

# Amélioration des récoltes de luzerne

Cette présentation a été réalisée pour la **journée « luzerne-sainfoin » du 22 mars 2019** à Ste Sabine, organisée par Grasasa, Multifolia et la CDA24.

**-Public présent :** agriculteurs aux techniques de production variées (agriculture conservation, agriculture biologique, etc)

**-Contenu du diaporama :** premiers résultats du **Projet d'amélioration des récoltes de luzerne en quantité et qualité**, réalisé par la CDA24 à la demande de la Grasasa. (étude conduite sur le **secteur de récolte de la Grasasa, Sud 24/Nord 47 ; débutée en janvier 2019**)

*N'hésitez pas à nous faire part de vos remarques/questions/propositions.*

Présentation réalisée par :

Laura Dupuy [laura.dupuy@dordogne.chambagri.fr](mailto:laura.dupuy@dordogne.chambagri.fr)

Francois Hirissou [francois.hirissou@dordogne.chambagri.fr](mailto:francois.hirissou@dordogne.chambagri.fr)



22 mars 2019



# Contexte

- La GRASASA :
  - 1300 ha récoltés en 2018
  - rendements assez faibles (moyenne récolte 2018 luzerne AB : 5.3TMS/ha)
  - teneurs en protéines très variables mais souvent trop faibles (en 2018 : entre 10 à 20).
  - constat valable pour toutes surfaces (80% des volumes en bio)
  - constat récurrent depuis plusieurs années
- Projet diagnostics agronomiques sur 11 parcelles : tests bêche et analyses de sol ; programme d'action pour améliorer les récoltes en quantité et qualité

# Plan présentation

## **Projet d'amélioration des récoltes de luzerne en quantité et qualité : premiers résultats**

1. diagnostics agronomiques de sol : les tests bêche premiers résultats d'observations sur parcelles représentatives des contextes rencontrés

2. **analyses de terre** : 3 exemples et grille de lecture

**Focus itinéraire technique luzerne** : principes de base rappels

3. **Premières pistes d'actions** pour améliorer quantité et qualité des récoltes de luzerne :

### Pour:

- Augmenter les taux de matière organique et l'activité biologique des sols
- Compenser les exportations (fertilisation) : conseil individuel à venir
- Limiter le salissement et continuer à limiter les tassements
- Mieux appréhender les intérêts de la luzerne dans une rotation et gérer l'azote dans les cultures suivantes

### Des essais à venir:

- restitution de la (ou des) dernière coupe de luzerne
- sursemis d'un méteil d'hiver pour limiter le salissement et ramener de la protéines et du volume en 1<sup>ère</sup> coupe
- semis et destruction de couverts végétaux dans la rotation
- suivis désherbage mécanique dans les luzernes

# Présentation du test bêche

## La structure d'un sol cultivé évolue en fonction :

- travail du sol
- facteurs climatiques
- activité biologique (notamment vers de terre ; action sur le moyen terme 1/3 ans par perforation et brassage de terre)

**Test bêche : Diagnostic rapide de l'état physique et biologique du sol, sur 0 à 20-25cm**

**=> Évaluer l'impact des pratiques culturales et des chantiers de récolte sur la structure de 0 à 20-25cm**

**=> Aider à prendre des décisions tactiques (ex : passage ou non d'un outil pour fragmenter son sol)**

**=> Apprécier l'activité biologique du sol & évaluer possibilité de régénération**



Chez 11 agriculteurs : 3 tests bêche par parcelle  
(réalisé : 7 parcelles)

Guide méthodique simple disponible en ligne

<http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2018/08/Guide-m%C3%A9thode-beche-web.pdf>

# Présentation du test bêche

## EVALUER LA STRUCTURE DU SOL PAR LE PROTOCOLE BECHE

MODE ASSEMBLAGE DES MOTTES

ETAT INTERNE DES MOTTES

CLASSES DE TASSEMENT DE SOL



Ne tient pas sur la bêche



La motte se désagrège

Structure ouverte (favorable aux racines)



Tient sur la bêche



La motte ne se désagrège pas

Structure à tendance continue (défavorable aux racines)

# Présentation du test bêche

## EVALUER LA STRUCTURE DU SOL PAR LE PROTOCOLE BECHE

### MODE ASSEMBLAGE DES MOTTES

**ETAT INTERNE DES MOTTES** Zone d'alimentation en eau et éléments minéraux des racines

### CLASSES DE TASSEMENT DE SOL



- Motte lisse
- Surface plane
- Pas de porosité visible à l'oeil



- Compacte mais..
- Gros pores d'origine biologique



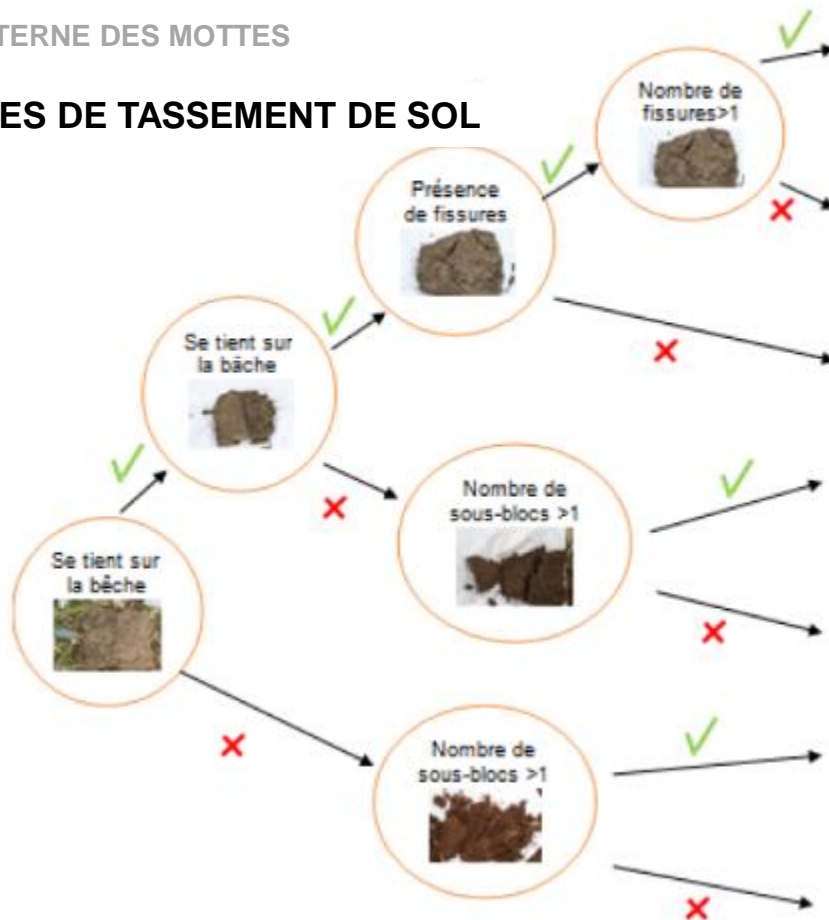
- Rugueuse
- Grumeleuse
- Poreuse
- Terre fine

# Présentation du test bêche

MODE ASSEMBLAGE DES MOTTES

ETAT INTERNE DES MOTTES

## CLASSES DE TASSEMENT DE SOL



	Terre fine et/ou $\Gamma$ dominant	Dominance $\Delta b$ $\Gamma$ ou terre fine $> \Delta$	Dominance $\Delta b$ $\Gamma$ ou terre fine $< \Delta$	Dominance $\Delta$ $\Gamma$ ou terre fine $> \Delta b$	Dominance $\Delta$ $\Gamma$ ou terre fine $< \Delta b$
C2R	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
CR	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
C	Classe 2 Peu probable	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 5
C2R	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
CR	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
O	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2 Peu probable	Classe 3 Peu probable
O/C	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4 Peu probable

### Légende:

oui non



Structure:

ouverte

compactée

Classe 1	structure du sol ouverte, très poreuse, aucun tassement
Classe 2	léger tassement
Classe 3	tassement modéré, à surveiller
Classe 4	tassement, à surveiller, envisager une action corrective
Classe 5	structure compactée, peu de porosité, tassement sévère, action corrective nécessaire

# Présentation du test bêche

## EVALUATION ACTIVITE BIOLOGIQUE Les vers de terre

2 types de traces de « bioturbation » (activité des vers de terre)



Les déjections fraîches :  
traces d'activité  
des endogés



Les macropores : galeries de lombriciens (anéciques et endogées), mais également passages d'anciennes racines.

**Attention** : les macropores, lorsqu'ils sont orientés verticalement, ont une bonne résistance au tassement. Il est difficile de les dater par rapport à un tassement.

### Pas ou peu de bioturbation

### Bioturbation majoritaire

#### Traits distinctifs de reconnaissance

Majoritairement agrégats anguleux résultant de l'action du climat et/ou travail du sol.  
Pas ou peu d'agrégats biologiques.

Majoritairement agrégats arrondis, issus de l'activité biologique.  
Pas ou peu d'agrégats anguleux.

#### Illustrations





## Exemples observations Tests Bêche : 1.Ste Sabine

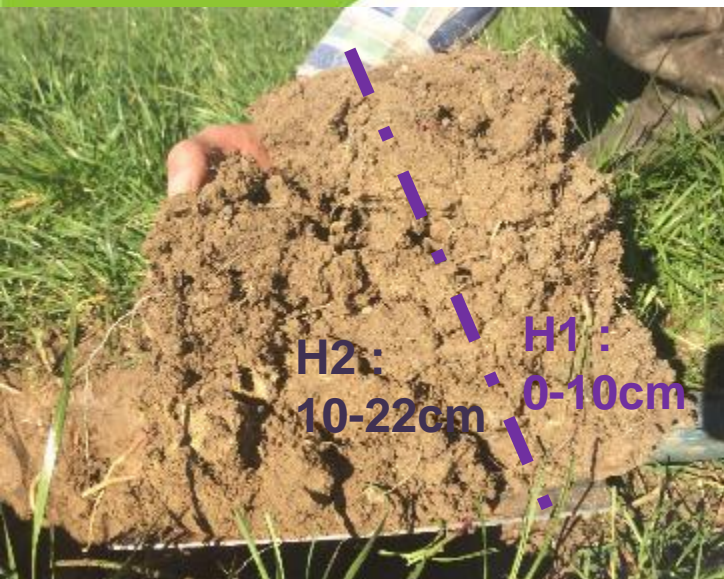


Une parcelle de luzerne...  
Et beaucoup de ray grass !

