adebiotech

Think Tank indépendant des Biotechnologies

Leader de l'approche One Health en France

Rompre les dogmes et explorer des voies nouvelles pour les grands enjeux de demain

Rassembler les acteurs (publics, industriels, institutionnels) pour les innovations du futur

Contribuer à lever les verrous scientifiques, technologiques et réglementaires

Colloque scientifique du 5 février 2020

#PlasticLife

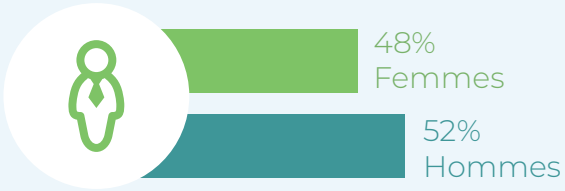
Biodégradabilité des plastiques

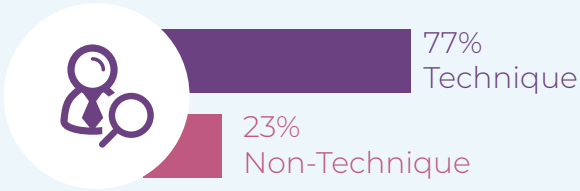
Comprendre pour agir

+ 33 1 57 42 34 61

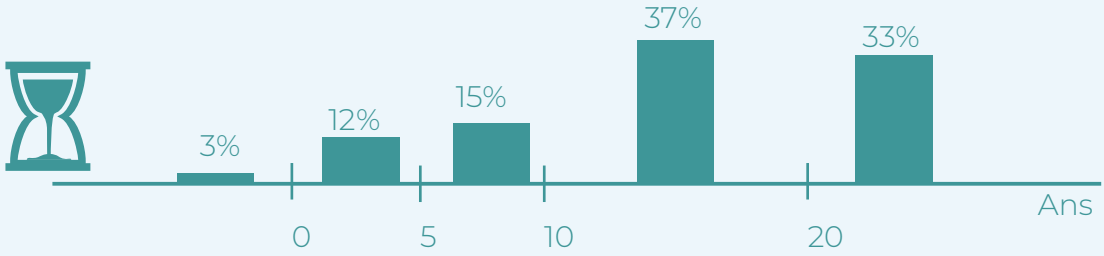
www.adebiotech.org

Ont participé au colloque :

