

Utilisation des consortia microbiens pour la production de bioplastiques

Toulouse Biotechnology Institute – Bio & Chemical Engineering

Guillermina HERNANDEZ-RAQUET & Emilie ALAUX

hernandg@insa-toulouse.fr & ealaux@insa-toulouse.fr

Toulouse Biotechnology Institute

Bio & Chemical Engineering



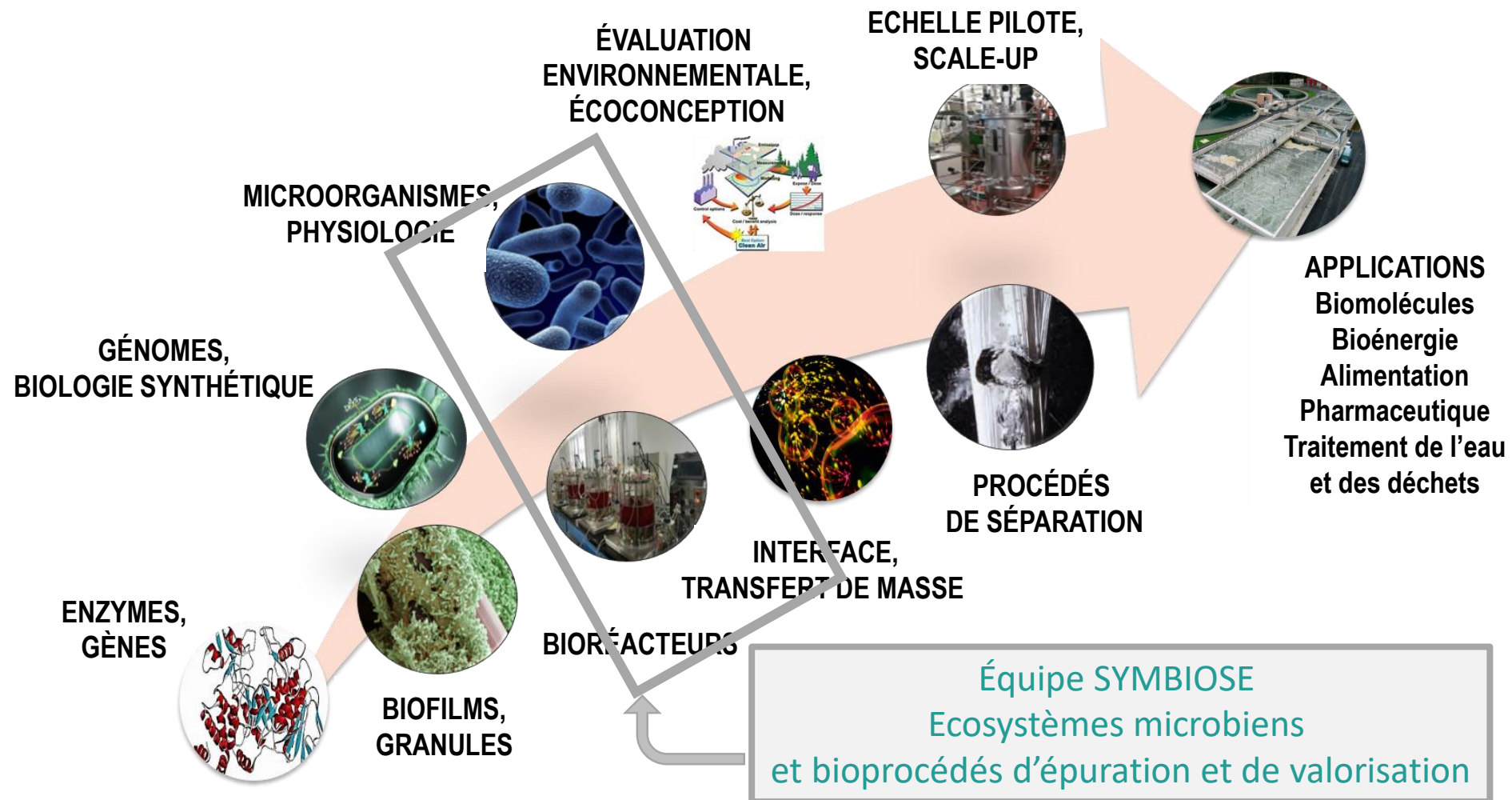
340 people

(85 researchers & professors - 75 engineers, technicians & administrative – 180 not permanent staff)

Budget ~ **20 M€/year** (10 M€ contracts)

