



# Que signifie « biodégradable » ? Etat des lieux des normes actuelles et à venir en matière de biodégradabilité des plastiques

Emmanuelle Gastaldi



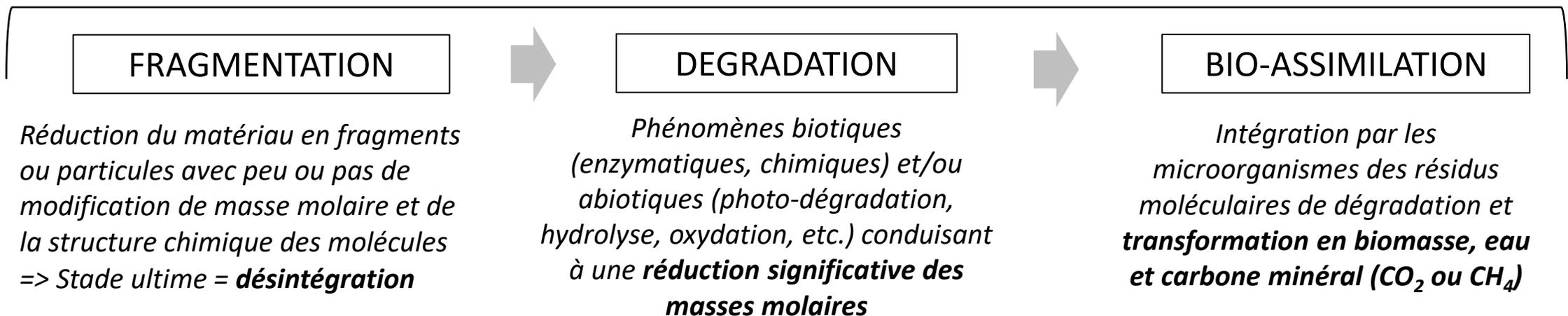
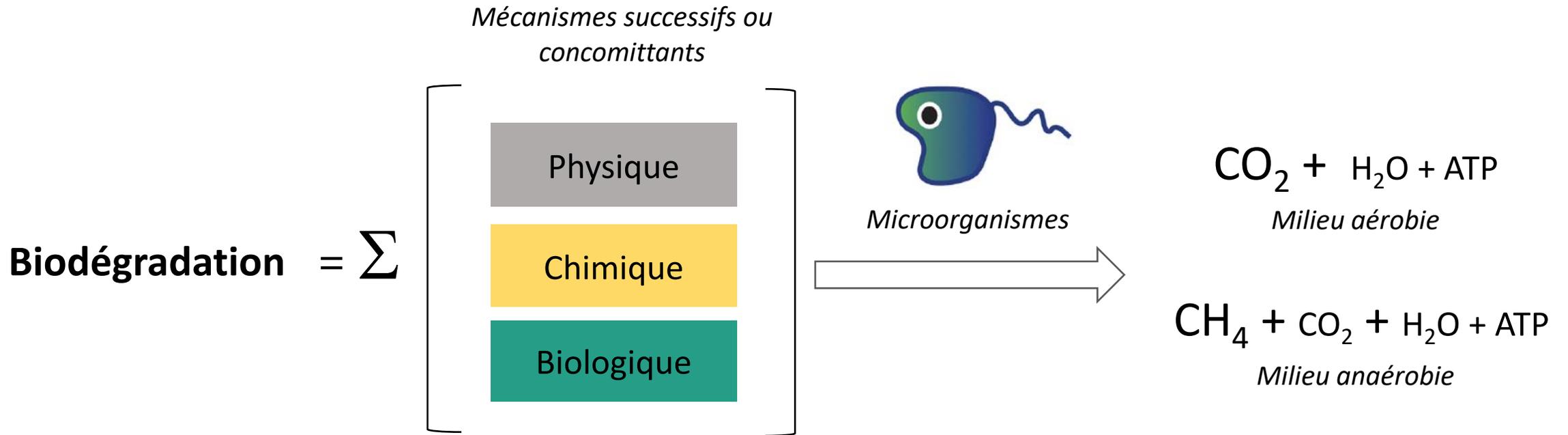
INRAE



