



FERTILITÉ DES SOLS & INDICATEURS ANALYTIQUES

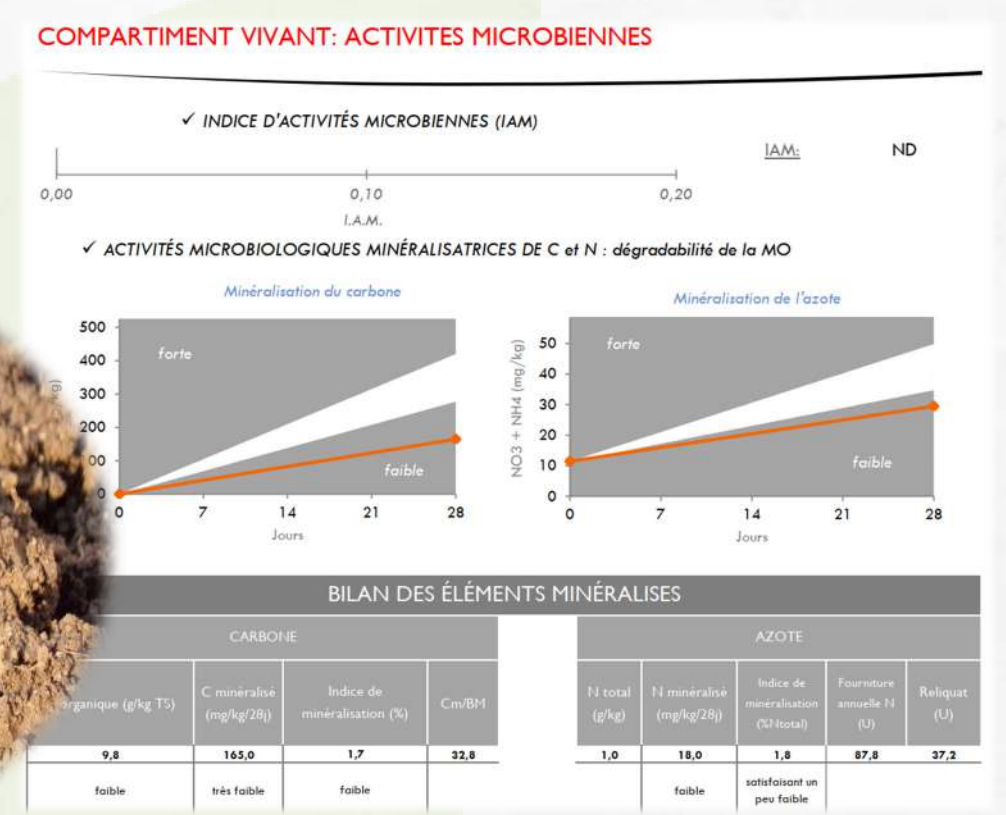
Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté

CONCEPT

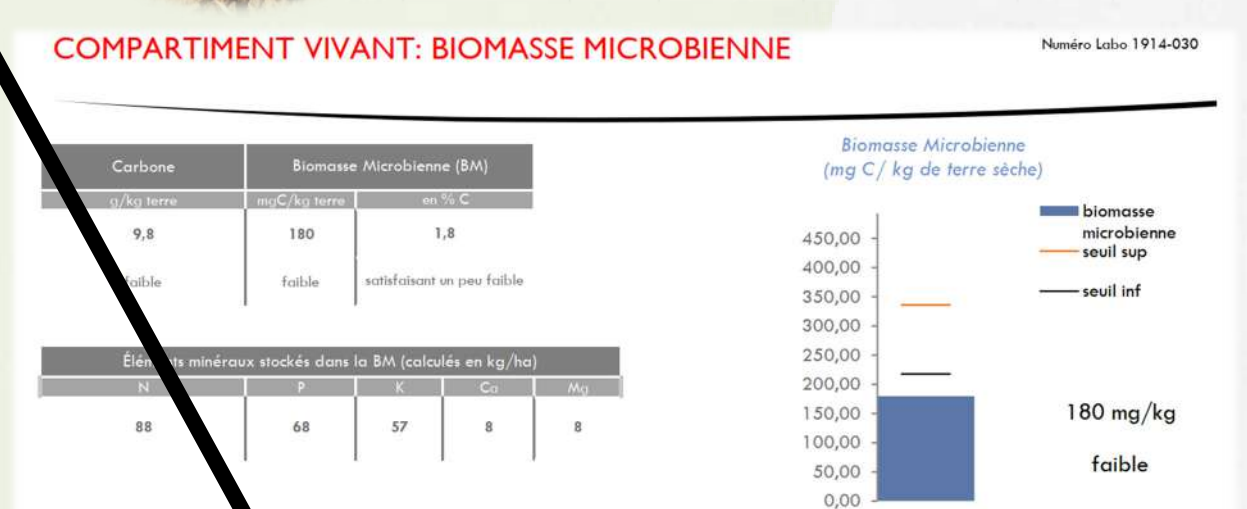
Un sol **fertile** assure efficacement une production d'éléments nutritifs et leur transfert vers la plante (entre autre l'ensemble des processus de minéralisation et transformation de la MO), pour une production de biomasse espérée.



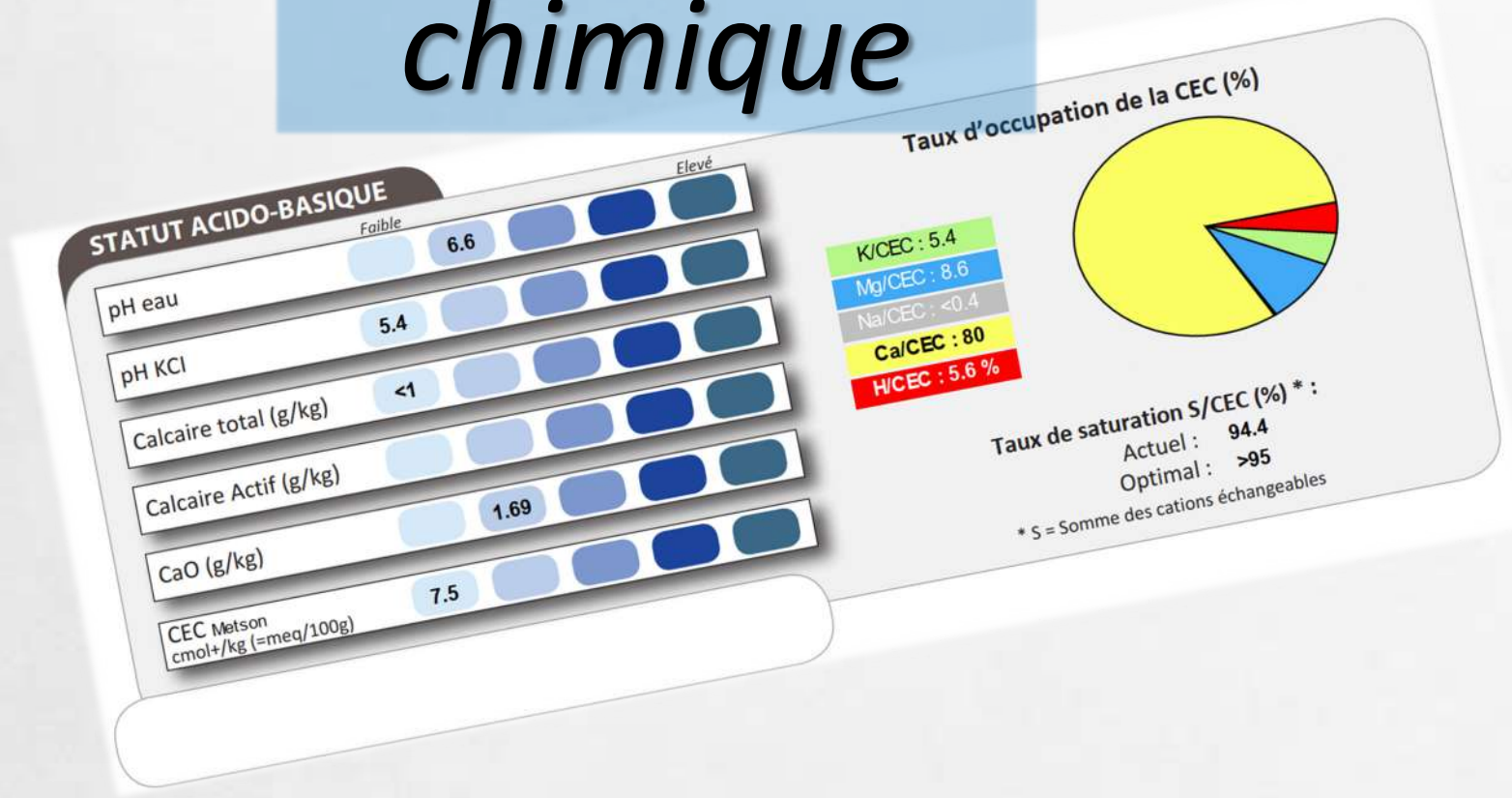
Fertilité Physique



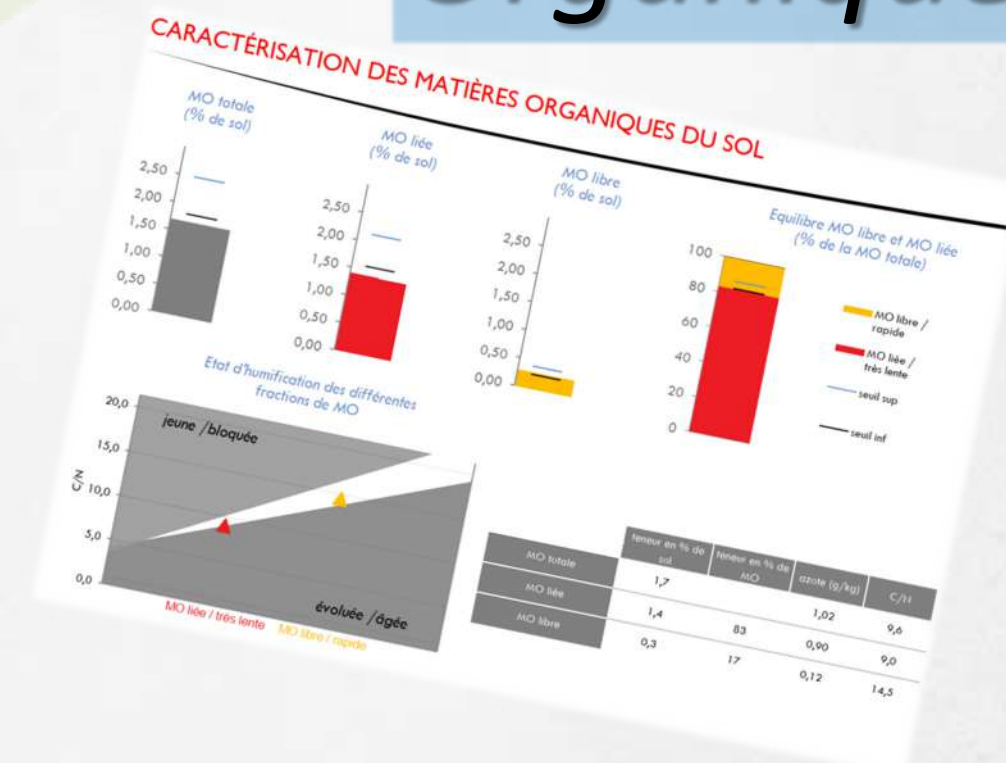
Fertilité Biologique



Fertilité chimique



Matières Organiques



La fertilité globale d'un sol repose sur 3 piliers **interdépendants** avec le **compartiment vivant** en guise de **réponse fonctionnelle**.

FERTILITÉ DES SOLS & INDICATEURS ANALYTIQUES - CULTURES -

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté



2 MOTS SUR LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL :

La Matière Organique du sol : des compartiments diversifiés !

Résidus de cultures/racines (visibles ou pas à l'œil)

C, N, P, S ...

Du vivant : macro/micro-organismes

Des macromolécules organiques, dont l'expression morphologique est une couleur & de petits agrégats arrondis

Par le passé, pour comprendre ces compartiments organo-biologiques, l'agriculture avait simplement recours à 2 indicateurs analytiques : la MO-totale & le C/N.



INDICATEURS ORGANO-BIOLOGIQUES : PRINCIPES

Aujourd'hui, pour mieux « disséquer » la MO-totale, on dispose d'indicateurs normés et performants.

MO libre

Effet biologique prioritaire : énergie !

Quantité : 15% de la MO totale .

Qualité (C/N) : entre 15 et 20 (pour une efficacité biologique sans consommation dommageable d'N).

Temps de renouvellement moyen : 15 ans

Entretien du stock : Matières végétales, cellulose (paille).

MO-vivante

Effet transformateur : minéralisation/agrégation

Quantité : 250 mg/kg de terre au moins de C-vivant .

Capacité de la MO à générer du vivant : représente 2,2 % de la MO-totale

Temps de renouvellement moyen : quelques mois à 1,5 an.

Entretien du « vivant » : fumiers pailleux, engrais verts...

MO-liée

Effet physique principal: stabilité des agrégats, maintien de leur friabilité, rétention eau et aussi effet énergétique (« fond de roulement »).

Quantité : 85% de la MO-totale.

Qualité (C/N) : entre 7,5 et 12 .

Temps de renouvellement moyen : 50aine d'années .

Entretien du stock : Composts, produits ligneux...

MO potentiellement minéralisable (C et N)

Effet nourricier/ énergétique

Quantité : C & N en mg/kg

Efficacité : c'est l'indice de minéralisation de C et N. Des valeurs entre 1,5 & 2,5% traduisent une belle efficacité microbienne.

Fourniture annuelle d'N : entre 120 à 150 kg/ha (pour un poids de terre à l'ha de 3000 t) .

Temps de renouvellement moyen : le cycle cultural

Entretien du fonctionnement : Lisiers, légumineuses, engrais organiques...





MON SOL EST-IL FERTILE ?

UN EXEMPLE POUR COMPRENDRE - CULTURE -

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté

DIAGNOSTIC TERRAIN

Constat de l'agriculteur : « ça pousse mal, problèmes d'engorgement, résistance vulpin, (rotation courte), pas de labour depuis 10 ans. »



Bilan fourche frontale :

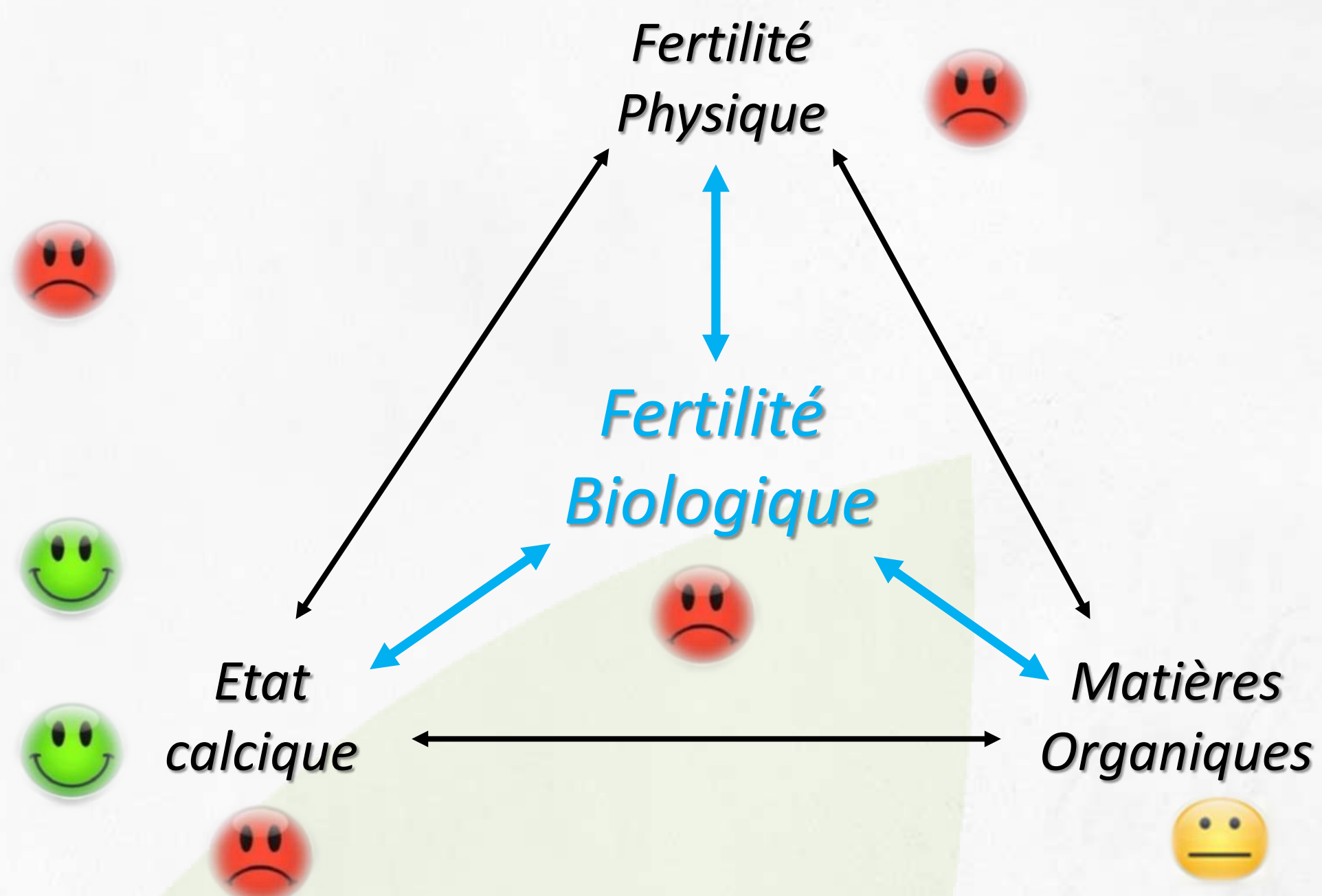
- **Battance** avérée (croûte 2-5 mm)
- Structure en **blocs** décimétriques, non poreux à faces horizontales.
- **Hydromorphie** localisée entre 10 & 18cm

-A partir de 22cm : retour d'une structure fragmentaire millimétrique

Type de sol : Sol Aéré Profond de Plateau limoneux (LUVISOL TYPIQUE, anthropo-rédoxique)

BILAN FERTILITÉ GLOBALE

Synthèse des observations et analyses du sol :
Analyse laboratoire Celesta-lab n°1810-014



FERTILITÉ ORGANO-BIOLOGIQUE : RÉSULTATS D'ANALYSES

MO-totale: 2,4%
C/N-total : 10,6

MO libre

Quantité : 12% de la MO (un peu faible) 😞
Qualité (C/N) : 15 😊
Besoin théorique : déficit de 1.9t

MO-vivante

Quantité : 103mg/kg : Très faible 😞
(viser 200 à 220mg)
« Rendement » : 0,8% : très faible 😞
(viser 2 à 2.2%)
Cause : quantité un peu faible de MO-libre et surtout le pH très bas (4,8). Avec un « rendement microbien » de 2.1%, le C-BM atteindrait 288mg

MO-liée

Quantité : 88% de la MO (correct à élevé) 😊
Qualité (C/N) : 10,2 😊
Besoin théorique : stock correct.
Penser à compenser les pertes (K2 = 2.74%) : le stock de MO est estimé à 62,2t /ha et les pertes annuelles seraient alors de 1,7t (pour un poids de terre de 2640 t/ha).

MO potentiellement minéralisable (C et N)

C_minéralisé : 270mg/kg 😊
Indice minéralisation C : 2% 😊
N_minéralisé : 22,7mg/kg 😊
Indice minéralisation N : 1,8% 😊
Fourniture annuelle d'N : 102 kg/ha 😊

Bilan : Amélioration **URGENTE** de l'état calcique (déficit théorique de 4,2 t d'équivalent CaO et 300kg de MgO) et de la structure de surface (fissuration juste après moisson et installation de couvert) ; **Contrôle** dans 2 ans (fourche frontale et pH-eau) si chaulage et ameublissement mécanique réalisés.

FERTILITÉ DES SOLS & INDICATEURS ANALYTIQUES - PRAIRIE -

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté



2 MOTS SUR LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL :

La Matière Organique du sol : des compartiments diversifiés !

Résidus de cultures/racines (visibles ou pas à l'œil)

C, N, P, S ...

Du vivant : macro/micro-organismes

Des macromolécules organiques, dont l'expression morphologique est une couleur & de petits agrégats arrondis

Par le passé, pour comprendre ces compartiments organo-biologiques, l'agriculture avait simplement recours à 2 indicateurs analytiques : la MO-totale & le C/N.

INDICATEURS ORGANO-BIOLOGIQUES : PRINCIPES

Aujourd'hui, pour mieux « disséquer » la MO-totale, on dispose d'indicateurs normés et performants.

MO libre

Effet biologique prioritaire : énergie !

Quantité : 30 % de la MO totale .

Qualité (C/N) : entre 10 et 15 (pour une efficacité biologique sans consommation dommageable d'N).

Temps de renouvellement moyen : 15 ans

Entretien du stock : Matières végétales, stock racinaire, cellulose...

MO-vivante

Effet transformateur : minéralisation/agrégation

Quantité : 600 à plus de 1500 mg/kg de terre de C-vivant .

Capacité de la MO à générer du vivant : représente au moins 2,5 à 3,5 % de la MO-totale.

Temps de renouvellement moyen : quelques mois à 1,5 an.

Entretien du « vivant » : fumiers pailleux, engrais verts ...

MO-liée

Effet physique principal: stabilité des agrégats, maintien de leur friabilité, rétention eau et aussi effet énergétique (« fond de roulement »).

Quantité : 70% de la MO-totale.

Qualité (C/N) : entre 7,5 et 10 .

Temps de renouvellement moyen : 50aine d'années .

Entretien du stock : Composts, produits ligneux...

MO potentiellement minéralisable (C et N)

Effet nourricier/ énergétique

Quantité : C & N en mg/kg

Efficacité : c'est l'indice de minéralisation de C et N. Des valeurs entre 1,4 & 2,5% traduisent une belle efficacité microbienne.

Fourniture annuelle d'N : entre 250 à 450 kg/ha (pour un poids de terre à l'ha de 1900 t) .

Temps de renouvellement moyen : le cycle cultural

Entretien du fonctionnement : Lisiers, légumineuses, engrais organiques...





MON SOL EST-IL FERTILE ?