26 UE contracts (2009-2017) - 75 ongoing contracts



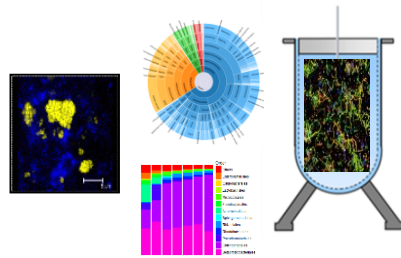


SYMBIOSE

Ecosystèmes microbiens et bioprocédés d'épuration et de valorisation



Chimie analytique



Écologie microbienne fonctionnelle

GÉNIE MICROBIEN ET DES PROCÉDÉS

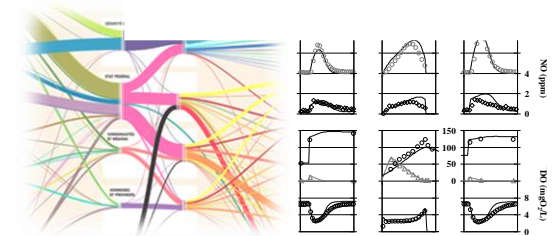


Cultures mixtes microbiennes
ou consortia microbiens

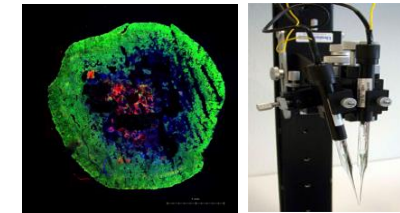


Compréhension systémique des consortia

Orienter le fonctionnement des consortia microbiens



Modélisation

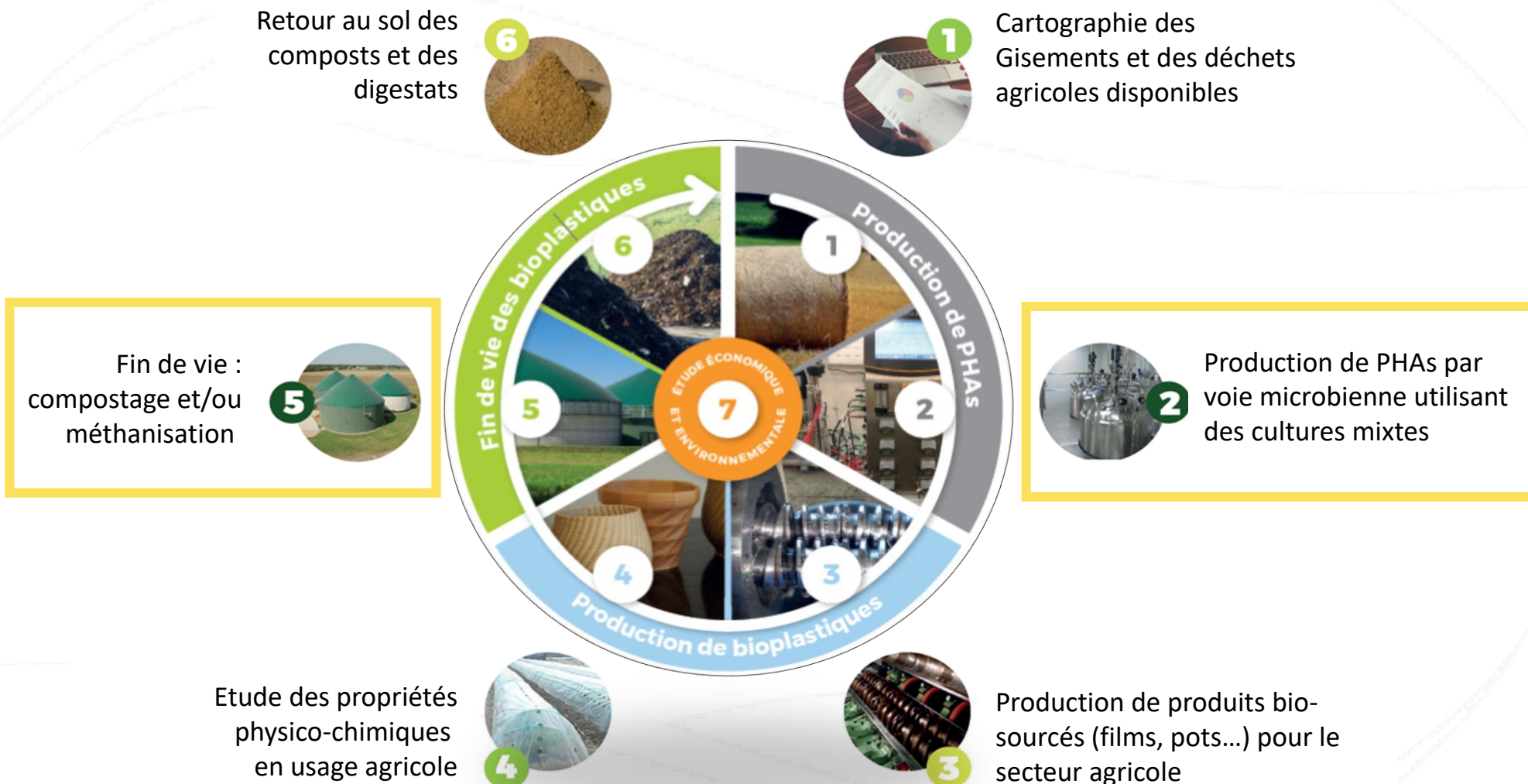


Physique et transport local dans les agrégats

Contribution au projet BIOPLAST



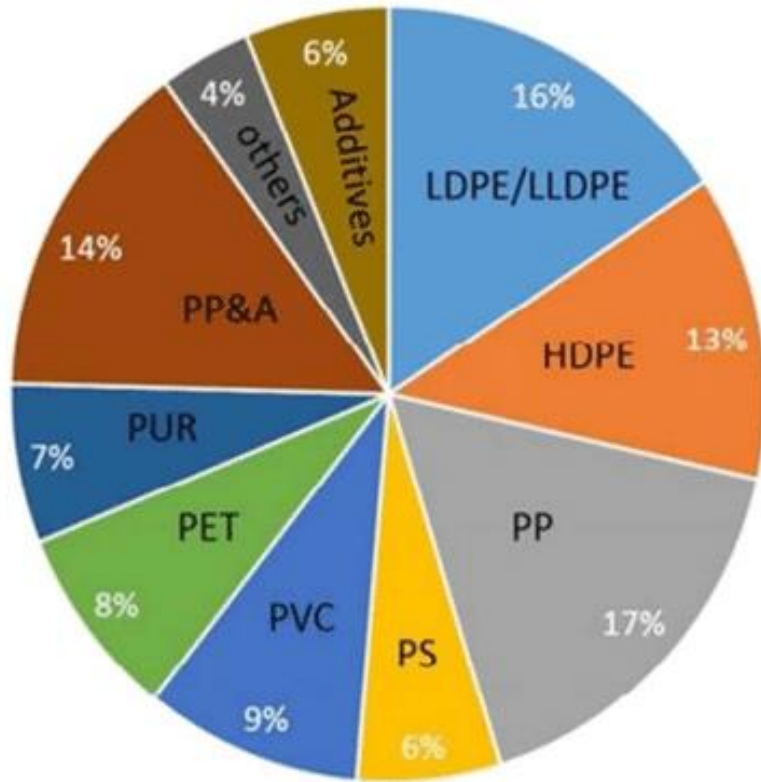
BIOPLAST
Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