# Que signifie biodégradable ?

- ✓ **Biodégradable** ≠ biosourcé
- ✓ **Biodégradable** : polymère ou matériau capable d'être métabolisé et donc être utilisé comme source de carbone par la microfaune et microflore de l'environnement pour être **transformé en biomasse, eau et carbone minéral (CO<sub>2</sub> ou CH<sub>4</sub>)**
- ✓ **Compostable** : objet capable de se biodégrader en conditions de compostage normalisées et répondant à des **exigences spécifiques** en termes de désintégration, composition et écotoxicité de ses produits de dégradation
- ✓ Biodégradation = **option de fin de vie** responsable du point de vue environnemental
- ✓ Élimination des déchets plastiques « biodégradables » de courte durée de vie et/ou usage unique grâce à **l'action des μorganismes**

# Mécanismes impliqués dans la biodégradation



MACROSCOPIQUE

MICROSCOPIQUE

MACROMOLECULAIRE

MOLECULAIRE

# Pourquoi a-t-on besoin des normes ?

- **Revendication « biodégradable »**

=> basée sur des méthodologies **simples, fiables, répétables et reproductibles** (≠ laboratoires)

- Normes = ensemble de méthodes, conditions (T°C, HR, inoculum, etc.), milieux (sol, compost, eau douce, eau de mer, digestat) mais aussi exigences en termes composition, de seuil à atteindre et durée, toxicité, etc.

=> normes d'analyse et d'essais

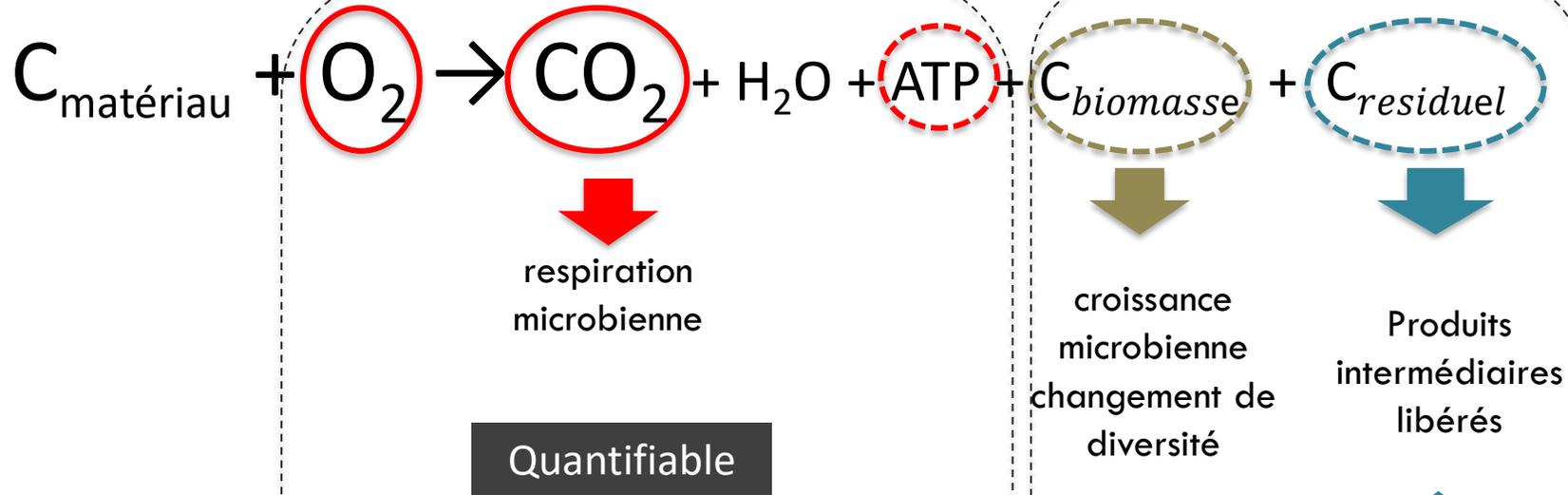
=> normes de spécification

- Conditions accélérées ≠ conditions réelles => exclusion des non biodégradables
- Nature non obligatoire des normes de biodégradabilité des matériaux  
=> Besoin de certification et traçabilité
- Indispensable pour lutter contre les revendications mensongères, les « faux biodégradable » et dissiper méfiance et suspicion

