

MERCI
Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires
- Acquis et Perspectives -

Sébastien Minette
Chambre régionale d'agriculture de Nouvelle-Aquitaine
adresse : INRA les Verrines, 86600 Lusignan
sebastien.minette@na.chambagri.fr

Suite à l'instauration de la Directive Nitrates en 1991 et l'obligation de couverture des sols en automne-hiver, la Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle Aquitaine a conduit, de 2001 à 2009, un projet multi partenarial (Chambres Départementales d'Agriculture, INRA) visant à acquérir des références concrètes sur les cultures intermédiaires. Ce projet a permis de démontrer l'intérêt des cultures intermédiaires (CI) pour limiter les risques de lixiviation du nitrate à l'automne et de préciser les potentielles restitutions d'azote à la culture suivante. Pour contribuer à l'acceptation et la reconnaissance de l'intérêt des cultures intermédiaires, la Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle Aquitaine a développé, à partir des références acquises, et diffusé la méthode **MERCI V1** en 2010.

Cette méthode permet, par une mesure simple et rapide au champ, d'estimer :

- 1- la biomasse produite par les cultures intermédiaires (tonne de matière sèche/hectare),
- 2- les quantités d'azote (N), de phosphore (P) et potasse (K) accumulées dans le couvert végétal (kg/ha)
- 3- les restitutions de l'azote, phosphore et potasse à la culture suivante

Cette version 2010 est aujourd'hui largement utilisée en France.

La méthode MERCI repose sur le couplage entre des références « terrain » constituant une base de données sur un nombre important d'espèces de cultures intermédiaires (figure 1) et des références obtenues par simulation avec le modèle de culture STICS (INRA, version 5) pour estimer les restitutions d'azote. Toutes ces références sont incluses dans une matrice de références de tableur Excel. Pour chaque espèce, des valeurs moyennes sont proposées pour estimer à partir de la matière verte prélevée et de la durée de croissance, la matière sèche et la quantité d'azote acquise.

| Matrice de références MERCI | | % de MS (en fonction de la durée de croissance) | | | % d'azote de la MS (en fonction de la MS totale du couvert) | | | |
|--|------------------------------|---|---------|---------|---|-------|-------|-------|
| Famille | Espèces | < 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 Regroupant des essais de 1983 à 2009 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 | |
| | autres crucifères (moyenne) | 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 |

Figure 1. MERCI - Version 1, 2010
Extrait de la base de données : - % MS selon 3 classes de durée de présence du couvert
- % N selon 4 classes de biomasse produite

L'utilisation du modèle de culture STICS a permis d'estimer des proportions d'azote restitué, au bout de 140 jours, pour différents rapport Carbone/Azote (C/N) des espèces présentes dans les cultures intermédiaires (figure 2).

| | | |
|---|---|--|
| 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% |

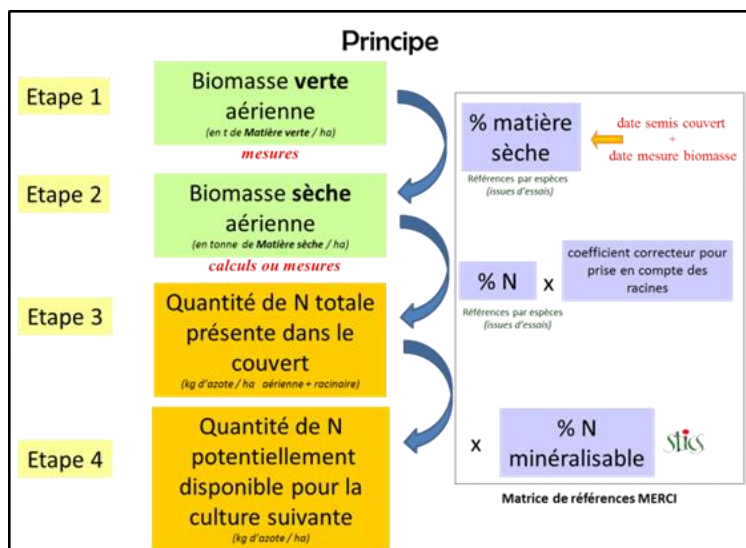
Figure 2. MERCI - Extrait des références acquises par simulation STICS et incluses dans MERCI

Les simulations de restitutions d'azote des résidus de cultures intermédiaires ont été réalisées à partir de la date de destruction du couvert sur 6 sols croisés avec 6 climats de Poitou-Charentes (35 années, 1967- 2003). Elles ont été réalisées pour des résidus enfouis (15 cm) et pour des dates de destruction comprises entre le 15/11 et 01/02.

