

PROJET VIGNERONS CATALANS  
**CONVERSION**  
EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE



SOL & FERTILISATION  
**L'AZOTE**  
EN VITICULTURE  
BIOLOGIQUE

L'azote est un des éléments indispensables au fonctionnement du métabolisme végétal : on estime le besoin annuel 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 palissements 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.



EN PARTENARIAT AVEC



AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE



# CYCLE DE MINERALISATION 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. Les matières organiques comportant de l'azote doivent donc tout d'abord être décomposées pour former des ions ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) communément appelé ammoniac. Ce processus fait intervenir un grand nombre d'organismes : lombrics, microfaune épigée (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 qui est alors hydrosoluble) et ce sont alors des bactéries spécifiques qui permettent cette transformation. Le cycle de l'azote (Fig. 1) 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.

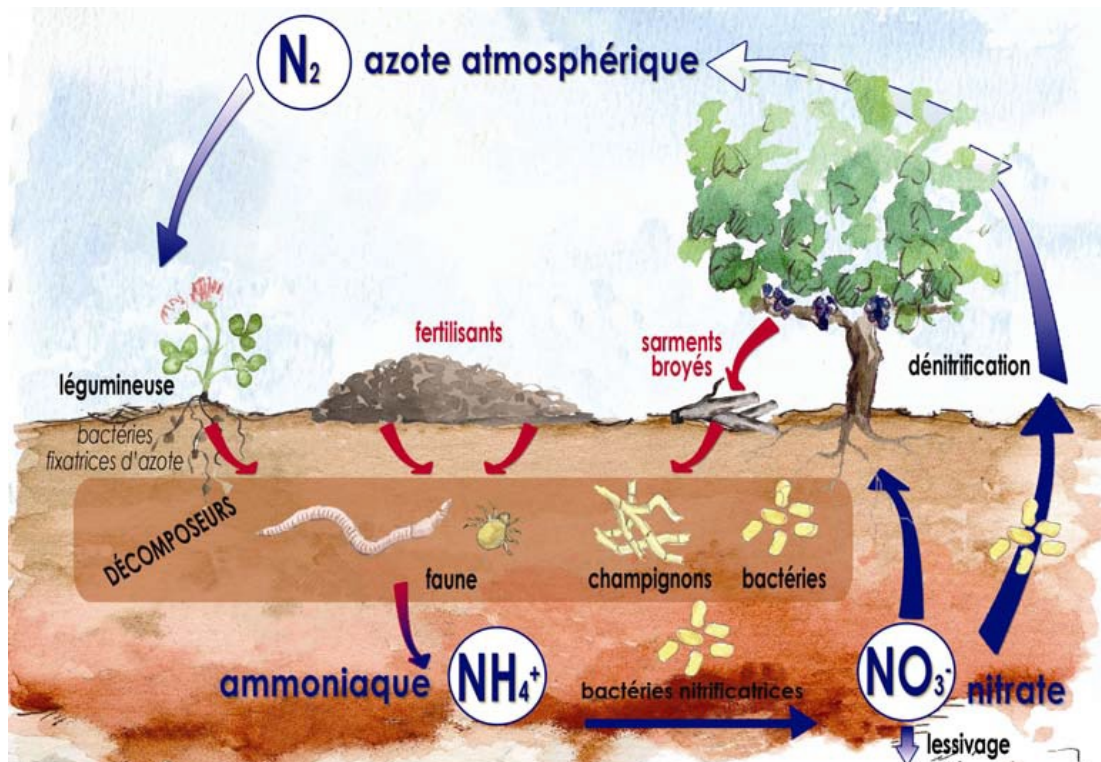


FIGURE 1 : CYCLE DE L'AZOTE DANS LE SOL

## CARACTÉRISTIQUES

### BESOINS ANNUELS EN AZOTE POUR LA VIGNE

Du débourrement au début de la floraison, l'azote nécessaire à la pousse est fourni par l'absorption racinaire et également par les réserves contenues dans les racines et le tronc qui ont été accumulées lors du cycle végétatif précédent. Ces réserves azotées décroissent ensuite jusqu'à la véraison (Goutouly, ...). En parallèle, à partir de la floraison, la vigne puise l'azote de façon notable dans le sol pour atteindre un pic au stade petit pois / véraison (Fig.2). Les réserves se reconstituent ensuite dans la dernière partie du cycle végétatif.

