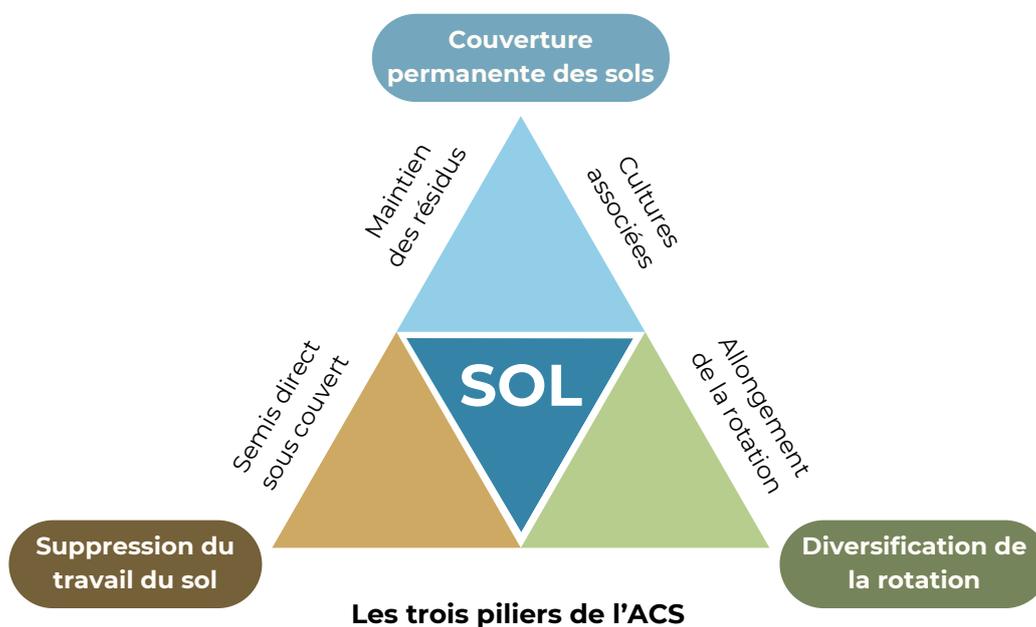


L'agriculture de conservation des sols dans un système de méthanisation

Le développement de la méthanisation entraîne des transformations majeures dans les systèmes agricoles dont les effets sur les écosystèmes des sols varient fortement selon les pratiques agricoles. Dans ce contexte, en quoi l'**Agriculture de Conservation des Sols (ACS)** constitue-t-elle un levier pertinent pour le développement d'une **méthanisation agroécologique**, capable de renforcer les services écosystémiques fournis par le sol ?

Qu'est-ce que l'agriculture de conservation des sols ?



COMMENT L'ACS ET LA METHANISATION PEUVENT RENTRER EN SYNERGIE ?

Diversité des couverts

L'implantation de **CIVE** dans la rotation est une opportunité pour favoriser la **diversité** des couverts

Matière organique des sols

L'ACS offre des outils pour augmenter la quantité de **matière organique** dans le sol

Fertilisation organique

Le **recyclage de la biomasse** permet d'apporter au sol via les digestats un fertilisant organique complet (N, P, K, S, Ca et oligoéléments)



Diversité de valorisation des cultures

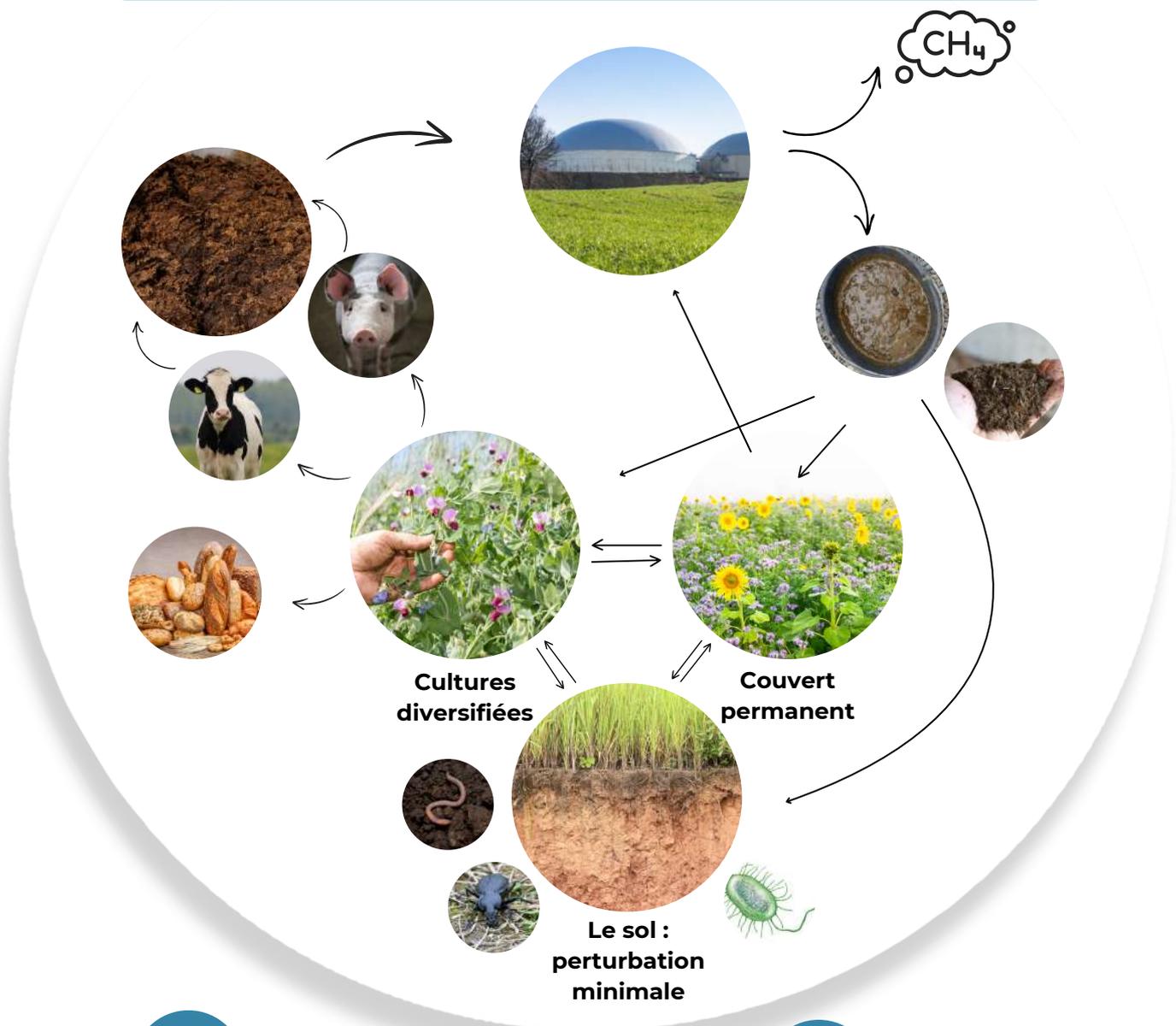
Les parcelles en **échec de désherbage** peuvent être valorisées en méthanisation

