Biodégradabilité, Recyclages et Valorisation organique des plastiques

Mardi 16 novembre 2021 – Biocitech, Romainville-Grand Paris

Panorama des méthodologies et normes actuelles pour évaluer la biodégradabilité des plastiques

Emmanuelle Gastaldi – UMR IATE & Polybioaid

Camille Lagnet - APESA

APESA – Qui sommes-nous ?

Un centre technologique

créé en 1995 (statut associatif)

Au service de la transition écologique

des entreprises et des territoires

4 offres

Valorisation des déchets biomasses et effluents

Réglementation et prévention HSE

Création de valeur sociétale

Eco-innovation et évaluation environnementale

https://www.apesa.fr/

L'APESA EN NOUVELLE-AQUITAINE

au plus près de nos clients

- **BORDEAUX**
- **TARNOS**
- **PAU**
- **MONTARDON**

44

COLLABORATEURS

CA 2019

3 M €

30 %

DE L'ACTIVITÉ EN R&D

CERTIFIÉ

ISO 9001 et **14001**

APESA Valorisation

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 MÉTHANATION

COMPOSTAGE

EFFLUENTS
Microalgues

BIOPLASTIQUES
Fin de vie

10
COLLABORATEURS

+ 20 ans D'EXPÉRIENCE
dans le **domaine du traitement déchets, biomasses et effluents**

PolyBioAid – Qui sommes nous ?

PolyBioAid

Association Loi 1901 (2005)

- ✓ Expertise en polymères biodégradables
- ✓ Evaluation de la biodégradation
- ✓ Evaluation de l'écotoxicité des polymères
- ✓ Expertise en certification reconnue en France et à l'étranger

100+
Membres en Recherche Académique & Industriels

Analyses et Essais

Expertise et Conseil

Formation à la biodégradation

Aide à la mise en place de laboratoires

Soutien à la Recherche

Elaboration de normes

Quels domaines d'application?
Emballage, IAA, papeterie, hygiène, santé, cosmétique, agriculture, etc.

Où ? France, Europe, Asie,

Qui ? L'Oréal, Danone, Végéplast, AC Marca, A Raymond, Lyspackaging, BASF, FKüR, Xinfu Pharma, Tharreau Industrie, Seabird, Papeterie de Mandeure, Essity International etc.