La mise en œuvre de la méthode se décompose en quatre étapes (figure 3) :

- 1- Prélèvement au champ et pesée séparée de la matière verte de chaque espèce composant le couvert végétal,
- 2- Estimation de la matière sèche (MS) produite (tonne MS / hectare)
- 3- Calcul de la quantité totale d'azote stockée par le couvert (aérienne + racinaire en kg/ha)
- 4- Evaluation de l'azote potentiellement disponible (kg/ha)

Figure 3. MERCI - Version 1, 2010
Illustration du calcul d'estimation de la biomasse aérienne sèche (tonne/ha) et des restitutions en azote (kg/ha)



La méthode MERCI est utilisable pour les couverts végétaux « en pur » ou « en mélange », en considérant qu'il n'y a pas d'interaction modifiant la restitution d'azote des résidus de chaque espèce.

Exemple de calcul

Données sur la culture intermédiaire.

- Association : avoine strigosa (25 kg/ha) + vesce d'hiver (25 kg/ha)
- Dates : Implantation : 22/08/18 ; Destruction : 05/01/19 ☞ durée de croissance : 136 jours

Mesures réalisées au champ

- Biomasse totale (moyenne de 3 répétitions sur 1 m²) : **1,6 kg / m²**
 dont : avoine strigosa = 0,95 kg / m² (60 %)
 vesce d'hiver = 0,65 kg / m² (40 %)

Calcul de l'azote potentiellement disponible pour la culture suivante

| Couverts | avoine strigosa | vesce d'hiver |
|---|---|------------------------|
| Biomasse verte | 0,95 kg/m ² | 0,65 kg/m ² |
| % MS (référence selon la durée de croissance) | 18 % | 21 % |
| MS en tonne par ha | 1,7 t MS /ha | 1,4 t MS/ha |
| % N (référence selon biomasse) | 2,3 % | 3,9 % |
| N contenu dans MS _{aérienne} (kg /ha) | 39 kg/ha | 53 kg/ha |
| Total N MS _{aérienne} (kg/ha) | 92 kg d'azote / ha | |
| Coefficient multiplicatif « racines » (référence par espèce) | Avoine strigosa : 1,2 ; vesce d'hiver 1,3 | |
| Total N MS _{plante entière} (kg/ha) | 1,2 x 39 + 1,3 x 53 = 114 kg d'azote / ha | |
| % N | 2,3 % | 3,9 % |
| C/N (% Carbone fixé à 42 %) | 42 / 2,3 = 18 | 42 / 3,9 = 11 |
| Azote potentiellement restitué (en %, selon C/N) | 40 % | 50 % |
| Estimation de la quantité d'azote restitué à 140 jours et disponible pour la culture suivante (kg/ha) | 18 + 34 = 53 kg/ha ☞ 50 kg dans MERCI* | |

* valeur arrondie au multiple de 5 inférieur
En gris : valeurs issues de la matrice MERCI

Les quantités de phosphore (*P*) et potasse (*K*), accumulées dans le couvert, sont estimées à partir de la biomasse aérienne des couverts végétaux et de teneur moyenne en phosphore et potasse compilées dans la matrice de référence de MERCI. Ces teneurs moyennes sont issues d'une synthèse des références disponibles en 2009 (*essais de 1990 à 2008*). Les coefficients multiplicatifs pour la prise en compte des racines sont identiques aux coefficients utilisés pour l'azote. Pour les restitutions, il a été décidé de fixer à 100 % le niveau de disponibilité du phosphore et de la potasse contenus dans les résidus de cultures intermédiaires (*coefficients couramment utilisés pour les fumiers de bovins, veaux, porcs*).

Un applicatif informatique, sous Excel, a été créé fin 2009 afin de faciliter l'utilisation de la méthode et assurer la reproductibilité des résultats. Il est diffusé gratuitement sur le site internet de la Chambre Régionale d'Agriculture (<https://nouvelle-aquitaine.chambres-agriculture.fr/innovation/>).