Prévention de la compaction des sols

La **portance des sols** améliorée grâce à l'ACS limite les risques de compaction des sols liés à l'intensification du trafic sur les parcelles en rotation avec des CIVE

Dans ce document, des **évolutions de systèmes de culture** sont analysées à partir de trois cas dans des systèmes de production distincts (bovin, céréalier et porcin), en prenant pour référence des systèmes initiaux dépourvus de méthanisation et d'ACS. En ce qui concerne les systèmes d'élevage, l'hypothèse initiale repose sur le **maintien du système fourrager** et de l'exportation des pailles, ainsi que sur la **préservation des productions céréalières** pour l'alimentation des porcs.

LES SYNERGIES DE LA METHANISATION ET DE L'ACS



Services écosystémiques recherchés

- Maîtrise des **fuites d'azote**
- Stockage de **carbone**
- **Fertilité biologique** des sols
- **Structure** du sol
- Réduction du ruissellement et de **l'érosion**
- Meilleure infiltration et rétention de **l'eau**

Points de vigilance

- **Réglementation** nitrates en zone vulnérable (épandage de digestat et dates d'implantation des couverts)
- La **compétition en eau** entre les CIVE et les cultures principales
- **Destruction chimique** des couverts et la **gestion des adventices**, notamment en période de transition
- Risque de dégradation de la fertilité biologique liée à une exportation répétée des **parties aériennes** des cultures
- Disponibilité des **équipements et matériels**, cout des investissements potentiellement élevé
- Période de **transition** de 2 à 5 ans pour observer les premiers résultats sur la fertilité du sol
- **Technicité** élevée de l'ACS

RETOUR D'EXPERIENCE

GAEC VIA LACTEA, Loire Authion (49)
150 ha et 100 vaches laitières



Historique ACS

- 2007: démarrage ACS par les cultures d'automne en semis-direct (semoir à disque en CUMA)
- 2010 : couverts systématiques
- 2014 : strip-till pour semis maïs (CUMA)
- 2023 : tests semoir direct à dents pour les couverts d'été



Méthanisation

- Cogénération : 75 kWé
- Date de mise en service : 2020
- 1249 MWh EP
- 2800T lisiers/900T CIVE
- Séparateur de phase, système tamis-grille



Pourquoi l'ACS?

“On avait des difficultés pour travailler nos sols argilo-calcaires. Il fallait augmenter le taux de MO dans le sol. De plus, nous voulions passer moins de temps dans le tracteur.”



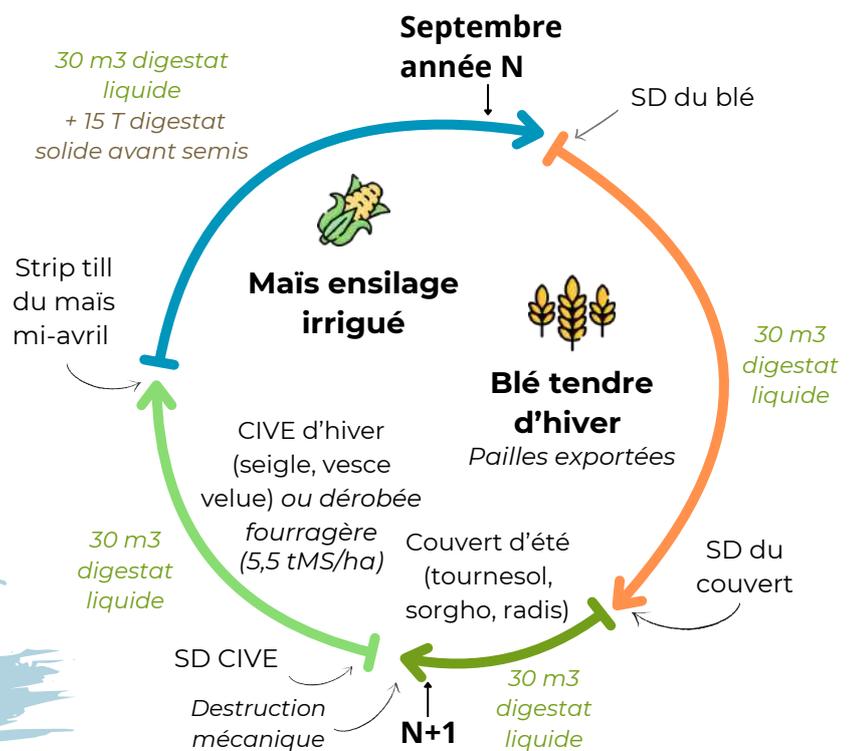
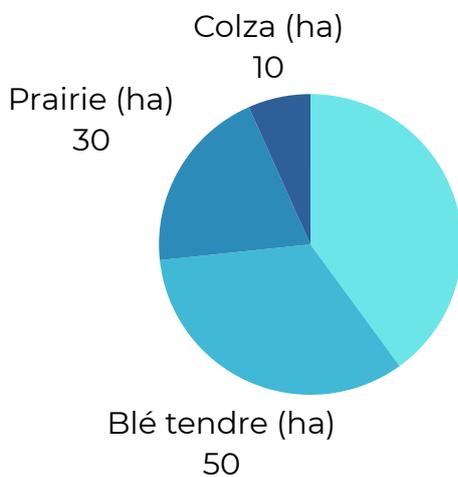
Pourquoi la méthanisation ?

