



# **LES CLÉS POUR OPTIMISER LA CONDUITE DES CIVE**

**Recommandations issues du projet RECITAL**

**Recital**

Les CIVE composent en moyenne en 2022 13 % de la ration des méthaniseurs (ONRB, 2022). Cette part a tendance à augmenter et ces cultures intermédiaires sont perçues comme une ressource d'intérêt majeur pour la transition énergétique et agroécologique dans différents scénarios de transition énergétique (Transitions 2050 - Ademe, France stratégie...). Face à la diversité des successions et contextes pédoclimatiques français, les recommandations techniques doivent être adaptées régionalement. Le projet RECITAL a capitalisé toutes les informations remontant d'un réseau d'essais sur les CIVE (plus de 70 essais tout itinéraire technique confondu), et construit avec une large gamme d'acteurs de la filière « méthanisation » et des dizaines d'agriculteurs.

## Recital Qu'est ce que c'est ?

Débuté en novembre 2019 et achevé en septembre 2023, le projet soutenu par l'ADEME, a pour but d'aider les exploitants agricoles à choisir des systèmes de culture adaptés à la production de CIVE dans leur contexte pédoclimatique propre, à optimiser la rentabilité globale de leur système de culture, à maîtriser les aléas de production et à gagner en résilience. Les résultats et recommandations pratiques sont synthétisés dans ces documents pour chacune des cinq grandes régions : Grand Ouest, Centre Ile de France, Sud-Ouest, Rhône-Alpes et Grand Est.

> Pour en savoir plus : <http://arvalis.info/2nn>

## CIVE/CIPAN/CIMS : de quoi parle-t-on ?

Les cultures intermédiaires sont par définition implantées sur la période d'interculture disponible entre deux cultures principales. Elles peuvent porter des noms différents et être conduites différemment selon les objectifs dans lesquels elles ont été implantées.

	Objectifs	Rendement moyen (tMS/ha)	Devenir de la culture	Remarque
<b>CIPAN</b> Culture Intermédiaire Piège à Nitrates	Protection qualité de l'eau	1.5 - 2.5	Restituée	Obligation en zone vulnérable
<b>CIVE</b> Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique	Maximisation biomasse et autres services	5-9	Exportée pour production d'énergie	Double usage possible en alimentation animale
<b>CIMS</b> Culture Intermédiaire Multi-Services	Rendre divers services écosystémiques	4-6	Restituée	CIPAN et CIVE sont des CIMS particulières

## Cadre réglementaire

- Directive nitrates : Couverture hivernale des sols en zone Vulnérable. Dans le Plan d'Action Nitrates 7 (2023), les CIVE sont des CIE couverts d'intercultures exportés.
- Usage des CIVE en méthanisation : la culture intermédiaire doit correspondre à la définition du Décret n°2022-1120 du 4 août 2022 relatif aux cultures utilisées pour la production de biogaz et biocarburants pour ne pas être assimilée à une culture principale et intégrée comme telle dans le décompte des intrants (seuil maxi 15% de cultures principales en tonnage brut annuel).

## Bien choisir sa CIVE selon les conditions agro climatiques du territoire : les critères clés

### Pour les CIVE d'hiver

- Plus la somme de températures est élevée, plus le rendement (tMS/ha) des CIVE sera élevé.

A partir d'un jeu de données issu du projet RECITAL, le rendement moyen récoltable a été estimé à partir des sommes de température semis- récolte. Cinq classes de rendement ont été définies par expertise sur la base de la somme de températures dans les régions françaises.

### Le potentiel de rendement suit un gradient Sud-Ouest/Nord-Est.

Début mai, le potentiel est estimé dans le Nord-Est à 6 t MS/ha, alors que les rendements peuvent dépasser 10 t MS/ha dans le Sud-Ouest pour des semis fin septembre / début octobre.

- Les semis des CIVE d'hiver peuvent être réalisés dès le retour des pluies, fin septembre.

Une bonne levée des CIVE favorise une bonne densité de plantes, première composante du rendement des CIVE.

- Les conditions de levée sont assurées lorsque le cumul des pluies une semaine avant et deux semaines après le semis atteint **15 mm**.

