

Projet OSOLEMI'EAU

Observatoire de l'Agriculture de Conservation des
SOLs sur le bassin Seine-Normandie : **E**valuation des
conditions de réussite et **M**esures d'**I**mpacts sur la
qualité de l'**E**AU

**Synthèse finale du projet
2016-2020**



Les groupes d'agriculteurs partenaires

APAD CENTRE-EST
APAD SUD BASSIN PARISIEN
APAD PICARDIE
SOL EN CAUX

L'Agriculture de Conservation des Sols : une voie potentielle pour produire et protéger les sols

L'Agriculture de Conservation des Sols est un système agroécologique basé sur la combinaison de 3 principes complémentaires



ABSENCE DE TRAVAIL DU SOL : l'objectif est de limiter au strict minimum la perturbation de l'activité biologique lors du dépôt de la semence dans le sol, et de favoriser la porosité verticale naturelle du sol.



COUVRIR LES SOLS EN PERMANENCE : par le maintien des résidus de cultures en surface et l'implantation de couverts végétaux durant l'interculture.



DIVERSIFIER LES ESPÈCES CULTIVÉES : la réflexion agronomique de succession des cultures est primordiale. Les maladies et les parasites sont réduits grâce à la complémentarité des espèces.

Ces systèmes agricoles présenteraient de réels intérêts pour l'environnement et les agriculteurs

- **Pour l'environnement :** moindre érosion et ruissellement, + de biodiversité, une fertilité du sol restaurée, une meilleure infiltration de l'eau, le stockage de carbone
- **Pour les agriculteurs :** des rendements équivalents une fois le système installé, des marges nettes plus intéressantes, un plaisir retrouvé pour son métier et le retour...à l'agronomie.

Notre constat (en 2016)

- ❖ Des premiers éléments de connaissance sont plutôt favorables à l'Agriculture de Conservation des Sols pour préserver la qualité de l'eau et s'adapter au changement climatique. Ces pratiques ACS se développent sur le bassin Seine Normandie...
- ❖ ...Mais nous constatons encore **trop peu de données quantitatives (référence française)** de l'impact réel de ces systèmes sur l'environnement, et notamment sur la qualité de l'eau
- ❖ **Nous constatons également des difficultés à analyser les freins et leviers à la « transition » et à répondre aux besoins des agriculteurs** en termes d'animation et de formation.

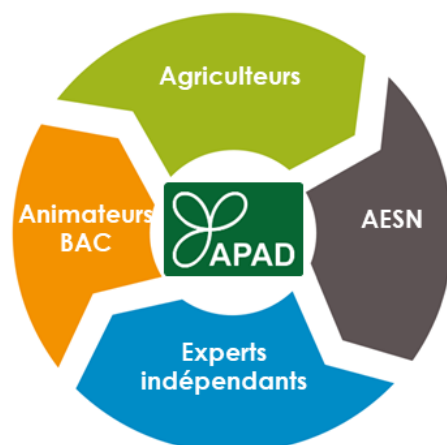
En 2016, 2% des agriculteurs pratiquent l'ACS en France

Les objectifs du projet : un projet pour produire des références au service du développement d'une ACS vertueuse

- ✓ Caractériser la **diversité** des pratiques en ACS
- ✓ Identifier les **trajectoires** adoptées par les agriculteurs
- ✓ Mesurer l'impact des pratiques ACS sur les **ressources en eau**, la biodiversité et le carbone
- ✓ Identifier **les freins et leviers** au développement et à la « conversion » des systèmes ACS favorables à la protection de l'eau
- ✓ Accompagner **les dynamiques ACS** sur le territoire, sensibiliser aux enjeux « eau »

30 agriculteurs impliqués, au cœur du projet

Un projet multi-acteurs, pour favoriser l'appropriation et la diffusion sur le terrain



Le Territoire d'étude
Bassin Seine-Normandie

Un projet en plusieurs étapes : de la mobilisation territoriale au suivi agronomique localisé

2016
Mobilisation des agriculteurs

Analyse des systèmes et des motivations (Diagnostic)

2017-2020
Création d'un observatoire des pratiques

Suivi agronomique en conditions réelles d'exploitation

Porteur du projet



Les groupes d'agriculteurs partenaires

APAD CENTRE-EST
APAD SUD BASSIN PARISIEN
APAD PICARDIE
SOL EN CAUX

Nos partenaires techniques



Nos financeurs



Le comité technique

Eau de Paris ; Syndicat Mixte des Bassins Versants de la Ganzeville et de la Valmont ;
Chambre d'agriculture de la Meuse ;
Chambre d'Agriculture de Haute-Marne ;
Syndicat Mixte d'eau potable des sablons ;
l'Association pour la qualité de l'eau potable ;
Syndicat Mixte du Pays Gâtinais

Un réseau de fermes et de parcelles en ACS réparties sur le bassin Seine Normandie

La phase initiale de diagnostic a concerné **30 agriculteurs** pratiquant l'ACS

Puis, **un réseau de 30 parcelles** a été sélectionné sur le territoire chez 10 agriculteurs (3 parcelles par agriculteur).

24,5% de la SAU des exploitations du projet sont **localisés en zone AAC** (Aire d'Alimentation de Captage)



Les 30 agriculteurs du projet n'ont pas été sélectionnés en fonction de leur typologie. Nous avons privilégié leurs motivations pour travailler sur un vrai projet de territoire pendant 3 ans, ainsi que une répartition territoriale pour couvrir les différents contextes pédoclimatiques du bassin Seine Normandie. En revanche, les parcelles ont été sélectionnées vis-à-vis de leur ancienneté de pratique en Agriculture de Conservation des Sols (minimum 4 années de pratique en ACS « aboutie ». Cf description P6).

ENJEUX « EAU » DES ZONES A.A.C. CONCERNEES

Principales régions agricoles	Problématiques environnementales actuelles Source : réseau AESN	AAC concernées	Problématiques de l'AAC
Craie Picarde	Tension quantitative sur les masses d'eau souterraines et superficielles. Des agricultures consommatrices d'intrants. Risque d'érosion et de ruissellement sur les zones pentues.	AAC SAINT JUST EN CHAUSSE	Nitrates
Pays de Bray	Ruissellement de surface qui s'accroît avec la disparition des prairies.	AAC FLAVACOURT AAC BEAUVAIS	Pesticides Nitrate + pesticides
Beauce	Tension quantitative sur les masses d'eau superficielles et souterraines. Des agricultures consommatrices d'intrants.	AAC BRETONVILLE	Nitrate + pesticides
Othe gâtinais	Potentiel ruissellement de surface dû aux pentes et aux textures limoneuses de certains sols. Présence de zones d'infiltration et karst favorisant l'infiltration rapide d'intrants dans les nappes souterraines (turbidité des eaux).	AAC VILLETHIERRY AAC EGRISSELLES SAINT HUBERT,	Nitrates + pesticides Pesticides
Pays de Caux	Risque d'érosion élevé dû aux pentes et aux textures limoneuses des sols. Présence de zones d'infiltration et karst favorisant l'infiltration rapide d'intrants dans les nappes souterraines (turbidité des eaux).	AAC YPORT AAC CANY-BARVILLE	Pesticides -
Calcaire Jurassique	Sols hétérogènes, superficiels et à cailloux. Sols filtrants (transferts rapides) à faible réserve utile. Risque de lessivage important sur l'ensemble de l'année.	AAC PLAINE DU SAULCE AAC BUSSY-LE-GRAND AAC CREANTON VENIZY AAC BRIENON/ARMANÇON	Nitrates Nitrates Nitrates + pesticides Nitrates + pesticides