“On cherchait un moyen d'améliorer le stockage du fumier mou de logette. La méthanisation nous a permis d'atteindre un an de stockage des digestats, notamment grâce au séparateur de phase déjà présent sur la ferme.”

RETOUR D'EXPERIENCE

Quelles évolutions ont été observées grâce à la mise en place de l'ACS et de la méthanisation ?

- Les **rendements** de maïs ont diminué de 2-3 tMS/ha mais compensés par les dérobées et les CIVE (5-6 tMS/ha)
- Le **taux de MO** a augmenté en 10 ans
- Les analyses de **fertilité biologique** ont montré une amélioration des indicateurs sur 5 ans
- Légère diminution des **phytos** : arrêt de l'usage d'anti-limaces, un seul fongicide sur céréale mais pas d'évolution sur l'usage d'herbicides
- Diminution 30% des **engrais minéraux** depuis l'introduction de la méthanisation dans son système notamment liée à une meilleure gestion de ses effluents
- Pas d'assèchement au semis : un **tour d'eau** gagné



Conseils d'agriculteur

- Ne pas convertir tout d'un coup mais commencer par les cultures d'automne faciles à conduire en ACS.
- Exporter le couvert d'hiver pour assurer la réussite le strip-till
- Eviter le RGI : son chevelu racinaire est trop dense pour du strip-till

SYSTEME BOVIN

Mise en place d'un système en ACS "métha", quels sont les enjeux ?

- **Bilan fourrager** : La production de CIVE doit être compatible avec le bilan fourrager (substitution aux dérobées fourragères, baisse de rendement des cultures principales)
- **Bilan humique** : L'ACS nécessite un apport régulier de carbone au sol pour maintenir sa structure et la biodiversité microbienne. L'exportation de pailles étant déjà systématique dans les élevages bovins, l'exportation des résidus de culture et couverts végétaux ne doit pas dégrader le bilan humique.
- **Compaction des sols** : Les passages répétés des engins d'épandage de digestats et de récolte de CIVE peut générer des risques de compactage des sols importants. Il est donc essentiel de prendre en compte les conditions de portance et caractéristiques des engins (poids des attelage, charge par essieu, etc.) dans les choix de matériels et l'organisation des chantiers d'épandage et de récolte
- **Matériel** : S'assurer de la disponibilité du matériel de semis direct en zone d'élevage
- **Disponibilité en eau** : Le besoin en eau pour les couverts et les CIVE peut entrer en compétition avec les besoins des cultures fourragères. Le choix des couverts végétaux est crucial pour établir un compromis économique avec la culture suivante.

Évolution d'une rotation simple vers un système complexe en ACS et méthanisation

Cf. rotations page suivante

	Rotation sans méthanisation ni ACS	Rotation avec ACS et production de CIVE
DURÉE DE LA ROTATION	8 années	 8 années
TAUX DE COUVERTURE	94% 6 mois de sol nu sur les 8 années	 ≈ 100% Absence de sol nu
TRAVAIL DU SOL	Labour et travail superficiel	 Semis direct et strip-till
DIVERSITE DES ESPECES ET FAMILLES CULTIVEES	CP : 3 espèces dont 2 gram. et 1 lég.	 CP : 3 espèces dont 2 gram. et 1 lég.
	CI : 1 espèce	 CI : 8 espèces
ALTERNANCE Cultures PRINTEMPS-AUTOMNE (hors cultures pérennes)	1 année sur 2	 1 année sur 2
PRESENCE D'UNE CULTURE PLURIANNUELLE	Oui	 Oui
DEPENDANCE AUX HERBICIDES	Pas de destruction chimique	 1 destruction chimique