Polyhydroxyalcanoates - PHAs

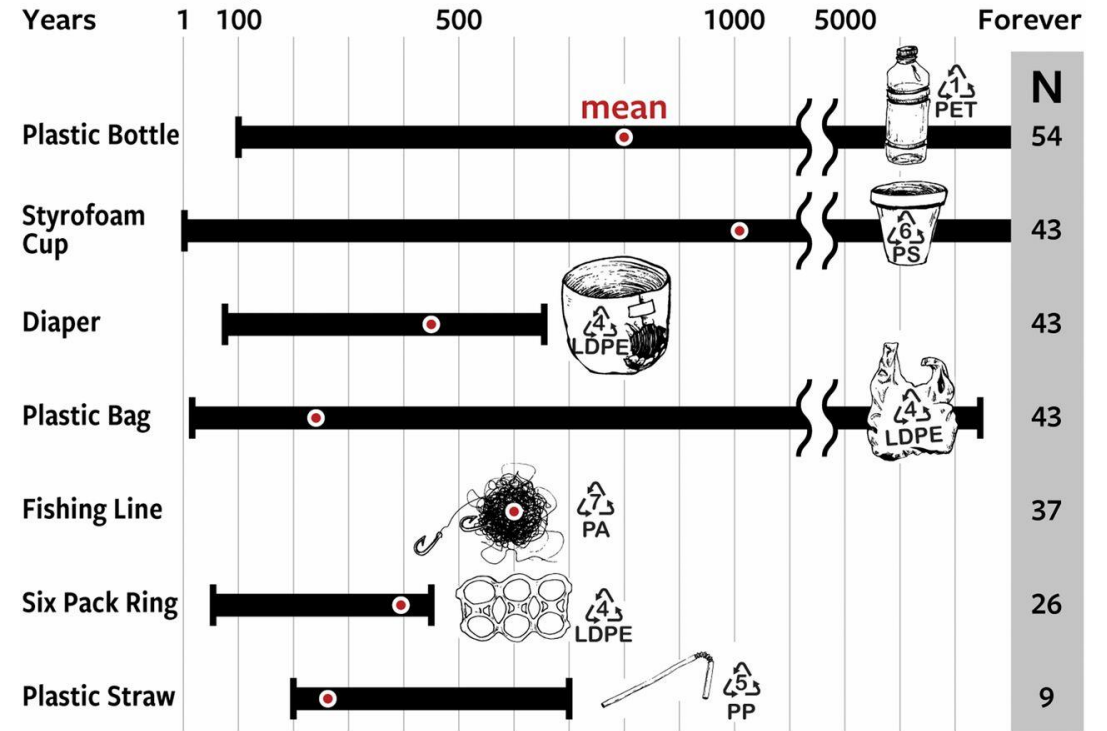


> 300 millions de tonnes de plastiques par an



1% de bioplastiques !

Reported Environmental Lifetimes



Ward & Reddy, 2020 PNAS 117 (26) 14618-14621

Polyhydroxyalcanoates - PHAs



> 300 millions de tonnes de plastiques par an

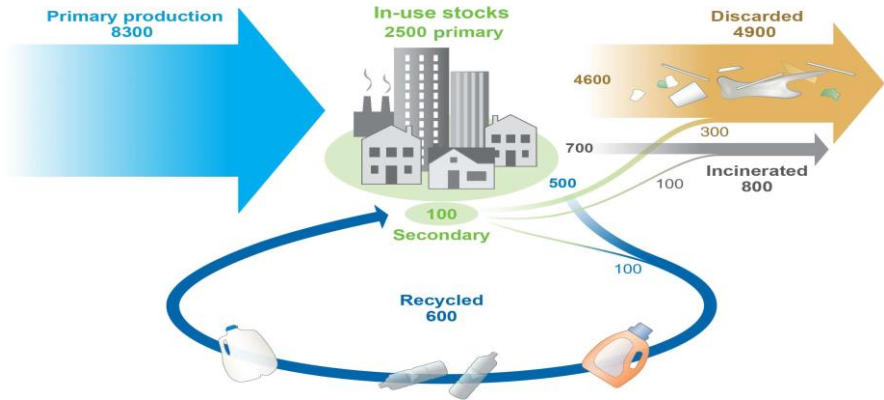
30% en utilisation

79% décharges ou environnement

12% incinéré

9% recyclé

10% recycle plus d'une fois



Pollution environnementale



Matériaux alternatifs

Polyhydroxyalcanoates - PHAs



Categories de “bioplastiques”

