

Les clefs de réussite pour amorcer sa transition en Agriculture de Conservation des Sols

PREAMBULE

Ce document a été élaboré dans le cadre du projet « Réseau rural ACS – ACSélérateur de la transition agro-écologique », qui a pour vocation de faciliter et favoriser le développement de l'Agriculture de Conservation des Sols dans les territoires.

Il a été conçu à partir des retours terrains issus des groupes d'agriculteurs partenaires et des techniciens qui les suivent.

Il n'a évidemment pas pour vocation de remplacer une approche collective de formation, de participation à des interventions techniques, de bibliographies ou consultation des différents supports ressources existants.

Mais il a l'intérêt de préciser, à partir des témoignages des pionniers de l'ACS, les clefs de réussites les plus évidentes pour permettre une transition réussie dans le temps, en évitant les pièges du début de la transition.

Pour aller plus loin, il est évidemment impératif de consolider ces premières pistes en s'entourant et échangeant avec d'autres agriculteurs, en allant faire des tours de plaines, en s'inscrivant régulièrement à des formations ou journées techniques.

Bonne lecture !

En route vers l'ACS !

L'équipe APAD

Ce document a été financé par :



Avec l'appui de l'INRAE – Jean-Pierre Sarthou





Les clefs de réussite pour amorcer sa transition en Agriculture de Conservation des Sols

L'APAD, en promouvant l'agriculture de conservation des sols (ACS), a la volonté de remettre l'agronomie et le sol au cœur du système de production tout en aidant les agriculteurs à être autonomes dans leurs réflexions et leurs décisions. Se lancer dans ce nouveau système de production implique de revisiter le système global de son exploitation en se basant sur **les 3 piliers : le non-travail du sol et semis-direct, la couverture permanente des sols et la diversification végétale dans les rotations des cultures.**

Il n'existe pas de modèle « tout fait », car ce système doit être pris en main et adapté en fonction des contextes pédoclimatiques propres à chaque exploitation, de l'environnement socio-économique et des objectifs fixés par agriculteur.

Ce document met en avant les clefs de réussite pour démarrer sa transition vers un système en agriculture de conservation des sols. Pour ne pas alourdir le document, certaines notions d'agronomie sont abordées de façon succincte ; pour aller plus loin dans la compréhension de certains phénomènes, il sera nécessaire de consulter des livres spécialisés.

Pour les préconisations techniques, elles sont issues des nombreuses expériences d'agriculteurs pratiquant l'ACS depuis plusieurs années.

Ces préconisations obtiennent un certain consensus même si des particularités locales peuvent amener à des préconisations différentes.

Observer, analyser, comprendre, agir sont nécessaires dans ce système de production qui allie production de matières premières et protection de l'environnement.

INTRODUCTION : Qu'est-ce que l'Agriculture de Conservation des Sols ?

L'Agriculture de Conservation des Sols (ACS) est clairement identifiée au niveau international, par la FAO ([Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture](#)) et par le Soil Conservation Project en Europe, comme un système garantissant la durabilité de l'usage des sols agricoles. De même, au niveau français, l'INRAE met en avant ce système pour ses avantages environnementaux garantissant un maintien quantitatif et qualitatif de la production agricole. L'ACS est en fait un système de production innovant pratiqué seulement par quelques pourcents des exploitations françaises (1.7% selon l'INRAE) et qui vise en premier lieu à protéger la ressource sol. Malgré des connaissances limitées sur le fonctionnement des sols, car l'étude de ce milieu est relativement récente, nous savons qu'ils regorgent d'une vie impressionnante entre les microorganismes qu'il abrite : bactéries, champignons... mais aussi macroorganismes tels que vers de terre, collemboles, myriapodes, carabes... Tous en interaction, ces organismes sont indispensables aux plantes car ils leur mettent à disposition les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance et à leur bonne santé. Ces êtres vivants sont en capacité de recycler la matière organique mais aussi de conférer une forte cohésion entre les particules minérales du sol permettant ainsi de limiter les phénomènes d'érosion hydrique (coulées de boues, inondations...) et éolienne (nuages de poussières), réponse à des événements climatiques de plus en plus fréquents et intenses.

Ainsi l'ACS, dans la mise en place des **trois grands piliers** suivants, cherche-t-elle à favoriser et protéger cette vie du sol afin d'en exploiter au mieux les bénéfices :

- le **non travail du sol**, c'est-à-dire l'absence de bouleversement mécanique ou de préparation de sol avant un semis. Le seul outil en contact avec le sol devient l'élément semeur du semoir (semoir de semis direct) qui dépose simplement la graine en ne remuant pas ou très peu les agrégats de surface. Le tout pour conserver un milieu « sol » le plus stable possible sachant que les microorganismes peuvent être très sensibles à une modification de luminosité, d'humidité ou de température. Ce pilier permet également de lutter contre les adventices (autrement appelées « mauvaises herbes ») d'une façon nouvelle : en évitant la germination de leurs graines et en favorisant la dégradation naturelle du stock semencier par la biodiversité (oiseaux, arthropodes, vers de terre, champignons...) qui peut dégrader les graines non désirables.

- la **couverture permanente** des sols qui conduit entre deux cultures principales à laisser les résidus de culture en surface ou à l'utilisation de couverts végétaux appelés d'interculture. Ainsi, on va permettre le développement d'espèces souhaitées qui ne seront pas récoltées mais rendues au sol pour alimenter la biodiversité du sol, aérer les sols par leurs racines et stocker les éléments nutritifs avant qu'ils ne soient lessivés. Cette couverture permanente permet également de protéger la vie du sol en conservant l'humidité du sol et en limitant les chocs de température.

- la **diversité végétale** en rotation et dans les couverts. Toujours dans cet objectif de favoriser la biodiversité et donc de restaurer les équilibres naturels, les systèmes en ACS privilégient le recours à de nombreuses espèces végétales conduisant à une multitude de ressources alimentaires pour la faune et la microflore du sol, et améliorant ainsi la fertilité naturelle des sols.

Appliqués simultanément, ces trois principes copient le fonctionnement de la nature et rendent ainsi de **nombreux services écosystémiques** capables de maintenir le niveau de production et d'assurer la sécurité alimentaire tout en préservant les sols, le climat, l'eau, la biodiversité et le dynamisme des zones rurales.

En cela, l'ACS est différente :

- Du semis direct (il s'agit seulement d'un pilier de l'ACS, pris isolément)
- Des techniques culturales simplifiées, qui consistent à diminuer le travail du sol, en remplaçant le labour profond par un travail du sol superficiel à l'aide d'outils spécifiques (strip till ou autre)

Comprendre ces différences est essentiel, car les résultats économiques et environnementaux obtenus selon si on met en œuvre l'ACS (stricto sensu), le semis direct seul (sans couverts, sans diversité des espèces cultivées) ou les TCS sont complètement différents.