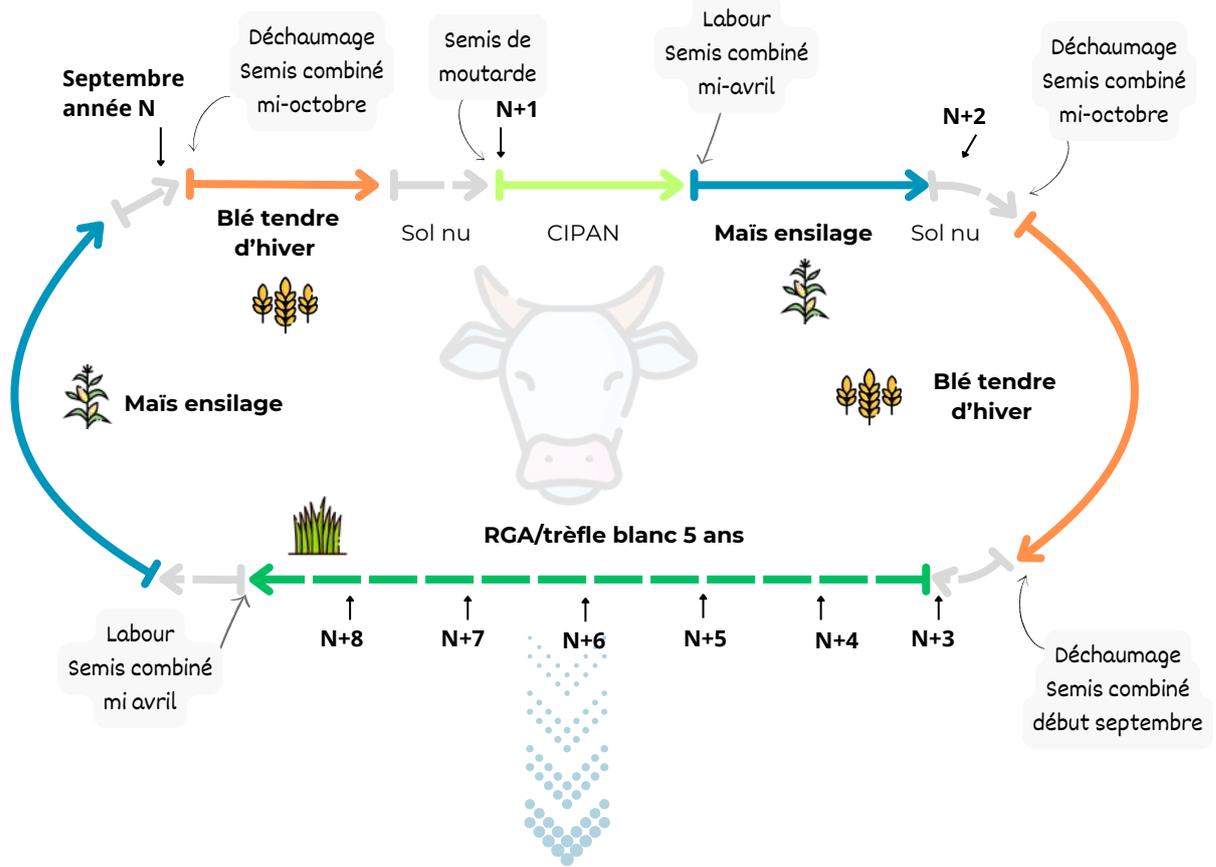
Par rapport à la situation avant ACS/métha

-  Influence positive
-  Influence neutre
-  Influence négative

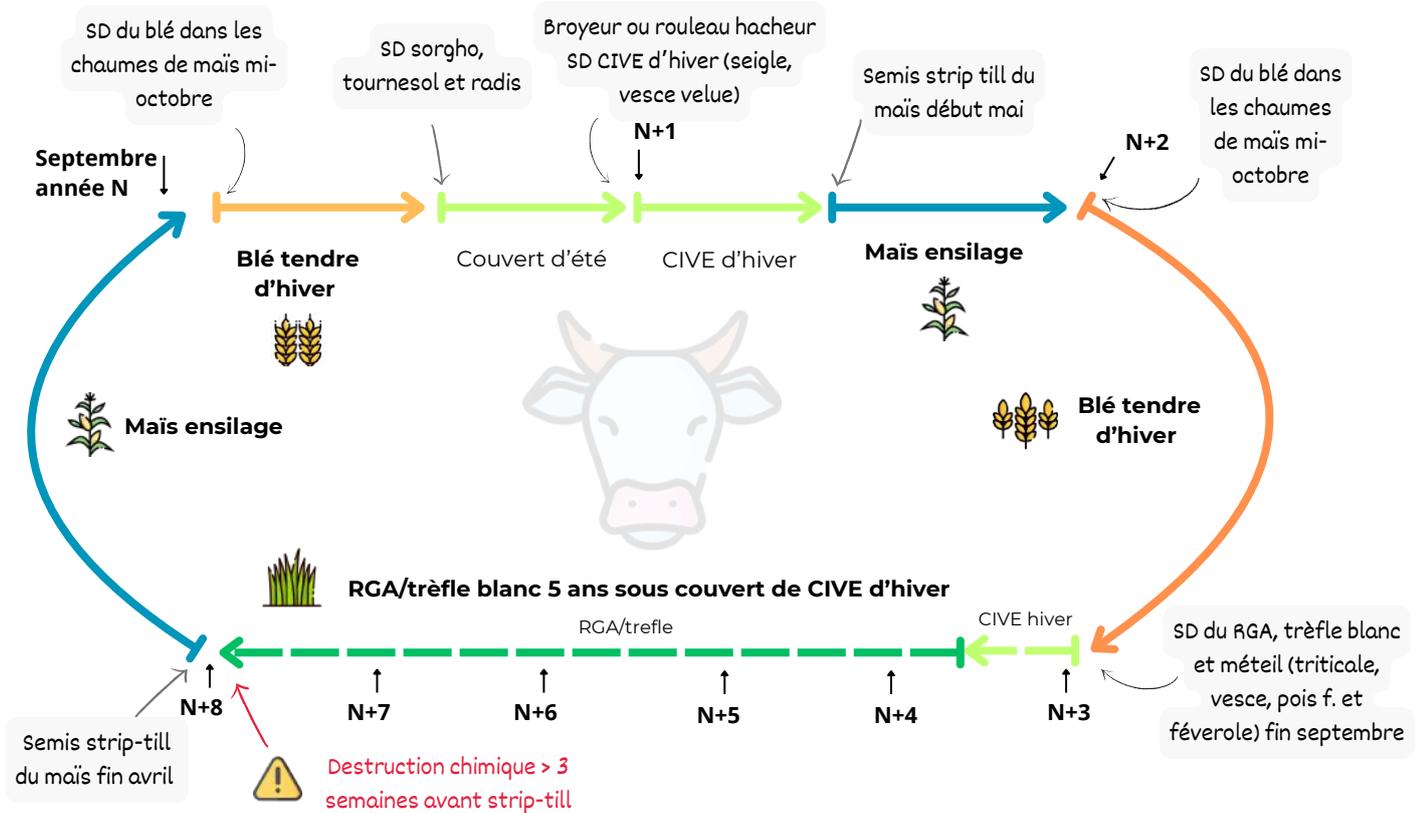
Glossaire :