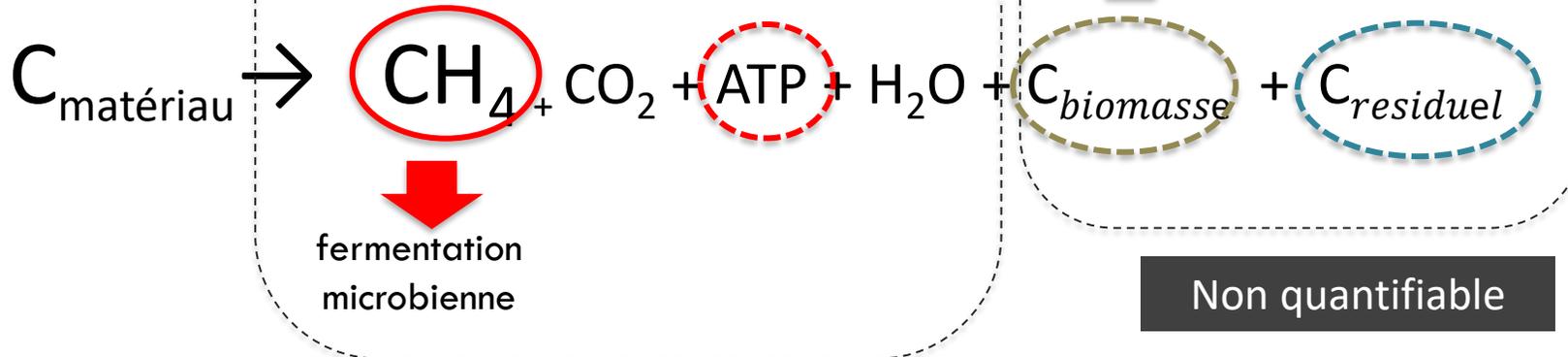
# Comment évaluer la biodégradation?

## ➤ Méthodes respirométriques

### Aérobiose



### Anaérobiose



- **Bio-assimilation**  
=> conversion  $C_{\text{org}}$  en  $C_{\text{minéral}}$
- **Référence positive**  
=>  $T_x \geq 90\%$
- **Biodégradation complète**  
=>  $T_x \geq 90\%$
- $T_x$  biodégradation  $\geq 90\% \neq > 10\% \text{ MP}$

# Pourquoi a-t-on besoin des normes ?

- Revendication « biodégradable »
  - => basée sur des méthodologies fiables, répétables et reproductibles (≠ laboratoires)
- **Normes** = ensemble de méthodes, conditions (T°C, HR, inoculum, etc.), milieux (sol, compost, eau douce, eau de mer, digestat) mais aussi d'exigences en termes composition, de seuil à atteindre et durée, toxicité, etc.
  - => normes d'**analyse et d'essais**
  - => normes de **spécification**
- Conditions accélérées ≠ conditions réelles => exclusion des non biodégradables
- Nature non obligatoire des normes de biodégradabilité des matériaux
  - => Besoin de certification et traçabilité
- Indispensable pour lutter contre les revendications mensongères, les « faux biodégradable » et dissiper méfiance et suspicion

# Normes de spécification vs normes d'analyse et d'essais

Cas d'un emballage compostable

## Normes d'analyse et d'essais

NF EN ISO 14855

« Evaluation de la biodégradabilité aérobie ultime des matériaux plastiques dans des conditions de compostage-  
Méthode par analyse du dioxyde de carbone libéré »

Définit comment se mesure la biodégradation  
=> Critère sur la validité du test

## Normes de spécification

NF EN 13432

Emballage-Exigences relatives aux emballages valorisables par compostage et biodégradation-Programme d'essai et critères d'évaluation de l'acceptation finale des emballages

Définit un seuil de biodégradation  $\geq 90\%$  en 6 mois  
=> critère sur le produit

