRAB 2003

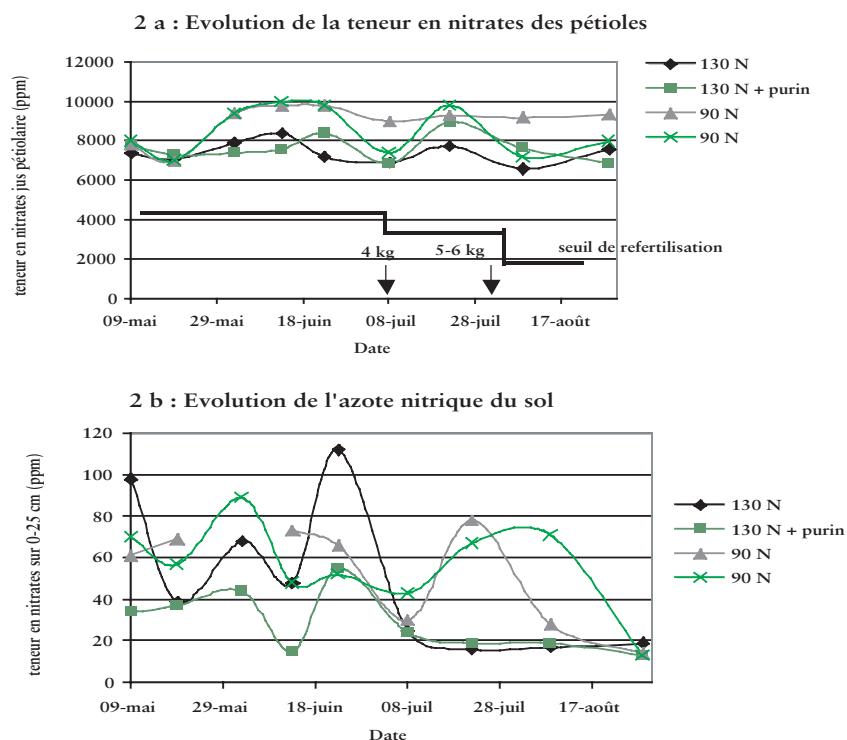
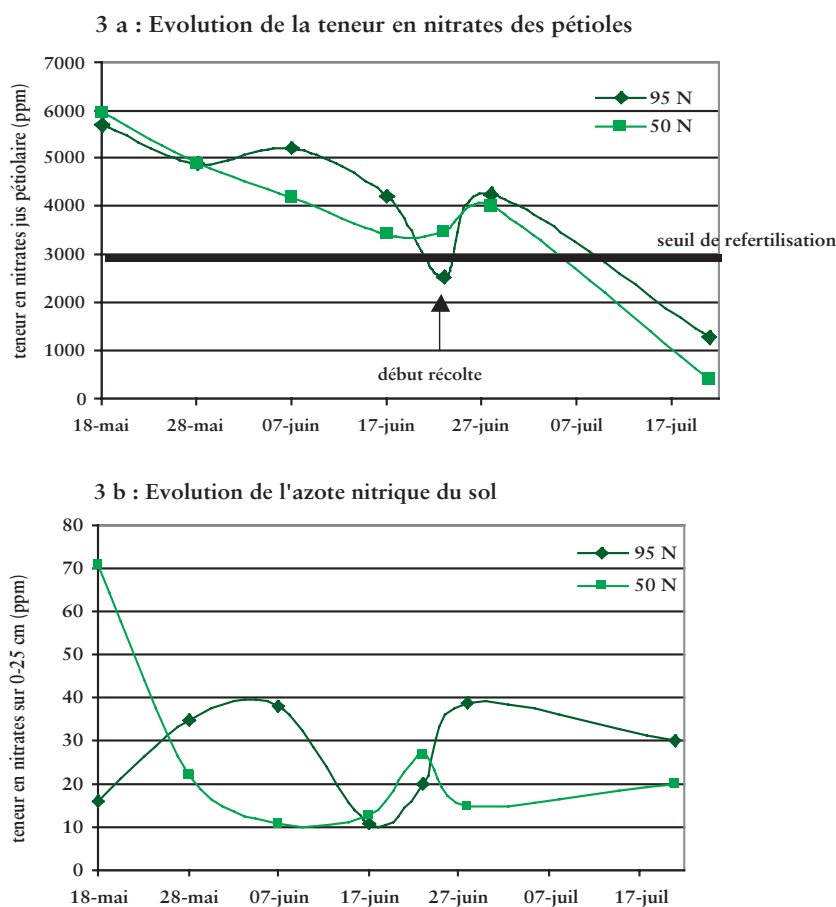