Les indicateurs suivis sur les parcelles

La liste des indicateurs a été établie en co-construction avec les agriculteurs du réseau APAD, l'Agence de l'eau Seine Normandie, le comité technique du projet, le bureau d'étude Envilys, Nous avons également mobilisé l'appui d'experts pour valider leur pertinence aux regards des objectifs et des moyens du projet. Vis-à-vis de l'échelle de suivi (territoire Seine Normandie) il a fallu trouver des protocoles simples et accessibles à mettre en place chez les agriculteurs. Nous avons également choisi le plus souvent des indicateurs déjà utilisés dans le milieu agricole pour pouvoir facilement positionner les systèmes ACS dans le paysage agricole actuel. **Se référer au rapport qui détaillera les choix et les compromis réalisés dans ce projet.**



Azote (N)

Suivi sur les parcelles

- Performance des couverts (stockage N)
- Pratiques de fertilisation, bilan azote
- Suivi des reliquats (post récolte, entrée et sortie d'hiver)
- Vitesse de minéralisation des sols

Biblio, veille, capitalisation

- Lessivage de l'azote dans les sols ACS



Produits Phytosanitaires

Suivi sur les parcelles

- Pratiques des agriculteurs (stratégies agronomiques, IFT)
- Type de molécules utilisées
- Abondances des auxiliaires (carabes)
- Vie microbienne des sols

Biblio, veille, capitalisation

- Infiltration et biodégradation dans le sol



Changements Climatiques

Suivi sur les parcelles

- Irrigation (1 irrigant dans les volontaires)
- Evolution de la matière organique, bilan humique, stockage de carbone
- Réserve utile



Ruissellement -Erosion

Suivi sur les parcelles

- Taux de couverture des sols
- Caractérisation de l'horizon supérieur (battance, MO, structure, ratio MO/Argile, test bêche)
- Vie biologique structurante

Accompagnement & Développement



- Motivation des agriculteurs, trajectoires et évolution des systèmes ACS (témoignages),
- Performance économique du système (marges brute et nette, répartition des charges par rapport à d'autres systèmes - avec Unilassale Beauvais)

Un réseau de parcelles en polyculture, avec des rotations représentatives des petites régions agricoles du bassin

Les 30 exploitations

Tailles : de 90 à 630 ha de SAU

- Polyculture grandes cultures **16**
- Avec cultures industrielles (Bett./pdt/lin) **10**
- Polyculture – élevage
 - ovin allaitant **1**
 - bovin allaitant **4**
 - élevage avicole **1**

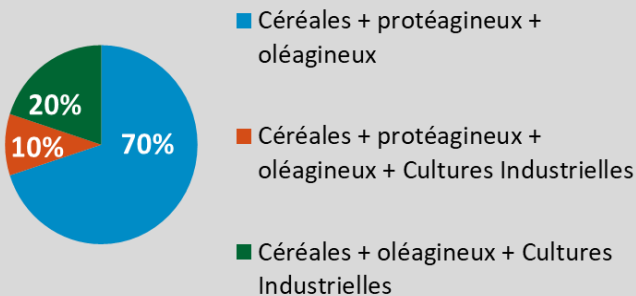
...Tous participant à plusieurs dynamiques locales...

(APAD locales, GIEE, Groupe 30 000...)

Et partageant les mêmes objectifs et valeurs : avoir des sols vivants , échanger, se former et améliorer leur système...en continu...

Les 30 parcelles

Typologie des rotations



On retrouve bien évidemment les rotations avec cultures industrielles dans la partie nord du bassin (Haut de France / Normandie).

30 parcelles → 30 successions de cultures & couverts, uniques

Nous n'avons pas dégagé de « règles générales et immuables » sur la conduite des successions de cultures et de couverts. Elles dépendent de beaucoup de facteurs. De plus, 60% des rotations sont conduites de manière opportuniste. Le choix de la culture suivante va dépendre : du niveau d'enherbement, des nouveaux marchés disponibles localement, de la faisabilité technique en ACS, des matières actives utilisées...etc.

Recul en ACS

Nombre d'années sans travail du sol	Nombre de parcelles
5-10 ans	18
10 à 24 ans	12

Le réseau de parcelles comprend donc des parcelles en transition et des parcelles avec un peu plus de recul.

Types de Sols

Bourgogne	Argilo-calcaires sup(6) Limon hydromorphe(3)
Hauts de France	Limons a silex(2); Limons argileux et Argiles sableuses profondes(3) Argiles sableuses(1); Argilo-calcaires sup(3)
Sud Bassin Parisien	Argilo-calcaires(3); Limon argileux à battant(3)
Normandie	Limon moyen à profond(6)

Les réserves utiles du réseau de parcelle sont très variables (< 100mm à + de 200mm)

Motivation et transition – les facteurs de transition vers l'Agriculture de Conservation des Sols

Pourquoi le choix de l'ACS ?

- Pour régénérer son sol (vie, structure, fonctionnalité)
- Pour résoudre des problèmes de salissement & **réduire l'utilisation des phyto de synthèse**
- Pour limiter les risques **d'érosion des sols**
- Pour assurer la **viabilité économique de la ferme**

Quels appuis techniques pendant la transition en ACS?

- 70% des agriculteurs du réseau se sont appuyés sur des expériences des agriculteurs pionniers par l'intermédiaire de visites ou de formations.
- 100% ont adhéré ou **créé** un groupe local pour avancer plus vite.
- 50% des agriculteurs déclarent poursuivre cette quête d'apprentissage en continuant de se former annuellement.

Transition vers le 100% ACS?

91% des agriculteurs enquêtés déclarent être passés par une étape de TCS (Techniques Culturelles Simplifiées). La transition est plutôt subjective et dépend beaucoup du bagage de départ de l'agriculteur et de l'année de démarrage (il y a beaucoup plus de retour d'expérience maintenant qu'il y a 10 ans). La majorité a d'abord commencé par introduire les couverts, puis diversifier la rotation, pour ensuite tester le semis direct sous couvert.

Quels freins rencontrés pendant la phase de transition?