- Le risque d'échec est élevé lorsque ce cumul est en dessous de **5 mm**.

- Le risque de gel est réel en raison des semis précoces de ces cultures.

L'échelle de risque de gel est déterminée à partir des connaissances du niveau de tolérance au froid de différentes espèces au cours de l'hiver (1<sup>er</sup> janvier - 15 mars).

- Entre 0°C et -5°C, il y a peu de risque de gel pour l'ensemble des espèces.

- Entre -5°C et -10°C, les **avoines rudes et orges** peuvent geler.

- Entre -10°C et -15°C, le risque de gel atteint **les triticales**.

- En dessous de -15°C, le risque de gel atteint **les seigles**.

Durant les 2 années les plus froides sur 10 (décile 2), présentées sur la carte ci-contre, le risque de gel est élevé sur un quart Nord-Est du territoire pour les avoines, les variétés précoces de triticale et d'orge.

## L'espèce choisie permet-elle d'augmenter le potentiel méthanogène ?

Les différences de potentiel méthanogène (ou BMP) entre espèces sont faibles avec une forte variabilité qui ne permet pas de différencier les espèces. Plus que le choix de l'espèce, c'est l'itinéraire technique de la CIVE qui permettra d'optimiser le rendement biomasse, facteur principal du rendement méthanogène d'une parcelle.

> Pour en savoir plus : <http://arvalis.info/2m3>

Rendement moyen récoltable au 11 mai pour un semis au 26 septembre

Rendement (tMS/ha)



Somme des pluies une semaine avant et quinze jours après un semis du 26 septembre

Somme de pluie (mm):



Températures minimales extrêmes entre le 1er janvier et le 15 mars

Températures (°C)



### Pour les CIVE d'été

Les CIVE d'été sont des **cultures d'opportunité** en raison du risque d'échec important dans de nombreuses régions. Durant les 2 années les plus sèches sur 10 (décile 2), présentées sur la carte ci-dessous, les trois quarts de la France cumulent moins de 10 mm autour d'un semis du 10 juillet.

- Les risques d'échecs à la levée sont importants, en dehors des systèmes irrigués.

Cette période peut aussi être favorable à des orages localisés qui sont des **opportunités à saisir** pour semer ces couverts.

Somme des pluies une semaine avant et 10 jours après un semis du 10 juillet\*

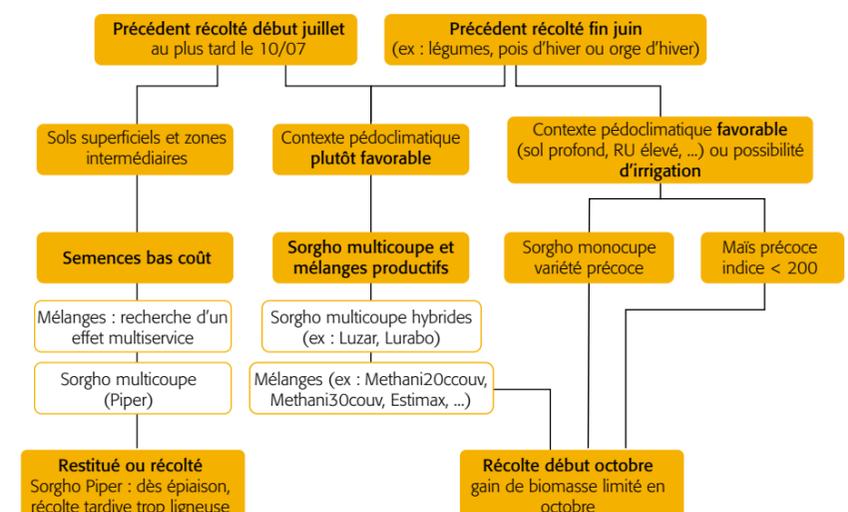
Somme des pluies (mm)



- Face au risque d'échec, le choix d'espèces de CIVE d'été doit se faire selon les contextes pédoclimatiques et les dates de semis possibles.

Il est indispensable de limiter les charges d'intrant dont les semences qui peuvent être une part non négligeable.

