



LES CLÉS POUR OPTIMISER LA CONDUITE DES CIVE

Recommandations issues du projet RECITAL

RHÔNE-ALPES

The logo for Recital features a stylized green arch above the word "Recital" in a bold, black, sans-serif font. A small graphic of two leaves, one green and one yellow, is positioned above the letter 'i' in "Recital".

Recital

Conduite des CIVE d'hiver

Où et comment les insérer dans les systèmes ?

Le choix d'une CIVE se raisonne sur l'ensemble de la succession culturale, en fonction des cultures principales qui la composent.

Rotation de référence (sans CIVE)	Avec CIVE
Maïs → Maïs → Blé	Blé → CIVE d'hiver → Maïs → Maïs
Maïs → Maïs → Maïs → Maïs → Soja → Blé	Blé → CIVE d'hiver → Maïs x 2 → CIVE d'hiver → Maïs x 2 → Soja
Blé → Tournesol	Blé → CIVE d'hiver → Tournesol
Colza → Blé → Orge	Blé → CIVE d'hiver → Tournesol

Itinéraire technique des CIVE d'hiver

Choix d'espèces et de variétés

Les résultats du réseau d'essai RECITAL (France entière) montrent que toutes les espèces de céréales ont du potentiel, conduites seules ou associées avec 20 % de légumineuses (Figure 1). En Rhône-Alpes, les seigles fourragers en mélange avec de la vesce confirment leur intérêt. Les rendements des triticales sont inférieurs à ceux des seigles, mais ils restent une opportunité à condition de choisir des variétés précoces.

Le choix de la céréale est à moduler selon les risques (Figure 2). Quelle que soit l'espèce, le choix variétal a son importance. On favorisera les variétés précoces à épiaison, pour récolter tôt et implanter la culture suivante. L'avoine diploïde et l'orge ont, en tendance, un rendement inférieur à cause d'échecs liés au gel et à la Jaunisse nanisante de l'orge (JNO).

L'introduction de légumineuses (20 à 30 %) en associations avec les céréales peut être un levier pour l'autonomie azotée du système. Bien que l'effet sur la culture alimentaire suivante n'ait pas été mis en évidence, ces associations, tout en maintenant la productivité, permettent d'apporter de l'azote aux digesteurs et donc dans les digestats.

Figure 1 : Rendement biomasse de CIVE d'hiver sur plusieurs essais en bande chez des agriculteurs de la coopérative OXYANE entre 2020 et 2022

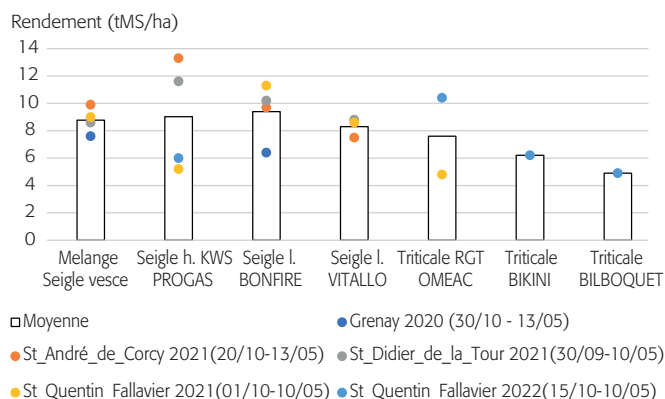
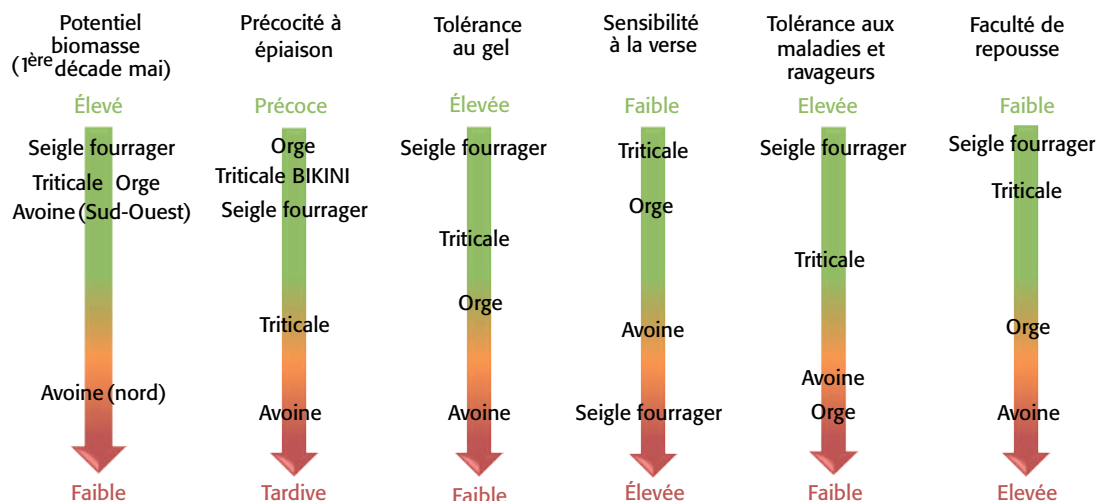