- **Péto-sourcé et biodégradable**

PCL poly-caprolactone

- **Biosourcé et non biodégradable**

PE poly-éthylène

- **Biosourcé et biodégradable**

PLA poly-lactic acid

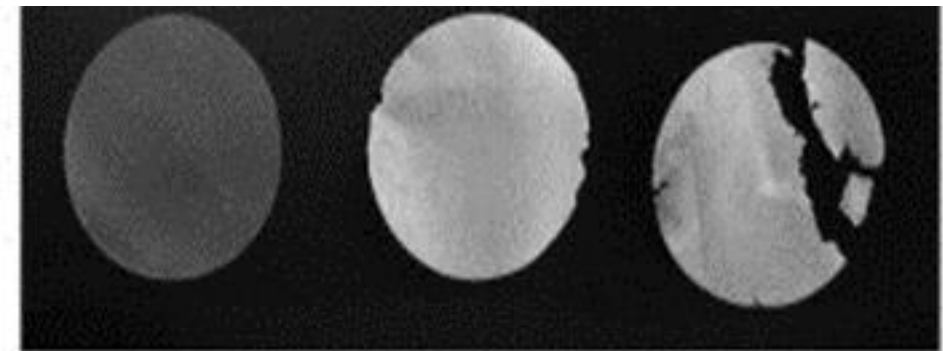
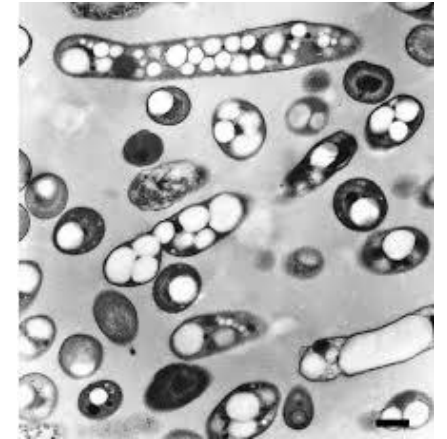
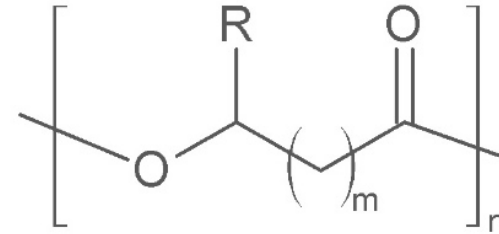
PHA poly-hydroxy-alcanoates

(European Bioplastics)

PHA : Polyesters intracellulaires

Réserve C – Limitation nutritionnelle

Biosourcés et biodégradables



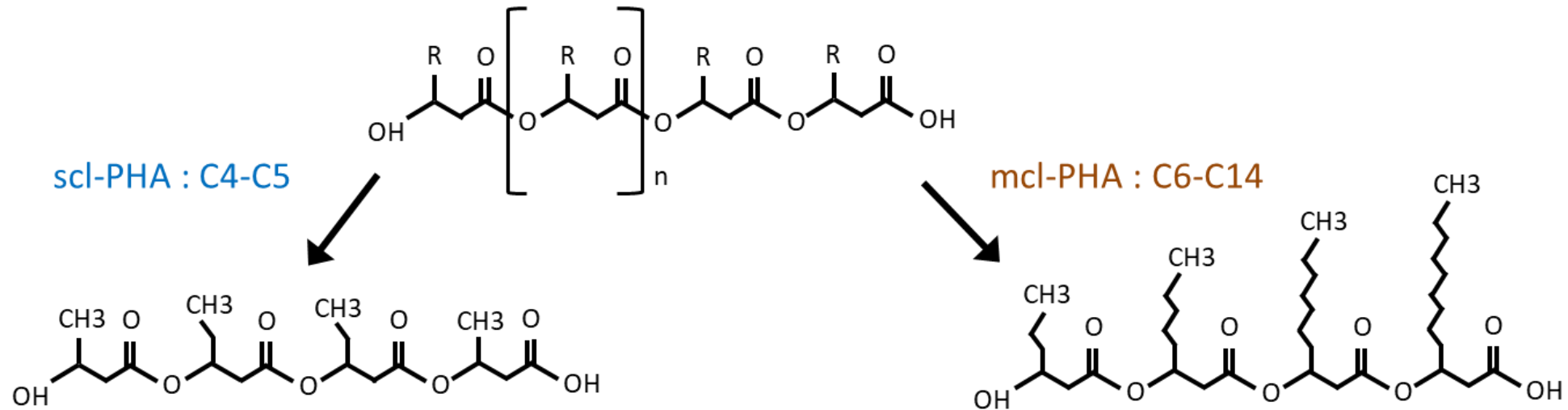
Initial

120 days

140 days

scl-PHAs et mcl-PHAs

Propriétés & applications des PHAs



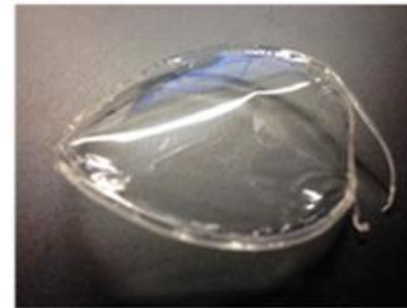
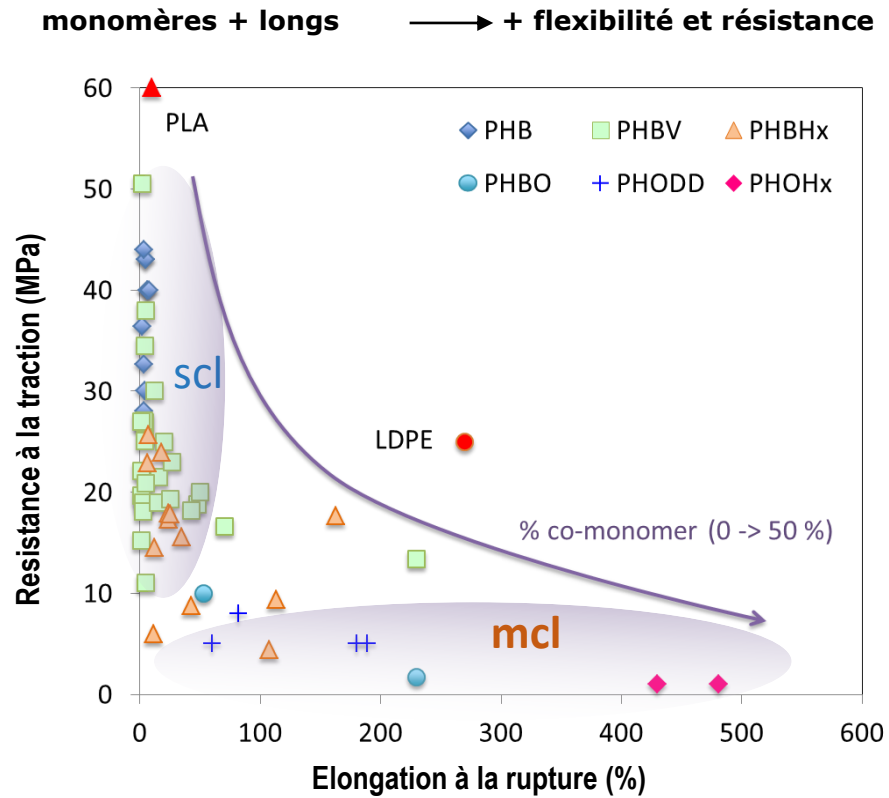
➤ **scl-PHA : small chain length**

