



# Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires

MERCI

## Estimations :

- 1. Biomasse produite par les cultures intermédiaires*
- 2. Restitution potentielle d'azote à la culture suivante*



**AGRICULTURES**  
**& TERRITOIRES**  
CHAMBRES D'AGRICULTURE  
NOUVELLE-AQUITAINE



# Historique



- Directive Nitrates
- Zones vulnérables

- Projet « Couverts végétaux »
- Acquisition de références

- Méthode MERCI V1
- Diffusion / Utilisation
- Accès libre (*fichier excel*)

- Bilan MERCI V1
- Elaboration MERCI V2



# Pourquoi développer cet indicateur ?

- 2010 -



- Promouvoir l'intérêt des cultures intermédiaires (CI)  
*« Transformer une contrainte en opportunités »*
- Estimer la biomasse produite et la quantité d'azote « stockée » par le couvert
- Faciliter la prise en compte des CI dans la fertilisation des cultures

- source AZOBIL, INRA de Laon, octobre 1997 -

| Date de destruction | Espèce       | MS < 1 t.ha <sup>-1</sup> | 1 < MS < 3 t.ha <sup>-1</sup> | MS > 3 t.ha <sup>-1</sup> |
|---------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Avant le 01/12      | Légumineuses | 10                        | 20                            | 30                        |
|                     | Crucifères   | 10                        | 15                            | 20                        |
|                     | Graminées    | 5                         | 10                            | 15                        |
| Après le 01/12      | Légumineuses | 15                        | 25                            | 35                        |
|                     | Crucifères   | 10                        | 15                            | 25                        |
|                     | Graminées    | 10                        | 15                            | 20                        |

MS : matière sèche des parties aériennes en tonne par hectare

Comment estimer la biomasse ?

Améliorer la précision ?





**Et ce couvert végétal !**

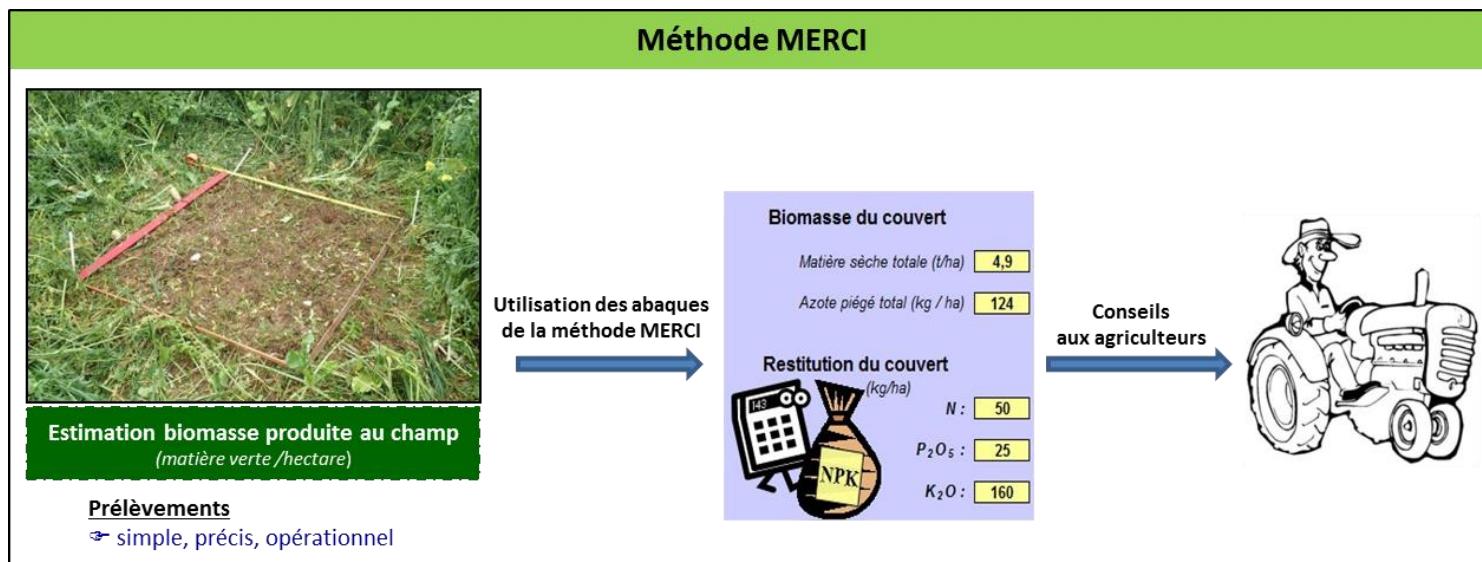
- Quelle biomasse ?
- Quelles restitutions à la culture suivante ?



