



N° 2 Mai 2019

# Tabou(e) story

**OPTIMISER**  
sa fertilisation



## Les Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire : une source de P-K pour vos cultures

Boues de station d'épuration, effluents d'élevage, digestats de méthanisation, composts, regroupés sous le nom générique de MAFOR, peuvent remplacer avantageusement une partie des engrais minéraux, en phosphore et en potasse. Conjuguer rendement, économies et préservation de l'environnement : voici quelques éléments, basés sur des résultats d'essais, pour mieux valoriser ces produits organiques.

Les agriculteurs attendent des **Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire**<sup>1</sup> (MAFOR), un effet engrais et/ou amendement. On parle d'effet « engrais » lorsque l'on considère la valeur fertilisante NPK (azote, phosphore, potasse) du produit et d'effet « amendement » lorsque l'on s'intéresse à la matière organique du produit ou à sa teneur en carbonates.

Bien souvent les effets engrais et amendement coexistent, mais ils diffèrent selon la composition du produit. Ainsi, les boues, vinasses et digestats bruts

représentent des engrais azotés, phosphatés et/ou potassiques. Les boues de papeteries, composts et fumiers sont davantage considérés comme des amendements organiques, mais peuvent également être une source de phosphore et potasse qu'il est pertinent de prendre en considération.

Pour mieux évaluer cet intérêt agronomique, les techniciens s'appuient sur des essais de plein champs, et nous avons la chance de disposer d'un tel dispositif dans le Haut-Rhin.



### Denis Montenach

INRA Colmar – Service d'Expérimentation Agronomique et Viticole  
Responsable technique de la plateforme expérimentale longue durée PROspective

« L'INRA de Colmar a mis en place, sur son domaine expérimental, un essai dédié à l'étude des conséquences de l'épandage de MAFOR sur la qualité des sols, des eaux et des cultures.

Il s'agit du dispositif PROspective, aujourd'hui âgé de 18 ans. Y sont étudiés les effets engrais et amendement de MAFOR aux caractéristiques diverses : compost de biodéchets<sup>2</sup>, boue d'épuration et compost de boue, fumier et compost de fumier. Depuis 2015, une modalité digestat de méthanisation a été intégrée à l'étude. Elle ne permet pas encore de présenter des chroniques sur le long-terme comme pour les autres MAFOR. Ces matières sont épandues sur une rotation maïs grain, blé d'hiver, betterave sucrière et orge de printemps. Les apports de phosphore et potasse par les MAFOR sont alors évalués et comparés à des modalités témoin, fertilisées exclusivement avec des engrais minéraux. Le suivi régulier et normalisé des teneurs en PK dans les sols permet de mettre en évidence les effets des divers types de MAFOR sur la disponibilité de ces éléments pour les cultures. »

### MAFOR plurielles...



La composition d'une MAFOR en phosphore et potassium fluctue notablement selon son type, son origine, voire même la saison...

D'où des tonnages de produits épandus variables, qui dépendent des caractéristiques des différentes MAFOR (cf. *Tableau 1, cas*

*de l'essai PROspective*). C'est pourquoi des analyses sont pratiquées régulièrement, selon une fréquence réglementaire (statut « déchets »), pour caractériser correctement les MAFOR mises à disposition des agriculteurs.



Tableau 1 :

Quantités apportées sur l'essai PROspective par diverses MAFOR, entre 2001 et 2017 (quantités moyennes apportées par épandage, basées sur un apport de 170 kg d'azote total) :

MAFOR	Tonnage brut épandu (t/ha ou m <sup>3</sup> /ha)	Matière organique (t/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
Boue d'épuration déshydratée	14.4	1,8	180	20
Compost de boue (3 mois)	13	4	240	110
Compost de biodéchets (4 mois)	14	3,8	90	210
Digestat de méthanisation (rotation 4 ans 2015-2018)	34	1,5	75	170
Fumier de bovins	33	5,4	100	310
Fumier composté (2 mois)	29	3,8	100	280



(x mois) = durée de fabrication

Comme pour les engrais minéraux, la disponibilité du phosphore et du potassium pour la culture varie selon divers paramètres : le type de matière et son origine (issue ou non d'une unité traitant le phosphore), son

mode de traitement (solubilité du potassium), la date et les modalités d'épandage, les conditions météorologiques, le type et l'état du sol, l'historique et l'itinéraire technique de la parcelle.

