



LA VALORISATION AGRICOLE DES PRODUITS ORGANIQUES :

UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE
QUI RÉPOND À DE NOUVEAUX ENJEUX

Prise en compte des produits organiques et de leurs caractérisations dans les outils de gestion de la fertilisation





Fiona OBRIOT & Caroline LE ROUX

LDAR, Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche de l'Aisne



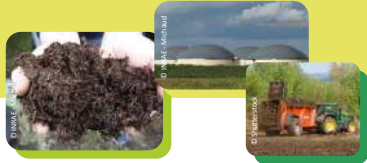


Rappel sur la gestion de la fertilisation

-  • Enjeux économiques
-  • Enjeux environnementaux
-  • Enjeux sur la qualité marchande
-  • Enjeux sur la réglementation

→ Face à ces enjeux, il est important de considérer la place des PRO ou MAFOR pour y répondre.





PRO : ressource renouvelable pour amender et fertiliser les sols



Provenant de sources variées et de processus variés

Variabilité des PRO

Substitution des engrais minéraux

Recyclage des cycles / Economie circulaire



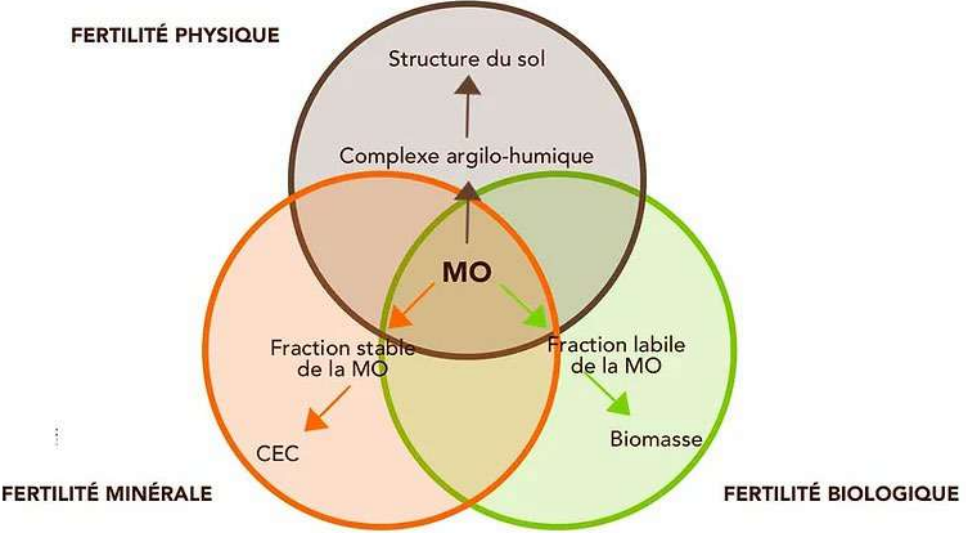
Fumier A : Fumier de bovins très compact de litière accumulée
Fumier B : Compost de fumier de bovins

Estimations pour une tonne de fumier (valeur avant sortie d'étable)	Éléments minéraux						Humus			
	N		P2O5		K2O		MgO			
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Composition en minéraux (1) ou rendement en humus (2) (kg/T de PB)	5,8	8	2,3	5	9,6	14	1,5	2,2	63	105
Coef. de valorisation des minéraux (3)	0,2	0,1	1		1		1		/	
Quantité d'éléments valorisables dans l'année suivant l'apport	1,16	0,8	2,3	5	9,6	14	1,5	2,2	/	
Valeurs unitaires des éléments (4)	0,7 €/kg		0,46 €/kg		0,34 €/kg		0,65 €/kg		0,069 €/kg	
Valeurs totales des éléments (€/T de fumier)	0,81	0,56	1,06	2,3	3,26	4,76	0,98	1,43	4,35	7,25

Valeurs des deux types de fumiers : Fumier A : 10,46 €/T; Fumier B : 16,30 €/T

(1) source des données : *Fertiliser avec les engrais de ferme*, (Institut de l'élevage et al, 2001)
 (2) Rendement en humus du fumier = Qié PB * teneur en MO * coef. Isohumique k1 ;
 Fumier A : 180 kg MO/T de produit brut et k1=0,35 ;
 Fumier B : 210 kg MO/T de produit brut et k1=0,5 ;
 (3) coefficients d'équivalence engrais, d'après *Fertiliser avec les engrais de ferme*, (Institut de l'élevage et al, 2001)
 (4) sources : Élément minéraux : prix distributeurs constatés sur la campagne 2006-2007
 Humus : voir **Valeur de l'humus** *

Source : Estimations par le groupe régional Sols & MO et Agro-Transfert R&T, 2007



