



LES CLÉS POUR OPTIMISER LA CONDUITE DES CIVE

Recommandations issues du projet RECITAL

SUD-OUEST



Recital

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'.

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	Maïs → CIVE d'hiver + Maïs
Maïs → Soja	Maïs → CIVE d'hiver + Soja
Blé → Colza → Blé → Tournesol	Colza → Blé → CIVE d'hiver + Tournesol → Blé

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. Dans le Sud-Ouest, les triticales ou les avoines diploïdes pures ou en mélanges avec de la vesce velue confirment leur intérêt (Figure 1). Les seigles fourragers purs versent rapidement début mai, en cas de fort développement.

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. Dans des conditions d'hydromorphie hivernale, les mélanges avec du ray-grass Italien sont moins pénalisés.

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 des principales espèces et variétés testées dans les essais du sud-ouest (Montardon et Castétis, 64) pour des récoltes début mai (comprises entre le 04/05 et le 07/05) entre 2020 et 2022

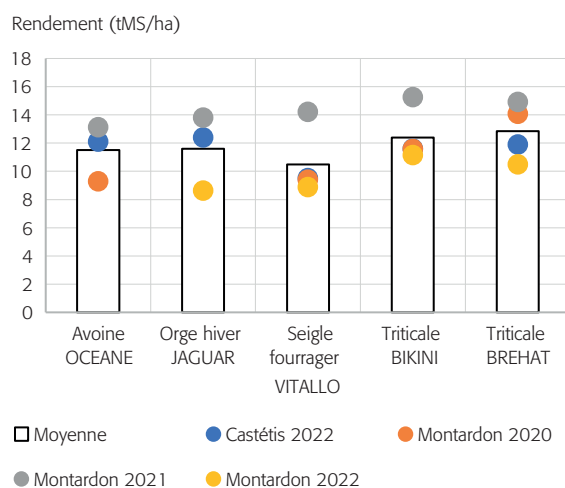
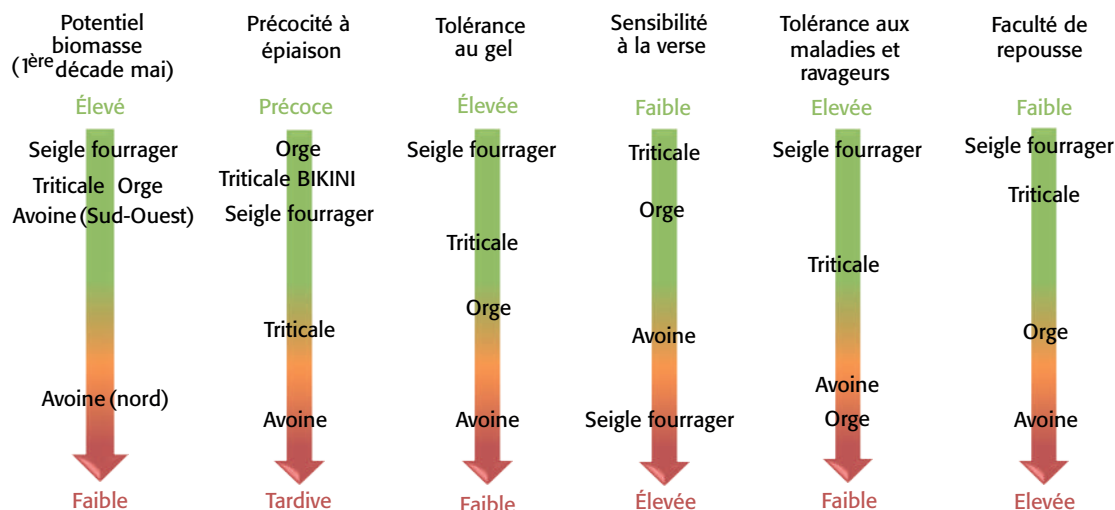


