



FERTILISATION AZOTÉE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'azote est un des éléments indispensables au fonctionnement du métabolisme végétal : on estime le besoin de la vigne produisant 40 hl/ha à 30 U d'azote par hectare. On constate régulièrement des phénomènes typiques de carence azotée dans les vignes du département conduites en agriculture biologique : des pertes de rendements, des pâlissements du feuillage et des carences en azote dans les moûts. La fertilisation azotée pose spécifiquement un problème en agriculture biologique car l'apport de cet élément ne peut se faire que sous forme organique : l'azote apporté est présent dans des molécules plus ou moins complexes qui ne sont pas assimilables en l'état par la vigne.

Rappel : le cycle de l'azote

L'azote organique apporté (ou généré par la restitution de débris végétaux au sol) doit subir une série de modifications avant de se transformer en nitrate, principale forme assimilable par les plantes.

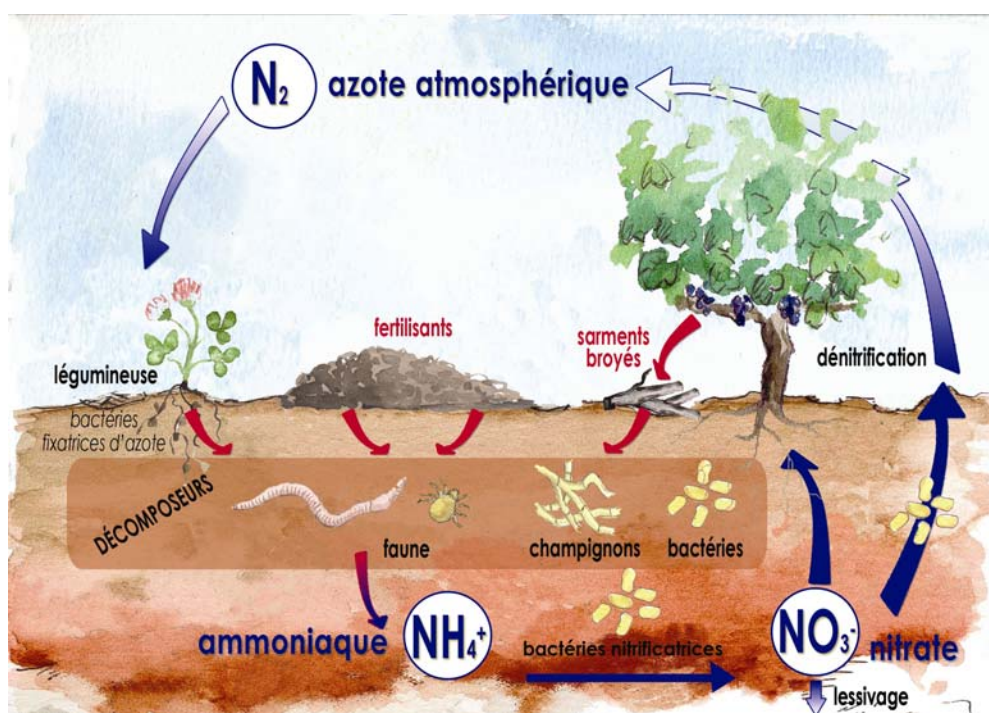


Figure 1 : le cycle simplifié de l'azote

Les matières organiques comportant de l'azote doivent donc tout d'abord être décomposées pour former des ions ammonium (NH_4^+) communément appelé ammoniac. Ce processus fait intervenir un grand nombre d'organismes : lombrics, microfaune (insectes, acariens...), champignons, bactéries...

Ce passage obligé est spécifique de l'agriculture biologique car l'azote apporté est toujours organique alors qu'en agriculture conventionnelle, les apports d'azote peuvent se faire sous forme d'ammoniac ou de nitrate.