Chaque agriculteur a vécu sa propre transition. Grâce aux témoignages individuels et aux échanges collectifs dans les groupes, les agriculteurs du réseau APAD ont synthétisé un document « Les clefs de réussite pour amorcer sa transition en Agriculture de Conservation des Sols » [Cliquez ici](#)



Enjeux « Azote » : les couverts végétaux, la clé de voûte des systèmes en ACS et de la qualité de l'eau

Les agriculteurs du réseau misent sur la réussite de leurs couverts, et ce au-delà de la réglementation en vigueur :

- ✓ Les couverts sont semés en **semis très précoces** entre le 10 juillet et le 20 août (selon les régions, les précédents et la rapidité des moissons), au semoir à disques ou à dents. 34% des agriculteurs du réseau ont les capacités de semer dans les 5 jours après la récolte (peu de chantier de paille, main d'œuvre disponible sur la ferme).
- ✓ **Les couverts sont semés à haute densité d'implantation** (280 graines implantées/m² en moyenne avec quelques implantations allant jusqu'à 460 graines/m²).
- ✓ **Une diversité d'espèces (en moyenne 5,5 espèces parmi une quinzaine d'espèces courantes)** afin d'apporter le plus de bénéfices possibles au sol et de maximiser les chances de levée. Les légumineuses composent 14 à 30% des couverts annuels du réseau (en nbre de gr/m²). Les principes de composition du mélange dépendent de plusieurs facteurs : des objectifs de l'agriculteur (cf. services attendus des couverts), des cultures déjà présentes dans la rotation, des espèces adaptées aux contextes pédoclimatiques (type de sol, pH, profondeur, drain), de la longueur de l'interculture et des cultures suivantes. Il existe donc de multiples compositions possibles.
- ✓ **Un investissement moyen (en semence) d'une valeur estimée à ~100€/ha/an** (si toute la semence était achetée).
- ✓ **La fertilisation organo-minérale n'est pas systématique** : elle est pratiquée sur 50% des parcelles du réseau et va dépendre du matériel de l'agriculteur (fertilisation localisée ou non) et de son propre retour d'expérience. 10 à 15 unités peuvent être appliquées avant la fin août.
- ✓ **La fréquence d'implantation** : jusqu'en 2019, l'implantation avant les cultures de printemps et entre deux pailles était quasi-systématique. Les 2 années de sécheresses estivales ont modifié les pratiques : valorisation des repousses, test de nouvelles méthodes d'implantations (couvert permanent pluriannuel, semis à la volée avant moisson).



Rappel des services agronomiques attendus des couverts

- Amélioration de la **structure et de la portance** des sols
- **Protection** des sols contre l'érosion et le ruissellement
- **Stimulation** de la biodiversité (pollinisateurs, prédateurs, vie du sol etc)
- **Minimisation** du lessivage hivernal (fuites de nitrates)
- **Meilleure maîtrise** de l'enherbement
- Fixation de **carbone** au sol

Enjeux « Azote » : les couverts végétaux, la clé de voûte des systèmes en ACS et de la qualité de l'eau

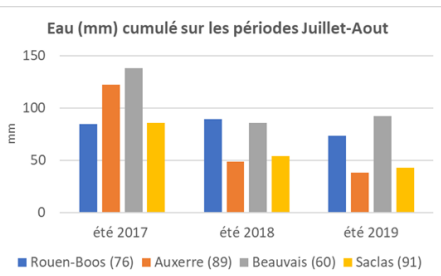
Des couverts bien menés, qui structurent le sol et **qui captent significativement l'azote**

Sur les 30 parcelles du projet, nous avons pu évaluer la performance des couverts à partir de la méthode MERCI (Méthode d'estimation des Eléments Stockés et Restitués par les Cultures Intermédiaires - (Version 2,9). Il s'agit d'un simulateur créé par les chambres d'agriculture et l'INRAE à partir de plus 10 ans d'analyses et de suivi de couverts végétaux.

Les couverts des étés 2017 et 2018 ont été particulièrement performants. La moyenne générale dépasse les références que nous avons jusqu'à présent en terme de stockage d'azote*. Les disparités entre les parcelles s'expliquent par les différences de potentiels des parcelles (profondeur de sol, taux de cailloux) ainsi que la qualité & quantité des pluies disponibles lors de l'implantation. Les étés 2019 et 2020 ont été particulièrement chaotiques en raison des sécheresses estivales qui ont nui à la qualité d'implantation, en particulier dans le sud du bassin.

*REFERENCE INRA (méthode INDIGO) « d'après les abaques de l'INRA, le couvert long peut fixer des quantités maximales de l'ordre de 80 à 100 UN/ha pour les implantations les plus précoces »

Biomasse des couverts & stockage de l'azote (MERCI V.2,9)



	Hiver 2017		Hiver 2018		Hiver 2019	
	Biomasse t/ha	Azote Kg/ha	Biomasse t/ha	Azote Kg/ha	Biomasse t/ha	Azote Kg/ha
Couvert court	NR	NR	2,3 T [0 à 4,5]	70 UN [0 à 150]	0,5 T [0 à 1,8]	13,7 UN [0 à 38]
Couvert long	3,8 T [0,4 à 13]	116 UN [21 à 347]	3,6 T [1,6 à 7]	106 UN [51 à 217]	1,1 T [0,5 à 2,4]	32,8 UN [5 à 60]

→
Sècheresses estivales
Surtout secteur sud bassin touché

Depuis 2018, les groupes d'agriculteurs du réseau APAD se penchent **sur de nouveaux itinéraires techniques plus résilients** pour réussir leurs couverts.

Les axes de développement concernent :

- les semis à la volée avant moisson,
- les semis opportunistes en fonction des pluies significatives de l'été (quitte à semer plus tard),
- la sélection d'espèces plus rustiques
- les couverts pluriannuels de légumineuses (lotier, luzerne, trèfle)

Enjeux « Azote » : l'ajustement des stratégies de fertilisation des systèmes ACS

Les stratégies de fertilisation du réseau sont très hétérogènes de part les systèmes de cultures (céréaliers majoritaires dans le panel), les relations avec les éleveurs (si échange paille-fumier) et les effets des différents contextes pédoclimatiques du secteur « Seine Normandie » qui peuvent influencer sur les dates des premiers apports. On constate - jusqu'à présent - qu'en moyenne les doses et le fractionnement de l'azote sont similaires aux systèmes conventionnels. Même si la plupart ont essayé de réduire les doses d'azote minéral au printemps, les échecs et **le manque d'outils de pilotage** performant conduisent les agriculteurs à avoir une stratégie avant tout sécuritaire.

Zoom sur le blé

Fractionnement : 3,5 passages (en moyenne)

Moyenne des apports

2016 : 201 UN sur blé

2017 : 178 UN sur blé

2018 : 181 UN sur blé

Variation Min = 110 à 220 unités

Effet précédent ++

-Dont 10 unités apportées en starter (moyenne)

-Dont 50 unités apportées au premier passage de printemps (en moyenne)

Date des 1ers apports au printemps (blé)

	1ère quinzaine de février	2ème quinzaine de février	à partir du 1er mars
2017	7,7%	61,5%	30,8%
2018	0,0%	16,7%	83,3%
2019	0,0%	62,5%	37,5%

Effet région fort (les agriculteurs des régions de Bourgogne et Ile de France ont des créneaux pour fertiliser plus tôt, alors qu'en Normandie les apports sont plus tardifs)

Et l'organique?