Comment adapter le choix de la CIVE d'été selon les conditions pédoclimatiques et les dates de semis



\*Méthode de construction des cartes : Les cartes sont construites à partir des données de 415 stations météo, disponibles sur 20 ans (2002 à 2021), présentes dans la base de données Arvalis - Météo France. Le décile 2 a été retenu pour présenter les conditions les moins favorables (situations observées au moins 8 années sur 10).

## Pourquoi récolter tôt la CIVE ?

Pour les CIVE d'hiver, récolter le plus tôt possible permet de :

- ne pas retarder l'implantation de la culture suivante,
- réduire le risque de stress hydrique pour la culture suivante.

Plus la CIVE est récoltée tardivement, plus le réservoir en eau des sols est consommé par la CIVE pour sa croissance. Cependant, les pluies tombées après la récolte de la CIVE ne suffisent pas toujours à reconstituer ce réservoir pour la culture suivante. Les cartes ci-contre montrent qu'il y a un risque fort que la réserve n'atteigne pas 75 % de sa capacité 14 années sur 20, dans de nombreux départements français, pour une récolte de la CIVE le 10 mai et un RU à 120 mm.

**Il n'est pas nécessaire de retarder la récolte pour obtenir un meilleur potentiel méthanogène.** Les gains de maturité ne sont pas synonymes de meilleur potentiel méthanogène, en effet d'autres parties des CIVE sont plus lignifiées et moins digestibles.

## Comment savoir que la CIVE est prête à être récoltée ?

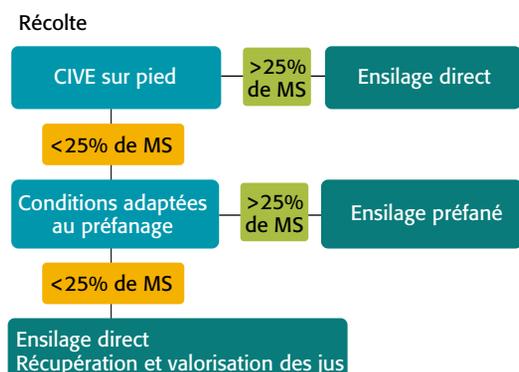
- Lorsque le stade épiaison, début floraison est atteint pour assurer un taux de matière sèche minimal. De plus, le risque de repousses des céréales dans la culture suivante est réduit lorsque le stade floraison est atteint avant la récolte.
- Lorsque l'objectif de 25 % - 30 % de matière sèche est atteint pour limiter la production de jus de silo. Avant c'est possible, mais il est nécessaire de préfaner pour limiter la production de jus de silo.

## Comment réaliser l'ensilage dans de bonnes conditions pour conserver le potentiel méthanogène ?

### À la récolte :

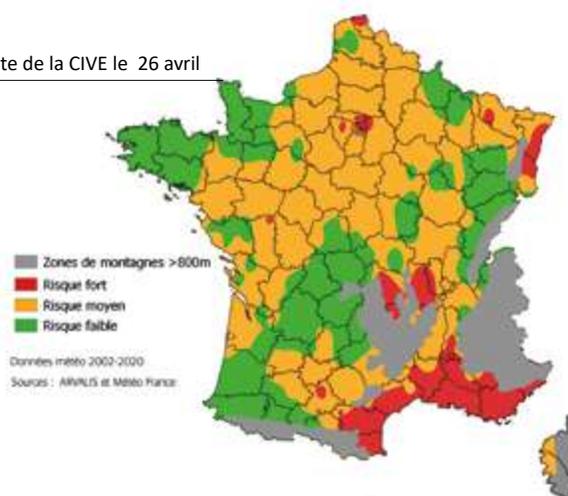
- **Ajuster le mode de récolte selon le taux de matière sèche (MS) :** L'optimum technique est de 30 % MS, mais les taux de MS constatés à la récolte, sont bien souvent inférieurs.
- Dans tous les cas, il est obligatoire d'avoir des dispositifs de récupération des jus de silo.
- Les jus de silo peuvent représenter d'importantes quantités de matière (100 à plus de 250 l/tMB à moins de 20 % MS) et de contenu énergétique (près de 20 Nm<sup>3</sup>/tMS à 20 % MS).

Comment ajuster le mode de récolte selon le taux de MS ?