L'ammoniac doit ensuite subir la nitrification pour être assimilable par les plantes (sous forme de

nitrate) et ce sont alors des bactéries spécifiques qui permettent cette transformation. Le cycle de l'azote dans le milieu naturel explique deux choses primordiales à intégrer dans le raisonnement de la fertilisation biologique :

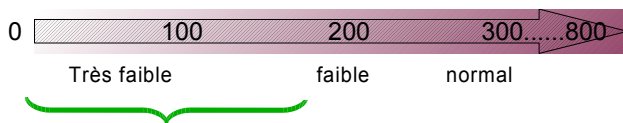
- Les fertilisants azotés ne sont pas tous égaux : certaines molécules seront plus faciles que d'autres à assimiler par les décomposeurs.
- La fertilisation azotée ne peut être efficace que si le sol « vit », c'est à dire qu'il comporte tous les êtres vivants capables de transformer ces molécules organiques azotées.

Comment favoriser une bonne vie du sol

Plusieurs facteurs vont influencer la présence d'organismes vivants : le sol est un écosystème très complexe et finalement mal connu. Un des principaux paramètres utilisables facilement pour évaluer la vie du sol est la biomasse microbienne (mesurée en laboratoire sur un échantillon de sol).

Figure 2 : échelle des biomasses microbiennes : Ces normes nécessiteraient d'être étudiées plus précisément sur nos terroirs.

Norme de biomasse microbienne dans les sols (en mg de carbone/kg de terre)



Valeurs couramment trouvées dans le département des Pyrénées-Orientales

Diverses expérimentations sur la biomasse microbienne ont permis d'avancer les conclusions suivantes :

- Il existe une bonne corrélation entre la quantité de matière organique apportée sur un sol et l'augmentation de la biomasse microbienne. Ceci est logique dans le sens où la matière organique est la nourriture principale de ces micro-organismes.
- La qualité de la matière organique apportée au sol est aussi très importante : certaines molécules organiques sont plus ou moins facilement assimilables par les organismes du sol. De façon schématique, plus la matière organique apportée est stable (fort pourcentage lignine-cutine), moins elle favorisera la vie microbienne.
- La présence d'humidité dans le sol est très favorable aux micro-organismes (ce qui pose des problèmes les années sèches).
- L'acidité du sol est très défavorable à la vie microbienne. De nombreux essais montrent qu'un sol ayant un pH au dessous de 5,5 présente très peu de vie : absence de lombrics et biomasse microbienne extrêmement faible.
- Certains éléments comme le cuivre peuvent présenter une toxicité notable (si Cu > à 100 mg/kg de terre).
- La texture du sol joue aussi un rôle : plus il y a d'argile, plus le sol est favorable à la vie microbienne (rôle protecteur de l'argile).

Ces constatations permettent d'expliquer en partie la faible réponse des vignes aux fertilisants azotés dans certains vignobles biologiques du département : certains terroirs sont très secs et très acides, ce qui empêche les micro-organismes du sol de se développer. Les biomasses microbiennes mesurées dans ce type de terroir sont très faibles.

Pour remédier à ce problème, il faudrait :

① Corriger le pH

Les expérimentations nous montrent qu'il faut atteindre au minimum 5,5 unités pH. Certaines personnes sont un peu réfractaires à l'apport d'amendements minéraux basiques sous le prétexte que cela « dénature » le terroir. Nous pensons, qu'un sol à des pH très bas ne peut pas fonctionner : même sur des sols acides du Fenouillèdes, le sol forestier s'équilibre à des pH autour de 7 (malgré un sous-sol acide). De longues pratiques de fertilisation à l'ammoniaque acidifient notablement les sols. D'autre part la mise à nu des sols cultivés (défonçage, travail du sol, désherbage) provoque aussi une acidification. Tout ceci peut expliquer des pH extrêmement bas lorsque la roche mère est acide : aider à retrouver un équilibre plus raisonnable en apportant du calcaire broyé n'est donc pas contraire à la valorisation du terroir.

② Apporter de la matière organique favorable aux micro-organismes :

Aucune matière organique n'est « défavorable ». Cependant, des études mettent en avant que certaines sont plus favorables que d'autres : il s'agit des matières organiques relativement fraîches (pas ou peu compostées). Il en existe donc deux grands types :

- les fumiers frais ou peu stockés, qui apportent en plus une quantité d'azote non négligeable.
- Les débris végétaux (pailles, BRF, sarments broyés, écorces...) : attention : ces débris frais génèrent très souvent une faim d'azote à court terme, car, en se développant, les micro-organismes absorbent de l'azote minéral du sol.