Figure 2 : Comparaison des profils des principales espèces de céréales en CIVE d'hiver : un compromis nécessaire.



Date de semis et densité

Un semis précoce entre le 15 septembre et le 15 octobre est à privilégier pour favoriser une bonne implantation de la CIVE en entrée d'hiver. Le semis doit être particulièrement soigné pour assurer un démarrage rapide (cf. Recommandations partie nationale). La date de semis peut être modulée selon l'enherbement et les bioagresseurs (pucerons, cicadelles, limaces). Des essais comparant un semis de fin septembre à un semis de fin octobre ont démontré un gain de biomasse de l'ordre de 1 tMS/ha en faveur du semis précoce.

Une densité de semis élevée de 300 grains/m² pour la céréale pure permet d'assurer une bonne densité de pieds et de couvrir le rang pour limiter les concurrences des adventices. Pour les mélanges, la densité de légumineuses est de 40 grains/m² pour les vesces et 20 grains/m² pour les féveroles et celle de la céréale peut être descendue à 240 grains/m².

Fertilisation – Exemple régional de calcul de dose prévisionnelle

Un apport d'azote en sortie d'hiver est recommandé pour assurer la production biomasse. La dose prévisionnelle d'azote sur CIVE d'hiver se calcule selon la méthode du bilan prévisionnel (cf. Recommandation nationale). Un exemple de calcul dans un sol de graviers profonds dans la vallée du Rhône est présenté Figure 3. La CIVE est un seigle, semé mi-septembre, avec un objectif de 8 tMS/ha, récolté le 10/05.

Date de récolte, la recherche d'un compromis

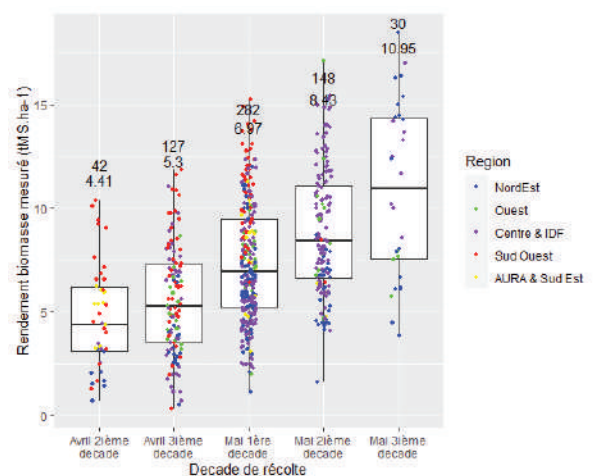
La date de récolte est avant tout un compromis entre le rendement biomasse de la CIVE et l'impact sur le rendement de la culture suivante. Dans la région Rhône-Alpes, une récolte début mai permet d'assurer un rendement de la CIVE d'au minimum 6 tMS/ha, tout en limitant les risques d'échecs de la culture suivante. Entre fin avril et début mai, la CIVE gagne 1 à 2 tMS/ha par semaine (Figure 4). Mais une récolte au-delà du 15 mai, impactera fortement la culture principale suivante (cf. évaluation technico-économique et environnementale).