SOL

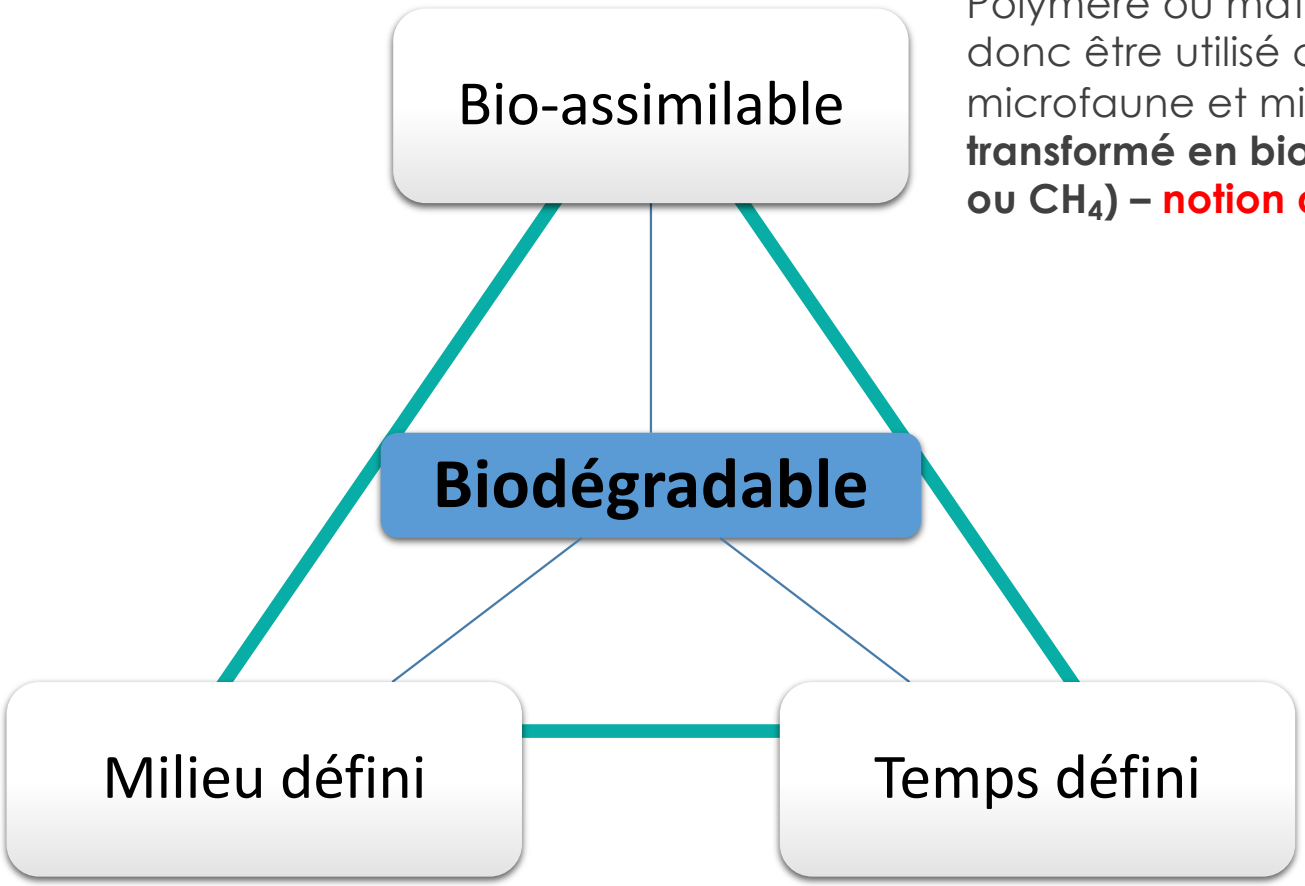
COMPOST

EAU DOUCE

MILIEU MARIN

polybioaid@gmail.com

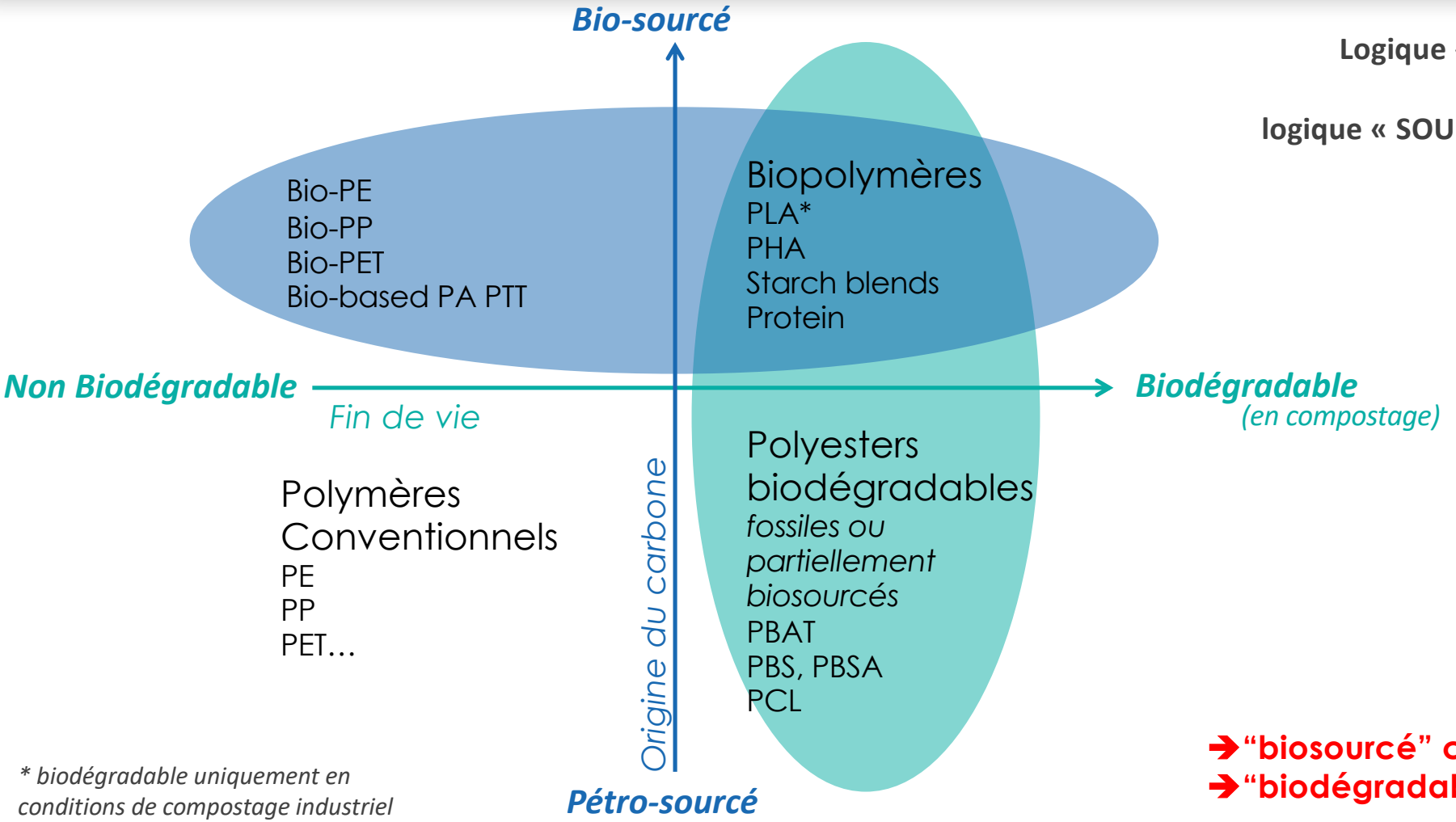
Que signifie biodégradable ?



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_2 ou CH_4) – notion de biodégradation ultime (seuil)**

Sans indication de milieu et de durée ➔ pas de sens

Biodégradable ≠ biosourcé



Logique « FIN DE VIE »
vs
logique « SOURCE DU CARBONE »

** biodégradable uniquement en conditions de compostage industriel*

➔"biosourcé" critère partiel
➔"biodégradable" critère total

Mécanismes impliqués dans la biodégradation

Biodégradation = $\sum$

Mécanismes successifs ou concomittants

- Physique
- Chimique
- Biologique

Microorganismes

$CO_2 + H_2O + ATP$

Milieu aérobie

$CH_4 + CO_2 + H_2O + ATP$

Milieu anaérobie

FRAGMENTATION

Réduction du matériau en fragments ou particules avec peu ou pas de modification de masse molaire et de la structure chimique des molécules

=> Stade ultime = ***désintégration***

DEGRADATION

Phénomènes biotiques (enzymatiques, chimiques) et/ou abiotiques (photo-dégradation, hydrolyse, oxydation, etc.) conduisant à une ***réduction significative des masses molaires***

BIO-ASSIMILATION

Intégration par les microorganismes des résidus moléculaires de dégradation et ***transformation en biomasse, eau et carbone minéral (CO_2 ou CH_4)***

MACROSCOPIQUE → *MICROSCOPIQUE* → *MACROMOLECULAIRE* → *MOLECULAIRE*

Quel cadre ?