Semis printemps 2015  
=> luzerne de 4ans

# Tests Bêche : Ste Sabine

1

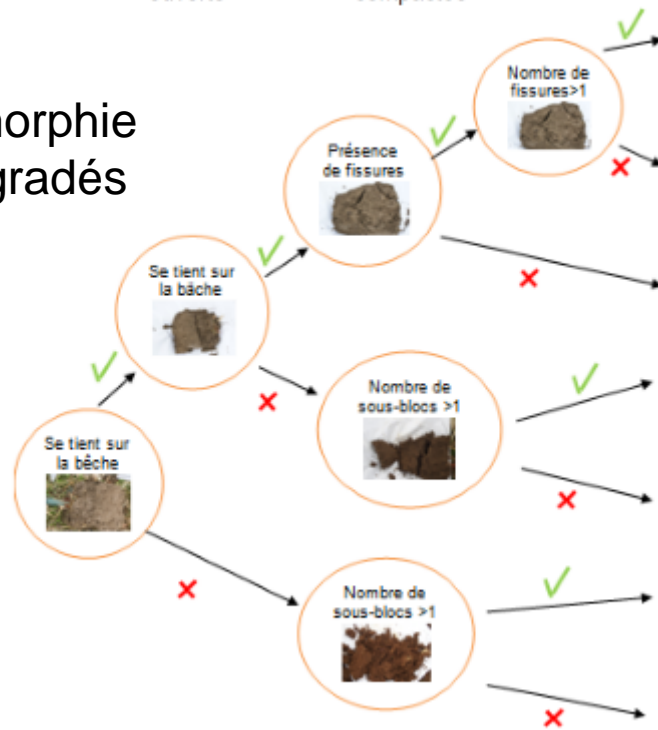


# Tests Bêche : Ste Sabine

- Sol sec/ressuyé profond
- Sol couvert à 80% (Ray Grass et luzerne) ; peu de cailloux
- Présence « normale » de vers de terre (endogés&anéciques), très peu de turricules en surface
- Couleur homogène du profil ; 1<sup>er</sup> horizon (H1) léger tassement ; H2 : structure ouverte sans tassement
- Pivot luzerne droit, bonne exploration du profil par le système racinaire

Structure:  ouverte compactée

Majorité mottes  $\Delta b$   
 Pas de traces d'hydromorphie  
 Peu de résidus non dégradés



	Terre fine et/ou $\Gamma$ dominant	Dominance $\Delta b$ $\Gamma$ ou terre fine $> \Delta$	Dominance $\Delta b$ $\Gamma$ ou terre fine $< \Delta$	Dominance $\Delta$ $\Gamma$ ou terre fine $> \Delta b$	Dominance $\Delta$ $\Gamma$ ou terre fine $< \Delta b$
C2R	Classe 1	<b>Classe 2 H1</b>	Classe 3	Classe 3	Classe 4
CR	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
C	Classe 2 Peu probable	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 5
C2R	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
CR	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
O	<b>Classe 1 H2</b>	Classe 1	Classe 2	Classe 2 Peu probable	Classe 3 Peu probable
O/C	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4 Peu probable

# Analyses de sol : grille de lecture

## VALEURS INDICATIVES POUR ANALYSES DE TERRE

	Très faible	Faible	Un peu faible	Bien pourvu			
Matière organique (%)		1,5	2,5	3,0	3,5		
pH eau		5,0	5,5	6,2	6,8	8,0	
	Risque de toxicité de l'aluminium, très faible minéralisation		Faible minéralisation	pH conseillé	Risque de blocage des oligo-éléments ( Cu, Zn, B, Mn ) et rétrogradation du phosphore		
P2O5 J.Hébert (mg/kg)	Pas d'impasse			100	150	250	
				Impasse pour cultures peu exigeantes	Impasse pour cultures exigeantes		
<b>P2O5 Olsen (mg/kg)</b>				50	80	100	
K2O (mg/kg)	Sables		80	Sables	100	Sables	120
	Argiles		200	Argiles	250	Argiles	300
MgO (mg/kg)	60		100		120	300	
K2O/MgO	Optimum : 2,5 ; Si > 3 attention aux carences en magnésium						

# Analyse de sol : Ste Sabine

prélèvement terre 14/02/2018 ; laboratoire Galys

## Résultats

pH eau ☼

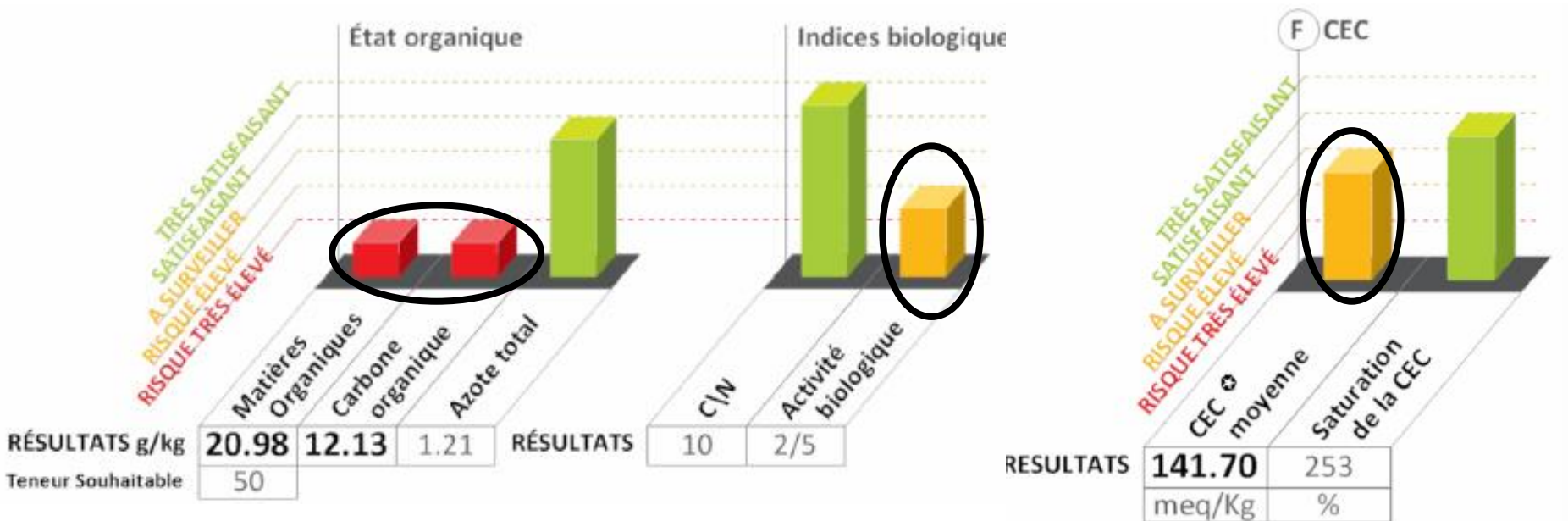
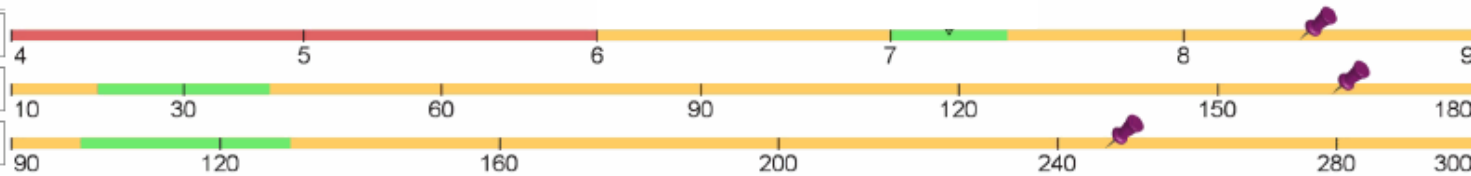
8.4

Calcaire total (g/kg) ☼

163.4

(Ca + Mg)/CEC (%)

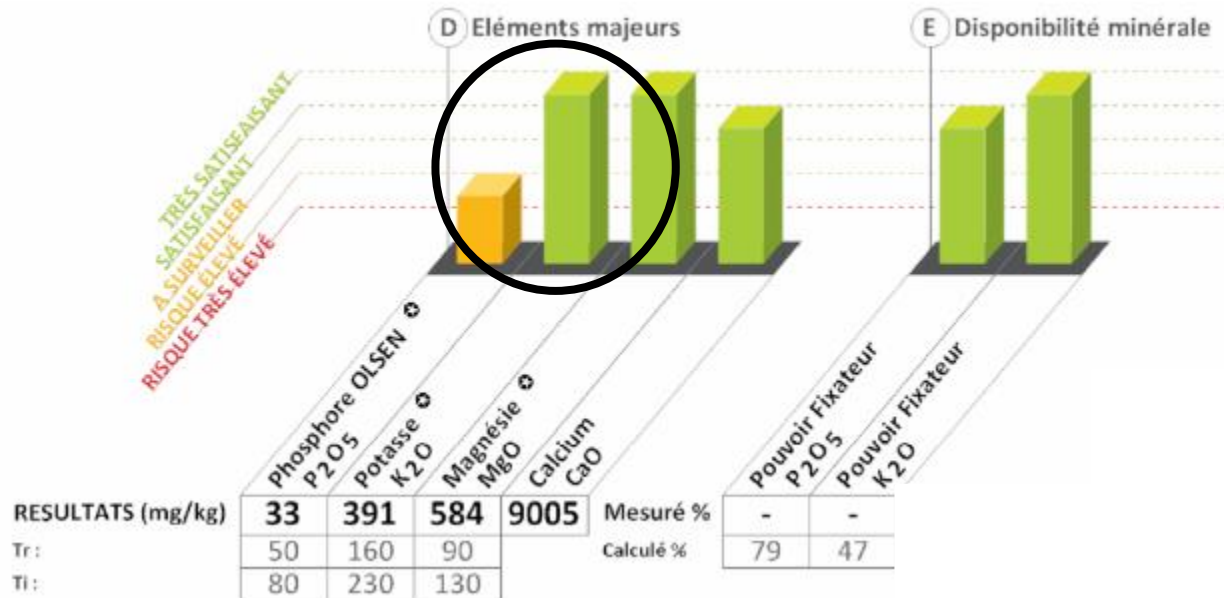
247



**Rappel CEC : Capacité d'Echange Cationique** = Taille du réservoir permettant de stocker de manière réversible certains éléments fertilisants cationiques (potassium, magnésium, calcium...)  
 liée au complexe argilo humique => valeur CEC fonction des quantités et types d'argile et de MO ; et du pH sol.  
 Augmentation de la CEC du sol : **1 gr. d'humus = 5 gr. d'argile ( 5 fois plus de cations stockés)**

# Analyse de sol : Ste Sabine

prélèvement terre 14/02/2018 ; laboratoire Galys



## Ratios d'équilibre entre éléments

Rapport	K <sub>2</sub> O/MgO	CaO/K <sub>2</sub> O	MO/Cu	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Zn	CaO/MgO
Valeur	0.67	23.03			15.42
Plage d'équilibre	1.8 à 2.8	10 et plus	0 à 75	0 à 650	12 à plus

## En synthèse des observations tests bêche et analyses de sol réalisés à ce jour

- parfois léger compactage des 8 premiers centimètres de sol
- pas de visibilité sur les tassements potentiels présents en dessous de 20-25cm
- Faible à moyenne activité biologique (évaluée via présence vers de terre)
- peu de MO et peu de Phosphore disponible

# Focus Itinéraire technique luzerne

## SEMIS

- Densité : 20-25kg en pure (en mélange 20kg luzerne + 2-3 kg de trèfle)
- Attention à ne pas semer trop profond (1cm max) et à rouler
- Intérêt à mélanger les variétés, et à inoculer
- Attention aux limaces si conditions favorables à leur développement...

## Quand semer?

	SEMIS SOUS COUVERT AU PRINTEMPS	SEMIS D'ÉTÉ
Avantage	Pleine production l'année suivante	Implantation rapide de la luzerne si sol suffisamment humide
Limites	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implantation lente si réchauffement du sol insuffisant, risque de période de sécheresse</li><li>• Concurrence potentielle des céréales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mauvaise implantation due à la sécheresse et risque hivernale si faible développement avant l'hiver</li><li>• Technique de désherbage pointue liée à la gestion</li></ul>
	Avant fin mars, sur sol ressuyé et réchauffé Sur sol ou sous couvert (de tournesol ou céréale à paille)	Le stade 2-3 feuilles trifoliées doit être atteint avant l'hiver pour résister au gel Il faut avoir fait assez de réserve pour passer l'hiver Pas après le 20septembre

## Précautions en cas de semis sous couvert:

- Attention à la compétition pour l'eau si conditions séchantes => Vérifier la pluviométrie dans les jours qui suivent le semis, s'abstenir de semer en conditions sèches
- Semer sur des parcelles propres

# Focus Itinéraire technique luzerne

## GESTION DES ADVENTICES

La **flore adventice** est la **résultante du système de culture** :

- Contexte pédoclimatique
- Pratiques culturales
- Désherbage en culture

**La gestion des adventices se fait à l'échelle du système de culture**

Les principaux facteurs de gestion des adventices sont:



Il est important d'**identifier les adventices** présentes sur les parcelles, et de connaître leur **nuisibilité** et leur **biologie** pour bien les gérer



# Focus Itinéraire technique luzerne

## GESTION DES ADVENTICES

Si possible : Faux semis avant implantation (luzerne très sensible à la concurrence des adventices au stade plantule)

Désherbage en culture :