- Homopolymères
- **PHB** rigide et friable

➤ **mcl – medium chain length**

- Hétéro-polymères
- Souples : Elastomères, caoutchoucs

scl-PHAs et mcl-PHAs



mcl- PHA Poly-hydroxyl-decanoate - PHD

Hiroe et al., ACS Sust. Chem. Eng. 2017

Flexibles, transparents,
propriétés améliorées.

Production de PHA

Les PHAs sont actuellement produits...

PHB et PHV (rigide et friable)

Prix PHA 4-5€/kg
Pétrochimique PP ~1€/kg

... substrats carbonés purifiés → 40-50% coût de production

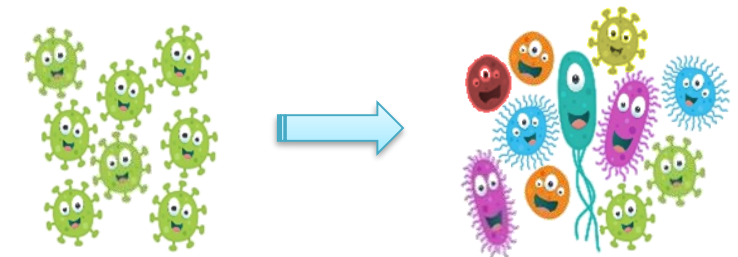
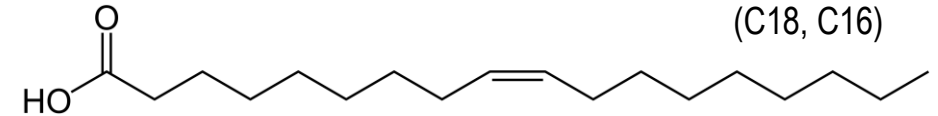
→ Substrats bon marché : déchets organiques

... en cultures monoculture → stérilité

→ Consortia microbiens en système ouverts (non stériles)



Acides gras
(C18, C16)