- CP : culture principale
- CI : culture intermédiaire
- Leg. : légumineuse
- Gram. : graminée

Rotation sans méthanisation ni ACS en système bovin



Rotation en ACS avec CIVE en système bovin



Glossaire :

- SD : semis direct
- RGA : ray-grass anglais
- CIVE : culture intermédiaire à vocation énergétique
- CIPAN : Culture intermédiaire piège à nitrates
- Couvert d'été : couvert en interculture courte non exporté

SYSTEME CERELIER

Mise en place d'un système en ACS "métha", quels sont les points de vigilance ?

- **Gestion des adventices** : La maîtrise de l'enherbement nécessite des rotations allongées et une diversité de cultures, mais des recours ponctuels à des herbicides chimiques peuvent s'avérer nécessaires pendant les phases de transition
- **Débouchés** : la diversification des cultures nécessite de trouver des débouchés pour les cultures dites "de niche"
- **Fertilité des sols** : la faible disponibilité en matière organique dans les zones céréalières implique de mettre en place des engrais verts, des légumineuses, des cultures améliorantes et la restitution de résidus de cultures.

Evolution d'une rotation simple vers une système complexe en ACS

Cf. rotation ci-dessous

	Rotation sans méthanisation ni ACS	Rotation avec ACS et production de CIVE
DUREE DE LA ROTATION	3 années	+ 10 années
TAUX DE COUVERTURE	82% 6-7 mois de sol nu sur 3 années	+ 100% Absence de sol nu
TRAVAIL DU SOL	Labour et travail superficiel	+ Semis-direct et strip-till
DIVERSITE DES ESPECES ET FAMILLES CULTIVEES	CP : 3 espèces dont 2 graminées	+ 8 espèces en CP dont 2 leg. et 4 gram
	Pas CI	+ > 9 espèces en CI
ALTERNANCE CULTURES PRINTEMPS-AUTOMNE	Aucune	+ 4 années sur 8 (hors culture pérenne)
PRESENCE D'UNE CULTURE PLURIANNUELLE	Non	+ Oui
DEPENDANCE AUX HERBICIDES	Pas de destruction chimique de CI	- 2 destructions chimiques

Par rapport à la situation avant ACS

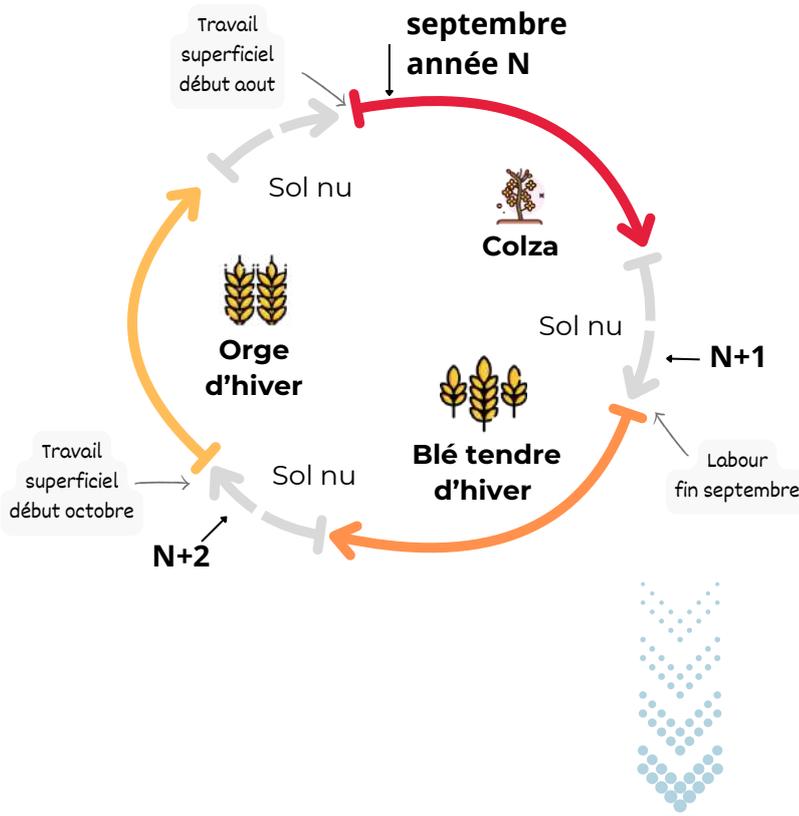
- + Influence positive
- = Influence neutre
- Influence négative

Glossaire :

CP : culture principale
 CI : culture intermédiaire
 Leg. : légumineuse
 Gram. : graminée



Rotation type en système céréalier dans l'Est (RECITAL)

