



VERS UNE EVALUATION DE LA DURABILITE DES GEOMEMBRANES EN POLYÉTHYLÈNE HAUTE DENSITÉ (PEHD) DANS LES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS NON DANGEREUX (ISDND)

(Projet DURAGEOS (2009-2013))

Fabienne FARCAS¹, Nathalie TOUZE-FOLTZ²

1 : Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux – MLV

2 : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture - Antony



IFSTTAR

Contexte



Contraintes réglementaires
(9 septembre 1997)

- Géomembrane (**PEHD**)
(Composé barrière active)
- Géosynthétique bentonitique (**GSB**)
(Renforcement de barrière passive)

Etanchéité exploitation et long terme ?

Problématique



GMB des ISDND inaccessibles
après enfouissement des déchets

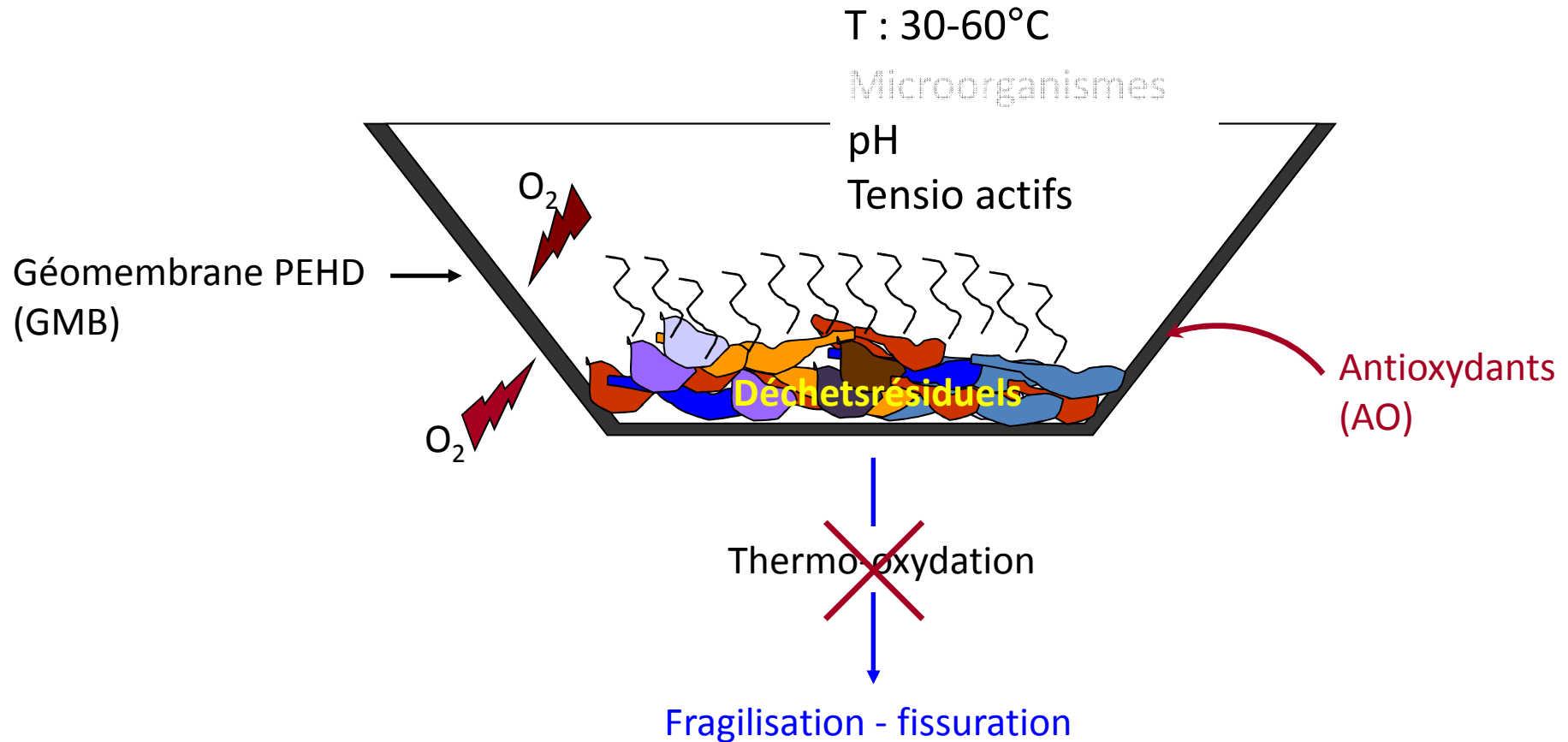
Prédiction du comportement à long terme
des géomembranes **nécessaire**

Critère de vieillissement fiable



Connaissance des mécanismes
de vieillissement

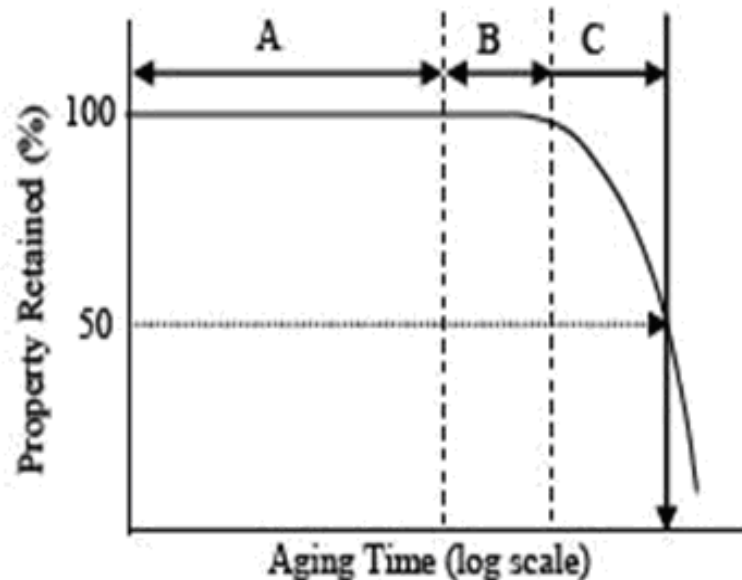
Conditions de vieillissement des GMB dans les ISDND



Mécanismes de vieillissement des GMB dans les ISDND

Vieillessement : - Evolution lente et irréversible de sa structure et/ou de sa composition jusqu'à la **perte de fonctionnalité** du matériau.