Suite à des demandes importantes en formation sur la méthode MERCI et des discussions avec des utilisateurs, la Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle Aquitaine a souhaité développer une nouvelle version en 2019 à travers un projet financé par le Casdar. Ce projet est conduit en partenariat avec Arvalis-Institut du végétal, l'UMR AGIR INRA Auzeville et Bordeaux Sciences Agro. Il vise à identifier et constituer une première liste d'utilisateurs, et à réaliser un bilan des utilisations de la méthode MERCI V1. Une nouvelle version de MERCI est en cours de développement, elle sera disponible sous internet et intégrera les références récentes sur les cultures intermédiaires et les attentes des utilisateurs.

Ce bilan a été réalisé à partir d'entretiens semi-directifs réalisés auprès de 34 utilisateurs et d'un sondage en ligne ayant réuni 236 réponses. Le schéma ci-dessous (*figure 4*) reprend les grandes étapes du bilan et les thématiques abordées.

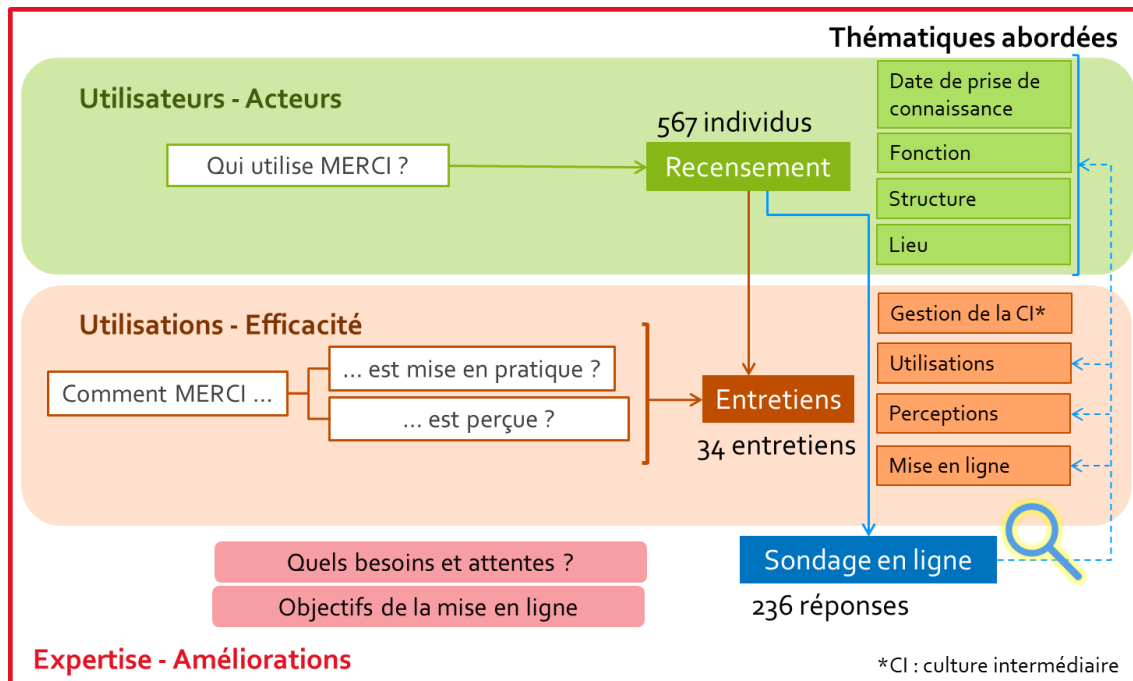
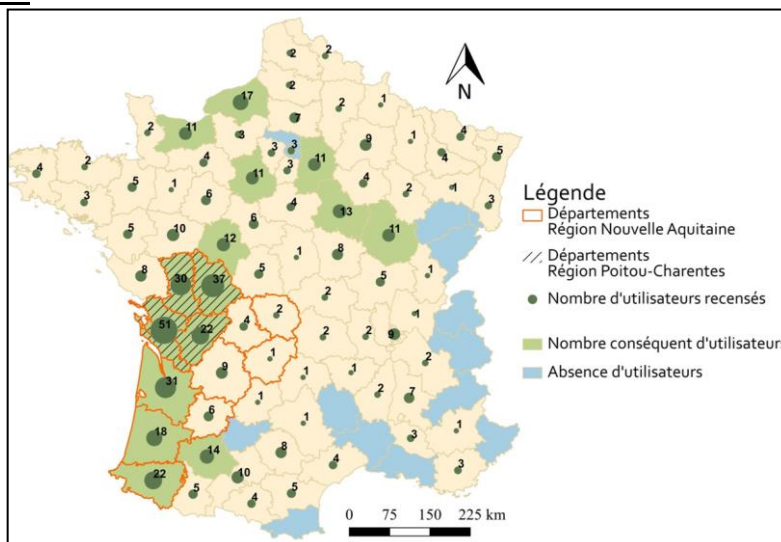