Figure 2 : Comparaison des profils des principales espèces de céréales en CIVE d'hiver : un compromis nécessaire



Date de semis et densité

Un semis précoce avant le 15 octobre est à privilégier pour favoriser une bonne implantation de la CIVE en entrée d'hiver, notamment pour les seigles fourragers. Le semis doit être tout particulièrement soigné pour assurer un démarrage rapide (cf. Les Clés pour optimiser la conduite des CIVE- Partie nationale). Après un maïs grain, un semis tardif fin octobre est encore possible dans le Sud-Ouest. Des essais (France entière) 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. Les Clés pour optimiser la conduite des CIVE- Partie nationale). Un exemple de calcul dans un sol de Touyas du Sud-Ouest (Montardon, 64) est présenté Figure 2. La CIVE est une avoine rude, semée fin octobre, avec un objectif de 11 tMS/ha, récoltée le 10/05.

Date de récolte, la recherche d'un compromis

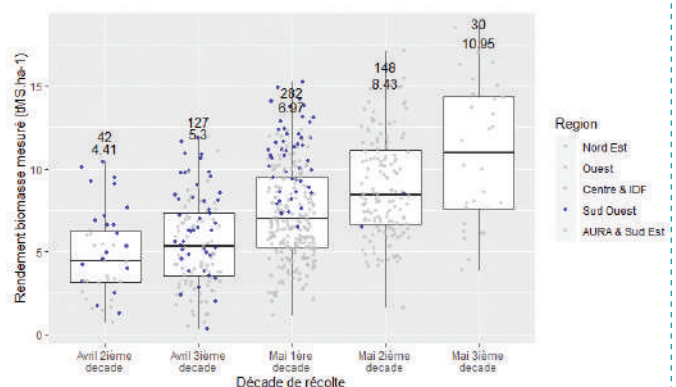
La date de récolte est avant tout un compromis entre le rendement biomasse de la CIVE et l'impact sur le rendement de la culture suivante. Dans le Sud-Ouest, une récolte en dernière décade d'avril permet d'atteindre un rendement biomasse de 8 tMS/ha de la CIVE dans les sols les plus profonds, tout en semant un maïs dans de bonnes conditions (figure 4). Entre fin avril et début mai, la CIVE gagne 1 à 2 tMS/ha par semaine. Mais une récolte au-delà du 15 mai, impactera fortement la culture principale suivante. La perte de rendement mesurée pour un maïs grain semé début mai après CIVE est de 10 %.

Figure 3 : Exemple de calcul de dose prévisionnelle d'azote pour un triticale dans un Touyas à Montardon (64)

BESOINS		FOURNITURES (kgN/ha)	
Objectif de rendement (tMS/ha)	11	Reliquats d'azote sortie d'hiver- Ouverture bilan (RSH ou Ri)	32
		Quantité d'azote déjà absorbé en sortie d'hiver (Pi)	42
Besoin (kgN/tMS/ha)	13	Minéralisation des résidus du précédent (Mr)	-10
		Minéralisation de l'humus (Mh)	20
		Reliquats d'azote – fermeture bilan (Rf)	-25
▼		▼	
143		59	

→ $X = 143 - 59 = 84$

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, le pois d'hiver et certaines cultures légumières.

Rotation de référence (sans CIVE)	Avec CIVE
Blé → Culture Légumière → Blé → Tournesol	Blé → Culture Légumière → CIVE d'été → Blé → Tournesol

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. Les Clés pour optimiser la conduite des CIVE-Partie nationale). Les essais du réseau RECITAL (France entière) ne permettent pas de discriminer les différentes espèces et mélanges.

Dans le Sud-Ouest des opportunités sont à saisir (Figure 5). Les sorghos multiconcoupes biomasses et les maïs peuvent convenir dans les sols profonds ou dans les systèmes irrigués. Les sorghos multiconcoupes en purs ou en mélanges sont une bonne alternative dans des conditions moins favorables.