# Quel type d'indicateur ?



- Outil **simple, rapide, opérationnel** et **pédagogique** à destination des agriculteurs et des conseillers
- **Méthode** comparable à la réglette « colza d'hiver » de Terres Inovia et évaluation de l'azote piégé par prélèvement de biomasse verte



- Applicatif informatique « excel » : **gratuit**, concepteur « sous la main »

# Principe : domaine de validité

---



→ Nécessité d'une pesée en « vert » des différentes espèces du couvert *(ou de la hauteur pour certains couverts simples ex. moutarde, phacélie, ...)*

⇒ *Pas encore de « photo » ou « satellite »*

⇒ *triaje nécessaire des différentes espèces si association*

- *% matière sèche, % azote fonction de l'espèce*
- *permet de définir une proportion de chaque espèce en « massique »*

# Principe : 4 étapes



Etape 1

Biomasse verte  
aérienne  
(en t de Matière verte / ha)  
*mesures*

Etape 2

Biomasse sèche  
aérienne  
(en tonne de Matière sèche / ha)  
*calculs ou mesures*

Etape 3

Quantité de N totale  
présente dans le  
couvert  
(kg d'azote / ha aérienne + racinaire)

Etape 4

Quantité de N  
potentiellement  
disponible pour la  
culture suivante  
(kg d'azote / ha)



% matière  
sèche

Références par espèces  
(issues d'essais)

% N x

Références par espèces  
(issues d'essais)

x % N  
minéralisable

date semis couvert  
+  
date mesure biomasse

Matrice de références MERCI

# Hypothèses de la méthode MERCI



Les restitutions, à la culture suivante, en azote (ou P, K) dépendent principalement :

- espèce *implantée* (% N, P, K)
- biomasse produite par le couvert (tonne MS/ha)



## Organisation des références disponibles

- en fonction de la durée de présence du couvert sur la parcelle
  - => « *jour semis (levée) – jour prélèvement* »
  - => *plus un couvert est « âgé », plus il se « lignifie » = % MS augmente*
- en fonction de la biomasse produite
  - => *plus un couvert est développé, plus le % d'azote diminue* (« *effet dilution* »)
  - => *4 classes de biomasse produite (minimum de 7 références par classe)*

## Matrice de références MERCI

1

2

| Famille  | Espèces                      | % de MS (en fonction de la durée de croissance) |         |         | % d'azote de la MS (en fonction de la MS totale du couvert) |       |       |       |
|--|------------------------------|---|---------|---------|---|-------|-------|-------|
|  |                              | < 60 j  | < 90 j  | > 90 j  | < 1 t   | < 2 t | < 3 t | > 3 t |
|  | choux fourrager              | 22  | 22      | 22      | 4,2   | 2,7   | 2,6   | 2,3   |
|  | colza d'hiver                | 14  | 15      | 18      | 3,4   | 2,5   | 2,0   | 2,0   |
|  | moutarde blanche             | 13  | 16      | 18      | 3,6   | 2,8   | 2,5   | 2,3   |
| Valeurs issues de la base de données MERCI<br>Regroupant des essais de 1983 à 2009<br>☞ Valeur moyenne (issue à minima de 7 valeurs) |                              | 13  | 21      | 2,9     | 2,6   | 2,4   | 2,1   |       |
|  |                              | 13  | 15      | 3,3     | 3,0   | 2,7   | 2,4   |       |
|  |                              | 12  | 12      | 2,4     | 2,4   | 2,3   | 2,2   |       |
|  |                              | 23  | 25      | 3,2     | 2,5   | 2,5   | 2,5   |       |
|  |                              | 16  | 17      | 18      | 3,1   | 2,7   | 2,6   | 2,3   |
| graminées  | avoine de printemps          | 16  | 19      | 21      | 3,0   | 2,7   | 2,4   | 2,3   |
|  | avoine d'hiver               | 16  | 19      | 21      | 3,7   | 2,8   | 2,6   | 2,5   |
|  | avoine fourragère (strigosa) | 18  | 18      | 20      | 2,3   | 2,3   | 1,5   | 1,5   |
|  | blé tendre d'hiver           | 23  | 23      | 23      | 3,0   | 2,1   | 2,1   | 2,1   |
|  | orge (printemps / hiver)     | 12 / 17   | 14 / 19 | 17 / 24 | 3,1   | 2,6   | 2,2   | 1,6   |
|  | ray-grass d'Italie           | 16  | 16      | 19      | 2,8   | 2,5   | 2,0   | 1,7   |
|  | ray-grass hybride            | 16  | 16      | 19      | 2,2   | 2,0   | 1,8   | 1,7   |
|  | repousses de blé tendre      | 18  | 18      | 23      | 2,7   | 2,4   | 2,1   | 1,7   |
|  | seigle classique             | 16  | 16      | 17      | 3,7   | 2,9   | 2,3   | 2,3   |
|  | seigle hybride (J.D.)        | 23  | 23      | 24      | 3,3   | 2,7   | 2,3   | 2,1   |
|  | sorgho fourrager             | 14  | 14      | 14      | 3,0   | 3,0   | 2,4   | 1,9   |
| composées  | autres graminées (moyenne)   | 18  | 20      | 21      | 3,1   | 2,6   | 2,2   | 2,1   |
|  | nyger                        | 13  | 17      | 21      | 2,5   | 2,5   | 1,6   | 1,2   |
|  | tournesol                    | 12  | 13      | 16      | 1,9   | 1,9   | 1,9   | 1,6   |

