



JRI

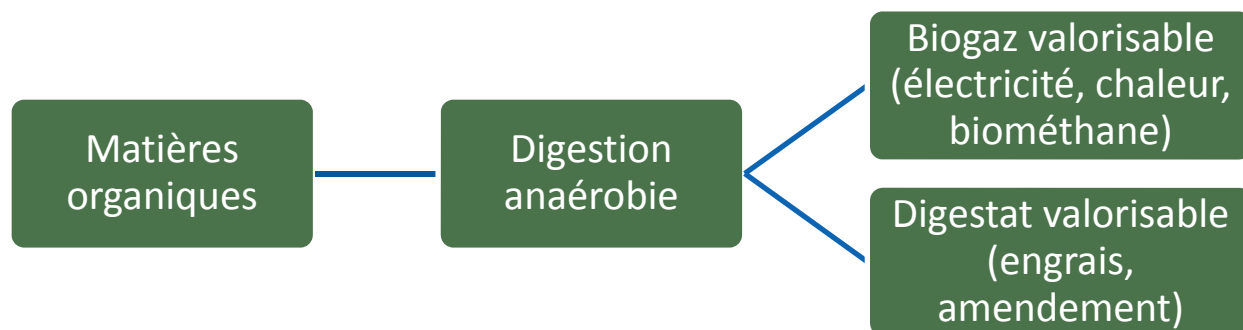
Journées Recherche Innovation
Biogaz méthanisation
2-4 octobre 2018 - RENNES

Optimisation du découplage réactionnel des deux premières étapes de la digestion anaérobie: essais sur site et en laboratoire