Il est très important de noter que les matières organiques qui sont le plus favorables aux micro-organismes, sont peu stables dans le sol et généreront peu d'humus. Il faut donc choisir la matière organique en fonction de ces objectifs. Enfin, certaines matières organiques sont réputées plus acidifiantes que d'autres. On peut en tenir compte, sachant que peu d'études sérieuses ont clairement mis en avant ce phénomène (à part pour les débris de résineux).

Attention : tous les vendeurs de produits organiques vantent leur effet stimulateur sur la vie du sol. Il est clair que tout apport organique génère cet effet de façon plus ou moins importante. D'autre part, certains produits commerciaux « magiques » sont sensés être des activateurs de biomasse : attention, aucune expérimentation n'a démontré de façon fiable l'efficacité de ces produits (pour mettre un engrais sur le marché, le vendeur n'a pas l'obligation de prouver son efficacité).

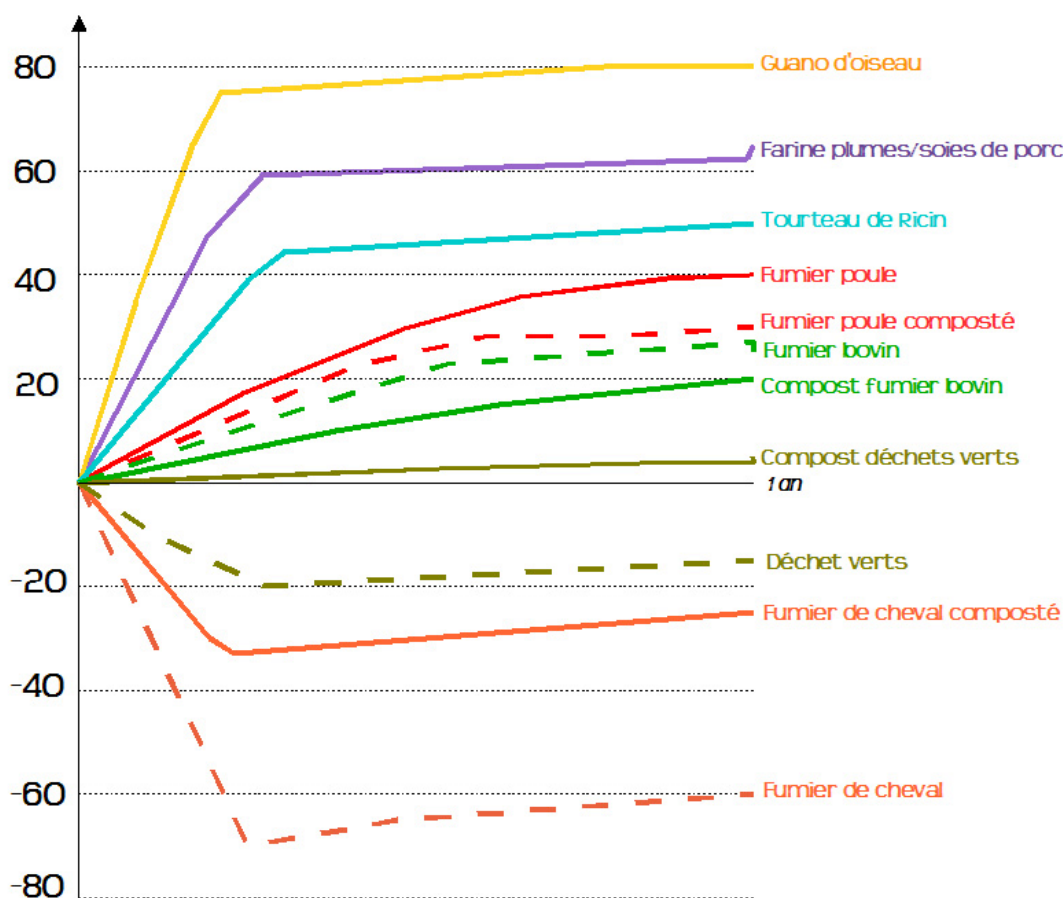
Disponibilité de l'azote dans les fertilisants organiques