# Hypothèses de la méthode MERCI

Restitutions, à la culture suivante, en azote (P, K)



## Restitutions au sol :

**N** : - calcul rapport C/N (% de carbone stable dans les plantes ~ 42 %)

- estimation de minéralisation des résidus et niveaux de restitution

(STICS, logiciel INRA 2006-2009, restitutions calculées pour destruction entre 15/11 au 01/02)

### *Restitution en azote attendue pour différentes cultures intermédiaires*

*Plus le C/N est faible, plus le niveau restitué est important*

| carbone/azote (C/N) de la plante | % d'N minéralisé & disponible pour le suivant |
|----------------------------------|---|
| C/N < 15                         | 50%   |
| 15 < C/N < 20                    | 40%   |
| 20 < C/N < 25                    | 30%   |
| C/N > 25                         | 25%   |

**P, K** : restitutions basées sur le comportement « effluents organiques »

- *P* : « 1 » (fumiers bovins, veaux, porcs)
- *K* : « 1 »



- ➡ Couverts détruits entre 15/11 et 01/02
- ➡ Couverts enfouis à destruction (*labour ou déchaumage*)
- ➡ Géographique
  - ☞ Calage en Poitou-Charentes : 6 stations climatiques sur 30 ans

## **Mais**

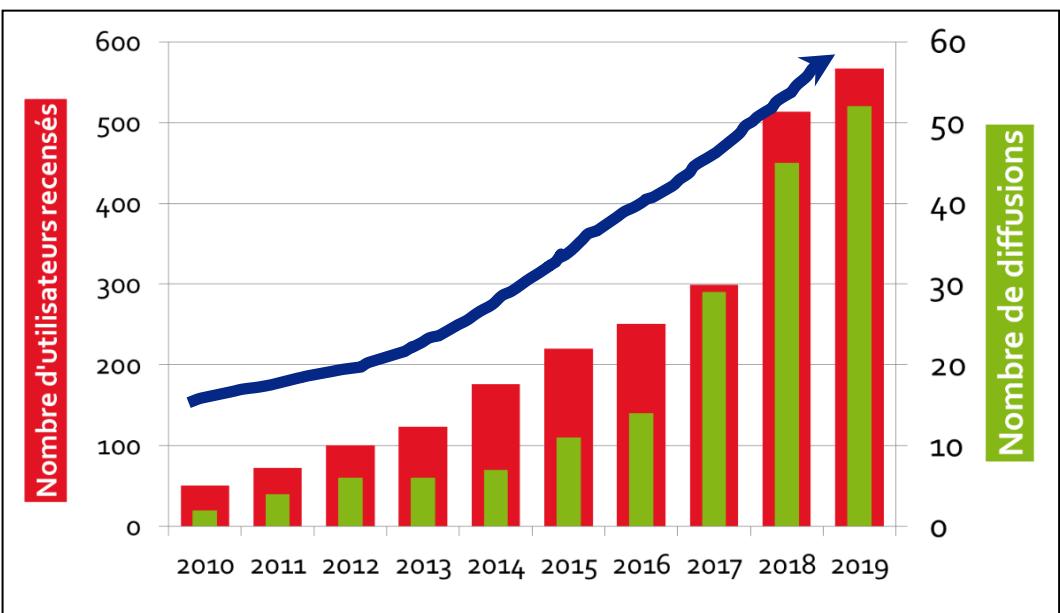
- ☞ tester avec succès de Lille à Pau, en passant par Strasbourg et Toulouse, .....
- ☞ influence « limiter » du climat sur restitution ?