FOCUS – DEFINITION DE L'Agriculture de Conservation des Sols -

Fanny Roocks, Hélène Salva, Jean-Pierre Sarthou. 2016. Agriculture de conservation des sols : Définition. Dictionnaire d'Agroécologie, <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/agriculture-de-conservation/>

Définition :

Agriculture qui repose sur trois grands principes agronomiques appliqués simultanément : la suppression de tout travail du sol, la couverture (végétale ou organique) permanente du sol ainsi que la diversification de la rotation culturale.

Le principal objectif de cette combinaison de principes est de réduire la dégradation des sols et d'améliorer à terme leur fertilité en utilisant intensivement les processus biologiques et écologiques de l'écosystème sol en remplacement de certains intrants. Des problèmes d'érosion éolienne et hydrique aux États-Unis et au Brésil sont à l'origine de cette évolution de l'agriculture. La diffusion de ces pratiques a été relativement lente en France.

Chaque principe est composé d'un ensemble de pratiques. Cependant, l'agriculture de conservation ne correspond pas seulement à une addition de pratiques mais aussi à des interactions entre composantes du système. Par exemple, la diversification et l'allongement de la rotation culturale, couplés à la mise en place de cultures intermédiaires, ont pour but de limiter adventices et autres bioagresseurs. Cela permet ainsi de diminuer les intrants phytosanitaires et, à terme, les engrais azotés si les couverts d'interculture mais aussi les cultures de vente contiennent des légumineuses. Les autres principaux bénéfices apportés par l'agriculture de conservation sont la réduction du temps de travail et de la consommation d'énergie fossile par hectare, l'amélioration de la vie du sol, l'accroissement du taux et la gestion durable de la matière organique du sol, la diminution de l'érosion et la limitation de l'évaporation des sols. L'agriculture de conservation demande une plus grande maîtrise technique qu'en travail du sol, pour assurer un bon semis et une bonne levée des cultures. La conservation d'une bonne vie du sol s'inscrit dans la préservation de la biodiversité et l'entretien de la fertilité des sols, qui sont des principes de l'agroécologie.

Les systèmes rencontrés en agriculture de conservation sont très variés puisque le choix des pratiques se fait en fonction des caractéristiques de la situation de production (pédoclimat, contexte socio-technique, ...). De plus, les principes sont souvent appliqués partiellement, correspondant la plupart du temps à des étapes de transition, ce qui augmente cette diversité.

Comment amorcer sa transition ? Clefs de réussites

Ce guide s'articule autour de 3 axes : l'agriculteur, le sol et les plantes.

L'agriculteur

Cela peut paraître anecdotique, voire caricatural, mais la première clef de réussite d'un changement de système, c'est bien l'agriculteur lui-même !

- **Lever les freins psychologiques**



Semer dans un champ avec du couvert oblige à changer sa vision d'une parcelle "propre"

Le labour reste la référence dans de nombreux modèles agricoles. Visuellement, un champ labouré se reconnaît par un champ marron sans aucun résidu de cultures en surface. Aller vers l'ACS, c'est changer sa vision des choses en acceptant des débris végétaux en surface et des plantes en décomposition. La culture toute juste levée étant parfois difficilement visible dans les débris de couverts. Souvent mal

perçue, cet aspect visuel peu conventionnel entraîne un regard négatif des voisins et de la famille, parfois

difficilement supporté par les « débutants » en ACS. Pour faire face à ce regard souvent critique des voisins et de l'entourage, il faut donc être convaincu des bénéfices apportés par ce système ACS, rencontrer d'autres agriculteurs pratiquant le même système et **être bien prêt dans sa tête**.

Dans les entreprises agricoles avec associés (GAEC, SARL), la décision d'évolution doit se prendre collectivement et **les associés doivent être sur la même longueur d'onde**. En cas de déception dans les résultats obtenus, le choix de système agricole peut être remis en cause par les associés et entraîner des tensions au sein même de la structure associative.

L'aspect psychologique est vraiment un paramètre important dont l'agriculteur souhaitant évoluer vers l'ACS doit être conscient. De nombreux témoignages d'agriculteurs expriment cette difficulté d'être incompris par leur entourage et soulignent l'importance d'être préparé à cet aspect de l'ACS, finalement plus sociologique que technique !

Alors : comment bien se préparer ?

- **Se former en permanence**



Lors d'un changement global de façon de pratiquer son métier, **l'échange en groupe entre pairs** (pionniers et débutants) est l'un des principaux facteurs clef de réussite pour ne pas se sentir seul. Il ne faut pas arrêter de **se former**, d'échanger avec d'autres agriculteurs, de bénéficier d'un coaching, de s'informer sur les actualités (revue, réseaux sociaux, réseaux d'agriculteurs, livres, etc.).

C'est là que se situe toute l'importance du développement d'un réseau comme l'APAD avec des associations locales, elles-mêmes fonctionnant avec des groupes locaux pour être au plus près des spécificités agro-climatiques locales.

Echanger entre agriculteurs est source de progrès pour tous

Se rapprocher de collectifs d'agriculteurs ACS locaux permet également d'échanger et d'avancer plus rapidement dans la transition vers l'ACS en bénéficiant des expériences des autres agriculteurs pour ne pas reproduire des erreurs déjà commises. Ces échanges permettent également d'identifier les limites de l'exploitation et d'éviter les erreurs de débutants, de bénéficier des connaissances acquises par les agriculteurs pionniers pour faciliter sa transition. La formation, elle, permet d'aborder des thématiques plus spécifiques, parfois sur des sujets peu maîtrisés dans la sphère agricole classique comme par exemple la compréhension du fonctionnement des sols, l'évaluation des impacts des pratiques sur le sol, l'identification de ses besoins etc...

Cela permet également d'aborder sa transition avec des agriculteurs qui sont dans la même situation que nous, soit en termes pédoclimatiques soit en termes de système de production (polyculture, polycultures-élevage, etc...) soit en termes de maturité de leur projet de transition. Des formations ciblées peuvent ainsi s'organiser, en repartant des besoins et attentes du groupe (et non d'un catalogue de formation « figé », inadapté).

- **Ecrire son plan d'actions pour démarrer sa transition**



Ecrire ses objectifs et les étapes pour les atteindre permet d'anticiper ses décisions

Il ne faut pas s'éparpiller dans la mise en place de ce nouveau système. Se lancer dans un tel système, c'est avoir une approche différente des références liées à l'ancien mode de production, une nécessité de prendre en compte de nouveaux paramètres. Il faut se donner des objectifs à atteindre et des dates clés. Ecrire un plan d'actions avec des objectifs clairs est gage de réussite. Ces objectifs doivent être précis avec des chiffres et des dates. Les différentes actions datées permettent de vérifier les avancées effectuées et de se donner un guide de réussite. Ecrire ce plan d'actions permet également d'anticiper chacune des décisions qui devront être prises et ainsi ne pas les subir : chaque agriculteur

devient alors pleinement acteur de ses décisions. Chaque plan d'actions est spécifique et doit être écrit par l'agriculteur. Le coaching avec des agriculteurs expérimentés permet d'en vérifier la cohérence.