## ... une source de phosphore intéressante, en partie différée...

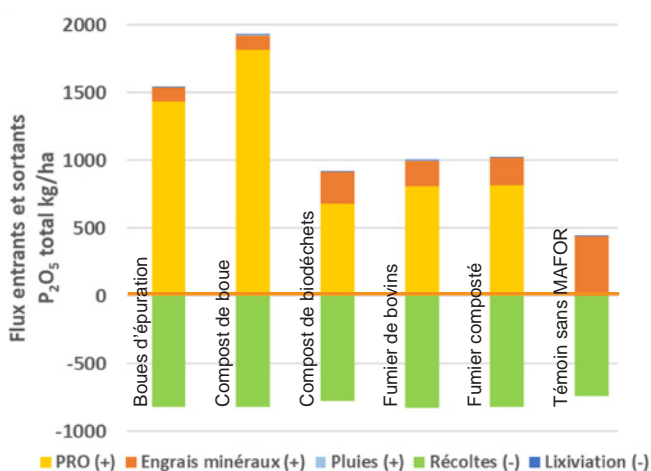


### Denis Montenach :

« Le phosphore apporté par les MAFOR est considéré comme intégralement utilisable par la plante.

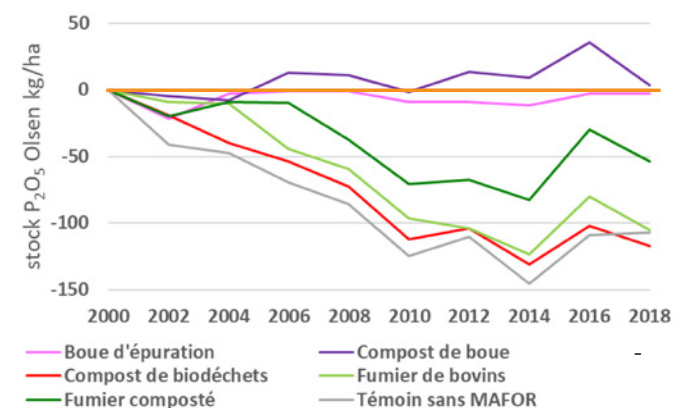
Les analyses régulières des teneurs dans les sols sur le dispositif PROspective montrent qu'en fonction du type de MAFOR, une substitution partielle, voire totale, des engrais minéraux phosphatés est possible, en maintenant les stocks de phosphore disponible dans l'horizon labouré, par rapport à des parcelles témoin ne recevant pas d'épandage (cf. Figures 1 et 2). L'agriculteur peut compter sur l'apport provenant de la MAFOR épandue, pour la culture qui suit l'épandage, en substitution du phosphore d'un engrais classique. Pour les cultures exigeantes, comme la betterave, des apports en P minéral ont été effectués sur les modalités le nécessitant, afin de ne pas impacter les rendements (méthode COMIFER, Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée). Ce qui explique les variations observées en 2012 et 2016 sur les stocks du sol. »

Figure 1 :



Entrée et sortie de phosphore (en kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total/ha), dans les parcelles des différents traitements, de 2001 à 2017 (9 épandages)

Figure 2 :



Evolution des stocks de phosphore (en kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen/ha), dans l'horizon labouré, de 2000 à 2018, sur le dispositif complétement avec engrais minéral azoté (stock initial : 260 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen/ha)

Le phosphore contenu dans la plupart des MAFOR est assimilé par la culture comme un engrais minéral phosphaté soluble dans l'eau, de type superphosphate. On dit, dans ce cas, que la valeur fertilisante phosphatée est de 100 % équivalent engrais. Toutefois, ce pourcentage peut varier selon la nature du sol (blocage de phosphore possible en sols calcaires).

Si la quantité de phosphore contenue dans les boues de papeteries est négligeable, toutes les autres MAFOR apportent du phosphore en proportion intéressante : de 50 à 250 kg de  $P_2O_5$  total par hectare. A noter que les boues issues des stations d'épuration pratiquant une déphosphatation chimique des eaux usées<sup>3</sup>, notamment, sont plus concentrées en phosphore. Ainsi, un apport de boues urbaines brutes est suffisant pour compenser les exportations en phosphore, par exemple, d'un maïs grain produisant 120 q/ha suivi d'un blé en produisant 90.