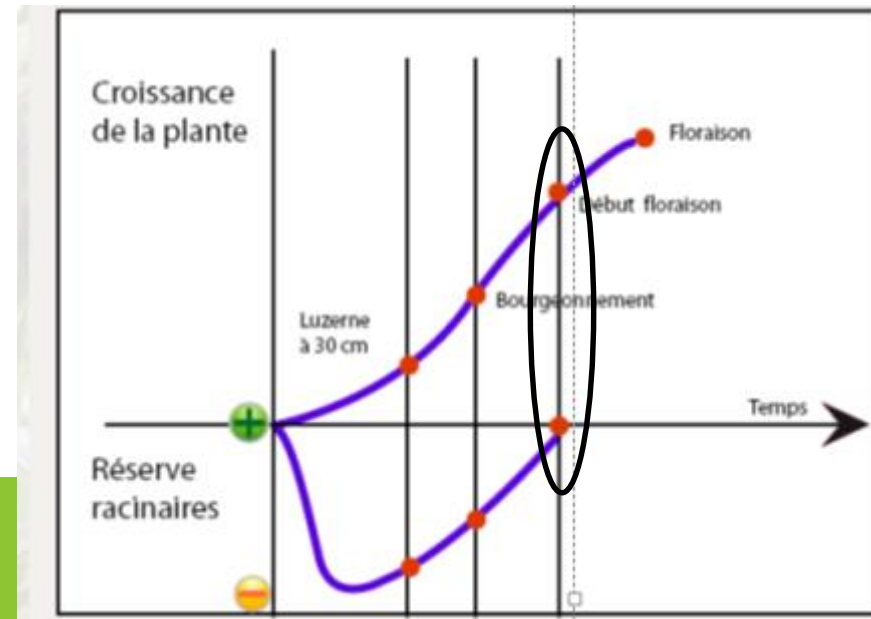
PÉRIODE	STADE LUZERNE	MATÉRIEL	OBSERVATIONS
En début et fin d'hiver (En repos végétatif de la luzerne)	Jeune luzerne	Herse étrille	Travail peu agressif à 1-4 cm sur sol non gelé mais bien ressuyé
En début et fin d'hiver (Repos végétatif de la luzerne)	Luzerne de plus d'un an	Herse lourde Vibroculteur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Travail &gt; 5 cm, puissant et agressif sur sol gelé bien ressuyé</li><li>• au besoin retirer 1 dent sur 2 pour diminuer l'agressivité et éviter les bourrages</li><li>• à compléter avec des passages de Herse étrille pour dessécher les adventices arrachées + roulage nécessaire pour enfouir les cailloux</li></ul>
En cas de parcelle sale : effectuer une coupe de nettoyage ou broyage, à la montaison des graminées adventices			

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

# Focus Itinéraire technique luzerne

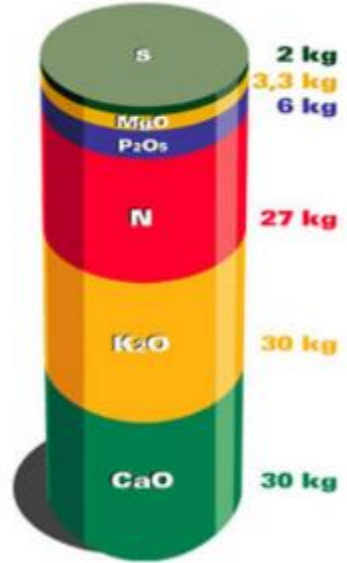
## PERENNITE DE LA LUZERNE

- Laisser au moins 8cm de hauteur de coupe pour assurer un bon redémarrage
- Laisser au moins la luzerne fleurir une fois par an (au moins 20% du champ) pour assurer un bon remplissage des pivots : c'est le pivot qui fait la récolte..  
=> si pas assez de réserves, la luzerne met son énergie à remplir son pivot et pas à fabriquer de la matière verte
- Attention à la date de la 4<sup>ème</sup> coupe : si trop tardive (1 mois avant 1<sup>er</sup> gel) risque de pertes de pieds
- Effet allélopathique de la luzerne en cas de sursemis => regarnir avec du trèfle violet (5/7kg/ha ; fin août-début septembre), jamais avec de la luzerne!
- Délai de retour entre 2 luzernes : 5 ans (risque rhizoctone violet)  
=> 20% de la SAU au maximum



## Exportation de la luzerne

- Magnésie            3,3 kg/ t MS ( 10 t = 33 kg)
- Phosphore            6 kg / t MS ( 10 t = 60 kg)
- Azote                    27 kg / t MS ( 10 t = 270 kg)
- Potasse                30 kg/ t MS ( 10 t = 300 kg)
- Calcium                30 kg/ t MS : ( 10 t = 300 kg)



*Exportation de la luzerne dans une tonne de matière sèche*

	Taux de fixation symbiotique
Haricot	40 %
Pois, lentille, soja	60 - 70 %
Féverole, lupin	75 %
Légumineuses fourragères (trèfle, luzerne, prairies)	90 %

Le taux de fixation symbiotique = part d'azote de l'air fixée par rapport à celle prélevée dans le sol.

# Focus Itinéraire technique luzerne

## FERTILISATION

### Phosphore (apport obligatoire)

- La luzerne est exigeante en phosphore
  - En sol argilo-calcaire le phosphore est peu disponible
  - Selon analyse de sol ( méthode Olsen )
  - Olsen =  $\frac{1}{2}$  Joret-Hebert
    - SI {Olsen > 70 ppm & apports tous les ans} => exp. X 1
    - SI {Olsen < 70 ppm & apports tous les ans} => exp. X 1,5
    - SI {Olsen > 70 ppm & pas d'apports réguliers} => exp. X 1,5
    - SI {Olsen < 70 ppm & pas d'apports réguliers} => exp. X 2,5
  - Forme d'engrais solubles avec soufre, en février
- Ex: Luzerne à 10 t MS, Olsen > 70 & apports tous les ans  
=>  $10 \times 7 = 70$  u de P à apporter

*Tous les types d'apports comptent (minéraux ou organique)*

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

#### **Cultures très exigeantes**

Betterave sucrière  
Colza - Luzerne  
Pomme de terre

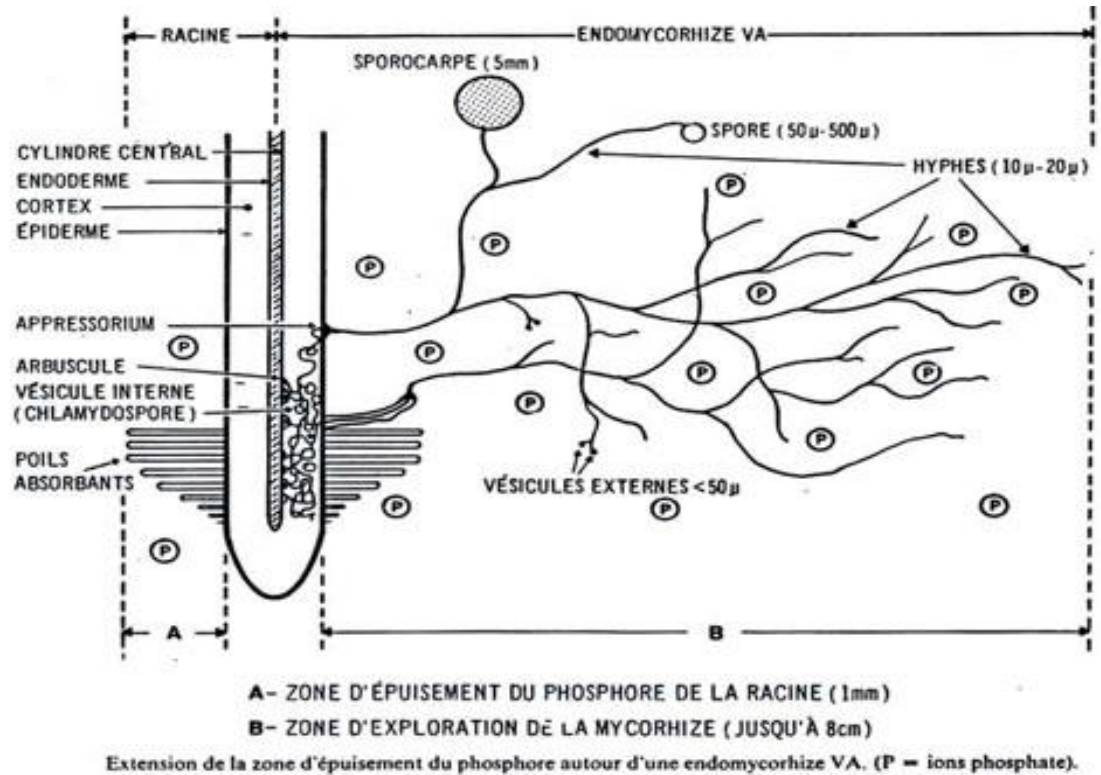
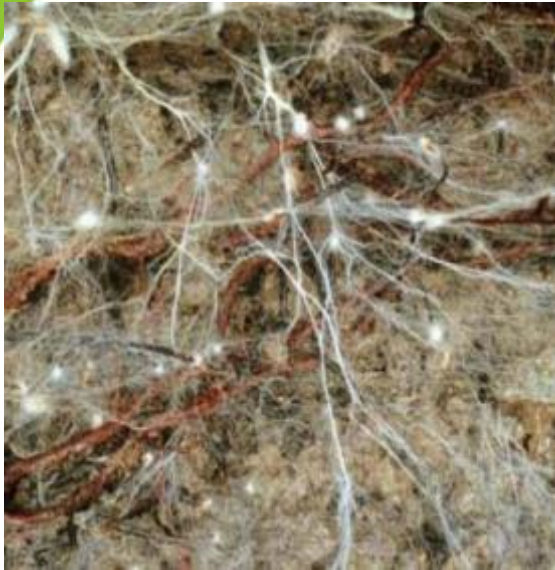
#### **Moyennement exigeantes**