Fumier, lisier, fiente < 1% des apports du réseau de **parcelles** Osolemieau (dû à l'accès limité aux ressources)

Pourquoi toute la fertilisation et la nutrition des plantes est à repenser en ACS?

→ Un sol plus vivant influe sur les cycles du carbone/azote

- ✓ 15 fois plus de vers de terre "brasseurs" de sols (prélèvements OSOLEMIEAU)
- ✓ 2 fois **plus de biomasse** microbienne (analyses Celesta-Lab)
- ✓ Mycorhizes : accroissement de la richesse en espèces (Oberacker 2014)

→ **Stocker de la matière organique et du carbone, c'est aussi consommer de l'azote** 0,1% point d'augmentation de MO /ha/an = 280 kg de N nécessaire par an (en plus de celle des plantes) Sources : THOMAS-ARCHAMBEAU 2008

→ **La vitesse de minéralisation est « ralentie »** en ACS car il n'y a plus de travail de sol avant le semis. **Les outils de suivi de l'azote disponibles à ce jour ne traduisent pas les dynamiques de l'azote des sols en ACS.**

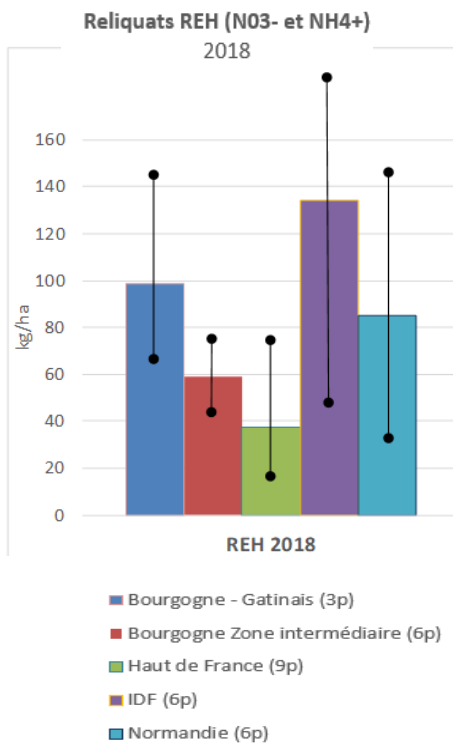
→ **Couverts non enfouis = quelles restitutions à court et à long terme?** Un manque de référence jusqu'à aujourd'hui



Notre constat : un manque d'outils de pilotage et de recherche fondamentale dans ces systèmes ACS biologiques vivants et sans travail du sol.

Enjeux « Azote » : quid du lessivage d'azote dans les systèmes ACS?

Une campagne de reliquats a été mise en place pendant les 3 années de suivi sur les 30 parcelles. Les dates ont été choisies **afin d'évaluer la dynamique de l'azote depuis la moisson jusqu'en sortie d'hiver** : reliquat azoté post-récolte (RPR), reliquat entrée hiver (REH) et reliquat sortie hiver (RSH). Pour des raisons de qualité de prélèvement (prélèvement REH fait avant le passage de la lame drainante), seule la campagne 2018 peut être évaluée dans son intégralité et être mise en perspective avec les prélèvements des autres zones AAC.



Le REH comme indicateur de risque de lessivage. On observe des résultats très hétérogènes à l'échelle du bassin, et au sein même des régions et des exploitations (variation des REH en fonction des précédents, des rendements des précédents, des cultures en place, de la fertilisation organique ou pas sur couvert l'été). Nous avons donc zoomé sur les situations pour comprendre ces disparités.

Les REH<30 unités (risque lessivage faible) : il est atteint sur 4 parcelles du réseau. Leurs points communs :

- Rendement du précédent réalisé à + de 70% de l'objectif initial (azote valorisé)
- Restitution systématique des pailles
- Un couvert « long » réussi, qui a stocké entre 80 et 150 unités d'azote en entrée hiver.

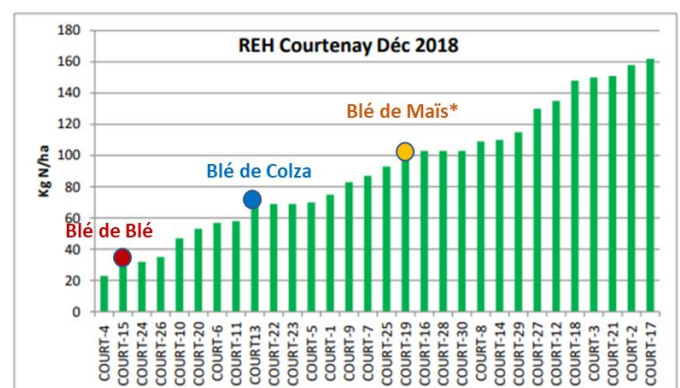
Les REH>100 unités (risque lessivage élevé) concerne 6 parcelles. Leurs points communs :

- Rendements réalisés de 30 à 70% de l'objectif (azote peu valorisé dans la culture + automne peu pluvieux)
- Des couverts et/ou cultures non réussis ou encore des fumures organiques très génératrices d'azote efficace.

L'hétérogénéité des résultats montre un fort effet du contexte pédoclimatique, ainsi **qu'un effet des combinaisons de « pratiques » très dépendant des conditions climatiques.**

Mise en perspective de ces résultats dans le paysage agricole

Il existe très peu de références accessibles sur les données REH, et qui correspondent aux zones des 30 exploitations. Grâce aux membres du comité technique, nous avons pu récupérer des données de certains secteurs cohérents. Par exemple sur la zone AAC (Aire d'Alimentation de Captage) de Courtenay : la mise en perspective des résultats de 3 parcelles présentes sur cette AAC, montre que les REH de nos 3 parcelles, bien qu'élevés sur le papier (REH>30 unités), ne sont pas les plus élevés de la zone AAC. Nous retrouvons également ces tendances sur la zone AAC BAUGY HOSPICE GOEONORD.



REH 2018 de la zone AAC de Courtenay (2018-2019)

Source : PETR du Montargois-en-Gâtinais

Les indices de couleurs correspondent à 3 parcelles suivies dans OSOLEMIEAU sur ce secteur.

Suivre les reliquats dans des systèmes vivants reste très complexe. Nous menons en parallèle un travail de bibliographie pour capitaliser tous les projets de recherche et des instituts qui travaillent sur ce sujet. D'après différentes études et suivis, la mise en place d'un système ACS **abouti** (couverts, semis direct, rotation) et maîtrisé semble être une réelle piste pour réduire le risque de lessivage. Cette analyse bibliographique est disponible dans le rapport complet

Enjeux « Sobriété et Changement Climatique » : les systèmes ACS stockeurs de carbone

Le stockage de carbone

Pour un système agricole + résilient face au changement climatique

+28 à 50% de MO par rapport aux références grandes cultures



Des sols plus riches en matière organique :

Des analyses de sol ont été réalisées par le laboratoire Celesta-lab sur les 30 parcelles.

Sur sols limoneux et sableux, les parcelles Osolemi'eau contiennent en moyenne 28% de matière organique de plus que les références laboratoire. C'est 50% de matière organique en plus pour les sols argileux.