Consortia microbiens → production de mcl-PHA

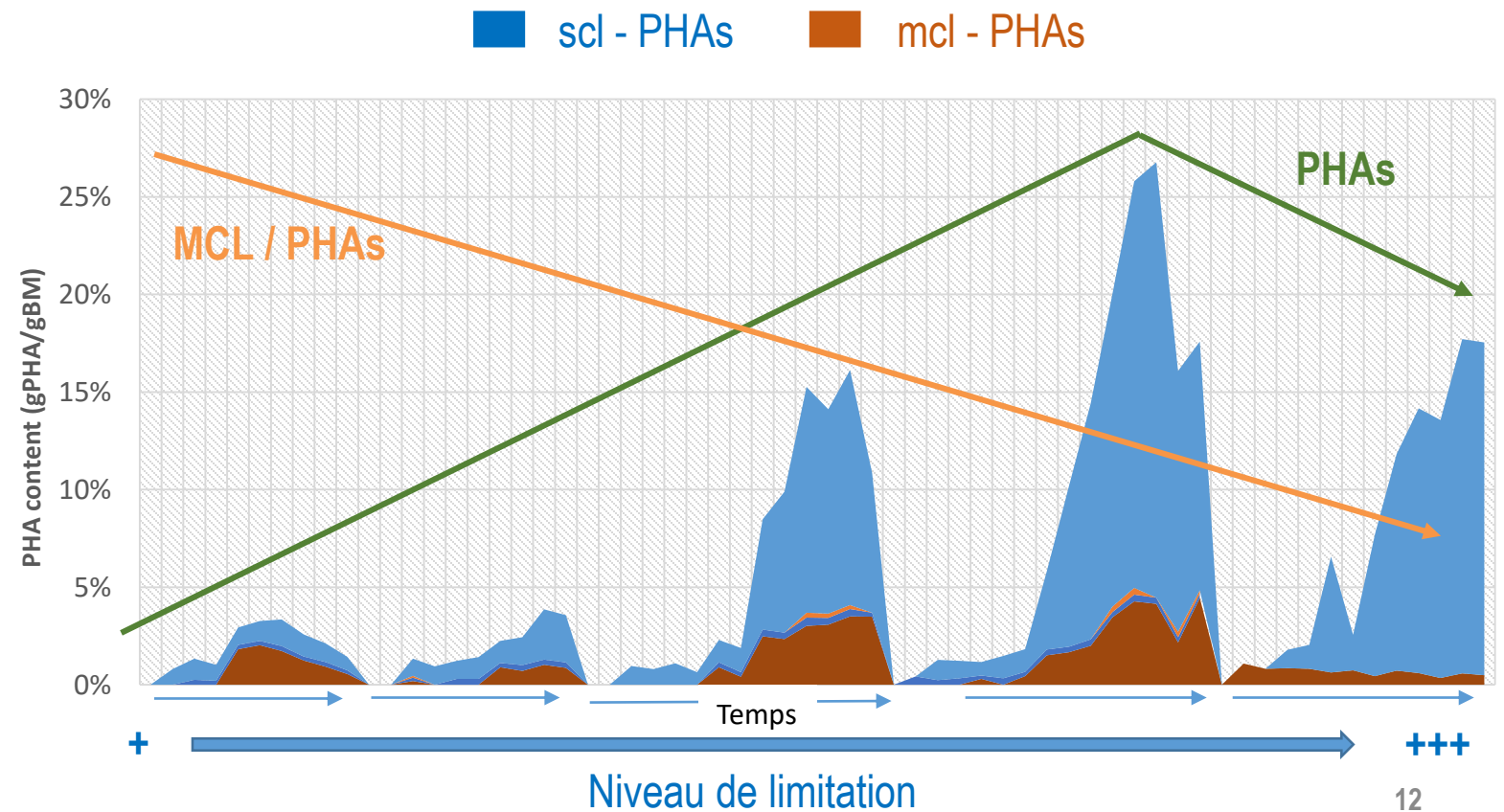
Niveau de limitation nutritionnelle



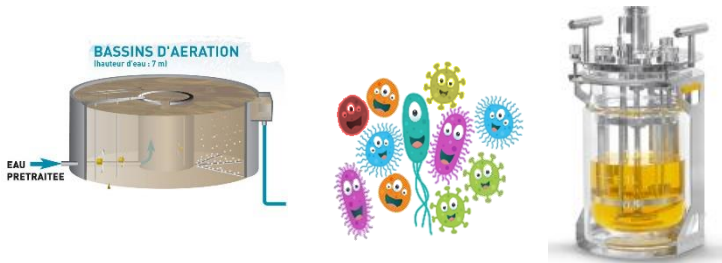
Réacteurs fed-batch

- ✓ sur le type de PHA produit
- ✓ sur les consortia microbiens

Acide oléique (C18:1)



Optimisation de l'alimentation

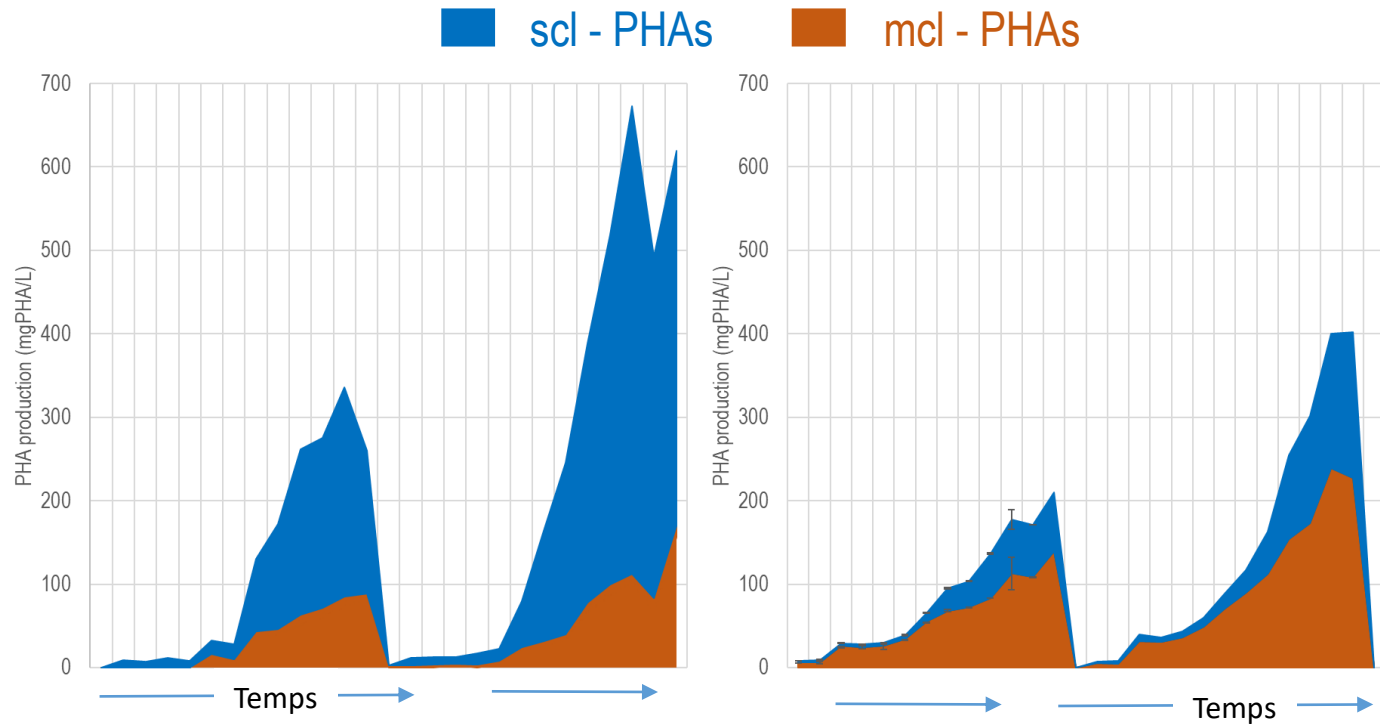


Réacteurs fed-batch

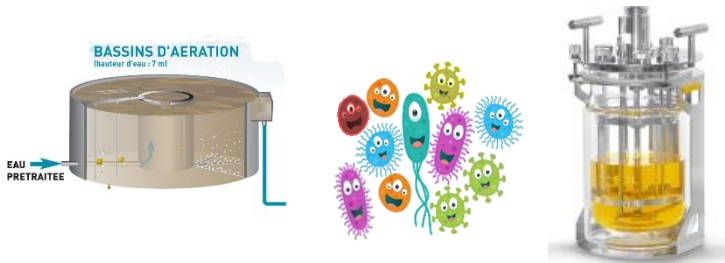
✓ sur le type de PHA produit

Mode d'alimentation :