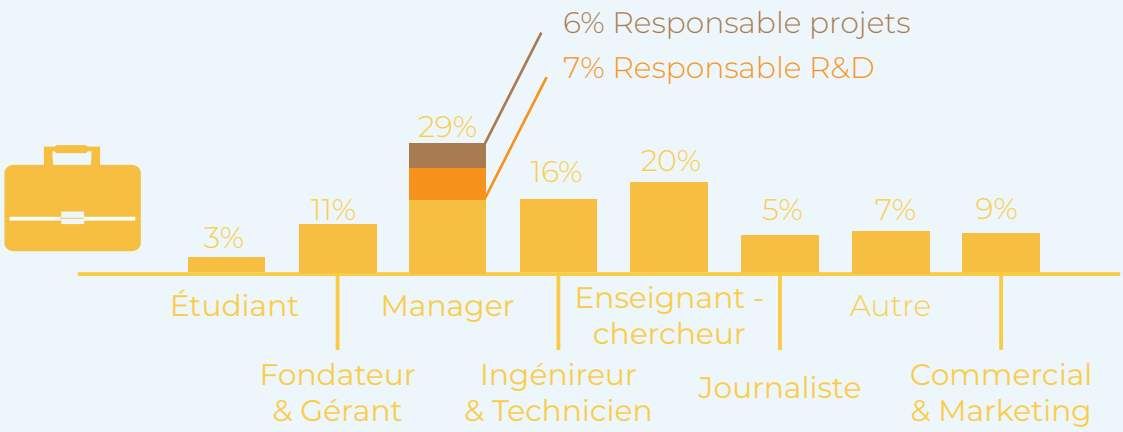




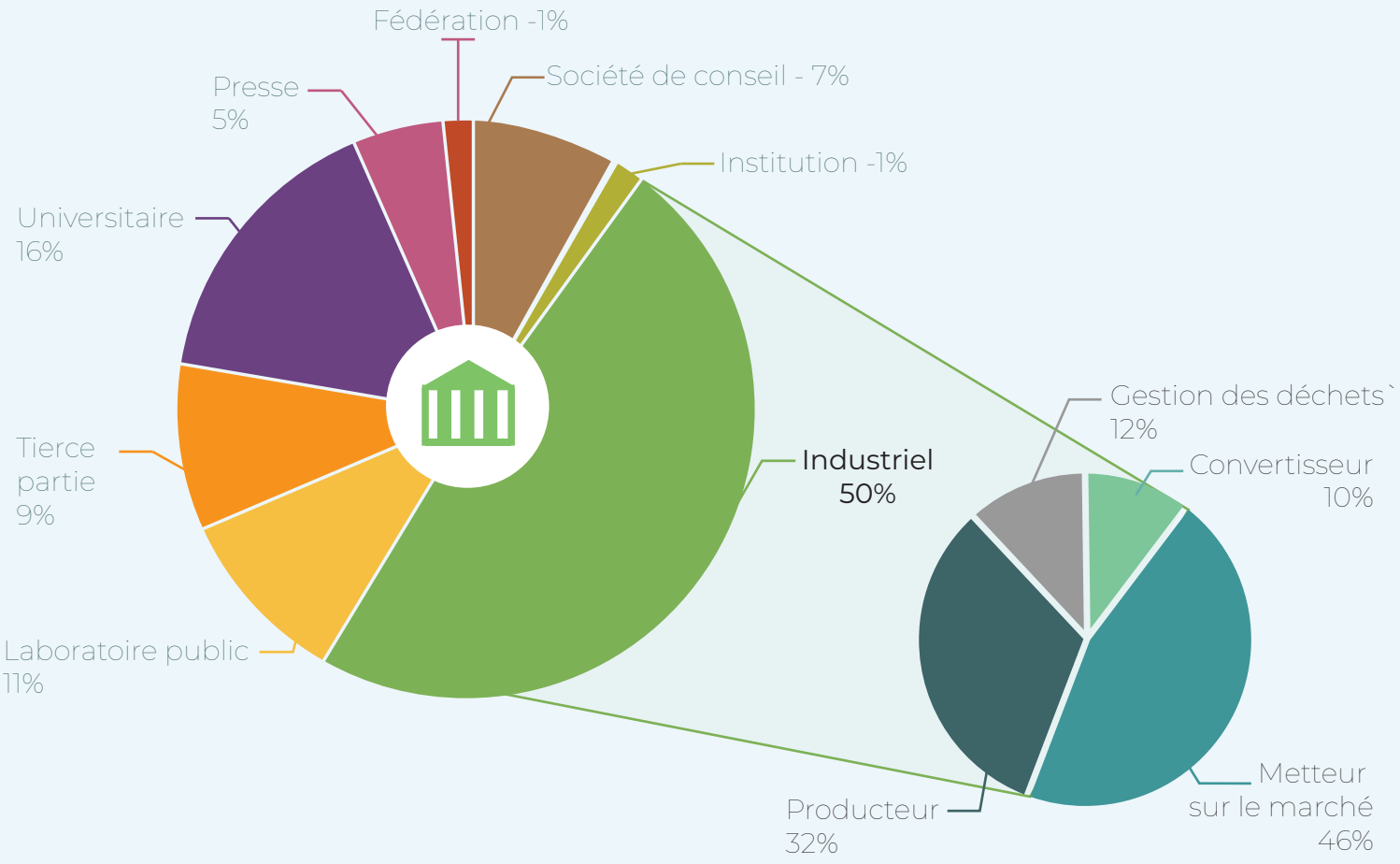
EXPERIENCE



POSITION



ORGANISMES



Retrouvez dans ce rapport les idées clés et les notions importantes de chacune des interventions, accompagnées de remarques et enrichies par M. & Mme Recyclage, ainsi qu'une retranscription des échanges de la table ronde.

M. Mme RECYCLAGE

http://m-mme-recyclage.com/

Coordinateur scientifique du colloque :
Sylvio Bengio
sylvio.bengio@adebiotech.org

Conférence introductive

Christophe DOUKHI DE BOISSOUDY

Directeur Général de Novamont France, Président du Club Bio-Plastique

Renouveler les sols en cycle économique

Bio-plastique

Bio-sourcé

Cultures naturelles

Lignocellulose

Amidon

Saccharose

Huiles végétales

Caoutchouc naturel

Bio-dégradable

Biodégradation naturelle

Humus

Biodégradation accélérée

Compost (compostage)

Digestat (méthanisation)

80%

Biosourcés non biodégradables

PUR	39,3 %
PET	28,2 %
PA(s)	4,4 %
PE	3,3 %
PEF	1,1 %
Autres	3,1 %

20%

Biodégradables
(Biosourcés ou non)

ATP	7,1 %
PLA(s)	5,3 %
PHA(s)	4,1 %
PBS(s)	1,9 %
PBAT	1,7 %
Autres	0,5 %

Estimation de production globale de bio-plastique pour 2021
Source : European Bioplastics, Nova Institute (2016)

Certains bio-plastique comme les PLA(s) ne se biodégradent qu'en conditions de compostage industriel / semi-industriel.

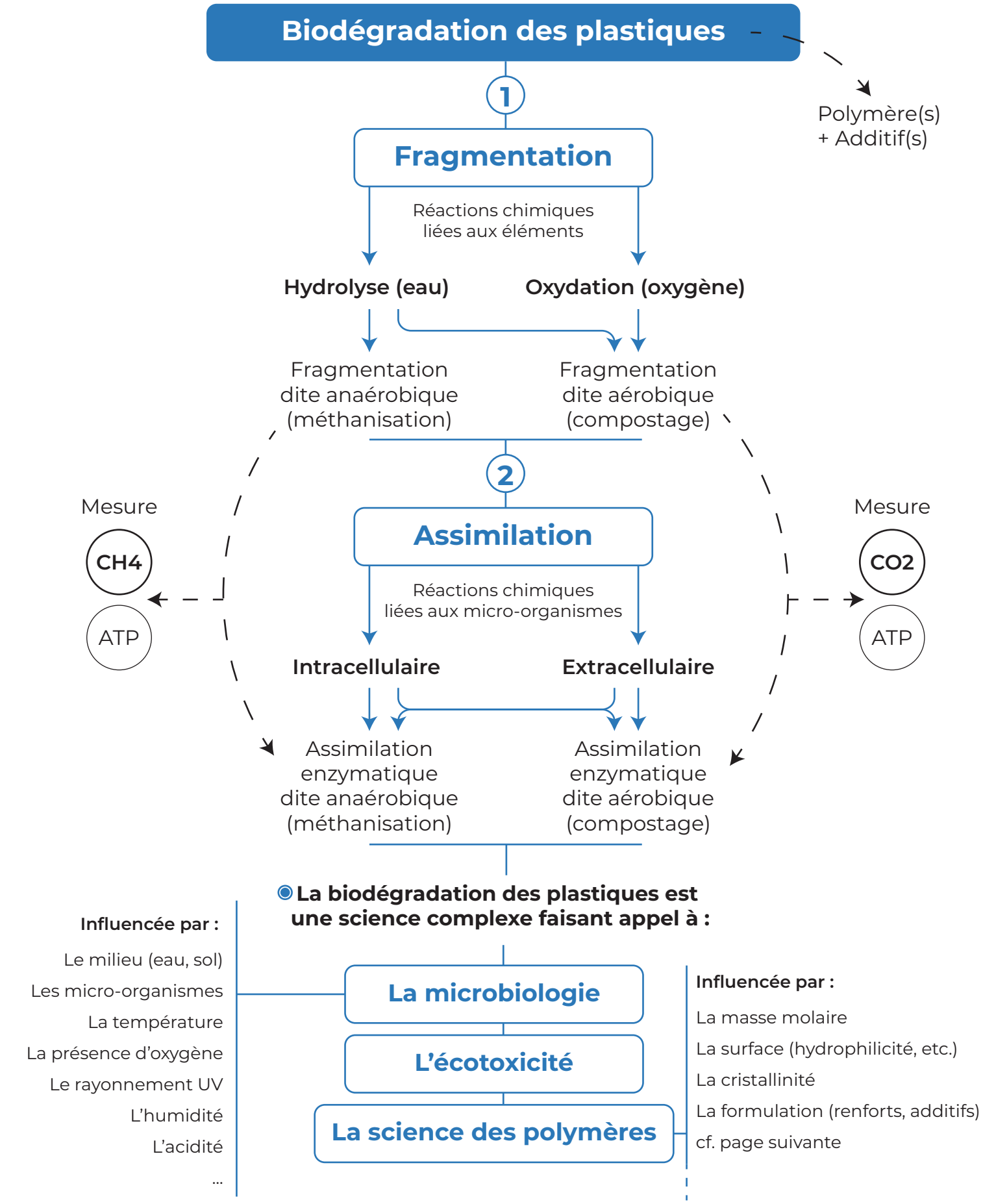
Utiliser des plastiques biodégradables dans des cas précis

- Recyclage non viable (technologiquement, économiquement, ou environnementalement)
- Propriété recherchée (agro-industrie, en mélange avec les biodéchets)

Les différentes facettes de la biodégradabilité des platiques, faits scientifiques, fausses idées, méthodes d'évaluation

Anne Marie DELORT / Emmanuelle GASTALDI

Directrice de recherche au CNRS / Professeure associée à l'Université de Montpellier



Certaines parties de cette science manquent encore de travaux scientifiques pour apporter une compréhension complète.