Blé/Blé - Blé dur  
Maïs fourrage - Pois  
Orge - R.G. - Sorgho

#### **Cultures peu exigeantes**

Avoine - Blé tendre  
Maïs grain - Seigle  
Soja - Tournesol

# LES CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS ESSENTIELS POUR L'ALIMENTATION EN PHOSPHORE DES PLANTES



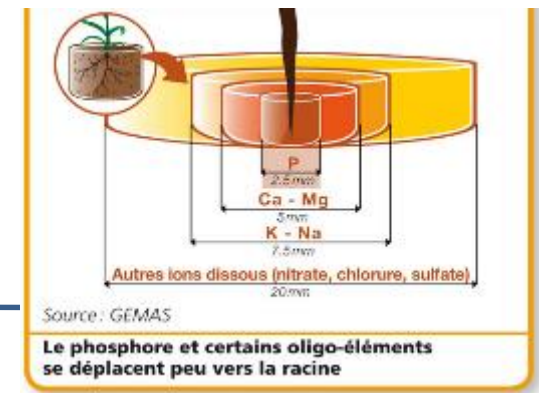
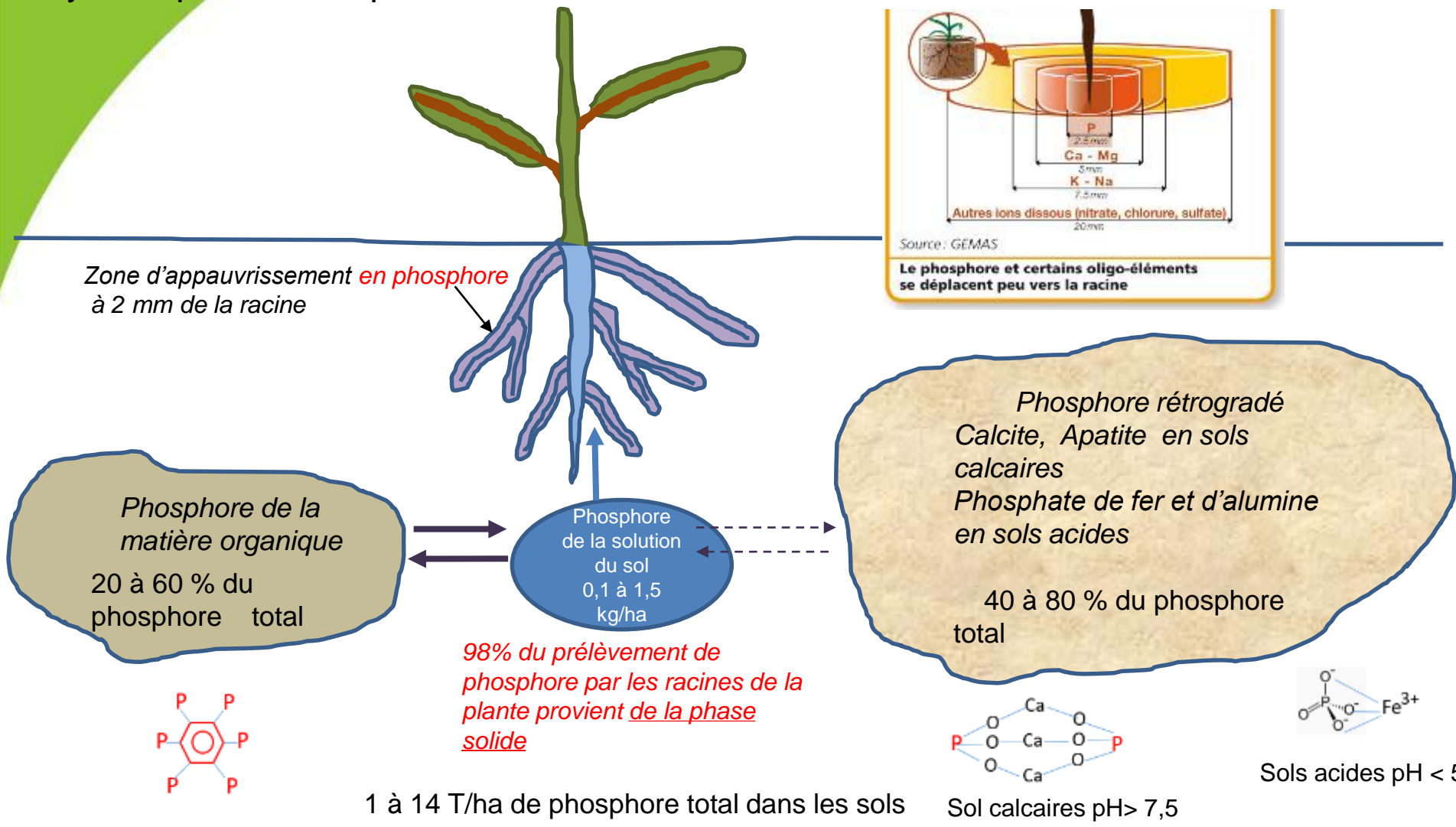
Extension de la zone d'alimentation des racines : 1000 m de mycélium par mètre de racine

Mise en réseau des plantes entre elles : symbiose mycorhizienne

# LES CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS ESSENTIELS POUR L'ALIMENTATION EN PHOSPHORE DES PLANTES

## EN PHOSPHORE DES PLANTES

Dynamique du Phosphore dans le sol



# Focus Itinéraire technique luzerne

## FERTILISATION

### Potasse (apport facultatif)

**K<sub>2</sub>O**

*Pour toute destination  
des résidus du précédent*

#### **Cultures très exigeantes**

Betterave sucrière  
Pomme de terre

#### **Moyennement exigeantes**

Colza - Maïs grain  
Pois - Tournesol  
Luzerne

#### **Cultures peu exigeantes**

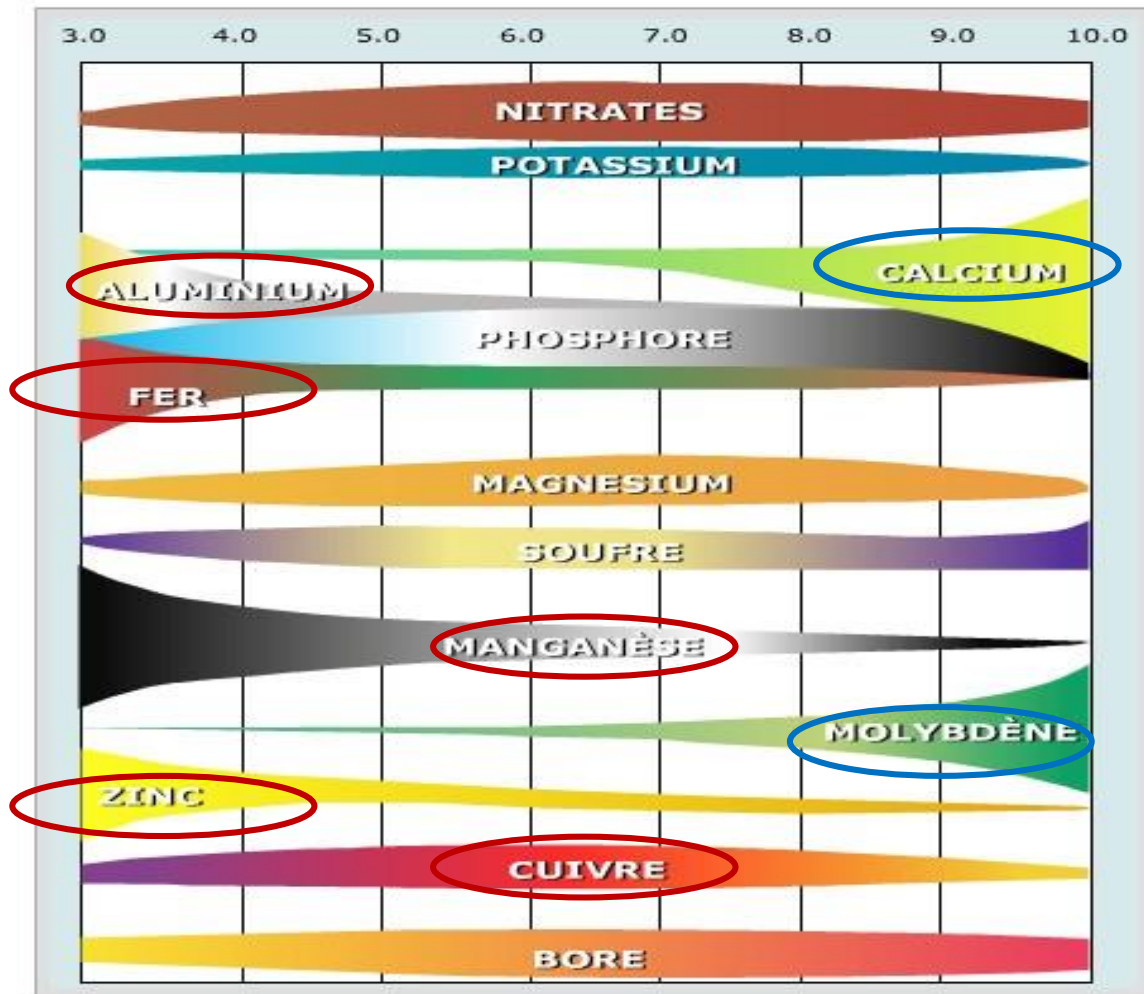
Blé tendre - Blé dur  
Orge - Avoine - Seigle

- La luzerne est moyennement exigeante en potasse
- Consommation « de luxe »
- Les sols argilo-calcaire sont souvent bien pourvus en potasse
- Sol > 400 ppm : Pas d'apport de K
- 200 < Sol < 400 ppm : 100 u de K
- Sol < 200 ppm : 200 u de K
- Apports en deux fois, même doses : février et après 1<sup>ère</sup> coupe
- Déduire des ces apports les apports en K des résidus n-1
- Ces apports peuvent être faits par des fumiers

# Focus Itinéraire technique luzerne

## FERTILISATION L'importance de l'équilibre pH

Disponibilité/blocage des éléments selon le pH



○ Éléments critiques en terrain très calcaires  
○ Éléments critiques en terrain très acides

PH = [6,2 ; 6,5] => adapté pour les légumineuses

PH ~ 6 : suffisant pour prairies et cultures

PH < 5,5 => activité biologique affaiblie.. et toxicité aluminique

pH : Disponibilité et toxicité.



# Focus Itinéraire technique luzerne

## FERTILISATION

Magnésie (indispensable pour la photosynthèse)

-SI <100mg/kg => 60u attention au rapport K<sub>2</sub>O/MgO

Soufre (élément constitutif de 3 acides aminés de base des légumineuses)

Molybdène (élément indispensable pour la fixation d'azote par les nodosités)

- Apporter les deux ensemble si carence en l'un des deux
- Si apport de soufre seul , diminution d'absorption de Mo
- En sols très calcaires (pH>=8,2) apports tous les ans de
  - 60 u de soufre
  - 100 g/ha de Mo

Bore (pour transport des sucres des feuilles au pivot)

-Symptômes : jaunissement feuilles terminales, plantes rabougries (entre-nœuds courts)

-SI teneur <0,5mg/kg => apport de 500 g/ha de Bore (éviter d'apporter à l'implantation car effet dépressif sur la germination)

## Objectif : mieux appréhender les intérêts de la luzerne dans une rotation



<b>Objectif de la culture</b>	Rapporter des éléments fertilisants au sol pression adventices pression des maladies inféodées à la parcelle	Profiter de l'N disponible et du faible enherbement	Gérer les éléments fertilisants Gérer le désherbage	Espèces rustiques concurrentielles par rapport aux adventices et peu exigeantes en éléments nutritifs
<b>Ex. de cultures</b>	<u>luzerne</u> , prairies temporaires	blé/triticales, blé/orge ou avoine	Protéagineux (féverole, soja, pois) Alternance cultures hiver/printemps	Avoine seigle méteil sarrasin

### La luzerne est une **excellente tête de rotation** :

- nettoyante
  - restructurante
  - fertilisante ?? => **Excellent précédent pour les cultures exigeantes en azote** (blé, maïs, colza)
  - limite les maladies & ravageurs car culture pérenne rôle de « vide sanitaire » (casse les cycles)
  - Impact positif sur la biodiversité et auxiliaires des cultures : couverture permanente et pluriannuelle du sol => aide à la régulation naturelle des prédateurs
- Durée de vie optimale : 2 à 4 ans ; **délai de retour entre deux luzernes : au moins 5 ans.**