Figure 3 : Exemple de calcul de dose prévisionnelle d'azote pour un seigle dans un gravier profond de Rhône-Alpes

BESOINS		FOURNITURES (kgN/ha)	
Objectif de rendement (tMS/ha)	8	Reliquats d'azote sortie d'hiver- Ouverture bilan (RSH ou Ri)	20
		Quantité d'azote déjà absorbé en sortie d'hiver (Pi)	23
Besoin (kgN/tMS/ha)	13	Minéralisation des résidus du précédent (Mr)	-10
		Minéralisation de l'humus (Mh)	13
		Reliquats d'azote – fermeture bilan (Rf)	-25
104		21	

→ X = 104 - 21 = 83

Figure 4 : Rendement biomasse des céréales pures par décade de récolte et grande région sur l'ensemble du réseau d'essai national RECITAL. Les chiffres correspondent à l'effectif et à la médiane.



*En rouge, les postes estimés à partir de la modélisation et en noir des hypothèses fixées par expertises. Les postes L (Pertes par lixiviation du nitrate), Nirr (Quantité d'azote apporté par l'eau d'irrigation), Mpro (Minéralisation de l'humus des pro) et Mhp (Minéralisation de l'humus des prairies) sont considérés égaux à zéro.

Conduite des CIVE d'été

Où et comment les insérer dans les systèmes ?

Toutes les successions ne peuvent pas intégrer des CIVE d'été. Des opportunités existent pour valoriser au mieux la séquence de 3 cultures en 2 ans. Les précédents les plus adaptés pour semer des CIVE d'été sont l'orge d'hiver et le pois d'hiver.

Rotation de référence (sans CIVE)	Avec CIVE
Colza → Blé tendre → Orge	Colza → Orge d'hiver → CIVE d'été → Blé
Maïs → Maïs → Blé tendre	Maïs → Maïs → Blé → CIVE d'été → Maïs ou Tournesol ou soja
Blé tendre → Maïs → Prairie temporaire	Orge d'hiver → CIVE d'été → Prairie temporaire

Itinéraire technique des CIVE d'été

Choix d'espèces

Les CIVE d'été sont des cultures d'opportunité en raison du risque d'échec important. Selon le contexte pédoclimatique, le choix de l'espèce dépend d'une recherche de compromis entre le coût et le risque d'échec (cf. Recommandations partie nationale). Les essais du réseau RECITAL (France entière) ne permettent pas de discriminer les différentes espèces et mélanges. En Rhône-Alpes des opportunités existent (figure 5). Les sorghos monocoupes biomasses et maïs sont à réserver dans les sols à bon potentiel ou pour des semis de fin juin. Les sorghos multicoupes fourragers en pur ou en mélange présentent la meilleure alternative dans des conditions moins favorables (semis début juillet ou/et déficit hydrique).

Point de vigilance : Les mélanges à base de tournesol sont à éviter localement dans les zones de production de semences.

Date de semis et date de récolte

La date de semis est l'une des clés de la réussite des CIVE d'été. L'objectif est de semer avant le 10 juillet, juste après la récolte du précédent (Figure 6). Semer avec peu de travail du sol permet de gagner du temps pour profiter de l'humidité résiduelle à la surface du sol.

La récolte aura lieu au plus tard courant octobre (25-30 % de matière sèche). Des récoltes plus tardives augmentent les risques sans assurer un gain significatif de rendement sur une période où l'offre climatique est restreinte pour les cultures d'été.

Figure 5 : Rendement biomasse de CIVE d'été issus d'essais régionaux d'Arvalis et en bande chez des agriculteurs de la coopérative OXYANE entre 2019 et 2021.

