



Avec le soutien de



Impact de la digestion anaérobie mésophile de lots de céréales contaminées par l'ergot sur l'innocuité des digestats

C. Vitry, B. Orlando, S. Marsac, R. Valade – ARVALIS – Institut du végétal
F. Monlau, A. Lallement - APESA



Question de recherche:

Quel est le risque de contaminer des parcelles avec des digestats de méthanisation issus d'intrants ergotés?

- Réalisation d'essais pilotes simulant une filière de méthanisation en co-digestion de **céréales ergotées**, de lisiers et de CIVEs.
- Etudier le comportement des sclérotés dans différentes conditions de laboratoire (T°, vernalisation)
- Etudier l'impact du processus de méthanisation sur la viabilité des sclérotés

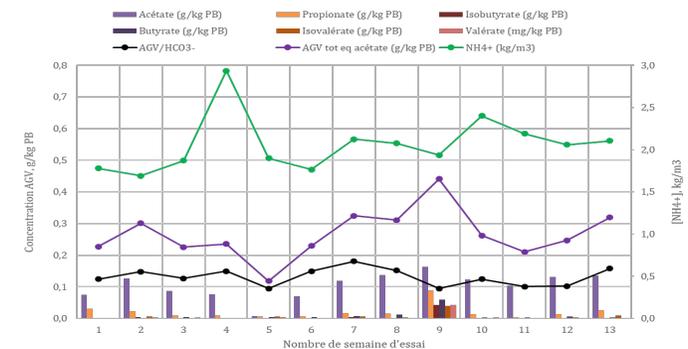


➔ **Risque de contamination au champ par épandage du digestat?**

Protocoles pour la méthanisation

- Deux essais de méthanisation en série (mésophile/T 38°C) réalisés par l'APESA
- ✓ **Le premier avec un mélange lisier bovin et ergot de céréales (10g/kg)**
 - ✓ Sclérotés incorporés, après montée en charge du pilote, de deux façons : dans des ballotins, pour favoriser la récupération, et « libre », tous les jours pendant 6 semaines.
 - ✓ Mesure du taux de récupération par semaine.
 - ✓ Envoi au laboratoire de pathologie végétale en fin d'expérimentations pour mesurer la viabilité.
- ✓ **Le second avec un mélange lisier bovin, CIVEs et ergot de céréales (10g/kg)**
 - ✓ Ballotins incorporés (2/semaine).
 - ✓ Sclérotés libres (7,5g/semaine).
 - ✓ Envoi au laboratoire de pathologie végétale en fin d'expérimentations pour mesurer la viabilité.

→ Tout au long de l'essai les performances opératoires et les rendements en gaz ont été regardés.



Protocoles pour la croissance des ergots

Avec le soutien de

1. Mise au point du test de viabilité/germination

1. Durée de vernalisation 
2. Taux de germination des lots envoyés pour méthanisation



2. Etude de la résistance à la température

- a. 38°C → T° d'un méthaniseur en mésophile
- b. 58°C → T° d'un méthaniseur en thermophile



3. Etude de la viabilité des sclérotes issus des digestats



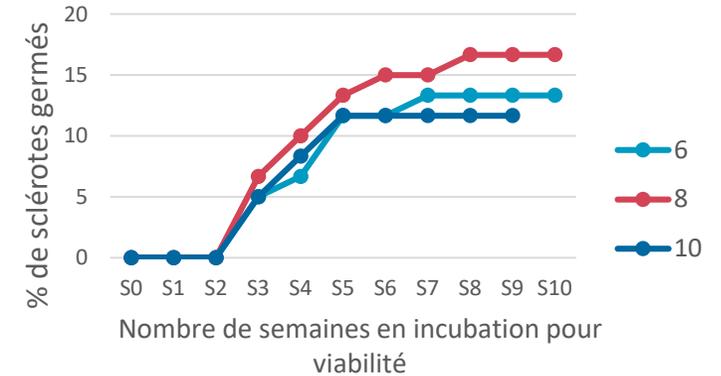
Principaux résultats pour la mise au point de la croissance des ergots

- Vernalisation de 8 semaines pour avoir le taux maximum de germination
- Taux de germination variable entre les espèces et assez faible
 - ✓ 1ère germination autour de 21 jours comme attendu à 20°C après vernalisation.
 - ✓ Autour de 50% pour le seigle dans des conditions « optimales ».
 - ✓ Prise en compte de l'état sclérote non nécessaire (cassé ou entier) → même taux de germination.