Compostage domestique
Biodégradable
Application obligatoire
Lois
Eau douce
Marques de conformité
Normes de spécification
Normes d'analyses et d'essai
Logo
Compostable
OK compost
Désintégration
Réglementation
Application volontaire
Certificats de conformité
Sol
Eau de mer
Méthanisation
Normes
Compostage industriel

Application volontaire vs application obligatoire

Application obligatoire

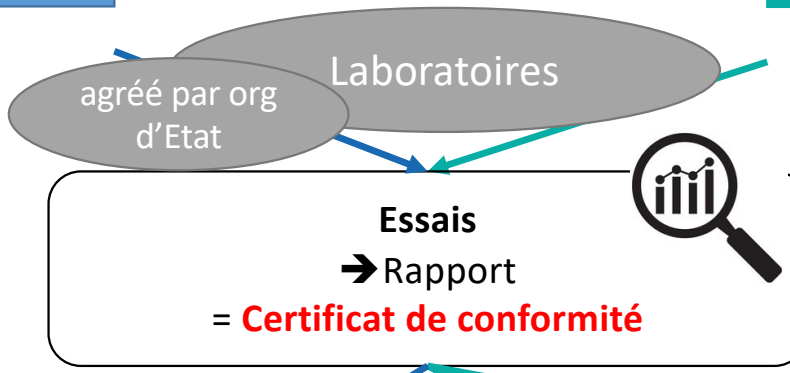
Cas de toutes les normes qui concernent la **qualité des eaux**, **résistance des matériaux, …**

Réglementation, Loi

Application volontaire

Cas des plastiques biodégradables

Attentes clients, cahier des charges



Déclaration obligatoire des résultats

Organismes privés auto-déclarés

Auto-déclaration

Marques de conformité (logo)

La validité de la certification dépend essentiellement de la reconnaissance accordée par le public aux certificats

Intérêt des normes

- ✓ Pose un **cadre** pour définir la biodégradabilité d'un composé et/ou objet
- ✓ **Quantification** du caractère biodégradable
- ✓ Méthodologies simples, **fiables, répétables et reproductibles** (≠ laboratoires)
- ✓ Indispensable pour lutter contre les revendications mensongères, les « faux biodégradables » et **dissiper méfiance et suspicion**
- ✓ **Certification, traçabilité et transparence**
- ✓ Conditions accélérées ≠ conditions réelles

  ➥**exclusion des non biodégradables**

	Technique	Lisibilité
Marques de conformité	-	★★★★
Certificats de conformité	★★	★★★
Rapports d'évaluation	★★★	★★
Rapports d'essai	★★★★	★

Types de normes

Filières de gestion de fin de vie
(maitrisé)
Méthanisation
Compostage industriel
Compostage domestique

Milieu naturel
(non maîtrisé)
Sol
Eau douce
Eau de mer

SPÉCIFIQUE POUR CHAQUE MILIEU

Quoi ?
Ce qui est mesuré

Combien ?
Seuils et conditions (durée)

→ **Normes de spécification**

Comment ?
Méthodes

→ **Normes d'analyses et d'essai**
(pour chaque critère)

Cas du compostage industriel

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 les **critères sur le produit :**
- Caractérisation/composition
- Biodégradation
- Désintégration
- Qualité/écotoxicité

Exemple : fixe un seuil de biodégradation :
≥ 90% en 6 mois

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

Critères évalués pour la biodégradabilité

SPÉCIFIQUE POUR CHAQUE MILIEU

Norme de Spécification = Norme multicritère

Biodégradation (vitesse et seuil)

Mesure de la **biodégradation ultime** (transformation en CO_2/CH_4) en conditions optimisées et contrôlées

Caractérisation du matériau d'essai

Teneur en **métaux lourds** du matériaux d'essai
Teneur en **molécules organiques**