# 2019 Bilan - MERCI V1

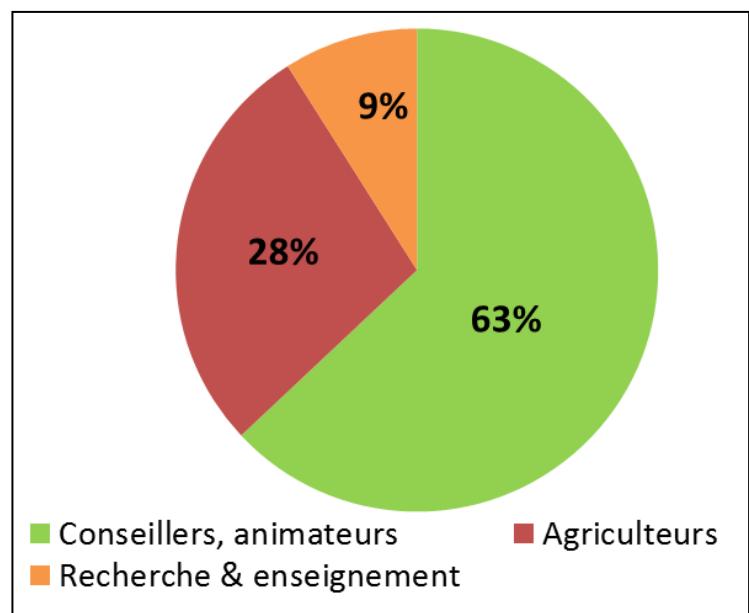
## Recensement des utilisateurs



- 567 utilisateurs recensés // 52 « diffusions » citant la méthode
- Cible atteinte : 91 % = conseillers + agriculteurs