© TERREOM

Comprendre le cycle de la décomposition des MO



Décomposition

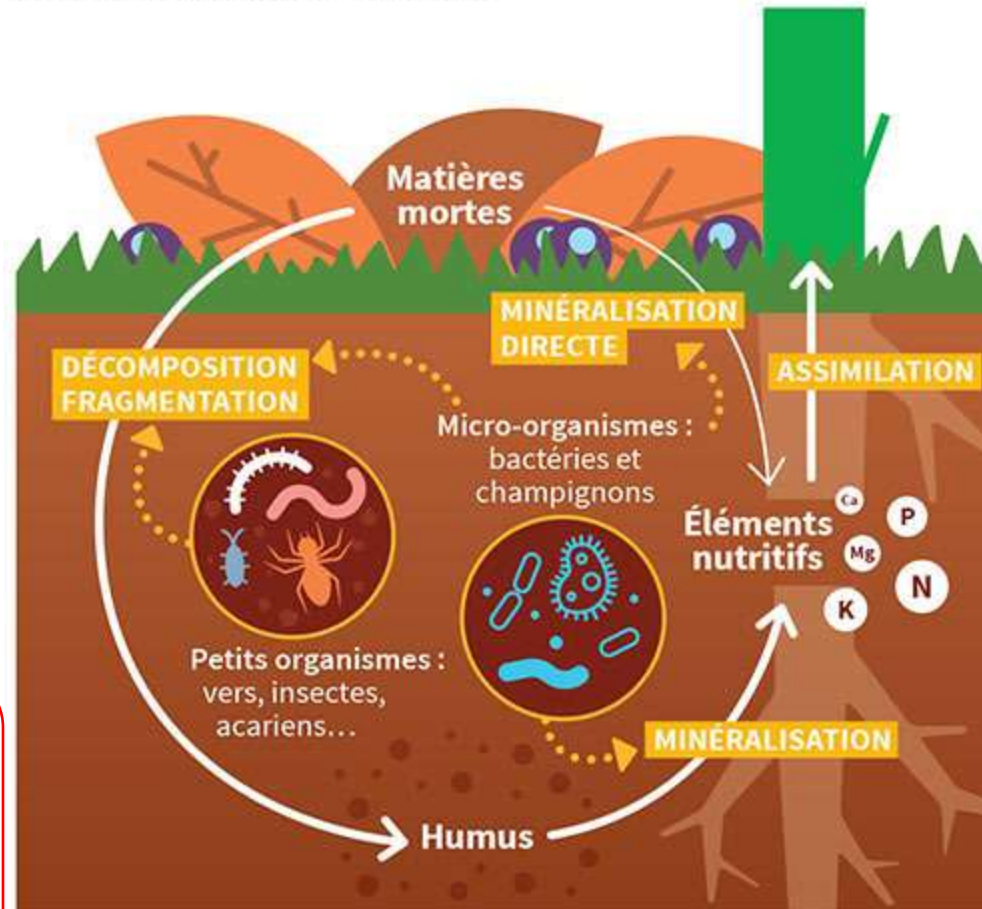
PRO ou MAFOR = de la matière organique apportée au sol (morte + vivante), composée d'un « cocktail » d'éléments nutritifs.

+ Risque de pertes d'éléments par :

- Volatilisation NH_3^+
- Lixiviation

+ Emission de GES (N_2O ...)

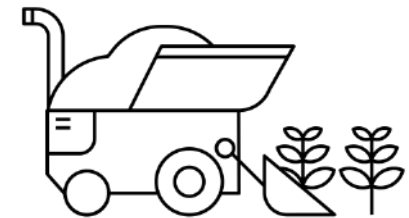
LE CYCLE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE



Climat



Type de sol



Pratiques culturales

Connaitre les caractéristiques des PRO

Quantitative

Qualité de la matière organique

Analyses

Cinétiques de
minéralisations C et N

ISMO
Indice de Stabilité de la MO

C organique
N organique
P, K, Mg, S
Nmin, CaCO₃
ETM
PCB/HAP
Pathogènes

FD U44-163
FD U42-163



1. Dispositif CARBONE
en bocaux hermétiques

1. Dispositif AZOTE
Dit « en plateau »

FD U44-162

$$ISMO = 44.5 + 0.5 SOL - 0.2CEL + 0.7 LIC - 2.3 Ct3$$

CEL = cellulose

LIC = lignine

SOL = soluble

Ct3 = miné C à 3j



Usage ?

- Connaitre les teneurs en éléments précis des PRO
- Vérifier l'innocuité + la conformité
- Mise sur le marché et/ou apport au champ
- Paramétrer les modèles



Usage ?