Une augmentation de la MO « récente »

D'après les analyses, l'augmentation de MO serait directement liée à une **augmentation des quantités de Matières Organiques jeunes** (10-15 ans) alors que les Matières Organiques âgées sont en quantités équivalentes. Cela s'explique par des transitions récentes vers l'ACS qui, par la mise en place des 3 piliers, engendre une augmentation des restitutions au sol sur le court terme.

Comment chiffrer le stockage de carbone des parcelles en ACS ?



SIMEOS-AMG

Outil développé par l'INRAe et Agrotransfert permettant de modéliser les évolutions des stocks de carbone dans les sols en fonction de nombreux paramètres du contexte agricole (pédoclimat, rotation, couverts...).

46 scénarios ont été générés à partir des pratiques de 30 agriculteurs. Des résultats très hétérogènes ont été obtenus et souvent liés aux restitutions et aux apports exogènes.

Résultats :

+224 kgC/ha/an

ANALYSE TERRAIN

Calculs à partir de 2 analyses de sol (ancienne et récente)

34 parcelles ont été prises en compte avec des historiques d'analyses variés (1 à 40 ans)

Références

Données INRA

Forêt : + 240 kg C/ha/an

Prairie : + 50 kg C/ha/an

Grande culture : - 170 kg C/ha/an

Initiative 4 pour 1000

Objectif international (COP21) d'une augmentation annuelle de 0,4% des stocks de C dans les sols.

Résultats :

+558 kgC/ha/an

D'après les 2 méthodes, la dynamique de stockage de carbone est positive dans les systèmes ACS

Quels impacts sur la réserve utile (RU) des sols?

D'après les agriculteurs du réseau : un impact positif qui se constate visuellement sur le terrain

D'après l'INRAe : $\nearrow$ 1% de MO = +1,16% de RU (avec un effet plus important en sol sableux)

$\nearrow$ 12% de la RU possible après 20 ans en ACS (grâce à l'augmentation de la MO + à l'activité biologique qui multiplie les mésopores).

Cette $\nearrow$ de la RU couplée à l'utilisation de couverts (morts ou vivants) à la surface des sols apporterait donc une meilleure résistance, et donc résilience, aux accidents climatiques.

Enjeux « Ruissellement et érosion » : des sols qui se structurent progressivement



→ une nette amélioration sur l'horizon 0-10 cm :

↘ - 0,3 d'indice de battance
↗ + 14% à + 44% de MO

(analyses avec le laboratoire AUREA réalisées sur les 30 parcelles)

La qualité structurale des sols en ACS

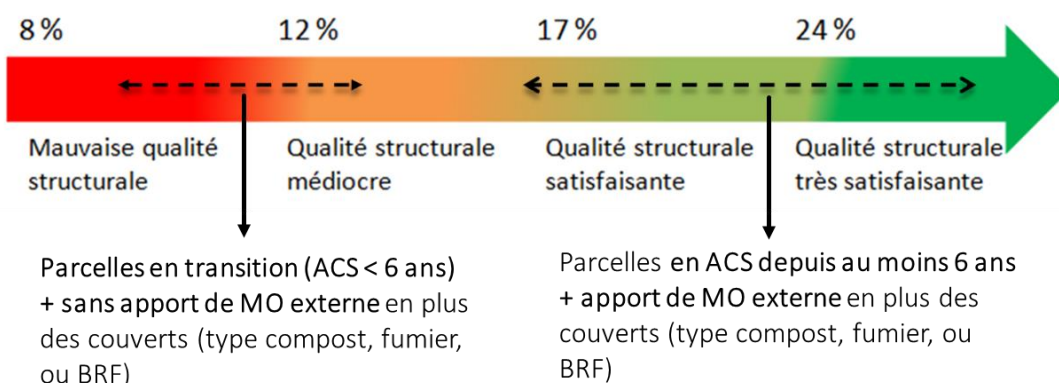
Nos indicateurs

→ Le test bêche classique sur le terrain

→ le calcul du rapport %MO/Argile, indicateur du scientifique Pascal BOIVIN (HES-SO Genève).

La moyenne des parcelles suivies se trouve à 17 %, ce qui est le seuil à atteindre pour avoir un sol de bonne qualité. Le rapport MO/Argile est supérieur à 17 % pour les parcelles ACS depuis + de 6 ans qui bénéficient d'apports extérieurs et réguliers de matières organiques (type compost, BRF, fumier). Les parcelles en transition (ACS de moins de 6 ans) et sans apport de MO complémentaire (hors paille et couvert) présentent un rapport MO/Argile inférieur à 12 %. La période de transition au semis direct sous couvert et la gestion des matières organiques (bilan humique) prennent donc tout leurs sens.

Notation de la qualité structurale d'un sol via le rapport MO/Argile

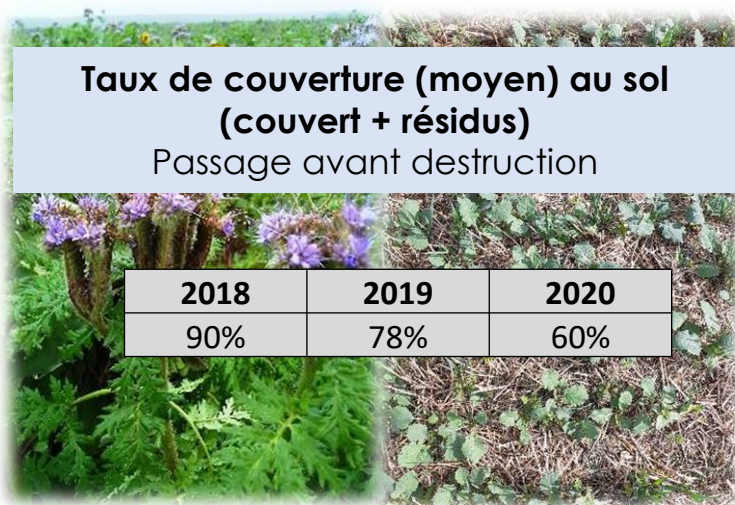


Un potentiel de couverture et de protection élevé pour réduire l'érosion pendant les périodes à risque (si le facteur eau n'est pas limitant)

La couverture du sol est assurée par les restitutions des résidus de cultures et les couverts en place qui permettent de réduire significativement le ruissellement. **Ce taux de couverture du sol, atteignant 90%** en 2018, s'est réduit les 2 autres années de suivi en raison des sécheresses estivales dans le sud de la zone.