Ecotoxicité

Mesure de **l'impact écotoxique** potentiel de la biodégradation sur le milieu

Caractéristiques du matériau polymère + additifs (formulation)

Relatif à l'environnement

Désintégration (vitesse et seuil)

Mesure de la **disparition après tamisage à 2mm** en conditions représentatives

Caractéristiques du produit fini fabriqué à partir du matériau

Panorama normatif : spécification

Température

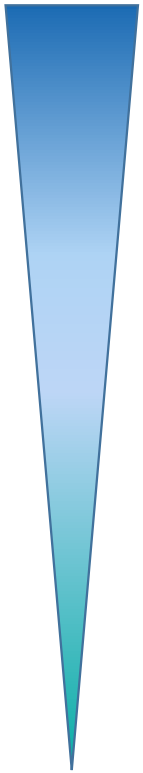
Fin de vie gérée

Fin de vie non gérée

élevée 35-70°C

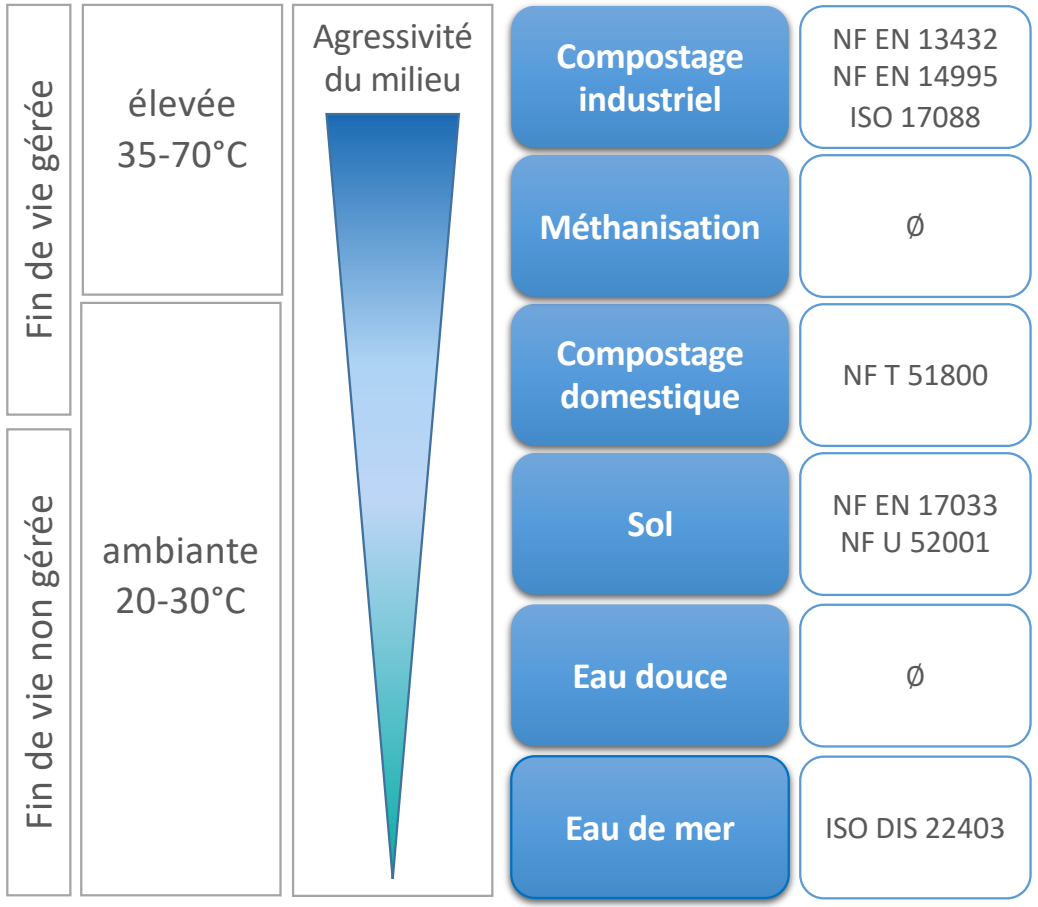
ambiante 20-30°C

Agressivité du milieu



	Normes de spécification	Exigences ; seuil, durée			
		Composition	**Biodégradation**	**Désintégration**	**Ecotoxicité**