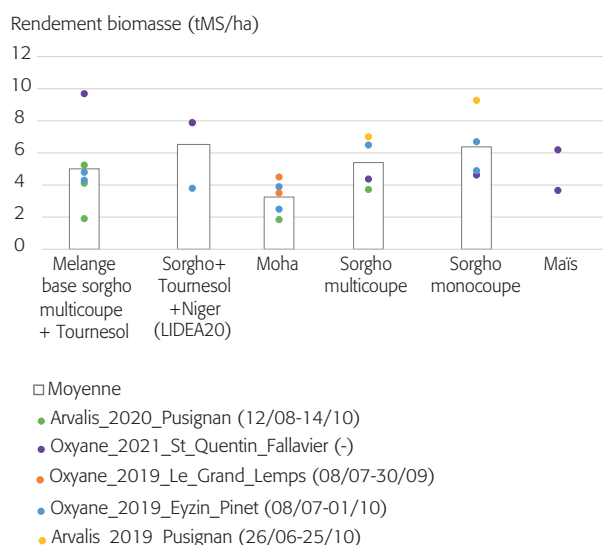
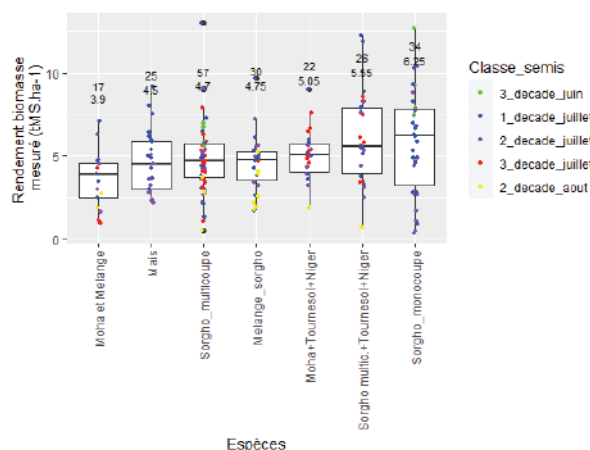


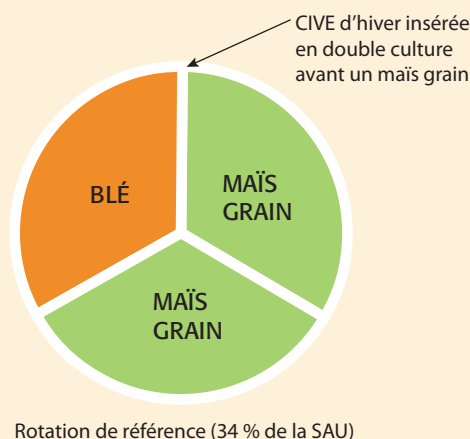
Figure 6 : Rendement de différentes espèces et mélanges de CIVE d'été réseau RECITAL (France entière) par décennie de semis. Les chiffres correspondent à l'effectif et à la médiane.





Evaluation technico-économique et environnementale

L'évaluation technico-économique a été réalisée à partir d'une exploitation agricole représentative de la plaine de Lyon, en Rhône-Alpes. Cette ferme s'étend sur 160 ha et emploie 1,4 UTH familial (unité de travailleur humain). L'assolement de l'exploitation de référence sans CIVE est présenté dans le tableau 1.



Afin de comparer une situation avec CIVE et sans CIVE, certaines rotations de l'assolement de référence ont été modifiées pour intégrer une CIVE en double culture. La rotation 1 est présentée plus en détails.

Tableau 1 : Assolement de la ferme de la plaine de Lyon

Culture	Surface (ha)
Blé tendre	44
Colza	14
Jachère	8
Maïs	68
Orge d'hiver	14
Soja irrigué	4
Tournesol	8