- Paramétrer des modèles
- Prédiction du stockage de C et fourniture N au champ
- Et Vérifier la conformité

→ Informations sur l'efficacité des PRO



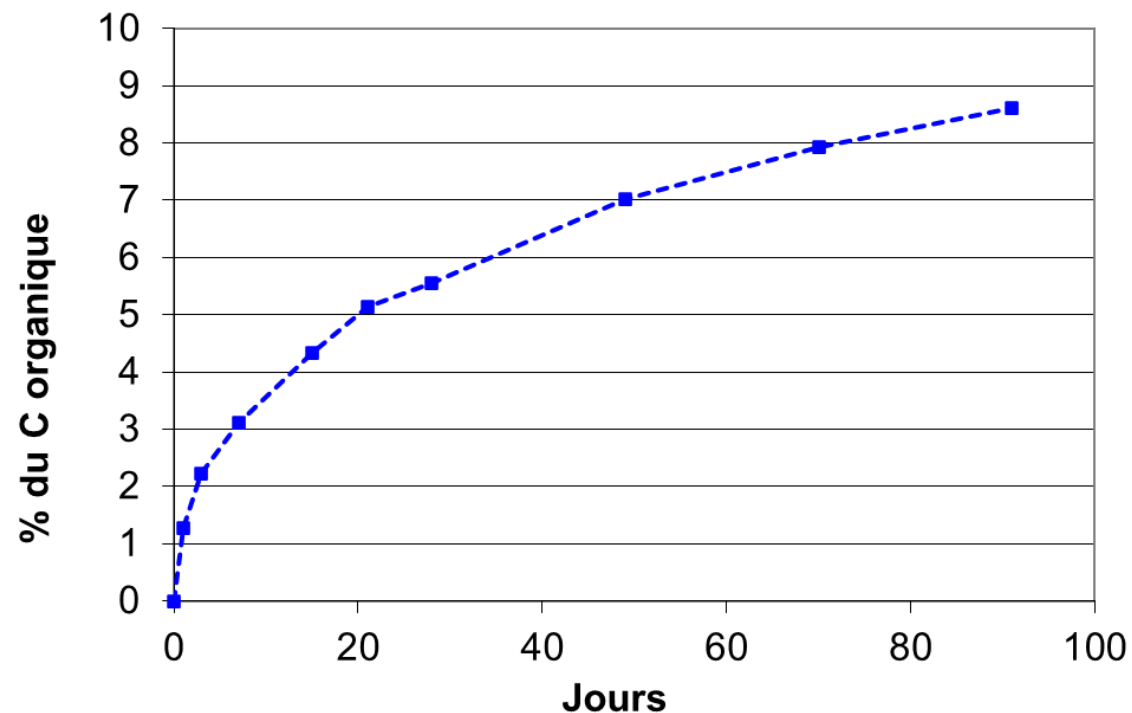
PRODUIT TYPE COMPOST :

Corg = 17g/100g de produit brut
 Ntot = 1.42 g/100g de produit brut
 Nmin = 0.045 g/100g produit brut