Date de semis et date de récolte

La date de semis est l'une des clés de la réussite des CIVE d'été (Figure 6). L'objectif est de semer avant le 10 juillet, juste après la récolte du précédent. 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 (objectif de 25-30 % 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 ces cultures d'été.

Figure 5 : Rendement biomasse de CIVE d'été à Montardon (64) en 2020. Les CIVE sont semées le 08/07, récoltées le 24/09, fertilisées avec 60 kgN/ha et irriguées (65 mm, en 2 tours d'eau)

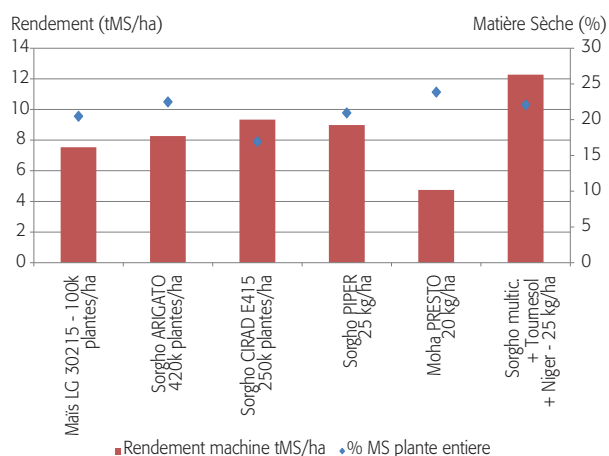
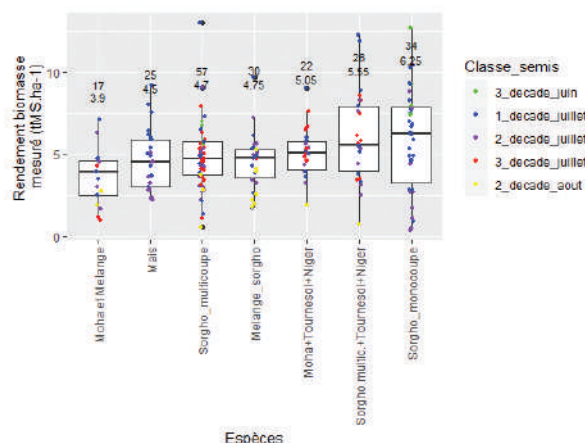


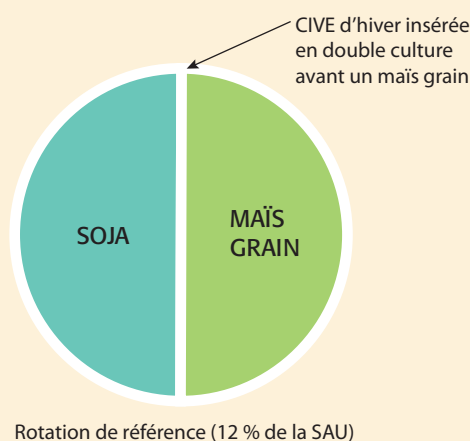
Figure 6 : Rendement de différentes espèces et mélanges de CIVE d'été réseau RECITAL (France entière) par décennie de semis. Les chiffres correspondent à l'effectif et à la médiane.





Evaluation technico-économique et environnementale

Les calculs ont été réalisés à partir d'une exploitation agricole représentative de la Vallée de l'Adour, dans le Sud-Ouest de la France. Cette ferme s'étend sur 100 ha et emploie 1 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 Vallée de l'Adour

