



Fertisols

Auvergne-Rhône-Alpes

DIAGNOSTIQUER
AMÉLIORER
FORMER

LES PRODUITS RÉSIDUAIRES ORGANIQUES



Leur composition

Les PRO, **Produits Résiduaire**s **Organiques**, riches en nutriments, peuvent être considérés à la fois comme **engrais** et comme **amendement**. Ils sont **d'origine agricole, industrielle ou encore issus de déchets urbains**, et de natures très différentes.

Issus d'organismes vivants et de produits organiques, les PRO sont constitués d'une **fraction organique et d'une fraction minérale**. Leur teneur en matières organiques diffère et donc les formes organiques et minérales de N et de P s'y trouvent en proportions variables.

Cela leur confère **des valeurs fertilisantes, humiques ou encore acido-basiques** qui contribueront à la nutrition de la plante, l'entretien ou encore la reconstitution de la fertilité du sol.




aGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES


isaralyon
Une école d'ingénieurs au cœur de la vie


ARVALIS
Institut du végétal


VetAgro Sup
Campus Agronomique de Clermont


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION
avec la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
«Développement agricole et
rural»

● Devenir et valeur nutritionnelle en NPK



La valeur amendante organique **des PRO** dépend **de la vitesse de dégradation et d'incorporation de leur matière organique dans celle du sol.**

Selon le type de PRO et sa composition, **les valeurs fertilisantes des éléments NP et K sont différentes.** Elles dépendent de **la vitesse de passage des éléments nutritifs** sous une forme assimilable par les plantes.

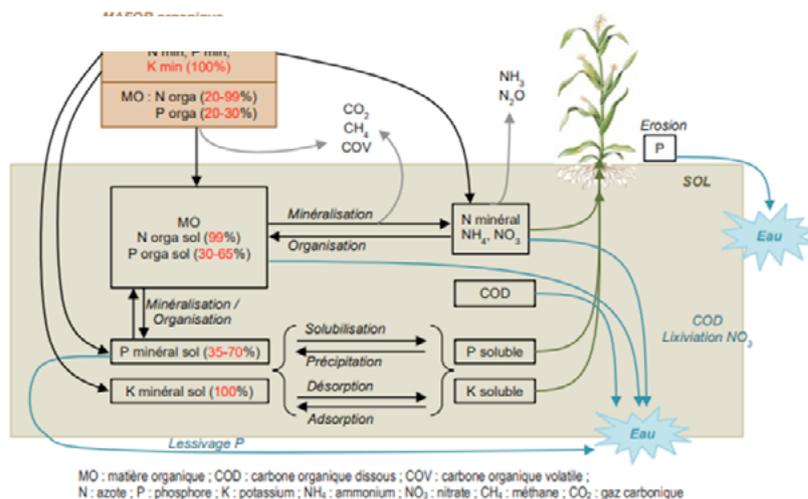


Figure 1 : Les processus régissant la valeur fertilisante organique des PRO ; impacts environnementaux associés (source Houot et al, 2014)

L'idéal est de disposer d'une analyse complète au plus proche de la date d'épandage pour prendre en compte les éventuelles transformations ayant lieu durant le stockage. A défaut, des tables de références avec des valeurs moyennes existent pour les différents types de PRO, selon s'ils sont d'origine agricole, industrielle ou encore issus de collectivité.

Type de produits		Teneurs/tonne de produit brut		
		Azote total (kg/t)	P2O5 (kg/t)	K2O (kg/t)
Fumier				
Bovins	Sur litière cumulée	5,9	2,8	9,5
	Compact	4,7	2,3	5,6
	Mou	4,5	2,2	4,9
Ovins	Fumier d'ovins	6,7	4	12
Caprins	Fumier de caprins	6,1	5,2	12
Volailles	Fumier de poulet de chair conventionnel	21,9	14,7	19
Lisier et fientes				
Bovins	Lisier de bovins	1,3	1,5	3,6
Porcs	Lisier de porc naisseur-engraisseur	3,5	2,1	2,5
	Lisier de porcs charcutiers	3,7	2,1	2,5
Volailles	Fientes de poudeuses - cage (tunnel de séchage)	39,5	37,8	25,7
Lapins	Lisier de lapins	3,3	2,5	4,3
Autres				
	Compost de fumier de bovins	6,7	3,6	10,8
	Compost de fientes de volailles avec litière	12,2	14,3	19,3
	Fumier de champignonnière	7,5	4,5	5
	Vinasses concentrées de sucrerie	25	2	70
	Compost de déchets verts	10	6	11
	Compost d'ordures ménagères	11	5	6,6
	Boues urbaines liquides biologiques	2	2,5	0,9
	Boues urbaines chaulées biologiques	8,4	9,4	0,9
	Boues urbaines compostées	7	7	15