Figure 4. MERCI – Bilan 2019 sur les utilisateurs et utilisations de la méthode

Bilan 2019 – Utilisateurs MERCI V1

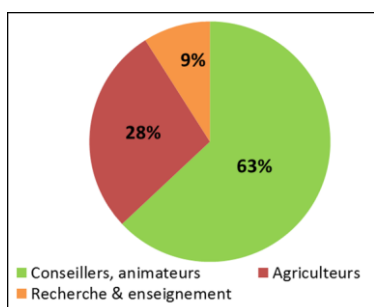
En juillet 2019, **567** utilisateurs de la méthode MERCI répartis sur toute la France (figure 5) ont été recensés.

Figure 5. MERCI
Utilisateurs recensés de la méthode MERCI



D'après les témoignages des utilisateurs, le nombre de bénéficiaires serait largement sous-estimé, car beaucoup d'utilisateurs connaissent des collègues et agriculteurs qui utilisent la méthode mais qui n'ont pas été répertoriés.

Des utilisateurs sont recensés sur toute la France dont un quart dans l'ex région Poitou-Charentes et 43 % sur la nouvelle région Nouvelle Aquitaine.



Avec 28 % d'agriculteurs et 63 % de conseillers comme utilisateurs, la cible visée, en 2009, par la Chambre Régionale d'Agriculture a été atteinte et démontre que la méthode MERCI répond à un besoin technique (figure 6).

Figure 6. MERCI
Fonctions des utilisateurs de la méthode MERCI

La connaissance et l'utilisation de la méthode a largement dépassé le réseau des Chambres d'Agriculture, car elle est actuellement mise en œuvre dans des organismes variés (*Chambre d'Agriculture, Coopérative, Négoce, CIVAM, syndicats d'eau...*) en agriculture conventionnelle ou biologique.

La méthode MERCI, en 2019, est principalement utilisée dans deux filières de production :

- ☞ Grandes Cultures : 74 %
- ☞ Viticulture : 10 % (forte demande depuis 3-4 ans)

La figure 7 reprend, synthétiquement, les hypothèses émises sur les utilisateurs en amont des entretiens et les résultats à l'issue des enquêtes et du sondage.

Figure 7. MERCI – Résultats
issus de l'évaluation des
utilisateurs de MERCI V1

| Hypothèses | Validation |
|--|---|
| Les utilisateurs ont des profils variés : fonction, structure, domaine de spécialisation (grandes cultures, maraîchage, viticulture, élevage) | Les domaines de production utilisant la méthode sont variés. La classification met en évidence une diversité de professions et de structures. Enfin, les filières et les modes de production sont nombreux et représentatifs. |
| Les utilisateurs sont situés sur l'ensemble de la France métropolitaine | De même, la classification met en évidence une répartition sur l'ensemble du territoire. Une proportion significative d'utilisateurs se situe en dehors de la région Nouvelle-Aquitaine [Figure 15]. |
| Le nombre d'utilisateurs de la méthode MERCI est en constante augmentation | L'évolution constante du nombre d'utilisateurs et la diffusion de la méthode mettent en avant l'intérêt agronomique de la méthode et un besoin d'évaluer la production de la CI. |
| Les utilisateurs ont une perception positive des cultures intermédiaires et sont en recherche d' innovation | La proportion significative d'utilisateurs en agriculture biologique ou en agriculture de conservation appuie l'intérêt pour l'innovation en CI. |

Bilan 2019 – Utilisations MERCI V1

Avec une **note moyenne de satisfaction de 8.1** (échelle de 1 à 10, 10 étant la meilleure note) donnée par les utilisateurs, la méthode MERCI semble répondre très largement aux attentes des utilisateurs actuels. Le principal avantage de la méthode pour 85% des utilisateurs est la possibilité d'obtenir instantanément des données sur leurs couverts végétaux.