## Les pistes d'action

### Les objectifs :

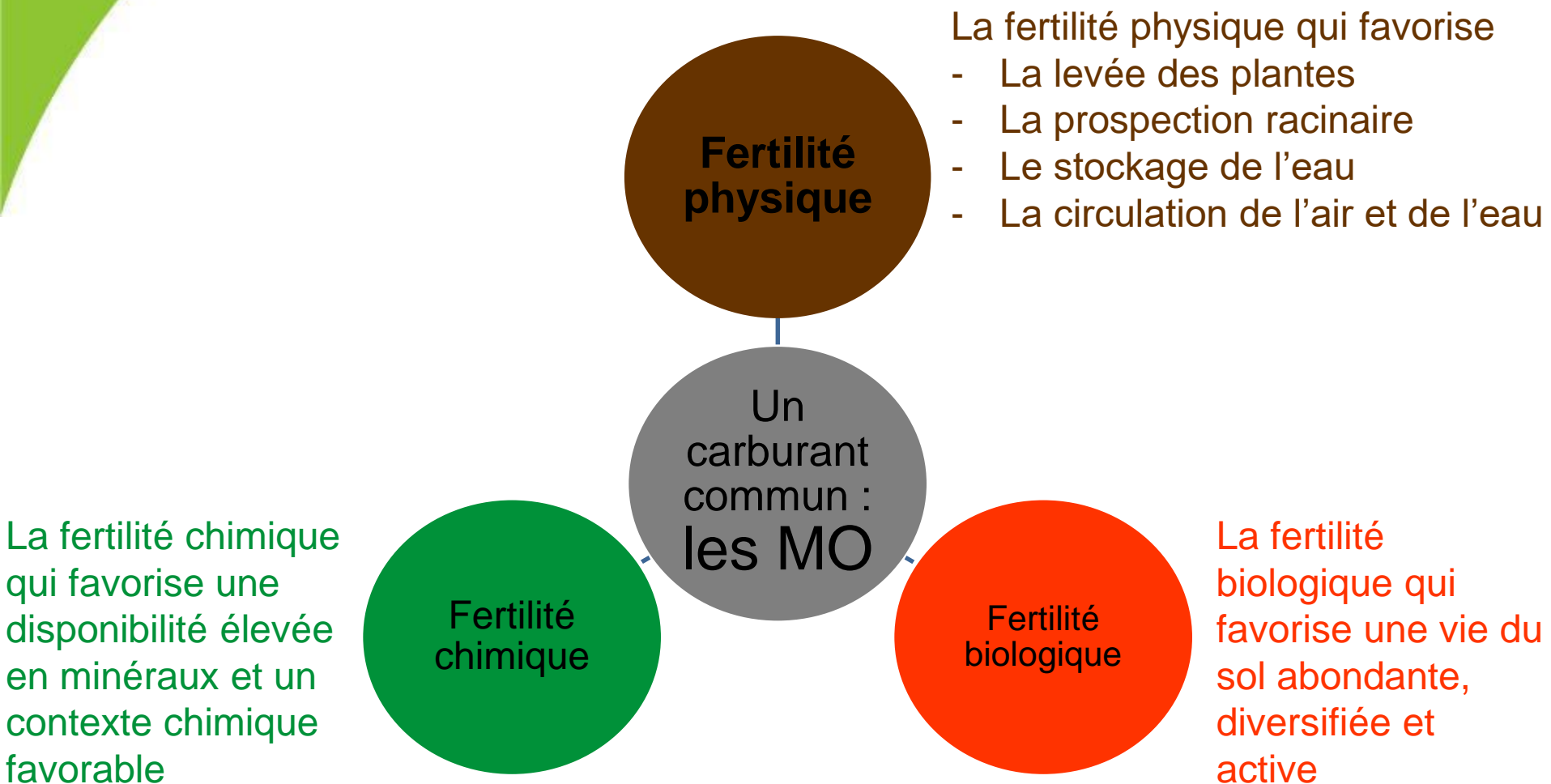
- Ramener de la MO (Matière Organique)
- Augmenter l'activité biologique des sols
- Compenser les exportations (restitutions, fertilisation)
- limiter le salissement
- mieux appréhender les intérêts de la luzerne dans une rotation et gérer l'azote dans les cultures suivantes
- continuer à limiter les tassements

### Les pistes :

- Améliorer la gestion de la fertilisation/fertilité : restitution de la (des?) dernière coupe de luzerne, fertilisation et couverts végétaux
- Sursemmer un méteil d'hiver pour limiter le salissement et ramener de la protéines et du volume en 1<sup>ère</sup> coupe
- Favoriser les couverts dans les rotations : **quid de leur destruction mécanique en bio, et comment assurer la culture suivante?**

## Les pistes d'action : augmenter les taux de MO

### LES MATIERES ORGANIQUES : ESSENTIELLES

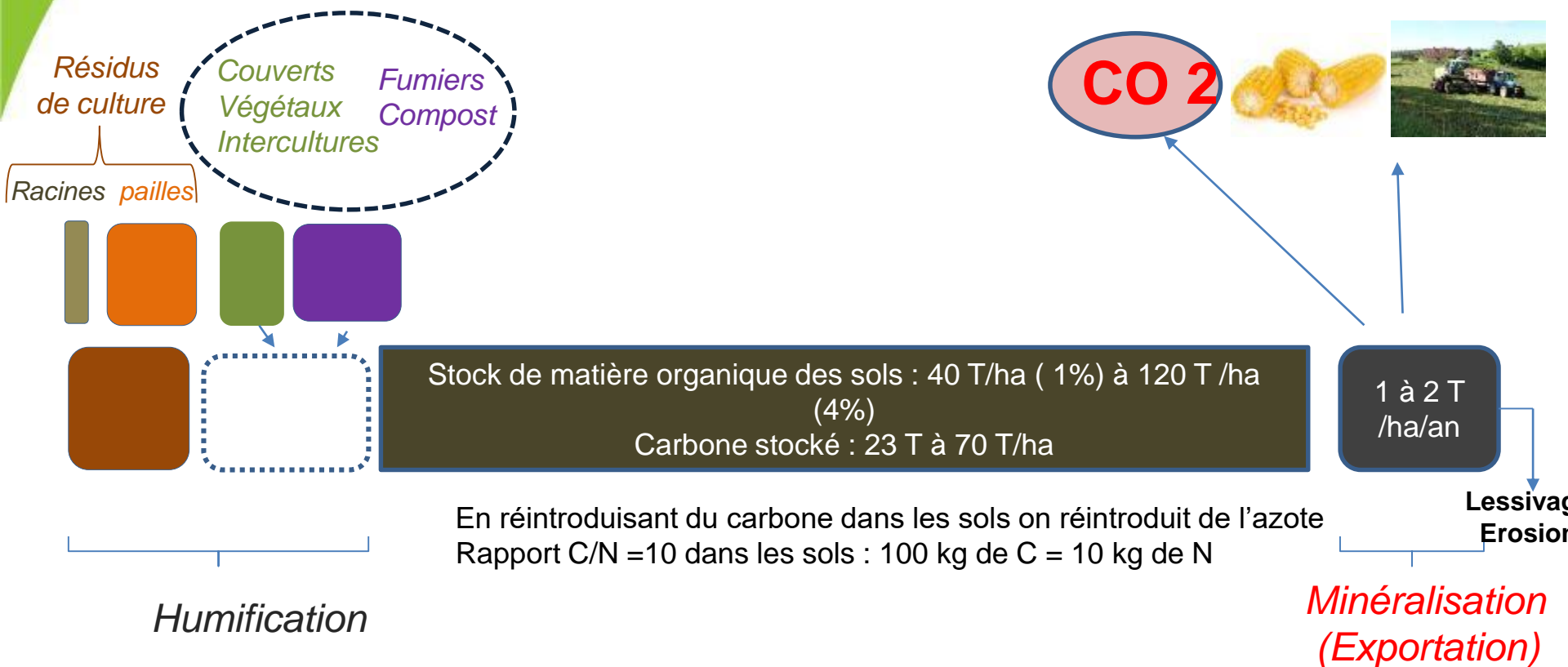


# Les pistes d'action : augmenter les taux de MO... comment?

Si apport supplémentaire : couverts végétaux, fumiers, composts...

Si apport uniquement des résidus de culture alors

**HUMIFICATION** > MINÉRALISATION  
**HUMIFICATION** < MINÉRALISATION



## Les pistes d'action : augmenter les taux de MO

### Apport extérieur de matière organique (compost de déchets verts, ...)

Cultures	Rapport C/N des pailles	Racines			Parties aériennes		
		K1	Mat sèche (t/ha)	Humus (kg/ha)	K1	Mat. sèche (t/ha)	Humus (Kg/ha)
Blé	90	0,15	2,5	375	0,15	5	750
Colza	50	0,15	2,5	375	0,15	6	900
Pois	-	0,15	1,5	225	0,15	2,5	375
Mais	-	0,15	4	600	0,15	7	840
Couvert jeune	15 à 30	0,15	1	150	0,15	3	450

Amendement	Rapport C/N	Coefficient K1	Matière sèche (%)	Apport réalisé (T/ha)	Quantité d'humus apporté (kg/ha)
Lisier de bovins	9	0,2	11	15	330
Fumier de bovins pailleux	14	0,25	22	30	1650
Compost de fumier de bovins pailleux	10	0,5	33	15	2475
Compost de fientes de poules sur paille	11	0,08	65	5	265
Boues d'épuration	4	0,2	10	20	400
Compost de déchets verts (10 mois)	13	0,45	70	10	3150

## Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols

Vu sur toutes les parcelles : des vers de terre  
En quantités variables (entre 2 et 5 par « bêchée »)

Comptage d'une bêchée : surface 0,04m<sup>2</sup> soit 25 bêchées/m<sup>2</sup> sur 35 cm de profondeur

	Nombre vers/bêchée	Nombre vers/m <sup>2</sup>	Biomasse moyenne
Bon	> 8	> 200	> 1 t/ha
Moyen	4 à 8	100 à 200	0,6 t à 1 t/ha
Faible	< 4	< 100	< 0,6 t/ha

Objectif : augmenter le nombre de vers de terre

=> Leur amener plus de nourriture... par exemple via les couverts végétaux!



Vers de terre : endogée (G) et anéciaque (D).

# Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols

## Intérêt des vers de terre

### LES VERS DE TERRE: ACTEURS ESSENTIELS DE LA VIE DES SOLS

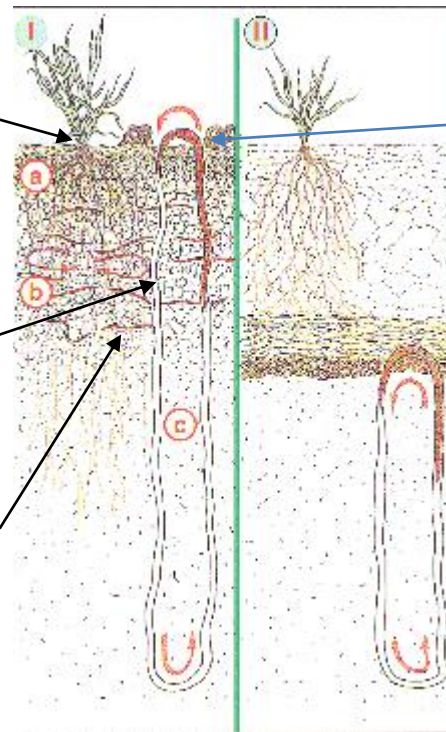
**Vers épigés** en surface, pigmentés, petite taille, pas de galerie, décomposent la litière, meurent tous les été, cocons, 40% minéral – 60% débris végétaux: **1% biomasse**

#### **Vers anéciques** (Lombrics)

Dans tout le profil, grande taille, creusent des galeries verticales non ramifiées, litière pré-digérée par les bactéries mélangée à la terre, (turricules et galeries), à la base de la porosité du sol et de sa fertilité : actifs en automne et printemps – 80% minéral – 20% débris : **80% biomasse**

#### **Vers endogés**

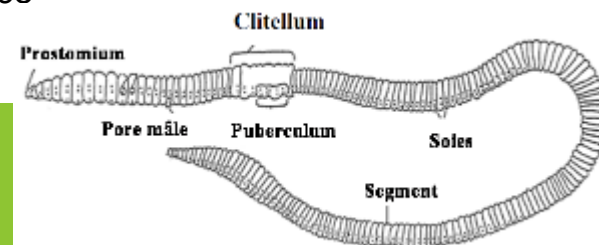
Dans le sol, petites taille, galeries horizontales très ramifiées, se nourrissent de racines mortes et de M.O dégradée : 90% minéral – 10% débris : **19% biomasse**



- 200 millions d'années
- Hydropneumatique
- 70% de protéines
- Hermaphrodites
- Symbiose avec les bactéries pour décomposer la M.O
- Glande calcique neutralise l'acidité = lombricompost à pH = 7

(Soltner)

100 espèces de vers de terre en France





Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols  
**Intérêt des vers de terre**

LES VERS DE TERRE : ACTEURS ESSENTIELS DE LA VIE DES SOLS

Effet sur la texture et la fertilité

- Remontée des limons et argiles en surface

Exemple pour 1,2T de vers de terre par hectare

- Digestion de 250 à 300 t dont :
  - turricules : 10 à 30% : 25 à 90 t
  - agrégats : 70 à 90% : 210 à 275 t
- Recyclage de 500 kg d'azote pour 1,2 t de lombrics/ha
- 80% de l'azote absorbée par les plantes passe par les vers
- Libération d'azote ingérée avec matière organique en 40 jours absorbé par les plantes



Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols  
**Intérêt des vers de terre**

LES MICRO-ORGANISMES : UN TROUPEAU DE VACHES A NOURRIR !