UN EXEMPLE POUR COMPRENDRE - PRAIRIE -

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté

DIAGNOSTIC TERRAIN



Bilan fourche frontale :

Feutrage en installation sur 0-5cm
Racines traçantes sur 0-8/12cm



Structure fragmentaire fine



Bonne activité des vers anéciques et endogés



Surface plane, faiblement perforée à 22cm



22cm et plus : structure fragmentaire fine



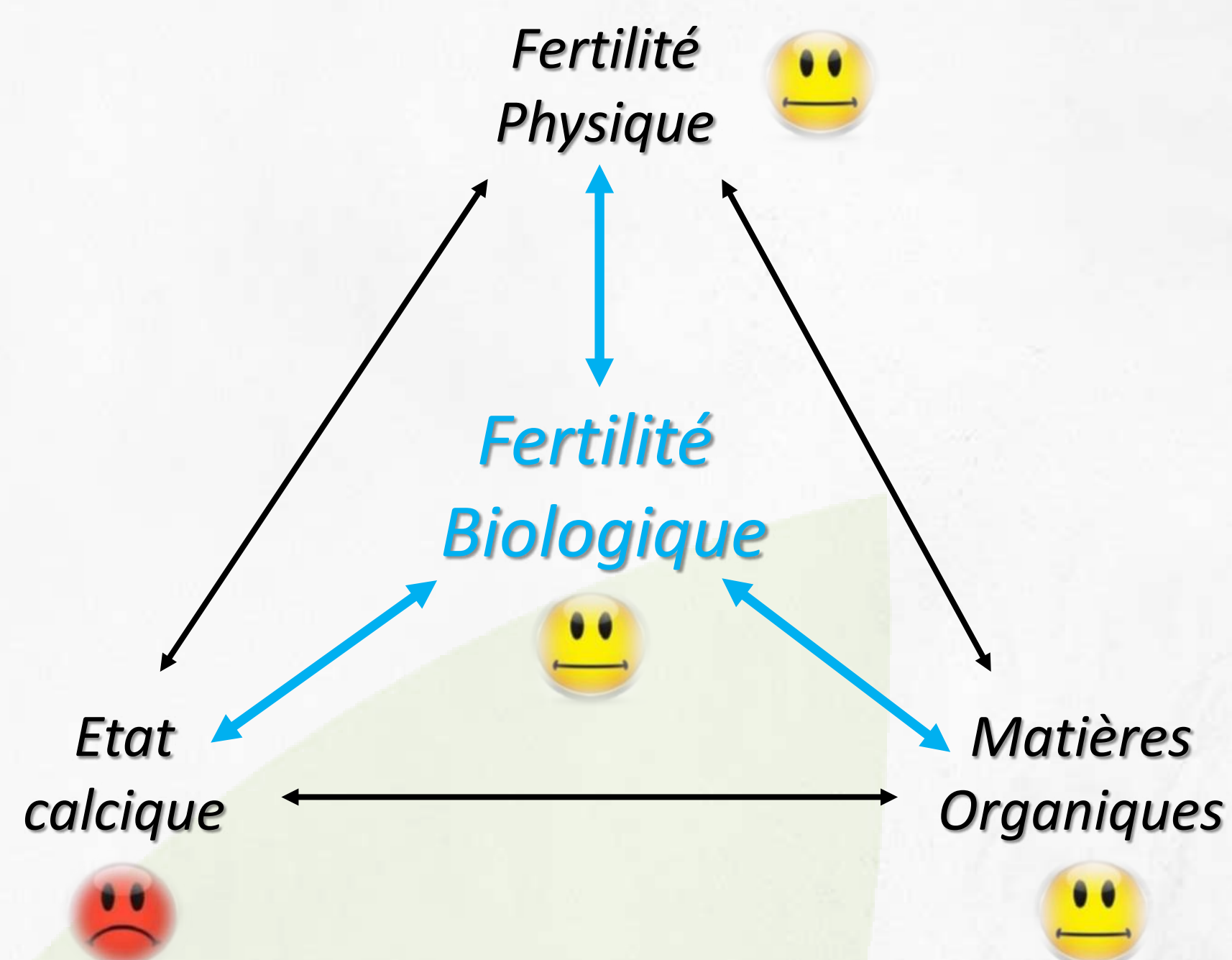
Type de sol : Aéré profond de Plateau
(NEOLUVISOL limono-sableux)



BILAN FERTILITÉ GLOBALE

Synthèse des observations et analyses du sol :

Analyse laboratoire Celesta-lab n°1911-069



Fertilité organo-biologique : résultats analyses

MO-totale: 3,8%
C/N-total : 9,4

MO-libre

Quantité : 16% de la MO-totale (tassement, mauvaise implantation ?)



Qualité (C/N) : 10,9 un peu élevé



Besoin théorique : déficit de 16t/ha soit l'équivalent de 100t de fumier (toute la MO du fumier va intégrer ce compartiment)

MO-vivante

Quantité : 404mg/kg (500 à 600 mg serait mieux)



« Rendement » : 1,8% très faible (viser 2,5 à 3%)



Cause : quantité un peu faible de MO-libre et pH bas
Avec un « rendement microbien » de 2.5%, le C-BM atteindrait 533mg

MO-liée

Quantité : correcte, représente 88% de la MO-totale (élevé)



Qualité (C/N) : 9,1



Besoin théorique : stock correct.



Estimation des pertes annuelles (K2 = 2.79%) : le stock de MO est estimé à 72,2t /ha et les pertes annuelles seraient alors de 2t (pour un poids de terre de 1900 t/ha).

MO potentiellement minéralisable

C_minéralisé : 303mg/kg



Indice minéralisation C : 1,4%



N_minéralisé : 31,7mg/kg



Indice minéralisation C : 1,8%



Fourniture annuelle d'N : 90 kg/ha



Bilan : améliorer l'état calcique (déficit théorique de 1,3 t d'équivalent CaO et 150kg de MgO), le compartiment MO-libre (préférer le fumier), et la prospection racinaire (fissuration à envisager après observation estivale)... bilan dans 3 ans !



L'OFFRE DU SOL EN SYSTÈME PRAIRIAL

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté

L'OFFRE DU SOL : PRINCIPE

Pour **piloter/comprendre** la fertilité de son sol, on se limite souvent à **observer/analyser** la couche de surface qui effectivement, **bénéficie/subit** des interactions mécaniques, chimiques, biologiques. Mais ce pilotage agronomique classique ne doit pas nous faire oublier que l'offre globale du sol dépend de son épaisseur et des propriétés des couches qui le constitue.



*Épaisseur totale
Texture des horizons (différenciation texturale)*



*Limite entre horizons
Structure & occupation racinaire*



Etat acido-basique (flore, analyse)



Drainage naturel (vertical, latéral, rapide, lent ...)



Matériau parental (nature, perméabilité, prospectabilité ...)

OBSERVER le sol permet de cerner son offre et de mieux interpréter les risques climatiques.

L'OFFRE DU SOL SOUS PRAIRIE

L'**observation** (test-bêche ou chargeur frontal) doit servir à **vérifier** si le système racinaire occupe (ou pas) **harmonieusement** un volume de sol «suffisant». Elle se fera sur des zones représentatives de la parcelle ou en ciblant une situation problématique, de préférence sur sol « frais » en visant parfois des plantes à pivot.



Crédit photos : Christian Barnéoud.



SOLS SOUS PRAIRIE : DU DIAGNOSTIC...

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale
d'agriculture Bourgogne Franche-Comté

SITUATIONS FAVORABLES

Structure grumeleuse fine (« couscous » de terre), couleur homogène et chevelu racinaire dense sans contrainte d'orientation, occupant un maximum de volume de sol (**absence d'organisation horizontale**).



Santans-39



Laviron-25



Motey Besuche-70

SITUATIONS PROBLÉMATIQUES

Elles commencent par l'observation de signes de « non-colonisation » harmonieuse du volume de sol :

- A- Concentration nette du système racinaire en surface (1 à 5 cm seulement) et/ou coloration nettement plus foncée.
- B- Observation de séparations horizontales nettes dans les 10/20 premiers cm
- C- Présence de blocs compacts de plusieurs centimètres d'épaisseur
- D- racines pivotantes coudées
- E- Traces de rouille + racines gainées de rouilles uniquement en surface, au moins 30% de surface de sol nu ...

Une situation sera d'autant plus critique que les signes de dysfonctionnement seront nets et diversifiés !



A



A B



A C



B



D



E



SOLS SOUS PRAIRIE : AUX OUTILS « RÉPARATEURS »

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale
d'agriculture Bourgogne Franche-Comté

FISSURATION, AMEUBLISSEMENT : OUI, MAIS...

Avant de passer un outil, **vérifier à la fois** :

- L'existence et la profondeur d'apparition de la zone à ameublir (Test-bêche, fourche frontale).
- La capacité de friabilité de cette zone : **GAFFE** aux sols trop humides ou trop secs !
- L'efficacité de l'outil : atteinte de la profondeur souhaitée.

Un **disque droit** dans l'axe d'une dent améliore son efficacité tout en limitant le foisonnement de surface

Un **feutrage racinaire** strict (absence de zone compacte) **ne nécessite pas** de passage de dents

L'**automne** est la saison à privilégier... d'autant plus que les dents seront « agressives ».



HE-VA: Grasstiller



QUIVOGNE: Herse Décompactrice de Prairie



ACTISOL: Herbasol

Crédit photos : Christian Barnéoud.

RÉSULTATS : « PATIENCE ET LONGUEUR DE TEMPS. »

Les expériences de fissurations mécaniques menées sur le massif jurassien (Chambres d'agriculture 25, 39, & BFC : PRDA Massif 2016-2019), dans le Cantal (Chambre d'agriculture 15) ou encore sur l'impluvium de Volvic (VetAgro Sup, CEPIV-Volvic, PNR Volcans d'Auvergne ...) ont permis de tirer quelques enseignements :

- **Affirmer** : « le passage de fissurateurs/ameublisseurs de prairie est **systématiquement inutile.** » **FAUX !**
- **Affirmer** : « le passage de fissurateurs / ameublisseurs de prairie est **systématiquement efficace.** » **FAUX !**
- **La réponse du système racinaire** est beaucoup plus lente que la réparation de la structure du sol
- **La réponse de la flore** à l'amélioration mécanique n'est pas instantanée et reste dépendante du climat et des pratiques.
- **La meilleure des réponses restera le végétal en situation climatique stressante !**



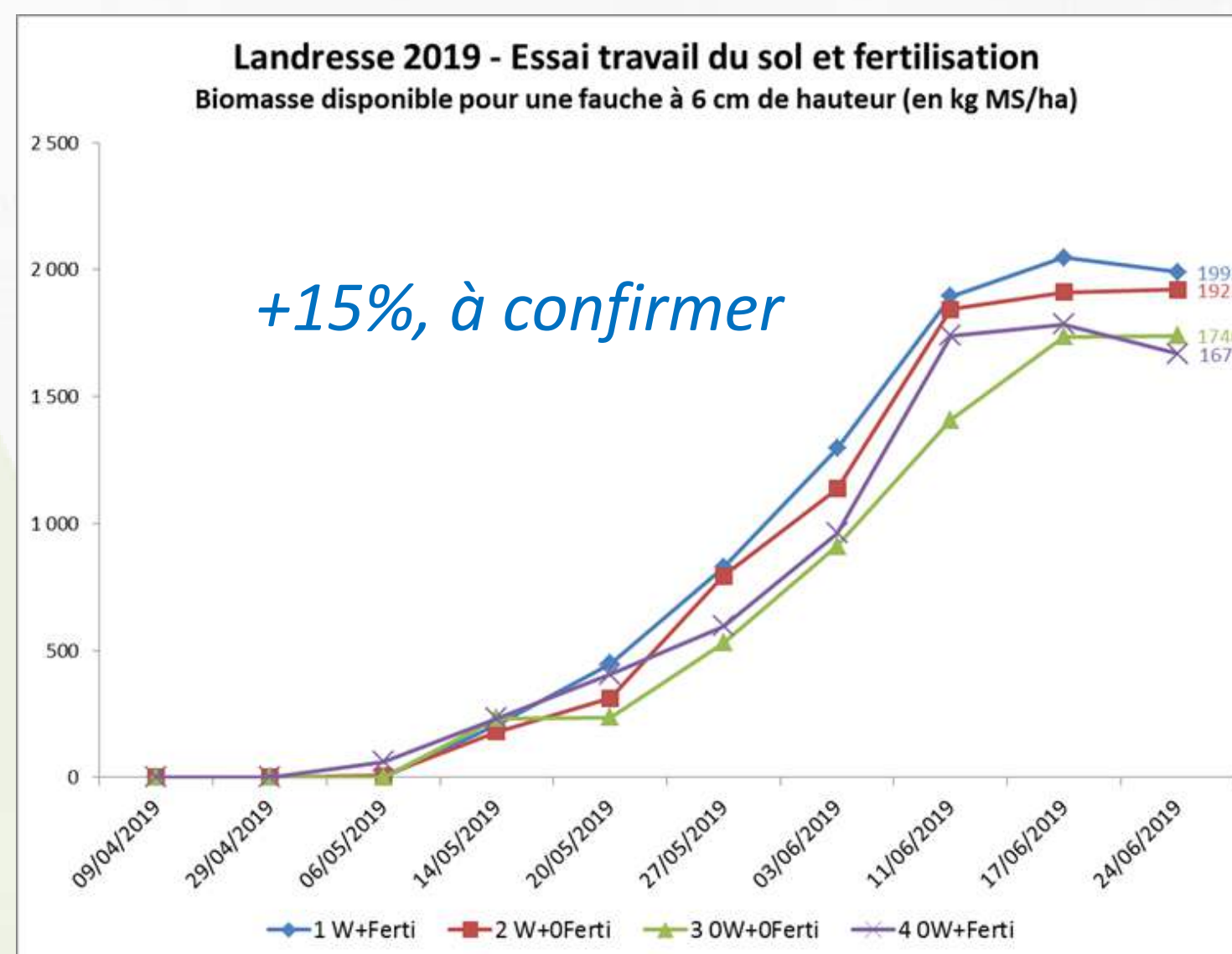
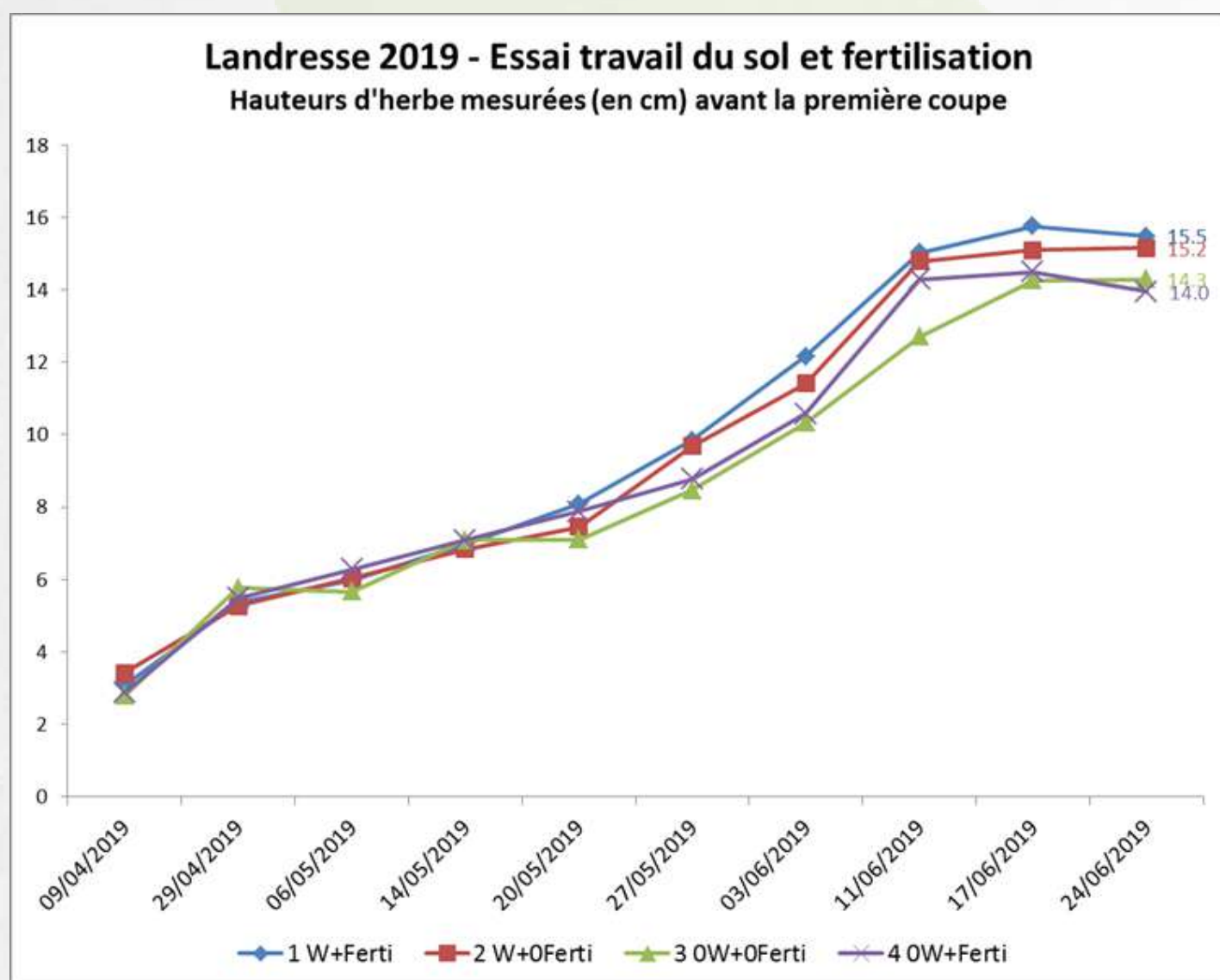
PRAIRIES ET RÉPARATIONS MÉCANIQUES

Réalisé par Christian Barnéoud, Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche-Comté



QUELQUES DONNÉES

Programme PRDA Massif (2016-2020), une vingtaine de parcelles testées.
 15 avec améliorations structurales, disparitions des « horizontalités », meilleures colonisations racinaires
 4 avec amélioration de la flore (diminution/disparition des indésirables)
 4 sans changement

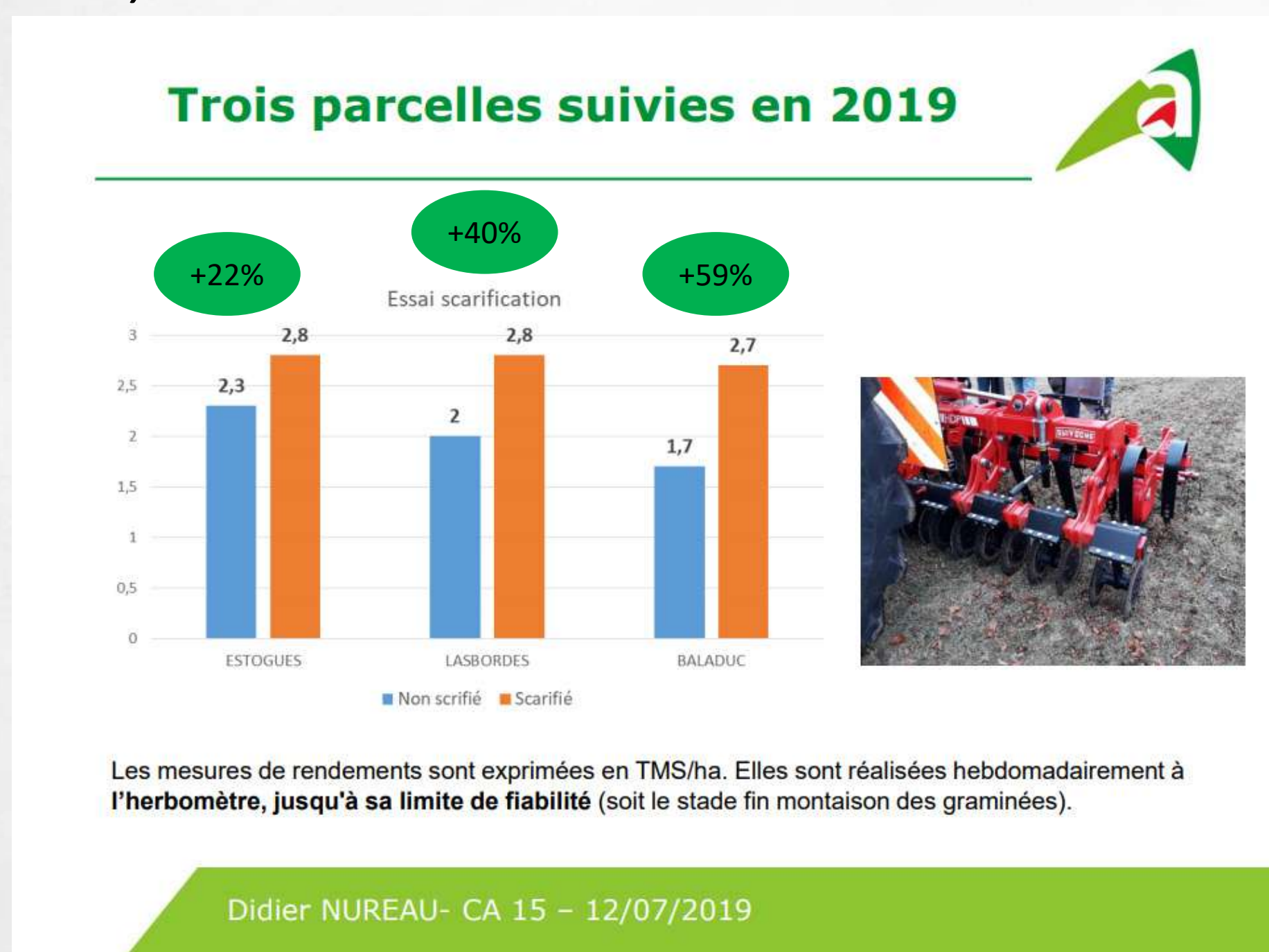


Source : CA25/90, Didier TOURENNE

Sylvain Henriet, agriculteur à Landresse (25):

« Les résultats sur la structure du sol ont été rapides à observer, le feutrage racinaire est aujourd'hui très limité, le sol beaucoup plus grumeleux et quand on prend la bêche, ça se sent vraiment. Mais surtout, on trouve des racines qui descendent presque deux fois plus, et on voit énormément de radicelles, c'est exceptionnel ! Je suis convaincu que mon sol fonctionne mieux, et le volume de sol colonisé par les racines ne peut qu'améliorer la nutrition de l'herbe. D'ailleurs, au printemps, on voit que la végétation redémarre plus vite, ce que les mesures de pousse confirment, et en période sèche, la bande décompactée reverdit 2 semaines avant le reste de ma parcelle. Je pense donc que mes prés sont aujourd'hui plus résilients aux aléas, et dans un contexte climatique de plus en plus compliqué, c'est important. Côté rendements, pas de magie, mais les mesures faites à l'herbomètre cette année avant la 1ère coupe montrent des tendances positives à la fois en hauteur d'herbe avant 1ère coupe et en biomasse récoltée à 6 cm. Des mesures à confirmer en 2020 ! » oct 2019

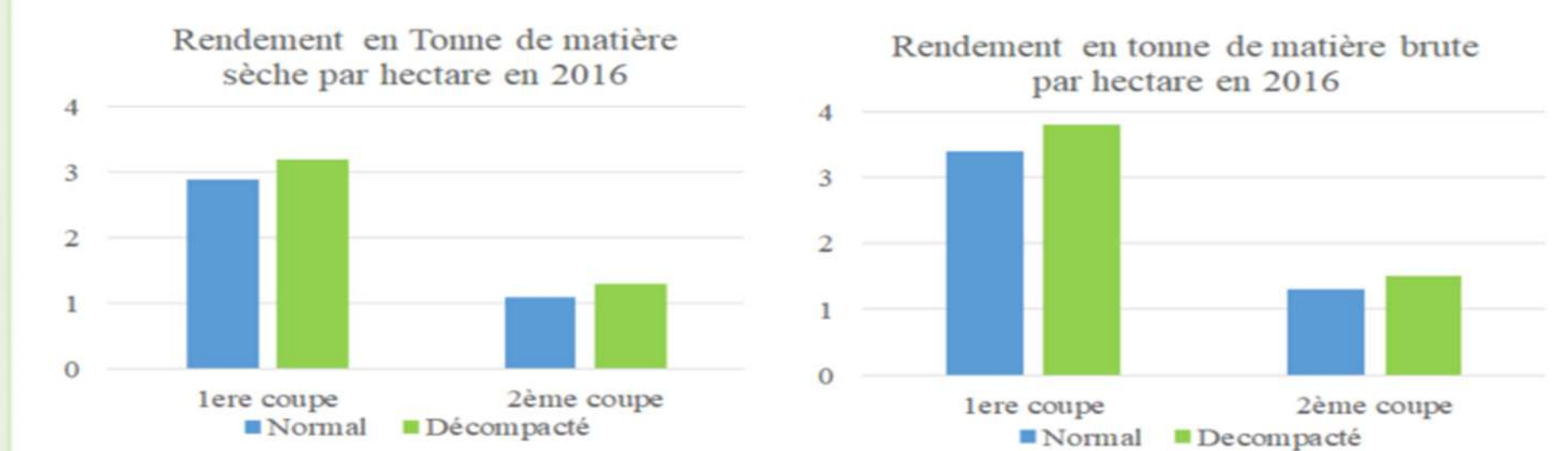
Suivi, amélioration prairie naturelle par scarification avec HRP Quivogne (CA Cantal, Didier Nureau, Juillet 2019)



Programme de lutte contre le campagnol terrestre et les taupes sur l'impluvium de Volvic 2015 / Utilisation Herbasol (VetAgro Sup, CEPiV-Volvic, Fredon Auvergne, LPO Auvergne, PNR Volcans d'auvergne)

UTILISATION D'UN DÉCOMPACTEUR DES PRAIRIES – EFFETS?