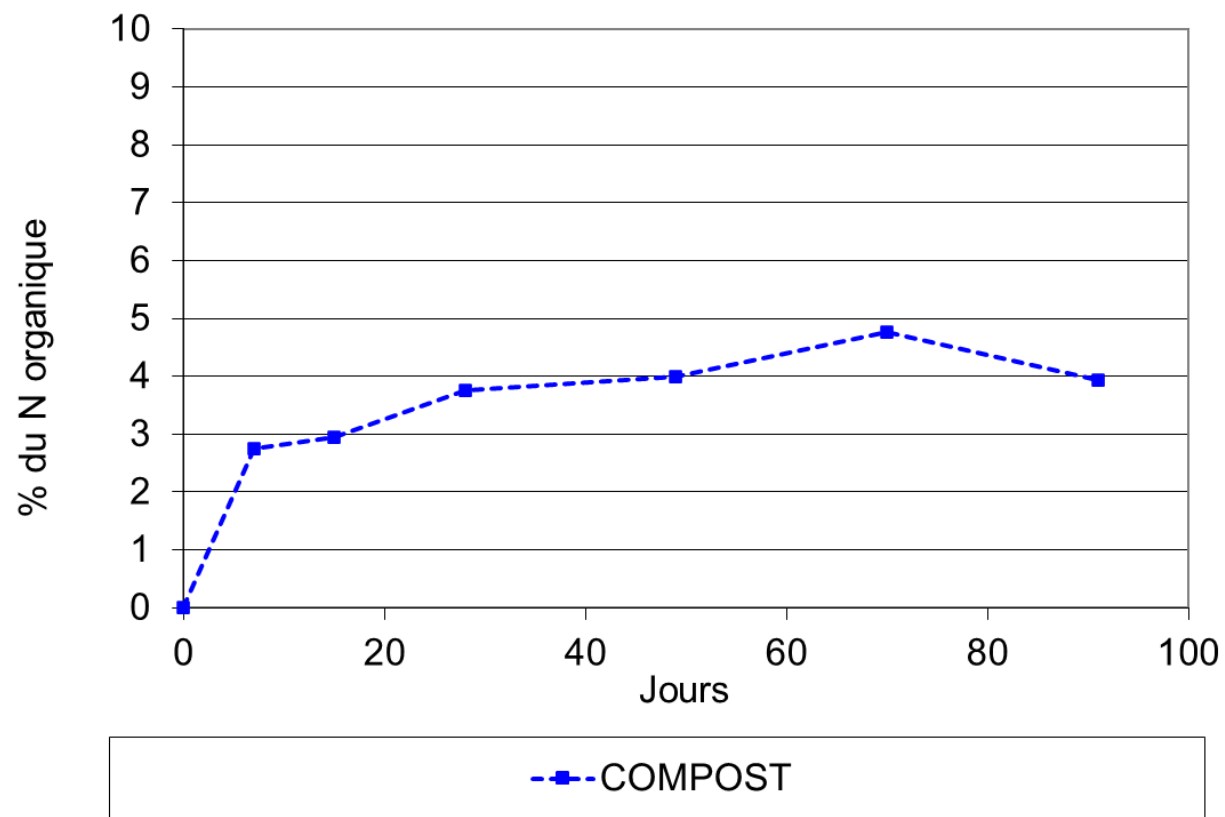
Exemple d'un cas d'étude

FD U44-163 – amendement organique

Evolution du taux de minéralisation du Carbone



Evolution du taux de minéralisation de N



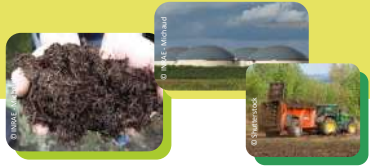
Référence Produit

PRODUIT TYPE COMPOST

ISMO

74% MO

Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation azotée



Présentation AzoFert®

- AzoFert®** : OAD pour la fertilisation azotée (utilisateurs = agriculteurs, conseillers), outil terrain

Bulletin de résultats
(Données LDAR)

Spécifique : région + parcelle



Références et paramètres



Fiche de renseignements



Données climatiques



Reliquat mesuré ou estimé



AzoFERT®



Logo de la labellisation Prev'N
(COMIFER, 2023)

Plan prévisionnel de fumure de la parcelle : Bilan d'azote issu du logiciel AzoFert®

Nom de parcelle: **FOND DE LA BUTTE**
 Numéro d'ilot PAC: _____ Surface (ha): 29,7
 Type de sol: Limon moyen profond Teneur de l'eau d'irrigation (mg NO₃/l): _____
 Culture: Maïs grain Date d'implantation de la culture: 15/04/24
 Précédent: Blé Date d'ouverture du bilan: 13/02/24

Besoin unitaire en azote, en kg/q (cultures récoltées en grains) :		2,2
Objectif de rendement (t/ha) :		12
En kg N/ha		
1	Besoins en azote de la culture	1 264
2	Azote restant dans le sol après la culture	2 28
Besoins totaux (A)		292
3	Azote déjà absorbé pendant l'automne - hiver	3 0
4	Reliquat d'azote minéral dans le sol sortie hiver	4 62
5	Minéralisation de l'humus	5 72
6	Arrière-effet prairie	6
Azote fourni par le sol (B)		134
7	Effet culture intermédiaire	7 54
8	Minéralisation des résidus du précédent	8 2
9	Effet direct des amendements organiques	9 26
10	Apports pluviométriques	10 7
11	Apports par l'irrigation	11 0
12	Fixation symbiotique	12 0
Autres fournitures d'azote (C)		89
13	Lixiviation de l'azote du sol	13 13
14	Organisation microbienne de l'azote de l'engrais	14 16
Azote non utilisable (D)		29
Total (I) = B + C - D		194
Apport prévisionnel en engrais minéral (II)=(A)-(I)		98
Complément (selon outil de diagnostic)		
Dose totale prévisionnelle		

Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation azotée



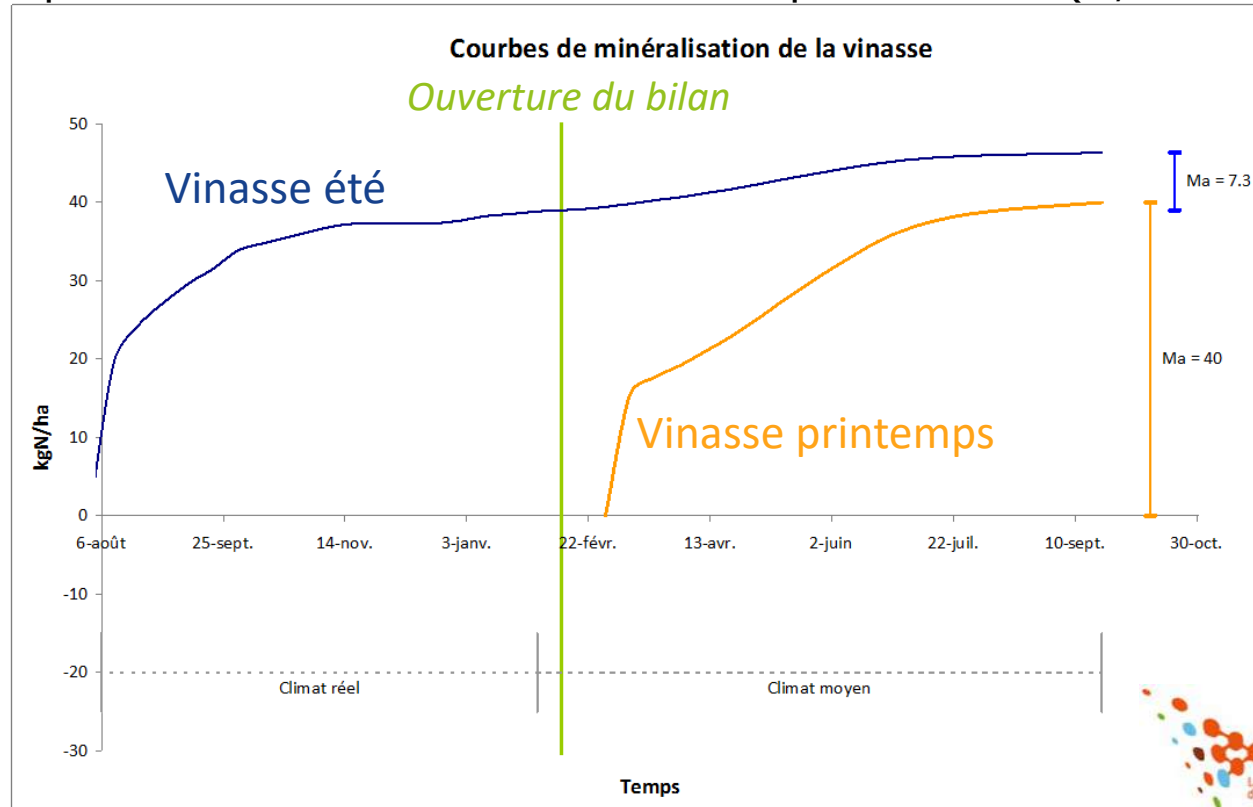
- **AzoFert®** : OAD pour la fertilisation azotée (utilisateurs = agriculteurs, conseillers), outil terrain

Effets court terme = année culturale

Effets à long terme = apports répétés

- Effet de la nature
- Effet de la date d'apport
- + possibilité de saisir les caractéristiques du PRO (C, Ntot et Nmin)

- Prise en compte dans le poste de minéralisation de l'humus du sol → au travers des habitudes culturales, fréquence & la nature des apports organiques + stock de Ntot dans le sol



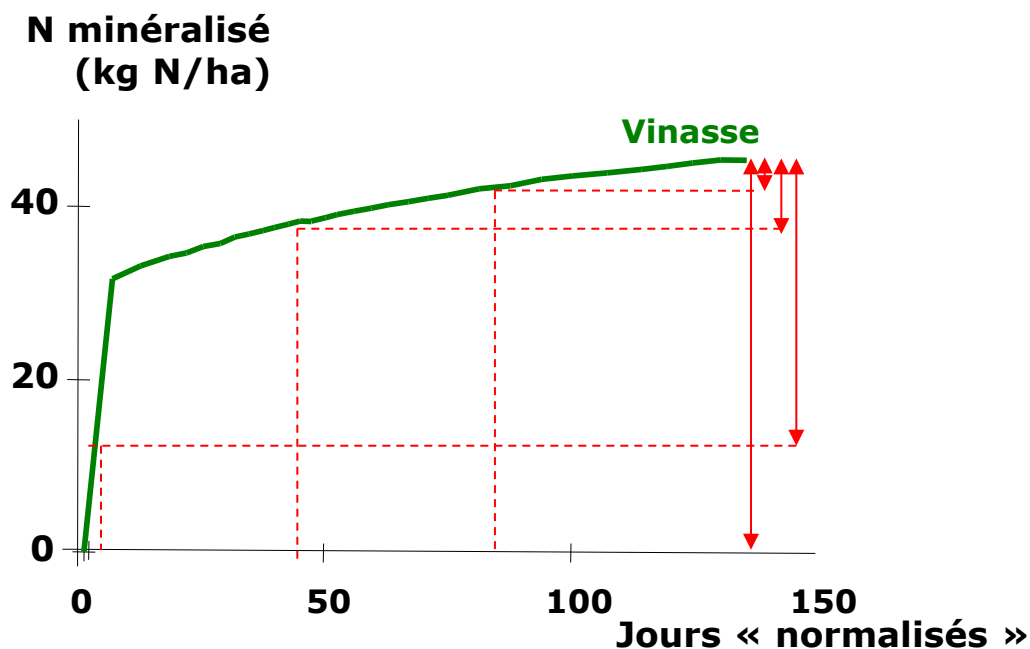
Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation azotée