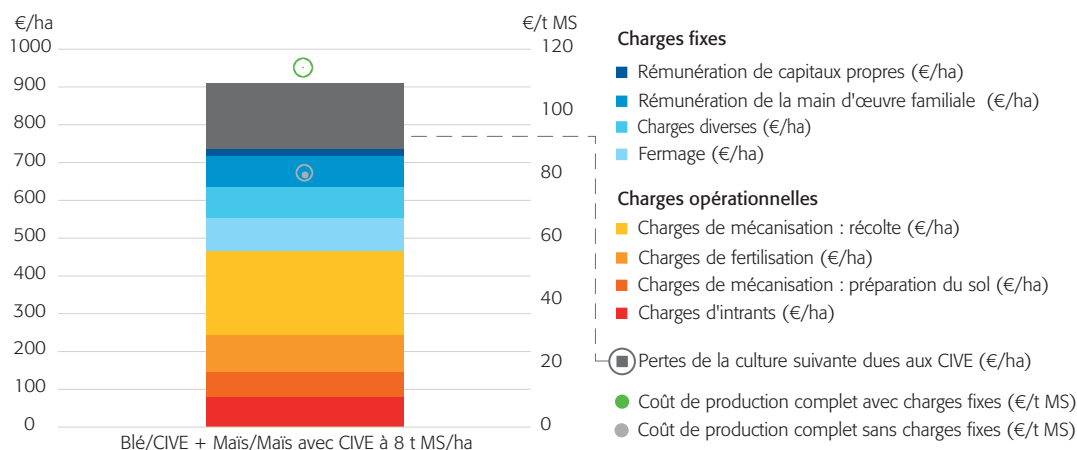
Coût de production d'une CIVE d'hiver

Le coût de production complet de la CIVE (€/t) correspond à la somme de toutes les charges fixes et opérationnelles. Dans cet exemple, les charges fixes sont réparties à part égale sur les trois cultures produites en deux ans. La perte de rendement sur la culture suivante est incluse dans les calculs de coût. Ces résultats ont été construits dans le contexte de prix de l'année 2020.

Les coûts de production des CIVE sont propres au système dans lequel elles s'insèrent. Chaque producteur doit donc évaluer et ventiler ses coûts.

Pour en savoir plus : https://youtu.be/_3gnfFSU19w

Figure 1 : Exemple pour une CIVE d'hiver ayant produit 8 tMS/ha et récoltée dans la 1ère décade de mai.



Evaluation multicritère du système de culture à l'échelle de l'exploitation agricole

Marge nette de la rotation : un compromis entre la récolte de la CIVE et le semis de la culture alimentaire suivante

La marge nette de la succession CIVE d'hiver + maïs grain a été calculée en fonction de plusieurs dates de récolte des CIVE. Les rendements de la CIVE et du maïs grain sont impactés de la manière suivante (Tableau 2).

La date de référence de semis du maïs grain pour laquelle le rendement de référence est atteint est fixée au 15 avril. Plusieurs scénarios de prix de vente du maïs et de la CIVE rendue silo ont été considérés.

Tableau 2 : Hypothèses de rendement de la CIVE et du maïs en fonction des dates de récolte de la CIVE

Date de récolte de la CIVE	Rendement CIVE (tMS/ha)	Rendement maïs grain (t/ha)
15 avril	3	12.2
25 avril	6	11.6
5 mai	8	11
15 mai	10	8.5

L'optimisation de la marge nette de la double culture dépend fortement des prix de vente de la CIVE et du maïs grain. Pour optimiser la rentabilité de la succession CIVE + culture suivante, les producteurs peuvent jouer sur la date de semis de la culture principale en la retardant plus ou moins par rapport à une référence sans CIVE. La CIVE reste alors en place plus ou moins longtemps pour optimiser sa production. Cette marge de manœuvre s'exprime en nombre de jours entre la date de semis de référence de la culture principale (situation sans CIVE) et la date de semis de la culture suivante après CIVE – date qui se trouve être également la date de récolte de la CIVE (Figure 2). Par exemple, si le prix de vente du maïs est de 170 €/t et le prix de vente de la CIVE est de 100 €/t, la marge nette globale est maximisée lorsqu'on récolte la CIVE et sème le maïs 18 jours après la date de référence au 15 avril.

Ce tableau est un support de réflexion mais les résultats sont très dépendants des hypothèses de rendements des cultures, et varient d'une année climatique à l'autre.

Figure 2 : Estimation du nombre de jour de décalage entre la date de semis de référence de la culture principale (le 15/024) et la date de semis après une CIVE pour maximiser la marge nette de la succession CIVE + culture suivante

Prix cive	Prix maïs (€/t)					
	110	130	150	170	190	210
70	19	17	15	13	12	10
80	21	19	17	15	13	12
90	23	20	18	17	15	14
100	24	22	20	18	16	15
110	25	23	21	19	18	16
120	26	24	22	21	19	18
130	27	25	23	22	20	19
140	28	26	24	23	21	20

Evaluation multicritère : comparaison entre les deux rotations avec et sans CIVE grâce à plusieurs indicateurs - Rotation 1

Dans le cadre des hypothèses prises pour ce travail, les indicateurs évoluent de la manière suivante :

TEMPS DE TRAVAIL

6.1 h/ha → 7.1 h/ha

+ 14 %

Avec des pics de travail au semis et à la récolte. Sur l'ensemble de l'exploitation, le changement est moins fort avec une réorganisation des chantiers.