Utilisateurs et Diffusions de la méthode MERCI



Fonctions des utilisateurs recensés

# 2019 Bilan - MERCI V1

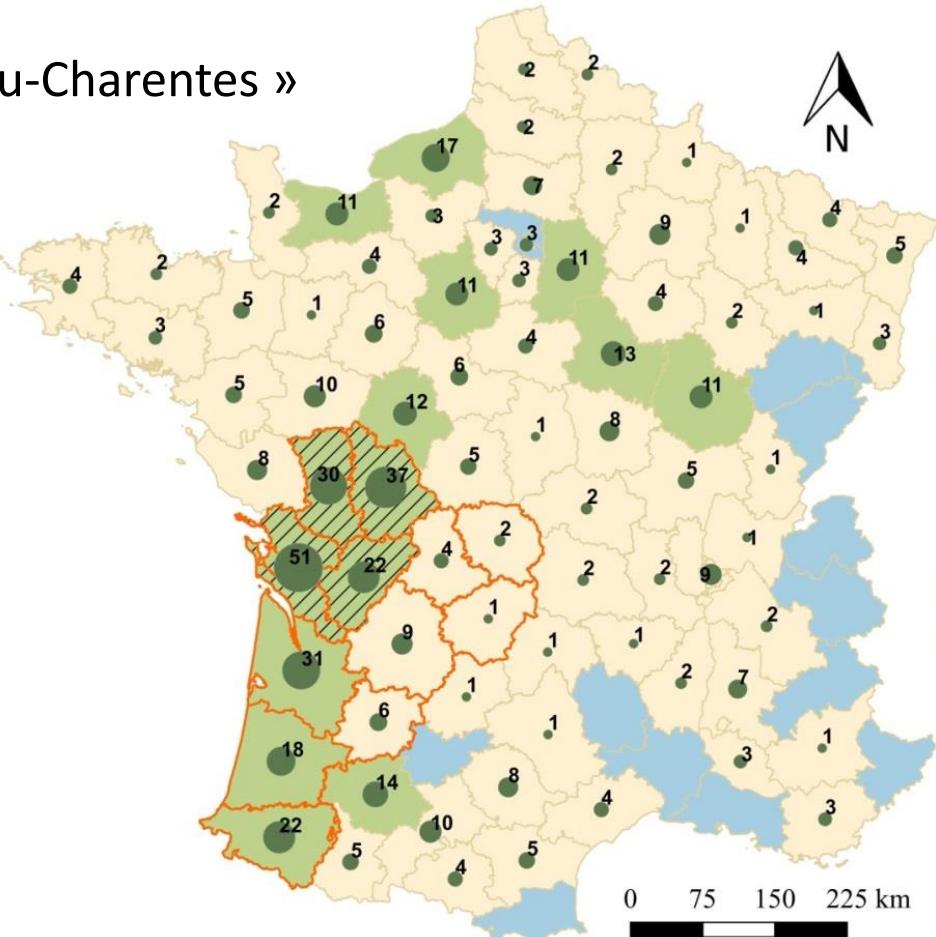
## Recensement des utilisateurs



### Recensement des utilisateurs

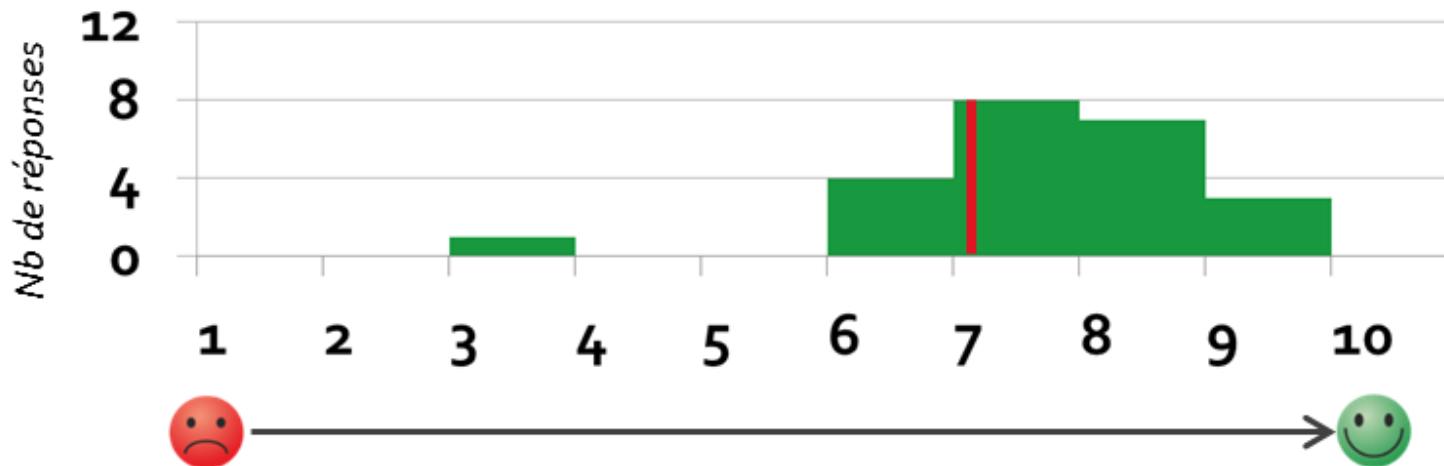
- Utilisation au-delà de la région « Poitou-Charentes »
- Au moins 1 utilisateur / département
- Diversité forte des organismes