- **Il faut essayer !**



Tester sur sa ferme permet de visualiser rapidement ce qui fonctionne le mieux chez soi

Les différentes pistes identifiées lors des formations/échanges/lectures doivent toujours être **testées sur sa ferme** pour avancer. Même sur une bande, en étant vigilant, dans ce cas, à bien respecter les différences d'itinéraires techniques : trop souvent, les bandes sont menées de façon identique entre travail et non travail du sol si ce n'est l'implantation : comme on le verra par la suite, une culture en ACS ne se conduit pas de la même façon donc il faut s'adapter.

Il faut éventuellement, pour se faire la main, tester sur une partie de la ferme, pour ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier ! Les essais sur bandes permettent de prendre ses marques,

de s'approprier les méthodes et de s'en faire sa propre idée. Même si ces essais ne donnent pas un résultat positif, il faut toujours **tirer un apprentissage de ce que l'on teste** : un échec analysé et compris devient une expérience. Il faut se forcer à expliquer pourquoi ça n'a pas marché. Un système qui ne subit pas d'échecs est un système qui ne teste pas et qui donc n'avance pas.

Le sol

- **Connaître son sol**

L'Agriculture de Conservation des Sols remet le sol au cœur du système de production. Lorsque l'on se lance dans ce système, il faut connaître son sol et son potentiel. Un diagnostic multicritère peut ainsi être réalisé sur la parcelle :



Savoir diagnostiquer son sol est important en ACS pour optimiser son fonctionnement

- ✓ Diagnostic chimique (analyse de sol avec richesse et disponibilité des différents éléments)
- ✓ Diagnostic physique (texture, structure du sol, test bêche, profil de sol...)
- ✓ Diagnostic biologique (comptage de vers de terre, flore adventice présente)

- **Démarrer sur un sol sain**

Arrêter tout travail du sol va remettre en cause tout le fonctionnement de ce sol. Le métal devra être remplacé par le végétal, le biologique ; cette transition doit être anticipée : tout problème de sol, en particulier de structure, pénalisera une évolution optimale de la biologie. Démarrer sur un sol sain, exempt de problèmes de structure et de forte pression adventices, est donc idéal. Il peut s'avérer nécessaire de démarrer directement après le dernier labour si une problématique existe et implanter aussitôt un gros couvert végétal qui commencera la structuration biologique.

Le sol est au cœur du système Agriculture de Conservation de Sols. Afin de pouvoir l'observer le plus souvent possible, une bêche dans son coffre de voiture est toujours utile ! C'est l'outil n°1 de l'agriculteur !

Il est également nécessaire de procéder aux amendements chimiques nécessaires pour obtenir un pH de sol correct et un bon remplissage de la CEC.

- **Mais c'est quoi un sol sain ?**

- a. **Pas excès d'eau**

Un sol est constitué d'eau, d'air, de matière organique (vivante ou morte) et d'agglomérats de particules plus ou moins fines :

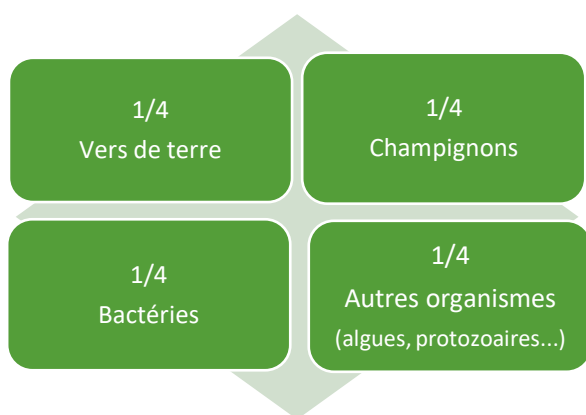
- Les particules d'argile (inférieurs à 2 μm)
- Les limons (entre 2 μm et 50 μm)
- Les sables (entre 50 μm et 2mm)
- Les graviers et cailloux (au-dessus de 2mm)

Les particules d'argile du sol et la matière organique forment un ensemble appelé « Système Adsorbant » (ou Complexe Argilo-Humique). Le Système Adsorbant est en quelque sorte la réserve à cations du sol : Calcium (Ca^{2+}) ; Ammonium (NH_4^+) ; Sodium (Na^+) ; Manganèse (Mg_2^+) ; Potassium (K^+) ; Aluminium (Al_3^+) ... Le Système adsorbant étant chargé négativement, il fixe les cations qui sont ensuite échangés avec les organismes vivants du sols (Champignons, bactéries, végétaux ...).

Entre ces particules de terre, les vides sont remplis d'air ou d'eau, cette dernière pouvant prendre toute la place en période de forte pluie ou, au contraire, être presque absente en cas de sécheresse. Les excès d'eau sont souvent les causes d'échecs dans l'installation de la vie biologique qui a besoin d'oxygène pour survivre. Avoir un sol bien drainé naturellement ou artificiellement est donc nécessaire en ACS.

- b. **Présence de mycorhizes**

Dans un sol équilibré (sans travail, ni perturbations), la proportion des organismes vivants dans le sol est répartie comme suit (ceci est une moyenne, des différences peuvent bien sûr exister suivant le contexte agro-climatique :



Vers de terre et champignons consomment la litière du sol (cellulose pour les premiers, lignine pour les seconds) ; bactéries et autres organismes recyclant les déjections et les organismes des premiers. Un cercle vertueux se met en place avec production de matière première par les végétaux, consommation de ces matières et recyclage par minéralisation d'éléments minéraux qui vont à nouveau alimenter les plantes avec le moins de fuites possibles.



Dans un tel sol, la plante n'est pas victime de son environnement mais bien actrice. Elle échange des molécules avec

les autres organismes vivants et contribue au bon fonctionnement du sol :

Les principaux échanges entre les plantes et la vie du sol sont issus de la mycorhization. La plante produit des exsudats racinaires sous forme de sucres issus de la photosynthèse (ces exsudats peuvent représenter 30% à 50% des produits de la photosynthèse) qui sont captés par des champignons qui se développent sur les racines (ectomycorhizes) ou dans les racines (endomycorhizes). En échange des exsudats, les mycorhizes apportent à la plante de l'eau et des nutriments (N,P,K,Na,S,Ca...) qu'elle pourrait avoir du mal à trouver sans eux. Les molécules échangées peuvent être complexes et cela rend le végétal d'autant plus robuste, résilient et moins sensible aux agressions et aux maladies. Par contre, sans racines les mycorhizes disparaissent rapidement, d'où l'importance des couverts végétaux entre les cultures.



