



# La fertilisation des vergers en agriculture biologique

Ce cahier technique reprend les éléments présentés par Marie-Cécile Vergneaud lors des entretiens cidricoles.

La fertilisation reste marquée par de nombreuses inconnues concernant les besoins de l'arbre et l'assimilation des fertilisants. En agriculture biologique, un autre facteur d'incertitude s'ajoute : la minéralisation des produits organiques.

Le sujet a principalement été abordé sous l'angle de la fertilisation azotée. En arboriculture, la gestion de la fertilisation azotée repose sur des apports printaniers, voire automnaux. Les besoins annuels des fruitiers sont connus, ainsi, les apports sont raisonnés à partir de ces données. Malgré cela, la fertilisation de ces cultures reste empirique. Quelques indicateurs permettent d'avoir un aperçu de l'efficacité de la fertilisation. Outre un rendement satisfaisant, il s'agit :

- **du reliquat azoté en sortie d'hiver.** C'est la quantité d'azote minéral présente dans le sol en début de campagne, elle permet d'ajuster les apports en azote au cours de la campagne. Des tables d'interprétation données par la chambre d'agriculture du Tarn-et-Garonne permettent d'interpréter la valeur pour les pommiers à couteau. Nous utilisons les mêmes pour les pommiers à cidre (*figure 1*). Les nombreuses analyses réalisées pour nos essais montrent souvent des résultats faibles à moyens pour les pommiers à cidre.

- **de l'analyse minérale de feuille.** Elle est effectuée deux mois après la pleine floraison (stade F2, BBCH 65), elle permet de doser les éléments majeurs et secondaires (N/P/K,

Ca et Mg) et les mineurs (oligoéléments comme le fer). Des tables d'interprétation sont également disponibles pour les éléments majeurs, elles ont été adaptées pour les pommiers à cidre (*figure 1*). L'analyse minérale de feuille reflète surtout le passé cultural de la parcelle et très peu le présent. En effet, le présent va déterminer, en grande partie, l'importance de la récolte l'année suivante. Seul un suivi sur plusieurs années permet l'établissement de prévisions et donc d'une stratégie de fertilisation.

En verger conventionnel, les éléments apportés par la fertilisation se trouvent sous forme minérale, forme assimilable par l'arbre. En agriculture biologique, les engrais sont composés de matière organique et doivent donc passer sous forme minérale via la vie microbienne du sol essentiellement. Il s'agit de l'étape de minéralisation.

L'enjeu en agriculture biologique est donc de disposer d'une bonne minéralisation du sol pour que les apports organiques apportés profitent un maximum à l'arbre. La présence d'une bande enherbée sur le rang peut également constituer un facteur de concurrence pour les éléments minéraux par rapport à l'arbre. Ce dernier aspect n'a pas été abordé lors de la présentation.

## 1. Premier objectif : avoir un sol qui minéralise bien

Cet objectif est lié à la présence d'une microflore et microfaune du sol actives. Comme tout élément vivant, ces microorganismes ont besoin d'abord d'eau, d'une température adéquate et d'air pour exister. Ce dernier paramètre est directement lié à la porosité du sol, en particulier à la porosité la plus fine qui est nommée agrégat.

D'autres facteurs interviennent comme le pH du sol, la teneur en argile, le niveau de perturbation du sol (par exemple, du travail du sol régulier) et la diversité des habitats (dont les cultures) au niveau du territoire. La matière organique du sol

est bien sûr essentielle puisqu'il s'agit de l'alimentation-même des microorganismes.

Un indicateur assez simple de la fertilité microbienne du sol pourrait être la capacité d'échange cationique (CEC) du sol. Cette valeur permet de connaître le pouvoir fixateur du sol en ions chargés positivement, les cations du type  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ou  $\text{K}^+$ , par le complexe argilo-humique du sol. On retrouve ainsi la matière organique (ici, les matières humiques) liée à des argiles fines. Plus le pH est bas, moins la valeur de la CEC est importante.

La figure 1 constitue un référentiel simple d'interprétation de la valeur de la CEC selon la méthode de Metson à  $\text{pH}=7$ . Pour la CEC, il faut aussi observer son taux de saturation (recommandé entre 60 et 90 %), sa composition en cation (somme des cations échangeables en  $\text{cmol/kg}$  entre 10 et 15) et les ratios entre cations pour l'interpréter de manière plus fine. Le taux de matière organique du sol complète la valeur de la CEC pour avoir une idée du potentiel de minéralisation du sol. Il doit être compris entre 2 et 3 % selon la teneur en argile du sol pour être jugé correct (*voir figure 1*).