Le phosphore des MAFOR, comme celui des engrais phosphatés, s'intègre au stock du sol. Celui-ci est progressivement mis à disposition des cultures. C'est pourquoi, avec un apport régulier de boues urbaines séchées, par exemple, on peut faire l'impasse sur la fumure de fond, sans risque.

Ainsi, **il est important de tenir compte de ces apports dans le cadre d'une gestion raisonnée de la fertilisation**, pour éviter les excès de phosphore et protéger la ressource en eau (limiter l'eutrophisation). Par ailleurs, **recycler le phosphore des MAFOR** est une solution pour économiser la ressource mondiale, non renouvelable et disponible en quantité limitée dans les gisements de phosphates naturels. A noter que le sol lui-même est capable de fournir une partie du phosphore nécessaire (sol dit « bien pourvu » à partir de 70/80 mg/kg de  $P_2O_5$  Olsen).

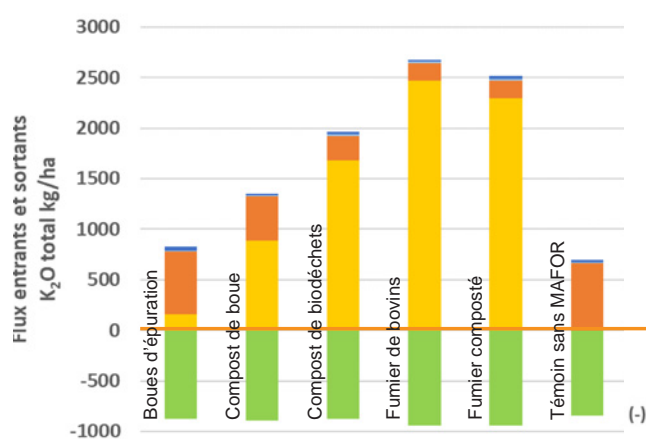
## ... et des apports en potasse variables, à ne pas négliger...

### Denis Montenach :

« Sur l'essai PROspective, des mesures sont également effectuées sur les importations de potassium, via les MAFOR et les engrais minéraux, et les exportations par les cultures ou les eaux de lixiviation. Elles permettent ainsi de calculer des bilans entrées/sorties, et d'observer les effets sur l'évolution des stocks disponibles dans les sols. Avec des bilans excédentaires (importations supérieures aux exportations, cf. Figure 3), des apports de fumiers, par exemple, maintiennent, voire augmentent, les stocks de potassium échangeable dans le sol (cf. Figure 4). Pour la betterave, des apports minéraux sont également effectués en fonction des préconisations COMIFER. »

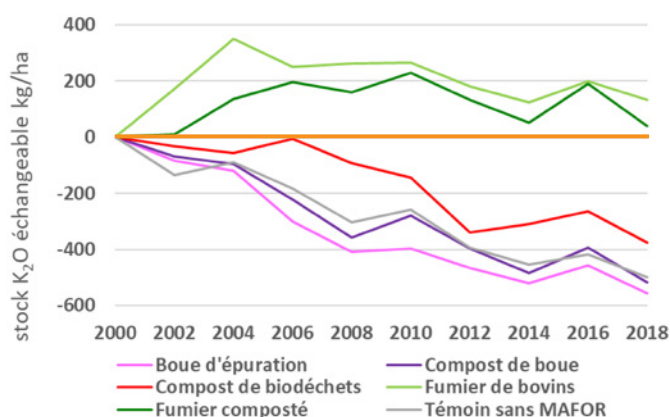


Figure 3 :



Entrée et sortie de potassium (en kg  $K_2O$  total/ha), dans les parcelles des différents traitements, de 2001 à 2017 (9 épandages)

Figure 4 :



Evolution des stocks de potassium échangeable (en kg/ha), dans l'horizon labouré, de 2000 à 2018, sur le dispositif complété avec engrais minéral azoté (stock initial : 1200 kg  $K_2O$  échangeable/ha)

1 Matières fertilisantes provenant de diverses filières de traitement d'effluents et déchets (eaux usées urbaines, ordures ménagères, effluents industriels, effluents d'élevage...).