La mycorhization des plantes leur permet d'être plus résistantes aux stress

En résumé, les **mycorhizes permettent une meilleure absorption de l'eau et des éléments minéraux** par une prospection multipliée par 15 ; la mobilisation d'éléments peu solubles (P surtout) ; une meilleure décomposition de l'humus ; la production de substances de croissance qui stimule les racines hôtes ; la protection contre les maladies racinaires (antibiotiques et leurre).

La plante mycorhisée produit aussi de la Glomaline, une protéine qui sert de « liant » au Système Adsorbant et qui rend la structure du sol d'autant plus stable et moins sensible aux risques d'érosion des sols.

Dans un sol « artificiel », il y a moins d'activité biologique ; en particulier en champignons et vers de terre anéciques. On trouve majoritairement des bactéries. Pour la plante, l'accès à l'eau et aux nutriments est alors plus difficile et elle est davantage dépendante des intrants extérieurs et plus sensible aux maladies.

c. Une matière organique équilibrée

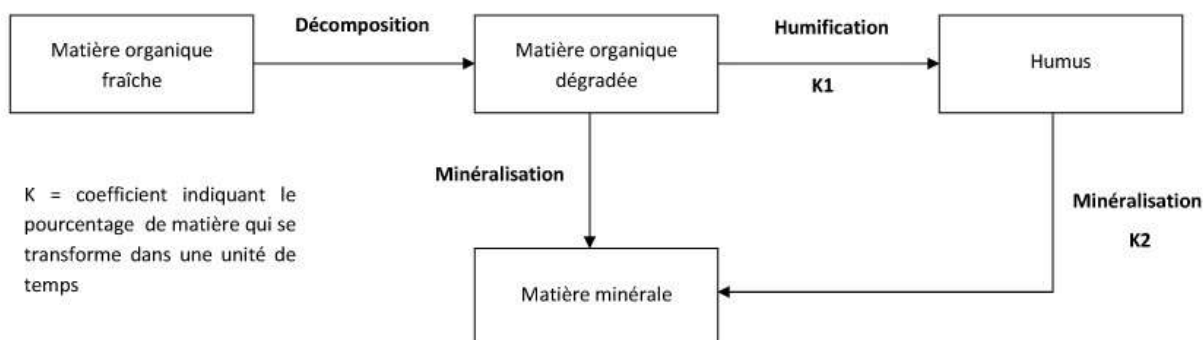
La matière organique est définie comme la matière spécifique des êtres vivants animaux et des végétaux. Elle est riche en carbone (environ 56 %) et les atomes C, H, O et N représentent 95 % de la matière vivante. On y trouve 5 autres macroéléments (S, P, K, Ca et Mg) et une vingtaine d'oligoéléments (Cu, Fe, Zn, Co, Mo, etc.) présents à de faibles concentrations (moins de 0.1 % de la matière sèche).

Cette matière organique a une grande diversité fonctionnelle pour différents états de transformations (source B. Mary – INRA) :



Type de MO	Fonctions
Matière organique vivante (1.5 à 2.5 t de C / Ha)	Brassage / Transformation des MO
Matière organique fraîche (0 à 4 t de C / Ha)	Substrat énergétique et de croissance / fertilité chimique
Matière organique transitoire (2 à 4 t de C / Ha) (i.e. Matière Organique dégradée dans le schéma ci-dessous)	Substrat énergétique / fertilité chimique / fertilité physique
Matière humique (35 t de C / Ha)	Fertilité physique / fertilité chimique (réservoir)

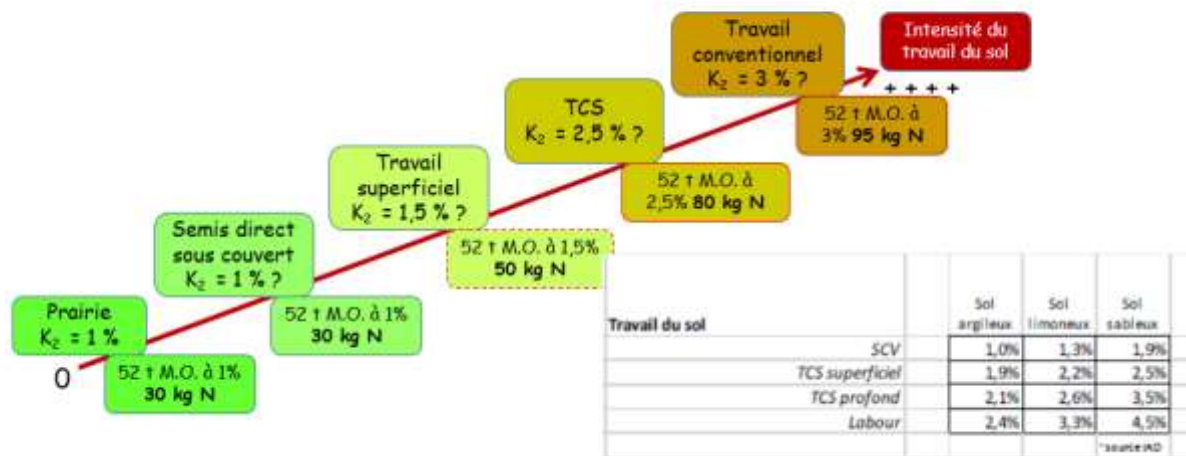
L'évolution de la matière organique d'un compartiment à l'autre peut se schématiser de la façon suivante :



Les valeurs des coefficients K1 et K2, qui sont des vitesses de transfert d'un compartiment à l'autre par an, sont dépendantes de la température du sol, de l'humidité, de l'oxygénation, du pH et de la vie du sol.

- Le coefficient K1 est très dépendant du rapport C/N (Carbone/Azote) : C/N faible : K1 faible ; C/N élevé : K1 élevé.
- Le coefficient K2 est dépendant du travail du sol et de sa texture comme le précise le schéma ci-dessous :

Source : FARDEAU, J.C, THIERY, J., MOREL, C., BOUCHER, B., 1988 - Taux net annuel de minéralisation de la matière organique des sols de grande culture de Beauce, conséquence pour l'azote. - Communication du GEMOS (Groupe d'Etude des Matières Organiques des sols), pp. 27-40 - INRA, Dijon