Propriété d'Adebiotech - Plastic Life - 5 Fev 2020

Influencée, en particulier, par :

Les groupements caractéristiques d'atomes «digérables»

Ester

PHB
PLA
...

Amide

Protéines
...

Osidique

Amidon
Cellulose
...

La conformation spatiale (arrangement 3D)

L'accès à des groupes «digérables» peut être impossible pour un micro-organisme. La seule présence des groupes «digérables» ne garantit pas la biodégradation d'un plastique. Ex. : les poly-amides (nylons) ne sont pas biodégradables.

- **La modélisation et les normes de biodégradation ne reproduisent pas fidèlement la diversité des milieux. La biodégradation est liée à la bonne gestion de la fin de vie du produit.**

La méthodologie garantit la rigueur et la répétabilité de l'étude de la biodégradabilité d'un plastique dans des conditions bien définies (indépendamment du résultat de la biodégradation). Ces conditions peuvent donc différer de celles présentes en fin de vie du produit. En cas de biodégradation incomplète, le plastique participe à la dispersion de micro et nano particules.

La spécification garantit un résultat positif de biodégradation qui comprend :
- Un seuil de biodégradation du plastique dans un temps imparti
- Une mesure de l'écotoxicité et de la pollution possible (métaux lourds, etc.)

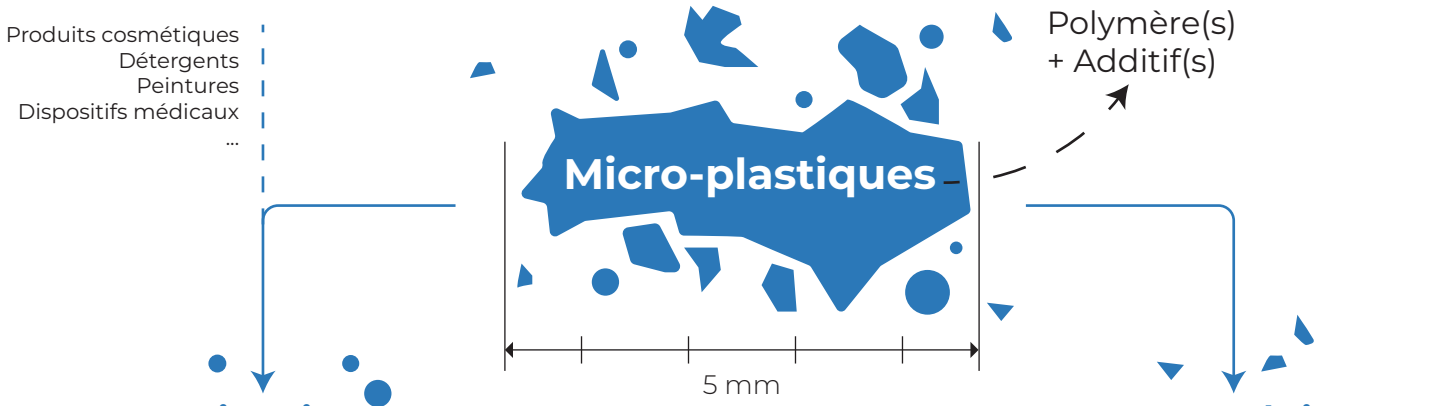
La biodégradabilité naturelle en eau douce ou salée n'est supportée que par des normes de méthodologie et non de spécification.

Méthodologie	Spécification
Biodégradation accélérée par compostage **ISO 14855**	Industrielle **EN 13432** 90% en 6 mois à 58°C
	Maison **NF T51 800** 90% en 12 mois à 25°C

NF EN 13432 et NF T51 800 spécifient un compost de haut niveau. Il ne peut pas y avoir de garantie absolue d'une biodégradation du plastique hors d'un environnement très bien maîtrisé. La collecte et la gestion à la source des biodéchets n'est pas encore en place en France.

Toxicité et écotoxicité des microplastiques

Éric THYBAUD
Responsable du pôle dangers et impacts sur le vivant-direction des risques chroniques, INERIS



Primaire

Rejet intentionnel

~50 000 000 kg/an

Secondaire

Rejet par fragmentation

~200 000 000 kg/an

Boue d'épuration et épandage sur sol agricole
Contamination du cycle de l'eau

- **Les fragments de plastique sont une pollution persistante qui impacte l'ensemble de la chaine alimentaire et dont le retrait est impossible.**

Animale — Déclin des populations

Végétale — Perturbation de la croissance

Minérale — Perturbation du cycle marin

⚠ Un plastique biodégradable ne disposant pas de la fin de vie adéquate au regard des paramètres de sa biodégradation peut participer à la dispersion de micro et nano-plastiques dans les écosystèmes par fragmentation.