- Effet sur la production de biomasse des parcelles?



- + 1 à 2 bottes/hectare (250 kg) sur la 1ère coupe – 1ère année
- + 1 botte/hectare (250kg) sur la 2ème coupe – 2ème année

Evaluation du décompacteur de prairie comme outil complémentaire à la gestion raisonnée des populations de micromammifères (Revue Fourrages: 2020 241,35-43 / AFPP , E. Perrot, G. Gouval, Y. Michelin) :

« Notre étude permet de nuancer les premières études existantes relatives à l'utilisation du décompacteur en prairie en mettant en évidence ses aspects positifs, même si d'un point de vue agronomique, les effets bénéfiques du décompacteur sur le rendement ne sont visibles que dans les prairies présentant des signes de tassement . »

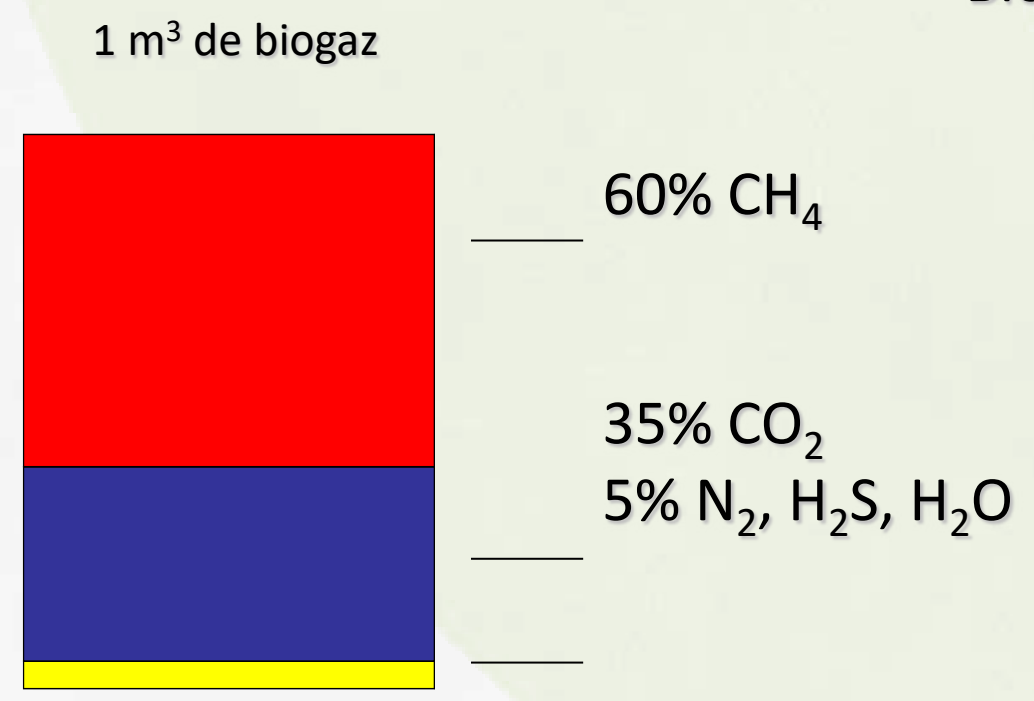
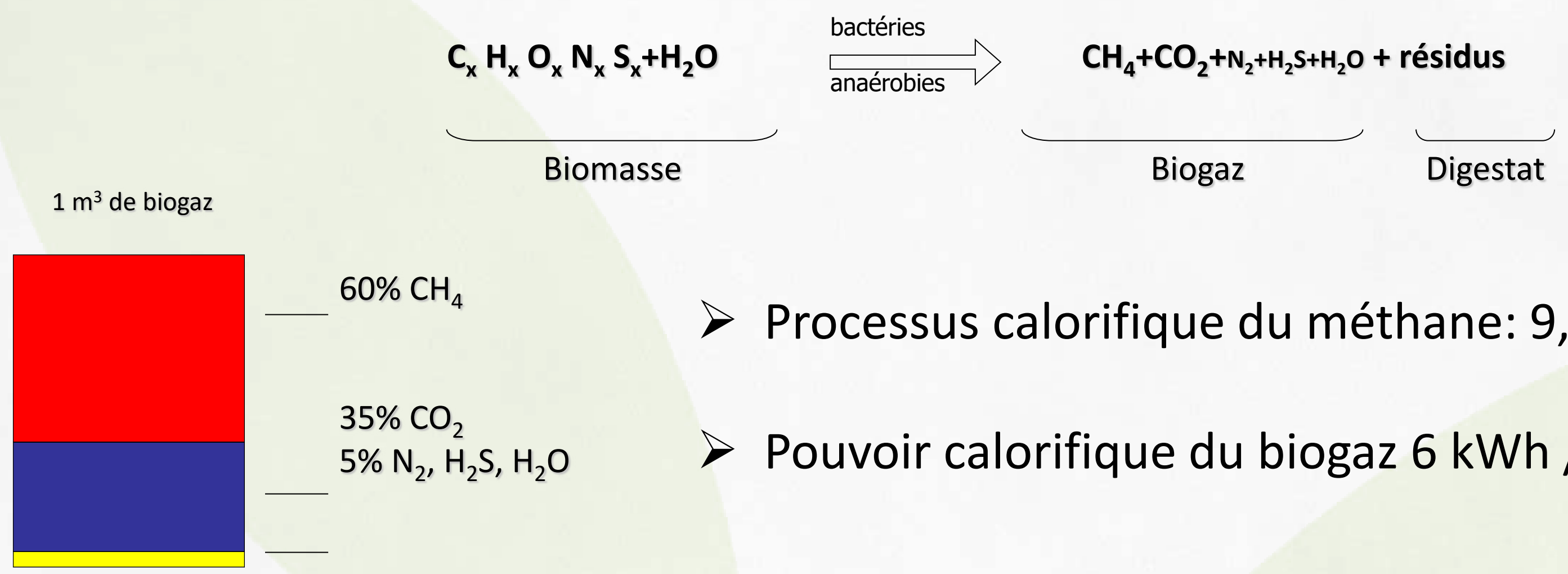
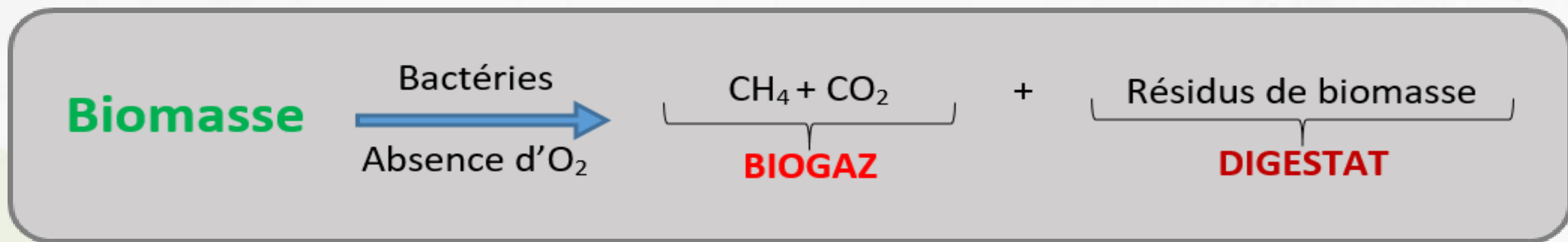


MÉTHANISATION AGRICOLE

Réalisé par Julien PARTY, Conseiller Energies,
Chambre d'agriculture de Haute-Saône



LA MÉTHANISATION, UN PROCESSUS BIOLOGIQUE



- Processus calorifique du méthane: 9,94 kWh/m³ (= 1 l de fioul)
- Pouvoir calorifique du biogaz 6 kWh / m³ (60% de méthane)

LA TECHNOLOGIE

La voie liquide « infiniment mélangée » :

Fonctionnement	Avantages	Inconvénients
Pour les gisements liquides ou pâteux Biomasse entrante inférieure à 27-25% de MS. Matière mise en contact avec les bactéries dans des digesteurs cuves ou des digesteurs pistons	- Digestion homogène des matières. - Procédé automatisé	- Limitation à maximum 13% de MS du produit sortant pour être encore « pompable » jusqu'au retour aux champs. - Sensibilité aux indésirables.



Unité de méthanisation voie liquide « infiniment mélangé »
GAEC De La Foulrière

La voie sèche discontinue :

Fonctionnement	Avantages	Inconvénients
Pour les gisements de biomasse supérieure à 30%MS. Matière mise en tas dans un garage fermé hermétiquement par une porte ou dans un silo bâché.	- Non sensibilité aux indésirables. - Moins consommateur de chaleur par rapport à l'énergie produite. - Moindre consommation d'énergie électrique car peu de matériel en mouvement (pompes, broyeurs).	- Manipulation plus importante (charger et décharger les garages). - Stockage du digestat solide demandant de la manutention.



Unité de méthanisation voie sèche « bateau »
Matthieu Joly

Avec le soutien financier de l'ADEME

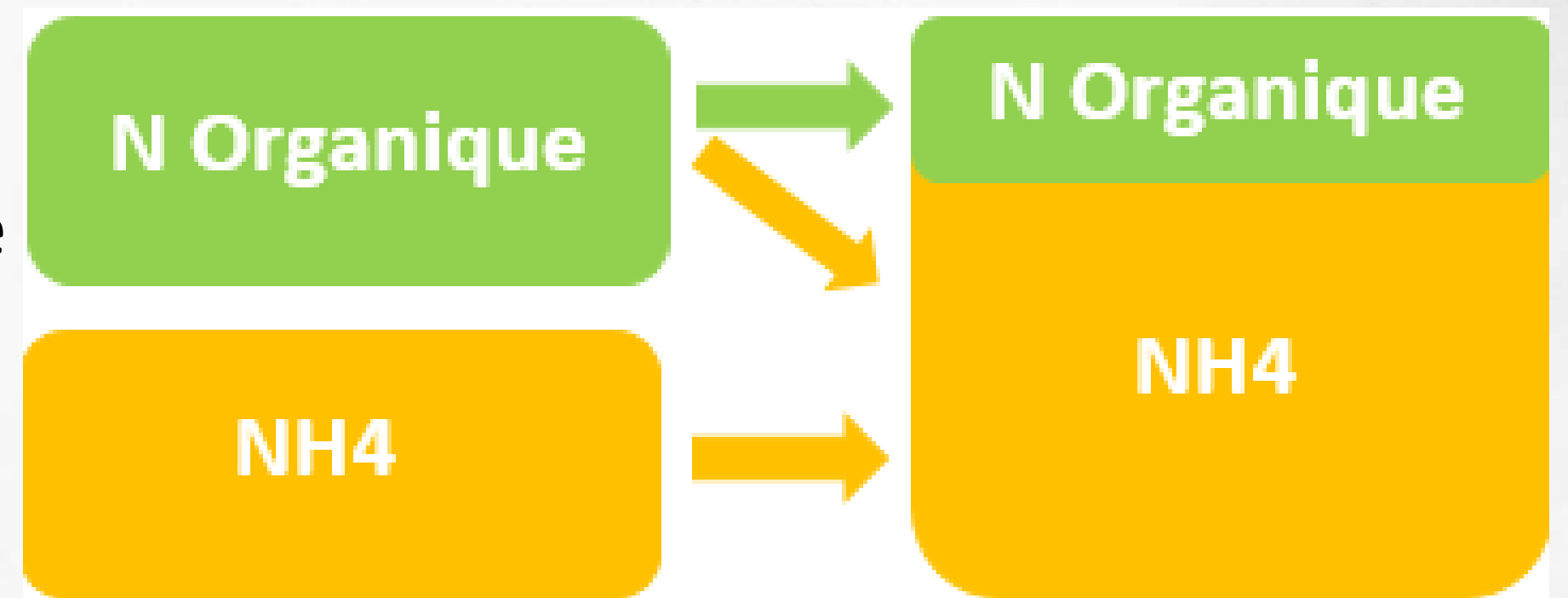


MÉTHANISATION, CARACTÉRISTIQUES DU DIGESTAT

Réalisé par Julien PARTY, Conseiller Energies, Chambre d'agriculture de Haute-Saône



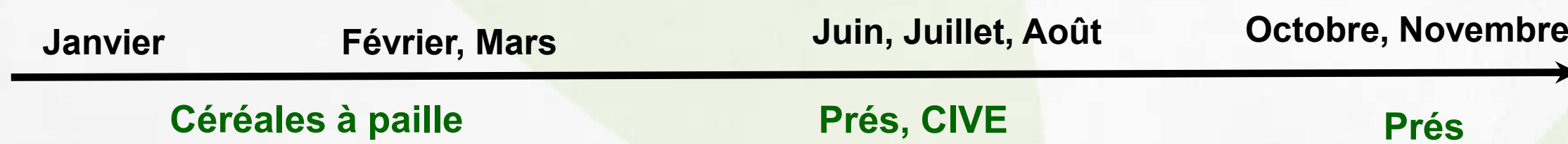
- ✓ Diminution de la teneur en matière sèche
- ✓ pH neutre à basique
- ✓ Conservation de la fraction de la MO stable qui donne l'humus
- ✓ Diminution des germes pathogènes
- ✓ Qualité du digestat en fonction des matières entrantes
- ✓ Conservation de la valeur fertilisante (N,P,K)
- ✓ Diminution des odeurs



Azote présent sous forme plus ammoniacale

- Azote plus rapidement assimilable par les plantes: facilite le pilotage de la fertilisation
- mais aussi azote plus facilement volatilisable : nécessite d'adopter les pratiques en utilisant une **rampe à pendillards**.

Phase liquide: -> Au plus près des besoins de la plante



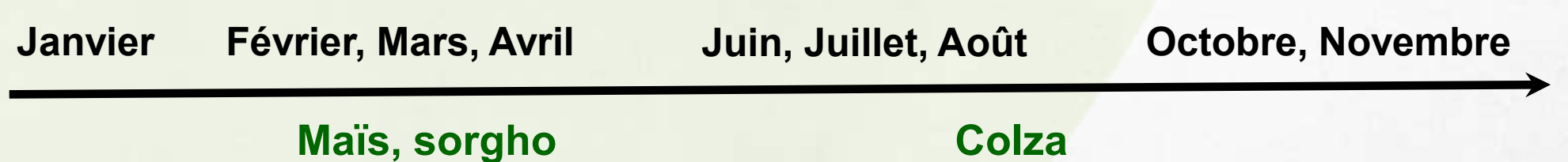
Epandage de digestat liquide
GAEC De La Foulrière

La mise en place d'un **séparateur de phase** permet de scinder ces deux fertilisants, l'engrais assimilable rapidement et l'amendement de fond.



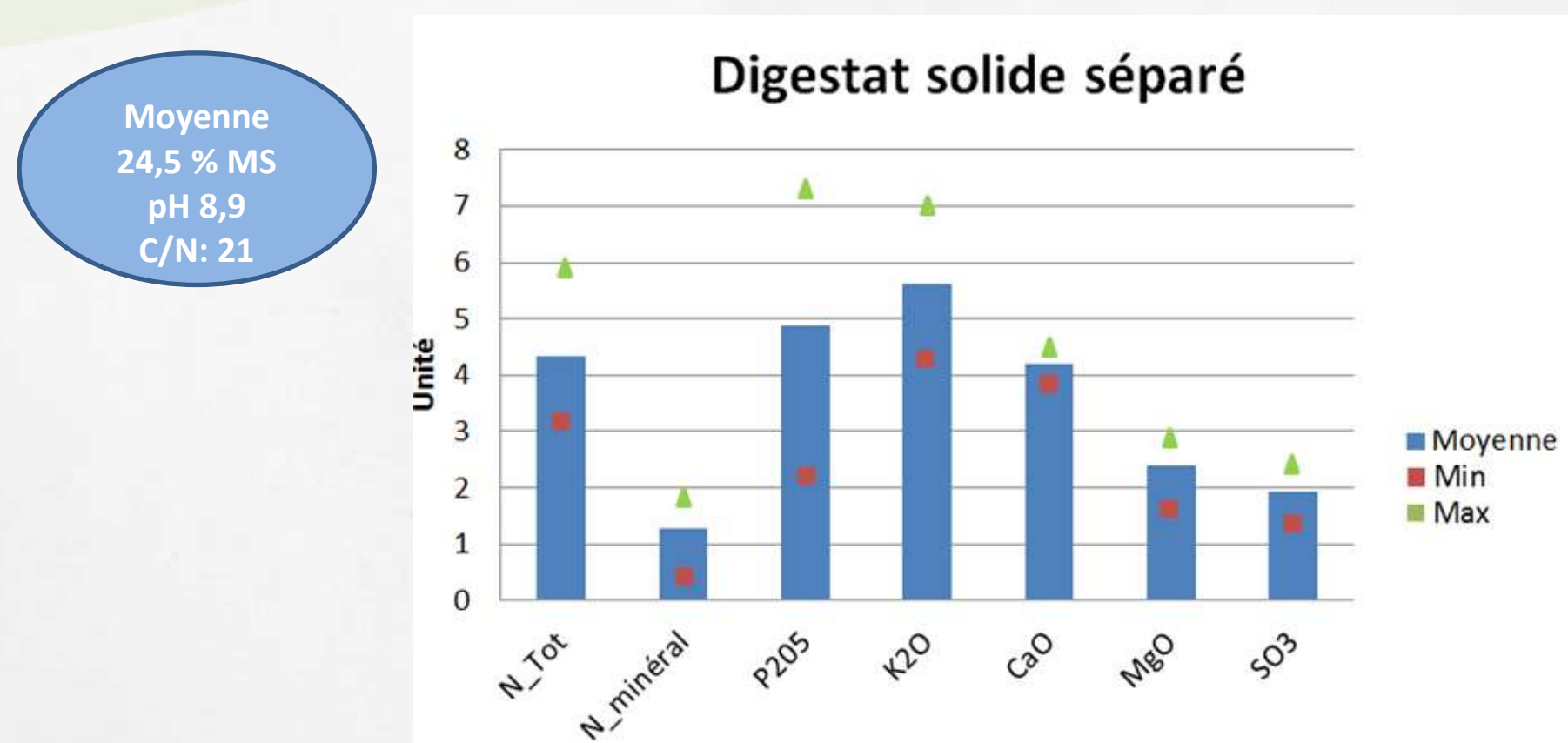
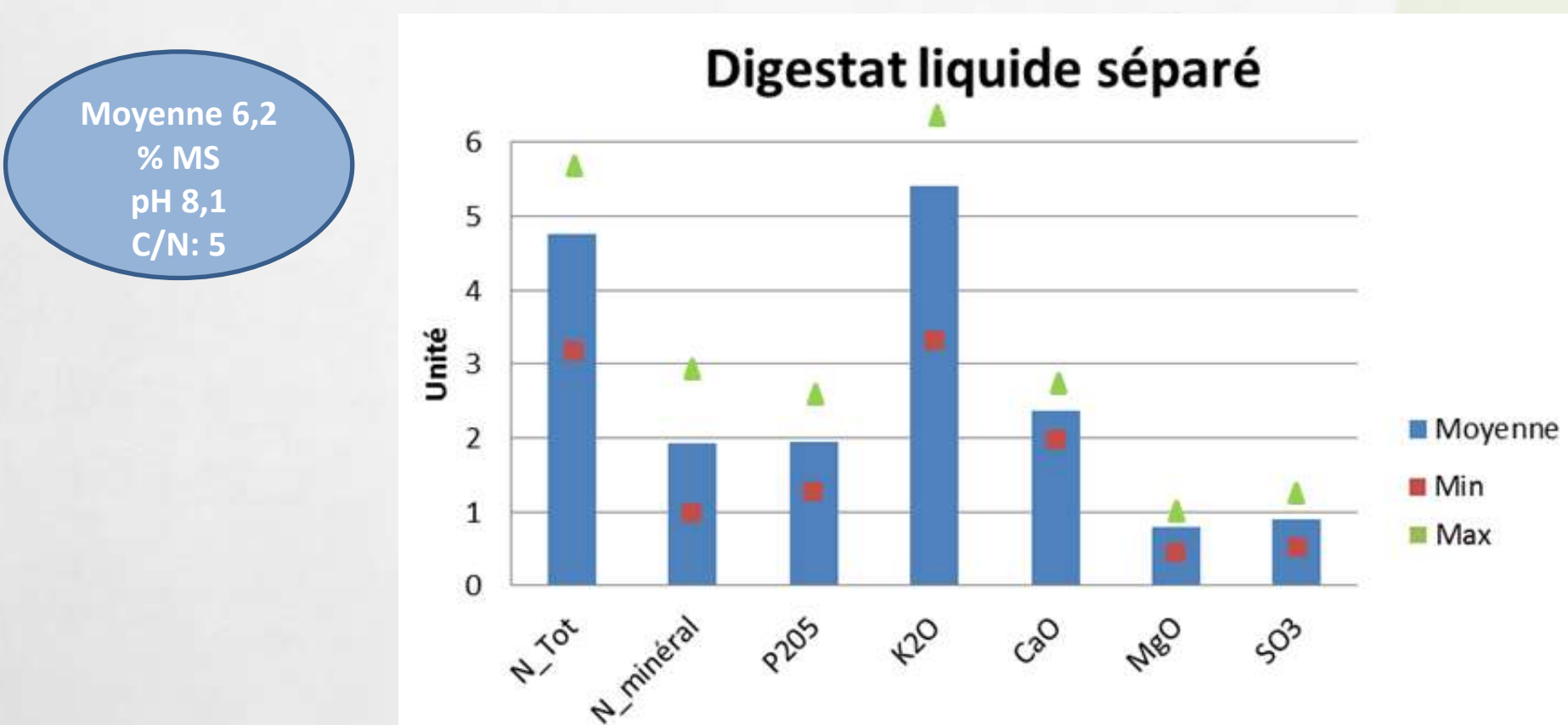
Stockage digestat solide SASU Biogaz Energie

Phase solide: -> Le parfait amendement de fond



Ce ne sont pas 1 mais DES digestats !

Chaque digestat est différent en fonction des matières qui sont incorporées, de la préparation avant l'incorporation (broyage ou non), du temps de séjour ... Il est préconisé de réaliser une valeur agronomique avant chaque grand chantier d'épandage.



Avec le soutien financier de l'ADEME



MÉTHANISATION : QUELS SUBSTRATS UTILISABLES ?

Réalisé par Julien PARTY, Conseiller Energies, Chambre d'agriculture de Haute-Saône



TOUTES LES MATIÈRES ORGANIQUES FERMENTESCIBLES !

Les matières organiques « agricoles »

- Effluents d'élevage et assimilés (fumier, lisier, purin...)
- Lactosérums
- Résidus de cultures, issues de céréales (résidus coopératives, cannes de maïs...)
- Cultures énergétiques (ensilages de cultures principales/dérobées, maïs, seigle...)

Les matières organiques extérieures

- Déchets de collectivités (boues de STEP/biodéchets, tontes pelouse)
- Déchets des industries agro-alimentaires (déchets fruits, légumes)



Récolte de la canne de maïs, GAEC Du Mont Du Ciel

Quels intrants sont interdits lorsque le digestat est épandu sur des terrains bio ?