☞ *sous-estimation des bénéficiaires*





- Perception de la fiabilité

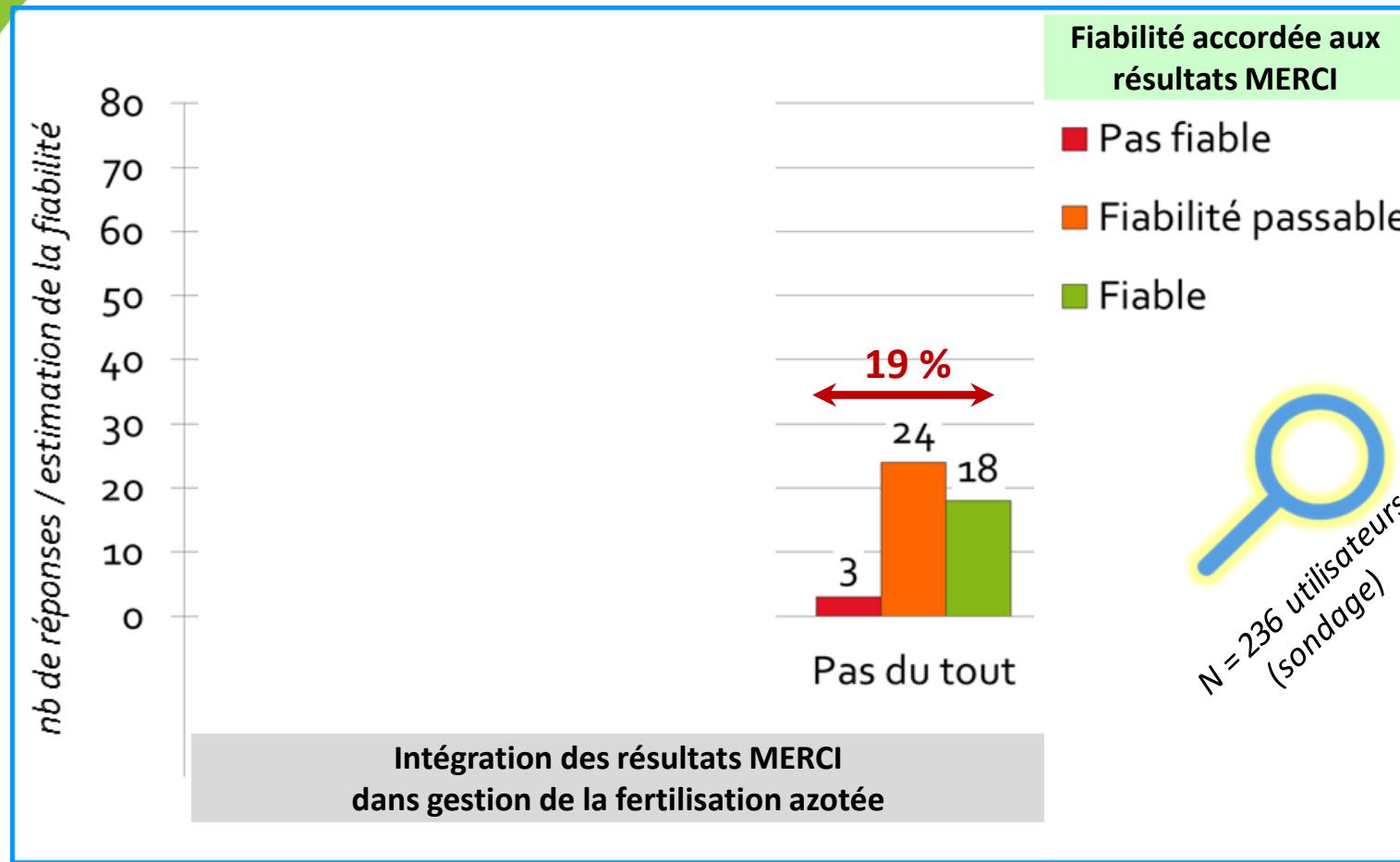


Entretiens auprès de 34 personnes

**Mais, à relativiser, car fiabilité :**

- **Forte** sur estimation de la biomasse aérienne produite et azote stocké par CI
- **Mitigée** sur les niveaux de restitutions annoncées par la méthode