Bonne connaissance des cycles
Bonne connaissance de l'écotoxicité

- **La connaissance scientifique liée à l'impact des plastiques est solide.**

Mais encore incomplète sur :

- Effets à long terme
- Études terrestres

Propriété d'Adebiotech - Plastic Life - 5 Fev 2020

Stéphane BRUZAUD
Professeur associé à l'Université de Bretagne Sud

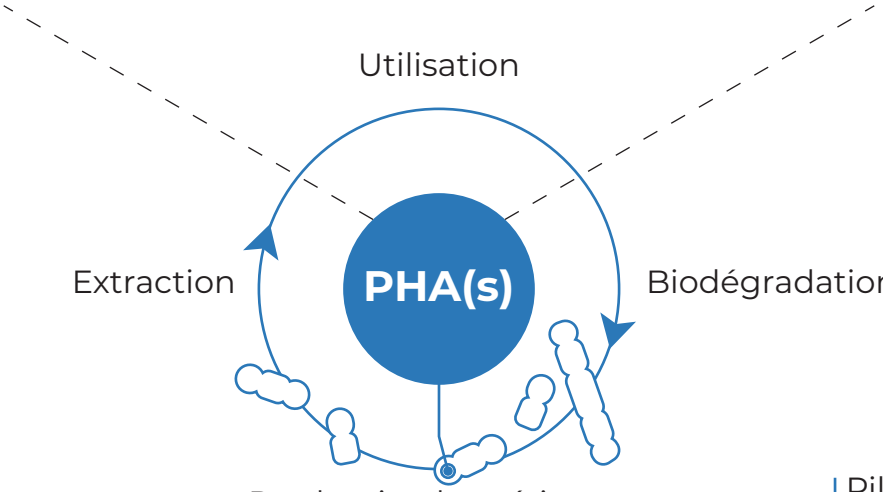
Expédition Tara fondation

↓

◉ **Tout le cycle de l'eau européen est contaminé par la présence de micro-plastiques.**

↓

Plastique sur-mesure, biosourcé et biodégradable dans l'environnement marin



Production bactérienne — Pilote (50-1000L) / Industrielle (30 000L)

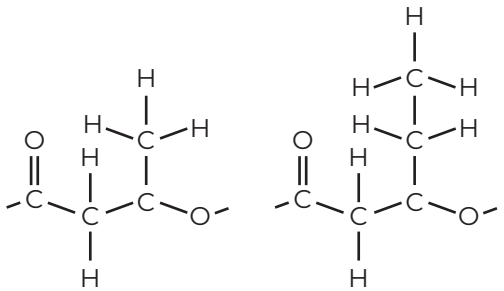
↓

◉ **Moduler la morphologie pour changer les propriétés du plastique**

Souche bactérienne | Paramètres de production | Substrat

↓

Impact : variation du type de monomère au sein du PHA



Bloc A HB — **Bloc B** HV

Ex. : PHBHV - copolymère de la famille des PHA

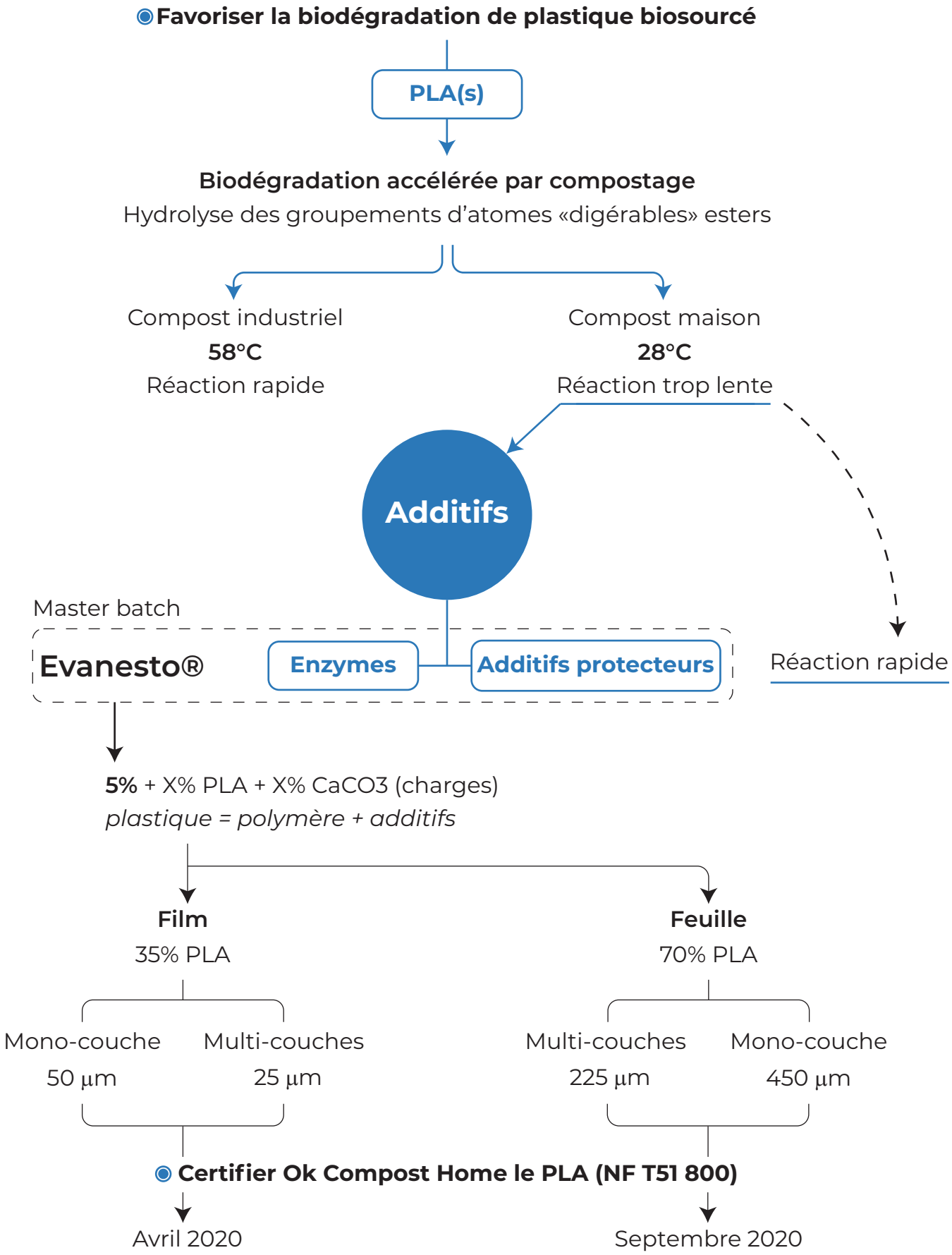
↓

Conséquences sur :

La facilité de mise en forme des plastiques de type PHA
La longévité des plastiques de type PHA
La biodégradabilité des plastiques de type PHA

Propriété d'Adebiotech - Plastic Life - 5 Fev 2020

Clémentine ARNAULT
R&D Manager chez Carbiolice



En Multi-couches, une couche, comme de la colle (2-4 µm) représentant moins de 1% en masse du produit, peut ne pas être biodégradable par compostage, le produit validera tout de même NF T51 800. C'est au fabricant de sélectionner respectueusement ses matériaux.