- Effluents d'élevage en provenance d'élevages industriels
- Biodéchets
- Déchets ménagers qui ne sont pas exclusivement d'origine végétale et animale

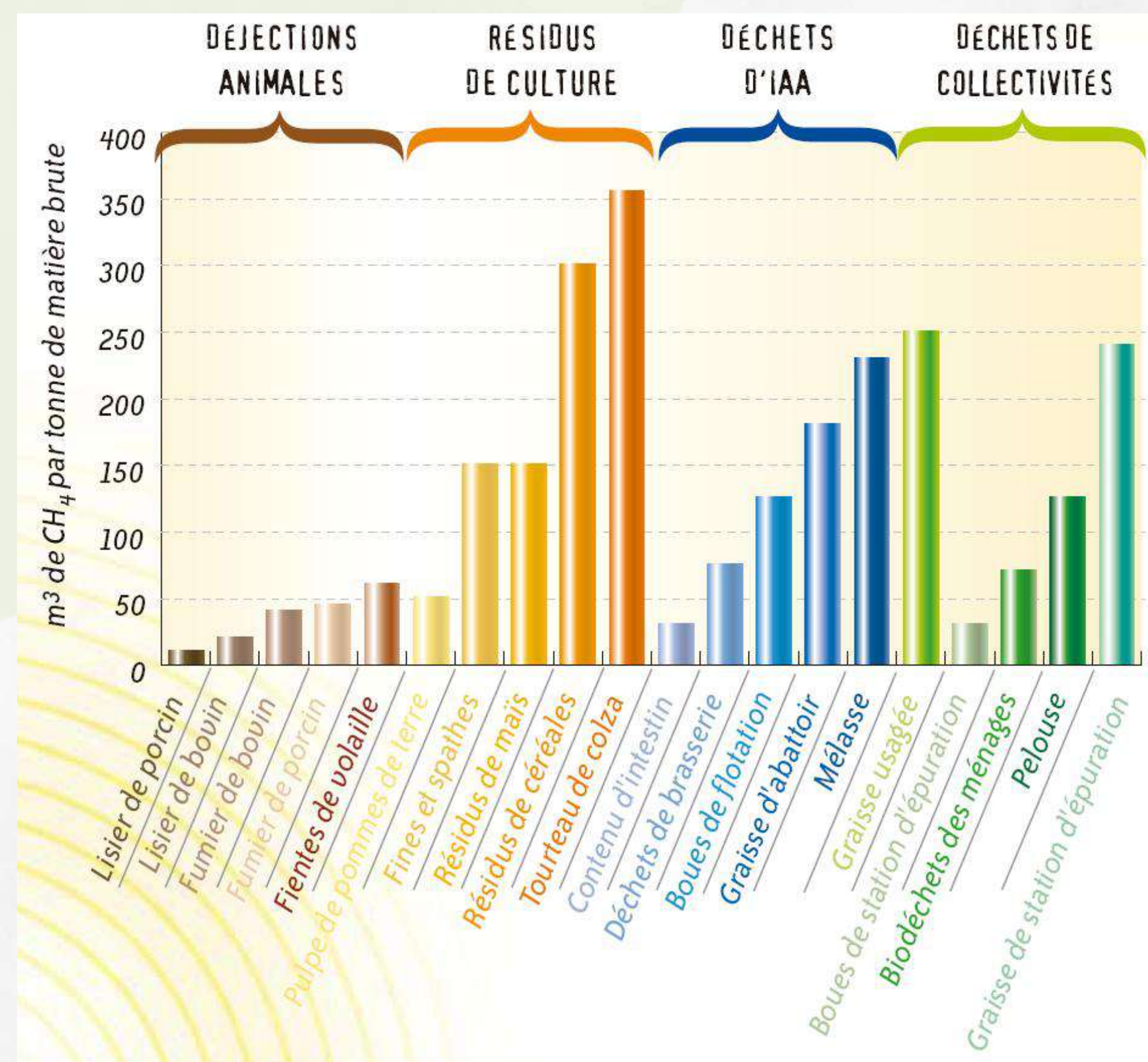
LES CULTURES ÉNERGÉTIQUES

Les cultures énergétiques ne doivent pas excéder 15% du tonnage incorporé (décret du 08/08/2016).

L'ADEME et la région Bourgogne Franche-Comté qui soutiennent la filière fixe ce seuil à :

Moins de 10% du tonnage d'intrants en culture énergétique

Moins de 25% de l'énergie issue de toutes les cultures confondues



Equipement de récolte de la menue paille (sur l'andain) GAEC De Le Foultière

Avec le soutien financier de l'ADEME



LE BACHAGE DU COMPOST

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement,
Chambre d'agriculture de Haute-Saône



POURQUOI FAIRE ?

Améliorer la qualité du produit en limitant les infiltrations d'eau de pluie

-> On peut éviter 150 mm si on couvre au 1^{er} retournement par rapport au 2^{ème} et 350 si on couvre après le second pour un compost qui sera en tas 6-7 mois d'été, Soit potentiellement 500 mm en tout!

Un compost de 3 mois non couvert peut recevoir 200 mm ; ou 100 mm s'il est bâché au 2^{ème} retournement ; et 50 mm s'il est bâché après le 1^{er} retournement.

Donc conserver un maximum d'unités fertilisantes en limitant le lessivage !

AVEC QUOI ?

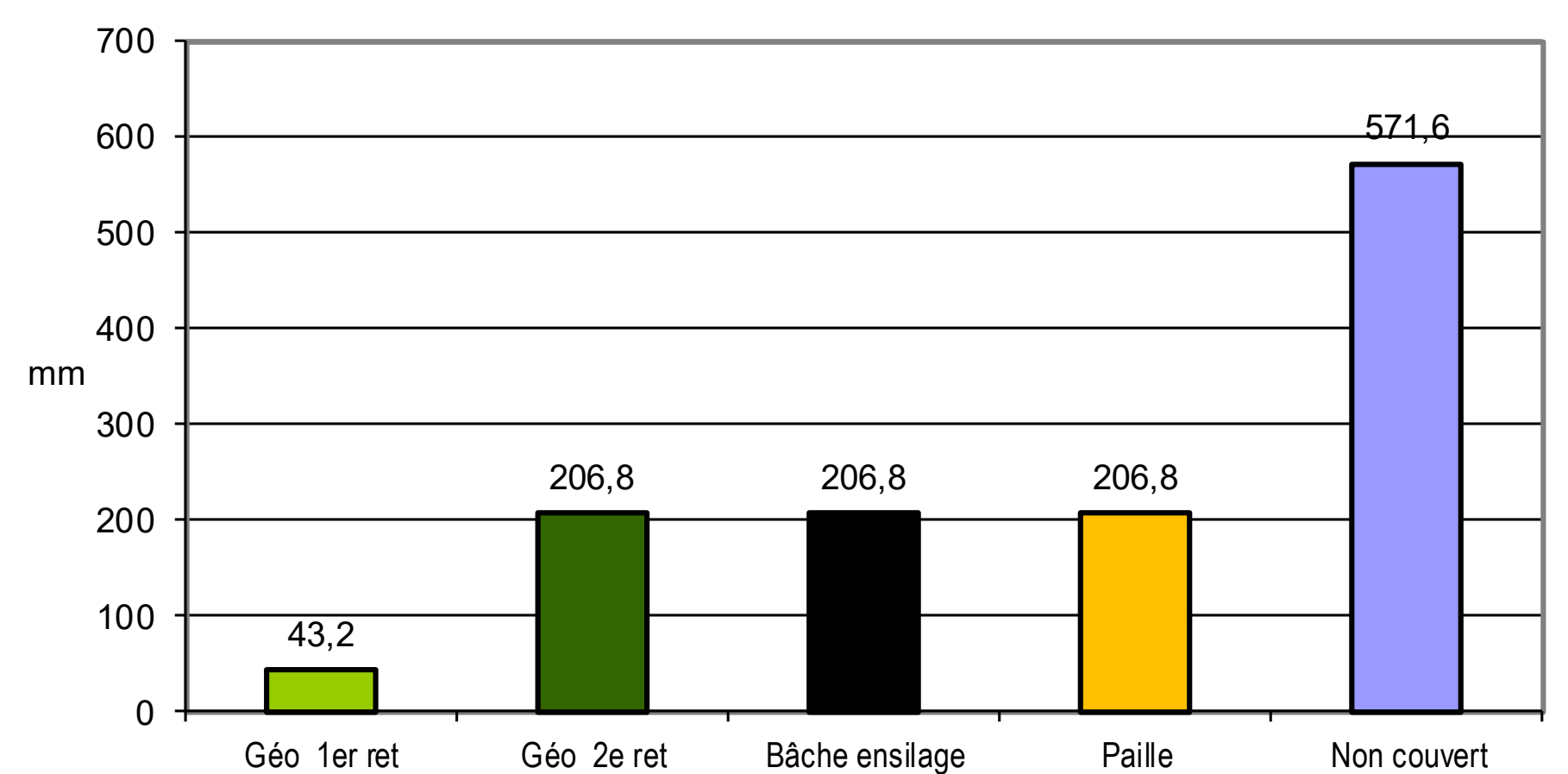
Différents produits disponibles ont été testés :

- Géotextile placée au 1^{er} retournement
- Géotextile placée au 2^{ème} retournement
- Bâche à ensilage plastique
- Et paille

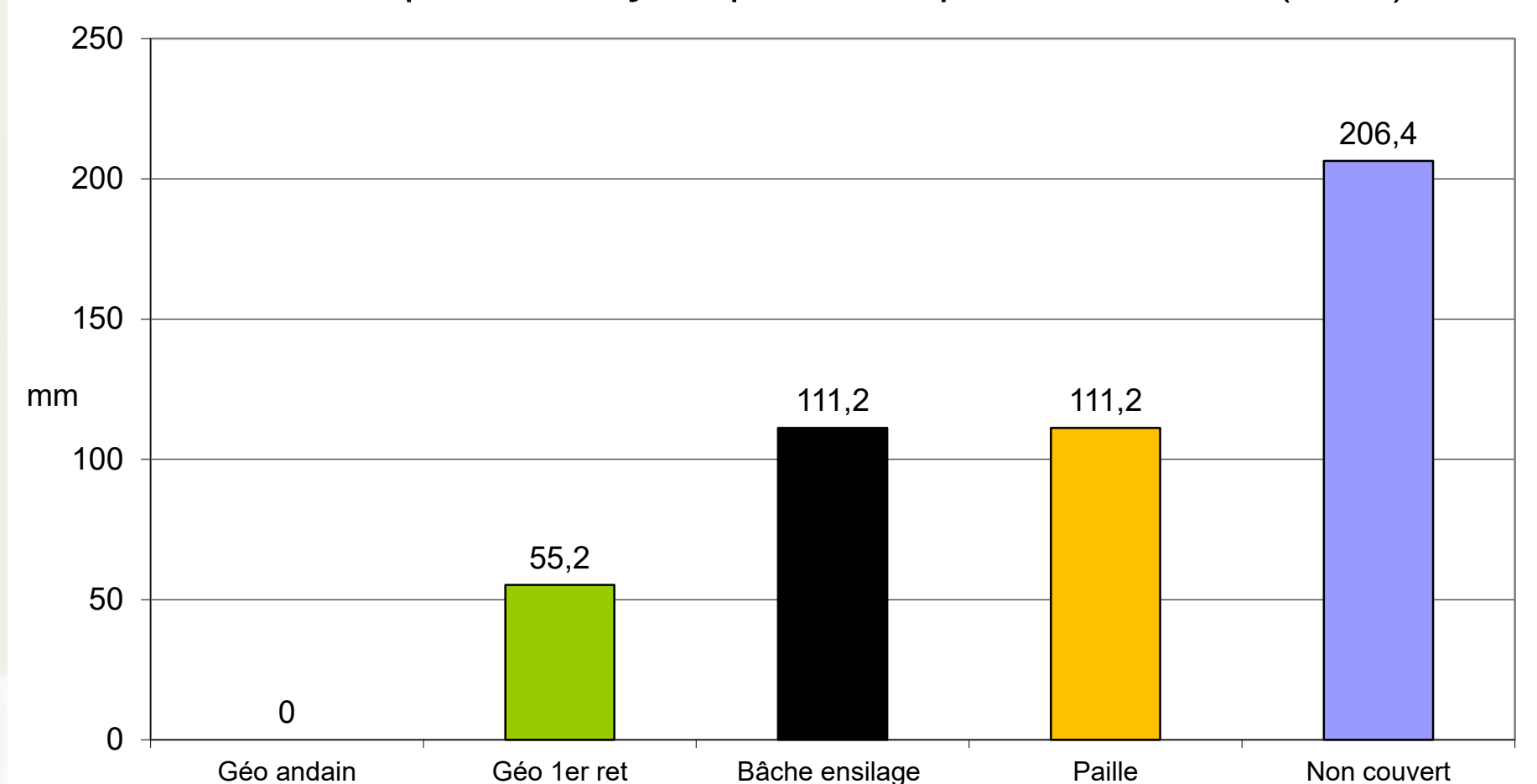
ANALYSE

- La paille est à éviter ; surtout dans un contexte où ce produit de litière peut manquer par ailleurs
- La bâche plastique est à formellement proscrire car elle étouffe le fonctionnement du tas et n'est pas durable
- Reste le géotextile adapté (bâche en fibres polypropylène sans fin de 200 gr/m², recyclable, résistante aux acides, aux bases et aux UV, vendue en rouleau de 5 ou 6 m de large par 25 m de long)

Précipitations reçues par le compost sorti 7 mois (2000)



Précipitations reçues par le compost sorti 3 mois (2001)



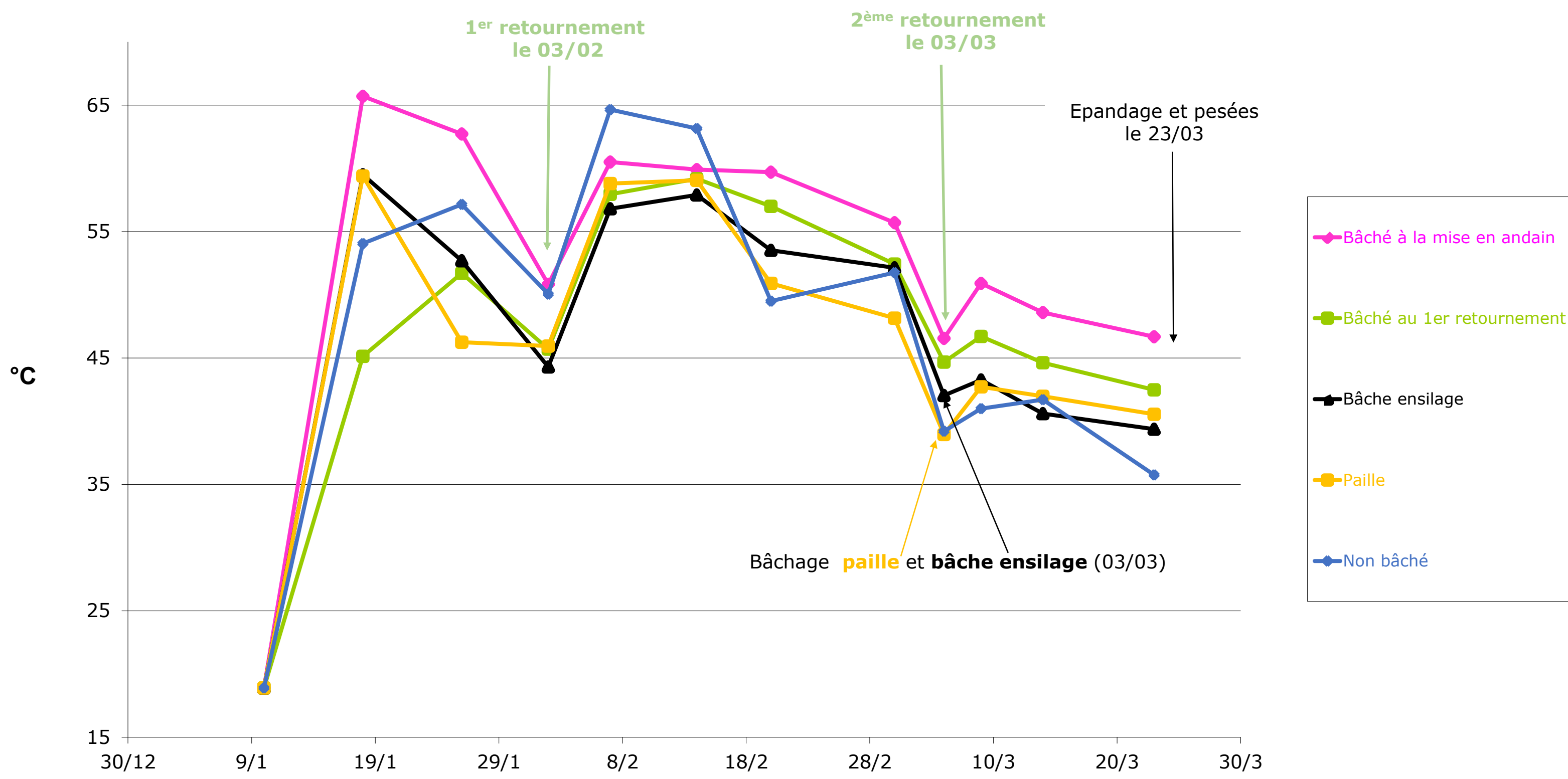


LE BACHAGE DU COMPOST

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement,
Chambre d'agriculture de Haute-Saône

IMPACT SUR LES TEMPERATURES

Températures du compost de 3 mois en fonction du type de couverture (2001)



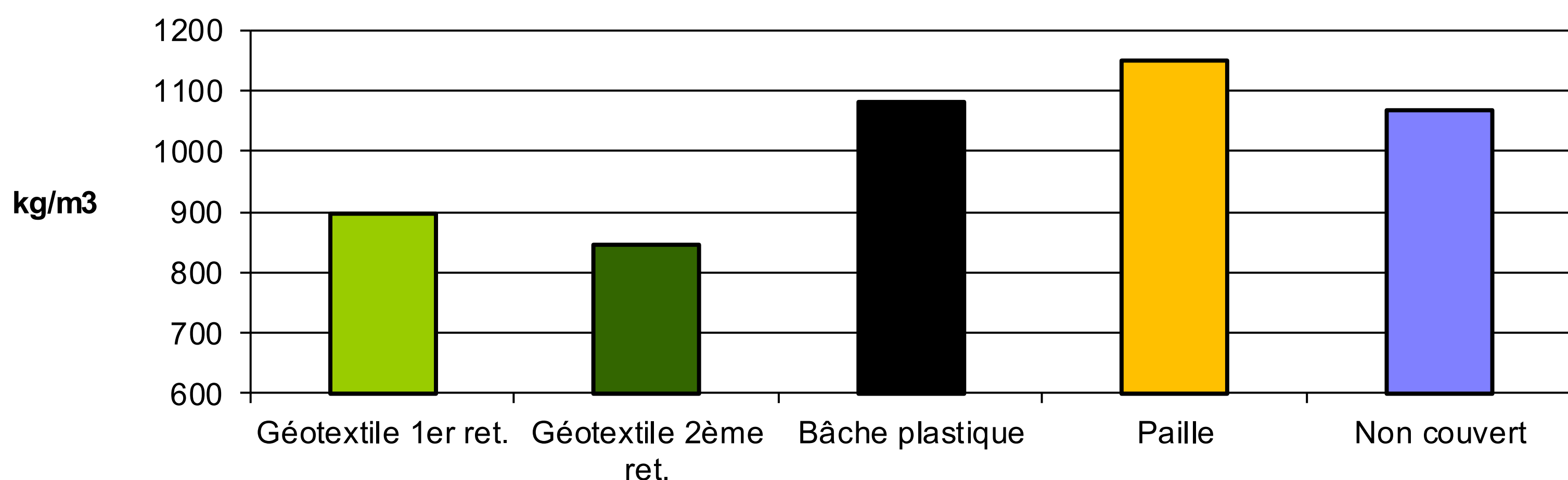
- Le bâchage par géotextile permet une meilleure montée en température : ca chauffe plus vite, plus fort et plus longtemps !
- La couverture par de la paille n'a aucun effet sur la température
- Idem pour la couverture par bâche plastique

IMPACT SUR LES DENSITES

Diminution de 20-25 % de la densité (passage de 1 100 à 850 kg/m³)

Et cela outre l'avantage de la réduction de volume !

Densité 7 mois



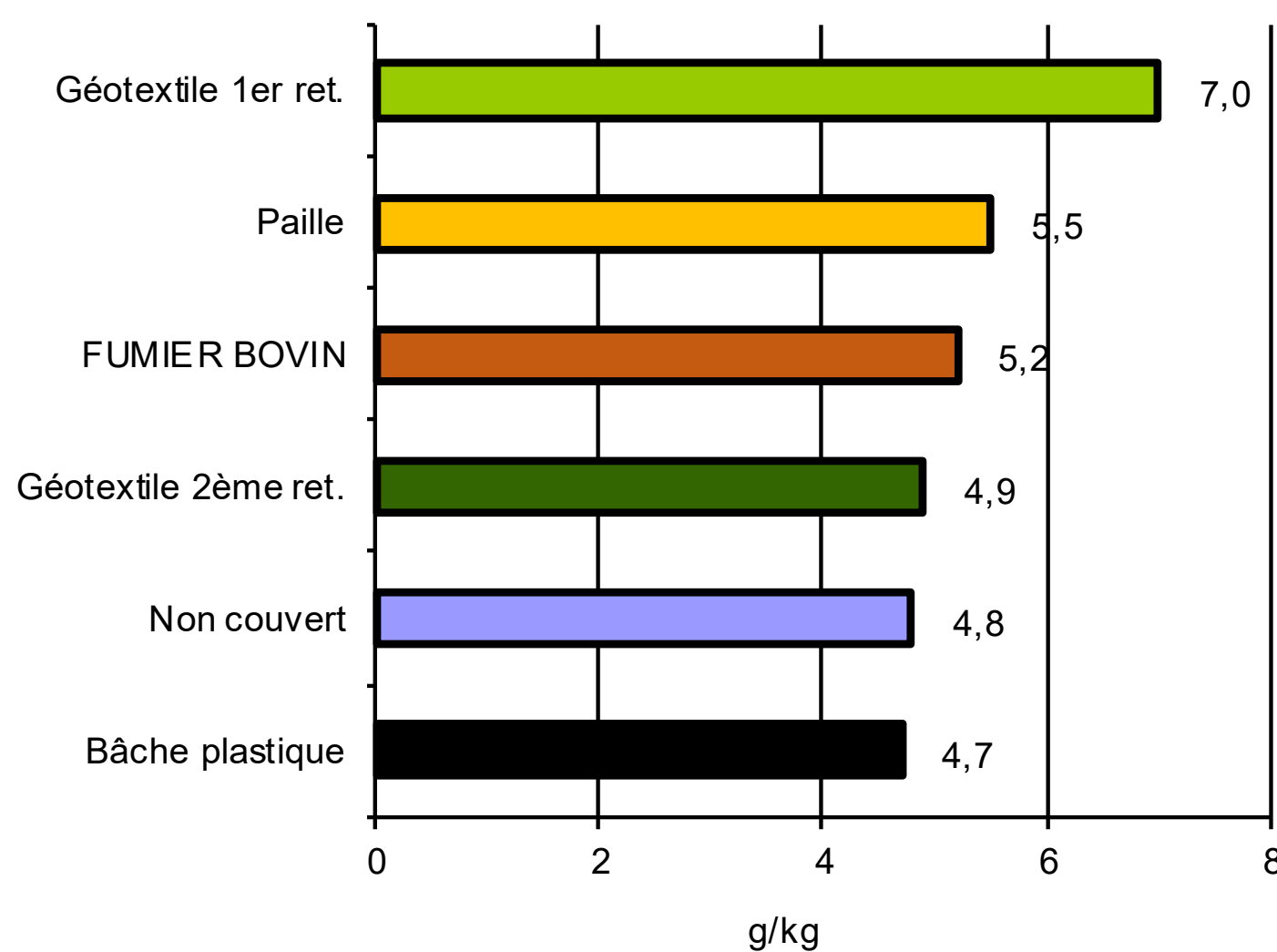


LE BACHAGE DU COMPOST

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement, Chambre d'agriculture de Haute-Saône