AzoFert® : OAD pour la fertilisation azotée (utilisateurs = agriculteurs, conseillers), outil terrain

Effet de la date d'apport

- Exemple : vinasse de sucrerie à différentes dates d'apport pour un climat moyen



Date d'apport	Contribution en N pour la betterave (kg N/ha)
15 Août	6
15 Septembre	9
15 Octobre	13
15 Novembre	17
15 Mars	48

Caractéristiques de la vinasse : C : 16.2 %, N : 2.4 %, Nmin : 0.08 %
Dose d'apport : 3 t/ha

Source : LDAR

Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation azotée

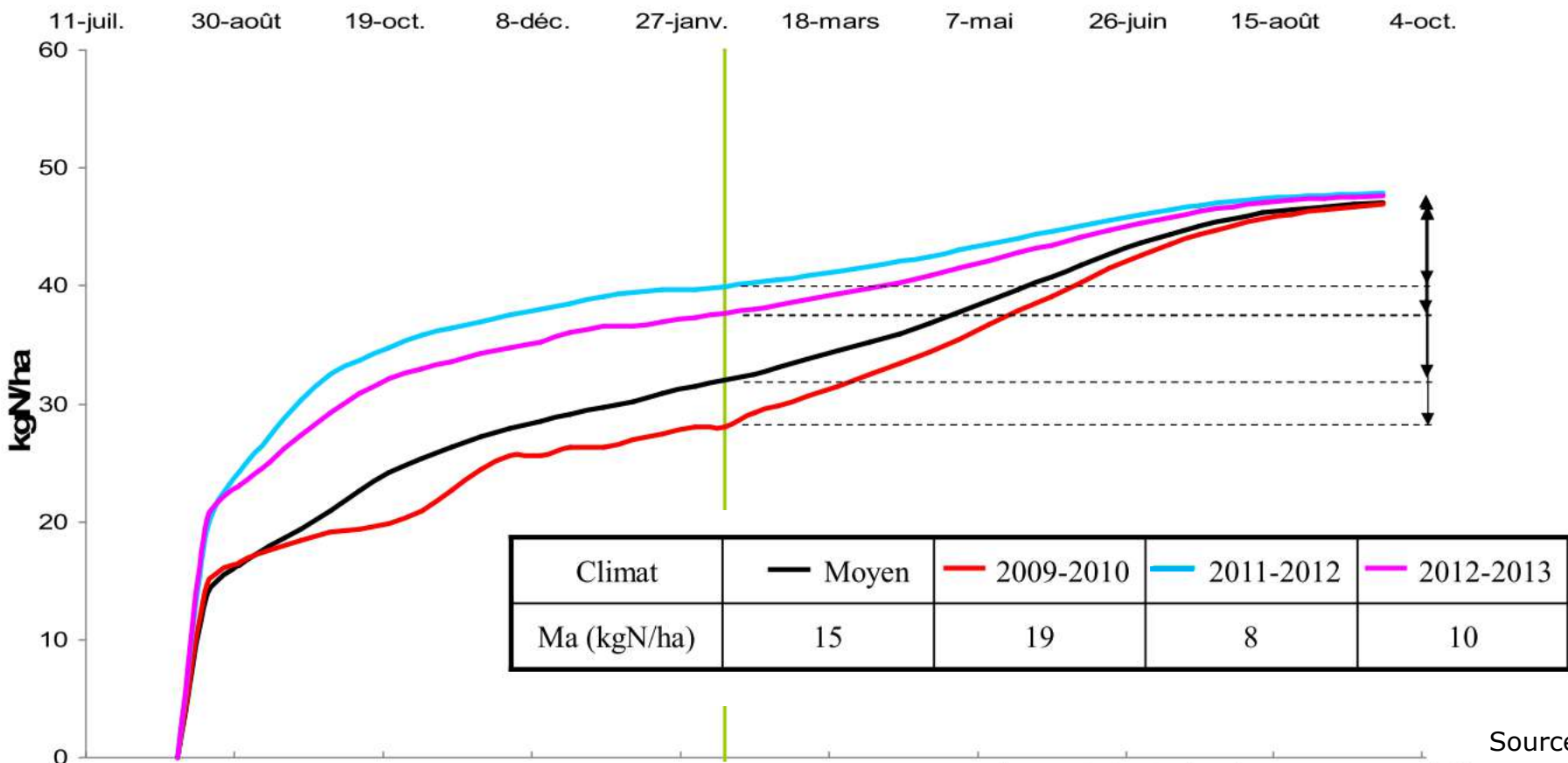


AzoFert® : OAD pour la fertilisation azotée (utilisateurs = agriculteurs, conseillers), outil terrain