Législation : le produit doit être compostable  
en adéquation avec NF EN 13432

# Pourquoi a-t-on besoin des normes ?

- Revendication « biodégradable »
  - => basée sur des méthodologies fiables, répétables et reproductibles (≠ laboratoires)
- Normes = ensemble de méthodes, conditions (T°C, HR, inoculum, etc.), milieux (sol, compost, eau douce, eau de mer, digestat) mais aussi exigences en termes composition, de seuil à atteindre et durée, toxicité, etc.
  - => normes d'analyse et d'essais
  - => normes de spécification
- Conditions **accélérées** ≠ conditions réelles => **exclusion des non biodégradables**
- Nature non obligatoire des normes de biodégradabilité des matériaux
  - => Besoin de certification et traçabilité
- Indispensable pour lutter contre les revendications mensongères, les « faux biodégradable » et dissiper méfiance et suspicion

# Pourquoi a-t-on besoin des normes ?

- Revendication « biodégradable »
  - => basée sur des méthodologies fiables, répétables et reproductibles (≠ laboratoires)
- Normes = ensemble de méthodes, conditions (T°C, HR, inoculum, etc.), milieux (sol, compost, eau douce, eau de mer, digestat) mais aussi exigences en termes composition, de seuil à atteindre et durée, toxicité, etc.
  - => normes d'analyse et d'essais
  - => normes de spécification
- Conditions accélérées ≠ conditions réelles => exclusion des non biodégradables
- Nature **non obligatoire** des normes de biodégradabilité des matériaux
  - => Besoin de **certification et traçabilité**
- Indispensable pour lutter contre les revendications mensongères, les « faux biodégradable » et dissiper méfiance et suspicion

# Application des normes

## Obligatoire

### Obligation

- des **laboratoires certifiés**  
(Ex: EUROFINS, APAVE, ATMO, VERITAS...)
- des **laboratoire de recherche publics**  
(Université, CNRS, INRAe, ...)

Déclaration obligatoire des résultats

Cas de toutes les normes qui concernent la **qualité des eaux, résistance des matériaux, etc.**

## Volontaire

### Possibilité

- de **s'auto-déclarer** conforme à une norme
- de faire appel à **un organisme privé auto-déclaré certificateur**  
(Ex : TÜV, DinCertco, PolyBioAid, BPI, ...)

*La validité de la certification dépend essentiellement de la reconnaissance accordée par le public aux certificats présentés par les fabricants*

Cas de toutes les normes qui concernent la **biodégradation** des polymères

**Certificat de conformité**  
(± logo = marque de conformité)

# Pourquoi a-t-on besoin des normes ?

- Revendication « biodégradable »
  - => basée sur des méthodologies fiables, répétables et reproductibles (≠ laboratoires)
- Normes = ensemble de méthodes, conditions (T°C, HR, inoculum, etc.), milieux (sol, compost, eau douce, eau de mer, digestat) mais aussi exigences en termes composition, de seuil à atteindre et durée, toxicité, etc.
  - => normes d'analyse et d'essais
  - => normes de spécification
- Conditions accélérées ≠ conditions réelles => exclusion des non biodégradables
- Nature non obligatoire des normes de biodégradabilité des matériaux
  - => Besoin de certification et traçabilité
- Caractère indispensable pour lutter contre les **revendications mensongères**, les « **faux biodégradables** » et **dissiper méfiance et suspicion**

# Certification, traçabilité et transparence

pour lutter contre les revendications mensongères et les « faux biodégradable »

## ✓ Certificat de conformité

✓ Logos (marque de conformité)

✓ Marquage par impression d'un signe distinctif (quadrillage)

✓ QR code



Optionnel



## Environmental Deterioration of Biodegradable, Oxo-biodegradable, Compostable, and Conventional Plastic Carrier Bags in the Sea, Soil, and Open-Air Over a 3-Year Period

Imogen E. Napper\*<sup>id</sup> and Richard C. Thompson

International Marine Litter Research Unit, School of Biological and Marine Sciences, University of Plymouth, Drake Circus, Plymouth, Devon PL4 8AA, U.K.