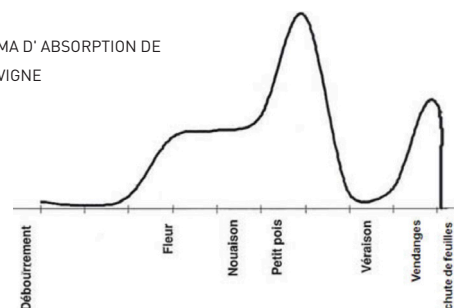
**C'est pourquoi il incombe au viticulteur de favoriser au maximum la mise en réserve, hydrique et minérale (notamment azotée), à travers différentes pratiques après les vendanges :**

## ATTENTION

Alimentation hydrique et minérale sont liées. C'est parce que les minéraux sont hydrosolubles qu'ils sont captés et utilisables par les racines de la vigne. L'apport de matière organique augmente d'ailleurs la rétention en eau du sol.

- Travailler à la **sous-soleuse** à une dent un rang sur deux pour les sols les plus compactés,
  - Tenir les **rangs et cavallons** propres au maximum (élimination des vivaces) de façon à limiter la concurrence avec la vigne (déchaumage),
  - Tailler seulement **après la chute des feuilles** de façon à profiter de la photosynthèse et de l'accumulation des réserves le plus longtemps possible,
  - Laisser le **couvert hivernal** jusqu'à la sortie d'hiver, avant la reprise de végétation correspondant au moment du débourrement.
- À notre connaissance, aucune étude scientifique ne démontre l'utilité d'une fertilisation azotée automnale quant à la mise en réserve. Nous partons pour l'instant du principe que la disponibilité en azote issu de la minéralisation automnale est suffisante.

FIGURE2 : SCHEMA D' ABSORPTION DE L'AZOTE PAR LA VIGNE



# 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. De par sa nature physique, chimique et organique, le sol fournit une grande partie voire la totalité des minéraux nécessaires à la vigne. L'enjeu de la fertilisation est alors de compléter, maintenir et améliorer cette offre.

Un des principaux paramètres utilisables facilement pour évaluer la vie du sol est la biomasse microbienne, mesurée en laboratoire sur un échantillon de sol (Fig. 3).

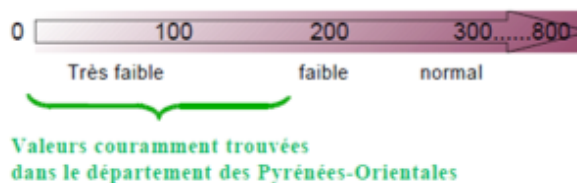


FIGURE 3 : ÉCHELLE DES BIOMASSES MICROBIENNES. CES NORMES MÉRITERAIENT D'ÊTRE ÉTUDIÉES PLUS PRÉCISÉMENT SUR NOS TERROIRS

## 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 ; C/N élevé), 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 en 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 :

### • 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.

### • Apporter de la matière organique favorable aux micro-organismes :

Aucune matière organique n'est « défavorable ». Cependant, des études mettent en avant que certaines vont être 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.

## ATTENTION

Éviter les produits contenant des boues urbaines de station d'épuration.

Il est très important de noter que les matières organiques qui sont le plus favorables aux microorganismes, sont peu stables dans le sol et généreront peu d'humus. Il faut donc choisir la matière organique en fonction de ses 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

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 censés 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).

## DISPONIBILITE DE L'AZOTE DANS LES PRODUITS 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 (à 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 (Fig. 4).