IMPACT SUR LES VALEURS FERTILISANTES

Teneur en azote (compost de 7 mois)



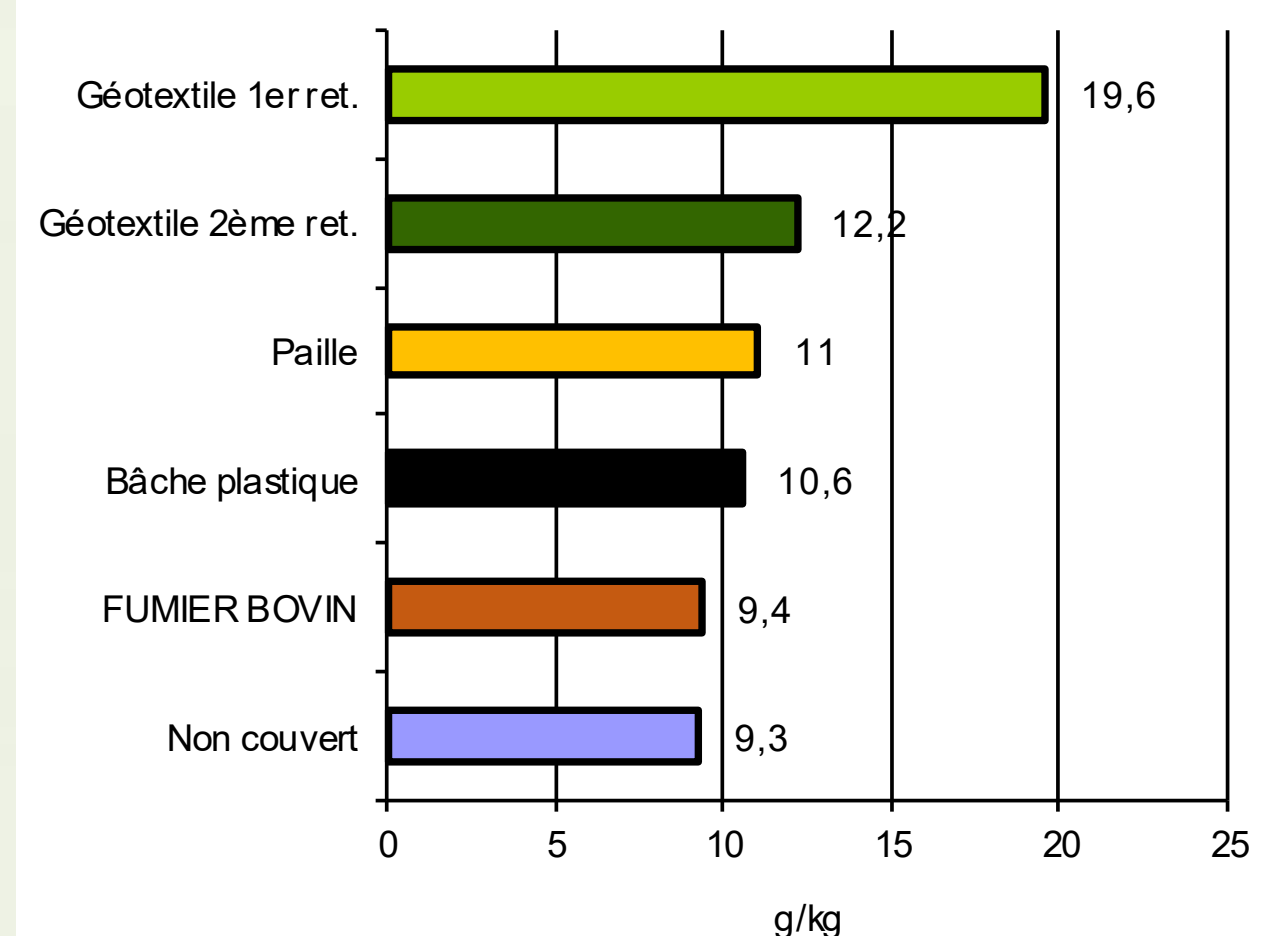
SUR L'AZOTE

- Seul le bâchage par géotextile dès le premier retournement permet une concentration de l'azote
- Les autres modes n'ont pas d'effet

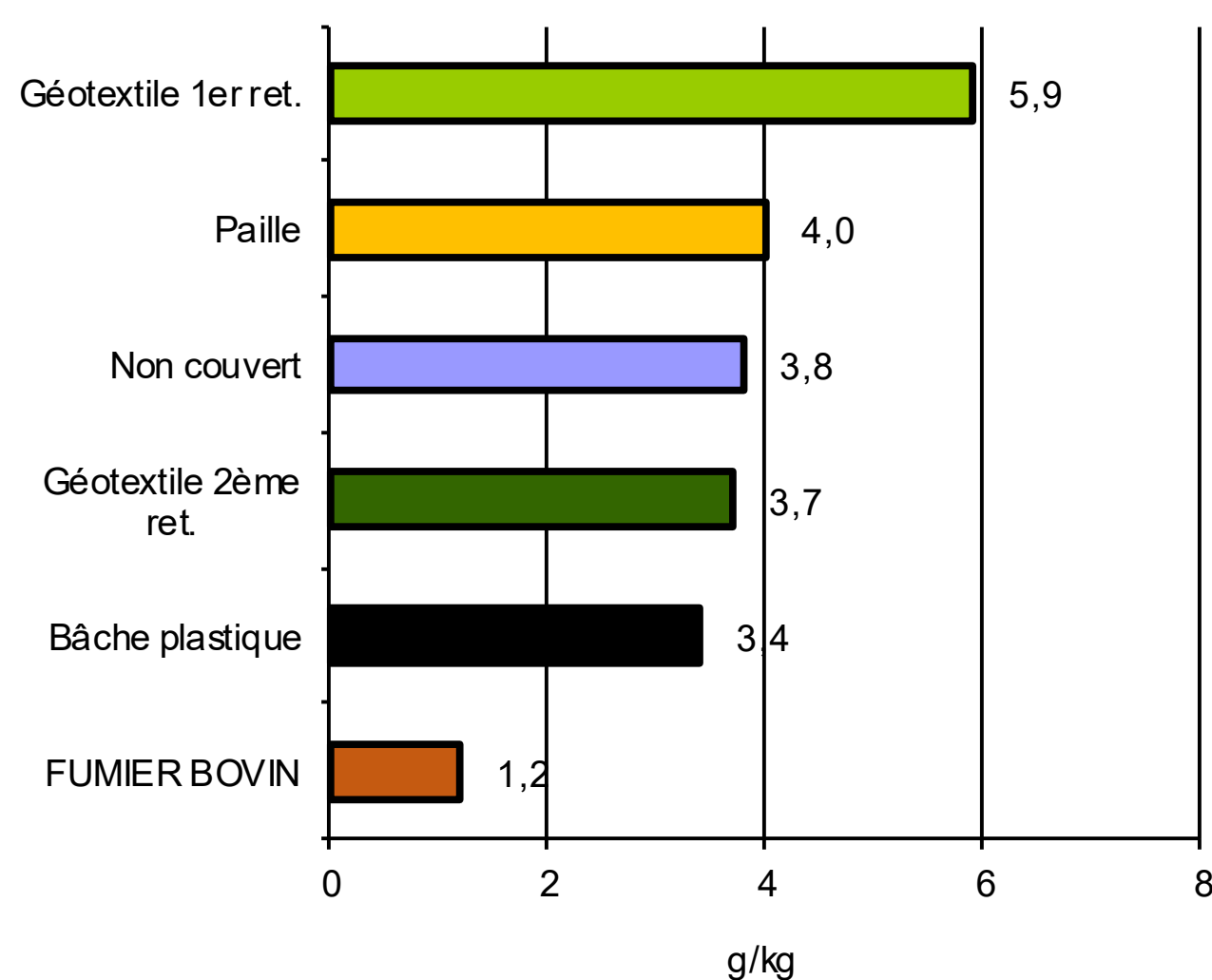
SUR LA POTASSE

- Le bâchage par géotextile dès le premier retournement permet une forte concentration de la potasse
- Les autres modes n'ont pas ou très peu d'effet (sauf sensiblement le bâche après le second retournement)

Teneur en potasse (compost de 7 mois)



Teneur en phosphore (compost de 7 mois)



SUR LE PHOSPORE

- Le bâchage par géotextile dès le premier retournement permet une nette concentration du phosphore
- Les autres modes n'ont pas ou très peu d'effet
- A noter que le compostage a une action de concentration du phosphore



LE BACHAGE DU COMPOST

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement, Chambre d'agriculture de Haute-Saône

COMBIEN COÛTE UNE BACHE GEOTEXTILE ?

- Peu de fournisseurs sur le marché
- Les prix sont dégressifs suivants les volumes commandés
- Compter 1,80 à 2 € HT /m², donc 300 € pour couvrir un tas de 25 m de long, soit environ 50 tonnes de fumier

DEMONSTRATION EST FAITE QUE LE COUT DE LA BACHE SE RENTABILISE DES LA PREMIERE ANNEE PAR LES UNITES FERTILISANTES CONSERVEES SI BACHAGE DES MISE EN ANDAIN

COMMENT LA METTRE EN PLACE ?

- Soit avec un enrouleur spécifique
- Soit avec la composteuse



NOVINTISS



SITTLER



NOVINTISS

Mais ces équipements restent chers et/ou pas si pratiques qu'ils en ont l'air !

- Soit avec un système artisanal pour tirer la bâche d'un sens ou de l'autre en agrippant dans un godet crocodile le billot, se plaçant en bout de tas pour faire à la bâche un tour autour de la poutre et tirer celle-ci en bout de tas



Chambre d'agriculture de Haute-Saône

-Sinon à la main (et on la plie au lieu de l'enrouler)



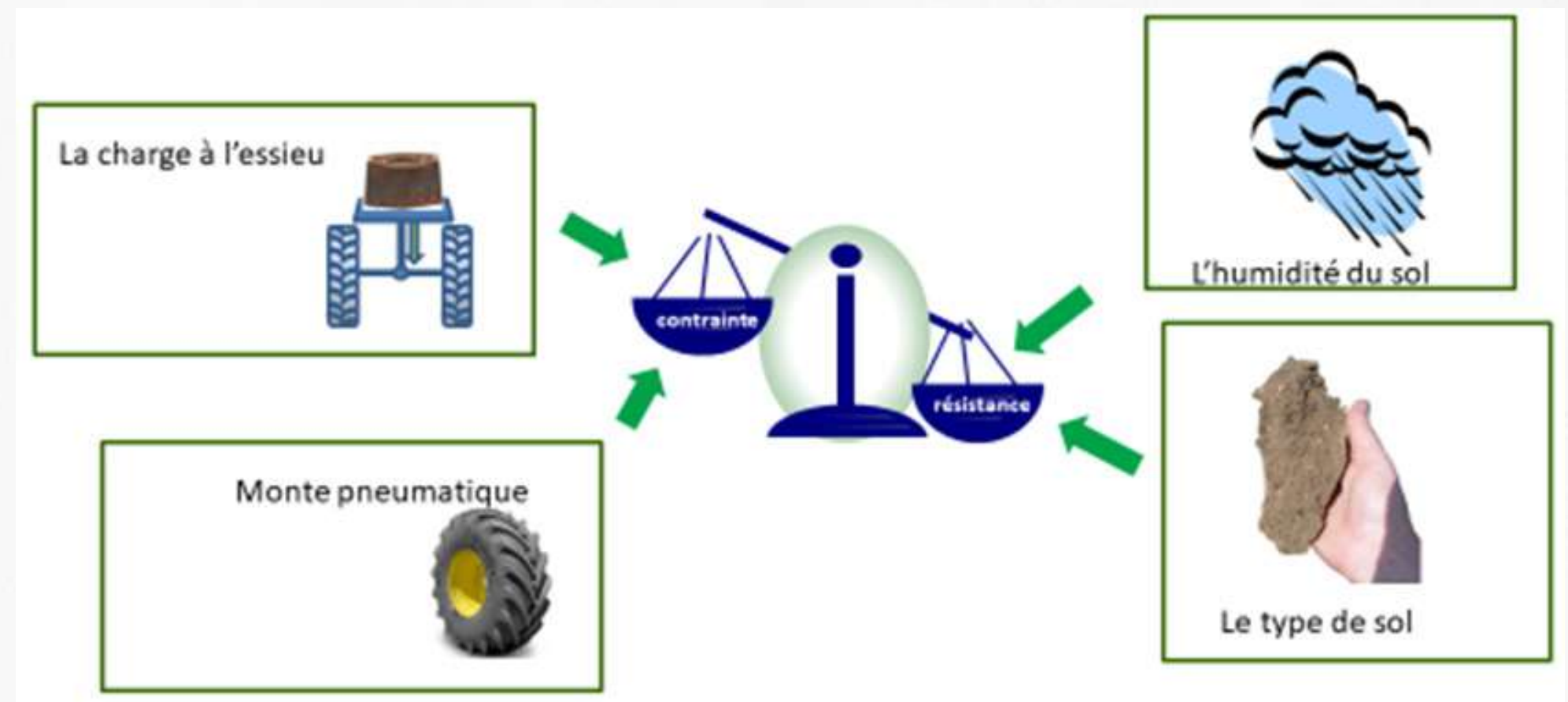
LE TASSEMENT DU SOL

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement, Chambre d'agriculture de Haute-Saône

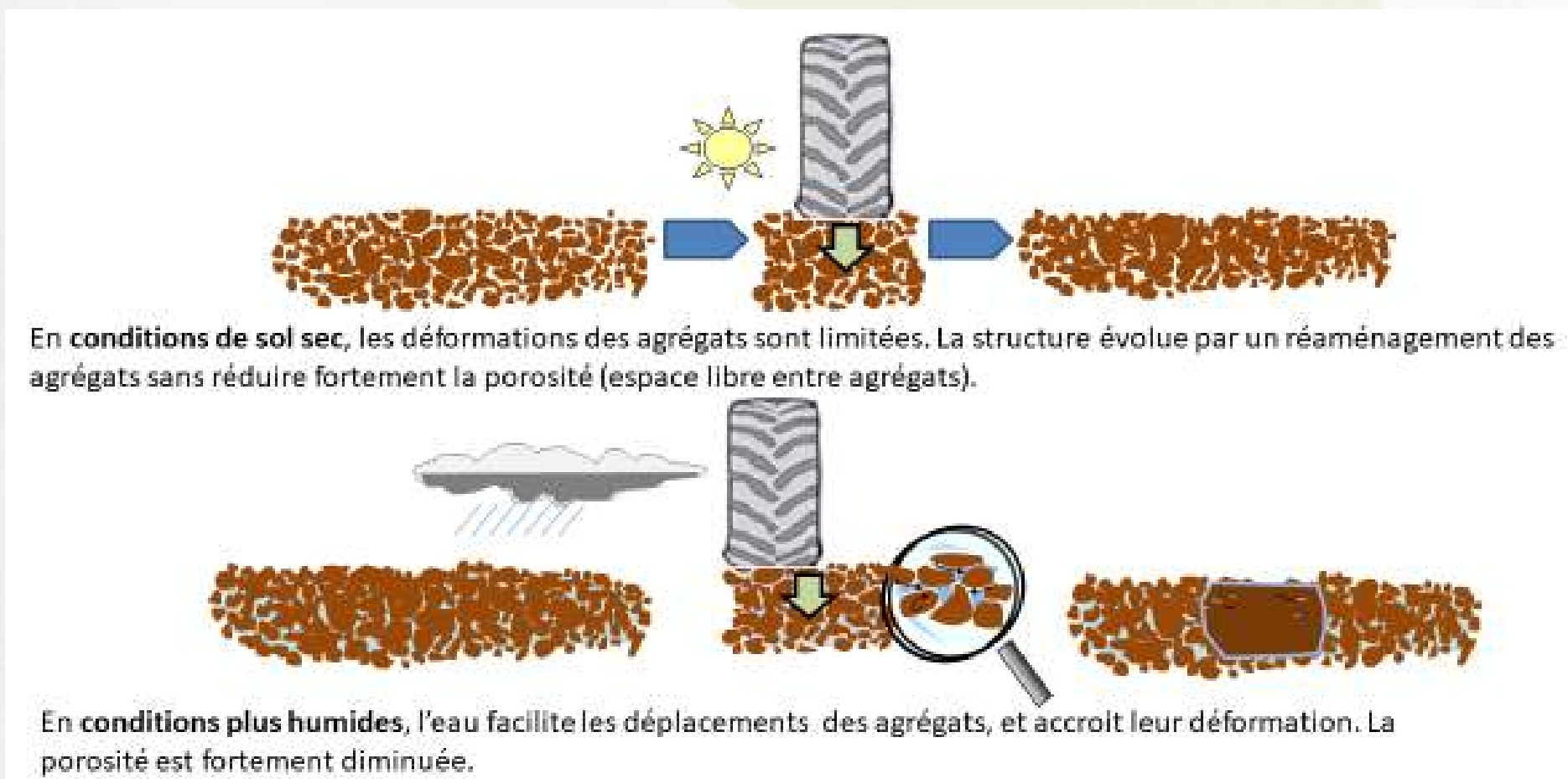


COMMENT SE CREE UN TASSEMENT ?

Il y a tassement lorsque la contrainte est supérieure à la résistance

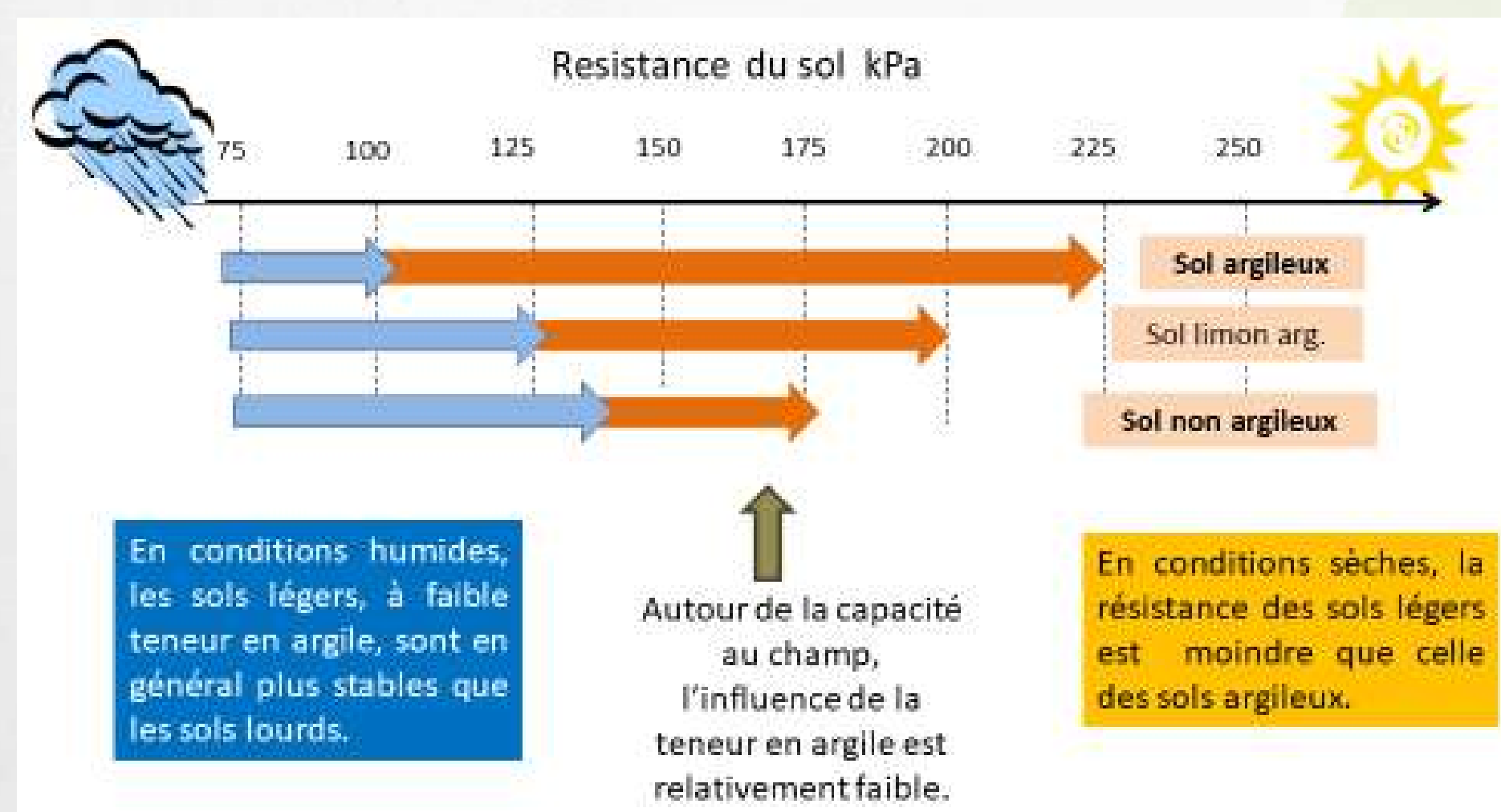


INFLUENCE DE L'HUMIDITE DU SOL ?



L'ornière est différente du tassement
ornière = visualisation en surface

INFLUENCE DU TYPE DE SOL ?