*A carrier bag labelled as biodegradable after 3 years in the marine environment*

**Table 1. Information on the Tested Carrier Bags and the Properties As Stated on the Manufacture’S Website<sup>4</sup>**

designated label for testing	degradation properties (as stated on bag)	information stated on web sites linked to the product
Oxobio1	degradable plastics (D <sub>2</sub> W trademark, logo)	oxo-biodegradable ( <a href="https://www.symphonyenvironmental.com/d2w/">https://www.symphonyenvironmental.com/d2w/</a> )
Oxobio2	planet safe plastic; incorporating EPI’s totally degradable plastic additives (EPI trademark, logo)	oxo-biodegradable ( <a href="http://www.epi-global.com/en">http://www.epi-global.com/en</a> )
biodegradable	biodegradable bag (exo plastics logo, sustainable bioplastic; biodegradable ISO 14855)	no claims about biodegradability on exo plastics web site ( <a href="https://www.exoplastics.com/">https://www.exoplastics.com/</a> ) ISO 14855 is an international standard covering aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions
compostable	completely compostable, recycle me with food	plant-based compostable foodservice packaging ( <a href="https://www.vegware.com/about/info_1.html">https://www.vegware.com/about/info_1.html</a> ) compostable packaging is designed to be recycled together with food waste. <a href="https://www.vegware.com/close-the-loop/info_50.html">https://www.vegware.com/close-the-loop/info_50.html</a> EN13432 is the packaging waste directive and standards for compostability <a href="http://www.bpf.co.uk/topics/standards_for_compostability.aspx">http://www.bpf.co.uk/topics/standards_for_compostability.aspx</a>
conventional	high density polyethylene; no degradation properties stated	no manufacturer given

Etiquettage :

« emballage compostable » NF EN 13432

« plastique compostable » NF EN 14995



~~Biodegradable bag  
NF EN ISO 14855~~

**Table 1. Information on the Tested Carrier Bags and the Properties As Stated on the Manufacture’S Website<sup>4</sup>**

designated label for testing	degradation properties (as stated on bag)	information stated on web sites linked to the product
Oxobio1	degradable plastics (D <sub>2</sub> W trademark, logo)	oxo-biodegradable ( <a href="https://www.symphonyenvironmental.com/d2w/">https://www.symphonyenvironmental.com/d2w/</a> )
Oxobio2	planet safe plastic; incorporating EPI’s totally degradable plastic additives (EPI trademark, logo)	oxo-biodegradable ( <a href="http://www.epi-global.com/en">http://www.epi-global.com/en</a> )
biodegradable	biodegradable bag (exo plastics logo, sustainable bioplastic; biodegradable ISO 14855)	no claims about biodegradability on exo plastics web site ( <a href="https://www.exoplastics.com/">https://www.exoplastics.com/</a> )
compostable	completely compostable, recycle me with food	ISO 14855 is an international standard covering aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions plant-based compostable foodservice packaging ( <a href="https://www.vegware.com/about/info_1.html">https://www.vegware.com/about/info_1.html</a> ) compostable packaging is designed to be recycled together with food waste. <a href="https://www.vegware.com/close-the-loop/info_50.html">https://www.vegware.com/close-the-loop/info_50.html</a> EN13432 is the packaging waste directive and standards for compostability <a href="http://www.bpf.co.uk/topics/standards_for_compostability.aspx">http://www.bpf.co.uk/topics/standards_for_compostability.aspx</a>
conventional	high density polyethylene; no degradation properties stated	no manufacturer given

Etiquetage :