→ Biomasse bactérienne estimée à environ  $10^8$  germes vivants par g de sol, soit une biomasse plutôt modeste de moins de  $50\mu\text{g/g}$ , mais une surface active de  $5\text{cm}^2$ .

Les  $\mu$ organismes (à l'aplomb d'une vache dans un pâturage) ont une activité métabolique globale dix fois plus élevée que celle de l'animal!

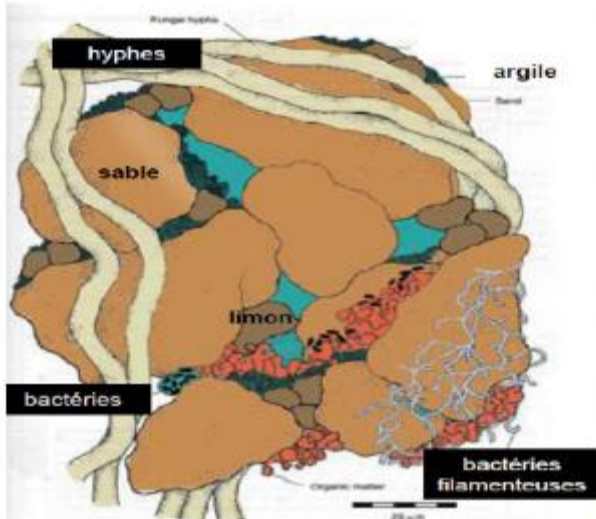


Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols  
**Intérêt des vers de terre**

**LES VERS DE TERRE PRODUCTEURS D'AGREGATS**

Effets sur la structure

Formation des agrégats par le mélange de la matière organique et des éléments minéraux dans le tube digestif du ver



Sulzman, 2001, Univ Oregon



Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols  
**Intérêt des vers de terre**



Poreux, fragmenté, colonisé par les  
vers de terre

Compacté, asphyxié avec des résidus non  
décomposés dans le profil racinaire



Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols  
**Intérêt des vers de terre**



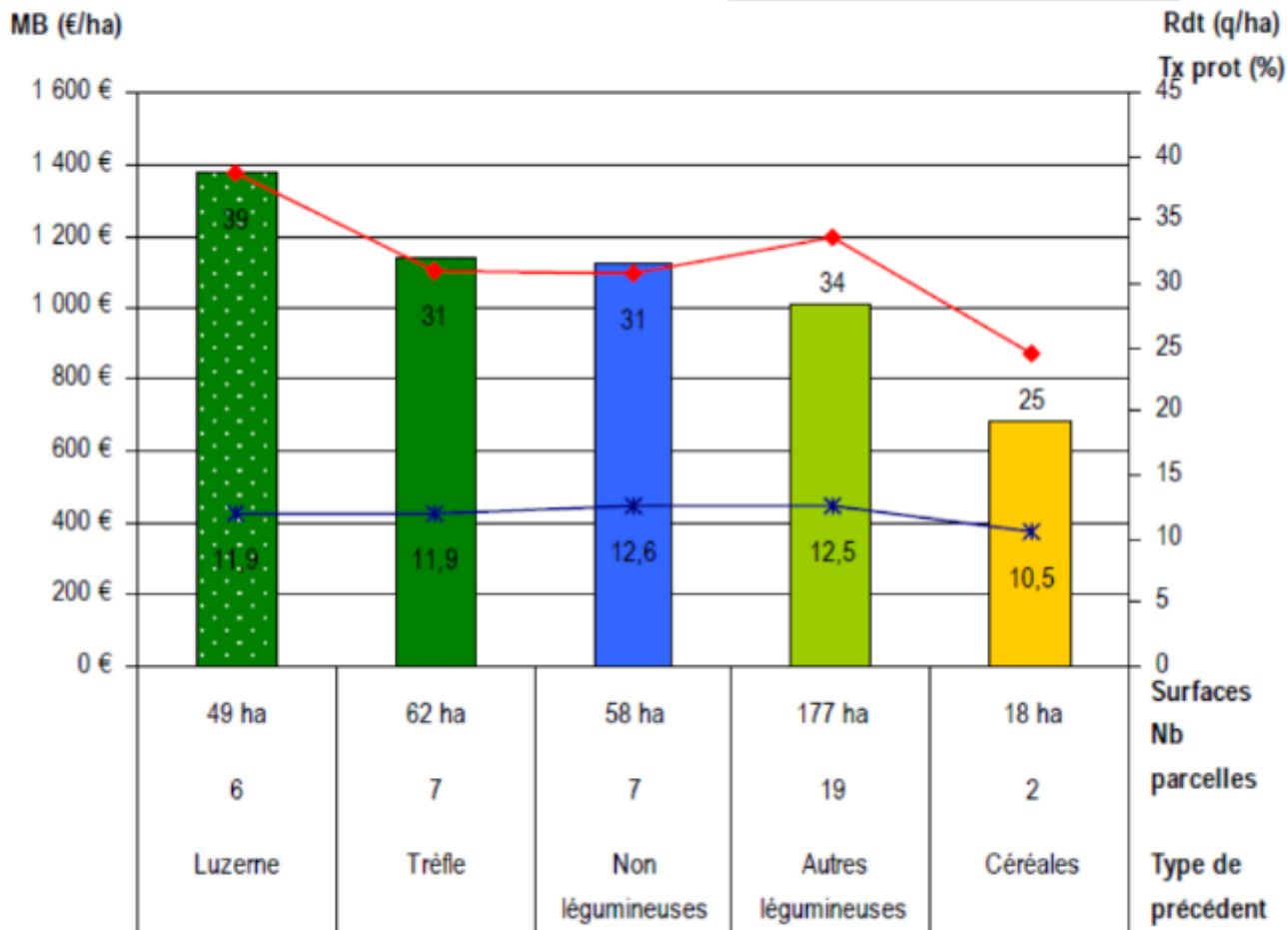
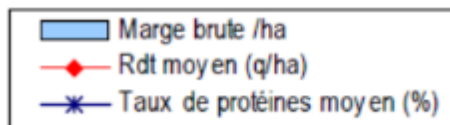
Objectif : augmenter l'activité biologique dans les sols  
**Les pratiques favorables aux vers de terre**

- Apport de matière organique : par des apports extérieurs (fumier, compost), par des pratiques de couverts développés restitués au sol et par la restitution des résidus de culture
- Diminution du travail du sol en particulier avec retournement, notamment favorable aux anéciques
- Pratiques préservant une bonne structure du sol
- Réduction de l'usage des produits phytosanitaires



# Les pistes d'action : mieux appréhender et gérer les flux d'azote dans les systèmes de culture avec luzerne

Résultats du blé biologique en 2007  
suivant le type de précédent - Réseau zone Centre



# Les pistes d'action : mieux appréhender et gérer les flux d'azote dans les systèmes de culture avec luzerne

## Restitutions d'azote sur moyen long terme

Destruction luzerne (de 2ans) le 7 octobre (passages croisés rotavator)

- témoin : précédent betterave
- Luzerne 1 : présence uniquement des collets et des racines le jour de la destruction
- luzerne 2 : repousses de 4 semaines le jour de la destruction

**Beaucoup de biomasse et d'azote restent présents lors de la destruction d'une luzernière**

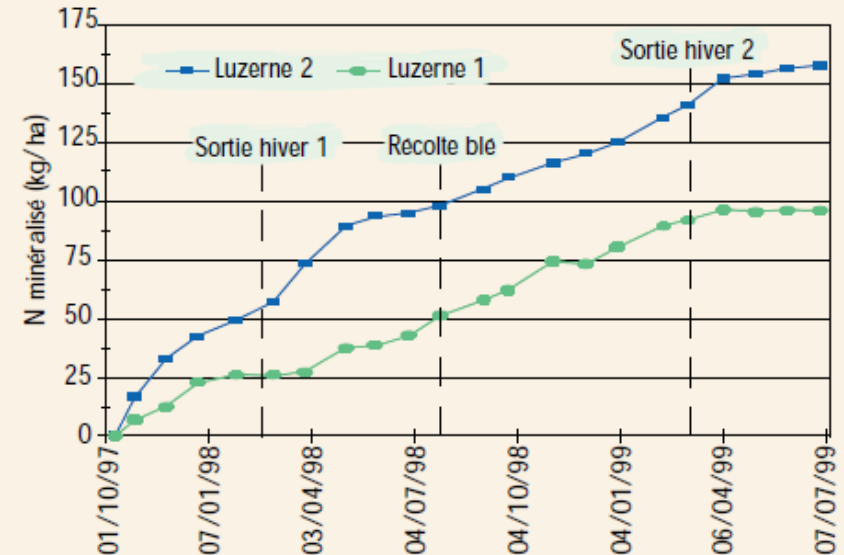
Répartition de la matière sèche et de l'azote contenu dans les résidus de luzerne 1 et 2 au moment de l'enfouissement (tableau 1)

Organe de Luzerne	Matière Sèche (t/ha)	N-total (% MS)	N enfoui (kg N/ha)
Racines (0-20 cm)	4.91	1.59	78
Racines (> 20 cm)*	1.63	1.59	25
Collets (tiges < 6 cm)	3.10	1.99	61
<b>Total Luzerne 1</b>	<b>9.64</b>		<b>165</b>
Tiges et feuilles récoltées (> 6 cm)	1.49	4.54	68
<b>Total Luzerne 2</b>	<b>11.13</b>		<b>233</b>

\*La part de racines présentes dans les horizons sous-jacents à 20 cm a été estimée à 25 % des racines présentes sur l'horizon 0-20 cm (horizon de mesure).

## Essai en Champagne crayeuse

Minéralisation nette cumulée d'azote (kg N/ha) provenant des résidus de luzerne (effet net) (figure 3)



*Le premier blé après retournement de luzerne bénéficie d'un supplément de minéralisation de 20 à 40 kg N/ha à la date du reliquat sortie hiver (respectivement pour la luzerne 1 et 2), puis encore de 25 à 40 kg N/ha (entre le reliquat sortie hiver et la récolte = effet net AZOBIL). Enfin, après blé de luzerne, ce sont 45 à 60 kg N/ha supplémentaires qui seront libérés jusqu'au printemps suivant, l'effet s'estompant ensuite.*

Minéralisation continue (sans arrêt hivernal)

45 à 80 unités d'azote pour le blé de luzerne, et 45 à 60uN pour la culture suivante... Mettre un couvert après récolte du blé!

source Justes et al, perspectives agricoles n°264 Janvier 2001



# Les pistes d'action : mieux appréhender et gérer les flux d'azote dans les systèmes de culture avec luzerne

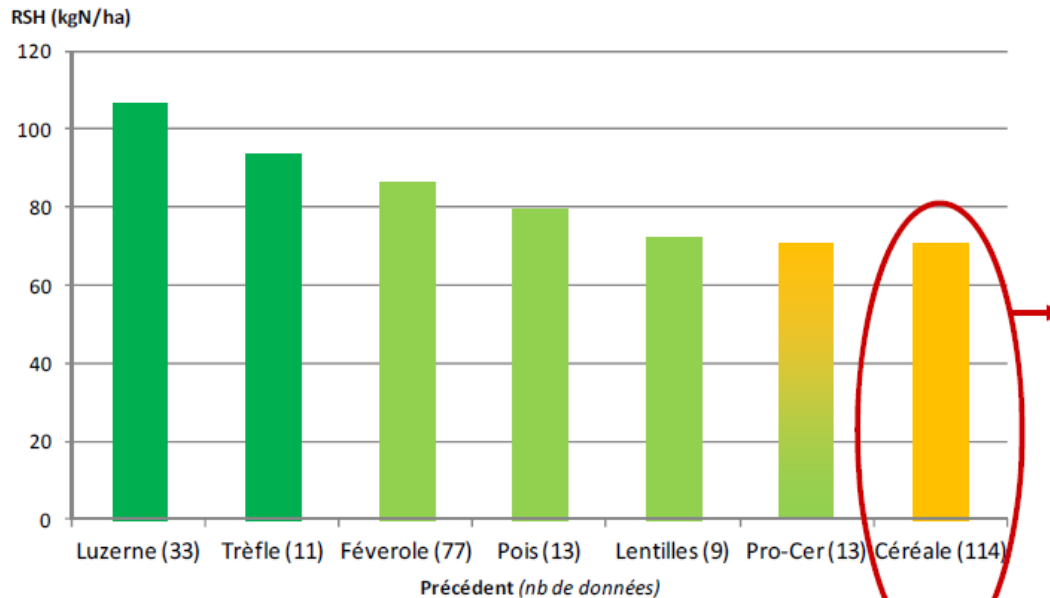
## Restitutions d'azote sur moyen long terme