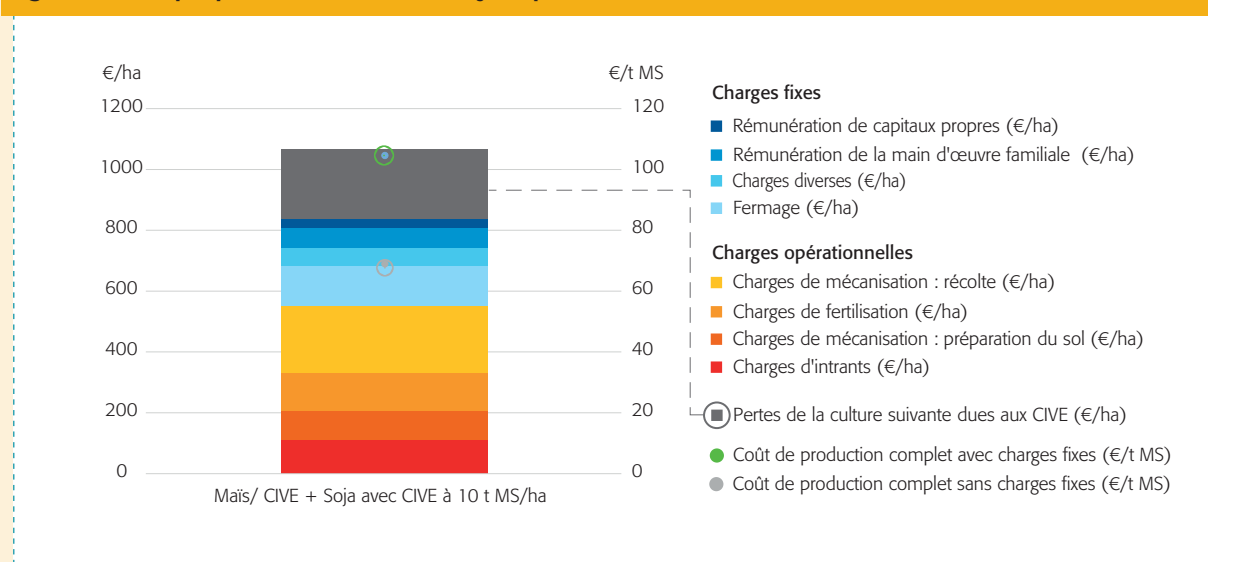
Culture	Surface (ha)
Blé tendre	10
Colza	5
Jachère	8
Maïs	66
Soja	6
Tournesol	5

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.

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

Figure 1 : Exemple pour une CIVE d'hiver ayant produit 10 tMS/ha et récoltée dans la 2^{ème} décennie 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 + soja a été calculée en fonction de plusieurs dates de récolte des CIVE. Les rendements de la CIVE et du soja sont impactés de la manière suivante (tableau 2).

La date de référence de semis du soja est fixée au 1^{er} mai. Plusieurs scénarios de prix de vente du soja et de la CIVE rendue silo ont été considérés.

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

Date de récolte de la CIVE	Rendement CIVE (tMS/ha)	Rendement soja (t/ha)
1er mai	8	3.5
10 mai	10	2.8
20 mai	12	2.4

L'optimisation de la marge nette de la double culture dépend fortement des prix de vente de la CIVE et du soja. 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 soja est de 390 €/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 la culture suivante 6 jours après la date de référence au 1^{er} mai.

L'insertion d'une CIVE d'hiver avant un soja est facilitée grâce au semis plus tardif du soja vis-à-vis d'autres cultures comme le maïs ou le tournesol. Ce tableau peut être considéré comme 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 01/05) et la date de semis après une CIVE pour maximiser la marge nette de la succession CIVE + culture suivante.