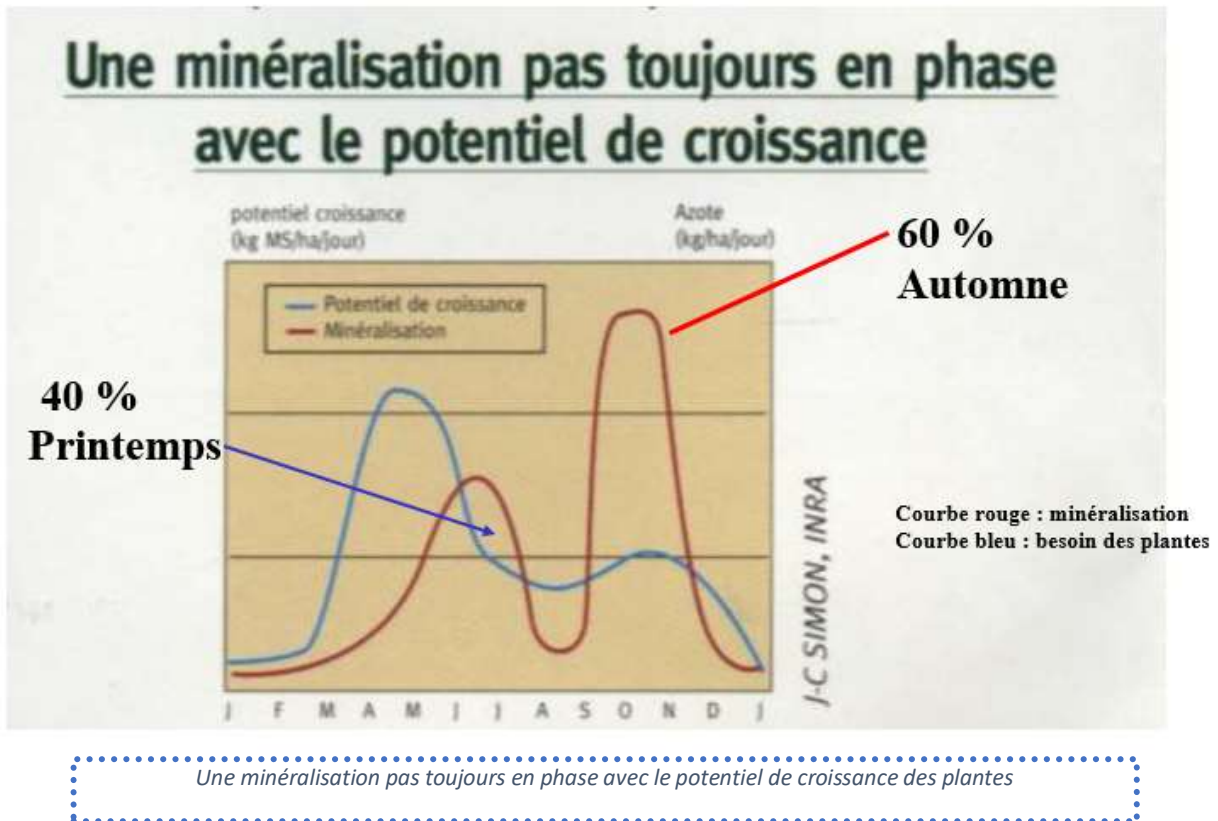
En résumé, **plus le sol est travaillé plus la MO est minéralisée (sorties de carbone) et inversement**. Comme les couverts végétaux sont au cœur du système d'ACS, ils sont sources de MO par le carbone qu'ils contiennent (entrées). On comprend donc que pour assurer les diverses fonctions de la matière organique, il faut apporter une diversité de végétaux aux C/N variés et modérer les sorties du compartiment humus.

L'augmentation de la photosynthèse par la réinsertion du végétal dans les systèmes ACS explique une bonne partie des observations sur la MO qui démontrent une augmentation d'environ 0.1 % / an de MO dans les parcelles conduites en ACS. Cela peut paraître peu, mais c'est pourtant déjà important puisque l'on sait qu'avec cette augmentation de MO de 0.1%/an, on atteint déjà sur la majorité de ces parcelles les objectifs

de stockage de carbone du 4p1000 (0.4% de carbone stocké en plus par ha et par an). Cela dépend évidemment du stock initial de carbone dans ces sols.

d. Un sol riche en carbone

La minéralisation naturelle de la MO dans le sol est représentée par le schéma ci-dessous :



On voit ici que la minéralisation d'automne est importante ; or qui dit minéralisation dit émission d'azote, en particulier sous forme nitrate. Il est donc indispensable, pour qu'il n'y ait pas de lessivage, de laisser du carbone au sol qui va « piéger » cet azote. Le carbone laissé au sol, soit sous forme de végétaux à maturité soit sous forme de BRF (bois raméal fragmenté), va consommer l'azote disponible. Nous verrons plus loin que cela entraîne des conséquences sur la fertilisation en ACS.

e. Une porosité connectée

On distingue **3 types de porosités aux origines différentes** :



Les vers anéciques réalisent la connexion entre macro et microporosité

- 1. La macroporosité** (les pores de plus de 8 microns) qui conditionne la circulation de l'air et de l'eau en quantité et vitesse. Elle est produite par les outils (sans lien avec la microporosité, elle engendre une évacuation rapide vers une zone de collecte (fossé, drain)) et par les grands individus du sol vivant (au contraire ici, connexion avec la microporosité : zones de stockage de l'eau).
- 2. La microporosité 0,2 à 8 microns**, principalement d'origine biologique, représente jusqu'à 45 % de la capacité de stockage en eau du sol (= Réserve Utile : RU) dont 30 % facilement utilisable par les plantes (RFU).
- 3. La microporosité de moins de 0,2 microns**, principalement d'origine constitutive du sol, représente 55 % de la capacité de stockage en eau sous forme non mobile (pas de perte) dont la moitié disponible de plus en plus difficilement par les poils absorbants.

La porosité des sols en ACS crée une macroporosité stable et homogène, connectée à la microporosité. Elle est capable de décompacter le sol, d'améliorer la nutrition hydrique et minérale des plantes. Elle optimise le recyclage des intrants. Enfin, les plantes sont indispensables à l'obtention et à la sauvegarde de cet équilibre de la porosité : sans racine, le sol peut rapidement se refermer et donc manquer d'oxygène.

f. En conclusion : Un sol sain, c'est un équilibre fragile !

On vient de voir les différentes facettes d'un sol sain. On se rend compte que c'est un équilibre délicat qui se met en place avec les différents organismes vivants qui se développent en fonction des caractéristiques du sol. Cet équilibre met de 3 à 5 ans environ pour se mettre en place. Toute erreur durant cette phase doit être évitée car le sol est peu résilient. En particulier, il sera très sensible au tassement et au manque de couverture végétale. De même, tout outil de travail du sol, quel qu'il soit, remettra en cause l'équilibre : en croyant éventuellement bien faire, on empêchera le système de se mettre en place en repartant de 0. Anticiper cette phase de transition est indispensable pour éviter les déconvenues.

Les plantes

Les plantes sont au cœur de la construction d'un système en ACS car, comme on l'a vu précédemment, elles contribuent à rendre le sol résilient aux aléas climatiques. Vouloir être en ACS sans mettre les plantes au centre de sa stratégie, c'est aller vers un échec assuré.