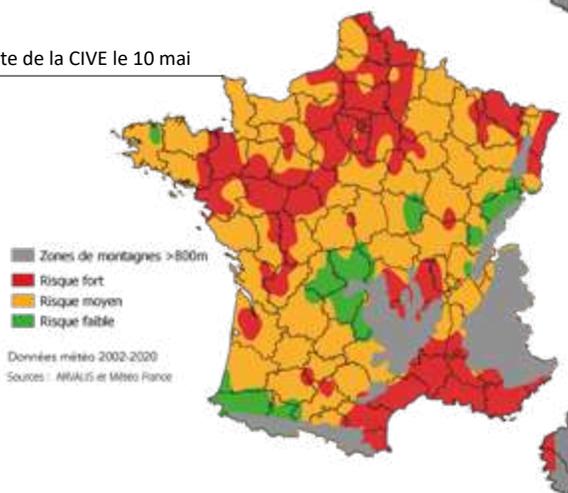


Risque hydrique pour la culture suivante, qualifié par l'occurrence que le réservoir utile ne se remplisse pas à plus 75 % entre la récolte de la CIVE et le 26/05 (pour une RU moyenne de 120mm)

Récolte de la CIVE le 26 avril



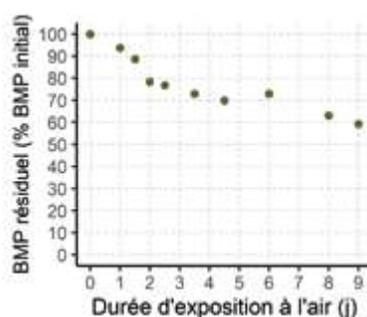
Récolte de la CIVE le 10 mai



*Méthode de construction des cartes : Le risque hydrique a été estimé en simulant l'état du réservoir utile du sol avec le logiciel Irré-Lis® (Arvalis) dans 3 situations de références (RU de 80 mm, 120 mm et 180 mm).*

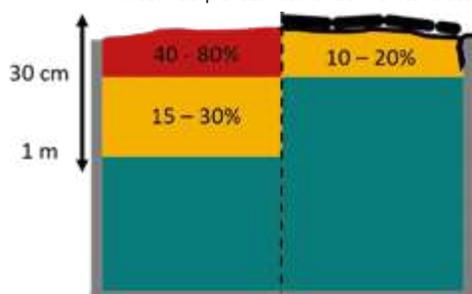
### Au stockage :

- **Limiter l'exposition à l'air :** 20 % du potentiel méthanogène peuvent être perdus après 2 jours d'exposition du front d'ensilage.



Cinétique de dégradation de l'ensilage mis en contact avec l'air (Zhang et al., 2018)

- **Privilégier des silos longs et étroits** à de grandes largeurs pour limiter les pertes dans les fronts d'attaques.



Pertes de MS causées par les dégradations aérobies en présence ou absence de couverture. Adapté de Kaiser et al. (2004)

## Quelle dose d'azote apporter à la CIVE en sortie d'hiver ?

La CIVE est aussi efficace que les CIPAN pour réduire la lixiviation de l'azote que ce soit en interculture d'hiver ou d'été. La fertilisation azotée en sortie d'hiver n'augmente pas le risque de lixiviation (Launay, 2023).

Depuis février 2023, le 7<sup>ème</sup> Plan d'Action National (PAN), pour la gestion des nitrates, accepte la méthode du bilan prévisionnel pour estimer la dose totale prévisionnelle à apporter sur les CIVE.

> Pour aller plus loin sur la méthode de calcul : <http://arvalis.info/2ma>

Le projet RECITAL a permis de mettre en place une méthode d'estimation des paramètres de la méthode du bilan prévisionnel du COMIFER adaptée aux CIVE. Des essais au champ montrent que la méthode du bilan testée semble adaptée. Le paramétrage sera disponible et accessible gratuitement sur le site du COMIFER.