Prix cive	Prix culture									
	270	300	330	360	390	420	450	480	510	
70	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	11	7	3	0	0	0	0	0	0	
90	15	12	8	4	0	0	0	0	0	
100	17	15	12	9	6	2	0	0	0	
110	19	17	15	12	10	6	3	0	0	
120	21	19	17	15	13	10	7	4	1	
130	22	20	18	17	15	13	10	8	5	
140	23	21	20	18	17	15	13	11	9	

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
5.8 h/ha → 7.6 h/ha

+ 24 %

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

+ 36 %



OU



Chauffage pour
2 maisons/ha

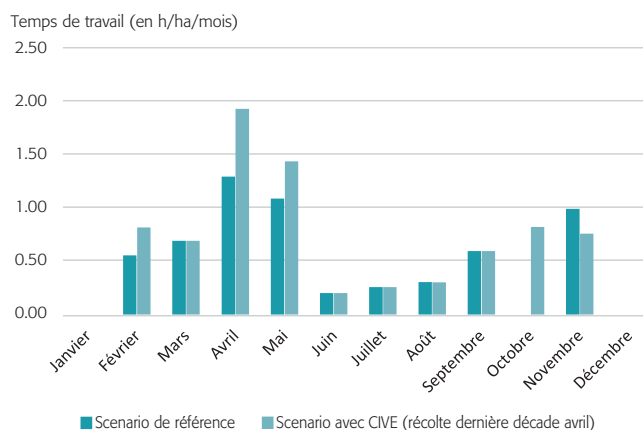
36 882 km/ha

IFT : INDICE DE FRÉQUENCE DE TRAITEMENT
2.12 → 2.12

+ 0 %

Si la CIVE n'est pas traitée, 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 dans le Sud-Ouest 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 au sein d'une même unité de production (figure 4). L'utilisation de CIVE dans les substrats facilite la maîtrise d'une partie de l'approvisionnement.

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

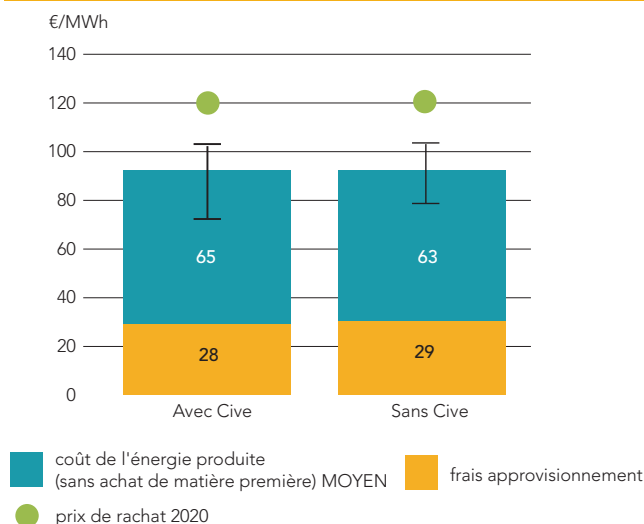


Tableau 3 : Hypothèses pour le calcul du coût complet de l'énergie produite avec un mixte de substrats sans CIVE ou avec CIVE

Type d'unité et débit/puissance	Injection 80 Nm ³ /h		Injection 135 Nm ³ /h	
	CIVE	Sans CIVE	CIVE	Sans CIVE
Composition du substrat	CIVE (20 %) + Effluents (65 %) + Cultures dédiées (15 %)	Effluents d'élevage (69 %) + Résidus de culture (5 %) + Culture dédiée (15%) + Déchets d'IAA (12%)	CIVE (45 %) + Effluents (40 %) + Cultures dédiées (15 %)	Effluents d'élevage (42 %) + Résidus de culture (7 %) + Culture dédiée (15 %) Déchet d'IAA (36 %)
Investissement total (k€)	44	43	43	42
Frais de fonctionnement moyen (k€)	275	275	375	375
Frais d'approvisionnement (k€)	158	146	354	346
Coût complet de l'énergie produite (€/MWh)	94	92	93	92

Contacts

EURALIS, Christophe GRANDEUR - christophe.grandeur@euralis.com

ARVALIS, Manuel HEREDIA - m.heredia@arvalis.fr

AAMF, Elsa ROUCHES - elsa@aamf.fr



Membre de :



Partenaire technique ACTIA



avec le soutien de :



avec la participation de :