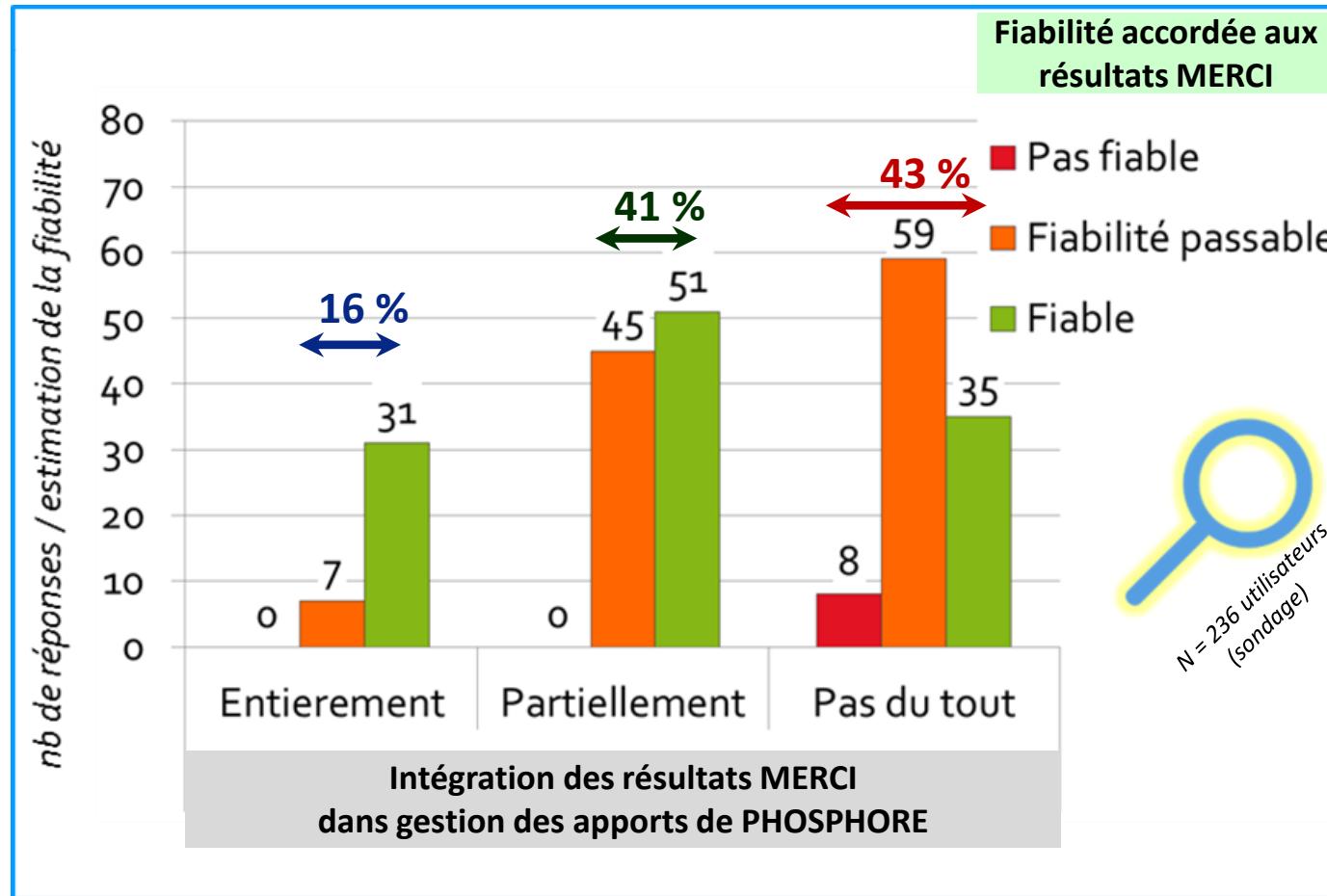
## Utilisations – Intégration dans fertilisation



Intégration totale ou partielle des résultats pour **81 %** des utilisateurs

# Principe de la méthode - MERCI V1

## Utilisations – Intégration dans fertilisation



# Mode opératoire « au champ »

## Photos illustratives



**AGRICULTURES**  
**& TERRITOIRES**  
CHAMBRES D'AGRICULTURE  
NOUVELLE-AQUITAINE

# Matériels nécessaires



## POUR .....

- **repérer une placette** : quadrat de 1 m<sup>2</sup> (*mètre, jalons, bâtons, ....*), ou autre dimensions ....
- « **couper à ras du sol** » : ciseaux, cisailles, tondeuses, ....
- **trier les espèces** : bâche + différentes sacs
- **peser** : peson, balance de cuisine + sacs ou cuvette
- **Noter** : blocs notes + crayons (*mesures + observations du couvert*)



# Repérer la placette



# Prélever les couverts



Prélever les couverts



# Trier les espèces pour la pesée !

*Avant la pesée*



*Lors du prélèvement*

# Pesées des espèces !



Panier = Ausignam  
Couvert = Biomix

|           | 1 m <sup>2</sup> | 1 m <sup>2</sup> |
|-----------|------------------|------------------|
| Racis     | 1000 g           |                  |
| Nouvrande | 1000 g           |                  |
| Vesces    | 1200 g           |                  |
| Ausime    | 600 g            |                  |
| phacelia  | 250 g            |                  |
| Repousse  | 150 g            |                  |



## SAISIE DES DONNEES

Réinitialiser

Méthode par mesure de

biomasse verte

Nom parcelle

|                         |                  |                             |                             |                             |       |
|-------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| Date mesure de biomasse | 15-déc.          | n° de prélèvement           |                             |                             |       |
|                         |                  | 1                           | 2                           | 3                           |       |
| Espèce 1                | moutarde blanche | crucifères                  | Biomasse aérienne verte (g) | 200 500 350                 |       |
|                         |                  | Date de semis (ou de levée) | 15-août                     | Surface de prélèvement (m²) | 1 1 1 |
| Espèce 2                | phacélie         | hydrophyllacées             | Biomasse aérienne verte (g) | 400 500 600                 |       |
|                         |                  | Date de semis (ou de levée) | 15-août                     | Surface de prélèvement (m²) | 1 1 1 |

Estimation par :

- biomasse verte
- biomasse sèche
- hauteur

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Biomasse du couvert             |     |
| Matière sèche totale (t/ha)     | 1.2 |
| Azote piégé total (kg / ha)     | 36  |
| Restitution du couvert          |     |
| N :                             | 15  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : | 5   |
| K <sub>2</sub> O :              | 50  |