Source : ARVALIS, IFIP, IDELE, ITAVI 2019

Figure 2 : Composition des principaux fertilisants organiques. Arvalis Institut du végétal. IFIP, IDELE, ITAVI 2019

Des analyses rapides à la ferme sont également possibles pour certains types de PRO. Elles renseigneront alors sur l'azote minéral présent dans le PRO et rapidement disponible pour la culture mais ne donneront pas d'information sur l'azote organique qui sera en partie minéralisé après l'apport.

Exemples d'outils pour analyses rapides à la ferme de N-NH4 des lisiers :

	Densimètre	Quantofix	Agro-lisier
Produits analysables	Lisier de porc exclusivement	Tous lisiers	Tous lisiers
Éléments analysés	Masse volumique	N-NH4	N-NH4
Autres éléments estimés par calcul	MS, N Total, N-NH4, P2O5? K2O (précision faible)	N Total	N Total
Principe d'analyse		Réactif liquide contenant Cl transforme NH4 en N2	Réactif anhydre contenant Cl transforme NH4 en N2
Lecture	Densité	Pression colonne d'eau	Pression manomètre
Coût indicatif appareil (euro HT)	40	280	250
Précision	Médiocre	Assez bonne	Assez bonne à médiocre

De manière générale, quand on dispose d'une analyse de produit organique, pour obtenir sa valeur fertilisante, **on multiplie la teneur en élément nutritif par un coefficient d'équivalence (Keq) qui exprime l'efficacité de l'engrais organique par rapport à un engrais minéral de référence tel que l'ammonitrate, le superphosphate ou le chlorure de potassium.** Il est d'autant plus élevé que le PRO contient des formes minérales et des formes organiques rapidement minéralisables. Le Keq **dépend aussi de la culture réceptrice, de la période d'apport et de l'enfouissement ou non du produit.**



Tableau : Moyennes et écarts-types des coefficients d'équivalence ammonitrate des produits étudiés sur 25 essais (Projet CASDAR 2007-2011)

Culture	Période d'apport	FB	CFB	FP	CFP	FV	CFV	LP
Blé	Automne	0,12 ± 0,07	0,11 ± 0,07	0,12 ± 0,06	0,07 ± 0,04			
	Printemps					0,45 ± 0,17		0,62 ± 0,16
Colza	Fin été	0,22 ± 0,13	0,20 ± 0,13			0,50 ± 0,24		0,31 ± 0,27
	Printemps							0,56 ± 0,18
Maïs	Printemps	0,33 ± 0,19	0,29 ± 0,19	0,47 ± 0,20	0,35 ± 0,20	0,51 ± 0,17	0,43 ± 0,19	0,47 ± 0,25
Prairies	Automne	0,20 ± 0,12	0,15 ± 0,09	0,25 ± 0,05	0,25 ± 0,08			
	Printemps		0,43 ± 0,28					0,74 ± 0,37

Légende :

FB : Fumiers de bovins

CFB : Fumiers de bovins compostés

FP : Fumiers de porcins

CFP : Fumiers de porcins compostés

FV : Fumiers de volailles

CFV : Fumiers de volailles compostés

LP : Lisier de porcins

Source : Projet Casdar 2007-2011



Le coefficient d'équivalence pour le potassium est égal à 1 quel que soit le type de produit.

Pour le calcul de la fertilisation phosphatée de la culture réceptrice, le Keq n'est à prendre en compte **que dans le cas où l'apport de phosphore est nécessaire**, c'est-à-dire lorsque la teneur en P_2O_5 de l'analyse de terre la plus récente de la parcelle est inférieure au seuil impasse. Cette teneur est définie **dans la méthode COMIFER (Cf Fiche PKMg)**. Au-dessus de cette valeur, pour laquelle l'absence de fumure sur la culture en place n'entraîne pas de chute de rendement significative, la prise en compte des Keq pour le phosphore est inutile **puisque'on ne raisonne pas les apports de PRO sur le phosphore**. Après un an de présence dans le sol, le phosphore des matières organiques a le même effet sur l'enrichissement du sol que les engrais phosphatés solubles dans l'eau. Il contribue, quelle que soit la teneur du sol, **à l'accroissement ou l'entretien à moyen terme de la biodisponibilité du phosphore et doit être pris en compte dans le bilan de fertilisation**.