Selon leur origine, les fertilisants azotés ne vont pas avoir la même dynamique de minéralisation et ne vont pas avoir du tout la même disponibilité pour la vigne. Certaines molécules sont minéralisées dans l'année, d'autres vont être minéralisées plus lentement : si une molécule contenant de l'azote rentre dans la composition de l'humus stable, cela peut prendre 100 ans ! Il ne faut donc pas se fier uniquement à la quantité d'azote dans le produit, mais aussi à la part de l'élément minéralisable dans l'année. Malheureusement, cette donnée est très rarement fournie et va beaucoup dépendre du sol et des conditions climatiques. Des mesures peuvent être faites en laboratoire : elles permettent ainsi d'évaluer ce pourcentage (a priori). En recoupant les informations venant de sources variées et d'expérimentations diverses, on peut ainsi classer « a priori » certains engrais ou amendements organiques dans le graphe suivant.

On voit ainsi, que lors d'un apport important de certains amendements organiques, on ne peut pas prendre en compte l'apport d'azote, du moins à court terme. Les courbes négatives illustrent les problèmes de faim d'azote évoqués plus haut. La difficulté est d'appréhender le devenir de l'azote qui n'est pas minéralisé la première année : le raisonnement ne sera pas le même si on considère qu'il sera minéralisé au cours de l'année suivante ou des 10 suivantes ou des 100 suivantes ! Nous manquons énormément de données.

Une approximation raisonnable serait de ne pas trop compter sur l'azote minéralisé les années suivantes, surtout pour les produits faiblement dosés en azote (inférieurs à 3-4 %). Sur des produits tels que les fumiers, on considère (mais nous manquons de données) qu'environ 10 % d'azote est minéralisé la deuxième année suivant l'apport.

Figure 3 : estimation du pourcentage d'azote minéralisé dans l'année pour différents produits.



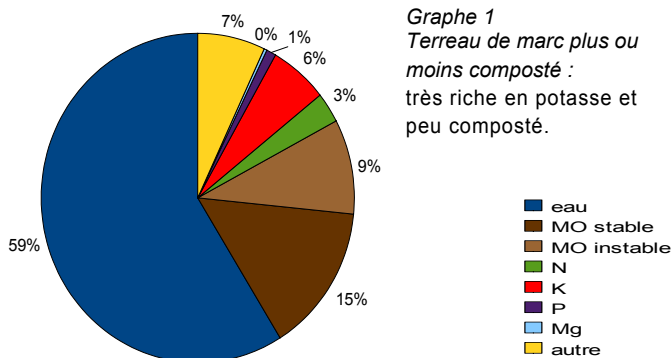
Différents produits organiques contenant de l'azote et leurs intérêts

1 Amendements organiques à fort potentiel humus

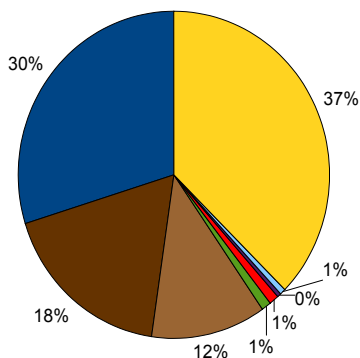
Ces produits sont soumis à une norme (NFU 44051) . Ils sont faiblement dosés en azote (<3% du brut) et la disponibilité de celui-ci est très faible.

Intérêt principal : potentiel important en humus stable, amélioration de la structure et de la CEC (capacité d'échange cationnique), entretien de la vie du sol.

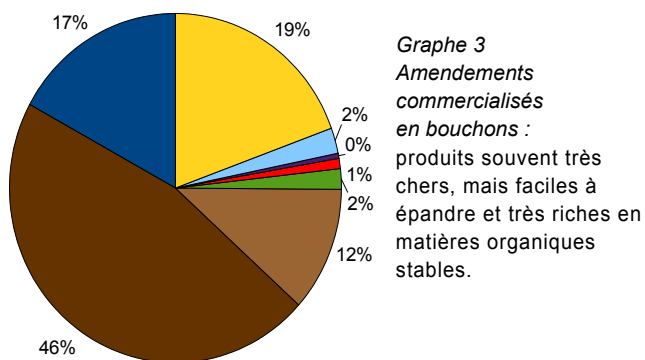
Exemples :



Graph 1
Terreau de marc plus ou moins composté : très riche en potasse et peu composté.