**FIGURE 1 : grille d'interprétation d'indicateurs simplifiés pour évaluer la fertilité d'un sol et apprécier les conséquences des pratiques de fertilisation.**

Le rouge indique une valeur faible, l'orange une valeur moyenne, le vert clair une valeur normale et recommandée et le vert foncé une valeur importante voire excessive

Objectif de l'indicateur	Type d'indicateur et unité	Valeur seuil ou description																
	CEC Metson à pH=7 en meq/100g sol	<table border="1"> <tr> <td>&lt;9</td> <td>12</td> <td>20</td> <td>&gt;40</td> </tr> </table>	<9	12	20	>40												
	<9	12	20	>40														
	Taux de saturation de la CEC en %	<table border="1"> <tr> <td>&lt;50</td> <td>50-60</td> <td>60-90</td> <td>90-100</td> </tr> </table>	<50	50-60	60-90	90-100												
<50	50-60	60-90	90-100															
Somme des cations K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> échangeables sur la CEC en cmol/kg	<table border="1"> <tr> <td>&lt;5</td> <td>5-10</td> <td>10-15</td> <td>&gt;15</td> </tr> </table>	<5	5-10	10-15	>15													
<5	5-10	10-15	>15															
<b>Indicateurs liés au sol</b>	Taux de matière organique (MO) recommandé en fonction du taux d'argile du sol en % pour les deux variables en dessous de 10 % d'argile ou au-dessus de 30 % d'argile, le taux de MO doit être supérieur à 3 %	<table border="1"> <caption>Teneur en MO en % vs Taux d'argile en %</caption> <tr><th>Taux d'argile (%)</th><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>31</td></tr> <tr><th>Teneur en MO (%)</th><td>3,1</td><td>3,0</td><td>2,5</td><td>2,0</td><td>2,5</td><td>3,0</td><td>3,2</td></tr> </table>	Taux d'argile (%)	5	10	15	20	25	30	31	Teneur en MO (%)	3,1	3,0	2,5	2,0	2,5	3,0	3,2
	Taux d'argile (%)	5	10	15	20	25	30	31										
Teneur en MO (%)	3,1	3,0	2,5	2,0	2,5	3,0	3,2											
Valeur optimum avec écart-type du pH eau en fonction de la teneur en argile du sol (en %). La zone d'ajustement du pH optimum se situe pour taux d'argile entre 15 et 25 %	<table border="1"> <caption>Valeur pH eau vs Teneur en argile en %</caption> <tr><th>Teneur en argile (%)</th><td>5%</td><td>10%</td><td>15%</td><td>20%</td><td>25%</td><td>30%</td><td>35%</td></tr> <tr><th>Valeur pH eau</th><td>6,3</td><td>6,3</td><td>6,4</td><td>6,7</td><td>6,7</td><td>7,2</td><td>7,2</td></tr> </table>	Teneur en argile (%)	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	Valeur pH eau	6,3	6,3	6,4	6,7	6,7	7,2	7,2	
Teneur en argile (%)	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%											
Valeur pH eau	6,3	6,3	6,4	6,7	6,7	7,2	7,2											
<b>Indicateurs de "pilotage" de la fertilisation azotée</b>	Reliquat de sortie d'hiver en unité de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<table border="1"> <tr> <td>&gt;40</td> <td>40-60</td> <td>&gt;60</td> </tr> </table>	>40	40-60	>60													
	>40	40-60	>60															
Analyse minérale de feuille (azote uniquement) en % de matière sèche	<table border="1"> <tr> <td>&lt;2</td> <td>2-2,3</td> <td>2,3-2,5</td> <td>&gt;2,5</td> </tr> </table>	<2	2-2,3	2,3-2,5	>2,5													
<2	2-2,3	2,3-2,5	>2,5															
<b>Indicateur de fertilité du sol</b>	Test du slip (indicateur relatif pour comparer différentes pratiques)	Activité du sol : plus le coton a disparu, plus l'activité est intense (cf. figure 3)																
	Slake test (indicateur relatif pour comparer différentes pratiques)	Stabilité des agrégats grâce aux liants organiques, indicateur de la vie du sol. L'absence de désagrégation est un indicateur d'activité biologique du sol																
	Infiltrométrie	Porosité du sol, plus l'infiltration est rapide, plus le sol est poreux																
	Test bêche	Taille des agrégats du sol et, en complément, composition en vers de terre																

## 2. Deuxième objectif : apporter un produit organique approprié

L'indicateur le plus simple pour qualifier une matière organique est le rapport C/N. Il s'agit du rapport massique carbone sur azote d'une molécule. Il permet d'évaluer le degré d'évolution de la matière organique, c'est-à-dire de son aptitude à se décomposer plus ou moins rapidement dans le sol. En effet, plus une molécule organique est « lourde » (comme la lignine, composante du bois), plus sa chaîne carbonée, qui constitue en quelque sorte son squelette, est longue. Le rapport C/N est élevé et, ainsi, la vie microbienne du sol devra fournir beaucoup d'énergie pour « casser » les liaisons chimiques entre les atomes de carbone. Cela a pour conséquence de rendre cette molécule difficilement minéralisable.