Propriété d'Adebiotech - Plastic Life - 5 Fev 2020

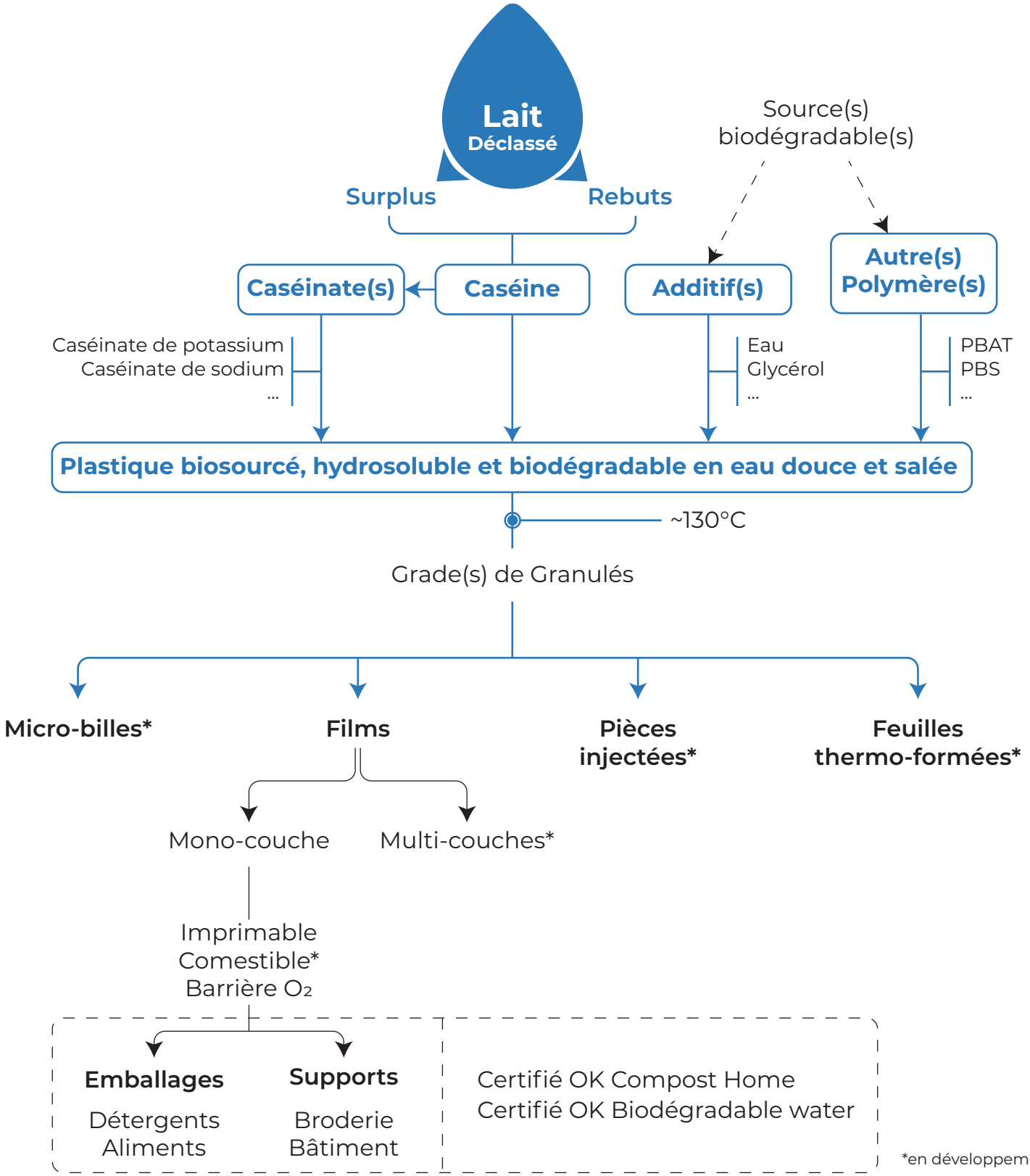
Un polymère naturel, hydrosoluble et biodégradable dans le milieu aquatique

Frédéric PROCHAZKA

Directeur scientifique chez Lactips et professeur associé à l'Université Jean Monnet

Le plastique dissout dans l'eau ne disparaît pas pour autant. Le PVOH, par exemple, est le plastique hydrosoluble le plus commercialisé. Hors, sa biodégradation, qui se fait en station de traitement des eaux usées essentiellement (dûe à l'abondance de certains micro-organismes), n'est pas assez rapide au regard du temps de résidence moyen de l'eau en station. Il peut participer à la toxicité des écosystèmes aquatiques (fluviaux et marins) par la suite. La biodégradation en eaux douces et salées permet de s'affranchir de l'incertitude sur la fin de vie d'un produit hydrosoluble.

Garantir la biodégradation des plastiques hydrosolubles



*en développement

Impacts environnementaux des sacs fruits et légumes

Alice GUEUDET
Ingénieure en charge du sujet produits chimiques et matériaux biosourcés à l'Ademe

Études sur les sacs

Privilégier les sacs réutilisables et maximiser leur réemplois

1 Analyse de cycle de vie

Moyenne des fins de vie potentielles

Usage unique

- PBAT + Amidon de maïs
- PBAT + Amidon de pomme de terre
- PBAT + PLA
- Kraft + PP orienté
- Kraft

Réutilisable

- Coton
- PE

Globalement plus vertueux, au regard des 6 indicateurs étudiés, à réutiliser 1 x pour la collecte des biodéchets

À réutiliser 40 x

À réutiliser 8 x

2 Biodégradabilité par compostage

Maison

Respecter les bonnes pratiques de compostage (brassage, ...)