Les principes de calcul de la méthode sont compris et la mise en œuvre au champ est jugée simple et facile. La durée de prélèvement est, en moyenne, de 40 minutes pour 1 parcelle. Elle est jugée « passable » par la majorité des utilisateurs, même s'ils reconnaissent que cette étape contraignante est nécessaire et qu'aucune autre méthode n'existe à ce jour, en particulier pour des couverts composés de plusieurs espèces. L'enquête a mis en évidence une méconnaissance des domaines de validité de la méthode MERCI 1 (*période de destruction, résidus enfouis*). La figure 8 reprend, synthétiquement, les hypothèses émises et les résultats à l'issue des enquêtes et du sondage.







| Hypothèses | | Validation |
|--|---|--|
| La méthode MERCI est maîtrisée par l'ensemble des utilisateurs |  | - Les prélèvements sur le terrain sont maîtrisés - Les domaines de <u>validité du calculateur sont mal connus</u> |
| La méthode est perçue facile à mettre en œuvre |  | L'ensemble des utilisateurs sont satisfaits sur la facilité de mise en œuvre de la méthode. |
| Le temps de prélèvement est le principal frein à l'utilisation de la méthode MERCI |  |  Ce frein est un <u>point de vigilance</u> . Néanmoins, l'utilisation régulière de la méthode permettrait de réduire le temps d'application. |
| L'utilisation de la méthode MERCI est un atout pour la valorisation agronomique des cultures intermédiaires |  | La méthode est appréciée par les fonctions para-agricoles pour encourager les échanges autour des bénéfices des CI. |
| Les utilisateurs recommandent et diffusent MERCI auprès de leurs collaborateurs |  | La diffusion orale est privilégiée. La facilité d'application et les résultats instantanés sont un atout pour son développement. |

Figure 8. MERCI – Résultats issus de l'évaluation des utilisations MERCI V1

Bilan 2019 – Fiabilité accordée aux résultats

Avec une note de **7.1** (sur échelle de 1 à 10), les résultats issus de la méthode MERCI sont perçus globalement comme fiables par les utilisateurs. Cependant, en questionnant les utilisateurs, ils considèrent en grande majorité que les résultats sont **très fiables** pour l'estimation de la biomasse produite et azote, phosphore et potasse piégés par la culture intermédiaire. Ils sont par contre **moins unanimes** sur les valeurs de restitutions en azote, phosphore et potasse avancées par la méthode, considérant ces valeurs comme trop importantes et craignant une baisse de rendement sur la culture suivante (79 % des utilisateurs).

Ce constat se répercute dans la prise en compte des restitutions pour la fertilisation de la culture suivante (figure 8.). Les utilisateurs considèrent respectivement les résultats sur l'azote à **56 % « fiables »** (en vert, 133 utilisateurs), **43 % « moyennement fiables »** (en orange, 100 utilisateurs) et **1 % « pas fiable »** (en rouge, 3 utilisateurs), mais ils ne sont que **21 %** à les intégrer « **entièrement** » dans leurs bilans de fertilisation, **60 % « partiellement »** et **19 % « Pas du tout »**.

Il est intéressant de noter que certains utilisateurs dans cette dernière catégorie trouvent la méthode fiable mais ne la prennent pas en compte dans leur gestion de la fertilisation.