Remplacer l'acier par le génie du végétal, c'est aussi redécouvrir le métier d'agriculteur.

Certaines plantes ont des systèmes racinaires impressionnants !



- **De manière générale**

La **diversification et la rotation des cultures** doivent se réfléchir en fonction de ses objectifs, des conditions pédoclimatiques et bien sûr des débouchés possibles : Il n'y a donc pas de rotation toute faite et chacun doit s'appropriier le système. Les espèces et variétés doivent être choisies en fonction de leur **adaptation au contexte local**. Il faut aussi miser sur la diversité des espèces (en culture et en couverts) pour obtenir le système le plus robuste.

L'ACS est aussi une agriculture d'opportunité. Réaliser des doubles cultures, mélanger les espèces et variétés, semer des couverts relais, conserver en culture un beau couvert, semer un couvert dans une culture, etc... sont autant d'opportunités que l'agriculteur doit saisir pour optimiser la photosynthèse, donc améliorer le fonctionnement du sol et également le volet économique de son système.

La durabilité en ACS se réalise grâce aux plantes !

- **Les couverts végétaux**

La porte d'entrée de la transition vers un système en agriculture de conservation des sols est le **couvert végétal**. La partie aérienne (tige et feuilles) protège la surface du sol contre la pluie et le soleil, donne à manger à la faune, fabrique de la M.O. La partie racinaire structure le sol, maintient la structure en place, crée une porosité de la surface et de la profondeur, draine l'eau, réalise les galeries pour de nouvelles racines, fabrique de la M.O. et nourrit la faune du sol.



Partie aérienne et racinaire des couverts ont chacune un rôle pour optimiser l'ACS

Les couverts doivent être conduits avec autant de rigueur qu'une culture. Ce qui est donc valable pour les implantations de cultures, expliquées dans le chapitre suivant, l'est également pour les couverts. La seule différence est que le couvert ne se récolte pas (sauf éventuellement en fourrage ou pour la méthanisation) et donc l'objectif premier est de faire le maximum de biomasse et non du rendement en grains.

Le choix du type de couvert doit également se raisonner en fonction de l'objectif principal poursuivi : gestion des adventices, lutte contre la battance et l'érosion, piège à nitrate, mobilisation d'éléments minéraux, structuration du sol, production de fourrage, double culture, production de biomasse, accroissement de la biodiversité.

S'il est vrai qu'il n'y a pas de couvert miracle, on peut se fixer 4 règles pour le choix des couverts :

Règle n°1 : utiliser des espèces locales

Règles n°2 : tester de nouvelles espèces et variétés sur une petite surface

Règle n°3 : Semer en mélange une plante « tuteur », une légumineuse, une crucifère, une graminée, les autres pour la diversité et la couleur

Règle n°4 : prendre en compte la culture suivante et l'époque de semis

Il existe 2 grandes périodes de couverts : les couverts estivaux et les couverts hivernaux.

g. Les couverts estivaux

L'implantation des couverts estivaux est rendue compliquée par le sol qui peut être très sec à cette époque de l'année. Elle peut se faire de différentes manières :

- **Avec un semis à la volée (ou au semoir) à la sortie de l'hiver** (avant stade épi 1 cm de la céréale par exemple) pour que le couvert soit déjà développé à la récolte. Points de vigilance sur cette technique : la prédation des limaces, le programme de désherbage avant et après l'implantation, la concurrence du couvert sur la culture s'il se développe rapidement.

- **Avec un semis au semoir juste derrière la moissonneuse**, dans les 3 jours après la moisson, pour profiter de la remontée capillaire de l'eau (si elle est là) et favoriser la levée du couvert. Il est aussi possible d'installer un semoir à la volée sous la moissonneuse : on récolte et on sème en même temps.-
- **Avec un semis à la volée (épandeur à engrais)** 7 à 15 jours avant la récolte, pour que le couvert bénéficie de la fraîcheur sous la culture. Il est nécessaire d'avoir une structure grumeleuse en surface et, pour que la graine soit projetée suffisamment loin et de façon homogène, il est souvent préférable de les enrober.



Un couvert estival fleuri est source de nourriture pour les abeilles en période de disette

Pour ces deux dernières méthodes, la levée est tributaire du climat. **Si le temps est vraiment au sec, il peut être utile d'attendre pour semer qu'une pluie significative soit annoncée** : il faut toujours semer avant la pluie pour bénéficier de l'humidité. Dans certaines régions, il est souvent préférable d'attendre la mi-août pour semer.

Un travail important se met en place aujourd'hui sur l'enrobage de semences : celui-ci pourrait permettre d'optimiser la réussite des couverts d'été.

Les espèces à privilégier en été sont des petites graines type crucifère (radis ou colza fourrager, moutarde), des céréales en C4 (millet, moha, sorgho), des légumineuses (trèfle d'Alexandrie, gesse, pois), du tournesol, de la phacélie. Ceci n'est qu'un exemple à adapter, comme on l'a vu, aux objectifs à atteindre et au contexte pédoclimatique.

Vu l'aspect potentiellement aléatoire de la réussite du couvert estival, le coût de semences moyen peut être d'environ 50 à 60€/ha.

h. Les couverts hivernaux

Les couverts hivernaux sont des plantes aptes à passer l'hiver sans être détruites. Ils sont souvent semés en automne (octobre) pour ne pas être trop développés en entrée d'hiver avec les risques de maladies cryptogamiques (rouille sur avoine, botrytis ou ascochytose sur féverole) et risque accru de gel.

En fonction de la culture suivante, il est préférable de respecter la proportion de 80 % de légumineuses et 20 % de graminées si la culture suivante est une graminée type maïs ou tournesol et inversement si la culture

suivante est une légumineuse comme le soja. Il est évidemment judicieux de rajouter une ou deux autres familles pour gagner en diversité.

En légumineuses, on peut planter de la féverole, du pois fourrager, du trèfle incarnat, de micheli ou squarosum par exemple ; en graminées, du seigle forestier, du triticale, de l'avoine noire. Il est possible de rajouter de la phacélie.

Comme ce couvert est toujours réussi car les conditions d'humidité et de température sont optimales, il est possible d'y investir un peu d'argent pour qu'il soit vraiment réussi (50 à 80 € / Ha).

i. La destruction des couverts hivernaux

Dans tous les cas, l'idéal du couvert réussi est qu'il soit en floraison pour augmenter sa richesse en carbone (voir le chapitre précédent) sans monter à graine pour éviter le salissement. Ce stade végétatif est également celui où la plante est la plus sensible à la destruction par roulage car les réserves de la plante migrent vers les graines au détriment des racines et la plante n'a plus assez d'énergie pour repartir.