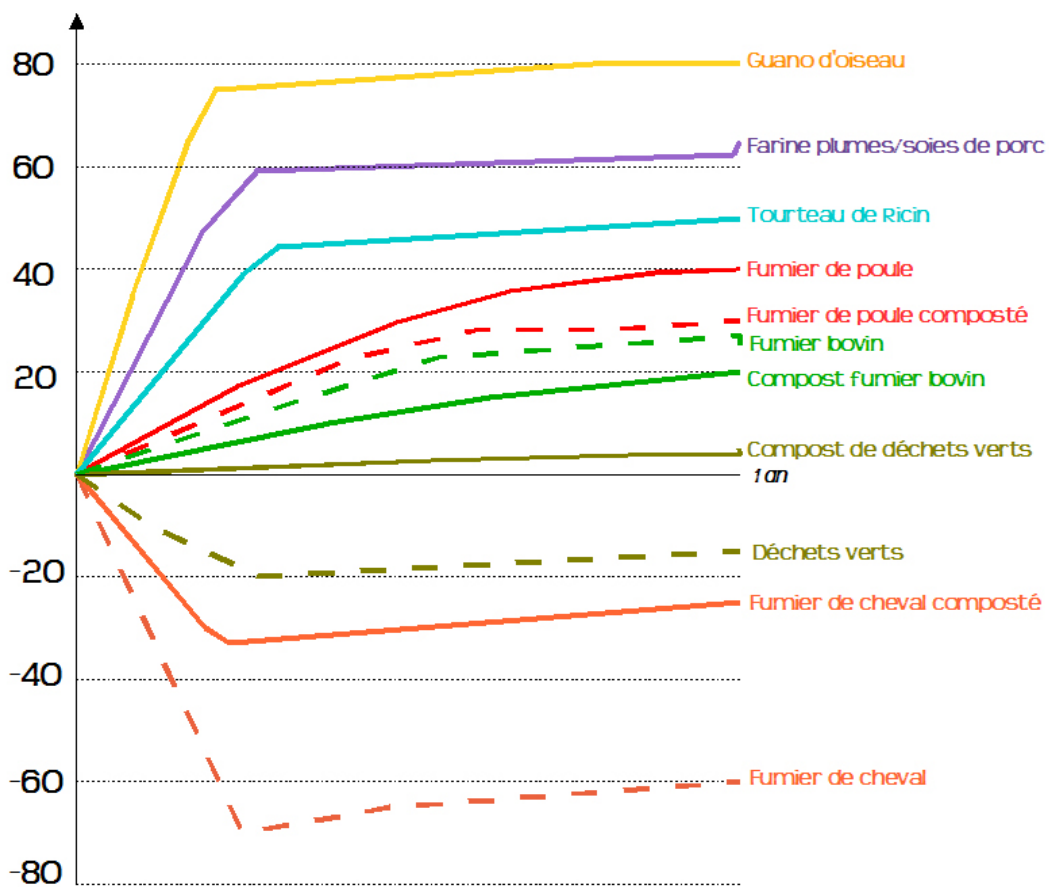


FIGURE 4 : ESTIMATION DU POURCENTAGE D'AZOTE MINÉRALISÉ DANS L'ANNÉE POUR DIFFÉRENTS PRODUITS.

Il est à noter que certains amendements organiques vont créer une faim d'azote.

C'est le cas dans la figure 4 du fumier de cheval.

Cela signifie que la biomasse microbienne, pour pouvoir dégrader cette matière organique, va puiser momentanément de l'azote dans le sol et ce au détriment de la vigne, pour en libérer plus tard.

On remarque par ailleurs l'intérêt du compostage sur ces essais menés dans les Pyrénées-Orientales qui favorise une minéralisation plus rapide de l'azote présent dans les différents compostes.

## DIFFERENTS PRODUITS ORGANIQUES CONTENANT DE L'AZOTE ET LEURS INTÉRÊTS

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 de la figure 4 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.