Taux de couverture (moyen) au sol (couvert + résidus) Passage avant destruction

2018	2019	2020
90%	78%	60%



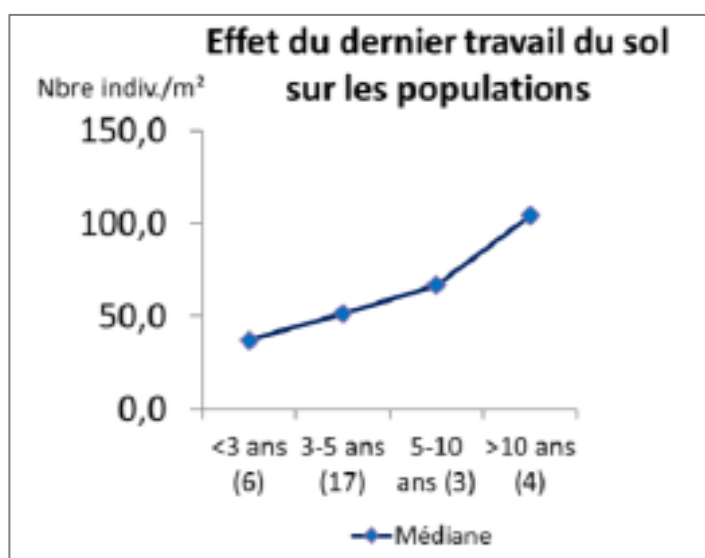
Observatoire de l'agriculture de conservation des SOLs sur le bassin Seine Normandie : Evaluation des conditions de réussite et Mesures d'Impact sur la qualité de l'eau

Enjeux « Ruissellement et érosion » : la biodiversité au service de la macro-porosité

Les vers de terre participent aussi à la structuration et à la porosité des Sols en ACS

La méthode choisie pour les comptages est celle de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité – OAB - (prélèvement à la moutarde).

Nous nous intéressons au nombre d'individus et à leur biomasse. Sur les 30 parcelles pilotes ce sont en moyenne **72 individus/m²** qui ont été dénombrés soit **15 fois + que les moyennes des systèmes avec travail du sol** (Source OAB 2018).



15 fois +
d'individus
/m²

Facteur 3
à partir de 10 ans d'ACS
sans travail du sol

L'ACS favorise la **diversité écologique des populations** qui explorent tous les horizons du sol



EPIGE (1-5cm)

Rôle : participation au fractionnement des matières organiques mortes.



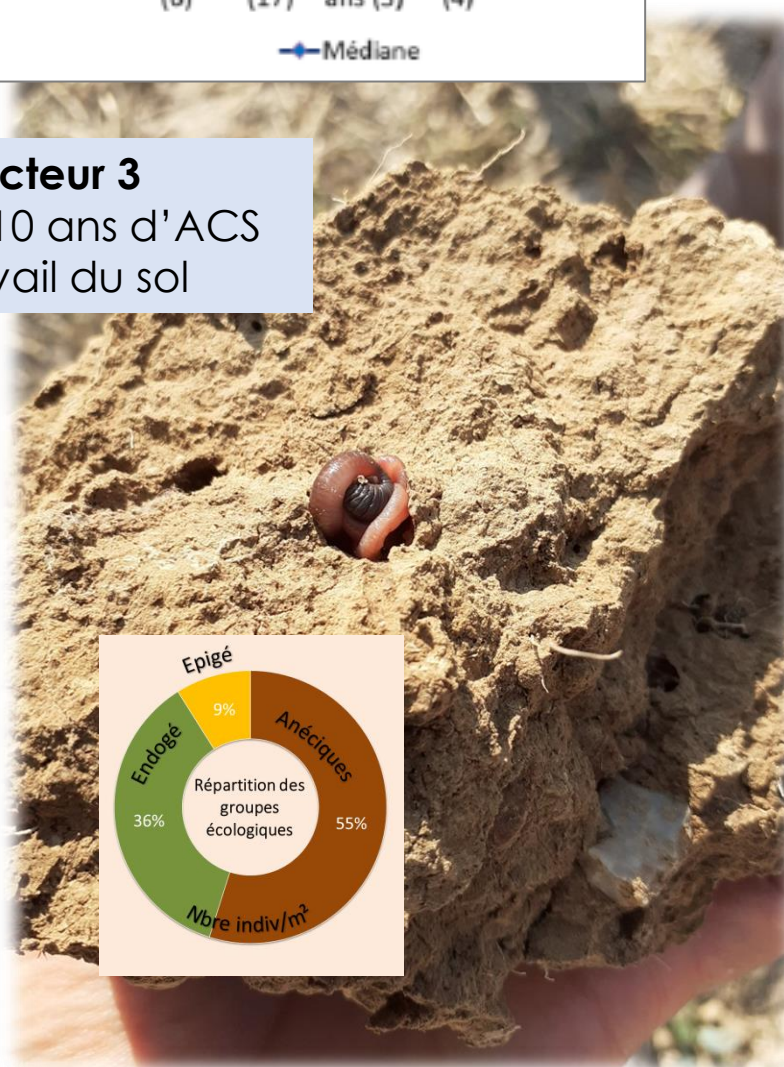
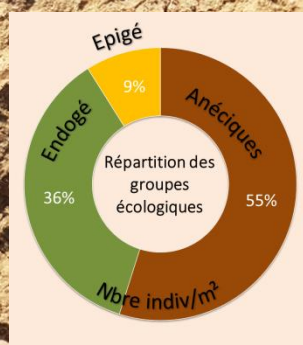
ENDOGE (1-20cm)

Rôle : création d'une « structure grumeleuse », influençant la rétention et l'infiltration de l'eau dans le sol.



ANECIQUE (10-110cm)

Rôle : fragmentation de la matière organique morte en surface, enfouissement et brassage de cette matière organique avec le sol ingéré.



Enjeux « Phyto » : infiltration et biodégradation des produits phytosanitaires dans les sols ACS

Problématique : L'Agriculture de Conservation des Sols par l'augmentation de l'activité microbienne qu'elle vise dans les sols, permet-elle **d'augmenter la dégradation des matières actives** utilisées pour la protection phytosanitaire et donc de **diminuer leur transfert** ?

Dans le cadre du projet OSOLEMI'EAU, nous avons réalisé une synthèse bibliographique des différents projets et études en cours sur ces sujets :

Schéma simplifié du devenir d'un produit phytosanitaire à partir de son application
(Source : Eau et produits phytosanitaires en Auvergne Rhône Alpes)

Volatilisation

Sols en ACS : présence d'une couverture permanente

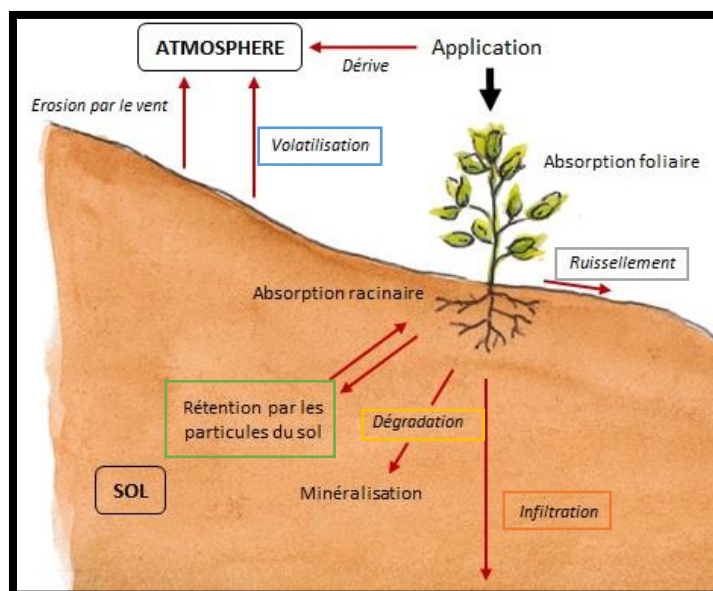
Semble $\nearrow$ la volatilisation de certains produits

Remarque : Un travail est réalisé sur la formulation des produits pour limiter ce flux.