R. Bottari, J. Buffet, A.-L. Duédal, R. Girault, R. Le Balc'h & P. Peu

Anne-Laure Duédal, EVALOR
Romain Le Balc'h, IRSTEA

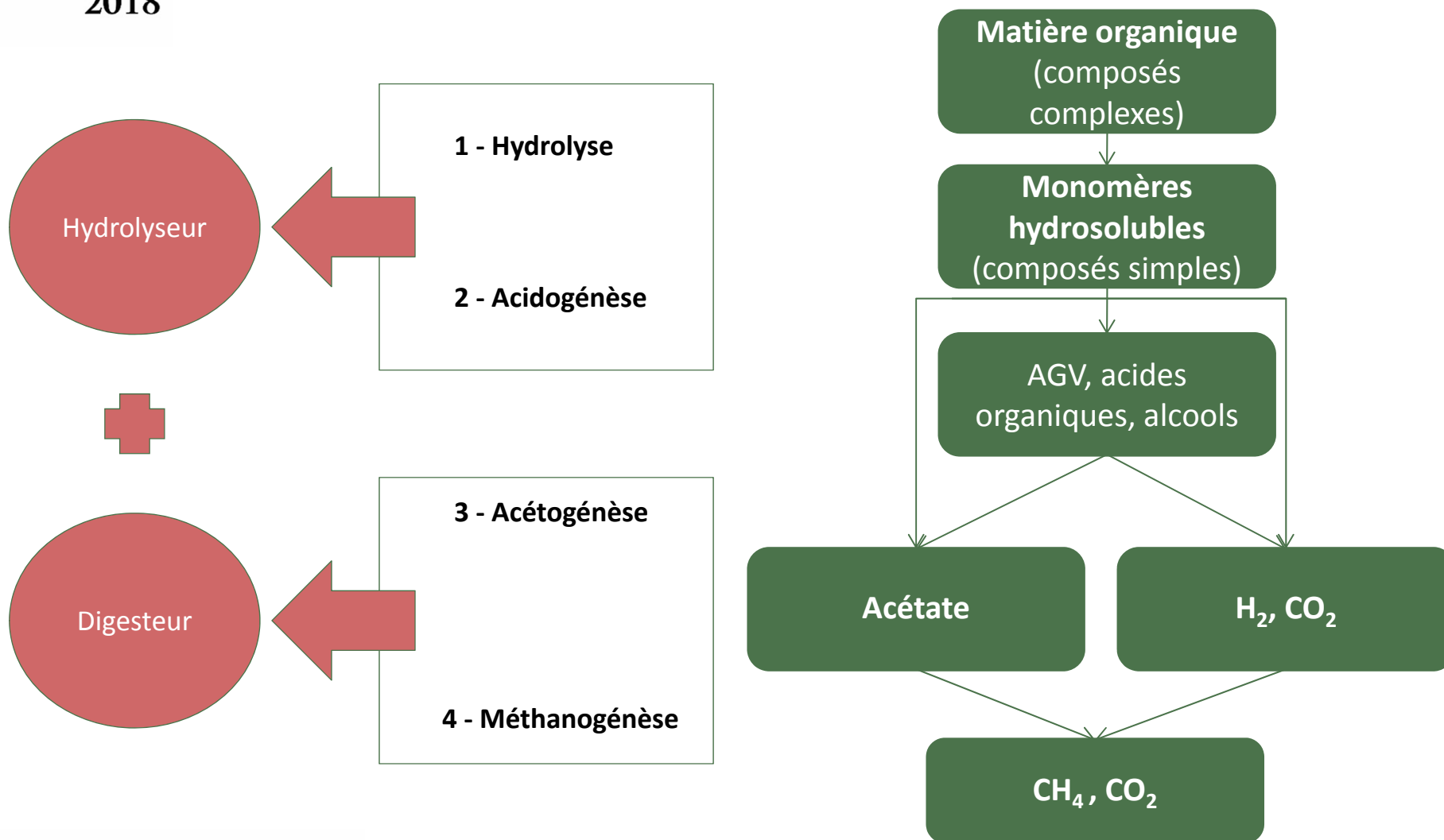
Digestion anaérobie



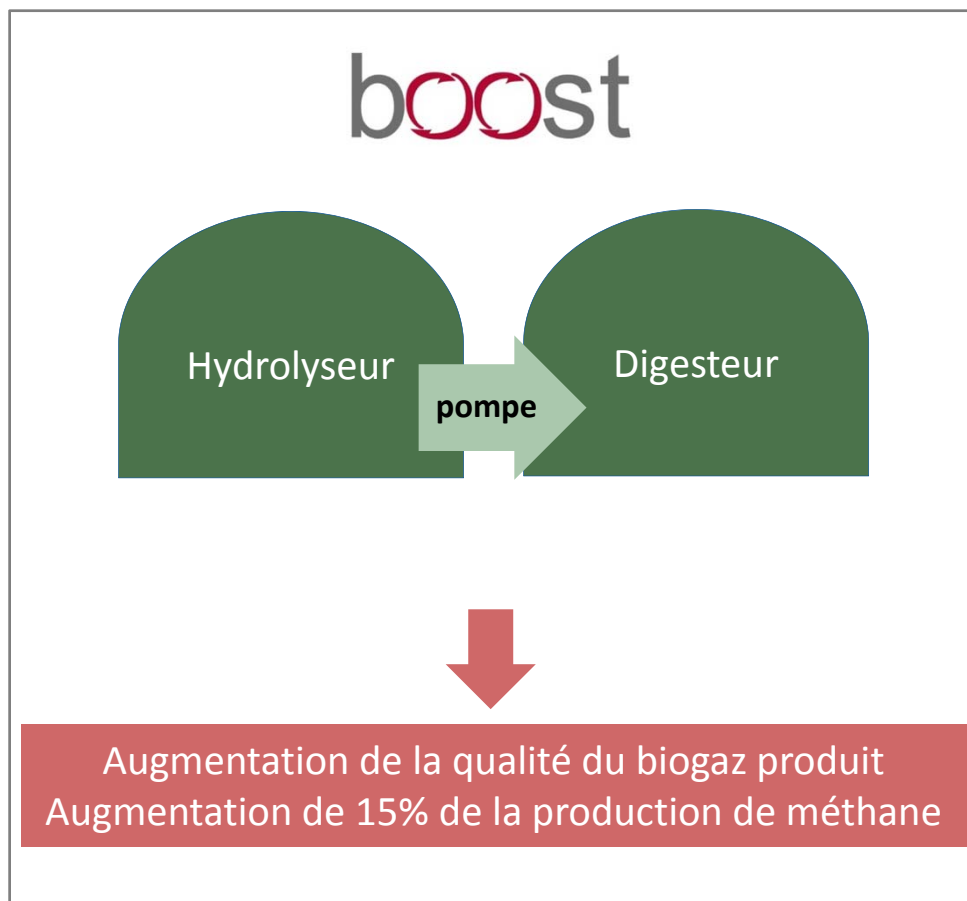
Réseau trophique en 4 étapes

Réaction	Sensibilité à O ₂	pH optimal	Temps de doublement	Vitesse de réaction	Sensibilité
Hydrolyse	tolérante	4.5 – 6.3	quelques heures	rapide	lignine
Acidogenèse	sensible	4.5 – 6.3	quelques heures	très rapide	H ₂ S, NH ₃ , sels, antibiotiques
Acétogenèse	Sensible	6.8 – 7.5	1 à 4 jours	lente	excès d'H ₂ , H ₂ S, NH ₃ , sels, antibiotiques, ΔT
Méthanogenèse	très sensible	6.8 – 7.5	5 à 15 jours	très lente	sels, ΔpH, ΔT, Cu

Découplage réactionnel



EVALOR : Procédé BOOST

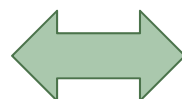


Evalor a implémenté son procédé
« BOOST » sur plusieurs
de ses unités de méthanisation