Graph 2
Compost de déchets verts : va dépendre des végétaux compostés et du process.



Graph 3
Amendements commercialisés en bouchons : produits souvent très chers, mais faciles à épandre et très riches en matières organiques stables.

2 Matières organiques végétales fraîches

Ces produits contiennent peu d'azote, peuvent améliorer fortement la biomasse microbienne du sol (à condition d'avoir un pH et une humidité correcte). En revanche, la matière organique stable générée est modérée et ces produits peuvent entraîner une faim d'azote les premières années.

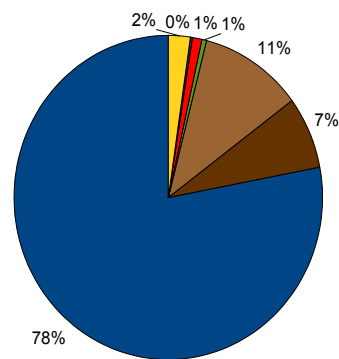
Exemples : résidus végétaux, BRF, Sarments broyés.

3 Fumiers

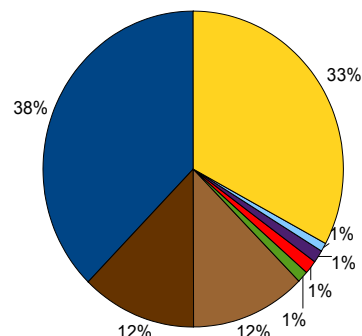
Les fumiers peuvent répondre à la norme NFU 44051. Ils ont des compositions et des comportements qui peuvent beaucoup varier en fonction de l'origine animale (ovins, bovins, caprins, équins, volailles), de la quantité et de la qualité de la paille ajoutée (parfois copeaux ou chanvre pour les équins), du type de stabulation, et du compostage ou non. Il est donc difficile de donner des caractéristiques générales, mais on peut donner quelques tendances (voir tableau p. 5).

Il existe des fumiers compostés commercialisés en bouchons. Nous n'avons pas réussi à avoir des données fiables sur la disponibilité de l'azote de ces produits : à défaut, nous considérons qu'elle est proche du fumier composté.

Répartitions des différents éléments pour deux fumiers de bovins.



Graph 4
Exemple de Fumier bovin



Graph 5
Exemple de fumier bovin composté

Tableau 1 : Caractéristiques de différents fumiers (pour 1 tonne/ha)

	Humus stable apporté/t	Unités d'azote apportées/t	% d'azote minéralisé la première année (estimation)	Remarque	Estimation N disponible en année 1
Fumier Bovin composté	0,12 t	8-12	10-20%		1 - 2,4
Fumier Ovin composté	0,14 t	10-12	10-20%	Très riche en potasse	1 - 2,4
Fumier Bovin frais	0,06 t	5-7	20-35%		1 - 2,4
Fumier Ovin frais	0,09 t	7	20-30%	Riche en potasse	1,5 - 2,1
Fumier équin	0,1 t (environ)	3-6	Faible à négatif (à étudier , nous manquons de données)	Très variable en fonction de la litière et parfois riche en phosphate	-

Attention, ces valeurs sont indicatives et peuvent varier en fonction de la nature des fumiers.

Remarque : il faut demander les analyses et le bordereau de livraison au fournisseur.

En agriculture biologique, le compostage du fumier est obligatoire s'il provient d'un élevage intensif (Nombre d'UGB > à 3 UGB/ha).

④ Engrais organiques du commerce :

Ils répondent eux aussi à une norme (NF 42001). Ils doivent contenir un minimum d'éléments NPK. Pour comparer les produits, il faut connaître leur origine et se référer au graphique 3 pour avoir une idée de la disponibilité de l'azote pour la vigne. Il existe beaucoup de produits commerciaux présentant des mélanges : attention, les metteurs en marchés ne présentent pas les proportions : Il faut donc s'interroger sur les produits mélangés présentant des taux d'azote inférieurs à 5% : ils contiennent

certainement très peu d'azote minéralisable la première année (une bonne partie de l'azote venant d'un compost végétal). Si l'on fait un rapport entre la quantité d'azote disponible en année 1 et le prix des produits, le meilleur rapport, d'après nos données, semble être pour les soies de porc puis la farine de plume.