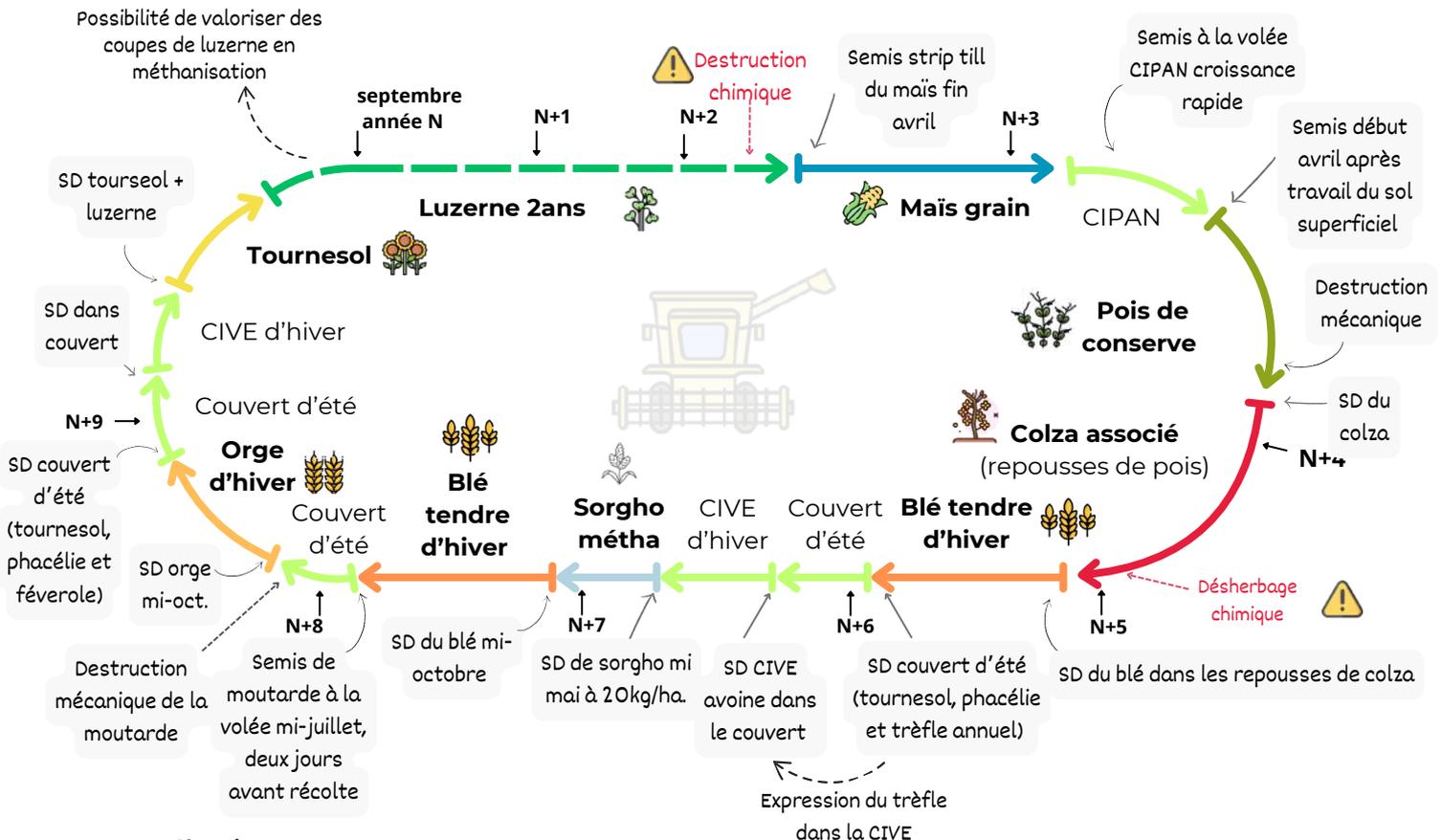


Etude de la vie du sol dans un parcelle en semis direct sous couvert



Couvert de phacélie et tournesol

Rotation en ACS avec CIVE en système céréalier dans l'Est



Glossaire :

- SD : semis direct
- RGA : ray-grass anglais
- CIVE : culture intermédiaire à vocation énergétique
- CIPAN : Culture intermédiaire piège à nitrates
- Couvert d'été : couvert en interculture courte non exporté

SYSTEME PORCIN

Mise en place d'un système en ACS "métha", quels sont les points de vigilance ?

- **Couverture des besoins alimentaires des animaux** : en ACS, la diversification est un pilier essentiel. Toutefois, le choix des cultures est limitée par la nécessité de produire des cultures destinées à couvrir les besoins des animaux.
- **Bilan humique** : le C/N des digestats issus de lisier de porc étant généralement faibles, un suivi d'évolution de la MO du sol est essentiel
- **Gestion des adventices** : La pression des adventices est accentuée par les contraintes liées à l'alimentation des porcs, qui limitent les possibilités d'allongement et de diversification des rotations culturales.

Evolution d'une rotation simple vers un système complexe en ACS

Cf. rotation ci-dessous

	Rotation sans méthanisation ni ACS	Rotation avec ACS et production de CIVE
DUREE DE LA ROTATION	6 années	⊖ 6 années
TAUX DE COUVERTURE	86% 10 mois de sol nu tous les six ans	⊕ 100% Absence de sol nu
TRAVAIL DU SOL	Labour et travail superficiel	⊕ Semis-direct et strip-till
DIVERSITE DES ESPECES ET FAMILLES CULTIVEES	CP : 2 espèces dont 2 gram. CI : 1 espèce	⊕ 5 espèces en CP dont 4 gram. > 5 espèces en CI
ALTERNANCE CULTURES PRINTEMPS-AUTOMNE	1 année sur 6	⊕ 2 années sur 6
PRESENCE D'UNE CULTURE PLURIANNUELLE	Non	⊖ Non
DEPENDANCE AUX HERBICIDES	Pas de destruction chimique	⊖ 1 destruction chimique