En conditions humides, les sols de limons moyens supportent des pressions d'environ 120 kPa (soit 2,6 t à l'essieu avec un pneumatique à 1,5 bar)

Tandis que le même sol supportera en conditions sèches des pressions supérieures à 180 kPa (soit une charge de 4,5 t à l'essieu pour une pression de 2,5 bars)

! Les sols argileux sont à double tranchant :

- plus résistants en conditions sèches
- mais moins résistants en conditions humides



LE TASSEMENT DU SOL

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement,
Chambre d'agriculture de Haute-Saône

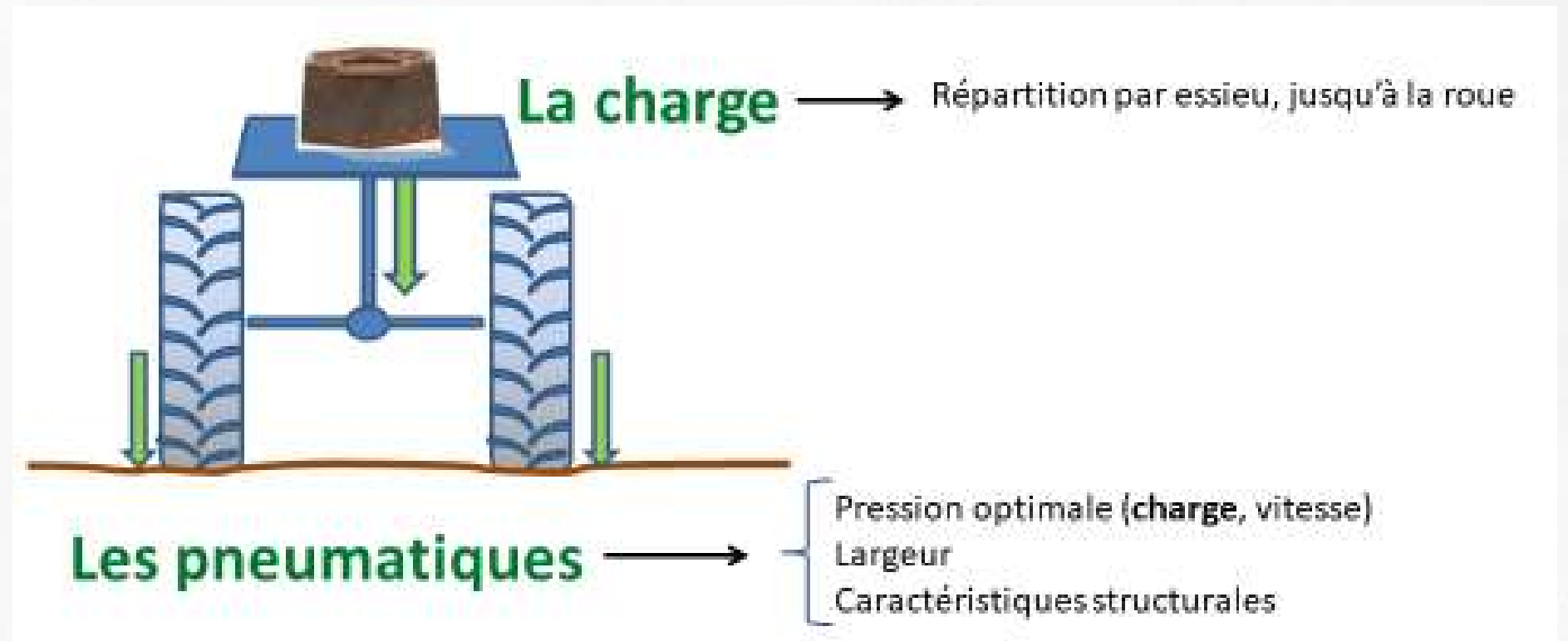


PARAMETRES MACHINE

Charge et pression ne sont que partiellement dissociables car :

- la pression doit être adaptée à la charge,
- les pneumatiques ont une gamme d'utilisation en charge et en pression

Ne pas respecter ces plages d'utilisation amène en plus une dégradation du pneumatique

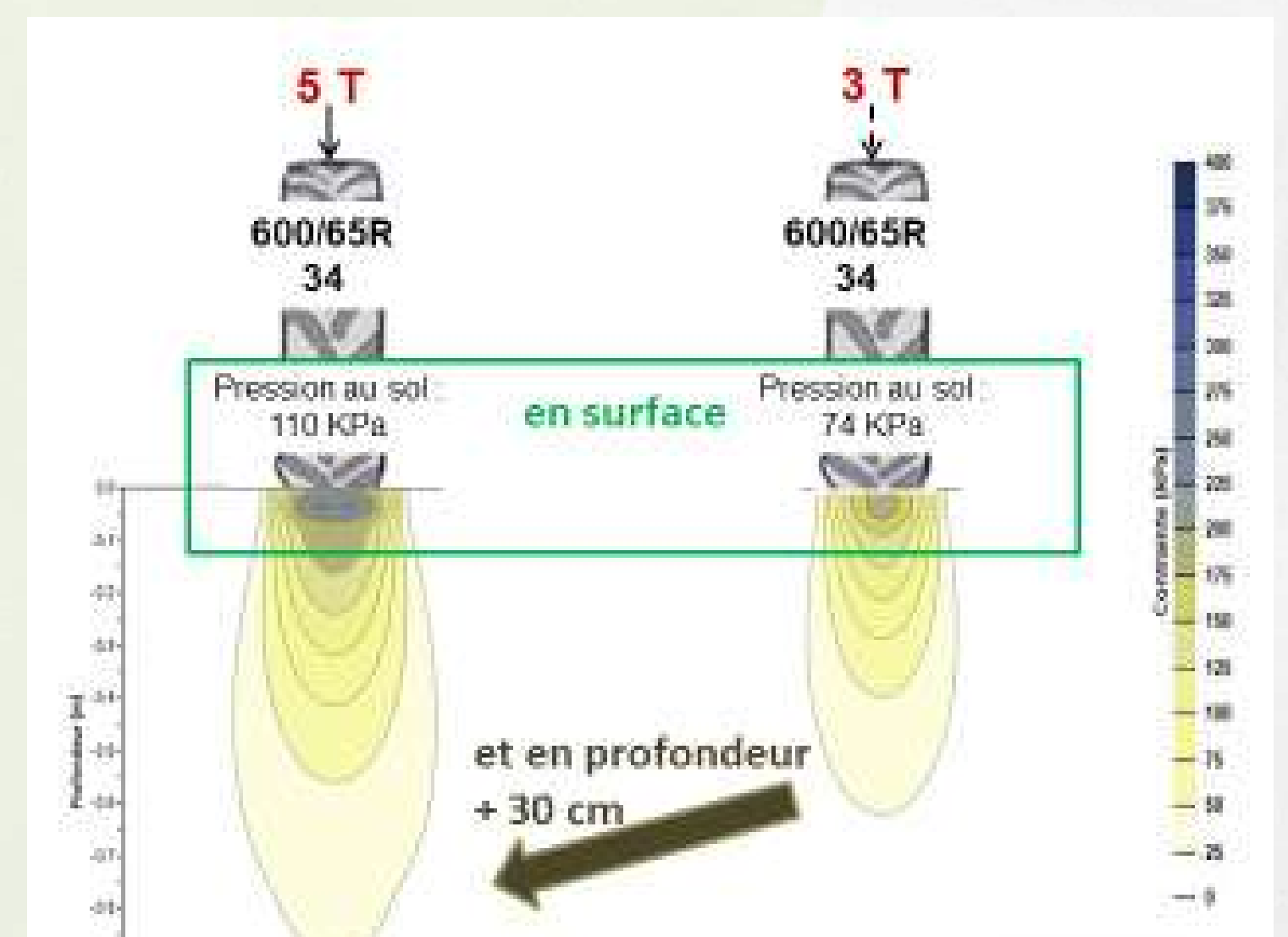
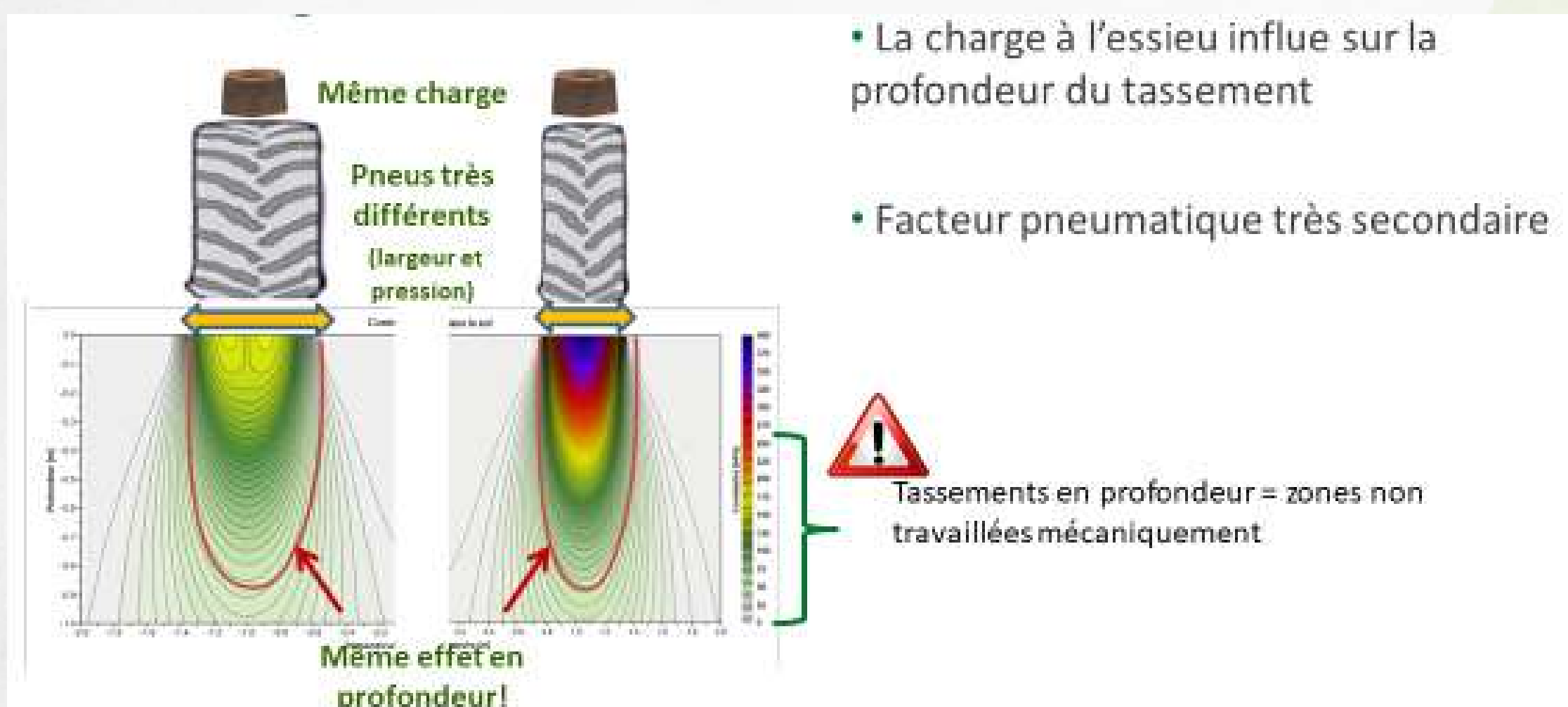


3 paramètres jouent sur la contrainte au sol :

- La **pression de gonflage** du pneu
- La largeur du pneu
- Plus généralement, la surface de contact au sol

✓ A charge égale, **La pression accroît le tassement**

➔ **Adopter une pression optimale au champ (< pression route)**



- A même charge, des pneumatiques très différents auront quand même quasiment le même impact en profondeur !
- A même pneumatique mais charge différente, l'impact sera moins profond

En surface, le tassement est influé par les pneumatiques et la répétition des passages

Pour un même pneumatique : l'augmentation de la charge accentue le tassement profond

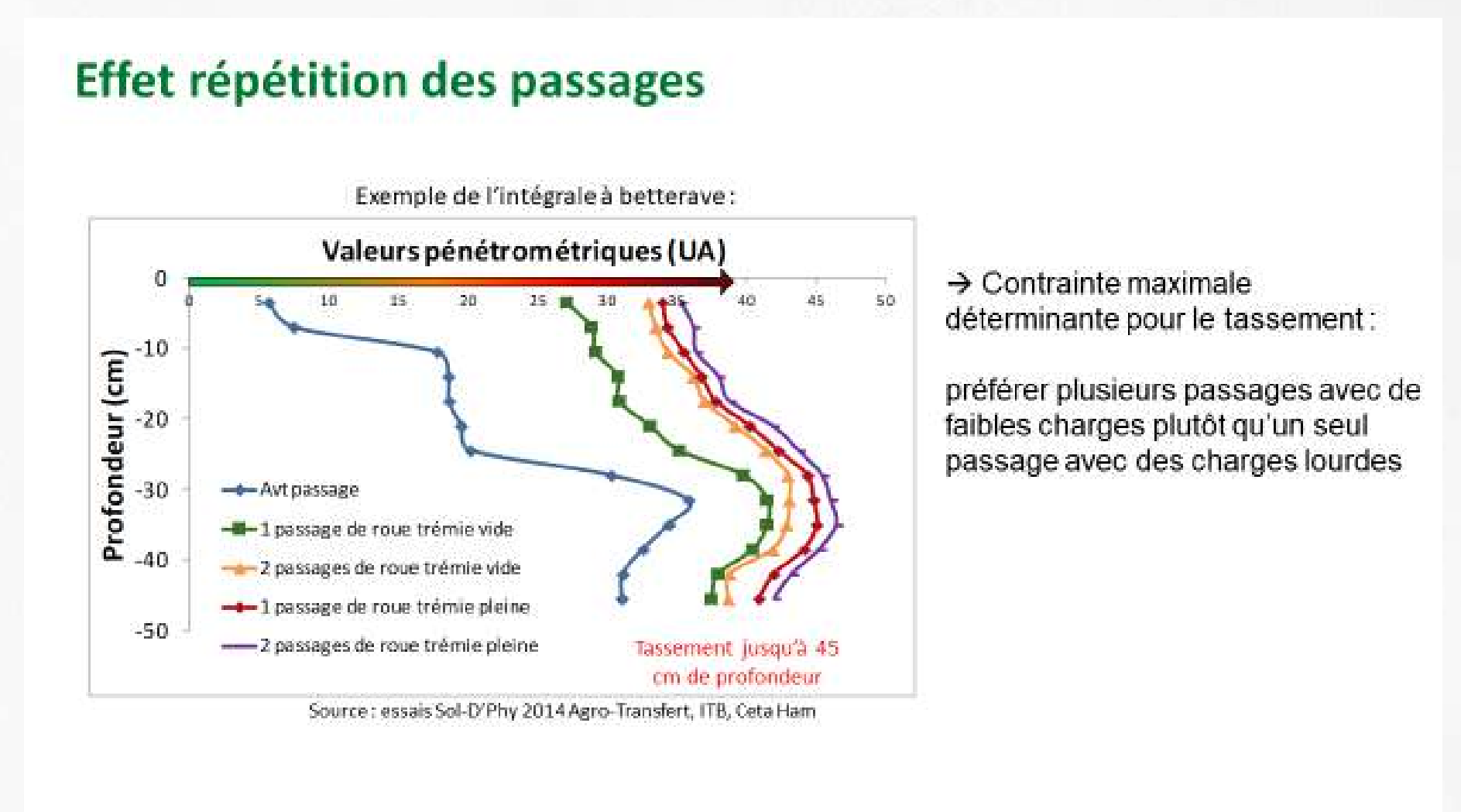
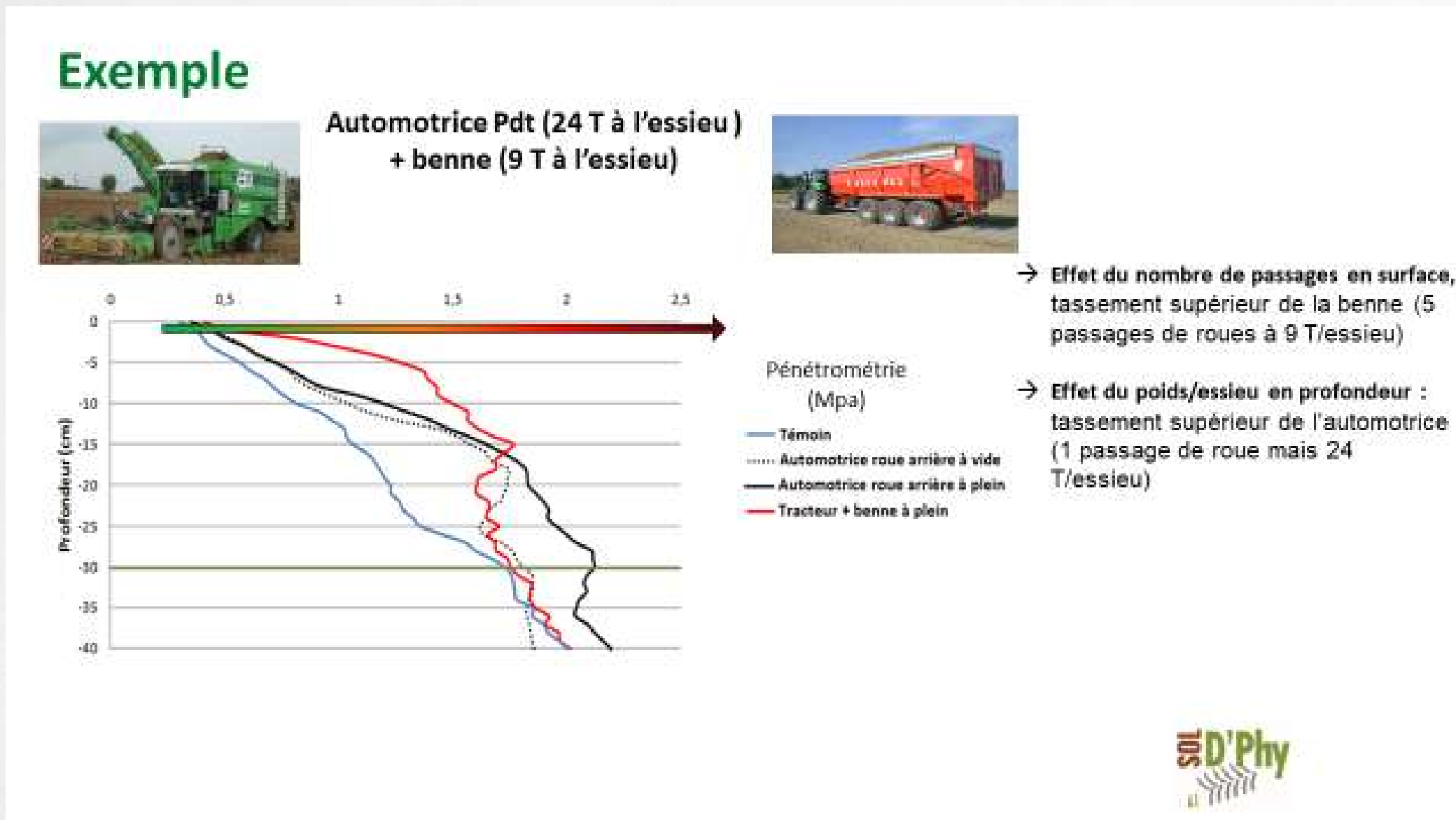


LE TASSEMENT DU SOL

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement, Chambre d'agriculture de Haute-Saône



EN PRATIQUE



- Des chantiers de plus en plus lourds, de plus en plus tard dans la saison
 - ⇒ Récolte en conditions difficiles
 - Augmentation du poids des tracteur de + 1 tonne/roue en 17 ans, et des batteuses de + 1 tonne/roue en 7 ans.
 - Entre 1940 et 2014, le tassement en surface a augmenté d'un tiers et a triplé en profondeur.
 - Les chercheurs disent que le maxi est de 50 kPa à 50 cm et ce stade est dépassé depuis environ 1970.
 - Nous sommes à 80 cm pour cette pression.
 - En 2014, le tassement en surface est celui qu'il y avait en 1940 en profondeur.
-

A RETENIR

Il y a tassement lorsque la contrainte est supérieure à la résistance

Plus un sol est humide et plus il est sensible au tassement

Un fort taux d'argile est un facteur aggravant en conditions humides

Un nombre de passages répétés et un mauvais équipement pneumatique tasse en surface

Une charge à l'essieu élevée tasse en profondeur

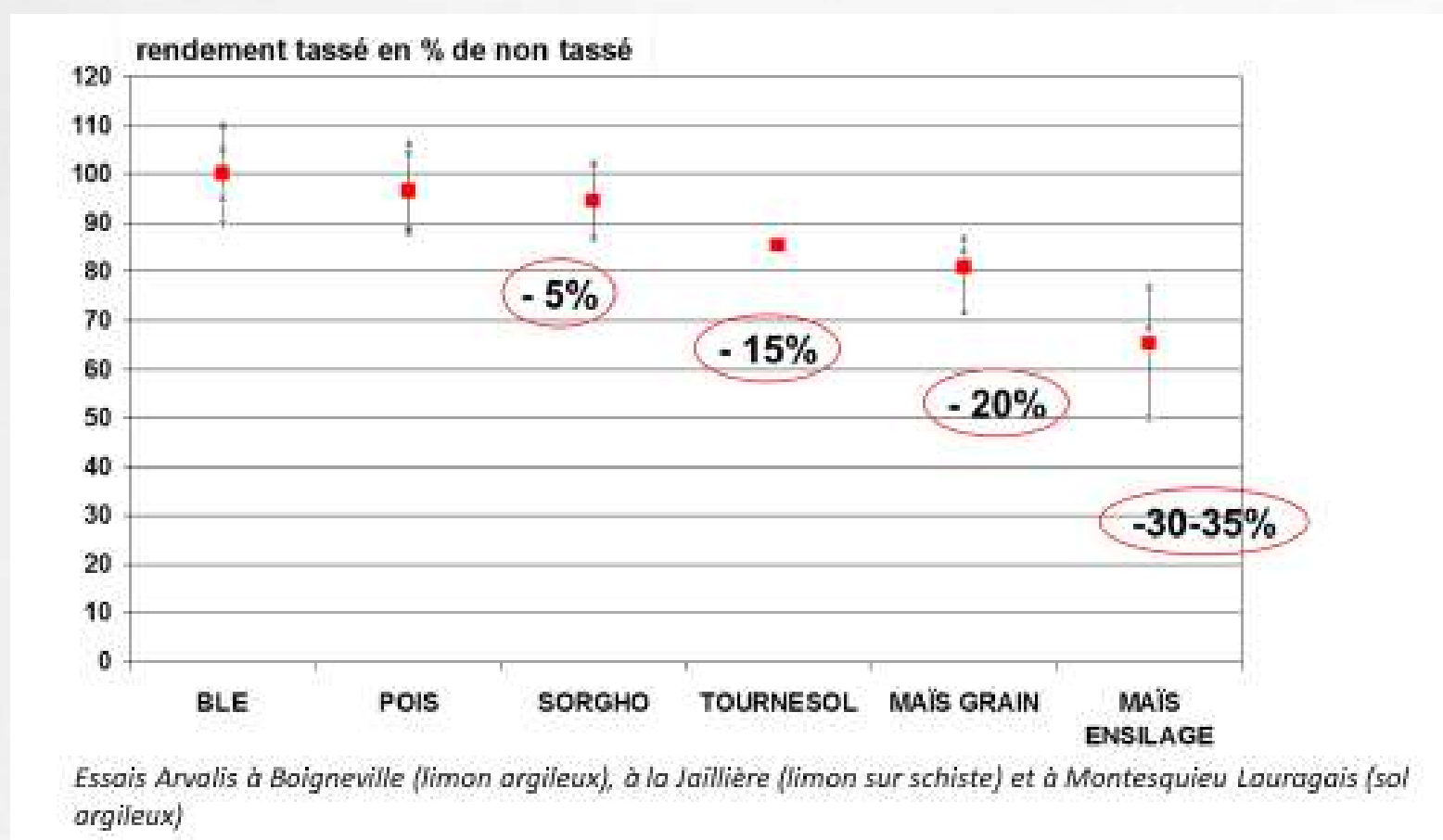


LE TASSEMENT DU SOL

Réalisé par Philippe Mondelet, Conseiller agroéquipement, Chambre d'agriculture de Haute-Saône



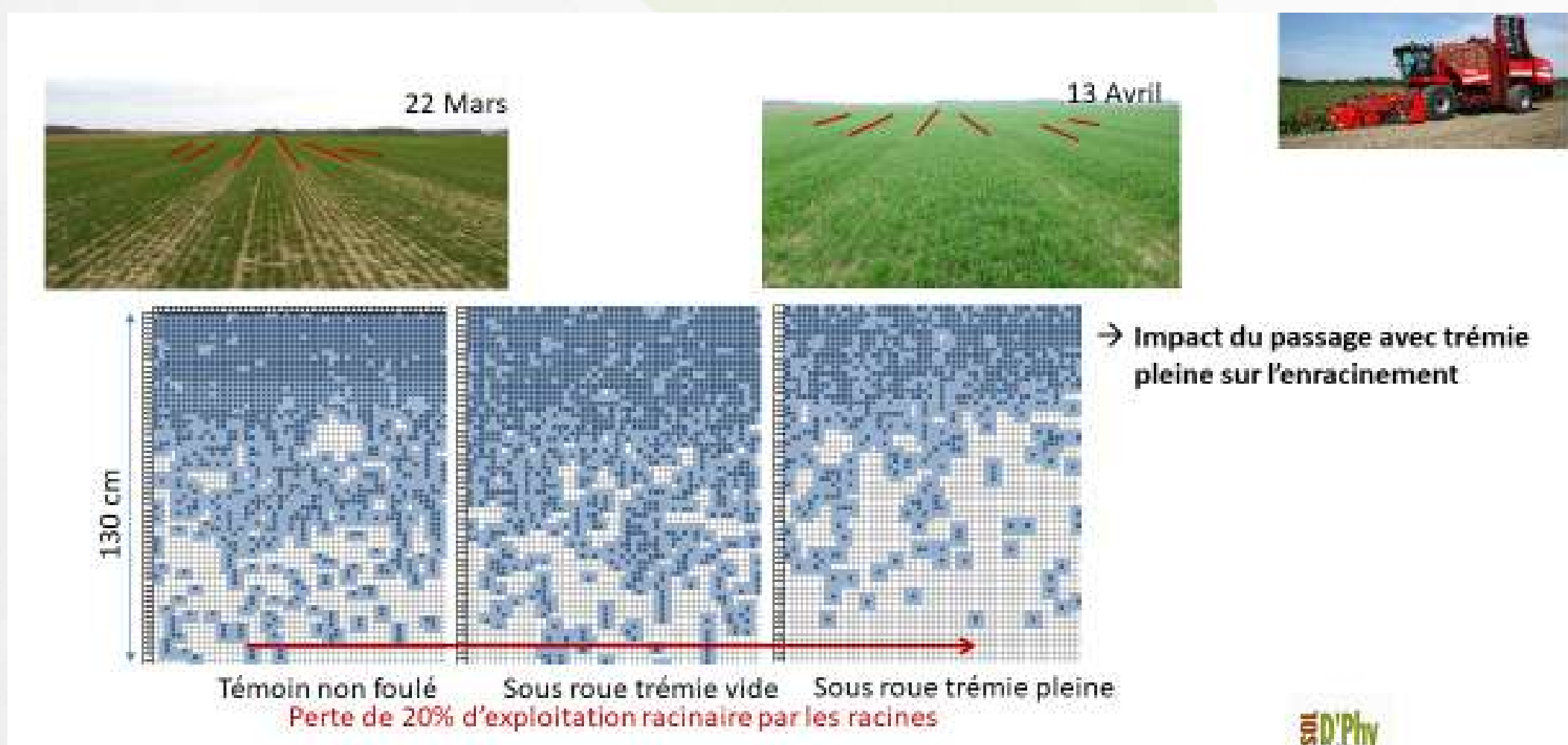
EFFET DU TASSEMENT SUR LE RENDEMENT



Certaines cultures sont plus sensibles au tassement que d'autres.