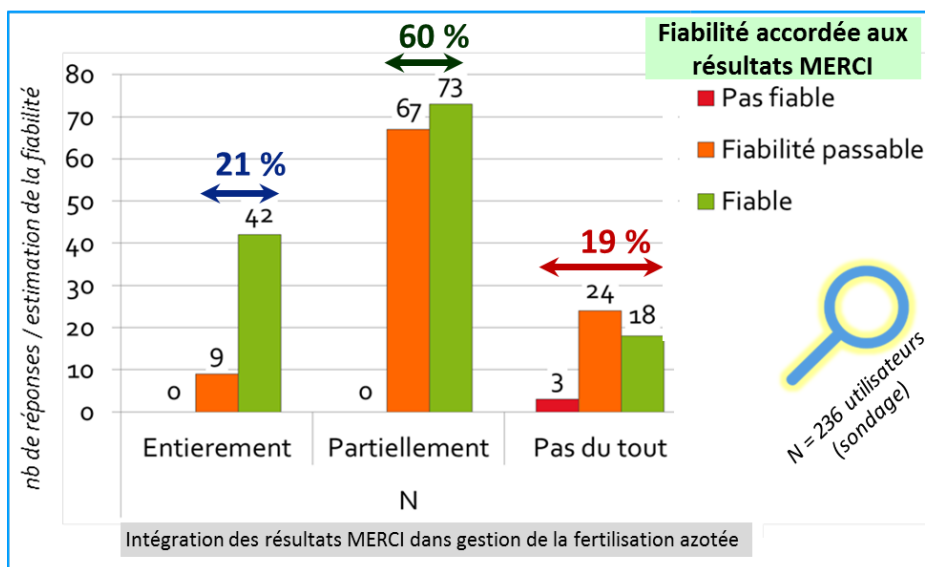


Figure 8. MERCI – Fiabilité accordée aux résultats de la méthode MERCI et prise en compte dans la gestion de la fertilisation azotée

Pour le phosphore (figure 9), les utilisateurs considèrent respectivement les résultats à **50 % fiables** (en vert, 117 utilisateurs), **47 % « moyennement fiables »** (en orange, 111 utilisateurs) et **3 % « pas fiable »** (en rouge, 8 utilisateurs). La fiabilité accordée aux résultats de la méthode MERCI est sensiblement la même que l'azote, cependant, la prise en compte dans la gestion des apports en phosphore est plus faible. Les utilisateurs ne sont que **16 %** à les intégrer « entièrement » dans leurs bilans de fertilisation et **41 %** « partiellement », **43 %** n'intègrent pas ces résultats. Les résultats sont identiques pour la potasse.

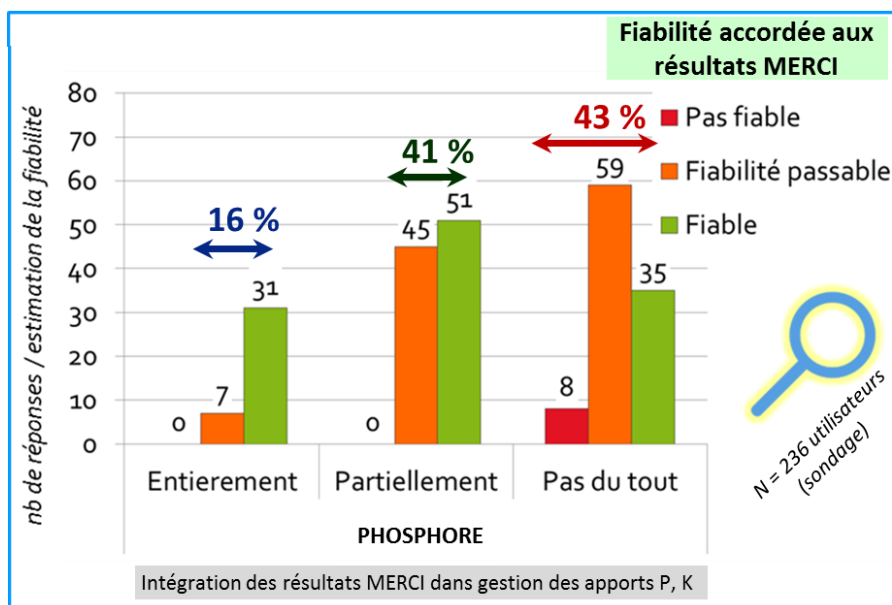


Figure 9. MERCI – Fiabilité accordée aux résultats de la méthode MERCI et prise en compte dans la gestion des apports de phosphore

Les utilisateurs indiquent que les restitutions en phosphore et potasse, issues des résidus du couvert végétal, leurs paraissent trop importantes, ce qui pourraient expliquer la prise en compte partielle.

La méthode MERCI fait évoluer les pratiques de gestion de la fertilisation, mais de nombreux utilisateurs préfèrent « jouer la sécurité » et n'intégrer, pour l'instant, qu'une partie des valeurs annoncées par la méthode. Ils attendent de constater visuellement dans leurs parcelles des évolutions sur le sol ou la culture suivante.

Améliorations 2020 – Version 2 MERCI

Suite au déploiement de la version 1 et l'évolution des pratiques agricoles autour des couverts végétaux (*couverts longs, diversification des espèces utilisées, mélanges quasi-systématiques, ...*) plusieurs limites de la méthode sont remontées, conduisant à une réflexion sur son amélioration.