Ration composée d'intrants à fort
potentiel d'hydrolyse-acidification

Conduite spécifique du process,
notamment la fosse d'hydrolyse

Procédés classiques



ADEME

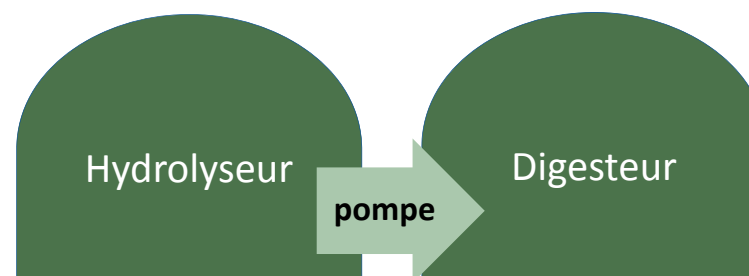


Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

Doste 2015

Projet HYDROBOOST

boost



Pertinence de la technologie
Compréhension des processus en œuvre
Optimisation et amélioration des rendements

Déroulement du projet Hydroboost

- Essais en laboratoire (potentiel d'hydrolyse acidification)
- Conception, développement et mise en place d'un pilote expérimental



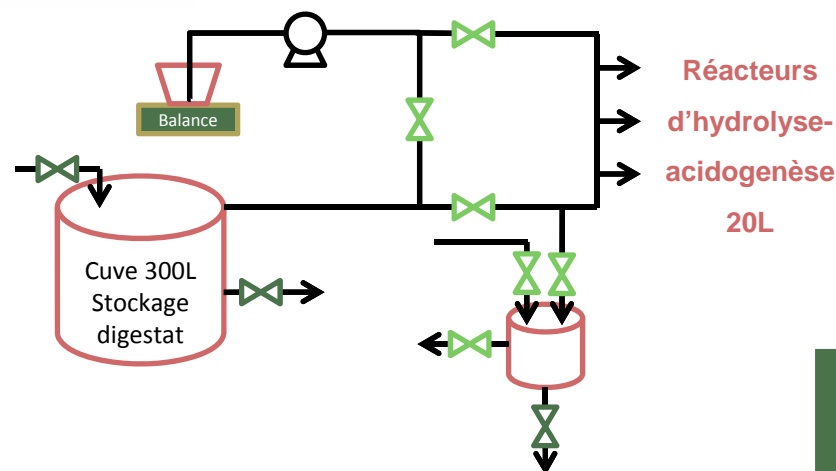
- Suivi d'une unité BOOST

- Potentiel d'hydrolyse-acidification:
 - Apporter une "classification" des intrants d'intérêt dans des conditions proches de celles de l'unité BOOST étudiée
 - Suivre la production d'acides organiques et l'évolution du pH