Industriel

Risque d'envol des sacs
Allongement possible de la durée de compostage

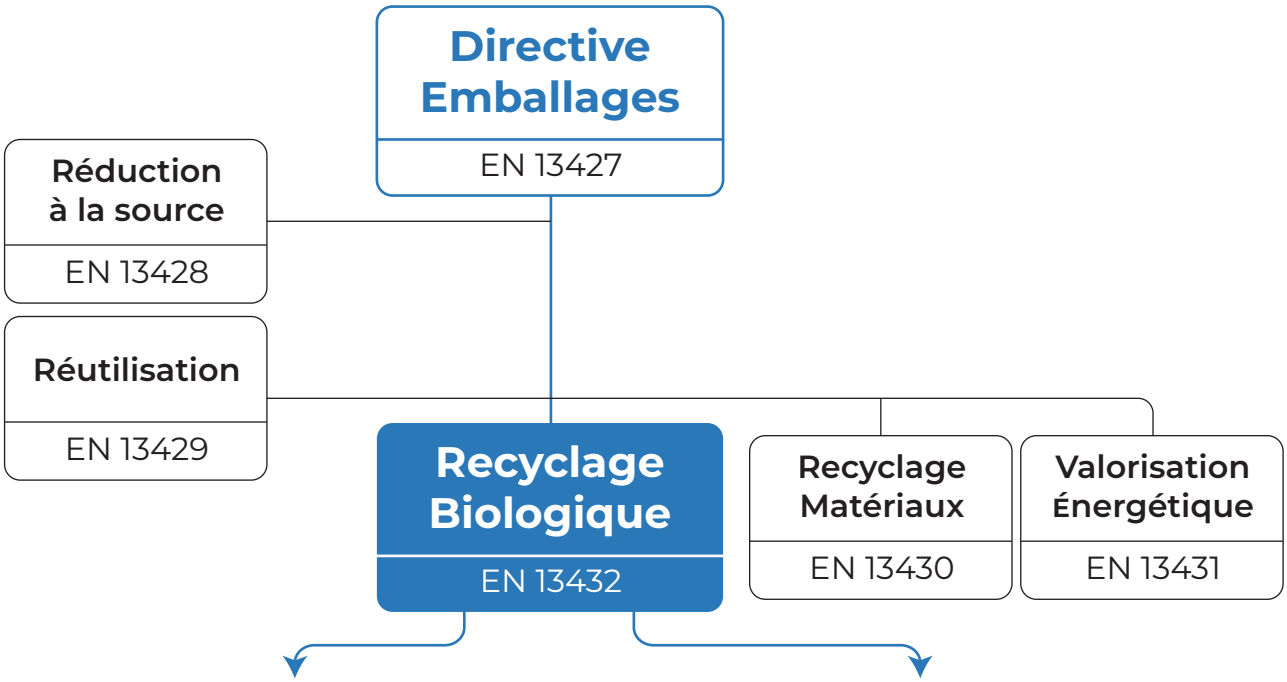
Le compostage a pour but de produire un compost de qualité et non d'être une filière de gestion du plastique

L'accumulation sur le long terme des micro et nano-plastiques inférieurs à 2 mm n'est pas prise en compte dans les normes. Il existe une incertitude face à la potentielle présence de micro-bouts de plastique non biodégradés (jusqu'à 30% de carbones non convertis en CO_2) dans le compost, qui une fois au sol, peuvent contaminer le cycle de l'eau.

Propriété d'Adebiotech - Plastic Life - 5 Fev 2020

Philippe DEWOLFS
Business manager chez TÜV Austria Belgium

Harmoniser, évaluer, certifier et communiquer sur la biodégradation des plastiques

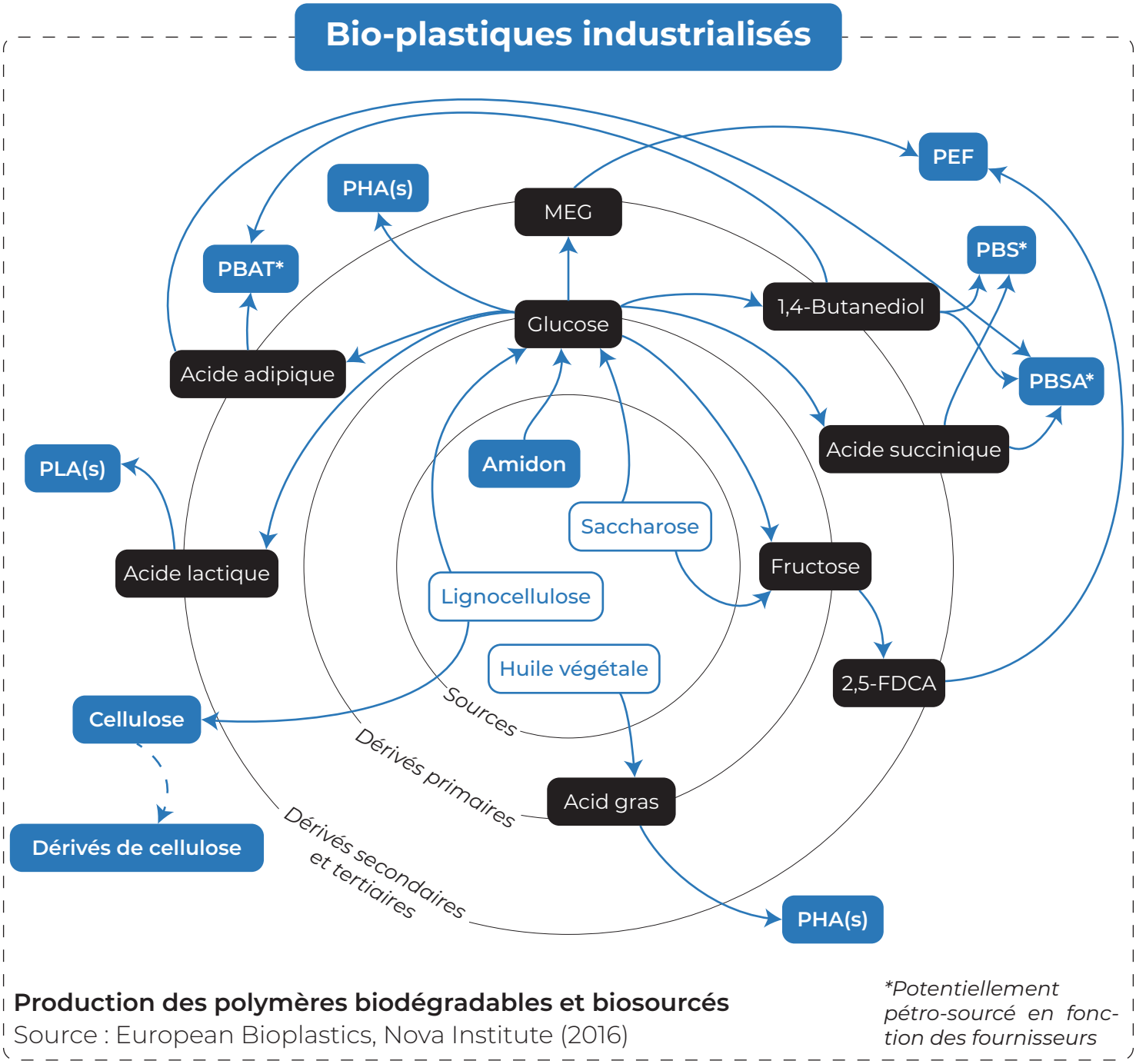


Seuil	Accéléré par compostage industriel	Accéléré par compostage maison	Naturel en sol	Naturel en eaux douces	Naturel en eaux de mer
Fragmentation	3 mois	6 mois	/	/ (opt soluble)	12 semaines
Assimilation	6 mois	12 mois	24 mois	8 mois	6 mois
Température	40 - 70°C	20 - 30°C			
Certification	OK Compost Industrial	OK Compost Home	OK Biodegradable Soil	OK Biodegradable Water	OK Biodegradable Marine