Tableau : Coefficient d'équivalence superphosphate des produits organiques pour l'année de l'apport

Type de produit	Coefficient d'équivalence P_2O_5
Lisiers et fumiers de porcs	0,95
Fumiers et fientes de volailles	0,85
Fumiers de bovins	0,80
Composts et fumiers de bovins	0,70
Boues de STEP biologiques	0,95
Boues de STEP physico-chimiques (CaO, sels Fe)	0,90
Compost de boues de STEP et déchets verts	0,70
Compost de déchets verts	0,55

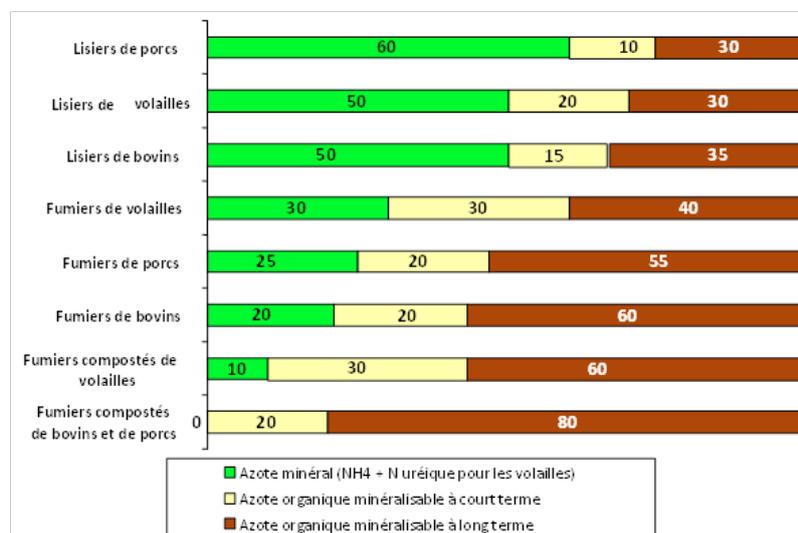
Source : Arvalis Institut du végétal



● Différents effets de l'azote de PRO

L'azote dans les PRO se présente sous différentes formes, **minérales et organiques**, qui seront assimilables pour la plante (ou « efficaces ») à plus ou moins long terme. **La part d'azote minéral** (essentiellement sous forme ammoniacale) est immédiatement disponible pour la culture **s'il n'y a pas de perte au moment de l'apport**. Une part de l'azote organique, facilement dégradable, **va être minéralisée au cours de l'année qui suit l'apport** et sera elle aussi disponible pour la culture **tandis qu'une autre part sera soumise à une minéralisation plus lente similaire à celle de la matière organique du sol**.

- **Effet direct N (année 1) > Assimilable dans l'année suivant l'apport :** N minéral + N minéralisé à court terme (se retrouve en grande partie dans le « reliquat » d'azote minéral du sol en sortie d'hiver si apport à l'automne)
- **Effet N à court terme (année 2) > Assimilable dans les deux ans suivant l'apport :** **minéralisation du produit selon sa composition** et en fonction de paramètres tels que le système de culture ...
- **Effet à long terme ou « arrière effet » (décennies) > Minéralisation du produit sur le long terme, du fait de la nature « récalcitrante » du produit pour la dégradation.** La libération d'azote minéral est faible, mais le produit contribue à l'augmentation du stock de MO du sol



Source : Arvalis Institut du végétal

Les produits à vitesse de minéralisation lente libèrent tout au plus 10 à 15 % de leur azote organique au cours de la première année suivant leur épandage. Ils incluent par exemple les composts à base de déchets verts ou les fumiers de bovins compostés et stockés au moins dix mois. **Ces produits sont principalement utilisés pour entretenir le stock de carbone organique du sol et non comme fertilisants azotés.**

● **Volatilisation de l'ammoniac consécutive à des épandages de produits organiques.**

Les apports de PRO peuvent engendrer des pertes d'azote sous forme ammoniacale (volatilisation), qui constitueront des pertes en nutriments vers l'atmosphère.