Cela se matérialise par la faculté à explorer le sol à toutes les profondeurs.

PROFILS RACINAIRES ET PASSAGE DE ROUES



A noter que la vitesse d'enracinement a diminué en un siècle.

PNEUS LARGES OU CHENILLES ?

Valeur de pénétrométrie, moyennes pondérées :

		A vide	A plein	
Entre 0 et 28 cm	Rexor (Pneus)	34	39	Pas de différence
	Maxtron (Chenilles)	32	37	
+ de 28 cm de profondeur	Rexor (Pneus)	40	43	Pas de différence
	Maxtron (Chenilles)	40	42	

En surface « horizon 0-28 cm » et en profondeur en moyenne, pas de différence entre les 2 machines à plein ou à vide (alors que la Maxtron est plus lourde (57 T) que la Rexor (50 T)).

Un effet positif de la chenille par rapport à un pneu à vide et à plein surtout en surface.

Les machines ont un impact jusqu'à 45 cm.



Les chenilles améliorent la motricité et réduisent un peu le tassement de surface.

Mais PAS celui de profondeur.



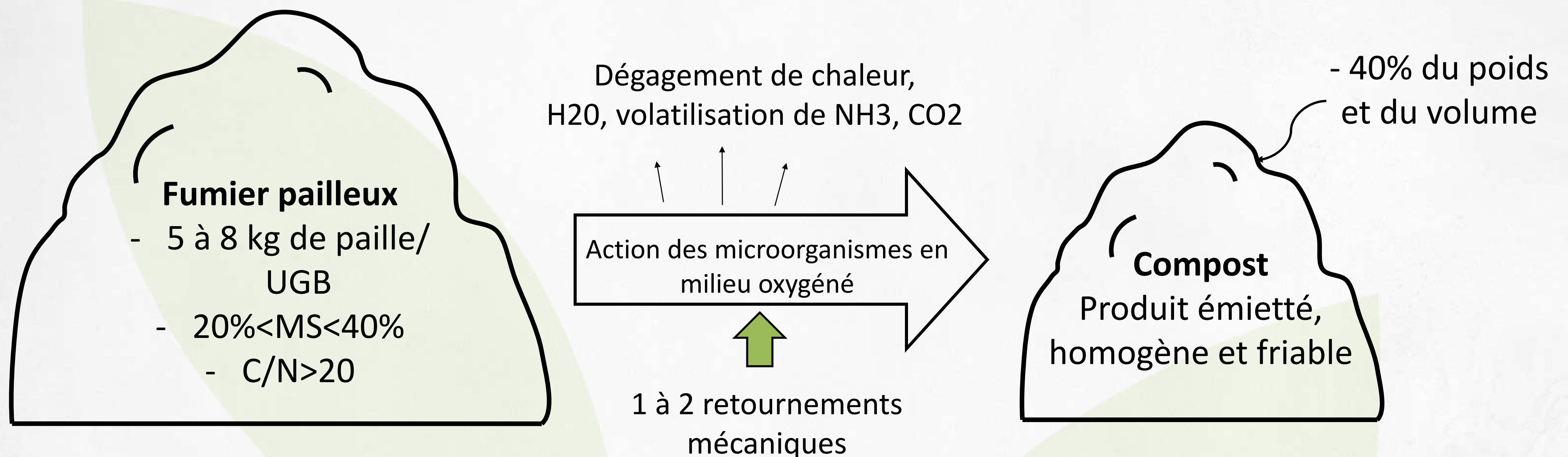
LE COMPOSTAGE

Réalisation : Chloé GUYOT
Interbio Franche Comté



QU'EST CE QUE LE COMPOSTAGE ?

Le compostage c'est :



⚠ Il existe une grande variabilité de compost produit en fonction du temps de compostage et des produits organiques sélectionnés.

LES INTÉRÊTS ET LIMITES DU COMPOSTAGE

Intérêts	Limites
<ul style="list-style-type: none"> - Facilité d'épandage - Faible dose et meilleure répartition au champ - Désodorisation et assainissement (réduction des graines d'adventices) - Maintien de l'appétences des praires - Réduction des volumes à épandre - Entretien et/ou augmentation de la MO stable des sols - Produit riche en phosphore et potasse 	<ul style="list-style-type: none"> - Produit de départ suffisamment carboné - Lessivage important des éléments fertilisants, notamment en nitrate - Produit pouvant provoquer une « faim d'azote » - Technique de compostage à acquérir (bâchage, retournement, durée ...) - Variabilité des composts selon les techniques mises en place



Chambre d'agriculture de Haute-Saône



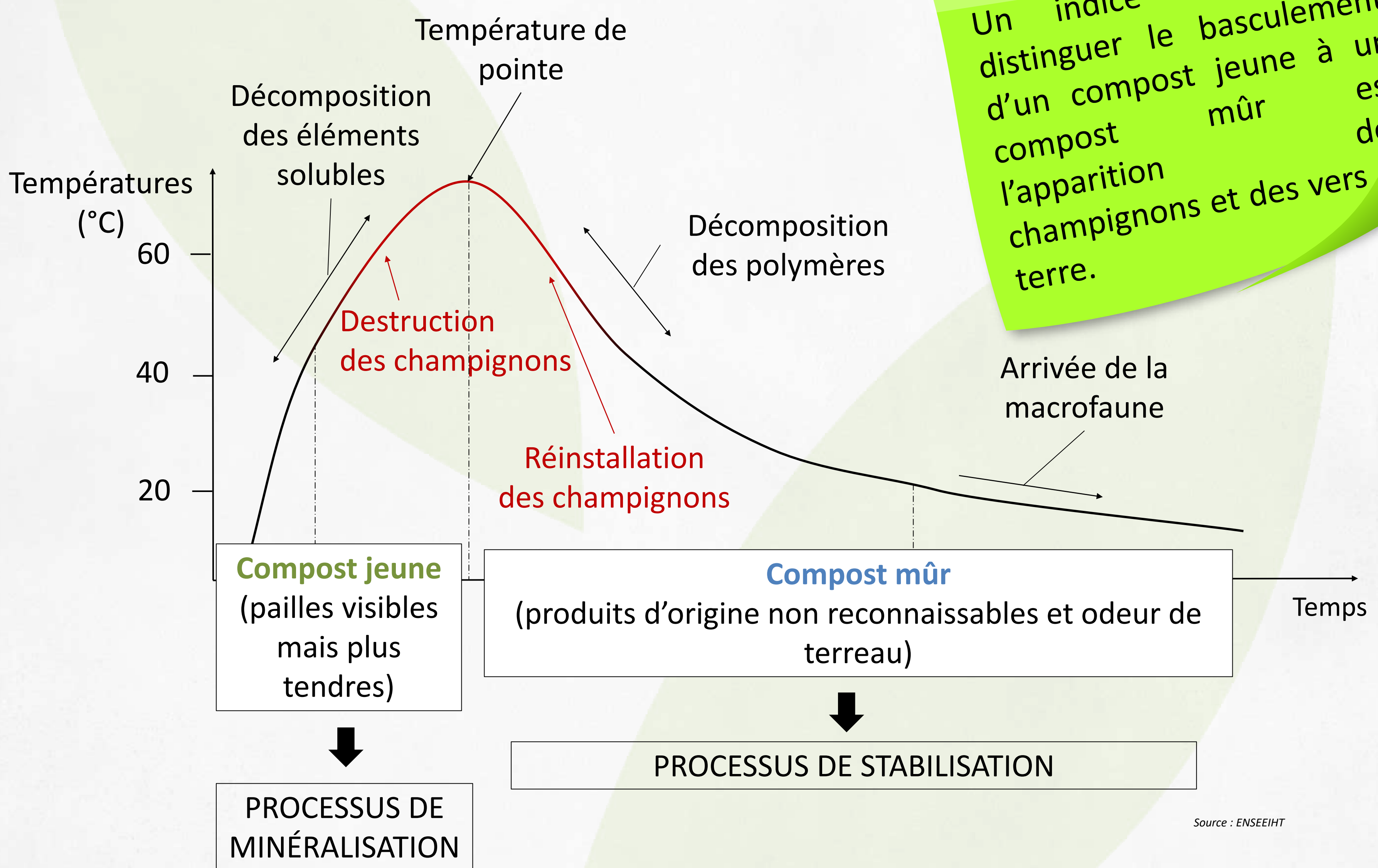
LE COMPOSTAGE

Réalisation : Chloé GUYOT
Interbio Franche Comté



ÉVOLUTION DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES ET BIOCHIMIQUES

En fonction de la durée du compostage, on parle de compost «jeune» ou de compost «mûr», dont les propriétés sont différentes.



Compost jeune de fumier :	Compost mûr de fumier :
- Compostage court (1 mois)	- Compostage long (plusieurs mois)
- Riche en azote et en polysaccharides	- Augmente le taux de MO stable
- Produit «starter»	- Entretien et/ou augmentation de la MO stable des sols
- Stimule fortement l'activité microbienne du sol	- Apport de préférence à l'automne
- Apport de préférence en fin d'hiver	





LE COMPOSTAGE

Réalisation : Chloé GUYOT
Interbio Franche Comté



LES TECHNIQUES DE COMPOSTAGE

Le fumier est retourné 1 à 2 fois de suite dans le but de l'homogénéiser, de l'oxygéner et de le fractionner : la fragmentation mécanique augmente la vitesse d'attaque microbienne et assure un épandage plus fin.

Les clés de réussite du compostage sont :

- L'humidité (entre 40 à 60 %)
- La température (entre 40 à 60°C)
- L'oxygénation (par le retournement)



Les temps donnés ci-dessus sont valables pour la réalisation d'un compost jeune. S'ils sont plus longs le tas évoluera vers un compost mûr.



Interbio Franche Comté



Chambre d'agriculture de Haute-Saône



Chambre d'agriculture de Haute-Saône



Chambre d'agriculture de Haute-Saône

J à J+2

J+5 à J+8

J+15 à J+20

Mise en tas du fumier
Maintien à la bonne humidité

1er retournement et bâchage

2ème retournement en phase chaude et bâchage

Épandage du compost encore fumant

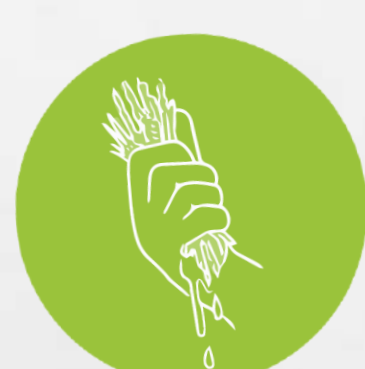
Comment faire un bon andain :

- «Bennage» successif des remorques sans les tasser
- Hauteur d'homme
- 3 à 3,5 m de large
- Prévoir un couloir de circulation de 5 m de chaque côté du tas

Pourquoi couvrir le compost avec une bâche géotextile ou une couche de paille d'une dizaine de centimètres :

- Eviter l'évaporation de l'eau
- Eviter l'infiltration des eaux de pluies
- Eviter les pertes en éléments fertilisants (azote et potassium) par lessivage

Comment connaître l'humidité de son andain :



Matériau trop humide



Matériaux optimum



Matériaux trop sec



LE TEST SLIP

Réalisation : Chloé GUYOT
Interbio Franche Comté



UN SLIP POUR APPRÉHENDER L'ACTIVITÉ MICROBIENNE DE MON SOL ?

Oui, vous ne rêvez pas ! Le slip peut être un outil d'appréciation de **l'intensité de l'activité biologique des sols**. Il suffit d'enterrer un slip en coton dans une parcelle afin d'évaluer son activité biologique en fonction de la vitesse de dégradation du tissu.



Les analyses de sol et les observations selon des protocoles scientifiques restent les meilleurs outils pour connaître son sol.

COMMENT METTRE EN PLACE MON SLIP ?

1

Il vous faut :

- Un slip en coton bio avec un élastique
- Une bêche
- Un jalon (ou bâton pour localiser le slip)
- Identifier un endroit de la parcelle propice

2

Enterrer le slip à environ 15 cm de profondeur vers mi-avril

Attendre 2-3 mois

3

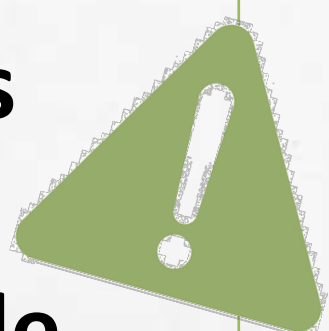
Déterrer le slip et observer !

COMMENT INTERPRÉTER LA DÉGRADATION DE MON SLIP ?

Dans ce cas, il est nécessaire de :

- Analyser ses pratiques agricoles
- Réaliser une analyse de son sol

Pour trouver l'origine du problème et agir



Sol qui semble avoir un problème d'activité microbienne

Sol qui semble avoir une bonne activité microbologique



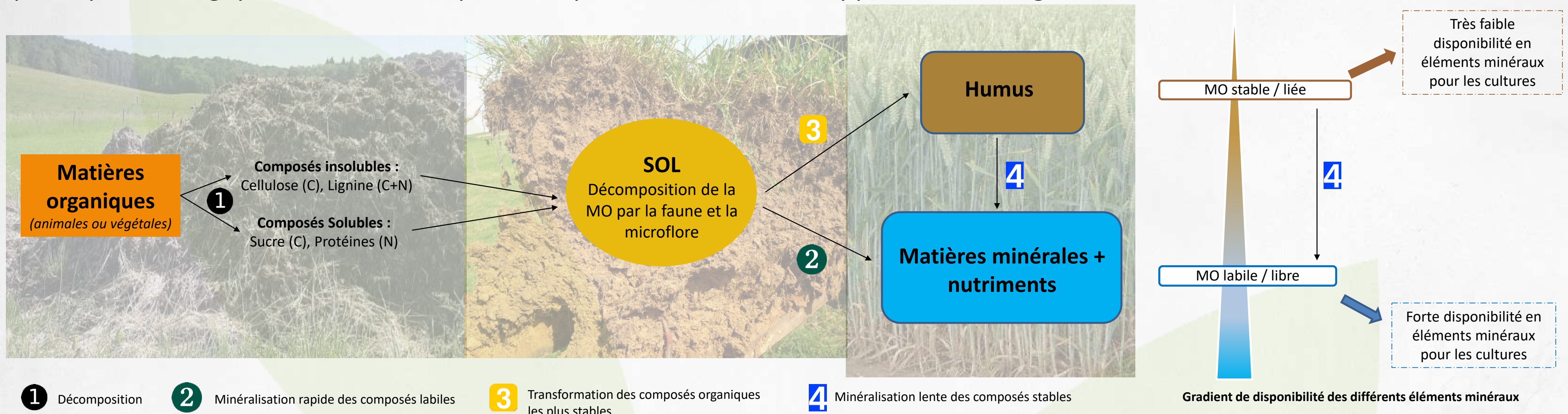
IMPACT DES MATIÈRES ORGANIQUES SUR LES CULTURES

Réalisé par Juliette Guespin, Conseillère en Agriculture Biologique, Chambre d'Agriculture de Haute-Saône

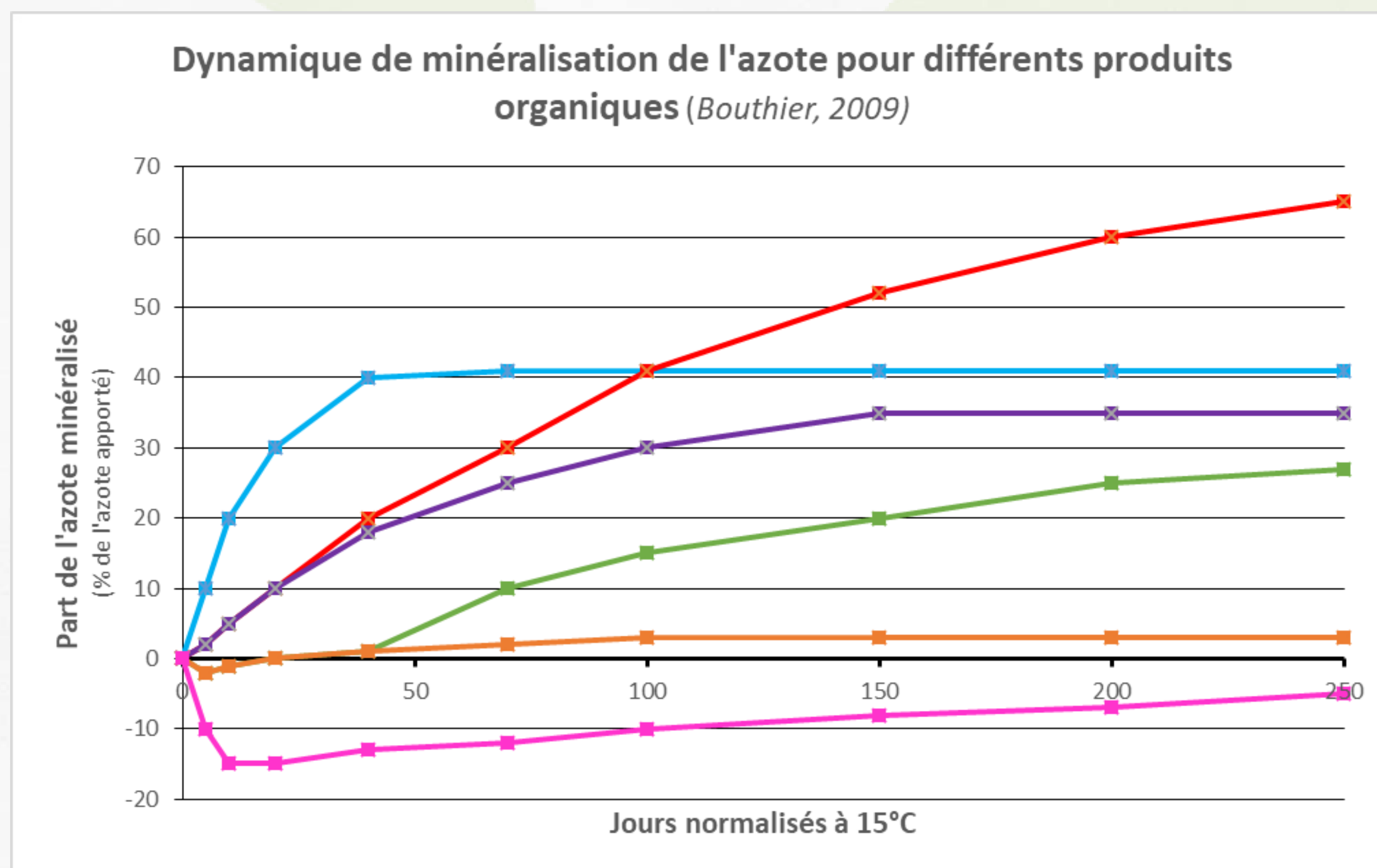


NOURRIR LE SOL POUR NOURRIR LA PLANTE

En Agriculture Biologique, la fertilisation des cultures et notamment la fertilisation azotée ne peut s'effectuer que via des apports de fertilisants ou d'amendements organiques. Les plantes peuvent profiter immédiatement de la phase minérale de ces produits mais elles sont incapables de valoriser la matière organique (MO) en tant que telle. La minéralisation de ces MO par le pôle biologique du sol est indispensable pour assurer le développement des végétaux.



MINÉRALISATION DE L'AZOTE DES PRODUITS ORGANIQUES



Classe 1 : fientes de volailles

Classe 2 : vinasses concentrées

Classe 3 : fumier de volailles

Classe 4 : fumier de bovins

Classe 5 : compost de fumier de bovins

Classe 6 : compost (fumier de bovins pailleux, déchets verts)

Fertilisants organiques

Minéralisation de 3 à 10 semaines / KeqN* = 25 à 85%

Comportement intermédiaire en fonction de leur teneur en paille /

KeqN = 10 à 20%

Amendements organiques

Immobilisation potentielle de l'azote après application / KeqN = 0 à 20%

⚠ en cas d'apports massifs / risque de dégradation des propriétés physiques et chimiques du sol

⚠ risque de « faim d'azote » si apporté tardivement

A apporter sur prairies ou légumineuses

*KeqN = Coefficient d'équivalence d'engrais azotés



IMPACT DES MATIÈRES ORGANIQUES SUR LES CULTURES

Réalisé par Juliette Guespin, Conseillère en Agriculture Biologique, Chambre d'Agriculture de Haute-Saône



CRITÈRES DE MINÉRALISATION DES PRODUITS

Pour connaître l'effet fertilisant d'un engrais organique ou d'un amendement organique, il faut d'une part connaître sa concentration en éléments fertilisants sous forme minérale et d'autre part sa teneur en matière organique (MO). Ensuite, il convient de caractériser la **MO** du produit pour connaître sa vitesse de minéralisation en déterminant, notamment, son rapport **C/N** = Carbone sur Azote. Plus ce rapport est faible, plus la minéralisation est rapide : forte disponibilité pour les cultures. Plus ce rapport est élevé, plus le pourcentage d'azote rapidement disponible est faible.

L'Indice de Stabilité de Matière Organique - **ISMO** (exprimé en % de la MO du produit) permet de connaître le taux de MO stable très lentement minéralisable par le sol. Plus ce taux est élevé, moins le produit libèrera d'N exploitable par les cultures.

Produits	Minéralisation C/N*	ISMO
Lisier de porcs	3-5	25-65
Purin de vaches laitières	4-5	/
Fiente de poules pondeuses	6-7	15-50
Lisier de bovins	8-10	50-70
Engrais vert / couverts végétaux	8-24	20-80
Fumier de poulets de chair	9-11	40-55
Fumier de vaches laitières	12-14	50-70
Fumier de porcs charcutiers	17	20-60
Fumier de bovins très composté	12-17	60-80
Pailles de céréales	100-150	90



Tous les produits sont différents et ont donc des propriétés différentes. C'est pourquoi, il est essentiel de réaliser des analyses régulières de ses produits.

Caractérisation Agronomique	Résultats : / sec	/ brut	Unités
Matière Sèche		63.5 *	%
Azote Total (N)	56.5	35.9	g/100
Azote Ammoniacal (N-NH4)	8.48	5.39	g/100
Matière Organique	793	503	g/100
Carbone Organique (C)	396	251	g/100
Rapport C/N	7.0		
Phosphore (P2O5)	33.9	21.5	g/100
Potassium (K2O)	31.7	20.1	g/100
Calcium (CaO)	73.8	46.9	g/100
Magnésium (MgO)	10.2	6.49	g/100
Soufre Total (SO3)	14.4	9.2	g/100

Analyse de fientes de poules pondeuses épandues dans le pays Graylois

* = 635 kg/tonne de matière sèche (MS) et 365 kg d'eau. Plus le % de MS est élevé plus le produit sera riche en éléments fertilisants et aura une texture plus solide.