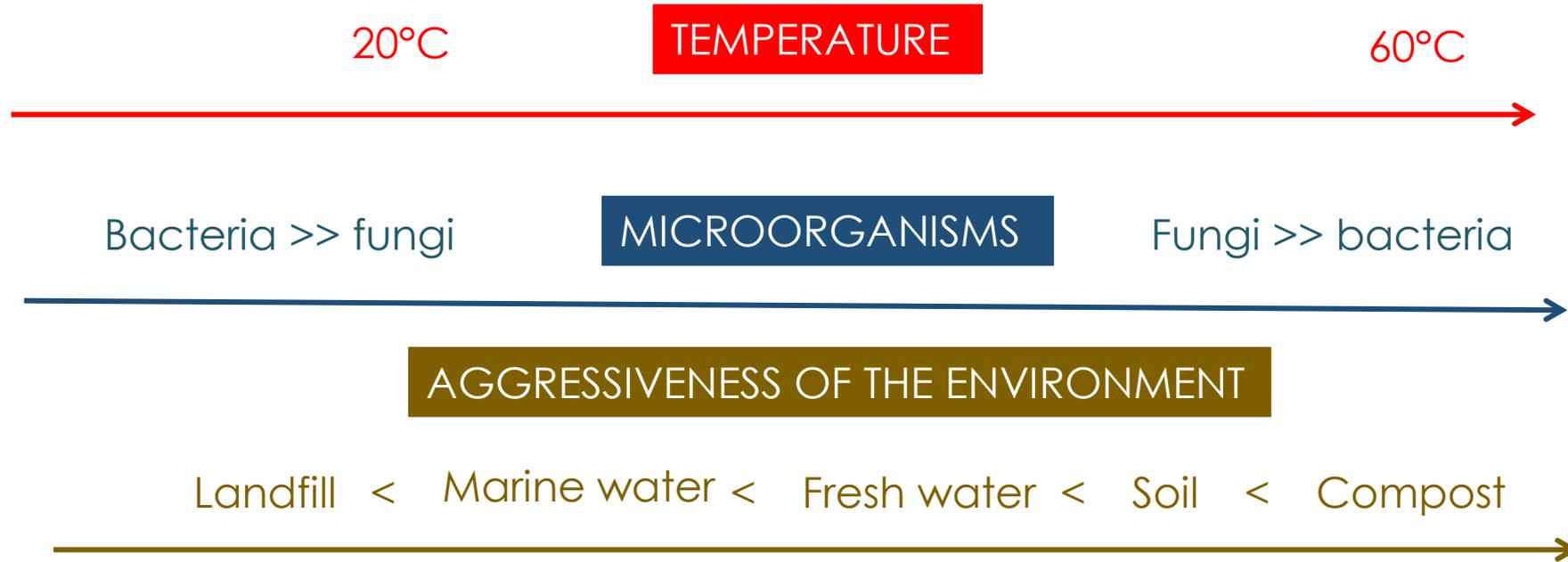
« emballage compostable »

« plastique compostable » NF EN 14995

**Revendication mensongère**

biodegradable bag  
NF EN ISO 14855

# Biodégradabilité et environnement spécifique



# Principales normes utilisées

*Environnement*

*Type de norme*

Compost industriel	Compostable milieu industriel	NF EN 13432 « emballages » NF EN 14995 « matières plastiques » ASTM D6400 « plastics » (≈ NF EN 13432)	spécification
Compost jardin	Compostable domestique	NF T 51800 « plastiques »	spécification
Digesteur anaérobie	Biodégradable en méthanisation	NF EN ISO 14853 « plastiques » MS 1-3% ISO 13975 « plastiques » MS < 15% NF EN ISO 15985 « plastiques » MS > 20% ASTM D 5511-18 « plastic materials » MS > 20%	analyse et d'essai
Sol	Biodégradable en sol	NF U52001 « matériaux pour l'agriculture » NF EN ISO 17033 « film de paillage »	spécification
Eau douce	Biodégradable milieu aqueux	ISO 14851 « matériaux plastiques » ISO 14852 « matériaux plastiques »	analyse et d'essai
Mer	Biodégradable environnement marin	ASTM D7081 « non floating plastics » * ASTM D7991 « plastics buried in sand » ASTM D6691 « plastic materials » NF EN ISO 19679 « non-floating plastics » ISO DIS 22403 « non floating materials » *	analyse et d'essai spécification*