Figure 3 - Suivi de l'évolution des nitrates plante (3 a) et sol (3 b) sur une culture de melons - GRAB 2004



unités disponibles estimées). On a suivi le rendement et l'évolution des teneurs en nitrates des pétiotes et du sol sur les premiers 25 cm (figure 2). Les concentrations en nitrate du jus de pétiote fluctuent entre 7000 et 10000 ppm, indépendamment du stade de la culture et du traitement. Elles sont restées bien au-dessus des valeurs seuils en-deçà desquelles il faut re-fertiliser (2000 à 4000 ppm selon les stades).

Les teneurs en nitrate dans l'horizon supérieur du sol fluctuent de façon très importante et diminuent après environ 3 mois de culture et un rendement de 4 kg/m². Ce suivi est insuffisant pour décider d'une éventuelle carence, car la plante trouve largement de quoi subvenir à ses besoins dans les horizons sous-jacents.

Il n'y a aucune différence de rendement entre les modalités. Dans ces conditions de culture (sol profond, assez riche en matière

organique, parcelle en maraîchage depuis 2 ans seulement), la fertilisation de fond, même réduite, a donc largement pourvu aux besoins de l'aubergine greffée. D'une part, le système racinaire très puissant du porte-greffe prospecte un volume important de sol, d'autre part, il se peut que la minéralisation des produits apportés en fond ait été plus importante que celle que nous avons estimée.

Suivi sur melon au GRAB : 60 unités d'azote total (environ 50 unités disponibles) ont suffi !

Un essai a été réalisé en 2004 sur une culture de melon (variété Fidgi) où l'on a comparé une fertilisation témoin (4 t/ha d'Orga3, soit environ 120 unités d'azote total et 95 unités disponibles estimées) à une fertilisation réduite (2 t/ha d'Orga3, soit 60 unités d'azote total et 50 unités dispo-

nibles estimées). Tout comme pour l'aubergine, on a suivi le rendement et l'évolution des teneurs en nitrates des pétiotes et du sol sur les 25 premiers cm (figure 3).

La teneur en nitrates des pétiotes diminue régulièrement mais reste au-dessus de la valeur seuil de 3000 ppm jusqu'au début de la récolte.

Les teneurs du sol fluctuent beaucoup, mais restent globalement assez faibles, comprises entre 10 et 40 ppm. La teneur en nitrates du sol sur 25 cm est donc, tout comme pour l'aubergine, un mauvais critère de suivi pour l'évaluation de l'alimentation azotée de la culture.

Le rendement est équivalent entre les 2 modalités : 4,3 kg/m² pour un mois de récolte.

Les travaux récents menés par l'INRA, les instituts et les stations expérimentales confirment donc pour le maraîchage l'utilité du concept développé sur les grandes cultures. Ces travaux permettent le développement d'outils de diagnostic opérationnels pour aider à la gestion de la fertilisation azotée des légumes. La fertilisation optimale est loin d'être l'application d'une dose prédéfinie. Elle est fixée par le statut azoté des plantes au cours de leur croissance, qu'il convient de caractériser en direct. Les suivis réalisés sur différentes cultures montrent d'ores et déjà qu'il est possible de diminuer les doses d'engrais azotés, sans perte de rendement. La marge de manœuvre est encore plus vaste en bio, où les fournitures par le sol sont sans doute largement sous-estimées. Des essais de fertilisation en maraîchage biologique sont donc encore nécessaires afin de revoir les normes de fertilisation et permettre le calcul de doses moins excédentaires. ■

Pour en savoir plus

- *Fiches techniques 'TECHNITAB' : "Evaluer la fertilité des sols" et "La fertilisation en maraîchage biologique", parues en 2003.*
- *Conférences SITEVI de novembre 2003 sur le pilotage de l'azote des cultures en sol : travaux de J. Le Bot (INRA) et C. Raynal-Lacroix (Ctifl).*