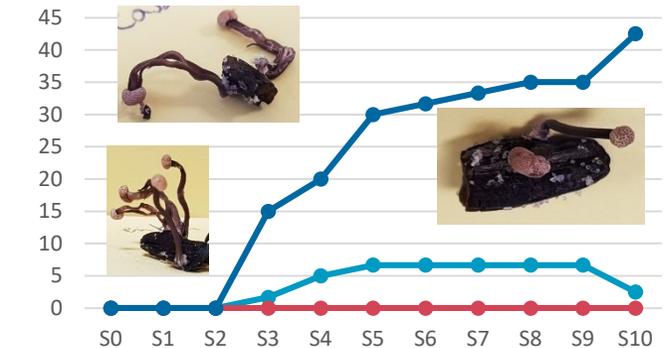
→ **Effet lot sur le taux de germination probablement lié à un effet année?** Lié aux conditions climatiques de l'année 2020? Cet effet lot déjà observé dans des expérimentations antérieures.

➔ **Durée d'un test environ 16 semaines au total en comptant 8 semaines de vernalisation.**

- Effet de la température
Aucune germination à 38°C et 58°C → cohérent avec la bibliographie mais à confirmer car les témoins n'ont pas germé non plus.



● Blé dur ● Blé tendre ● Seigle



Avec le soutien de

⇒ Les sclérotés en sachet



⇒ Les sclérotés libres



Semaine calendrier	Semaine d'essai	Sclérotés en sachet (g)					Sclérotés libres		
		Ballotins 1	Ballotins 2	Sac 1	Sac 2	Sac 3	Sclérotés libres en entrée (g)	Sclérotés libres en sortie (g)	Taux de récupération des sclérotés
3	8	1,6559	1,6989	1,7156	1,6493	1,6646	6,4000	0,0000	0%
4	9			Comptés en graines libres			6,1300	0,6320	10%
5	10						6,0400	0,6220	10%
6	11						6,1800	0,4088	7%
7	12						6,0200	0,7145	12%
8	13						6,0800	0,5273	9%
A la fin, poids des ballotins séchés		0,7000	1,2000	Poids des graines cumulées			41,8795	2,9046	7%

Avec le soutien de



- ✓ Bon fonctionnement du pilote avec un temps de séjour moyen de 39 jours.
- ✓ Les sclérotés qui ont fait les 6 semaines de temps de séjour (en sachets) **sont peu reconnaissables.**
→ **dégradation visuelle de l'état du sclérote.**
- ✓ Le taux de récupération des sclérotés libres est d'environ 10% par semaine et 7% au cours de l'essai.
→ **forte dégradation des sclérotés et peu de récupération possible dans le digestat.**



Semaine d'essai	Entrée digesteur			Sortie digesteur			Taux de récupération	
	Sclérotés en sachet (g)		Sclérotés libres (g)	Sclérotés en sachet (g)		Sclérotés libres (g)	En sachet	En libre
	Ballotin 1	Ballotin 2	Introduites	Ballotin 1	Ballotin 2	Sorties		
5	1,55	1,51	7,78	0,10	0,18	0,17	9%	2%
6	1,51	1,51	7,66	0,13	0,03	0,42	5%	6%
7	1,52	1,50	7,52	0,03	0,20	0,85	7%	11%
8	1,50	1,51	7,54	0,20	0,26	0,62	15%	8%
9	1,56	1,58	3,04	0,79	1,31	0,50	67%	16%
10						0,93		

- ✓ Bon fonctionnement du 2nd pilote avec un temps de séjour de 38 jours.
- ✓ Les ballotins ont permis d'évaluer le **temps de dégradation visuel des sclérotés à environ 10 jours**.
- ✓ Le taux de récupération des sclérotés libres est également d'environ 10% dans ce pilote.