> Pour en savoir plus : <https://comifer.asso.fr/>

En cas d'absence et dans l'attente de paramétrage spécifique de la méthode de calcul de dose pour les CIVE, la dose à appliquer **ne doit pas conduire à une dose totale prévisionnelle supérieure à 100 kg d'azote efficace par hectare (d'après la réglementation).**

Dans le cas d'apports organiques après la récolte du précédent, le seuil de 70 kg d'azote potentiellement disponible à l'hectare jusqu'en sortie d'hiver reste toutefois valable pour les produits organiques apportés à l'automne (mesure 1 du PAN).

**Ne pas oublier l'équilibre de la fertilisation potassium et phosphore.**

Faire le bilan des entrées et des sorties permet de raisonner les apports des éléments P et K afin de compenser les exports. Selon son rendement, une CIVE d'hiver exporte :

- entre 150 et 250 kg/ha de potassium (teneur de 20 à 25 g K/kg MS)
- entre 20 à 30 kg/ha de phosphore (teneur de 2,5 g P/kg MS).

**Le retour au sol de digestat permet un apport non négligeable de phosphore et potassium.**

## En cas d'apport de digestat, quels sont les risques de tassement du sol ?

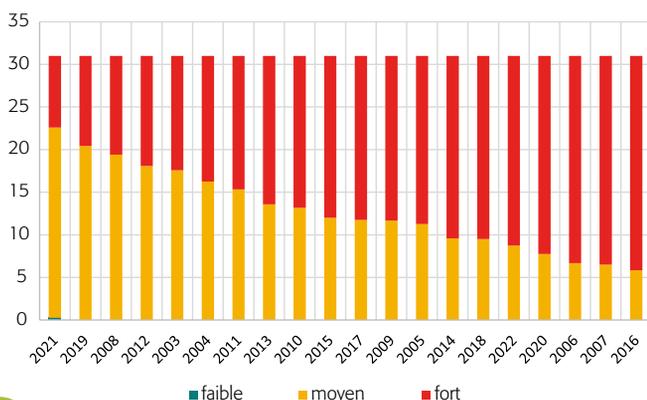
**Le respect des bonnes pratiques d'épandage permet de limiter les risques de pertes d'azote par volatilisation ammoniacale**

> Pour en savoir plus : <http://arvalis.info/2mb>

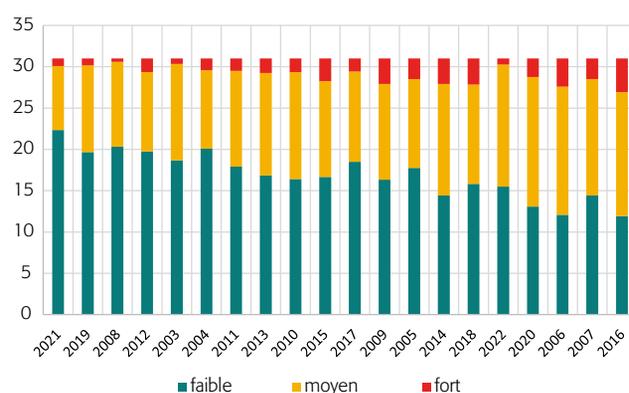
**Les risques de tassement des horizons du sol au cours de l'épandage de digestat en sortie d'hiver sont réels**

- **Sur l'horizon travaillé**, le risque de tassement superficiel est systématiquement moyen ou fort, sur la période du 10/02 au 13/03. De 6 (en 2016) à 22 jours (en 2021) sont disponibles pour un épandage sans risque de tassement fort (figure de gauche).
- **Sur l'horizon non travaillé**, en profondeur, le risque est moins fort. Au moins 27 jours sont à risque faible ou moyen, dont au moins 10 jours sont à risque faible. Par conséquent, si le débit de chantier et les surfaces/volumes à épandre sont tels que 10 jours sont nécessaires pour tout faire, l'épandage se fera dans des jours à risque fort 7 années sur 20. (figure droite).

Nombre de jours par niveau de risque de tassement de l'horizon travaillé ou superficiel sur 1 mois (entre le 10/02 et le 13/03) de 2001 à 2022



Nombre de jours par niveau de risque de tassement de l'horizon non travaillé ou profond sur 1 mois (entre le 10/02 et le 13/03) de 2001 à 2022



Ces résultats ont été obtenus par des simulations réalisées avec une version test de l'outil J-DISTAS en cours de construction par ARVALIS. Chaque année, le passage d'un épandeur à lisier tracté de 32.5 t par un tracteur de 7.5 t est simulé et le risque de tassement associé est observé. Le risque varie en fonction des conditions pédo-climatiques de l'année. Le niveau de risque est une moyenne de 12 conditions pédo-climatiques réparties sur le territoire français atteinte de 2003 à 2022.