Augmenter le ratio mcl/scl

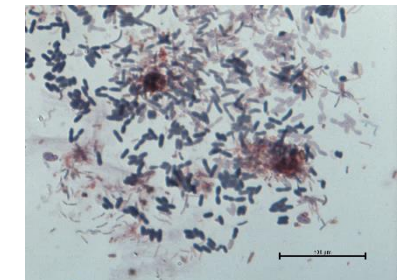
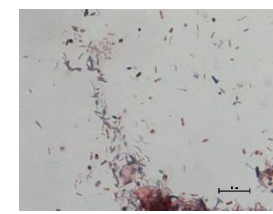
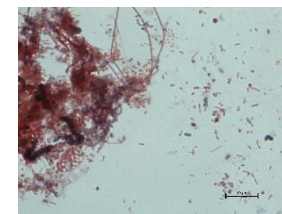
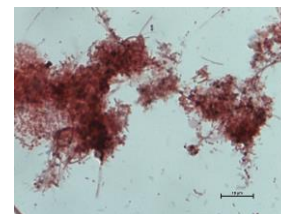
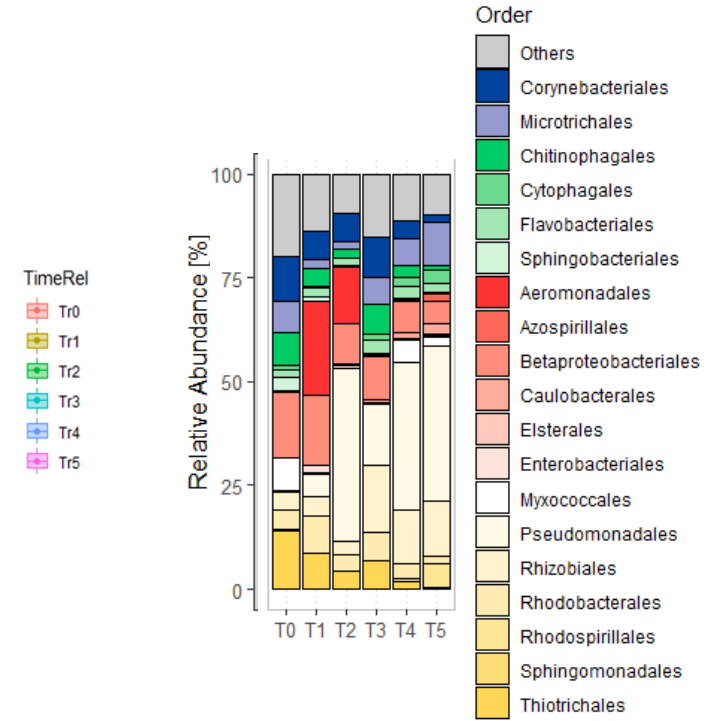
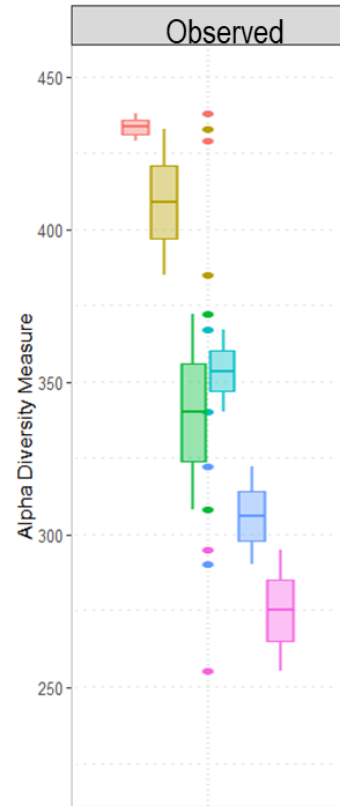
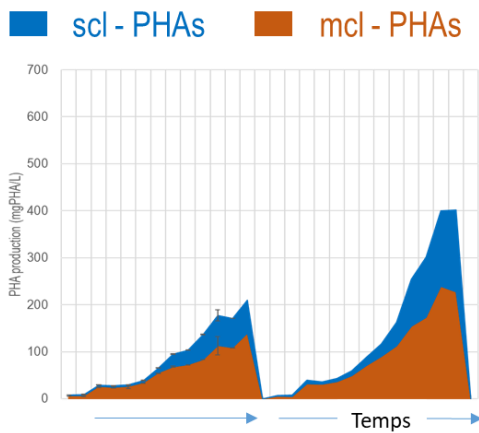