Effet du climat



- Exemple : vinasse pour différentes années climatiques



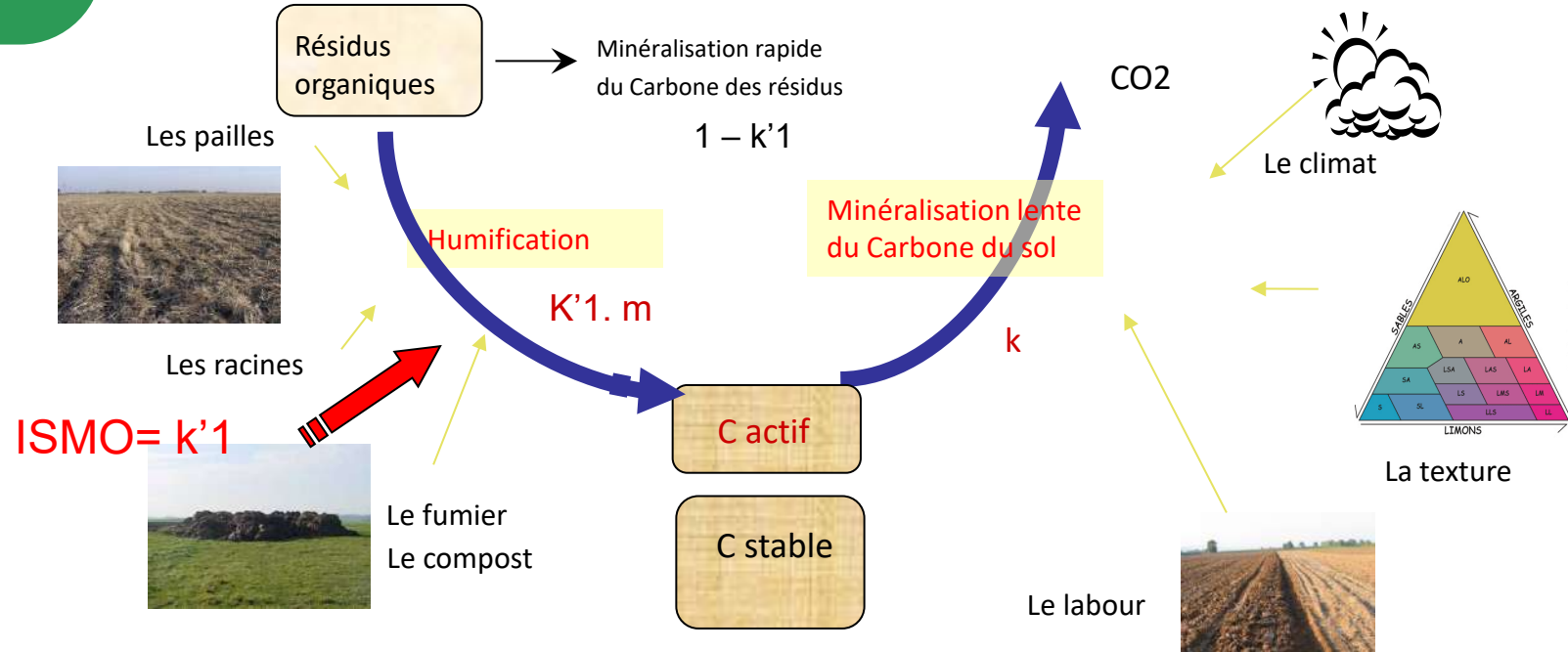
Source : LDAR

Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation azotée



Application de l'ISMO dans AMG

*AMG, du nom de ses auteurs: Andriulo, Mary, Guérif - INRA de LAON



Les principes du calcul: C_a (C actif) = 33% C_{org} $dC/dt = k'1.m - k.C_a$
 $k = 0.02$ à 0.06 fonction teneur argile, calcaire, travail du sol



Application de l'ISMO dans AMG

Produits organiques : apport de C dans les sols

Quantité de C apportée dépend :