La date de destruction est une donnée très importante. Pour le couvert d'été détruit en automne, il n'y a pas de risque d'assèchement du sol donc il peut être détruit au semis de la culture suivante. Pour les couverts d'hiver avant une culture de printemps, le risque est important d'assèchement du profil : il est toujours

préférable de détruire le couvert au semis de la culture suivante pour favoriser la mycorhization. Toutefois, s'il n'y a pas d'irrigation et que le temps est au sec, l'eau devient le facteur prépondérant. Il faudra alors mieux dans ce cas détruire le couvert un peu plus tôt pour garder la fraîcheur dans le sol.



Un couvert mal maîtrisé impacte énormément la future culture

Après roulage, il est possible de broyer pour que la future culture voit aussitôt la lumière à sa levée. Le broyage semble également donner un effet « booster » à la culture suivante mais ce n'est pas toujours observé. Certains agriculteurs ne broient pas pour garder la paille en surface le plus longtemps possible. Il n'y a pas consensus à ce sujet.

Si le couvert n'a pas permis d'étouffer toutes les graminées, il peut être nécessaire d'appliquer un désherbant chimique. Une plante déjà présente aura toujours le dessus sur une plante juste semée et pourra la pénaliser fortement. L'usage du désherbant doit rester un outil pompier quand les autres paramètres ont été utilisés sans succès.



Un couvert blessé par le rouleau se détruit plus facilement s'il est au stade floraison

- **Les cultures**

Comme on l'a vu précédemment, le comportement du sol évolue quand il n'est plus travaillé. Voici les grandes évolutions culturelles dont les explications viennent du semis direct sous couvert.

a. Le choix variétal

- Entre la porosité mécanique obtenue par le travail du sol et la porosité biologique qui se met en place progressivement en semis direct, il existe une période entre les années 2 à 5 qui doit être gérée spécifiquement car le sol a tendance à se refermer le temps que l'une prenne le pas sur l'autre. Durant cette période, les cultures de printemps, dont le système racinaire a du mal à s'installer en condition sèche, sont à éviter sauf s'il y a de l'irrigation. Il vaut donc mieux durant cette période préférer les cultures d'automne et de fin d'hiver. Une autre solution, chez les éleveurs, est de démarrer le semis direct derrière une prairie de plus de 3 ans car cette phase de gestion de la compaction est passée.

- Les semences ne sont pas toujours mises en conditions optimales (température, humidité, oxygénation, etc.). Il faut privilégier des variétés spécifiquement adaptées au semis direct. Comme il n'existe pas aujourd'hui d'essais officiels sur la performance des variétés en SD, chaque groupe d'agriculteurs doit réaliser ses propres essais pour réaliser le screening variétal. Ceci est particulièrement vrai en culture de printemps.



*Un rouleau à lames devant le tracteur, le semoir et un rouleau pour « rappuyer » :
3 opérations en 1 passage !*

b. La qualité du semis

- la température du sol est différente (1 à 2 °C par rapport au travail du sol) car les échanges gazeux sol / air sont moins intenses : il est plus chaud en automne et plus froid au printemps. Il vaut donc mieux reculer la date de semis au printemps d'une dizaine de jours.

- le semoir met de la pression au sol pour pénétrer et mettre la semence à la bonne profondeur. Si le sol est mal ressuyé au printemps, il y a risque de lissage de la ligne de semis ce qui pénalise la levée (mauvaise pénétration des racines). De même, il faut essayer d'éviter de semer si de la pluie est annoncée en

abondance dans les jours qui suivent (sauf couverts d'été) car son évacuation peut être plus lente et donc peut entraîner un pourrissement de la semence.

- les végétaux en décomposition à la surface du sol émettent souvent des composés organiques allélopathique pour la culture suivante : il faut donc absolument éviter de mettre de la paille dans la ligne de semis : celle-ci doit être parfaitement dégagee. De même, la gestion des menues-pailles est importante car leur présence peut impacter le développement des futures cultures. Elles doivent être réparties de manière homogène sur la parcelle au moment de la moisson.

- Pour optimiser le contact terre – graine, il est préférable de rouler tous les semis. Au fur et à mesure des années en ACS, la vie biologique se développe et peut entraîner un sol trop soufflé en surface : le roulage permet de limiter cet impact.

c. La sécurisation de la levée

Par la fertilisation

En ACS, la matière organique n'est pas minéralisée par le travail du sol ; il n'y a donc pas de libération d'éléments fertilisants au semis. Au contraire, l'azote disponible peut être réquisitionné dans le processus d'humification par les bactéries du sol : il est donc nécessaire d'aider la plante à son démarrage avec un engrais starter à base de phosphore et d'azote.

Par la gestion des prédateurs

La vie biologique du sol est un équilibre permanent entre auxiliaires et prédateurs des cultures. Bien souvent les prédateurs arrivent en premier et peuvent impacter les cultures avant que les auxiliaires n'arrivent. En particulier le stade cultural entre germination et levée est très sensible à toute attaque car cela détruit la plante. Pour sécuriser cette phase, il est possible d'implanter quelques jours avant la culture principale une plante appétante pour les limaces, qu'elles préféreront à la culture de vente.

Il est parfois préférable de protéger la semence par un molluscicide mis dans la ligne de semis ce qui permet de limiter au maximum l'impact sur les auxiliaires tout en protégeant le germe.

Les oiseaux sont aussi une source de prédation des semences. Il n'y pas aujourd'hui de solution efficace quand leur nombre est trop important.

d. La gestion des effluents d'élevage

En travail du sol, les effluents d'élevage sont rapidement minéralisés et libèrent leurs éléments minéraux. Ce n'est plus vrai en semis direct. Leur gestion est donc différente pour en garder les bienfaits.

- Tout ce qui est effluent à C/N faible (lisier par exemple) est apporté au plus près des besoins des cultures et si possible juste avant une pluie pour éviter les pertes par volatilisation.

- Pour les produits à C/N élevé (fumier), donc riche en carbone, ils vont plutôt consommer un peu d'azote pour se décomposer avant de relarguer leurs éléments nutritifs. Il est donc préférable de les utiliser en automne dans un couvert, en veillant à respecter les réglementations en vigueur localement. Mis au printemps, leur rôle sera plutôt celui d'un paillage.

e. La fertilisation

- Comme on l'a vu, le non travail du sol favorise le stockage de matière organique et non sa minéralisation. En conséquence, la quantité d'éléments fertilisants naturellement disponible pour les plantes diminue. Les couverts végétaux ont comme rôle de mobiliser, pour leur développement, une certaine quantité de ces éléments qu'ils remettront à disposition du sol lors de leur décomposition. Il existe aujourd'hui des valeurs assez précises de la quantité d'éléments minéraux prélevés par ces couverts. Ce rôle des couverts est indispensable pour obtenir un équilibre de fertilisation. En effet, gagner 0.1 % de MO par an (comme on l'a vu précédemment) entraîne l'immobilisation d'environ 200 kg d'azote. Il est impensable d'apporter cette dose sous forme d'engrais minéraux et c'est ce qui explique, entre autres, l'importance des légumineuses dans les rotations en ACS pour contribuer à la fourniture en azote organique.