Un engrais organique contient, en proportion variable, trois catégories de matières appelées fractions :

- une fraction minérale (C/N)=0, elle est directement assimilable par les plantes dans l'année qui suit l'épandage de l'engrais,

- une fraction organique rapidement minéralisable, qui sera mobilisée par la plante dans les deux ans suivant l'épandage,
- une fraction organique stable à très stable qui peut mettre des années, voire des décennies pour être utilisées par la plante. Ce type de fraction servira plus à la structuration du sol qu'à la fertilisation.

Il est conseillé d'épandre un engrais organique avec un rapport C/N compris entre 8 et 12 pour obtenir un effet fertilisant. Dans ce cas, il s'agit de matières organiques d'origine animale, essentiellement des déjections issues d'élevage. Ces matières organiques peuvent également se classer en trois catégories :

- les produits à minéralisation rapide avec 30 à 80 % minéralisables dans les semaines ou mois suivant l'épandage : ces produits sont les plus proches en comportement des engrais minéraux. En arboriculture, les fientes ou

fumier de volaille ou les vinasses sont utilisées à ce titre,

- les produits à minéralisation intermédiaire : à peu près 30 % de l'azote organique va se minéraliser dans l'année. Il s'agit du fumier de bovin par exemple,

- les produits à minéralisation lente comme les produits compostés qui libèrent 10 % de l'année : comme précisé précédemment, ces produits servent à entretenir voire remonter le stock de matière organique pour améliorer à terme la structure du sol.

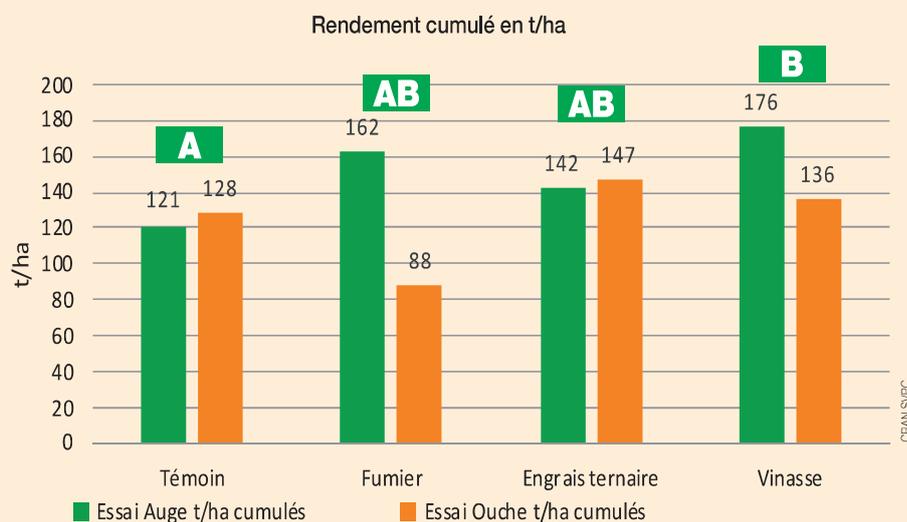
Cette catégorisation reste assez grossière : des fluctuations importantes existent au sein même d'une catégorie. Pour plus de détail, des courbes de minéralisation de différentes matières organiques ont été effectuées par différents instituts techniques agricoles comme Arvalis, l'ITAB ou le Ctifl.

## 3. Les essais fertilisation en pommier à cidre

Du fait de la difficile connaissance de l'activité microbienne du sol et de la fluctuation de la composition des engrais de ferme (cas de tout engrais non normalisé), les essais de fertilisation organique en verger cidricole sont complexes. De plus, l'arbre adulte démarre son cycle sur les réserves qu'il a accumulées dans ses organes pérennes en fin de saison, ce qui crée une inertie dans la réponse aux changements de pratiques de fertilisation.

La CRAN a mené de 2010 à 2016 des essais implantés sur deux sites, en Pays d'Auge et Pays d'Ouche, sur arbres adultes de Douce Moën. Il en ressort plusieurs points. D'une part, les expérimentations sont complexes à interpréter, notamment du fait des compositions variables des fumiers ou de la vinasse de betterave. Par exemple, en 2016, la vinasse épandue sur chaque site était d'origine différente et présentait une différence d'un facteur 3 sur leur composition en potasse (entre 3,1 et 9,8 unités de K). De plus, sur les indicateurs habituellement utilisés pour mesurer l'impact de la fertilisation (reliquat sortie d'hiver et analyse minérale de feuilles), aucune différence entre les modalités testées n'est apparue sur un site alors qu'un témoin non fertilisé est présent dans l'essai. Sur le site avec un sol plus limitant (moins profond et plus caillouteux),

**FIGURE 2 : rendements cumulés observés sur les 2 sites en fonction du type de fertilisation**



des différences sont apparues au niveau de l'azote pour la modalité enrichie au fumier et surtout pour le témoin non fertilisé avec des valeurs inférieures aux autres modalités pour ces indicateurs.