Ruissellement

Sols en ACS : $\searrow$ des phénomènes de ruissellement (couverture, MO, rugosité...)

$\searrow$ drastique des transferts de matières actives via ce flux



Rétention

Sols en ACS : taux de MO important

$\nearrow$ des phénomènes de rétention

- Limite les transferts
- Peut faire diminuer l'efficacité de certains produits

- Diminue la biodisponibilité des matières actives (compensé par la forte activité microbienne de surface)

Dégradation

Sols en ACS : $\nearrow$ de la biomasse et de l'activité microbienne

$\nearrow$ de la biodégradation des matières actives (jusqu'à 20% en plus)

À noter que les analyses Celesta Lab ont identifié 2 fois plus de biomasse microbienne dans les sols du réseau OSOLEMI'EAU (par rapport aux références grande-culture du laboratoire)

Infiltration

Sols en ACS : augmentation de la microporosité, de sa continuité et de la capacité d'infiltration

$\nearrow$ potentielle de l'infiltration des matières actives? très difficile aujourd'hui à chiffrer...

Les processus intervenant dans le devenir environnemental des produits phytosanitaires sont nombreux, **complexes** et en interrelations fortes. La pratique de l'agriculture de conservation des sols permet globalement de **limiter leurs fuites** et favoriser leur dégradation (couverture des sols, augmentation des teneurs en MO et amélioration de l'activité biologique). Mais : compte tenu des objectifs de qualité de l'eau, il est impératif de réduire les applications (moins de phytos utilisés = moins de transferts, c'est une corrélation évidente et retrouvée dans toutes les études).

Enjeux « Phyto » : Quelles pratiques utilisées dans les systèmes ACS pour gérer le parasitisme?

Les stratégies de gestion des ravageurs et maladies

Des résultats encourageants et des progrès à poursuivre



Les leviers agronomiques utilisés en préventif

Des alternatives qui se généralisent

- **Les cultures associées et dates de semis** précoces pour les colzas
La technique des colza associés est utilisée sur 100% des colzas des 30 parcelles suivies (2018), et les colzas implantés entre le 6 et le 25 août n'ont pas eu recours aux insecticides sur petites altises.
- **Les couverts végétaux** qui favorisent les auxiliaires et peuvent perturber les cycles de développement de certains ravageurs.
- L'utilisation de produits de biocontrôle, de biostimulants, de préparation fermentées (purins, macérations, TCO...) est un axe en voie de recherche et développement dans les exploitations du réseau.
- Les **perchoirs à rapaces** sont également utilisés par 5 des 30 agriculteurs du réseau.
- **La diversité variétale**, notamment dans les blés et colza (de 3 à 7 variétés) qui permettrait de réduire le risque de développement des maladies fongiques.

Nos indicateurs

Des résultats positifs sur la vie du sol et sur la réduction significative des usages **de fongicides et d'insecticides**



Suivi de la biodiversité auxiliaire sous cultures et couverts

Avec l'utilisation de **pièges barber** sur les 30 parcelles, ce sont quelques 9 242 carabes et 8 336 autres insectes/animaux piégés en 4 mois sur une surface globale inférieure à 1m². Les carabes identifiés sont à **plus de 90% des carnivores** (friands des limaces, des pucerons). Les staphylins et les araignées également piégés sont aussi des agents de contrôle biologique des cultures.

Les IFT* Hors Herbicides sont à la baisse

D'un point de vue **quantitatif**, l'analyse de 4 années de données (2016-2017-2018-2019) montrent que les IFT Hors Herbicide (sans traitement de semences) **sont plus faibles** que les références Agreste **(-20 à -60% d'IFT HH selon les régions)**. Même si les dynamiques dans les régions sont différentes (effet pression localisé), cela s'explique par **les nombreux leviers agronomiques** mis en place sur les exploitations du réseau pour activer une lutte préventive de qualité.

*Indice de Fréquence de Traitement

Enjeux « Phyto » : Quelles pratiques utilisées dans les systèmes ACS pour gérer le parasitisme

Les stratégies de gestion de l'enherbement

Des résultats encourageants et des progrès à poursuivre



Les leviers agronomiques utilisés en préventif

→ **La couverture végétal vivante** (annuelle, pluriannuelle) à haute densité d'implantation : semés relativement tôt, à densité importante, et régulièrement dans la rotation (avant culture de printemps et culture d'hiver), le couvert a le potentiel d'étouffer déjà un bon nombre d'adventices si les conditions météorologiques le permettent.

→ **Le mulch de surface** (broyé ou laissé) : par son effet couvrant, il réduit l'accès à la lumière pour les graines d'adventices.

→ **L'arrêt du travail du sol** : évite la mise en germination des adventices.

→ **Les rotations et l'alternance entre culture de printemps, d'été et d'automne.**

Les axes de développement dans les réseaux d'agriculteurs

R&D en direct chez les agriculteurs

Au-delà du projet OSOLEMI'EAU, les associations locales mettent en place des essais pour réduire l'enherbement et réduire les IFTs.

Zoom sur le projet - SOLutions ACS

Plateformes d'essais sur les thématiques de l'enherbement et la recherche d'alternatives au glyphosate

[Plus d'info – Cliquez ici](#)



Leviers testés : rotation, différents modes de désherbage avant le semis des cultures (rouleau, scalpage, alternative chimique, broyage), des couverts implantés à haute densité et une nutrition optimisée du sol et des cultures (approche Albrecht-Kinsey et microbiologie des sols).

IFT Herbicides - Des tendances à la réduction des usages

Les analyses IFT Herbicide de blé et colza 2016-2017-2018-2019 (culture les + abondantes dans le panel) semblent **légèrement au dessus des références Agreste**. A noter qu'il existe de **fortes disparités régionales** et des cas particuliers selon la pression adventice présente. **On observe une nette amélioration en 2018 et en 2019** (les parcelles de Bourgogne et de Normandie sont passées en dessous de la barre des IFTs de référence régionaux (-34% et -8%) . Ce qui montre que les efforts sont faits et sont à poursuivre sur cette thématique.

Cas du glyphosate : L'utilisation du glyphosate, s'adapte au salissement (16 cas d'application sur 24 sont faits avant l'implantation du blé tendre). Les 3 années d'analyse de données montrent qu'en moyenne 1/3 de la dose homologuée est utilisée sur les parcelles par année. Il représente en moyenne 12% à 20% de l'IFT herbicide moyen du réseau.

Enjeu « Développement » : Quelle performance et résilience économique des systèmes ACS?

L'ACS tient la route économiquement



Les rendements dépendent de la maîtrise technique de l'Agriculture de Conservation des Sols.