### 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 Cationique), entretien de la vie du sol.

### Matières organiques végétales fraîches

Ces produits sont soumis à la même norme (NFU 44051). 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, composts de déchets verts, broyat vert criblé

### 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 1). 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.

	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	-

TABEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DE DIFFÉRENTS FUMIERS (POUR 1 TONNE/HA)

## 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).

### 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.

## CONCLUSION ET MARCHE A SUIVRE

- Vérifier le pH et le relever si nécessaire (avec du calcaire broyé).
- Faire des apports de matières organiques permettant d'améliorer la biomasse si elle est faible.
- 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 produit 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 (palissement en cas de carence) (Fig.5).



FIGURE 5 : REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE D'UNE FEUILLE DE VIGNE PRÉSENTANT UNE CARENCE EN AZOTE (À GAUCHE FEUILLE CARENCÉE À DROITE FEUILLE SAINÉ). DÉCOLORATION JAUNE ORANGÉ DE L'ENSEMBLE DE LA FEUILLE (SOURCE : EPHYTIA).

### 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 défonçage.

De plus, les fumiers et certains amendements sont parfois riches en ces éléments qui se minéralisent en général entièrement la première année.

## À PROPOS DU COMPOSTAGE...

Des apports d'azote sont possibles par compostage. Le processus de compostage est défini dans le guide de lecture pour l'application des règlements (CE) n° 834/2007 et (CE) n° 889/2008 de la CNAB-INAO (2010).

L'azote présent dans un compost est essentiellement sous forme organique : composés facilement minéralisables (aminosucres, protéines) et composés plus résistants à la minéralisation ("composés humiques").

Ces derniers étalent la valeur fertilisante du compost sur plusieurs années et donc diminuent le pouvoir fertilisant azoté immédiat.

Le processus de compostage est une transformation contrôlée en tas, qui consiste en une décomposition aérobie de matières organiques d'origine végétale et/ou animale hors matières relevant des déchets animaux au sens de l'arrêté du 30 décembre 1991 (J.O.R.F. du 12/02/92, modifié par l'arrêté du 12/03/93, J.O.R.F. du 23/03/93, modifié par l'arrêté du 28/06/96, J.O.R.F. du 29/06/96, modifié par l'arrêté du 06/02/98, J.O.R.F. du 10/02/98).

L'opération de compostage vise à améliorer le taux d'humus.

Elle est caractérisée à la fois par :

- une élévation de température,
- une réduction de volume,
- une modification de la composition chimique et biochimique,
- un assainissement au niveau des pathogènes, des graines d'adventices et de certains résidus.

Elle doit comporter un ajout de matière carbonée et un ajustement de la teneur en eau, si nécessaire(\*). Ni le dépôt de fumier stocké par simple bennage, ni le compostage dit de surface (épandage de fumier sur le sol plus incorporation superficielle) ne peuvent être assimilés à un compostage.

(\* ) = L'ajout de matière carbonée doit se faire pour obtenir un bon compostage – Les fientes mises en tas ou le stockage de déjections liquides sans support carboné ne constituent pas une opération de compostage.

L'organisation d'un chantier de compostage représente une contrainte à ne pas négliger, car il faut un compost de bonne qualité pour avoir tous les effets recherchés :

- aménagement d'une aire de compostage sur laquelle on puisse manœuvrer avec un tracteur ou un tractopelle
- mélange soigneux des différents constituants, et constitution d'andains bien aérés et humides
- retournement et arrosages réguliers du compost,
- bâchage avec des géotextiles quand il est mûr pour limiter les pertes par lessivage

NB : Pour réduire les contraintes (temps de travail, aménagement de l'aire de compostage, investissement en matériel) du compostage à la ferme, il est possible de créer des CUMA de compostage, qui permettent ainsi de valoriser à moindre coût des déchets organiques et d'élaborer des composts adaptés à la demande.