D'autre part, l'indicateur de réussite de la fertilisation le plus simple étant le rendement, il apparaît que les apports de vinasse de

betterave permettent le meilleur rendement cumulé par rapport au témoin non fertilisé (figure 2). Au bout de 6 ans, le fumier de bovin présentant un rapport C/N élevé (>20), son effet n'est pas apparu pour les rendements. Ainsi, la fertilisation, avec des matières adaptées au contexte de sol, reste indispensable en verger adulte.

C'est encore plus vrai en jeune verger. L'essai mené par l'IFPC de 2015 à 2018 avec la variété Dabinett montre que le meilleur compromis pour un verger jeune est la combinaison de mulch (copeau de bois dans l'essai) avec des fientes ou de la vinasse de betterave pour à la fois assurer un bon démarrage de l'arbre et une

absence de concurrence des adventices sur le rang de plantation. L'absence de fertilisation sous bâche ou les semis sur le rang recolonisés par les adventices ont amené à bloquer les arbres et à arrêter l'essai. Cet aspect est à bien souligner pour un jeune verger. Outre des scions de bonne qualité et un sol bien préparé,

il est absolument nécessaire de fertiliser le jeune verger et d'empêcher la concurrence forte des adventices. Dans le cas contraire, la vie entière de l'arbre sera pénalisée et l'arbre ne rattrapera jamais son retard de croissance.

Un dernier point concerne les activateurs de sol (à base d'oligo-éléments ou de microorganismes comme les microrrhizes). La CRAN et l'IFPC ont effectué différents essais amenant à la même conclusion : leur efficacité n'est pas vérifiée expérimentalement. Ils coutent souvent plus cher qu'ils ne rapportent. Tous les produits n'ont pas été testés, cependant, il faut rester vigilants face à des produits avec des allégations de ce type. En

somme, il n'existe pas de produit miracle pour le sol. La recette éprouvée est de favoriser au mieux la fertilité du sol (des tests simples existent pour en faire une approche rapide en plus des indicateurs déjà évoqués, voir Casdar SolAB ou le test du slip, cf. figure 3) et d'utiliser un produit organique à visée fertilisante et/ou structurante selon votre type de sol. La figure 1 propose des indicateurs et les seuils afin de mieux orienter vos choix.

**FIGURE 3 : résultats du « test du slip » dans un essai réalisé avec le Cidres de Loire en mai-juin 2019 (2 mois de test).**



Plus le slip en coton bio est dégradé, plus la vie du sol est importante. De gauche à droite : le slip a été enterré dans le bord enherbé proche d'une haie, le milieu de l'inter-rang, le rang et le slip témoin non enterré.

## REMERCIEMENTS

**Encore un grand merci à tous les producteurs accueillant nos essais ainsi qu'à tous nos partenaires techniques, dont la CRAN dans le cas de cette présentation.**

### QUELQUES ÉLÉMENTS DE BIBLIOGRAPHIE :

- Fertilisation raisonnée en arboriculture fruitière, guide rédigé par François Larrieu, édité en 2019, [https://agri82.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Occitanie/075\\_Inst-Tarn-et-Garonne/6-PDF\\_PAGES\\_STATIQUES/1-Productions\\_et\\_techniques/Cultures\\_fruitieres\\_et\\_legumieres/Arboriculture/guide-fertilisation-raisonnee-arbo-ca82-2019\\_01.pdf](https://agri82.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/075_Inst-Tarn-et-Garonne/6-PDF_PAGES_STATIQUES/1-Productions_et_techniques/Cultures_fruitieres_et_legumieres/Arboriculture/guide-fertilisation-raisonnee-arbo-ca82-2019_01.pdf)
- Site d'Arvalis sur la fertilisation, recherche par mots-clés sur le site <https://www.arvalis-infos.fr/index.html>
- Guide matières organiques Tome 1, 2001, ITAB, dix chapitres sur les matières organiques dans les sols agricoles : analyse, composition, compostage, gestion par système de culture, relation avec la qualité des récoltes et de l'environnement, réglementation. Ce guide a fait l'objet d'une révision en 2014 : [http://itab.asso.fr/downloads/com-agro/a\\_complements\\_guide\\_mo\\_2014.pdf](http://itab.asso.fr/downloads/com-agro/a_complements_guide_mo_2014.pdf)