Ajouter espèce

Supprimer la dernière espèce

*Ajout d'espèces si association (mesure individuelle)*

Afficher détails  
Masquer détails  
Enregistrer le calcul

*Détails des calculs disponibles*

Résultats :

- MS totale / ha
- N piégé totale
- N, P, K restitués potentiellement



## Sauvegarde des résultats par couvert

Contact :

**Sébastien Minette**

[sebastien.minette@na.chambagri.fr](mailto:sebastien.minette@na.chambagri.fr)

Travaux à télécharger gratuitement sur :

[www.na.chambagri.fr/agronomie/](http://www.na.chambagri.fr/agronomie/)

**Caractéristiques  
des principales cultures  
intermédiaires**



Références disponibles pour  
la région Poitou-Charentes




Réalisé à partir :

- des essais conduits en Poitou-Charentes 2000 -2010
- résultats de simulation
- compilation bibliographique

S. Minette  
05.49.55.61.74  
[sebastien.minette@poitou-charentes.chambagri.fr](mailto:sebastien.minette@poitou-charentes.chambagri.fr)

Juin 2010

**Dossier technique**  
Poitou-Charentes



Mieux gérer l'interculture pour  
un bénéfice agronomique et environnemental

Légumineuses,  
comment les utiliser comme  
cultures intermédiaires ?

Janvier 2010

Synthèse des travaux menés par la  
Chambre Régionale d'Agriculture  
sur la gestion de l'interculture et présentation  
des références régionales





# MERCI

## Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires



Version 2020





RÉALISER UN CALCUL

RÉINITIALISER

Type de calcul

Données réelles

Simulation

Méthode choisie

Biomasse Verte

Biomasse Sèche

Nom de la parcelle

Type de sol *Veuillez indiquer votre pays / commune / code postal*

Pays

France X ▾

Commune / Code Postal

Réserve Utile du sol (RU)

50 < RU < 100  100 < RU < 150  150 < RU < 200  RU > 200

Surface occupée par le couvert

100 %

Gestion des résidus

Enfoui  Mulché en surface

Devenir du couvert

Restitué  Exporté

Date de levée (ou semis)

jj/mm/aaaa

Date de la mesure

jj/mm/aaaa

**Espèce 1***N° de prélèvement*

1

2

3

Biomasse aérienne verte (gramme)

Surface de prélèvement (m<sup>2</sup>)[Supprimer cette espèce](#) **Espèce 2***N° de prélèvement*

1

2

3

Biomasse aérienne verte (gramme)

Surface de prélèvement (m<sup>2</sup>)[Supprimer cette espèce](#) **AJOUTER UNE ESPÈCE +**

# RÉSULTATS

## CARACTÉRISTIQUE DU COUVERT

| Matière sèche aérienne | t/ha | Azote piégé total (Aérien + Racinaire) | kg/ha |
|------------------------|------|--|-------|
| 0,0                    |      | 0                                      |       |

## RESTITUTION DU COUVERT AU SOL

| Azote (N)        | kg/ha | Informations sur la dynamique de minéralisation |            |              |            |                 |            |
|------------------|-------|---|------------|--------------|------------|-----------------|------------|
| 0                |       | 0 Kg  | A 30 jours | 0 Kg         | A 60 jours | 0 Kg            | A 90 jours |
| Phosphore (P2O5) | kg/ha | Potasse (K2O)                                   | kg/ha      | Soufre (SO2) | kg/ha      | Magnésium (MgO) | kg/ha      |
| 0                |       | 0   |            | 0            |            | 0               |            |

## VALORISATION DU COUVERT EN DÉROBÉE

| Valeurs fourragères - Alimentation animaux |       |     | Méthanisation |  |
|--|-------|-----|---------------|--|
| UFL / HA                                   | kg/ha | MAT | kg/ha         | Rendement en énergie (Nm3 de CH4 / ha) |
| 0,0  |       | 0   |               | 0                                      |

## STOCKAGE CARBONE

| Carbone | t/ha | Evolution Matière Organique | t/ha |
|---------|------|-----------------------------|------|
| 0,0     |      | 0,0                         |      |

IMPRIMER 

ENREGISTER 

# Partenaires de la V2

## Collaboration



## Financement



plus de sollicitations de partenaires nationaux pour mises à disposition de données

(GEVES, Chambres d'Agriculture, INRA, Enseignements, ARVALIS, ITB, ....)