Par rapport à la situation avant ACS

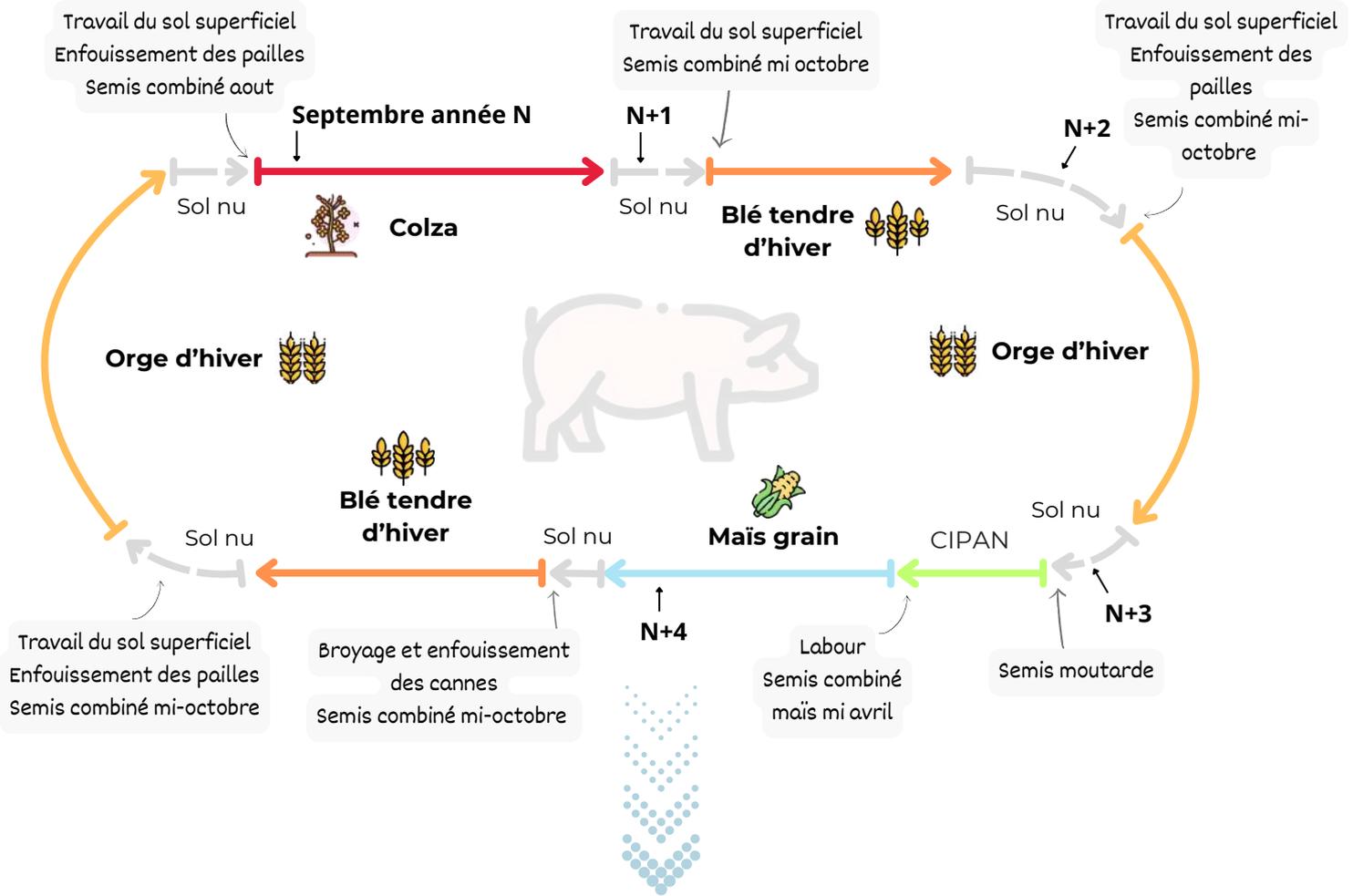
- ⊕ Influence positive
- ⊖ Influence neutre
- ⊖ Influence négative

Glossaire :

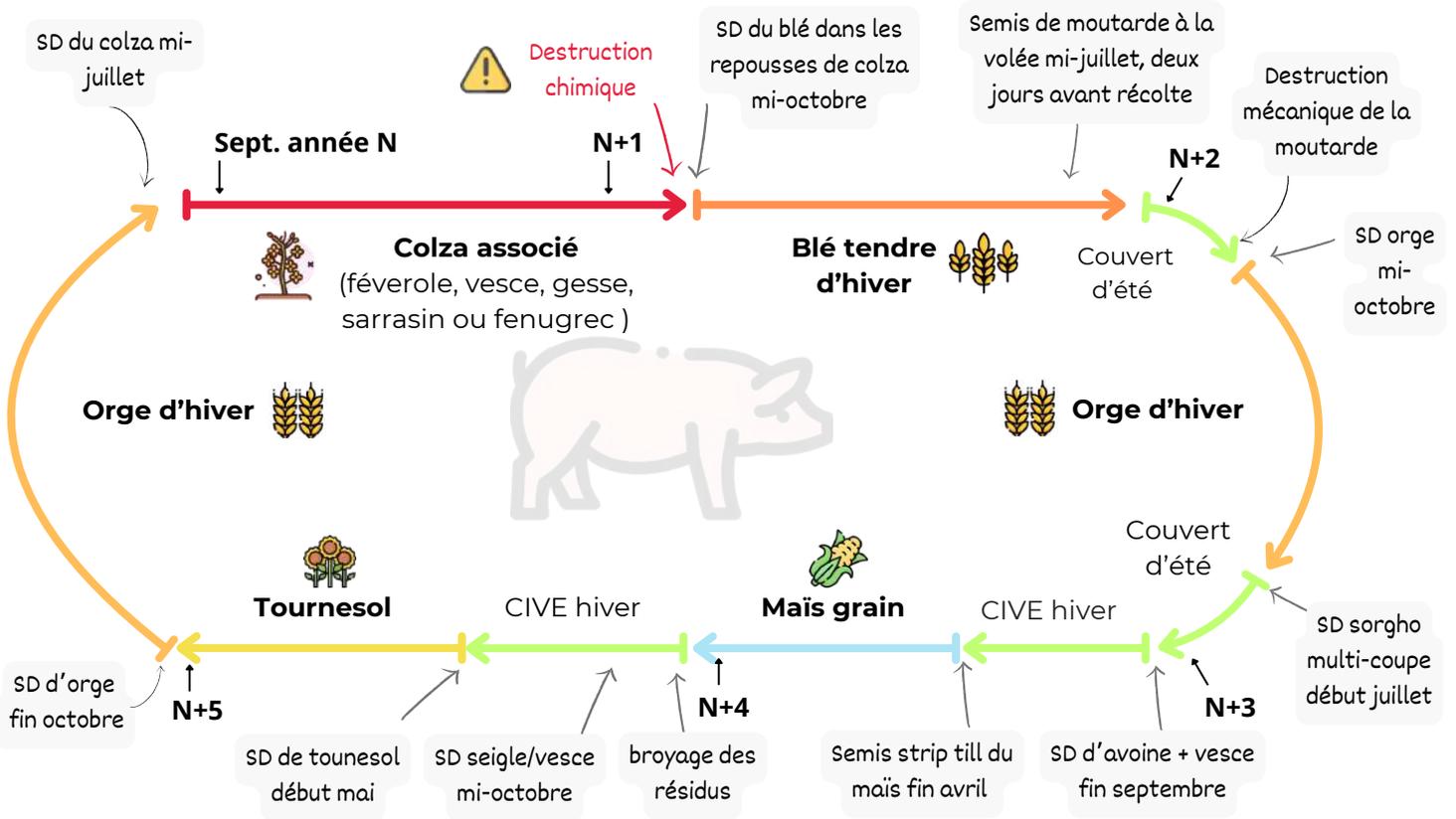
CP : culture principale
CI : culture intermédiaire
Leg. : légumineuse
Gram. : graminée