- Des chercheurs ont montré l'impact négatif des apports **d'engrais minéraux** sur le sol, en particulier sur les mycorhizes. C'est une réalité qu'on peut facilement comprendre, la plante n'ayant pas d'effort à faire en direction de la biologie du sol pour s'alimenter par symbiose. Cependant, les apports de fertilisants minéraux restent indispensables avec nos connaissances actuelles pour obtenir des rendements satisfaisants économiquement. Optimiser la gestion des engrais en mettant la bonne dose au bon moment reste la meilleure solution aujourd'hui.

- Au niveau de l'azote, la courbe de minéralisation naturelle ne colle pas aux besoins des plantes. Outre le besoin au démarrage sous forme starter, il est important d'apporter l'azote de façon plus précoce qu'en conventionnel afin d'aider au développement végétatif des plantes. Plus tard en saison, la minéralisation naturelle de la MO va prendre le relais. En conséquence, la dose totale peut être légèrement augmentée s'il y a présence de carbone à décomposer et doit être apportée rapidement au printemps.

- La gestion des autres éléments minéraux est proche du conventionnel même si, comme pour l'azote, le stockage de MO entraîne le stockage d'éléments minéraux dont elle est constituée. En particulier le phosphore au démarrage des cultures peut manquer d'où l'importance de l'engrais starter à base d'azote et phosphore. Le soufre est également un élément à apporter car il favorise l'assimilation de l'azote en plus de son rôle constitutif des organes végétaux. Une dose de 70 kg par hectare en céréale est couramment préconisée.

- Concernant le calcium et le magnésium, leur apport peut être rendu nécessaire lorsqu'on constate une acidification de surface : ce phénomène est couramment observé en lien avec l'activité biologique et l'action des engrais minéraux. Une mesure régulière du pH de surface permet d'anticiper les problèmes issus d'une acidification (toxicité par l'aluminium et impacts sur le développement biologique).

f. Les produits phytosanitaires

L'un des objectifs de l'ACS est de copier le fonctionnement des écosystèmes naturels, tout en continuant à produire des matières premières agricoles. Les agriculteurs sont donc d'autant plus sensibles à un usage raisonné de tous les intrants chimiques de synthèse dont les phytosanitaires.

- **Les insecticides** : à quelques exceptions près (sur céréales avec les pucerons d'automne porteur de la JNO), leur utilisation est limitée à des situations très particulières car leur impact sur la faune auxiliaire est trop fort. Tout est fait pour en limiter l'usage avec l'aide du végétal et l'implantation de colza associé avec d'autres plantes (féverole à 20 kg, lentille à 5 kg, fenugrec à 5 kg, trèfle d'Alexandrie à 1 kg) en est le meilleur

exemple. Pour perturber les pucerons d'automne en céréales, des mélanges avec des légumineuses sont testés mais avec des intérêts moindres jusqu'ici.

- **Les fongicides** : leur utilisation peut aussi être très diminuée car on soupçonne un impact fort sur l'équilibre des champignons présents dans le sol. Le mélange de variétés en céréales est souvent utilisé : ce sont des mélanges « maison » c'est-à-dire que les agriculteurs valorisent les variétés adaptées à leur terroir. En parallèle, un travail important est en cours pour utiliser au mieux les stimulateurs de défense naturelle des végétaux et se passer ainsi le plus souvent possible des fongicides de synthèse.

- **Les herbicides** : sans aucun travail du sol, la gestion de l'enherbement doit être très rigoureuse : dès qu'un sol est nu, la nature le couvre par des adventices. Une mauvaise gestion peut rendre la situation rapidement ingérable. 2 grands principes sont à respecter :



Un couvert bien maîtrisé permet de limiter le salissement par la couverture végétale présente

1^{er} principe : une plante déjà implantée concurrence fortement toute nouvelle plante semée : le sol doit donc être exempt de toute adventice au semis : si le couvert est assez dense, une destruction par rouleau peut suffire ; sinon un désherbant chimique est nécessaire.

2^{ème} principe : tout choix d'herbicide se raisonne en fonction des herbes à détruire et aussi en fonction de la culture suivante : certains produits à longue rémanence peuvent empêcher la levée d'un couvert. Il est fortement conseillé aux nouveaux pratiquants de l'ACS de se former à l'utilisation pointue des herbicides pour utiliser le bon produit à la bonne dose et au bon moment.

g. L'irrigation

Même si le fait de stocker de la MO permet un meilleur stockage de l'eau (amélioration de la réserve utile), l'irrigation a toute sa place dans les systèmes ACS car elle permet d'augmenter la biomasse produite. Or, plus la biomasse est importante plus la biologie sur et sous le sol se développe. Les comptages de la biodiversité montrent clairement le lien entre la biomasse produite et le nombre d'individus présents. Pour la gestion de l'irrigation, comme pour l'azote, les apports doivent être plus précoces qu'en conventionnel pour faciliter l'enracinement : dès qu'un horizon est sec, les racines ne peuvent plus le pénétrer. Débuter tôt mais arrêter également plus tôt car, une fois en place, le système racinaire, en symbiose avec les mycorhizes, est plus performant pour capter l'eau présente. On voit les maïs rester verts plus longtemps en automne car ils ne souffrent pas.

Conclusion

Comme on a pu le voir tout au long de ce document, évoluer vers un système en agriculture de conservation des sols c'est changer entièrement sa façon de produire.

L'agriculteur retrouve alors souvent du goût pour son métier car il redécouvre ce qui en fait sa valeur, à savoir faire pousser des végétaux pour nourrir ses animaux ou les humains. Il n'est plus un simple exécutant de préconisations imposées par un conseil extérieur à sa ferme mais un entrepreneur qui prend ses décisions en connaissance de cause. C'est ce qui fait la beauté de ce système mais aussi sa difficulté car chaque année est différente et il faut sans cesse s'adapter aux contraintes. Construire un système qui se rapproche des écosystèmes naturels est passionnant mais exigeant et ce sont souvent les plus observateurs qui réussissent le mieux dans ce système.

Ces quelques pages doivent permettre à chacun de comprendre les bases de ses observations et de prendre les décisions qui en découlent. Elles sont évidemment bien insuffisantes pour réussir sa transition, seul un processus sur la durée, auprès d'agriculteurs déjà en réussite sur ce système et à renfort de formations et d'échanges en groupe, peut permettre de limiter les risques de la phase de transition, et de conforter les réussites individuelles et collectives !

Bonne route dans l'ACS !

Pour aller plus loin : Retrouvez nos rubriques « Instants techniques » thématiques sur apad.asso.fr