Substrat	pH _{min}	Dégradation de la MO en acides	AO principalement produit	Autres AO
Perméat délactosé	5,2 ±0,1	Assez forte	Acide lactique	Acides malique, acétique, butyrique
Ensilage de maïs	6,0 ±0,1	Faible	Acide acétique	Acide butyrique
Fumier bovin	6,4 ±0,1	Très faible	Acide acétique	-



Essais pilote: Boost Jr.



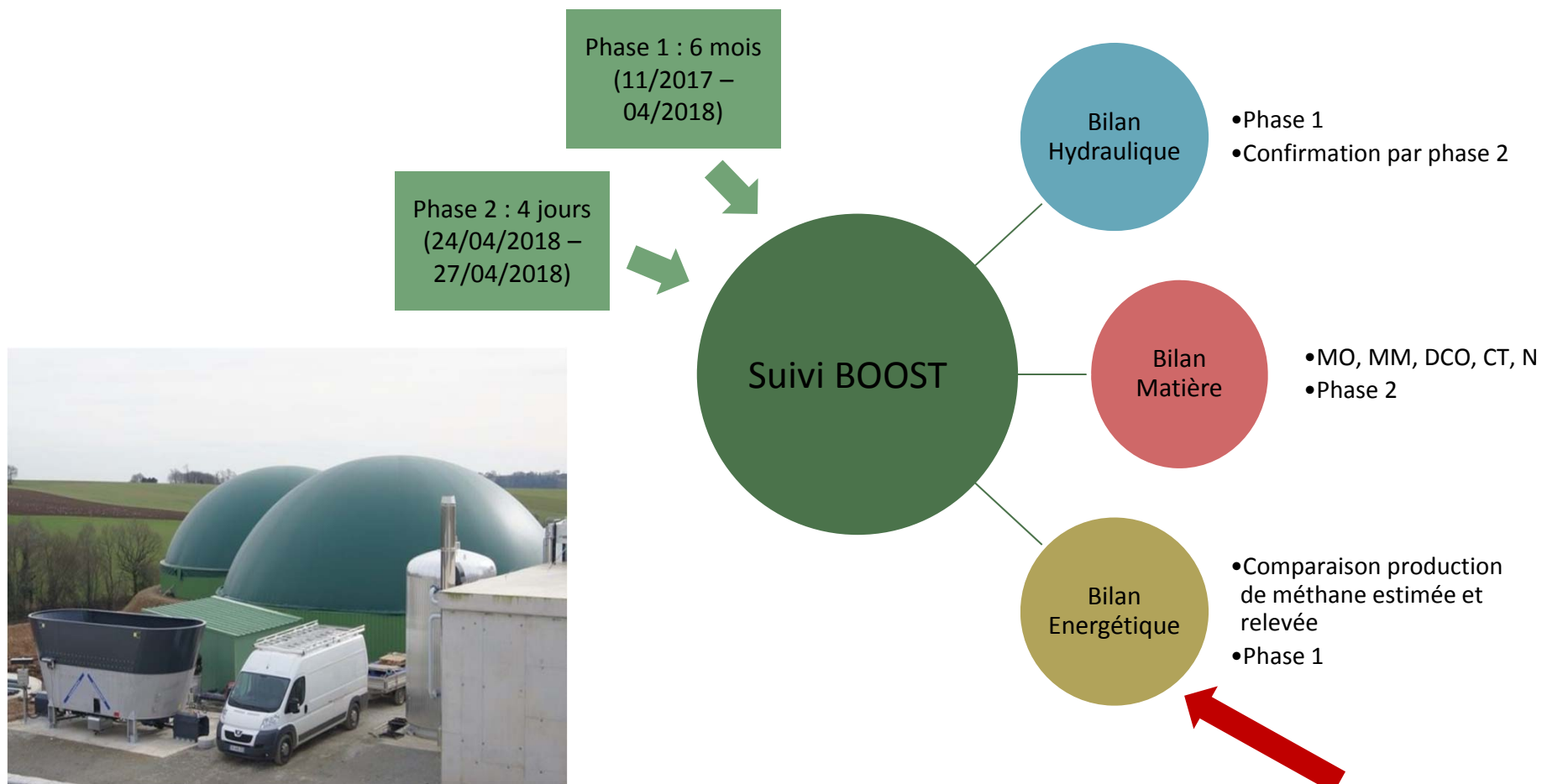
- Suivi en continu du pH/Redox et de la production de biogaz
- Analyse des acides organiques par HPLC et de la qualité du biogaz par GC-TCD

Substrats utilisés :
Perméat délactosé et
fumier bovin

	Faible charge	Charge moyenne	Forte charge
TSH court	6,6<pH<7,2	6,4<pH<7,2	5,5<pH<7,0
TSH moyen	6,5<pH<7,0; production d'acides acétique et propionique	5,8<pH<6,6; production d'acides acétique, butyrique et propionique	5,5<pH<6,5; LA&MA→AA, BA, PA?
TSH long	6,4<pH<6,8; légère production d'acides lactique et malique LA&MA→AA&BA ?	5,9<pH<6,3; production et accumulation d'acides lactique et malique; légère production d'acide acétique	pH<4, haute MS, accumulation d'acides organiques (lactique et malique)

Essais terrain: suivi unité réelle

La réalisation des bilans

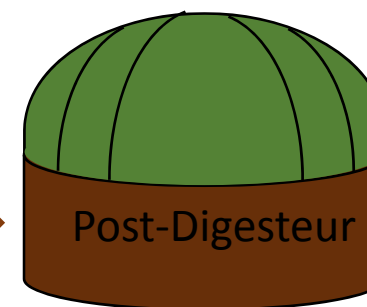
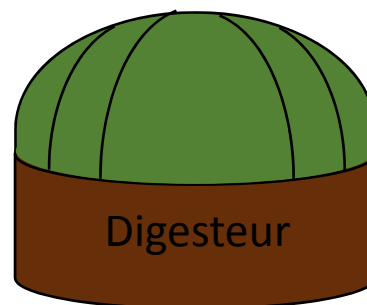


Essais terrain: bilan énergétique

	BMP m ³ /tMB	Qté journalière (t/j)
Lisier de bovin (m ³)	6,7 ± 0,3	22,7
Fumier de bovin 1 (T)	33,3 ± 1,7	2,1
Fumier de bovin 2 (T)	47,6 ± 2,4	2,1
Ensilage de maïs (T)	86,7 ± 4,3	5,6
Ens. Tournesol (T)	82,9 ± 4,1	1,8
Ens . Herbe (T)	78,5 ± 3,9	2,68
Blé noir (T)	155,0 ± 7,8	0,44
Pulpe de betteraves (T)	69,4 ± 3,5	3,1
Ens. Avoine (T)	114,9 ± 5,7	2,75
Follicules de maïs (T)	193,7 ± 9,7	0,85
Pomme de terre (T)	96,2 ± 4,8	1,39
Perméat de lactosérum (m ³)	104,5 ± 5,2	7,56

Phase 1 : 6 mois
(11/2017 –
04/2018)

Production de
CH₄ estimée :
2 823 m³/j



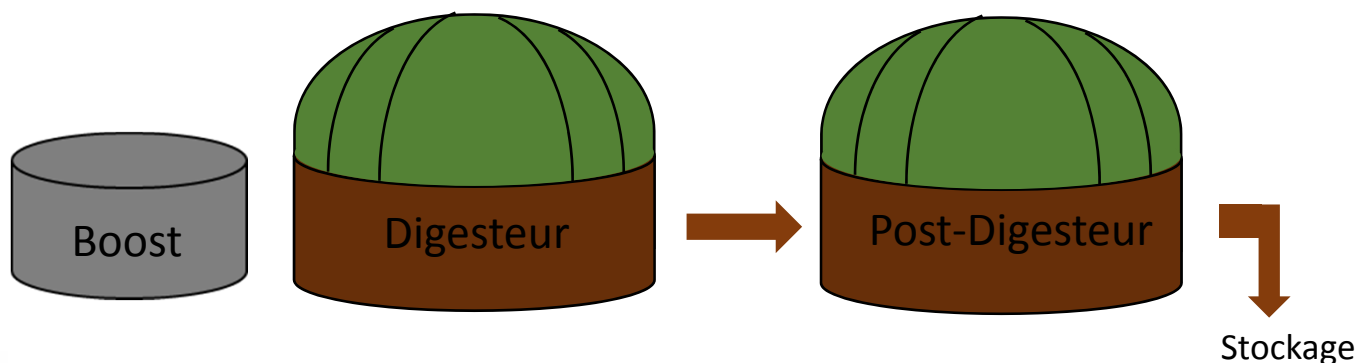
Stockage

Essais terrain: bilan énergétique

	BMP m ³ /tMB	Qté journalière (t/j)
Lisier de bovin (m ³)	6,7 ± 0,3	22,7
Fumier de bovin 1 (T)	33,3 ± 1,7	2,1
Fumier de bovin 2 (T)	47,6 ± 2,4	2,1
Ensilage de maïs (T)	86,7 ± 4,3	5,6
Ens. Tournesol (T)	82,9 ± 4,1	1,8
Ens . Herbe (T)	78,5 ± 3,9	2,68
Blé noir (T)	155,0 ± 7,8	0,44
Pulpe de betteraves (T)	69,4 ± 3,5	3,1
Ens. Avoine (T)	114,9 ± 5,7	2,75
Follicules de maïs (T)	193,7 ± 9,7	0,85
Pomme de terre (T)	96,2 ± 4,8	1,39
Perméat de lactosérum (m ³)	104,5 ± 5,2	7,56

Phase 1 : 6 mois
(11/2017 –
04/2018)

Production de
CH₄ :
+ 19%
m³/j



Essais terrain: bilan énergétique

Phase 2 : 4 jours
(24/04/2018 –
27/04/2018)

Substrat	Fumier pailleux (T)	Lisier (T)	Ens. Tournesol (T)	Ensilage de maïs (T)	Ensilage d'herbe (T)	Pulpe de betteraves (T)	Perméat dé lactosé (T)	Ensilage d'avoine (T)	Production de CH4 estimée (Nm3/j)	Production de CH4 relevée (Nm3/j)	% rel/est
BMP (Nm3/tMB)	47,6	6,7	82,9	86,7	78,5	69,4	104,5	114,9			
24-avr	2,8	30,6	1,7	5,8	2	3,8	10	1,7	2643,14	3532,6	134%
25-avr	2,5	30,6	1,9	5,6	2,4	3,4	10	2,3	2700,68	3399,1	126%
26-avr	2,9	30,6	1,4	4,6	1,5	3,3	10	2,3	2513,98	3491,4	139%
27-avr	2,8	30,6	2	6,1	3	2,9	10	2,2	2767,51	3527,4	127%

- **Potentiel d'hydrolyse – acidification:**

Permet une première « classification » des intrants composant une ration, et d'estimer l'intérêt, ou non, de la mise en place du procédé BOOST.

- **Pilote Boost Jr :**

Premiers retours sur l'hydrolyse de mélanges d'intrants

- **Essais terrain :**

Les résultats obtenus corréler les observations d'EVALOR

- **Perspectives :**

Poursuivre les essais laboratoires avec le suivi d'un mix d'intrants en digestion seul, puis en couplant l'hydrolyseur et le digesteur.

Merci de votre attention