Bilan des deux pilotes

	Production de biogaz	% CH ₄	Production en méthane	Sclérotés libres identifiables
Unités	Nm ³ CH ₄ / t PB	%	Nm ³ CH ₄ / t PB	%
Essai 1	62 ± 2	52 ± 0	32 ± 1	7
Essai 2	47 ± 6	55 ± 1	27 ± 1	9

→ Forte dégradation des sclérotés et peu de récupérables dans le digestat

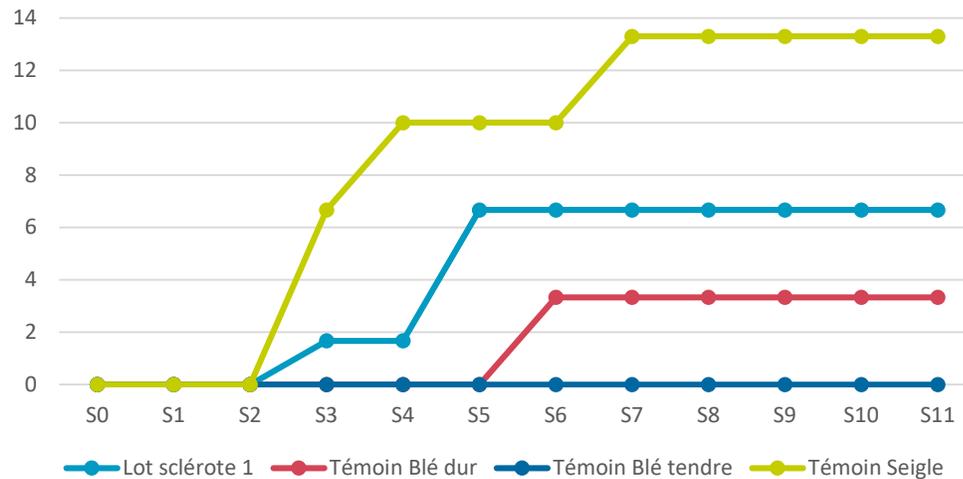
Avec le soutien de

Viabilité des sclérotés dans le digestat: Taux de germination dans les témoins

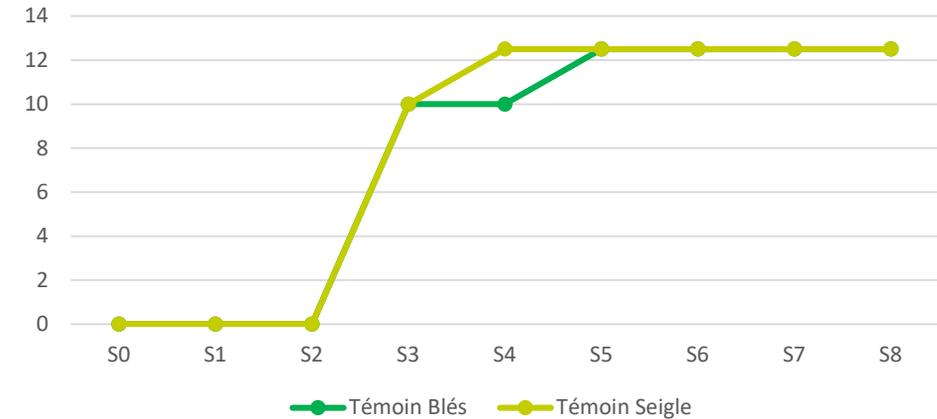
- 30 sclérotés par lot.
- 60 (30 entiers et 30 cassés) pour le lot « 1 » issu du mélange envoyé à APESA.
- Vernalisation à 6°C pendant 8 semaines puis 8 à 11 semaines dans des conditions optimales pour la germination (20°C, 75/80% hygrométrie, photopériode de 12).

Avec le soutien de

% du taux de germination des témoins du 1^{er} digestat



% du taux de germination des témoins du 2nd digestat



- Faible taux de germination pour ces lots issus de la récolte 2020.
- Valeur proche de la mise au point → « reproductibilité » dans cette faible valeur confirmant un effet lot.
- Des sclérotés assez peu « viables » dans leur état « initial ».

Viabilité des sclérotés dans le digestat 1

- Ballotins + sclérotés libres : **aucune germination observée pour 134 sclérotés/débris** au total (significatif vis-à-vis du témoin).
- Apparitions de mycélium de champignons, mais pas de *C. purpurea*.

Avec le soutien de



➔ **Le passage en méthanisation rendrait inactif les sclérotés**

Viabilité des sclérotés dans le digestat 2

- Ballotins : aucune germination observée.
- Apparitions de mycélium de champignons, mais pas de *C. purpurea*.