Cette volatilisation de l'ammoniac consécutive à des épandages de produits organiques peut varier de 0 à 80 % du NNH_4 selon :

- **Le produit : teneur en azote ammoniacal et uréique, taux de matière sèche des lisiers, pH du produit.**
- **La méthode d'épandage : dose, type d'épandage (projection, enfouissement, ...), délais entre l'épandage et l'enfouissement.**
- **Les conditions climatiques au moment de l'épandage (températures, vent, pluies).**
- **L'état de surface du sol : pH des premiers centimètres, saturation en ions ammonium, rugosité, couvert en place.**

Les pertes sont d'autant plus importantes que le produit a une teneur élevée en azote ammoniacal, que la température de l'air et la vitesse du vent sont élevées et que le pH du produit est élevé. Cependant, ces pertes peuvent être efficacement réduites notamment grâce à un enfouissement des effluents rapidement après l'épandage, de préférence avant 4 à 6h après l'épandage (méthode la plus efficace).



● Effet à long terme d'apport régulier en PRO

Différents essais de longue durée ont été synthétisés dans le cadre d'un projet CASDAR conduit de 2007 à 2011, associant neuf organismes (ARVALIS-Institut du végétal, INRAE, IDELE, Chambres d'Agriculture de Bretagne, de Loire-Atlantique, du Cher, de la Creuse, de la Haute-Vienne et de l'Indre).

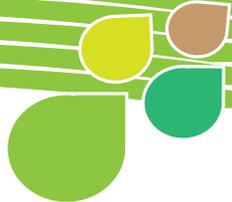
Ces essais ont montré qu'un apport régulier de fumier de bovins permet un stockage de MO dans le sol en comparaison à l'absence d'apports. Deux ans après un apport de 30 t/ha d'un fumier de bovins, l'azote minéralisé annuellement représente seulement quelques kilogrammes par hectare. Au moins 10 ans d'apports réguliers sont nécessaires pour que le supplément de minéralisation par rapport à une fertilisation minérale devienne perceptible au niveau de l'absorption par les cultures.

● Quand épandre les PRO ?

Choisir la période d'apport et les cultures réceptrices

La période d'apport est généralement raisonnée par rapport à l'azote minéral. L'optimisation de la valorisation des PRO repose sur une bonne assimilation des nutriments apportés. Cela dépend donc des périodes d'assimilation des couverts et des possibilités d'accès aux parcelles. Leur utilisation est aussi soumise à réglementation, notamment la directive nitrates dans laquelle sont définies des périodes d'interdiction d'épandage.

Fumiers bovins	Lisiers bovins ou porcs	Fumiers de volailles
<ul style="list-style-type: none">• Fin d'été avant colza• Début automne sur céréales d'hiver ou prairies• Sortie d'hiver pour culture fin printemps	<ul style="list-style-type: none">• Sortie d'hiver sur colza céréales d'hiver, orge de printemps, prairie• Printemps avant /sur maïs	<ul style="list-style-type: none">• Printemps avant maïs• Fin d'été avant colza



Pour aller plus loin :

RMT Elevage et environnement

10 fiches de rappels agronomiques sur l'utilisation des produits organiques et 32 fiches produits effluents d'élevage sur le site du RMT Elevage et Environnement, rubrique Effluents

<https://www.arvalis-infos.fr/integrer-les-valeurs-fertilisantes-des-produits-organiques-dans-le-plan-de-fumure-@/view-12357-arvarticle.html>

<https://www.arvalis-infos.fr/enfouir-les-produits-organiques-pour-limiter-les-pertes-par-volatilisation-ammoniacale-@/view-17643-arvarticle.html>

*Houot, S., Pons, M. N., Pradel, M., Aubry, C., Augusto, L., Barbier, R., ... & Dabert, P. (2014). Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques - Fertilité des sols : la gérer pour maintenant et pour demain
Des indicateurs évaluent l'effet d'apports organiques
Fiche, mieux valoriser les effluents d'élevage*

[AFPF_Incidence d'apports répétés d'engrais de ferme sur la fertilité.pdf](#)

[Agri-Bio_FICHE, optimiser les apports d'engrais organique en agriculture biologique.pdf](#)

[Module de formation 7 - Chapitre 12. Les amendements organiques](#)

[CompoSim. Le calculateur de la quantité et de la composition des effluents de porcs, bovins et volailles](#)

[Nov2015-Comifer-Gemas-POSTER-PRIEUR.pdf](#)

[Calcullette d'échange Paille - fumier](#)

[Fertiliser avec des produits organiques](#)

[Valorisation des matières fertilisantes](#)

[Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier](#)

[Les bonnes pratiques d'épandage du fumier](#)

[Fiche technique Gérer son fumier](#)

FERTISOLS.FR