**Pour limiter les risques de tassement du sol lors de l'épandage**

- **Assurer de bonnes conditions d'épandage** (ressuyage de la parcelle, y compris en profondeur).
- **Adapter le matériel d'épandage** pour limiter le poids par essieu. Des dispositifs d'épandage sans tonne proposés par des ETA et des CUMA se développent pour l'épandage de digestats.



# L'intégration des CIVE dans une rotation va-t-elle nuire à la teneur en matière organique des sols ?

**La matière organique (MO) est la matière première de la méthanisation.** Un bilan du devenir de la matière organique est nécessaire.

- Sans méthanisation : le couvert type CIPAN se dégrade sur le sol avant d'être ou de ne pas être enfoui. Il apporte de la matière organique au sol.
- Avec méthanisation : **Le bilan sur la MO du sol dans une séquence de culture avec une CIVE (couvert récolté avec retour de digestat) peut être meilleur qu'avec un couvert type CIPAN.**

Lors du chantier de récolte, les CIVE laissent une biomasse au sol composée des chaumes en surface et des racines en profondeur ainsi qu'une partie de sa végétation aérienne.

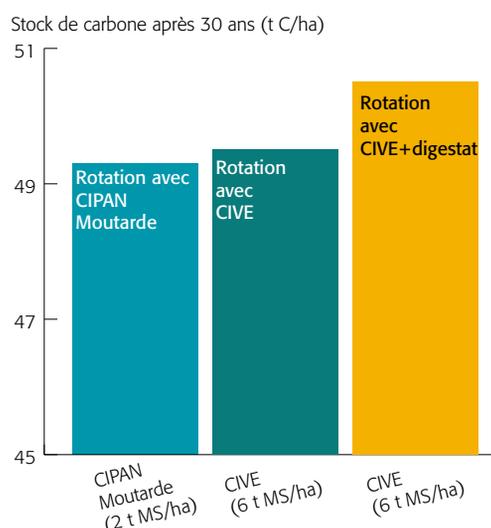
- **A rendement identique**, ces résidus apportent moins de MO au sol qu'un couvert type CIPAN : le stock de carbone à 30 ans serait donc moins important avec une CIVE.

Mais :

- **Le rendement moyen d'une CIVE est supérieur à celui d'un CIPAN (6 t MS/ha contre 2 t MS/ha).**
- **Le retour des digestats issus de la dégradation de la végétation aérienne dans le méthaniseur apporte de la MO stable supplémentaire au sol.**

> Pour en savoir plus : <http://arvalis.info/2me>

Simulation du stock de carbone à 30 ans pour une rotation Colza-Blé-Couvert-Maïs Grain-Blé (Source : CARBOCIMS, 2022)



## POINTS D'ATTENTION :

- Les résultats sont souvent présentés à système de culture constant (hormis CIVE). Dans la réalité, des changements sont réalisés (rotation culturale, parcelles recevant les produits organiques...) et des déchets extérieurs peuvent compléter les approvisionnements. Ces effets sont à considérer au cas par cas sur le stockage de C.

*Les estimations des effets à 30 ans de l'intégration de CIVE sur le stockage du carbone du sol ont été faites grâce à des outils de simulation de l'évolution de l'état organique des sols pour une diversité de contextes pédoclimatiques et de systèmes de culture.*

> EN SAVOIR PLUS > [https://www.youtube.com/watch?v=K020IXUrl\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=K020IXUrl_s)

> Pour aller plus loin : étude INRAe CARBOCIMS, 2022 : Levavasseur, F., et al. > <http://arvalis.info/2mf>

## Contacts

Sylvain MARSAC  
s.marsac@arvalis.fr

Nicolas DAGORN  
n.dagorn@arvalis.fr



Membre de :



avec le soutien de :



avec la participation de :