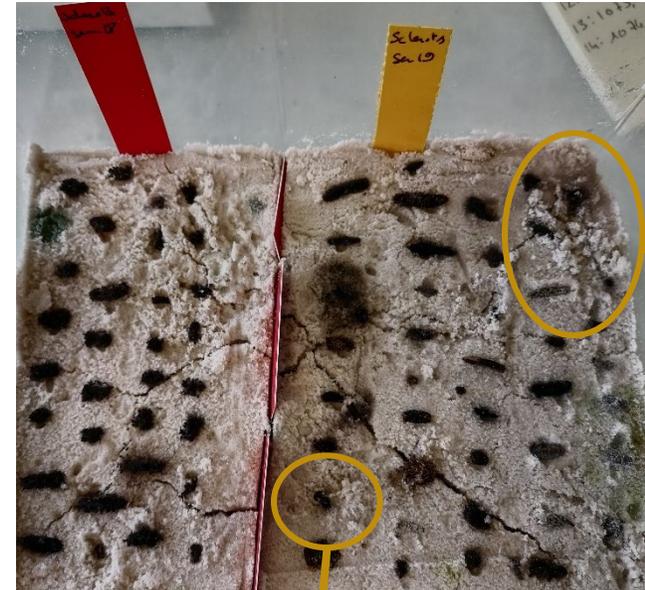
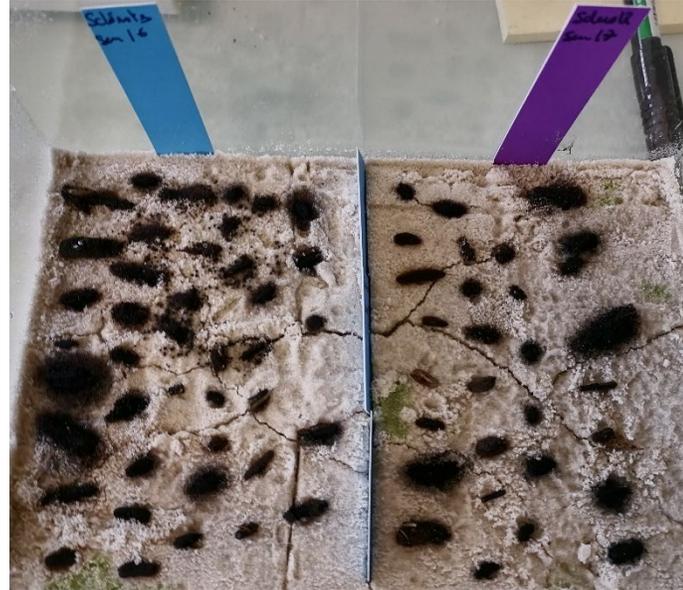
Avec le soutien de



➔ Le passage en méthanisation dégrade fortement les sclérotés des ballotins ainsi que leur viabilité

Viabilité des sclérotés dans le digestat 2

- Sclérotés libres (165) : aucune germination observée
- Apparitions de mycélium de champignons, mais pas de *C. purpurea*



champignon noir
compact qui
recouvre le sclérote



filament jaune qui courrait
sur plusieurs sclérotés

2 têtes à périthèces sont apparues
➔ Pas issues de *C. purpurea*.
➔ Le passage en méthanisation
« détruirait » bien les sclérotés.

Avec le soutien de

Conclusions

- Peu de sclérotés récupérés dans les digestats: environ 10% seulement → dégradation dans la matière.
- Sclérotés récupérés dans le digestat sont très dégradés visuellement dès 10 jours dans le méthaniseur.
- Plus de 350 sclérotés ou restes de sclérotés issus des digestats mis en « germination » dans des conditions « optimales » sans **aucune germination observée**.
- Limite de l'étude: faible taux de germination des lots de 2020 dans nos conditions de laboratoire → Lots probablement peu viables initialement.

➔ **Le processus de méthanisation impacte complètement (très fortement) la viabilité des sclérotés (*réitérer un test avec un lot ayant un taux de germination plus élevé*).**

➔ **Les digestats issus de lots contenant des sclérotés d'ergot peuvent très vraisemblablement être épandus sans risque dans des parcelles.**

Perspectives



- **Nouvel essai en cours avec autre lot de sclérotés :**
 - Tests de viabilité en cours.
 - Vers un test en unité réelle (2023, méthaniseur expérimental ARVALIS – 150 m³) avec lot de digestat.

Avec le soutien de



- **Une méthode de tests en pilote de méthanisation établie**
 - Vers d'autres essais pour d'autres plantes et adventices :
 - Datura et alcaloïdes.
 - Adventices (menues pailles) et potentiel de nettoyage / Salissement de parcelles...