Impact sur la diversité



Réacteurs fed-batch

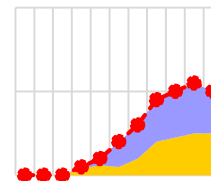
✓ sur les consortia microbiens



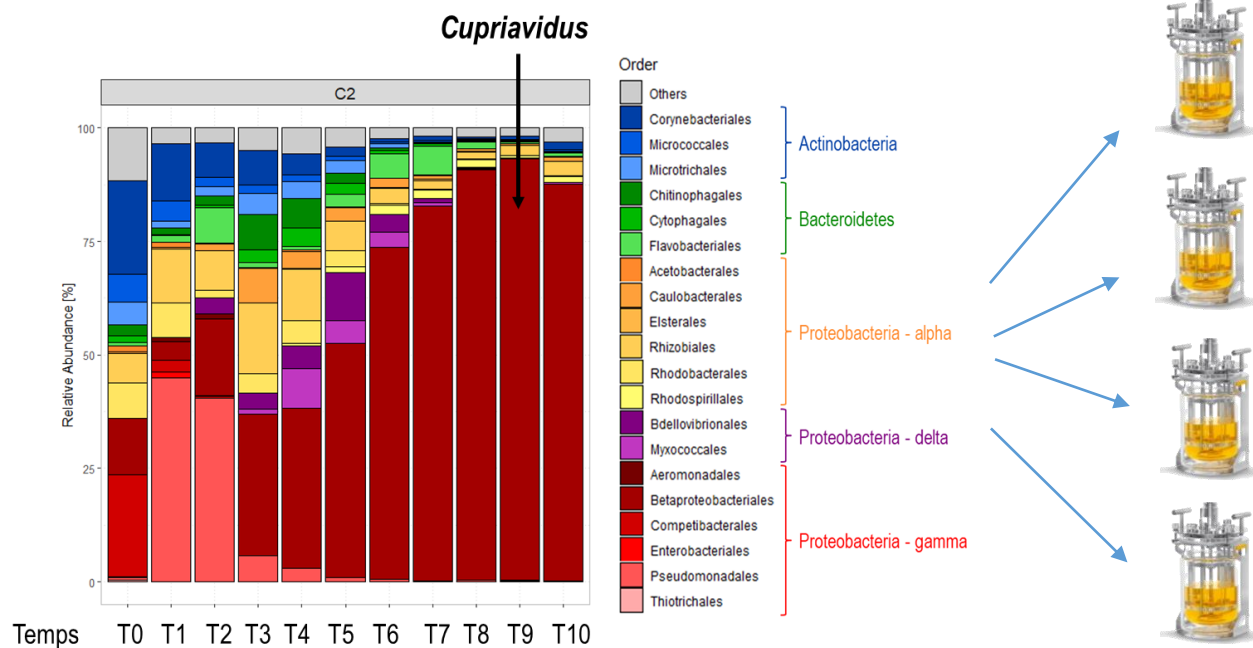
Stratégie: Sélection → Production



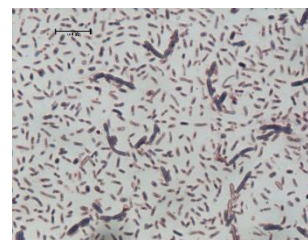
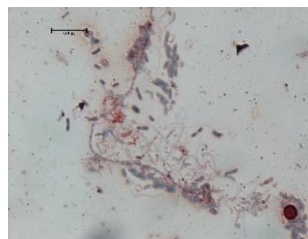
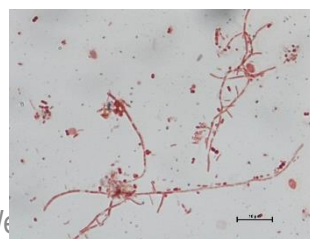
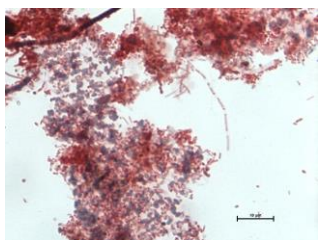
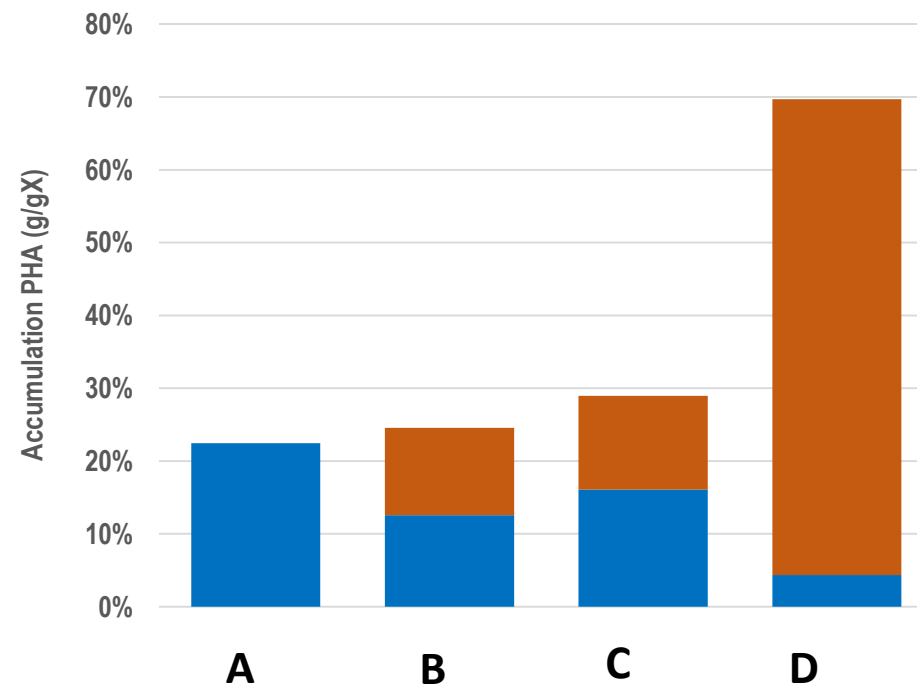
Sélection des producteurs : continu



Accumulation: Fed batch



■ scl - PHAs ■ mcl - PHAs



Conclusions et perspectives



Compréhension de la production de mcl-PHAs:

Sélection des producteurs à partir des consortia microbiens

Orienter la production vers les mcl-PHA

À évaluer:

Robustesse du système

Qualité et stabilité du produit obtenu

Améliorer les rendements de production

....avec des substrats réels (résidus)



BIOPLAST

Bioplastiques, de la R&D à la réalité industrielle



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Guillermina HERNANDEZ-RAQUET & Emilie ALAUX

hernandg@insa-toulouse.fr & ealaux@insa-toulouse.fr



Interreg
POCTEFA