Sur le principe de la version de 2010, la méthode MERCI V2 combinera des références issues de **données de terrain** (*% N, P, K, S, Mg, teneur en MS, ...*) et de **simulations** avec le modèle de culture STICS (*version 9*) développé par l'INRA. Ces nouvelles références sont en cours d'acquisition par une synthèse nationale des références disponibles dans les organismes agricoles (*Chambres d'Agriculture, Instituts Techniques Agricoles, INRA, GEVES, ...*) et alimenteront la matrice de références de la méthode. Les niveaux de restitution des éléments P, K des résidus de couverts seront minorés et fixés à 80 %.

Les simulations sont réalisées dans 24 contextes climatiques de France métropolitaine, comprenant chacun 1 station climatique et 2 à 4 types de sols principaux et sur une séquence climatique « récente et future » (*2006 → 2026*), afin de prendre en compte les évolutions récentes du climat. Elles seront réalisées pour différentes dates de destruction des couverts afin de déterminer plus précisément la dynamique de restitution de l'azote dans les mois suivants la destruction (*destruction du 15/10 au 15/04*).

Cette nouvelle version intégrera les fonctionnalités suivantes (*figure 10*) :

- *Augmentation des références disponibles sur les cultures intermédiaires (nouvelles espèces et large gamme de contextes pédoclimatiques et de modes de conduite de l'interculture)*
- *Prise en compte plus précise et « dynamique » des restitutions en azote*
- *Intégration du piégeage et de la restitution du soufre et magnésium par les couverts végétaux*
- *Estimation plus précise de la biomasse racinaire*
- *Teneurs moyennes N, P, K différenciées pour les parties aériennes et racinaires*
- *Estimations des valeurs fourragères ou méthanogènes*
- *Impact d'une exportation des résidus sur les restitutions à la culture suivante*
- *Impact d'un non enfouissement des résidus sur les restitutions à la culture suivante*

Ces évolutions permettront de prendre en compte de nouveaux modes de conduite et de valorisation des cultures intermédiaires qui se sont développés depuis la création de la version 1 : destruction tardive (*mars-avril*), exportations éventuelles, Des études ponctuelles permettront de conforter ou d'ajuster certains paramètres de la version 1 : *disponibilité de la potasse et du phosphore (100 % dans MERCI v1.), teneur en carbone dans les végétaux (fixé à 42 % dans MERCI v1.)*.

La prochaine version de la méthode MERCI sera disponible en juin 2020 à travers un site internet (*figure 10*). L'application sera aussi compatible et utilisable, de façon optimisée, sur les mobiles (*smartphone*) et tablette (« *développement responsive design* »). L'accès **gratuit** à la méthode est conservé, mais nécessitera une inscription pour sauvegarder les résultats et disposer de fiches de résultats par parcelle.

Ce développement vise à :

- Favoriser la création d'une communauté d'utilisateurs de cette méthode
- Faciliter la diffusion et la promotion de la méthode
- Proposer des fonctionnalités nouvelles permettant une meilleure compréhension et appropriation : *bibliothèque, tutoriels pédagogiques, notices, exemples d'utilisation, foire aux questions, base de données exportable, ...*
- Faciliter les mises à jour éventuelles
- Anticiper les problèmes informatiques (*évolutions des versions du tableur*)
- Evaluer le nombre d'utilisateurs et d'utilisations de la méthode

MERCI
Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires

MERCI est une méthode "de terrain" qui se veut facile d'utilisation et rapidement opérationnelle. Son applicatif informatique permet de calculer à partir d'une mesure simple (biomasse aérienne verte ou sèche ou hauteur du couvert), et en utilisant les références établies par la Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes jusqu'en 2010, les quantités d'azote, de phosphore (P2O5) et de potassium (K2O) potentiellement disponibles après une culture intermédiaire (pas d'estimation des éventuelles pertes par lixiviation après destruction du couvert).