Un produit utilisant des matériaux certifiés doit aussi être certifié en tant que produit fini. Un matériau est certifié pour une épaisseur donnée. Un produit peut contenir plusieurs épaisseurs de ce matériau superposées (soudure, renfort, etc.) qui ne satisferont alors plus les délais de la certification. A noter que certains additifs rajoutés peuvent entraver la biodégradation. Un mélange de polymères aussi.

Laurent Massacrier
Président de Green Business and Consulting Company (GBCC)

Il existe plusieurs options bien développées industriellement



Production des polymères biodégradables et biosourcés
Source : European Bioplastics, Nova Institute (2016)

**Potentiellement pétro-sourcé en fonction des fournisseurs*

Les additifs jouent beaucoup pour la facilité de mise en forme (plastifiants), la longévité (stabilisants - anti UV) et la biodégradabilité (enzymes) des plastiques. Idéalement ces additifs sont aussi biosourcés. Pour assurer des propriétés intéressantes, le plastique biodégradable est souvent sous forme de copolymères (ex. : PHBHV, PBSA). La stéréochimie joue aussi un rôle dans la biodégradabilité du polymère en rendant plus ou moins accessible, à une enzyme, un groupement fonctionnel.

Au delà des propriétés pertinentes de mise en forme, il faut considérer la gestion des déchets plastiques dans le choix des matériaux. Les bioplastiques peuvent perturber la chaîne du recyclage. Ex. : les bouteilles de PLA(s) ou de PEF dégradent la qualité du recyclat de PET, car non triées correctement avant.

Ewen CHESNEL
Responsable affaires publiques et politiques environnementales chez BASF France

Contribuer à valoriser les déchets organiques

Ex. :

Ordures ménagères

36% — Généralisation du tri à la source
2023 UE
2025 FR

Biodéchets majoritairement composés d'eau

Applications ciblées

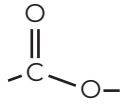
Emballages contaminés par des nutriments
(capsule de café, aliments à emporter, etc.)

Ex. : Paillage agricole

Ecoflex®
(pétro-sourcé)

PBAT

Colonisation microbienne — Formation du biofilm et excrétions enzymatiques

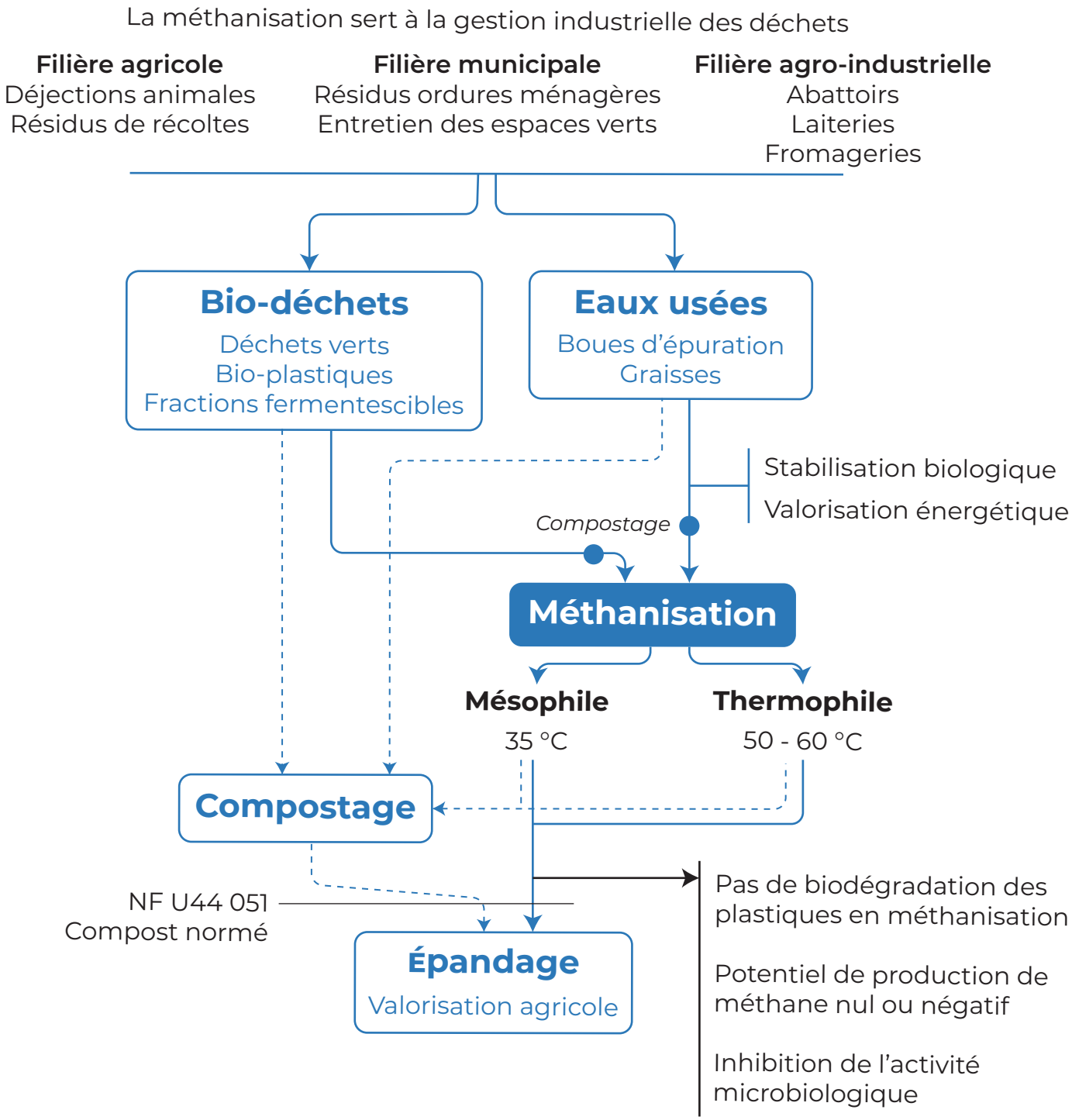


Hydrolyse des groupements esters de la chaîne du polymère

Attaque enzymatique

Assimilation des fragments — Métabolisation de la matière par les micro-organismes