Compostage industriel	NF EN 13432 NF EN 14995 ISO 17088	Seuil métaux Ø SVHC (REACH)	>90% en **6 mois** 58°C	>90% en 3 mois Auto- échauffement	Phytotoxicité <10% (OCDE 208)
Méthanisation	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Compostage domestique	NF T 51800	Seuil métaux Ø SVHC (REACH)	>90% en **12 mois** 25 ± 5 °C	>90% en 6 mois 25 ± 5 °C	Phytotoxicité <10% (OCDE 208)
Sol	NF EN 17033 NF U 52001	Seuil métaux Ø SVHC (REACH)	>90% en **24 mois** 28 °C ± 2 °C	Ø	Phytotoxicité vers de terre µorg nitrification
Eau douce	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Eau de mer	**ISO DIS 22403**	Ø	>90% en **24 mois** 20-25°C	Ø	Ø

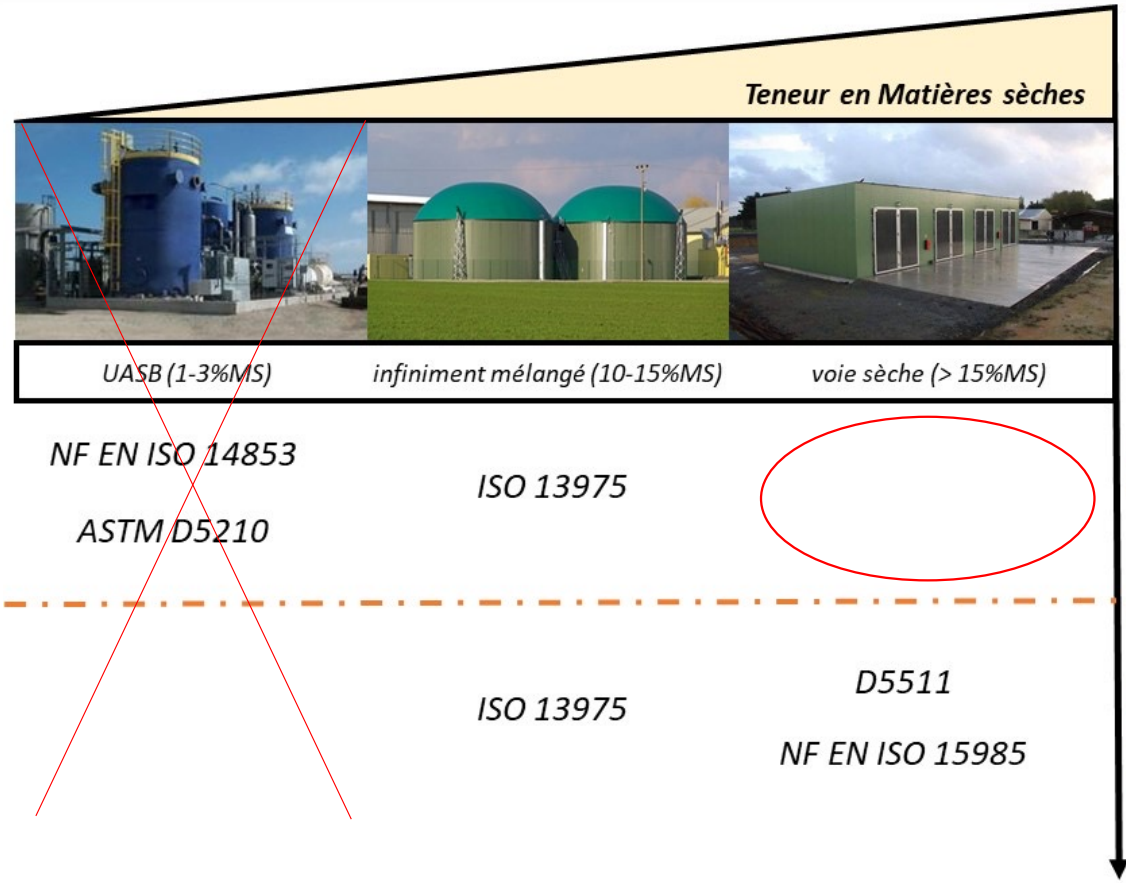
Panorama normatif : analyses et méthodes