### Parcelles en grandes cultures bio IdF 2005 à 2014

Données observées sur 3 horizons

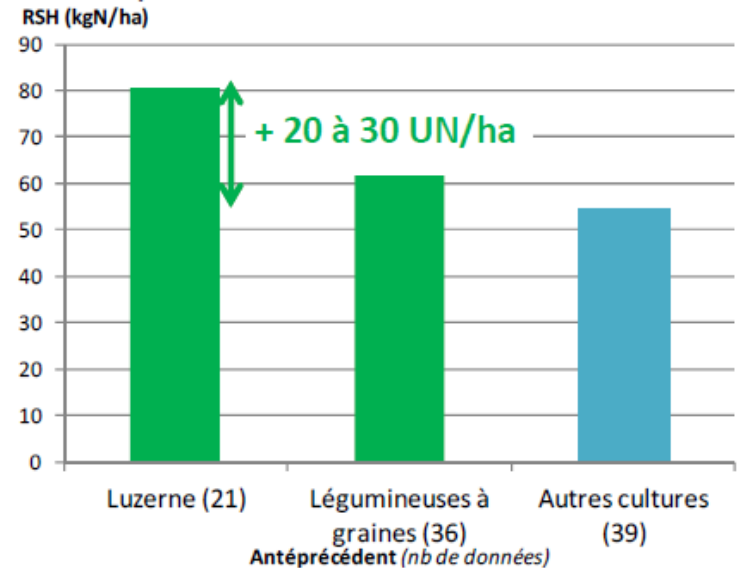


Reliquat Sortie Hiver moyen suivant le PRECEDENT



### En précédent céréales : Effet antéprécédent de la luzerne

Reliquat Sortie Hiver moyen sur céréales d'hiver  
précédent céréale suivant l'ANTEPRECEDENT



# Les pistes d'action : mieux appréhender et gérer les flux d'azote dans les systèmes de culture avec luzerne

## Rendements des blés bio en fonction de leur précédent et du niveau de fertilisation

Réseau de fermes de références grandes cultures bio Ile de France

### Légende

*Précédent :*

*C : Céréales*

*LG+ : Légumineuse à Graines*

*Lu : Luzerne*

*Niveau de fertilisation :*

*0 : 0 à 20 kgN/ha*

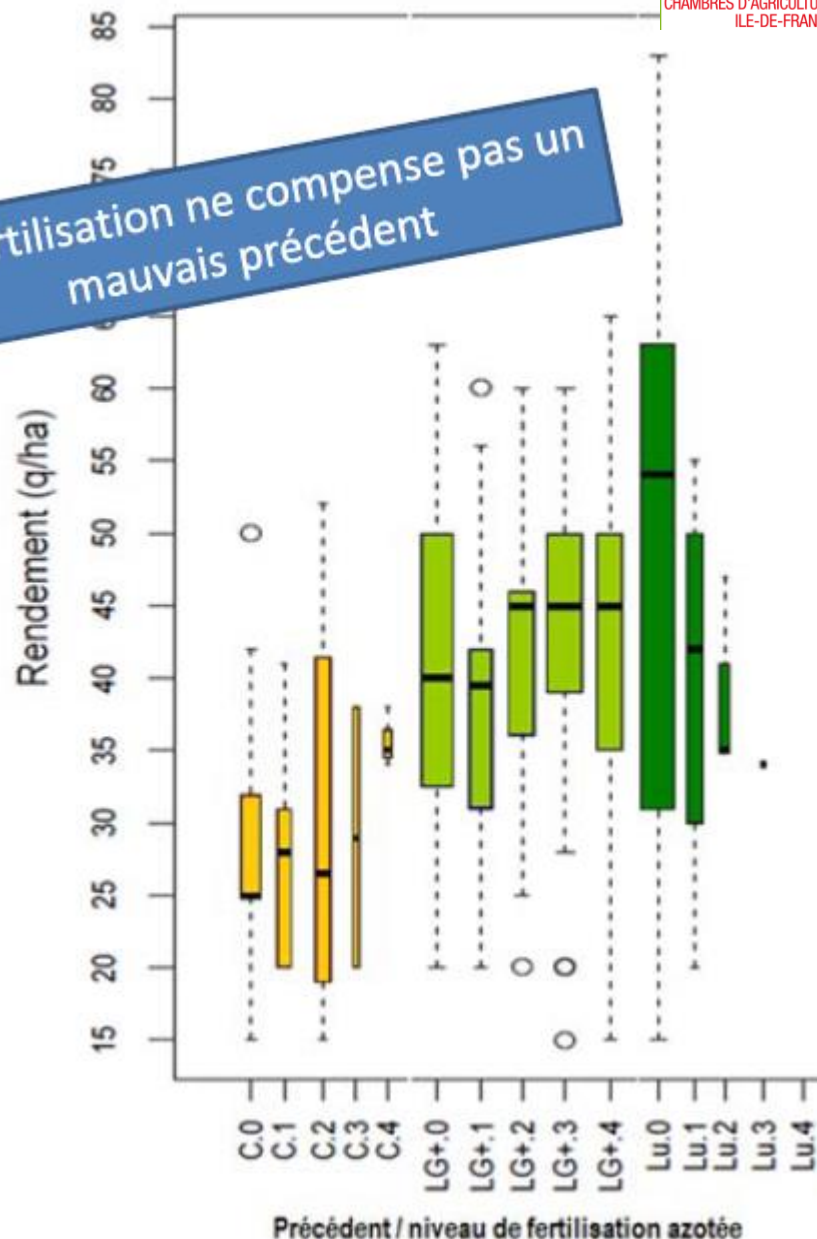
*1 : 20 à 60 kgN/ha*

*2 : 60 à 100 kgN/ha*

*3 : 100 à 140 kgN/ha*

*4 : > 140 kgN/ha*

La fertilisation ne compense pas un mauvais précédent

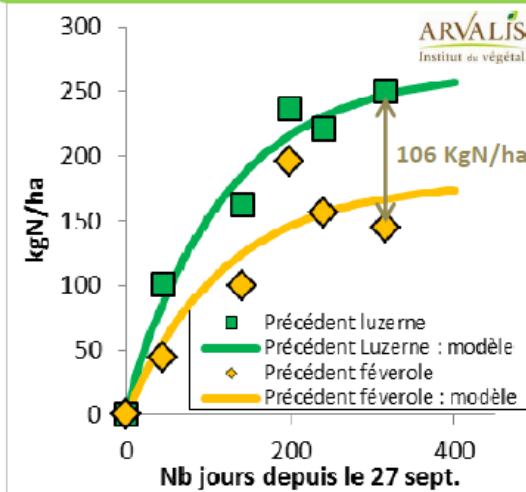


# Les pistes d'action : mieux appréhender et gérer les flux d'azote dans les systèmes de culture à base de luzerne

Précédent Luzerne : forte production d'N, mais une bonne partie est lixiviée

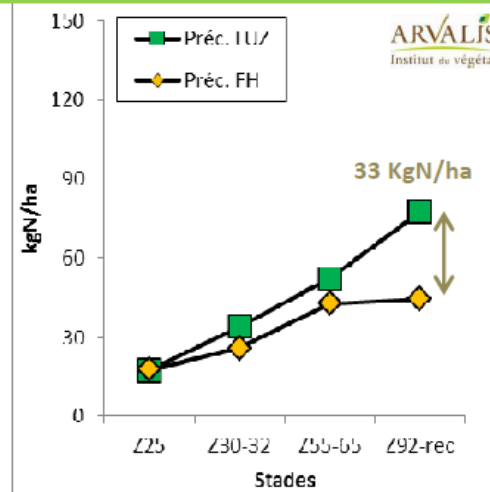
Campagne 2010-2011, Boigneville (Essai Arvalis)

## Cinétiques de minéralisation de l'azote organique du sol

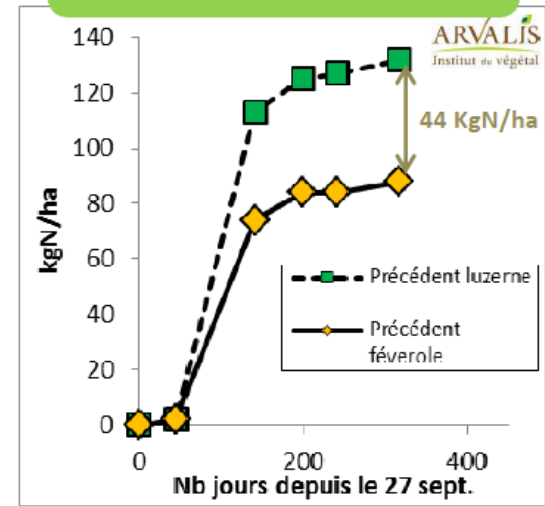


Ajustement des modèles de type exponentiel

## Dynamique d'absorption d'azote du blé - printemps 2011



## Azote lixivié 2010 - 2011



Estimation de la lixiviation par le modèle LIXIM (INRA-Mary et al. 1999) paramétré avec les mesures N sol et culture.

**Minéralisation apparente Blé de luzerne : + 106 kgN/ha par rapport au Blé de féverole**

⇒ Quel devenir de cet azote ?

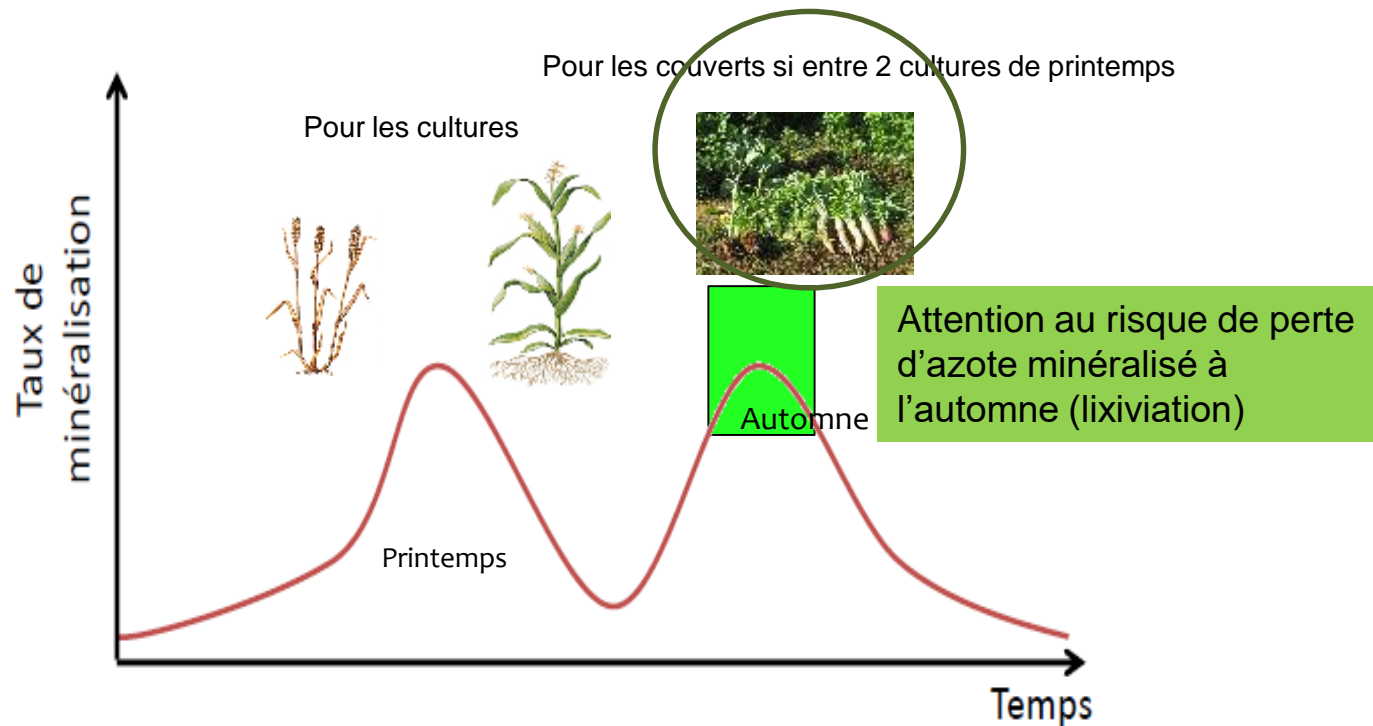
- Absorption par le blé : 31% 😊 => Gain de rendement (+10q/ha) et de protéines (+0.2%)
- Lixiviation : 42% 😞
- Stockage de N min dans le sol : 27% 😊😐 => + 22 kgN/ha à la récolte