Soie de porc ou farine de plumes : 12 unités / ha d'azote environ pour 100 kg / ha apportés donnent 7 unités / ha disponibles la première année.



Souche carencée en azote

Conclusion et marche à suivre

- ① Vérifier le pH et le relever si nécessaire (avec du calcaire broyé).
- ② Faire des apports de matières organiques permettant d'améliorer la biomasse si elle est faible.
- ③ Apporter de l'azote en tenant compte du fait que seulement une partie sera disponible.

Ces deux dernières opérations peuvent se faire avec du fumier qui permet d'apporter de l'azote et d'améliorer la vie du sol. Il faut incorporer le fertilisant à la couche superficielle du sol (10 à 20 cm). Le moment idéal pour cette opération est la fin de l'hiver : le positionnement est important car l'azote doit être disponible durant la phase végétative.

Le choix du fertilisant peut se faire sur divers critères :

- le prix en rapport à la quantité d'azote facilement minéralisable apporté.
- les autres éléments apportés par le fertilisant et son intérêt agronomique (par exemple, un fumier a d'autres intérêts que l'azote seul).
- la facilité de mise en œuvre et le coût que cela représente.

Il ne faut pas oublier que la fertilisation azotée fait partie d'un tout : il faut raisonner la fertilisation en fonction des objectifs et des observations faites. Deux indicateurs sont pertinents : la quantité d'azote dans les moûts (trop faible en dessous de 150 mg /l) et la couleur du feuillage en fin d'été (pâlisement en cas de carence). La faiblesse d'une vigne n'est pas uniquement imputable à l'azote : il faut aussi prendre en compte le stress hydrique, la faible fertilité du sol (sols à CEC faible) ou parfois la concurrence de l'herbe. Enfin, d'autres carences peuvent subvenir (en potasse ou magnésie notamment). Ces carences sont plus faciles à éviter, car ces éléments peuvent être amenés sous forme minérale en agriculture biologique. La potasse sur sol argileux doit cependant être raisonnée avant défouage. De plus, les fumiers et certains amendements sont parfois riches en ces éléments qui se minéralisent en général entièrement la première année.

Enfin, différents essais d'implantations de légumineuses inter-rang ont été effectués dans le département (les légumineuses ayant la particularité de fixer l'azote atmosphérique et de le restituer au sol). Aucun de ces essais n'a montré, pour l'instant, une amélioration de la vigueur ou du rendement : au contraire, la concurrence hydrique semble l'emporter sur l'éventuelle restitution d'azote.

Fiche réalisée par : Anne de Chancel, Chambre d' Agriculture du Roussillon, Service Viticulture

Collaborations : Laurence Sirjean et Service Viticole, CA 66

Composition : Éliane Bonet, CA 66

Remerciements

- Alain Arrufat (CIVAM Bio 66)
- Rémi Chaussod (INRA de Dijon)
- Nicolas Constant (AIVB)

Bibliographie

Thevenot M., Cahurel J-Y., Duparque A., Tomis V, Nicolardot B., *Gestion du Patrimoine Organique des Sols viticoles - État des Lieux des Connaissances*, ENTAV-ITV.

Raynal C. (CTIFL), Nicolardot B. (INRA), *Les produits organiques utilisés en Agriculture Biologique - Caractérisation et étude de la minéralisation*, Infos CTIFL n° 224.

Raynal C. (CTIFL), Nicolardot B. (INRA), *Une Meilleure connaissance des engrais et amendements organiques utilisés en Bio*, Alter Agri septembre/octobre 2006 n° 79.

Leclerc B., *Guide des Matières Organiques*, l'ITAB (édition 2001).

Chabalière P-F, Van de Kerchove V., Saint Macary H., *Guide de la fertilisation organique à la Réunion*, Chambre d'Agriculture Réunion—CIRAD.

Journée technique de la Chambre d'Agriculture du 5 janvier 2009 (Estagel 66), *Vigne et matière organique* (C. Alengry, R. Chaussod, M. Guichet, L. Sirjean)

Journée technique de la Chambre d'Agriculture du 24 novembre 2009 (Perpignan 66), *Fertilisation en Agriculture Biologique* (A. de Chancel)