2 Compost de la fraction biodégradable des ordures ménagères.

3 Obligatoire depuis 1994 pour les stations de plus de 10 000 Equivalent Habitants.

La potasse est un élément très soluble : elle est peu retenue et se retrouve majoritairement dans l'eau épurée. C'est pourquoi les boues de stations d'épuration en contiennent très peu.

Par contre, les composts de boues et, plus encore, les fumiers, les effluents viti-vinicoles (vinasses) ou les digestats de méthanisation contiennent des quantités intéressantes de potasse. Son origine y est végétale. Pour le compost, elle provient des déchets verts utilisés comme co-composants lors du procédé de compostage. Elle provient des pailles pour les fumiers. Le coefficient équivalent engrais potassique de ces produits est de 100 %.

Ainsi, avec du compost de boues, vous pouvez compenser les exportations de cultures peu exigeantes comme le maïs et le blé. Avec un apport de fumiers ou d'effluents viti-vinicoles, vous pouvez couvrir les besoins d'une betterave, culture très exigeante en cet élément. Des apports de digestats de méthanisation à la dose de 30 m<sup>3</sup>/ha apporteront environ 150 kg/ha de potassium. Pour les autres MAFOR, il faudra raisonner votre fertilisation potassique indépendamment de l'apport organique. La richesse du sol en potasse permet aussi de minorer les apports car cet élément est très biodisponible (sol dit « bien pourvu » à partir de 320 mg/kg de K<sub>2</sub>O échangeable).

## ...donc des économies en perspective

Les économies réalisées sur la fumure de fond, suite aux épandages de MAFOR peuvent donc être conséquentes. Pour mieux raisonner vos apports, reportez-vous aussi aux conseils des prestataires et tenez compte de vos analyses de sol

Tableau 2 :

**Economies effectives d'engrais PK dans les modalités MAFOR, par rapport au témoin engrais minéral, sur l'essai PROspective de l'INRA de Colmar de 2007 à 2017 (hors coût des apports de MAFOR) :**

MODALITÉ	Coûts des engrais minéraux phospho potassiques	Economie moyenne par rapport au témoin sans apport organique	Evolution des stocks dans l'horizon labouré par rapport à l'état initial	
			en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen	en K <sub>2</sub> O échangeable
Témoin sans MAFOR	1018 €/ha		↘↘	↘↘
Boue d'épuration	514 €/ha	50 €/ha/an	→	↘↘
Compost de boue	392 €/ha	63 €/ha/an	→	↘↘
Compost de biodéchets	399 €/ha	62 €/ha/an	↘↘	↘
Fumier de bovins	312 €/ha	71 €/ha/an	↘↘	↗
Fumier composté	325 €/ha	69 €/ha/an	↘	↗

## EN BREF

L'évolution des teneurs en éléments nutritifs, sur une période de 18 ans, avec des épandages réguliers, à **une dose réglementaire de 170 kg N total/ha**, démontre la valeur agronomique des MAFOR.

Ainsi les apports en potassium générés par **des fumiers, compostés ou non, permettent de remplacer des engrais potassiques**, en maintenant, voire en augmentant, les teneurs en potassium échangeable dans les sols. Ils offrent la possibilité de faire l'impasse sur la fumure de fond, même avec une betterave sucrière dans une rotation de quatre ans. De même, les apports en phosphore générés par **une boue brute ou compostée permettent de remplacer des engrais phosphatés**.

Aux doses épandues, des apports de **composts de biodéchets**, pour le potassium, ou de composts de

fumier, pour le phosphore, **réduisent les pertes en éléments P et K échangeables dans le sol** par rapport à des témoins minéraux. Bien qu'ils n'empêchent pas un appauvrissement du stock rapidement biodisponible du sol, ils permettent une réduction des apports en engrais minéraux de 65 % en moyenne (- 67 % de K<sub>2</sub>O avec du compost de biodéchets, - 61 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec du compost de fumier).

Ces apports de MAFOR représentent ainsi des économies substantielles à long-terme, tout en générant une augmentation des stocks de matière organique dans les parcelles amendées. **Alors tenez compte de ces apports pour augmenter vos marges, tout en contribuant à la protection de l'environnement.**