Sur les 4 campagnes suivies, on observe des rendements :

- Équivalent aux moyennes régionales sur les cultures d'hiver
- Légèrement inférieurs sur les cultures de printemps (5-10qtx/h) (technique qui reste à maîtriser)
- A noter que des études sont en réflexion pour évaluer la qualité nutritionnelle des productions ACS

Le système ACS permet de réduire les charges de mécanisation, et d'optimiser le temps de travail
(en comparaison aux techniques TCS et labour)



Des économies :

- ✓ **sur les charges de mécanisation** : de -8% à -23%
- ✓ **Sur les dépenses de gasoil** : de -37% à -60%



Optimisation de temps : 22% à 50% de temps optimisé (temps tracteur diminué au profit de l'observation, de la formation, ou de développement d'activités complémentaires : transformation à la ferme, emplois saisonniers etc...).



Le système ACS compense l'absence de travail du sol mécanique **par des investissements dans le végétal (semences)** : compter entre +17 Euros à + 80 Euros/ha selon la culture en place et le type de couvert utilisé (annuel, permanent).



Les point forts



Un risque lessivage d'azote amoindri de par un investissement important dans la technique du couvert végétal (fréquence, implantation drue, investissement technique et financier favorisant leurs réussites et efficacité) : Les couverts en ACS, par leur technicité, peuvent pomper 2 à 3 fois plus d'azote que les seuils de références actuels. Nous observons de **bons** résultats sur les reliquats seulement si l'ACS est aboutie, maîtrisée et si les facteurs climatiques ne sont pas limitants.

Une utilisation fréquente de leviers agronomiques qui permettent de réduire la pression parasitaire (surtout sur les ravageurs et les vecteurs de maladie des cultures): Couverture des sols, non travail du sol, **diversité végétale** dans les rotations (surtout dans les couverts, les associations culturales, les mélanges variétaux) : ces combinaisons de leviers agronomiques, ainsi qu'un nombre d'auxiliaires élevé (carabes, araignées etc.) peuvent expliquer le fait que les IFT Hors Herbicides sont significativement plus bas (-20 à -60%) que les références Agreste régionales sur les 4 campagnes.

À noter **que 2 fois + d'activité microbienne a été identifiée dans les sols par rapport aux références de laboratoire (ce qui favoriserait la biodégradation des produits phytosanitaires)**. Cette biodégradation pourrait atteindre jusqu'à 20% selon les métabolites (source INRAe).

Un système qui réduit le risque de ruissellement de surface grâce aux propriétés physiques et biologiques des sols et par la présence de couverture végétale performante :

- Un taux de couverture des sols pouvant atteindre 90%, les années où l'eau n'est pas le facteur limitant
- Une amélioration de l'horizon 0-10cm : +14 à +44% de MO, réduction de l'indice de battance de surface (-0,3) , indicateurs scientifiques positifs quant à la qualité des sols (Ratio MO/Argile>17%)
- 15** fois plus de vers de terre que les systèmes cultivés français par rapport aux systèmes avec travail du sol.

Un stockage de carbone important permettant de palier à terme les effets du changement climatique, et d'augmenter indirectement la réserve utile des sols :

- 68% des parcelles suivies répondent aux objectifs du 4 pour 1000. Le stockage varie aussi en fonction des rotations et des restitutions de paille au sol.
- Le suivi des analyses de sol estime un stockage moyen autour de +558 kgC/ha/an (référence INRA Grande culture = -170kgC/ha/an)
- Une réserve utile qui pourrait augmenter de 12% en 20 ans d'après la recherche.

Les pistes de progrès

La réussite technique des couverts dans un contexte de changement climatique : bien que maîtrisant la technique de base, les agriculteurs doivent évoluer pour trouver des créneaux et des espèces les plus adaptés. Les efforts de recherche 'agriculteur' se portent sur les semis avant moissons et les couverts pluriannuels.

Un besoin d'outils pour mieux comprendre les dynamiques de l'azote dans les sols et mieux piloter la fertilisation : avec l'arrêt du travail du sol et les couverts, toute la stratégie de fertilisation organo-minérale est à repenser. La réduction de dose minérale n'est pas encore significative en système céréalier, où les ressources organiques (hors couverts/pailles) sont limitantes. L'APAD sollicite donc l'appui de la recherche pour aiguiller les agriculteurs sur ce volet.

Un besoin de R&D pour mieux gérer l'enherbement dans les systèmes ACS :

Les leviers agronomiques mobilisés aujourd'hui répondent à de multiples services mais ils ne sont pas suffisamment performants sur la gestion des adventices :

- 1)les couverts ont un objectif de structuration de sol et de préservation de la fertilité avant tout
- 2)la diversité des cultures de vente est toujours limitée par les débouchés, la rentabilité et la valorisation des produits,

C'est pourquoi, l'IFT Herbicide est, en moyenne, équivalent aux références Agreste régionales sur les 4 campagnes. Mais des résultats encourageants ont été perçus dans certaines régions. Depuis les groupes locaux (APAD, Sol en Caux) se sont regroupés en groupe 30 000 /GIEE et mettent en place des plateformes de démonstration pour identifier collectivement des leviers agronomiques plus efficaces et rentables sur la gestion de l'enherbement.

Focus glyphosate :

Les agriculteurs du réseau utilisent ce produit comme un outil de gestion de l'enherbement avant le semis de la culture (gestion des graminées, et problématiques vivaces). Entre 2016 et 2020, il est utilisé à dose faible (1/3 de la dose homologuée en vigueur lors du suivi) et représente environ 10 à 20% des IFT Herbicides. Des projets sont en cours au sein des groupes pour substituer et/ou réduire les doses de cet outil controversé.

Projet OSOLEMI'EAU



Bilan 2016-2020



Merci à tous les Agriculteurs contributeurs du projet



APAD Centre Est

DELOGE Frédéric
TARDIT Philippe
PICOCHÉ Dominique
THIEBLEMONT Franck
NIVERT Fabien
TROTIER Fabrice
LEFORT François
GAEC ST FIACRE
SEP DE BORD
VECTEN Yves
FAVEREAU Cyrille
GAEC LAVIER



APAD Picardie

PEAUCELLIER François
FOURDRAINE Christian
LEFEVRE Eric
HUE Benoît
VANDENABEELE Antoine
GRARD Olivier & Charlotte
POTTIER Daniel
FLE Olivier
VERVAEKE François



APAD Sud Bassin Parisien

JOIRIS Ludovic
NAUDIN Christophe

LELUC Paul-Henri
MARTIN Bertrand



Sol en Caux

DE COOLS Jacques
TASSEL Olivier
BELLET Joseph & Marjorie
CHEDRU Antoine
LEBAS Serge
ROUSSEL Matthieu
BOUQUET Marc

Contacts projet

APAD

Marine DESCAMPS

Marine.descamps@apad.asso.fr

Justine LEBAS

Justine.lebas@apad.asso.fr



AESN

Jérôme RATIARSON

Ratiarson.jerome@aesn.fr

Simon Bezain

Bezain.simon@aesn.fr