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: 0

Informations sur la dynamique de minéralisation:

- 0 Kg A 30 jours
- 0 Kg A 60 jours
- 0 Kg A 90 jours
- 0 Kg A 120 jours
- 0 Kg A 150 jours
- 0 Kg A 180 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) | kg/ha |
| 0,0 | | 0 | | 0 | |

STOCKAGE CARBONE

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

IMPRIMER ENREGISTRER

Figure 10. MERCI – Visuels du site internet de la version 2 de la méthode MERCI

Bilan 2019 – Avis des utilisateurs sur les évolutions prévues

Les utilisateurs enquêtés sont plutôt favorables à l'inscription (72%). 97% des utilisateurs indiquent que la mise en ligne n'est pas un frein à son utilisation. Parmi eux, 42% estiment que cette mise en ligne sera plus simple qu'une utilisation d'un applicatif sous Excel.

Les utilisateurs expriment toujours un fort intérêt (81 à 96 %) pour l'estimation de la biomasse des cultures intermédiaires et les restitutions en azote, phosphore, potasse, soufre et magnésium. Les nouveaux résultats « Valeurs fourragères – Méthanisation – Stockage de carbone » intéressent, pour l'instant, 50 à 55 % des utilisateurs.

La création d'une bibliothèque, facilement accessible avec des tutoriels pédagogiques, notice d'explication et exemples d'utilisations recueille 75 à 80 % d'avis favorables.

Conclusions

Ce premier bilan de la méthode MERCI a permis de recenser un grand nombre d'utilisateurs en France métropolitaine, de connaître les utilisations, la fiabilité accordée aux résultats et de confirmer la notoriété de cet outil d'aide à la décision. Elle met en avant des aspects positifs de la méthode (*intérêts des utilisateurs, facilité de mise en œuvre, pertinence des calculs, ...*) mais identifie aussi des faiblesses qu'il sera nécessaire de combler lors du développement de la version 2 (*connaissances du domaine de validité, accès simplifié aux formalismes, communication sur la fiabilité des résultats, ...*). La Foire Aux Questions (FAQ), espace dédié sur le futur site internet, permettra de répondre aux questions soulevées lors du bilan (*Comment réaliser une approche économique ?, Comment apprécier les restitutions sur la culture suivante ?, ...*).

La nécessité d'un prélèvement au champ est souvent présentée comme l'étape limitante et contraignante à l'utilisation de la méthode MERCI. Cependant, elle permet une évaluation précise et pertinente de la biomasse aérienne de chaque espèce composant la culture intermédiaire (*poids de chaque espèce*). Cette donnée d'entrée conditionne tous les calculs réalisés par la méthode MERCI. Elle nécessite donc une attention particulière. Ce retour au champ permet aussi aux conseillers et agriculteurs d'apprécier qualitativement les services apportés par les cultures intermédiaires (*turricules de ver de terre, portance du sol, maîtrise des adventices, faune sauvage, ...*). Des travaux sont néanmoins lancés sur les possibilités offertes par la télédétection pour déterminer la biomasse aérienne. La version 3 de MERCI, d'ici 10 ans, sera peut-être un couplage « télédétection x données d'essais x simulations ».

Les cultures intermédiaires multi-services (CIMS) ont une place pertinente et clé à jouer dans la transition agroécologique de l'agriculture, en complément de la diversification des cultures de vente. L'utilisation des CIMS doit permettre d'améliorer la multi-performance des systèmes de culture, malgré une forte réduction de l'usage des intrants de synthèse.

La méthode MERCI contribue à démontrer l'intérêt agronomique, économique et environnemental des cultures intermédiaires sur le recyclage et la mise à disposition des éléments minéraux. La méthode concrétise l'intérêt d'intégrer des CIMS dans les systèmes de culture.



Bibliographie

MINETTE S., 2018. - DEVELOPPEMENT D'UNE VERSION ACCESSIBLE PAR UNE APPLICATION INTERNET DE LA METHODE MERCI. Projet. CRA Nouvelle Aquitaine. 5 p.

SACHOT M., 2019. - AMELIORATION ET EVOLUTION D'UNE METHODE DE VALORISATION DES CULTURES INTERMEDIAIRES. Mémoire de fin d'études. CRA Nouvelle Aquitaine. 87 p.

VERICEL G., 2010. - METHODE D'ESTIMATION DE L'AZOTE RESTITUE PAR LES COUVERTS D'INTERCULTURE. Synthèse. CRA Nouvelle Aquitaine. 7 p.

Rédaction

Cet article a été co-rédigé par :

- Julie Constantin, INRA – UMR AGIR
- Grégory Véricel, Arvalis – Institut du Végétal
- Jean-Luc Fort, Chambre Régionale d'Agriculture de Nouvelle Aquitaine