# Norme de spécification = norme multi-critères

**TEST**  
=  
 $\Sigma$   
**EXIGENCES**

**Teneur en métaux lourds**  
(Hg, Pb, Co ...)

**Solides volatils**  
Exclusion des produits inertes

**Teneur en substances chimiques**  
(phtalates, PCB, HAP ...)

**Biodégradation**  
seuil, vitesse

**Ecotoxicité**  
T<sup>x</sup> de germination V<sup>x</sup>, vers de terre, Daphnies, Algues d'eau douce, Nitrification

*Cas des normes*

NF EN 13432  
NF EN 14995  
NF T 51-800  
NF EN ISO 17033  
NF U 52001

+

**Désintégration**  
seuil, vitesse

Caractéristiques du **polymère** + additifs (formulation)



Caractéristiques du **produit fini**



# Zoom sur les normes de spécification les plus utilisées par milieu

<i>Exigences</i> <i>Milieu</i>	Teneur métaux lourds	Teneur substances chimiques	Biodégradation seuil, vitesse	Désintégration seuil, vitesse	Ecotoxicité aiguë et chronique
<b>COMPOST INDUSTRIEL</b> <i>NF EN 13432 (2000)</i> <i>NF EN 14995 (2007)</i>	As, Cd, Cr, Cu, F, Hg, Ni, Mo, Pb, Se, Zn	Non spécifié	<b>≥ 90 %</b> absolu ou relatif plateau atteint <b>6 mois max</b> @58°C	<b>≤ 10 % MS</b> tamis 2mm <b>2.5 mois max</b> (12 semaines)	✓ T <sup>x</sup> de germination et croissance (biomasse) sur mono et dicotylédones (208 OCDE)
<b>COMPOST DOMESTIQUE</b> <i>NF T 51-800 (2015)</i>	As, Cd, Cr, Cu, F, Hg, Ni, Mo, Pb, Se, Zn	Ø Perturbateur endocrinien Ø Substance CMR Ø SVHC (REACH)	<b>≥ 90 %</b> absolu ou relatif plateau atteint <b>12 mois max</b> @25 ± 5 °C	<b>≤ 10 % MS</b> tamis 2mm <b>6 mois max</b>	✓ T <sup>x</sup> de germination et croissance (biomasse) sur mono et dicotylédones (208 OCDE)
<b>SOL</b> <i>NF EN ISO 17033 (2018)</i>	Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	Ø Substance of Very High Concern (SVHC)	<b>≥ 90 %</b> absolu ou relatif plateau atteint <b>24 mois max</b> @28 °C ± 2 °C	Non prévu	✓ Plantes : T <sup>x</sup> de germination et croissance ✓ Invertébrés : vers de terre ✓ Microorg : inhibition de la nitrification

# Biodégradation de différents végétaux en conditions normalisées

	Compost 58°C	Sol 28°C	
Fibre de bois	71% => 24 mois	74% => 22 mois	
<b>Fibres de Lin</b>	<b>91% =&gt; 7.5 mois</b>	<b>95% =&gt; 12 mois</b>	
Feuilles de chêne	76% => 12 mois	91% => 30 mois	
Feuille de bouleau	76% => 12 mois	56% => 12 mois	
Aiguilles de pin	52% => 12 mois	62% =12 mois	

## Exigences

NF EN 13432/14995 => **90% in 6 mois** (compost industriel)

NF-T51- 800 => **90% in 12 mois** (compost domestique)

NF EN 17033 => **90% in 24 mois** (sol)

# Pour conclure

- ✓ La revendication “**biodégradable**” doit être définie par rapport à un milieu
  - Objectif des tests normalisés
- ✓ Conditions des **tests normalisés** = conditions modèles ≠ conditions réelles
  - Démonstration de la biodégradabilité ultime d'un polymère
  - Exclusion des polymères non biodégradables
- ✓ Biodégradabilité = **option de fin de vie** en cohérence avec une application visée
  - Produits à courte durée de vie (emballages alimentaires)
  - Produits impossibles à collecter (sol agricole, milieu marin)
  - Produits impossibles à recycler (multicouches, PS)



## Merci pour votre attention

Emmanuelle Gastaldi

*emmanuelle.gastaldi@umontpellier.fr*

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



INRAE

SupAgro  
Montpellier