Rotation sans méthanisation ni ACS en système porcin



Rotation en ACS avec CIVE en système porcin



Glossaire :

- SD : semis direct
- RGA : ray-grass anglais
- CIVE : culture intermédiaire à vocation énergétique
- CIPAN : Culture intermédiaire piège à nitrates
- Couvert d'été : couvert en interculture courte non exporté

Sources

Semis de luzerne sous couvert de tournesol :

- Laura BARBONNAIS, Chambre d'agriculture de l'Indre, 2020, Essai d'un semis de luzerne sous couvert de tournesol, Herbe et Fourrage
- Arvalis, 2017, réussir l'implantation d'une luzerne
- GIEE Magelan et Terre Inovia, 2024, Essai association tournesol - légumineuses fourragères

Méthanisation et effet sur les systèmes agricoles :

- Frédéric Thomas - Propos recueillis par Grégory Vrignaud, 2020, La méthanisation est-elle compatible avec l'agriculture de conservation ?, Revue AE&S 10-1 Agronomie et méthanisation
- Performances agronomiques et environnementales de la méthanisation agricole sans élevage Sophie Carton, Florent Levavasseur, Mickaël Hugonnet, 2022
- Grégory Vrignaud, 2020, passer au SD grâce à la méthanisation, Agronomie, écologie et innovation, TCS N°110
- Grégory Vrignaud, 2022 – Méthanisation et rotations longues améliorent les performances des exploitations. Perspectives Agricoles, n°497, pp 34-39.
- Florent Levavasseur, 2023, Effet de la méthanisation sur l'usage des sols et les systèmes de production, Webinaire CLIMAE « Quel impact de développement des énergies renouvelables sur l'usage des sols agricoles »

L'ACS pour une meilleure gestion de l'eau et fertilité des sols :

- APAD, 2015, L'ACS pour une meilleure gestion de l'eau et fertilité des sols

Semis de moutarde à la volée

- Pascal Bordeau, 2018, Quelle est la technique la plus efficace et simple pour réaliser un semis de moutarde ?, Entraid

Strip Till maïs

- AgroLeague, Strip till : 6 clés de réflexion pour les cultures de printemps
- Arvalis, strip till les réglages à privilégier pour des passages de printemps

CIVE

- Sylvain Marsac, 2020, Optimiser la biomasse des CIVE, Perspectives agricoles, n°473
- Mathilde Guilloux, 2022, Synthèse des essais CIVE d'été, Bulletin technique, Chambre d'agriculture Ile de France
- AAMB, 2021, Produire des CIVE en Bretagne
- ARVALIS, 2024, Les clés pour optimiser la conduite des CIVE, RECITAL
- Grégory Vrignaud, Les CIVE d'hiver passent en biomax, Agronomie, écologie et innovation, TCS N°119, 2022

Cette fiche a été produite dans le cadre du programme de recherche Metha 3G (3ème génération de méthaniseurs : Comment utiliser la méthanisation pour optimiser les services de régulation liés au sol au sein d'un territoire agricole) qui est financé par l'Ademe (APR Graine) et associe Inrae, l'Association Aile et ACE Méthanisation. Ces objectifs sont d'identifier et d'évaluer des systèmes de méthanisation innovants permettant d'optimiser les services environnementaux non énergétiques de la méthanisation comme l'amélioration de la qualité des sols, de la qualité de l'eau, le stockage du carbone dans les sols ou l'autonomie azotée des exploitations. Les résultats synthétisés dans cette fiche sont issus d'enquêtes auprès d'agriculteurs méthaniseurs, de suivis agronomiques sur des systèmes innovants ainsi que de travaux de modélisation de l'effet du déploiement de scénarios à l'échelle de territoires.



Contact : romain.girault@inrae.fr

Crédit photos : Canva (si non spécifié) ; page 1 et 2 : Y. Girault