Intérêt d'un couvert effet CIPAN derrière un blé de luzerne... 43

# Objectif : alimenter la biomasse du sol et augmenter les taux de MO

## LES COUVERTS VEGETAUX

### RECYCLAGE DES NUTRIMENTS PAR LES COUVERTS VEGETAUX



# Objectif : alimenter la biomasse du sol et augmenter les taux de MO

## LES COUVERTS VEGETAUX

Exemple : COUVERT VEGETAL ENTRE 2 CEREALES



Source : analyse chimique

# Exemples COUVERTS VEGETAUX EN INTERCULTURES COURTES



Sarrasin

Des couverts entre deux céréales pour ne pas laisser les sols nus en été et préparer les semis d'automne



Radis - Phacélie



Moutarde



# Exemples COUVERTS VEGETAUX EN INTERCULTURES LONGUES

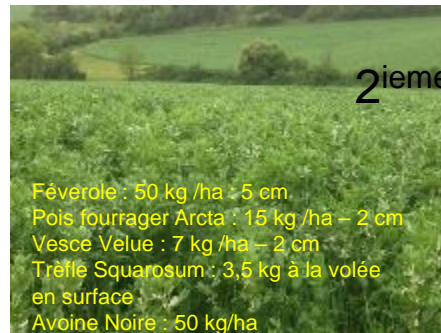


SEMIS DIRECT DU 1<sup>er</sup> COUVERT



Fertilisation organique

SEMIS DIRECT DU 2<sup>ème</sup> COUVERT  
DANS LE PREMIER



Deux couverts consécutifs en interculture longue

LE TOP !



Méteil pour troupeau



SEMIS DIRECT DE MAÏS dans 2<sup>ème</sup> COUVERT



## LES COUVERTS VEGETAUX

### Et les couverts végétaux en AB?



Ils présentent de nombreux avantages :

- apport de MO ;
- protection du sol contre les facteurs érosifs (eau, vent),
- déblocage du phosphore du sol (en lien avec développement mycorhizes, activités vers de terre et apports organiques) ;
- alimentation des cultures suivantes en azote (++) légumineuses..)
- entretien/amélioration structure sol
- gestion des adventices? (effets de couverture, allélopathiques...)

...

Mais posent questions:

- Quel choix d'espèces? (conseil :favoriser la diversité et le faible coût, limiter les risques sanitaires en diversifiant les familles, choisir les espèces les plus faciles à détruire...)
- Quelle conduite? (semis soigné au plus près de la batteuse, fertilisation?)
- Quand détruire? (« juste milieux » pour avoir assez de biomasse sans pénaliser la culture suivante -> rapport C/N pas trop élevé, gestion du « mulch »...)
- Comment détruire mécaniquement ? (variable selon espèces présentes, stades des espèces, conditions météo, types d'outils...)
- Quel itinéraire technique d'implantation de la culture suivante? (détruire assez tôt pour limiter la biomasse et permettre le passage d'outils de désherbage dans la culture suivante...)

**=> À venir en 2019: essai de destruction mécanique de couverts**



## Piste : sursemis de méteil dans la luzerne

Exemple chez Vincent Leblond éleveur laitier à Villamblard

Semis direct fin octobre

Avoine noire: 50 kg

Pois fourrager : 30 kg

Vesce commune : 18 kg

Ensilage : 15 Mai



# Piste : sursemis de méteil dans la luzerne

Exemple chez Vincent Leblond éleveur laitier à Villamblard



VALEURS ALIMENTAIRES ET NUTRITIVES

**METEIL ENSILE POIS VESCE AVOINE**

Sursemé dans une luzerne

RESULTATS					
ANALYSE INFRAROUGE AgriNIR™			APPRECIATIONS		
ELEMENTS CHIMIQUES	RESULTATS	UNITES	FAIBLE	NORMAL	ELEVE
Matière Sèche (MS)	39,1%	%			
Matière Azotée	203	g/kg			
Amidon					
DT Amidon					
NDF	440	g/kg			
ADF	300	g/kg			
CB calculée	263	g/kg			
Cendres	114	g/kg			
Matière Grasse	25	g/kg			
Digestibilité	77%	%			

VALEURS ALIMENTAIRES CALCULEES <small>(EQUATIONS INRA 2007)</small>			APPRECIATIONS		
ELEMENTS	RESULTATS		FAIBLE	NORMAL	ELEVE
UEL	1,00				
UEB	0,99				
UFL	0,80				
UFV	0,73				
DMO	76,0				
PDIN	126				
PDIE	81				
PDIA	33				

# Piste : sursemis de méteil dans la luzerne

Exemple chez Vincent Leblond éleveur laitier à Villablard : Itinéraire technique

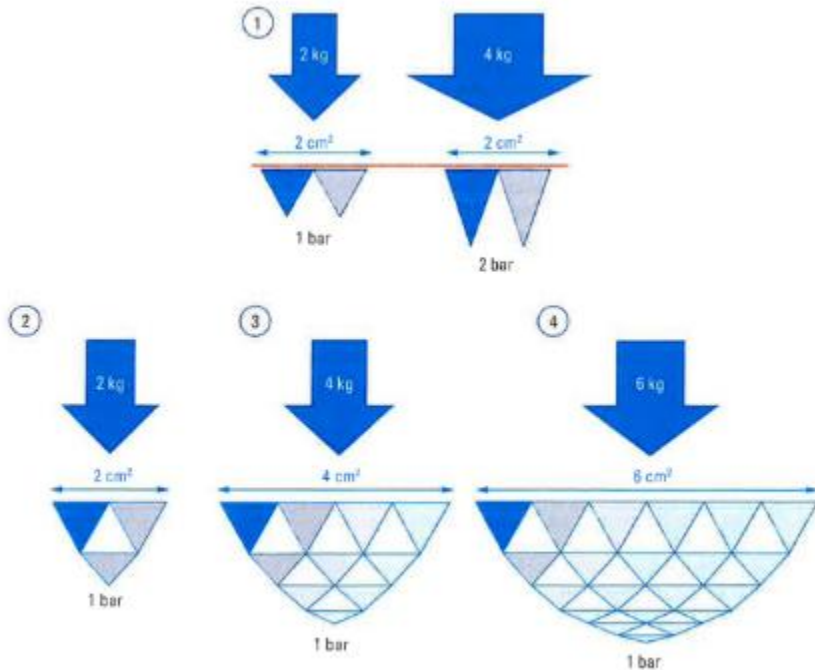


## Points clefs

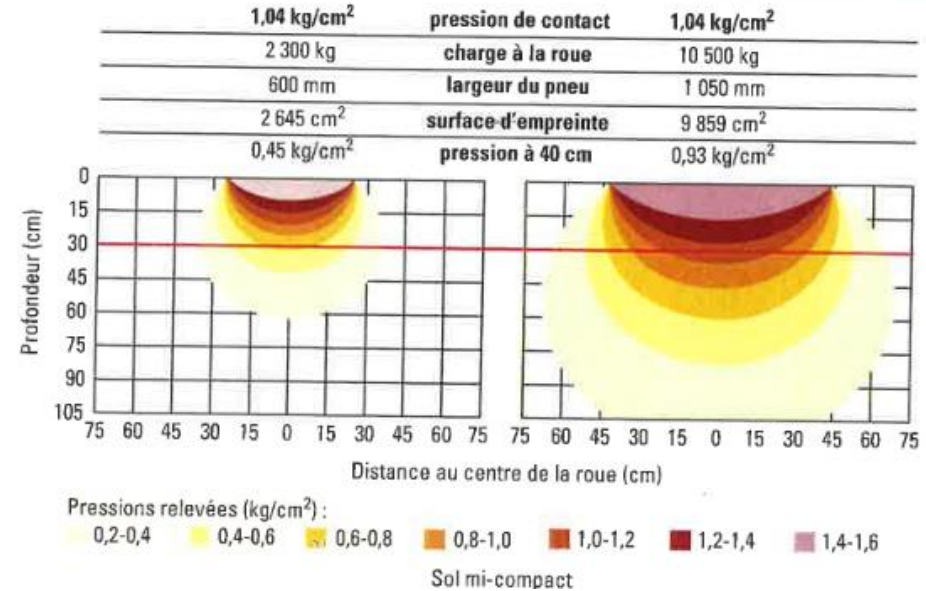
- Augmentation de la productivité de la parcelle.
- Le sol est couvert en permanence.
- Le sol n'est jamais travaillé.
- Aucun désherbage n'est nécessaire, ni pour la luzerne, ni pour le méteil.

A TESTER en 2019-20

# Objectif : limiter les tassements



▲ Figure 7.3 : Représentation schématique des contraintes exercées sur un sol en fonction de la pression de gonflage et de la masse.



Lorsque la masse augmente la pression en surface ne varie pas mais elle progresse en profondeur : le sous sol est compacté sans traces en surface

« un tracteur de 5 tonnes ne franchira pas un pont de bois qui supporte 3 tonnes même si la pression en surface est très faible »



Larve et adulte de négrit - Coutin R. / OPIE

# Et le négrit ??

Ordre : Coléoptère

Famille : Chrysomèle

## **Biologie**

- Essentiellement inféodé à la luzerne (vie possible sur trèfle)  
Adulte peu actif, se déplace en marchant, conso feuilles
- Oeuf : durée de développement 12 à 15 jours
- Larve : croissance en 3 semaines, ++ consommation feuilles (2<sup>ème</sup> coupe...); plusieurs mues avant de s'enfoncer dans le sol (10 à 15 cm) pour y aménager une logette et entrer en nymphose (durée 10jours)

## **Cycle de vie**

- 1 génération/an (voire +1 à l'automne?)
- Apparition progressive des adultes qui ont hiverné en avril
- Dépôt des œufs sur les feuilles
- **Développement larvaire en mai et juin.**
- **Les adultes nouvellement formés restent dans la coque nymphale de l'été au printemps suivant**

## **Lutte :**

- Passage de herse étrille dès que vu dans une parcelle  
⇒ les larves tombent au sol

- ??

## Et après?

- Poursuite des tests bûches & analyses de sol (avec analyses oligo éléments)
- Rendus individuels synthèse observations tests bûche, conseils amendements et couverture des sols
- Proposition d'un protocole de bonnes pratiques pour la conduite de la luzerne
- 1 atelier de co conception de systèmes de culture intégrant et valorisant la luzerne?
- Des essais en 2019-2020:
  - Sursemis de méteil d'hiver dans luzerne
  - Implantation & **destruction mécanique** de couverts végétaux
  - Désherbage mécanique (zone témoin)
  - Restitution de la dernière ou des 2 dernières coupes de luzerne
  - Gestion du négril ??

Merci pour votre attention

Vendredi 22 mars après-midi : mini profil 3 D  
à Sainte Sabine dans une luzerne de 2 ans



Attention au risque de tassement en  
profondeur, non visible au test bêche...  
Ici des traces d'hydromorphie en dessous  
de 20cm