AMENDEMENTS ORGANIQUES	CARACTÉRISTIQUES	BESOIN ANNUEL MOYEN*	MATÉRIEL**	CONTACTS
<b>Compost de déchets verts (NF U44-051)</b>	13,8 < C/N < 19,9 Risque de faim d'azote ; apporter 2 mois avant mise en culture <i>! Proscrire les CDV contenant des boues de station d'épuration</i>	10t/ha	Épandeur à hérissons verticaux peut suffire ;  Privilégier épandeur équipé d'une table d'épandage ou d'un poussoir à guillotine.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sydetom 66 – site d'Argelès, marc.coffinet@sydetom66.com</li> <li>• Sydetom 66 – site de Saint Cyprien, marc.coffinet@sydetom66.com</li> <li>• Véolia – Saint Hippolyte, fabien.beaugrand@veolia.com</li> </ul>
<b>Marc de raisin épépiné ou terreau de marc (NF U44-051)</b>	C/N = 9 Risque de faim d'azote ; apporter 2 mois avant mise en culture Produit riche en cuivre et potassium	10t/ha	Privilégier épandeur équipé d'une table d'épandage ou d'un poussoir à guillotine.	Distillerie Roussillon Alimentaire Catalane – Saint Féliu d'Aval, o.danat-rac@orange.fr
<b>Fumiers (NF U44-051)</b>	19 < C/N < 22 Risque de faim d'azote <i>! Provenance d'élevages industriels interdite</i>	10t/ha	Privilégier épandeur équipé d'une table d'épandage ou d'un poussoir à guillotine.	Divers producteurs locaux proposent des fumiers (bovins, équins, ovins, volailles...) issus de la ferme.
<b>Divers</b>	/	/	/	Se référer au Coûts des Fournitures en Viticulture et Œnologie.
<b>Engrais organiques</b>	Granulés, bouchons ou liquide.		Épandeur pendulaire, centrifuge à disques, à tapis.	Divers produits commerciaux existent : se référer au Coûts des Fournitures en Viticulture et Œnologie.

TABEAU 2 : RESSOURCES LOCALES ET MATÉRIEL D'ÉPANDAGE CONSEILLÉ

\*Le volume d'apport est à définir sur la base d'une étude de sol, les chiffres présentés ici étant à titre indicatif

\*\*L'achat d'un matériel type épandeur doit pouvoir faire l'objet en partie d'aide aux investissements (PCAE, contacter Stéphane AFRICANO à la Chambre d'Agriculture). L'achat en CUMA peut constituer une alternative (consulter le Guide des prix de vente des matériels en CUMA, Occitanie édition 2017, [http://www.occitanie.cuma.fr/sites/default/files/gpr\\_sw\\_2017\\_version\\_occitanie\\_mdef.compressed.pdf](http://www.occitanie.cuma.fr/sites/default/files/gpr_sw_2017_version_occitanie_mdef.compressed.pdf) ). Enfin plusieurs prestataires dans le département des Pyrénées-Orientales peuvent réaliser ce travail ou à minima prêter le matériel.

PROJET VIGNERONS CATALANS  
**CONVERSION**  
EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE



## CONTACTS

APPUI TECHNIQUE VITI

**Antoine CUEGNIET**

a.cuegniet@pyrenees-orientales.chambagri.fr

06 32 99 24 06

APPUI CONVERSION AGRICULTURE BIOLOGIQUE

**Nicolas DUBREIL**

nicolas.dubreil@bio66.com

06 12 22 35 56

APPUI ADMINISTRATIF

**Laurent CUTZACH**

l.cutzach@coopoccitanie.fr

06 40 95 25 29

APPUI OENOLOGIQUE

**Valérie PLADEAU**

valerie.pladeau@sudvinbio.com

06 68 71 40 05

*D'après la fiche réalisée par :*

*Anne Sandre, Chambre d' Agriculture des P-O,  
Service Viticulture*

*Sources :*

*GOUTOULY Jean-Pascal, L'azote chez la vigne :  
dynamique des besoins, de l'assimilation, du  
stockage et de la redistribution vers les fruits.*

*Fiches ITAB Choix des amendements orga-  
niques en viticulture / Utilisation du compost en  
viticulture bio : ephytia.inra.fr*



EN PARTENARIAT AVEC



AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE