

BIOPLAST

Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



Florian Monlau

Focus sur la fin de vie des plastiques biodégradables en méthanisation

APESA

florian.monlau@apesa.fr



RÉVÉLATEUR DE SOLUTIONS DURABLES





BIOPLAST

Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

APESA VALORISATION

QUI SOMMES-NOUS ?

Spécialistes de l'innovation technologique, nous avons pour objectif de faciliter l'émergence et le développement de solutions techniques innovantes dans le domaine du traitement déchets, biomasses et effluents.



Notre OFFRE

- Analyses et Essais
- Prestations pilotes
- Expertise et Conseil
- Formations
- R&D

Nos CLIENTS

- Porteurs de projets
- Agriculteurs et Industriels
- Bureaux d'études
- Financeurs
- Constructeurs
- Collectivités

NOS 4 FILIÈRES



MÉTHANISATION / METHANATION



COMPOSTAGE



EFFLUENTS
Microalgues



BIOPLASTIQUES
Fin de vie

10

COLLABORATEURS

+ 20 ans D'EXPÉRIENCE

dans le domaine du traitement déchets, biomasses et effluents

30 %

DE L'ACTIVITÉ EN R&D





BIOPLAST

Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

APESA VALORISATION

Bioplastiques: la chronologie



Premier essai client et intérêt pour la filière bioplastiques. Utilisation de nos outils compostage

2015



Démarrage de la thèse de G. Cazaudehore en cotutelle avec l'UPPA

2019



Acceptation du projet R&D ADEME Graine METHAPLAST

2020

LA CHRONOLOGIE A L'APESA



2017

Montage et démarrage du projet Européen Interreg BIOPLAST en 2018



<https://www.bioplast-poctefa.eu/>



2019

Revue critique des Normes sur la biodégradabilité des plastiques biodégradables

ADEME



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

<https://www.ademe.fr/revue-normes-biodegradabilite-plastiques>



2020

Reconnaissance par TUV AUSTRIA pour OK Compost industrial OK Compost home Seedling logo

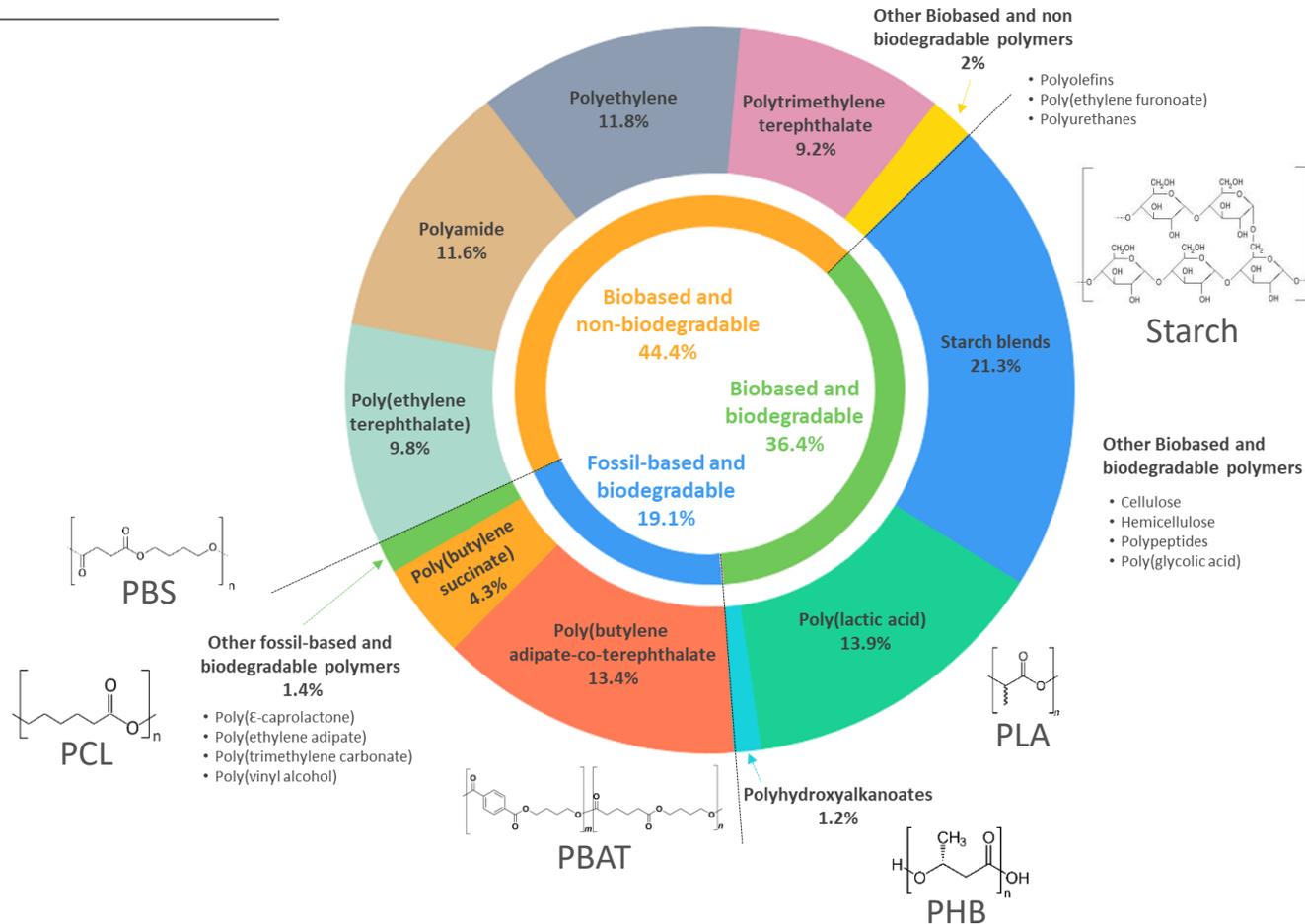




BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

APESA VALORISATION

Les plastiques biodégradables



➤ Les biodégradables représentent 55,5 % sur le marché des bioplastiques

➤ Environ 1-2% du marché mondial des plastiques

➤ PLA, PBAT et starch majoritaires
PHA en développement

➤ Les polymères sont généralement mélangés pour former les grades industriels (Ecovio, Mater Bi, Vegemat...)

➤ Additifs, agent de couplage, charge organique ou minéral peuvent être ajoutés.

Source: European Bioplastics 2019

COMPOSTAGE



Procédé en présence d'O₂
Production de CO₂
En industriel (58°C) ou en domestique (25°C)
Génération de compost

NORMES:

Normes de spécifications: EN 13432
Normes d'analyses et d'essais: ISO 14855; ISO 16929 ...
Certifications / Labels: Din Certco, TUV Austria...

*processus de valorisation
biologique*

VS

METHANISATION



Procédé en absence d'O₂
Production de biogaz (CO₂ + CH₄)
Procédés mésophiles (35-38°C) ou thermophiles (55-58°C) ;
Génération de digestat

NORMES:

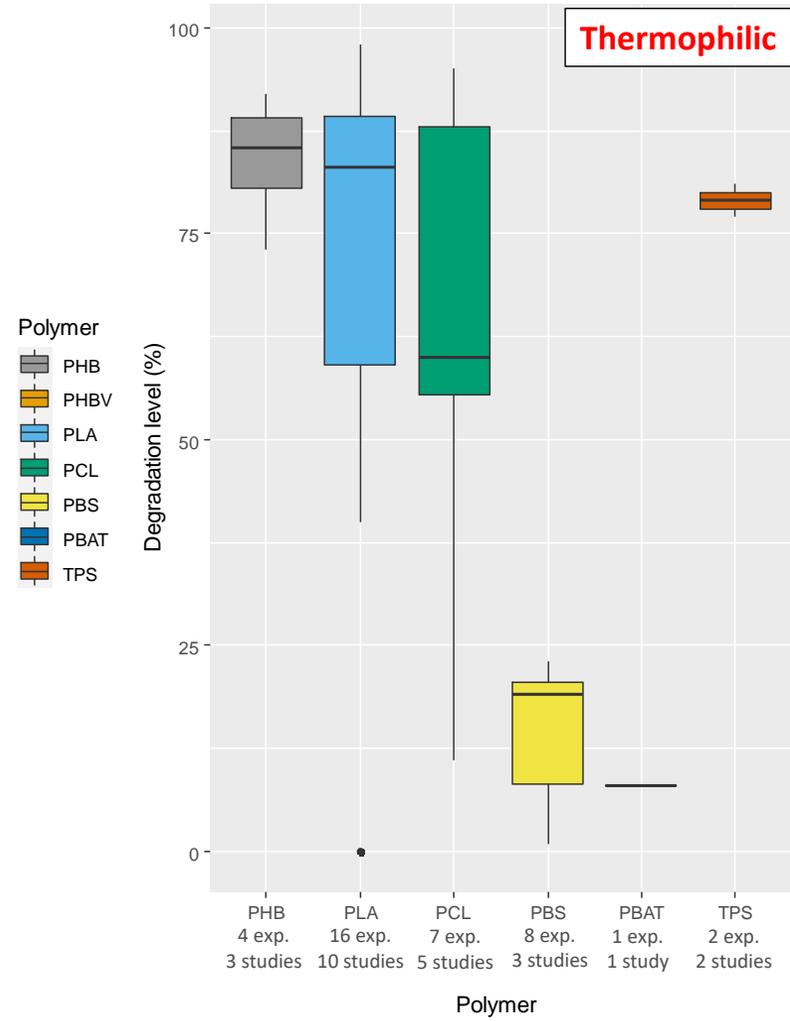
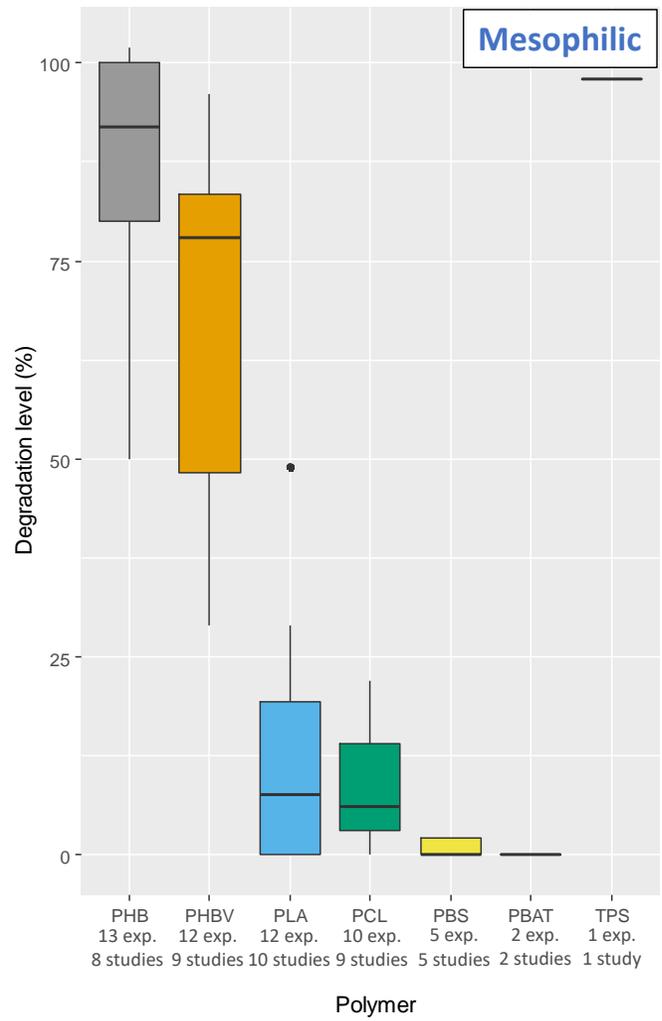
Normes de spécifications: Néant
Normes d'analyses et d'essais: ISO 14853; ISO 15985 (VS), ISO 13975 (IM)
Label: Néant



BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

APESA VALORISATION

La méthanisation des plastiques biodégradables: état de l'art



Tests de biodégradabilité pas forcément réalisés selon les protocoles normés



PHA et TPS se dégradent en mésophile et thermophile



PLA et PCL se dégradent en thermophile



Très peu de données disponibles sur des blends industriels (mélange de polymères)



BIOPLAST

Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



Eau + Inoculum
+ matériel d'essai

Adapté de la norme ISO 13975

Condition **thermophile**
(57°C)

Condition **mésophile**
(37°C)



- Plastique/Inoculum = 0,35 g MO / g MO
- Mesure quotidienne de la pression (manomètre)
- Analyse de la composition gazeuse (CO₂, CH₄, H₂S, H₂, O₂ par µGC)

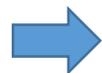


- Cinétique de production du biogaz et du méthane
- Production de méthane (NL CH₄ kg⁻¹ MO, MS ou PB)



- Comment estimer la biodégradation d'un plastique ?

Analyse élémentaire



$$\text{CH}_4 \text{ théorique} = \frac{22,4 * (\frac{x}{2} + \frac{y}{8} - \frac{z}{4} - \frac{3n}{8} - \frac{s}{4})}{12x + y + 16z + 14n + 32s}$$



Comparaison à la production de méthane



BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

**Huit polymères
biodégradables en
compostage industriel
(en poudre < 1 mm)**

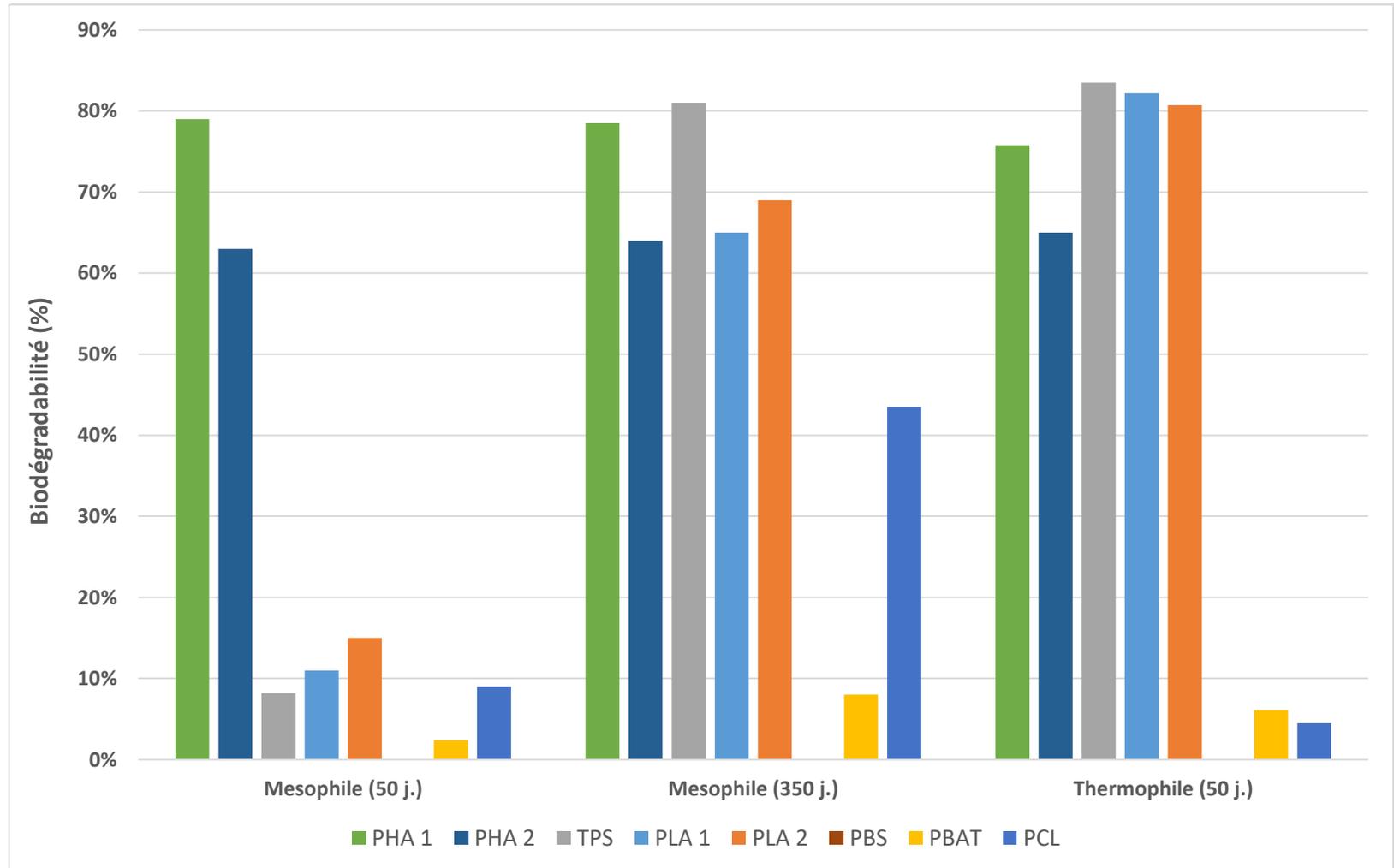
- 2 PLA
- 2 PHA
- 1 PCL
- 1 PBAT
- 1 PBS
- 1 TPS



APESA VALORISATION

La biodégradabilité de compounds du marché

Biodégradabilité (%)





BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

APESA VALORISATION

La biodégradabilité des capsules de café

Biodégradabilité de 4 capsules en condition de méthanisation mésophile (37°C) et thermophile (57°C)

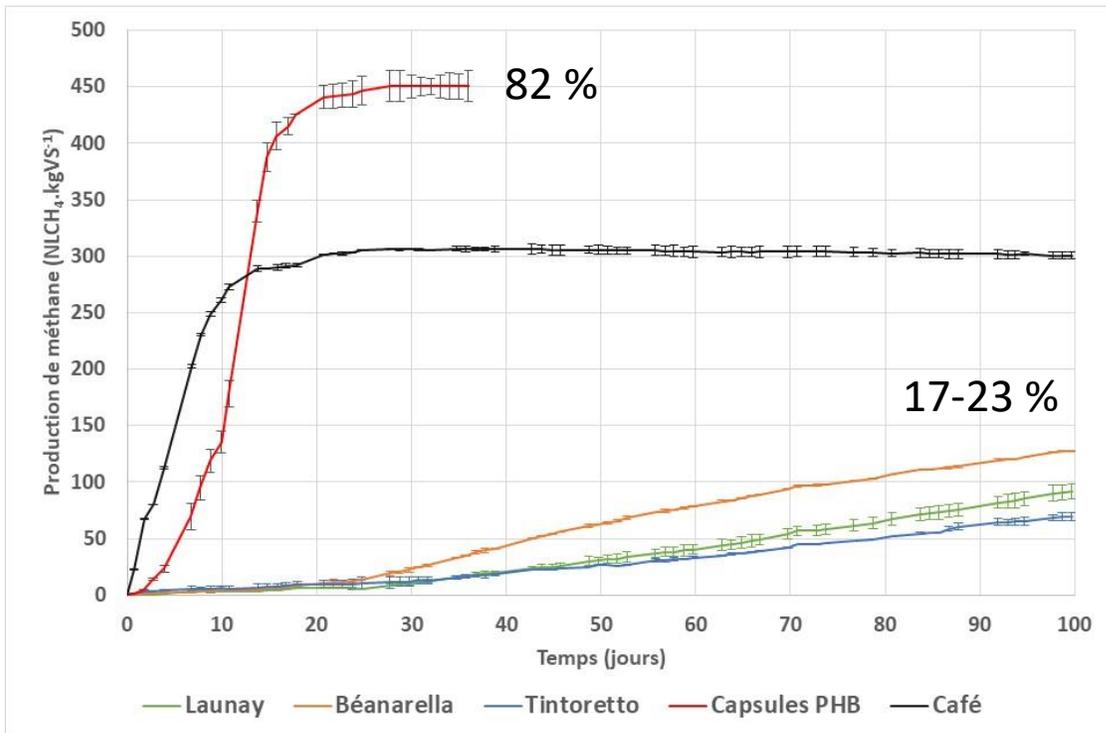
Analyse des communautés microbiennes (UPPA)



(en poudre < 1 mm)

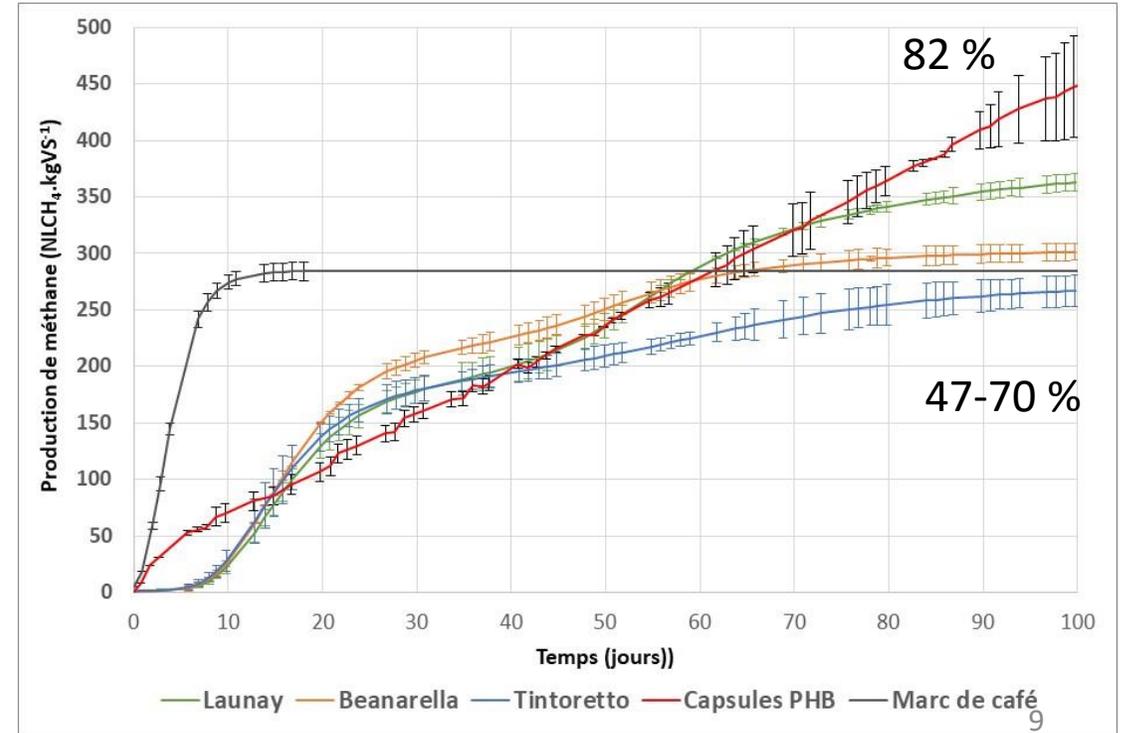


MESOPHILE



VS

THERMOPHILE





BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



APESA VALORISATION

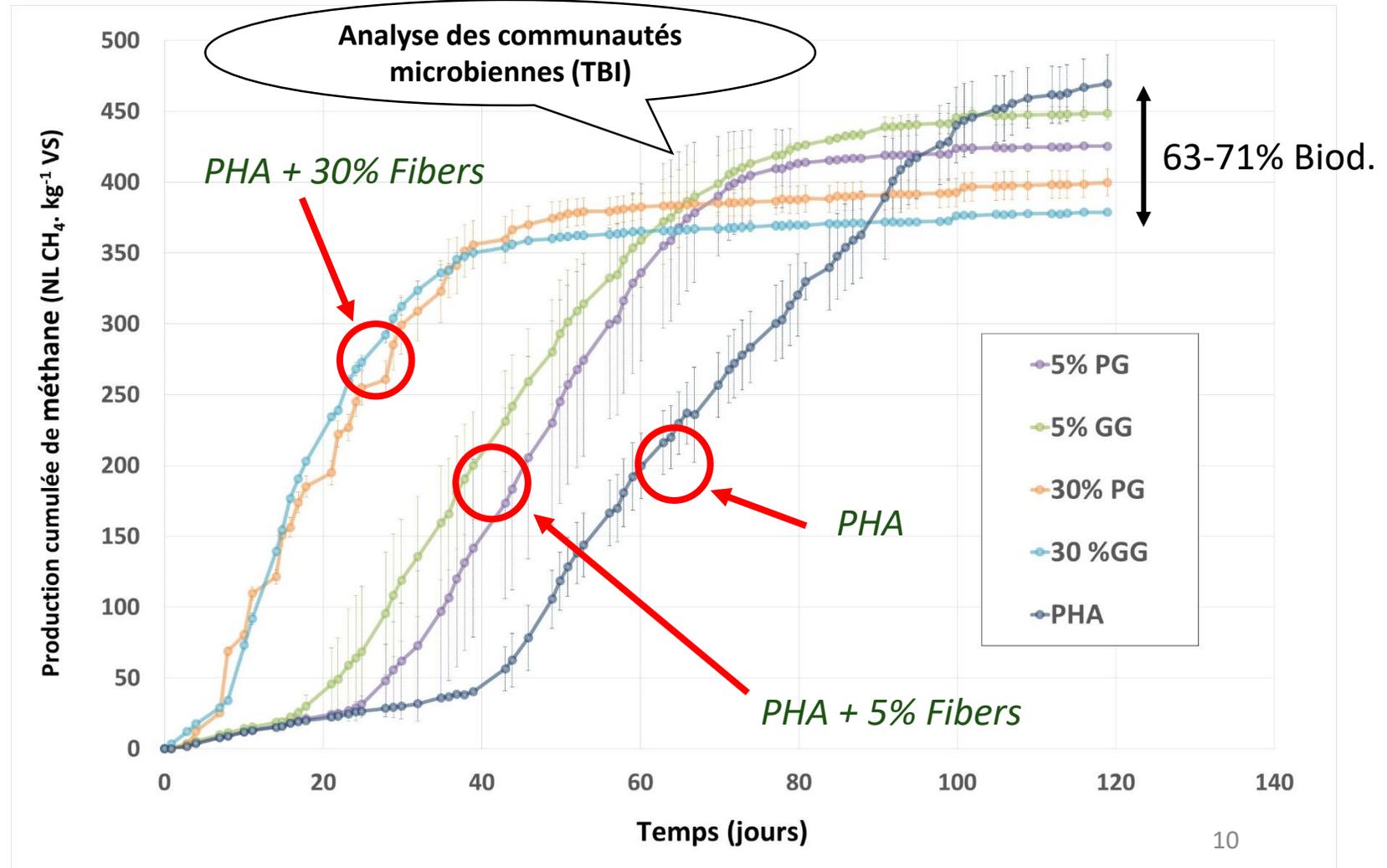
La biodégradabilité des PHAs-renfort fibreux

L'ajout de renfort fibreux (à 5% et 30 % en poids) impacte t'il la biodégradabilité des bioplastiques ?



Différents polymères testés
(granules 1-2 mm)

- PHA
- PHA + 5 % fibres PG (< 1 mm)
- PHA + 5% fibres GG (1 and 2.5 mm)
- PHA + 30% fibres PG
- PHA + 30% fibres GG





BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



Différents polymères testés
(disque)

- PHA
- PHA + 5% fibres GG (1 and 2.5 mm)
- PHA + 30% fibres GG

APESA VALORISATION

La biodégradabilité des PHAs-renfort fibreux

L'aspect visuel sur la désintégration des différents polymères au cours du temps

T0



T0 + 8 jours



T0 + 15 jours



T0 + 22 jours





BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

APESA VALORISATION

Les perspectives et les essais à venir



- **PHA-renfort fibreux: étude de la biodégradabilité en compostage industriel, domestique et sol.**
- **PHA-renfort fibreux: impact de l'ajout de l'agent de couplage Vinnex et du traitement mécanique des fibres sur la biodégradabilité en condition mésophile.**
- **PLA: étude de l'impact de prétraitement (thermique, thermo-chimique, broyage, enzymes) sur l'amélioration de la biodégradabilité en méthanisation mésophile.**
- **Test à l'échelle pilote continu en infiniment mélangé (en cours, thèse G. Cazaudehore) et en voie sèche (Ademe METHAPLAST) en mélange biodéchets.
Etude des communautés microbiennes (UPPA).**
- **Ecotoxicité des digestats à l'issu des procédés de méthanisation sur des mix de biodéchets et de plastiques biodégradables (PLA et PHA).**
- **Extension de notre portefeuille de certification (OK biodegradable soil) + développement protocole anaérobie pour milieu marin.**





BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle

Une nouvelle plateforme expérimentale polyvalente

Optimisation des laboratoires existants et création de nouveaux espaces analytiques



En 2021

100 m² d'espace de travail

Zone d'accueil
Bureaux
Salle de réunion



780 m² (+85%)

Zone d'accueil de
pilotes semi-industriels
Halle + PF couverte et
PF non couverte

170 m² de laboratoires

- Laboratoire physico-chimique : **instrumentation de pointe**
- Laboratoire méthanisation, méthanation : **14 pilotes**
- Espace bioplastiques biodégradabilité aérobie/anaérobie **+50%**



*Avec le soutien de la
Région Nouvelle Aquitaine*

Création **Serre** analytique + laboratoire

- Microalgues : **85 m²**
- Valorisation agronomique et bioplastiques : **40 m²**



RÉVÉLATEUR DE SOLUTIONS DURABLES

Merci de votre attention

Florian Monlau

Pôle Valorisation APESA

Responsable R&D

<https://valorisation.apesa.fr/>

https://www.researchgate.net/profile/Florian_Monlau

Email: florian.monlau@apesa.fr