* La majorité des données sont issues de la base de données Haut-Saônoise d'analyses des effluents d'élevage

PÉRIODE D'APPLICATION EN FONCTION DE C/N

C/N	Fumiers, périodes d'application	Composts, périodes d'application
Faible < à 15	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fin d'été avec un engrais vert ➤ Au printemps Toute application post-récolte sans engrais vert est à éviter !	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fin d'été avec un engrais vert ➤ Au printemps
Intermédiaire, entre 15 à 20	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fin d'été avec un engrais vert ➤ Petites doses à l'automne car il y a des risques de perte d'azote ➤ Au printemps 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fin d'été avec un engrais vert ➤ Petites doses à l'automne car il y a des risques de perte d'azote ➤ Au printemps pour les cultures implantées tardivement. Prévoir un peu de temps pour minéralisation de l'azote du compost.
Elevé > à 20	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Milieu à fin d'été avec un engrais vert Pour les applications tardives à l'automne ou au printemps, il faut rajouter une source d'azote qui sera disponible au printemps. En effet, le fumier ou le compost commence par immobiliser l'azote du sol pour se décomposer avant de restituer l'azote qu'il contient lui-même.	



PRÉCONISATIONS DE STOCKAGE ET D'ÉPANDAGE AU CHAMP

Réalisé par Juliette Guespin, Conseillère en Agriculture Biologique, Chambre d'Agriculture de Haute-Saône



BONNES CONDITIONS D'ÉPANDAGE

PRE-REQUIS

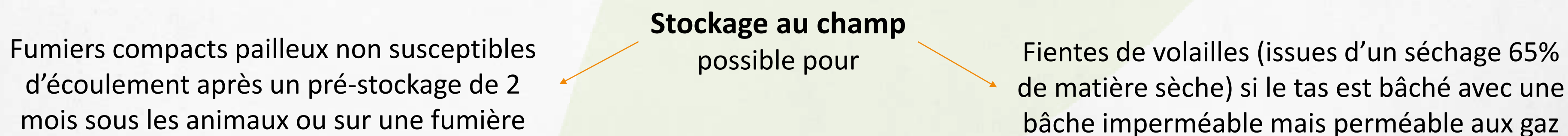
1. Réaliser des analyses des effluents pour connaître la part minérale et organique de son produit.
2. Evaluer les produits disponibles sur sa ferme : purin, lisier, fumier jeune, fumier vieux, fumier composté jeune, fumier composté vieux, etc. ayant chacun des propriétés diverses et des intérêts différents pour le sol et les cultures.
3. Evaluer le volume disponible de chaque produit.
4. A quelles périodes sont-ils disponibles ? Pour un apport de printemps, de fin d'été ou d'automne ?

Pour épandre en bonnes conditions, il faut...

- Connaître quels produits apporter sur quelles cultures et à quel moment ?
En fonction du précédent et anté-précédent cultural (+ couvert végétal), de la fourniture du sol et du type de sol, des résidus de culture et des besoins des cultures.
- Des bonnes conditions de sol : sols aérés et vivants (bonne fertilité physique), sols ressuyés, sols portants / praticabilité, couverture du sol
- Apporter les fertilisants organiques (avec une part élevée de fraction minérale) quand la vie du sol est active afin de capter les éléments nutritifs et d'éviter les pertes.
- Des bonnes conditions climatiques : pluviométrie et températures clémentes, pas sur sol gelé ou pendant de grosses chaleurs. Les périodes idéales étant à l'automne et au printemps.
- Des épandeurs adaptés en fonction du produit
- Des outils adaptés afin de prévenir les tassements extrêmement pénalisants pour une bonne fertilité



RÉGLEMENTATION DU STOCKAGE AU CHAMP



CONDITIONS

- Stockage en tas sans production d'écoulement latéral de jus
- Durée de stockage > à 9 mois et 3 ans de délai avant un retour sur un même emplacement.
- En dehors des zones inondables, zones d'infiltration préférentielle (faille ou dolines) et des zones où l'épandage est interdit :
 - Stockage à + de 35 mètres des berges des cours d'eau
 - Stockage à + de 50 mètres des habitations des tiers
 - Stockage sur terrains plats ou à faible pente (> à 7%)
- Dépôt interdit du 15/11 au 15/01 sauf sur prairie ou sur lit absorbant d'environ 10 cm ou couverture du tas



RÉGLEMENTATION : DISTANCES ET INTERDICTIONS D'ÉPANDAGE

Réalisé par Juliette Guespin, Conseillère en Agriculture Biologique, Chambre d'Agriculture de Haute-Saône



LES INTERDICTIONS D'ÉPANDAGE

Les interdictions et distances d'épandage dépendent du Règlement Sanitaire Départementale – **RSD**, ou des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement – **ICPE**, (attention aux captages dont la réglementation peut être différente).

Le **RSD** concerne tous les élevages composés de moins de 50 bovins à l'engraissement ou de 50 vaches laitières et de moins de 100 vaches allaitantes. Pour les élevages composés de plus d'animaux, les exploitations seront classées en ICPE, à différents niveaux de réglementation selon leurs tailles : déclaration, enregistrement et autorisation.

Interdiction RSD

L'épandage des effluents d'élevage est interdit :

- en période de gel (sauf pour les déchets solides)
- en période de fortes pluies
- en dehors des terres régulièrement exploitées ou destinées à une remise en exploitation ou faisant l'objet d'opération de reconstitution de sols.

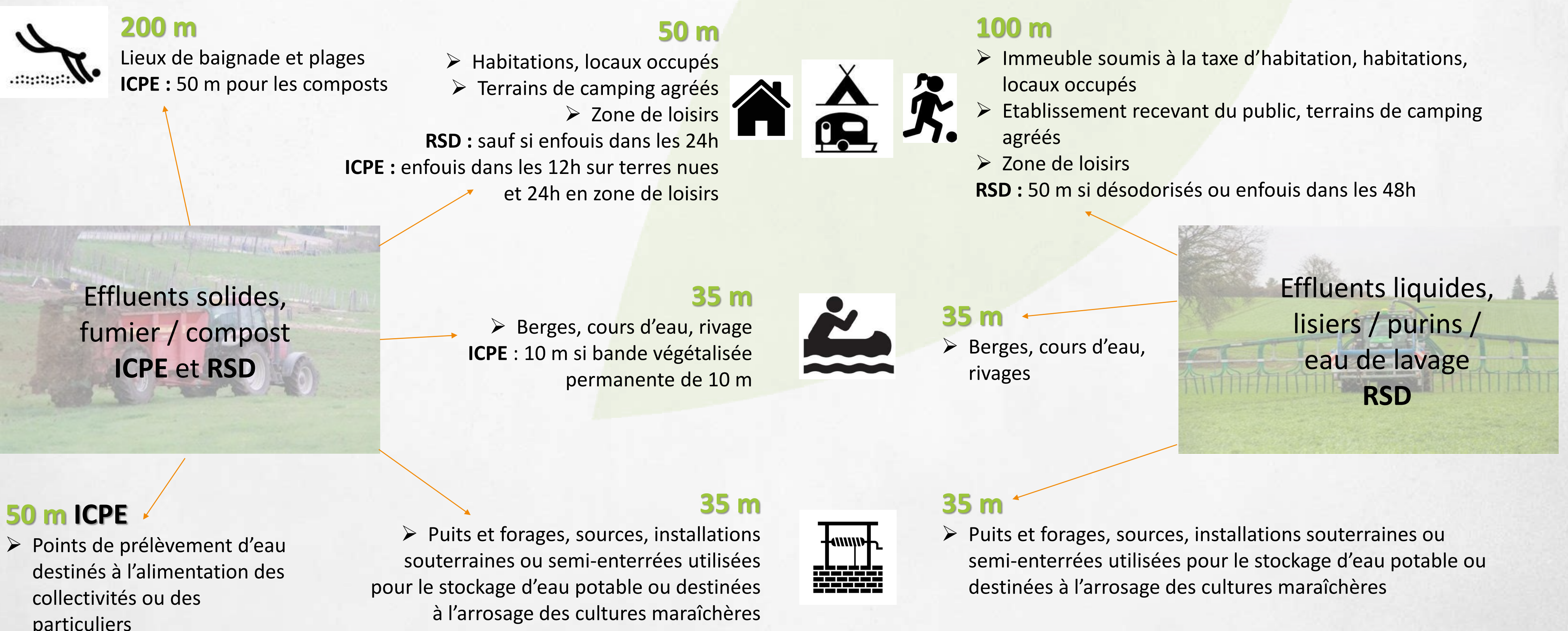
En aucun cas la capacité d'absorption des sols ne devra être dépassée afin d'éviter que la stagnation prolongée sur le sol, le ruissellement en dehors du champ d'épandage ou une percolation rapide vers les nappes souterraines puissent se produire.

Interdiction ICPE

L'épandage des effluents d'élevage est interdit :

- sur sol non cultivé
- sur toutes les légumineuses *sauf exceptions*
- sur les terrains en forte pente sauf s'il y a un dispositif prévenant tout risque d'écoulement et de ruissellement vers les cours d'eau
- sur les sols pris en masse par le gel (*exception faite pour les fumiers ou les composts*)
- sur les sols enneigés
- sur les sols inondés ou détrempés
- pendant les périodes de fortes pluies
- par aéro-aspersion sauf pour les eaux issues du traitement des effluents d'élevage

LES DISTANCES D'ÉPANDAGE



Effluents liquides en ICPE, même réglementation que les effluents solides ci-contre

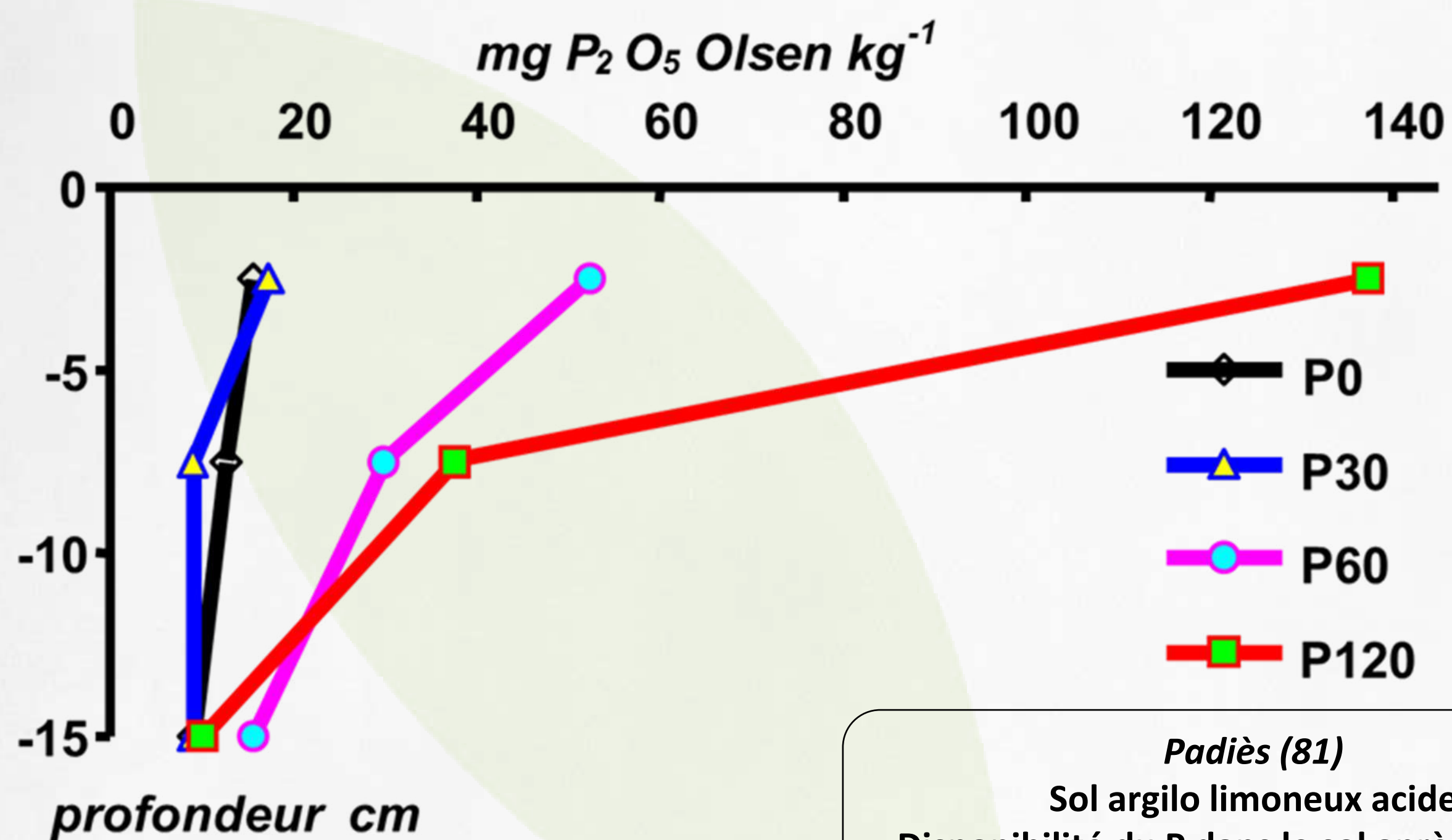


FERTILISATION P-K DES PRAIRIES PERMANENTES

Réalisé par Didier DELEAU, ARVALIS Institut du végétal

ARVALIS
Institut du végétal

DISPONIBILITE P ET K DANS LES SOLS SOUS PRAIRIES



L'analyse de terre ne permet pas d'évaluer la disponibilité de P et K sous prairies

L'ANALYSE D'HERBE, SEUL OUTIL DE DIAGNOSTIC

Quelles prairies ?

- ✓ Sur prairies permanentes ou temporaires > 2 ans

Quand ?

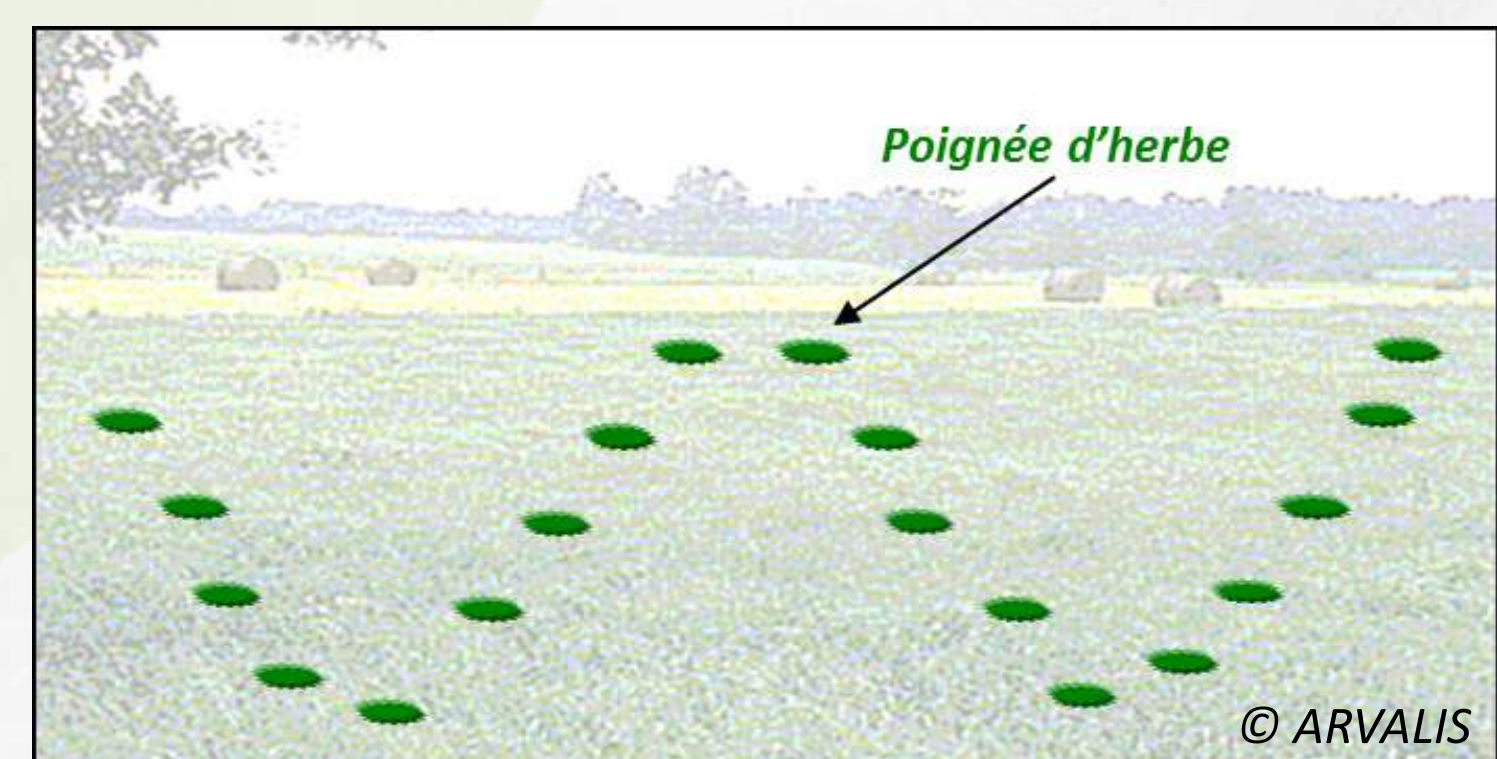
- ✓ Au printemps entre 15 et 25 cm de hauteur d'herbe
- ✓ Tous les 3 ans si modification des pratiques, sinon tous les 5 ans.

Comment ?

- ✓ 20 à 30 poignées par parcelle. Couper à 5 cm du sol.
- ✓ Réaliser un échantillon moyen de 500 g de matière verte
- ✓ Envoi au laboratoire le jour du prélèvement, sinon laisser sécher à l'air libre ou stocker au congélateur.
- ✓ Demander l'analyse des 3 teneurs en N, P et K, en % MS.

A quel prix ?

- ✓ entre 35 et 40 euros HT par analyse





FERTILISATION P-K DES PRAIRIES PERMANENTES

Réalisé par Didier DELEAU, ARVALIS Institut du végétal

DE L'ANALYSE D'HERBE AUX INDICES DE NUTRITION

$$IP = \frac{100 \% P}{0,15 + 0,065 \% N} \quad IK = \frac{100 \% K}{1,6 + 0,525 \% N}$$

N*	P*	K*
2,28	0,33	3,50
IP = 111		IK = 125

* Teneur N, P et K en % de la MS

INTERPRETRATION DES INDICES DE NUTRITION P ET K

IP, IK	Etat de nutrition de la prairie	Conseils
120	Excédentaire	Impasse possible : 2 à 3 ans P ₂ O ₅ – 1 à 2 ans K ₂ O
100	Très satisfaisant	Impasse possible : 1 à 2 ans P ₂ O ₅ Diminuer les apports habituels en K ₂ O
80	Satisfaisant	Maintenir la pratique actuelle
60	Insuffisant	Augmenter les apports
40	Très insuffisant	Apporter maxi 60 P ₂ O ₅ et/ou 200 K ₂ O/ha



Des carences en K peuvent être provoquées par un rapport K/Mg défavorable suite à l'apport excédentaire de magnésium (Ex: chaulage avec de la dolomie)

FORMES D'APPORT P ET K SUR PRAIRIES

Des engrais de ferme aussi efficaces que les engrais minéraux solubles

Type de produit	Coef. d'équivalence Engrais (%)	
	P	K
Lisiers et fumiers de porcins	95	100
Fumiers ou fientes de volailles	85	100
Fumiers de bovins	80	100
Composts de fumiers de bovins	70	100



Même si le phosphate naturel est un engrais minéral autorisé en AB, sa faible efficacité (même en sols acides) doit conduire à privilégier en priorité pour la fertilisation P les engrais de ferme



FERTILISER AVEC DES PRODUITS ORGANIQUES LES PRAIRIES

Réalisé par Didier DELEAU, ARVALIS Institut du végétal



LES PRO, DES ENGRAIS A PART ENTIERE

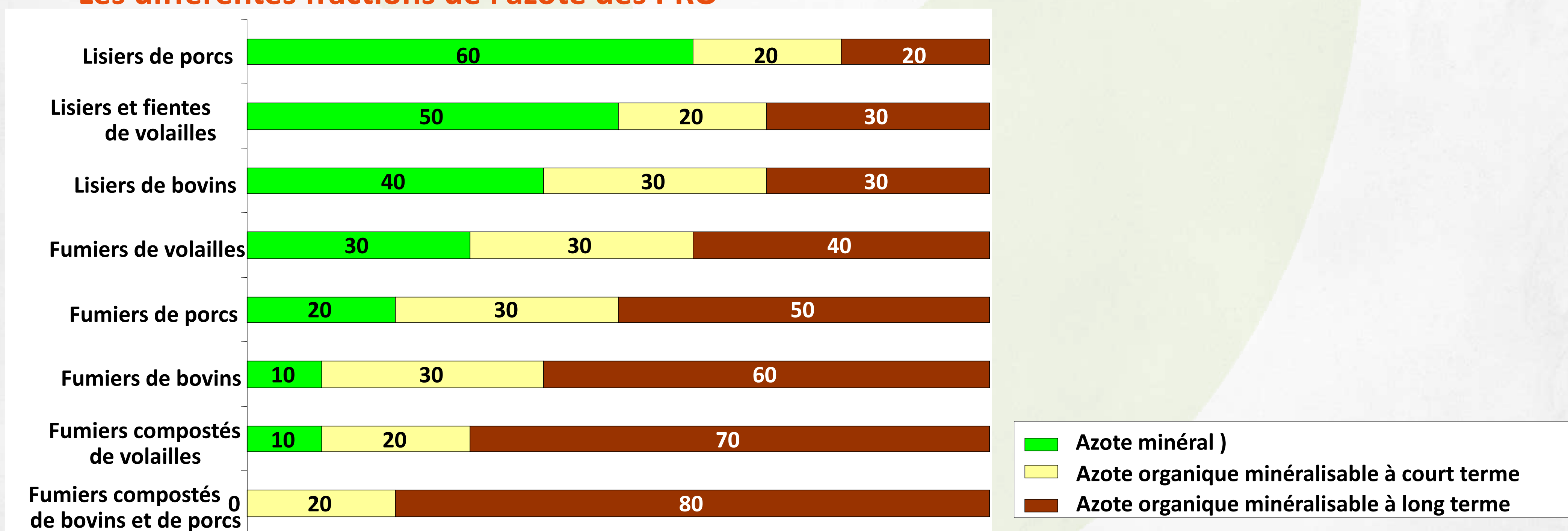
Engrais de Ferme	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fumiers de bovins (VA)	6.5	4.6	9.3
Lisiers de bovins (VL fosse non couverte)	2.1	1.1	2.6
Compost de fumiers de bovins	6.1	3.9	10.5
Fumier d'ovins	6.7	4	12
Lisier de porcs	5.5	2.8	3.6

Source : « Fertiliser avec les engrais de ferme » IE-ITAVI-ITCF-ITP

Teneurs variables d'une exploitation à l'autre → Faire des analyses avec échantillonnage rigoureux

UN EFFET AZOTE DIFFERENT SELON LES PRO

Les différentes fractions de l'azote des PRO



Coefficient d'équivalence de l'azote des PRO

Type de produit	Apport à l'automne	Apport au printemps
Fumier de bovins et ovins	0.15	0.10
Compost de fumier bovins/ovins	0.10	0.05
Fumier porcins	0.40	0.40
Compost fumier porcins	0.20	0.20
Lisier de bovins	0.50	0.50
Lisiers de porcins	0.60	0.60

De 10 à 60% de l'azote rapidement efficace !