- de la nature du produit (richesse en C et rendement en humification)
- de sa dose et fréquence d'apport

Apport de C humifié par quelques produits organiques :

Produit organique	Quantité apportée (T ou m3 /ha)	Fourniture de C humifié (kg/ha)
Fumier de bovin	30	1100
Lisier	30	75
Fientes de volailles	6	250
Compost déchets verts	15	900
Pailles restituées	5	450

Source : Agro-Transfert Ressources et Territoires



Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation des autres éléments

éléments

INRAE

Valeur fertilisante : P, K, Mg

→ Présentation du principe de calcul dans **RegiFert** : OAD pour la fertilisation de fond



- 2 étapes de calcul :

1- Estimation de la quantité totale en élément à apporter

$$A = Q \cdot TMS \cdot T \cdot 1000$$

A = Qté de l'élément correspondant à l'apport du PRO (kg/ha)

Q = Qté de PRO, correspondant à un apport (t produit frais/ha)

TMS = Teneur en matière sèche du PRO (kg MS/kg produit brut)

T = Teneur en l'élément chimique du PRO (kg élément chimique/kg de produit sec)

$$A = 74 \text{ kg de } P_2O_5 / \text{ha}$$

Q = 20t/ha de fumier
TMS = 0.24 kg MS/kg MB
T = 0.0155 kg P_2O_5 /kg MS
avec **TL** = 0.80

2- Calcul de la contribution annuelle de l'élément chimique

Contribution dans l'année 1 = **C¹** (kg élément/ha)

$$C^1 = A \cdot TL$$

$$C^1 = 60 \text{ kg de } P_2O_5 / \text{ha}$$

Contribution dans l'année 2 = **C²** (kg élément/ha)

$$C^2 = (A - C^1) \cdot TL$$

$$C^2 = 12 \text{ kg de } P_2O_5 / \text{ha}$$

Contribution dans l'année 3 = **C³** (kg élément/ha)

$$C^3 = (A - C^1 - C^2) \cdot TL$$

$$C^3 = 2 \text{ kg de } P_2O_5 / \text{ha}$$

TL = Taux de Libération annuelle d'un élément chimique pour un PRO (0 à 1)

Prise en compte des PRO dans la gestion de la fertilisation des autres éléments

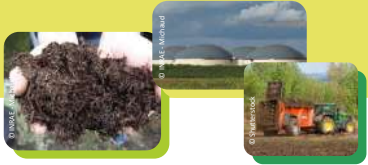


Compléments

- Données d'entrée : type de produit, quantité de l'apport (fiches de renseignements = données agriculteurs)
- Si plusieurs PRO sont utilisés → Même calcul pour chaque PRO
- Même procédé de calcul pour les autres éléments K_2O , MgO .

Exemple de rapport

Données complémentaires											
Apport de produits organiques → Contribution à déduire											
Nature du produit	Apport (t/ha)	Fréquence	Année de l'apport (kg/ha)			1 an après l'apport (kg/ha)			2 ans après l'apport (kg/ha)		
			P_2O_5	K_2O	MgO	P_2O_5	K_2O	MgO	P_2O_5	K_2O	MgO
Fumier Bovins Viande 24%	20	Tous les 1 ans	60	65	25	12	15	/	/	/	/
Lisier Bovins Viande 25%	30	Tous les 1 ans	80	150	45	/	/	/	/	/	/



Autres outils ?



PerN – 42 mois, début : décembre 2023 (pilote par IFV, autres partenaires : CA, LDAR, GRAB, EPLEFPA, Bioline by Invivo – INRAe EGFV, Institut Agro Montpellier – INRAe UMR ABSys).

- Objectif : Développement d'un outil opérationnel de raisonnement et de pilotage de la fertilisation azotée, **minérale ou organique de la vigne**.
- Les travaux s'appuient sur un prototype informatique déjà existant (N-Pérennes), qui préconise une dose d'apport d'azote minéral en début de campagne, en fonction des conditions pédoclimatiques, des pratiques culturales et de l'objectif de rendement de la parcelle.

PhosphoBio – 51 mois, début : octobre 2020 (pilote par Arvalis)

- Objectif : PhosphoBio se donne pour objectif de faire un état des lieux de la fertilité phosphat e des sols en Agriculture Biologique et adapter des outils de diagnostic au contexte de l'AB.
- Outil : Calculette permet de raisonner les doses de PRO mais aussi dans la rotation et le type des PRO.

Organisé par



Avec le soutien financier de





Merci !

**LA VALORISATION AGRICOLE
DES PRODUITS ORGANIQUES :**

**UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE
QUI RÉPOND À DE NOUVEAUX ENJEUX**