PRODUCTION D'ÉNERGIE SUPPLÉMENTAIRE

+ 15 %



OU



Chauffage pour
0.6 maison/ha

15 668 km/ha

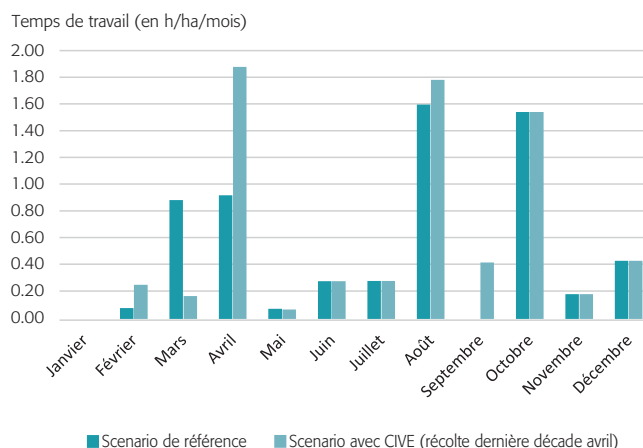
IFT : INDICE DE FRÉQUENCE DE TRAITEMENT

2.6 → 2.6

+ 0 %

Sans traitement de la CIVE, il n'y a pas d'évolution de l'IFT dans la rotation.

Figure 3 : temps de travail...



Evaluation du coût de production de l'énergie à l'échelle de l'unité de méthanisation

Le coût de l'énergie produite est calculé en fonction des unités de méthanisation représentatives du développement en Rhône-Alpes et des substrats avec et sans CIVE associés.

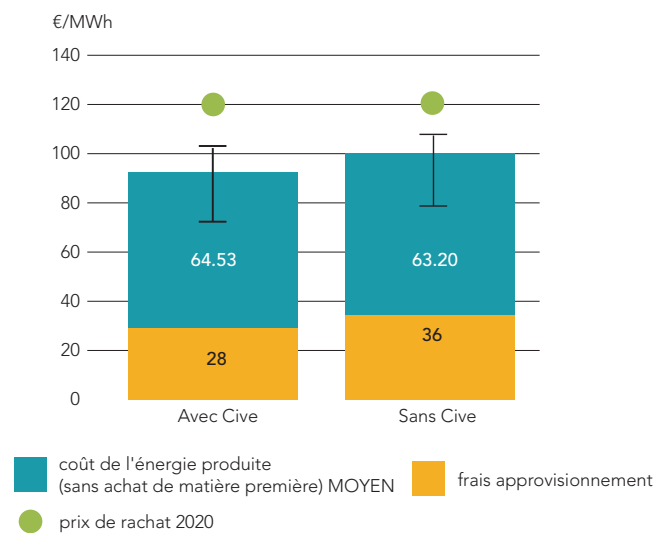
Ces résultats sont valables dans le cadre des hypothèses de substrats et coûts considérés dans un contexte de prix de l'année 2020. Les références utilisées sont issues de l'étude prodige 2 (Tableau 3).

Que ce soit avec un substrat sans CIVE ou avec CIVE, les coûts complets de l'énergie produite sont similaires (Figure 4). L'utilisation de CIVE dans les substrats facilite la maîtrise d'une partie de l'approvisionnement.

Tableau 3 : Hypothèses pour le calcul du coût complet de l'énergie produite avec un mixte de substrats sans CIVE ou avec CIVE

Type d'unité et débit/ puissance	Injection 135 Nm ³ /h	
	CIVE	Sans CIVE
Composition du substrat	CIVE (50%) + Effluents (50%)	Effluents d'élevage (50%) + Culture dédiée (15%) + Déchets d'IAA (35%)
Investissement total (k€)	43	41
Frais de fonctionnement moyen (k€)	375	375
Frais d'approvisionnement (k€)	338	443
Coût complet de l'énergie produite (€/MWh)	92	99

Figure 4 : Equilibre entre coût de production et prix de vente. Exemple pour l'unité à injection 135 Nm³/h.



Contacts

OXYANE, Ugo BATEL, u.batel@groupe-oxyane.fr

AAMF, Elsa ROUCHES, elsa@aamf.fr

ARVALIS, Yann JANIN, y.janin@arvalis.fr



Membre de :



Partenaire technique ACTIA



avec le soutien de :



avec la participation de :