Laure CONSTANS
R&D Project Manager au centre de recherche de Suez Environnement



Les bioplastiques posent problème à la méthanisation (35°C)

Dans le cadre d'une activité économique centrée sur la production énergétique, la présence de bioplastiques entraîne des pertes et n'est pas souhaitée. Une activité économique centrée sur l'amélioration des terres agricoles nécessite une infrastructure orientée à cette fin.

Sans compostage du digestat, il y a une incertitude sur la pollution plastique de l'épandage. Les normes ne reflètent pas nécessairement les conditions d'un site industriel de compostage. Elles garantissent la méthodologie des tests. Les possibles différences de températures, de temps et d'aération doivent être prise en compte à la création du plan de compostage. Il manque la possibilité de quantifier la dispersion de micro et nano-plastiques non biodégradés en fin de compostage.

- **Projet de loi en cours, incertitude sur les décrets à venir, en particulier, sur le plan de route de la gestion des biodéchets**

2020 Début des interdictions progressives liées au plastique (Vaisselle, bouteilles en restauration)

2021 Amande en cas de non respect
Contrôle sur le biosourcé et le compostable

Qui sera le gendarme et avec quel budget ?

2025 100% Recyclé

2030 Tri des biodéchets à la source

Une partie du budget de Citéo est dédié à l'uni-formisation du geste de tri, quid des biodéchets ? Supposé commencer en 2023, qui sera concerné? en quelles quantités ?

2040 Fin du plastique à usage unique

Un objet à usage unique, même en bois, reste à usage unique. L'interdiction devrait porter sur un produit et non une matière.

Une liste des applications soumises à restriction pour les bioplastiques est prévue.

→ **L'interdiction possible d'utiliser le mot compostable sans certification OK Compost Home est-elle une violation du droit européen ? (Green Plasturgie)**

Une réglementation technique nécessite l'aval de tous les états membres, avec un procédé de mise en accord. Cette interdiction a peu de chance de rentrer en application. Elle risque de faire barrière à la libre circulation des biens. Un objet compostable produit en Espagne serait alors interdit en France.

Avec les potentielles dispersions de micro-nanoplastiques lors d'un compostage domestique mal réalisé, il reste important de correctement transmettre la connaissance sur la gestion du compost.

→ **Peut-on imaginer des certifications «OK Méthanisation» à l'instar du compost ? (Suez)**

Plusieurs types de procédés sont utilisés en méthanisation. Un plastique ne passera pas partout.

→ **Peut-on accélérer le compostage à l'aide d'un composteur électrique de cuisine ? (Lyspackaging)**

Il s'agit de sécheurs qui déshydratent les biodéchets, non d'un composteur. Cela permet de réduire le volume de la matière fermentescible.

→ **Ne pourrait-on pas avoir un code couleur qui aiderait le consommateur à choisir des produits biosourcés et biodégradables ? (Lyspackaging)**

Il faut attendre d'abord l'extension des couleurs de bacs à ordures à toute la France, prévue dans le projet de loi. Il y a une demande européenne pour différencier facilement ces matériaux. Dans l'état de Genève, par exemple, il y a un quadrillage spécifique pour les sacs.

→ **Comment garantir l'innocuité du compostage des emballages? Entre test et réalité il a des variables. (Upcycle)**

La certification garantit un test d'écotoxicité (croissance végétale). La loi australienne (tout comme la nouvelle norme européenne) garantit un test sur les vers de terre. Il n'y a pas de test de germination pour vérifier la viabilité sur plusieurs générations. Cela limite la faune au ver de terre (élément essentiel des sols, mais assez tolérant face aux micro et nano-plastiques, ce qui n'est pas le cas de tous les petits organismes). Cela n'implique pas non plus de tests sur l'inhibition de la reproduction. Il y aurait un certain nombre d'effets biologiques à inclure dans la réglementation, ce qui est difficile économiquement.

→ **Certains sacs ont été testés et présentent des teneurs en fer, titane et chrome importantes. Les additifs présents dans le plastique ne sont pas déclarés. Comment connaître la composition exacte de la résine ? (État de Genève)**

Avec une certification privée comme OK Compost, les seuils de métaux présents dans le compost sont garantis par les tests.

→ **Comment vérifier la présence de micro et nanoplastiques dans le compost ? (État de Genève)**

Il faudrait monter un programme de recherche commun pour le compostage industriel afin de s'assurer qu'il réponde bien aux enjeux environnementaux.

→ **Comment éviter la présence de sacs non compostables dans le compost ? (État de Genève)**

Pour la France, les problèmes de tri avec les biodéchets devront attendre la validation de la loi. Concernant les plastiques à destination du recyclage, la FEDEREC ne pourra tenir les objectifs de 100% de recyclage en dehors du PET et du PE/PP.

→ **Le comportement du consommateur n'est-il pas lié aux appellations ? (INERIS)**

Il ne faut pas dire biodégradable, mais biodégradable par compostage ou compostable. Les critères de biodégradation doivent être extrêmement précis. Or, les polymères sont passé à côté de la réglementation REACH et la composition exacte des résines n'est pas à déclarer (sauf pour faire du contact alimentaire en PET recyclé). Le comportement du consommateur varie en fonction des termes employés. Le projet de loi prévoit l'interdiction du terme biodégradable. Il faudra préciser les conditions de biodégradation.

→ Nécessité d'un colloque sur la place du plastique dans une économie circulaire.

→ Nécessité d'un mix technologique pour la gestion des déchets. Le plastique est un partenaire du progrès technologique et médicale

→ Malgré la volonté d'augmenter le recyclage, la valorisation matière des plastiques n'est pas économiquement pérenne. Nécessité d'une filière pour l'emballage multi-couches. Tout interdire n'est pas le meilleur moyen.