	Normes de spécification	Normes d'analyses et méthodes		
		Biodégradation	**Désintégration**	**Ecotoxicité**
Compostage industriel	NF EN 13432 NF EN 14995 ISO 17088	NF EN ISO 14855-1 et 2	NF EN 14045 PR NF EN ISO 16929 NF EN ISO 20200	OCDE 208
Méthanisation	Ø	NF EN ISO 14853 NF EN ISO 15985 ISO 13975 /ASTM D 5511-18/ ASTM D 5526-18/ASTM D 5210-07	Ø	Ø
Compostage domestique	NF T 51800	NF EN ISO 14855-1 et 2	NF EN 14045 PR NF EN ISO 16929 NF EN ISO 20200	OCDE 208
Sol	NF EN 17033 NF U 52001	EN ISO 17556 NF U 52001	Ø	OCDE 208 ISO 11268-1 et 2 NF EN ISO 8692 NF 11269-2 NF ISO 15685
Eau douce	Ø	NF EN ISO 14851 NF EN ISO 14852	Ø	Ø
Eau de mer	ISO DIS 22403	NF EN ISO 18830 NF EN ISO 19679 ISO FDIS 22404 ISO CD 23977-1 et -2 1 ASTM D6691	ISO DIS 22766	Polytox, Microtox, Toxicité aïgue sur poissons/ daphnies/ algues eau douce

Panorama normatif : focus milieu méthanisation

- ✓ Nécessité d'une norme de spécification
- ✓ Normes en fonction de la technologie
- ✓ UASB : non adapté au particulaire
- ✓ Importance de la température



+

décharge

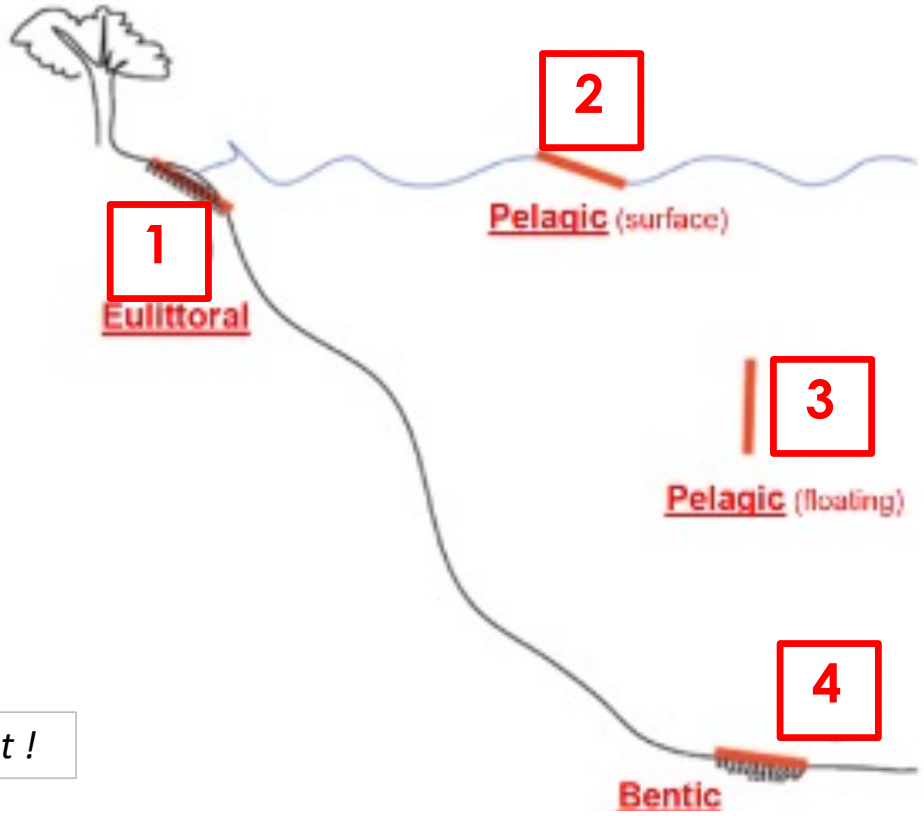
ASTM D 5526-18

Panorama normatif : focus milieu marin

1 Eulittoral

Zone soumise aux changements du niveau de l'eau et occasionellement exposée à l'air

ISO/DIS 22 403 (spécification)
ISO/DIS 22 766 (désintégration)
ISO/DIS 22 404 (CO_2)
ISO/DIS 23 977-1 (CO_2)
ISO/DIS 23 977-2 (O_2)



Conditions aérobie uniquement !

ISO DIS 22403 => > 90% en 24 mois sans autres exigence

En cours : rédaction d'une norme de spécification (Polybioaid/BNPP)

2 & 3 Pelagique

Flottation à la surface de l'eau et dans la colonne d'eau

ISO/DIS 22 403 (spécification)
ASTM D7081 (retirée en 2014)
ISO/DIS 22 766 (désintégration)
ISO/DIS 22 404 (CO_2)
ISO/DIS 23 977-1 (CO_2)
ISO/DIS 23 977-2 (O_2)

4 Benthique-sublittoral

Sur le fond (200m depth)

ISO/DIS 22 403 (spécification)
ISO/DIS 22 766 (désintégration)
NF EN ISO 19 679 (CO_2)
NF EN ISO 18 830 (O_2)

Biodégradabilité des végétaux

Vitesse comparée de biodégradation en compost *vs* sol

	Compost 58°C	Sol 28°C	
Fibre de bois	71% => 24 mois	74% => 22 mois	✗
Fibres de Lin	**91% => 7.5 mois**	**95% => 12 mois**	✓
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% en 6 mois** (compost industriel)

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

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

OWS - European projects AIR, FAIR, BIOPAL, BIOPACK

Take home message

- ✓ La revendication "**biodégradable**" doit être définie par rapport à un **milieu et une durée** => normes
- ✓ 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 **impossible à collecter** (films agricoles, articles de pêche)
  - Produits à **courte durée de vie** (emballages alimentaires)
  - Produits **non recyclables** (multicouches, papier/carton plastifié, matériaux souillés)
  - Produits **facilitant la récupération/valorisation des bio-déchets** (sacs bio-déchets)
- ✓ **Complémentarité** avec les filières d'incinération et recyclage mécanique et chimique
- ✓ Création de filières de **collecte** et adaptation des filières de **recyclage organique** déjà existantes
  - Conservation de la **valeur de la matière** (=> compost, digestat de méthanisation après compostage)
  - Valorisation **énergétique** (=> biogaz généré en méthanisation)
  - Diminution de l'**enfouissement** (=> pollution et émission de GES)
  - Réduction **des fuites de déchets plastiques** dans l'environnement (=> incitation à la récupération des déchets)

Merci de votre attention

Emmanuelle Gastaldi
UMR IATE & Polybioaid
Emmanuelle.gastaldi@umontpellier.fr
polybioaid@gmail.com

Camille Lagnet
APESA
Camille.lagnet@apesa.fr

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