- Chimique + physique



- **A** : Perte des antioxydants
- **B** : Période d'induction à la dégradation du polymère
- **C** : Dégradation du polymère avec altération de ses propriétés attendues

Rowe et al. (2010)

Hsuan & Koerner (1998)

Estimation de la durée de vie

Méthodes empiriques

Arrhenius

$$t_F = t_{F0} \cdot \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$$

$$a \cdot \exp b/T \neq a_1 \cdot \exp(b_1/T) + \dots + a_n \cdot \exp(b_n/T)$$

Ne rend pas
toujours compte
des résultats
expérimentaux

Facteur d'Accélération

$$t_{\text{naturel}} = \alpha t_{\text{accélération}}$$

Connaissance d'un facteur d'accélération (α)

Retours de chantiers (non disponibles)

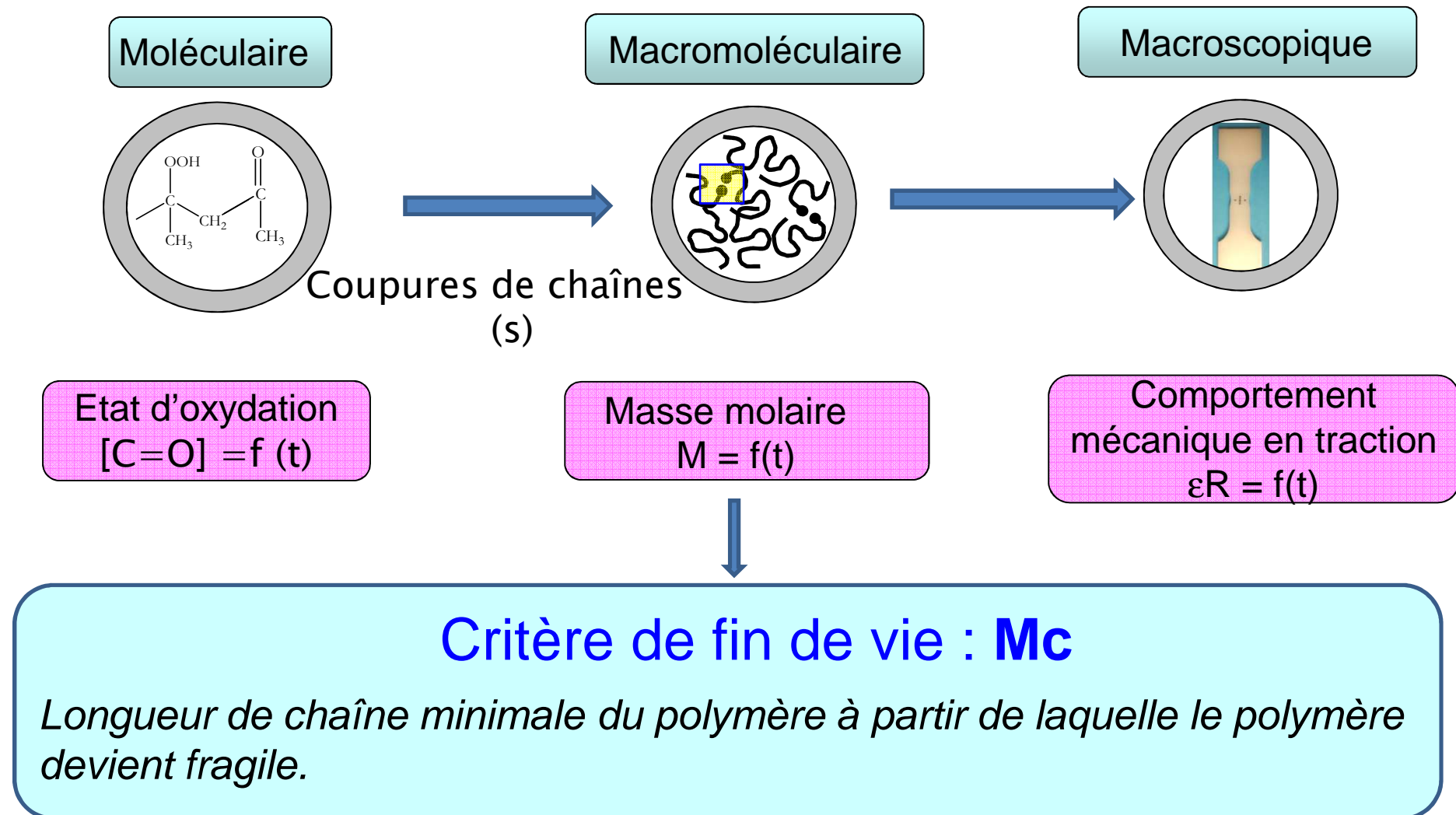
Prédictions
impossibles

Méthode non empirique

- Compréhension des phénomènes chimiques
- Modélisation de la cinétique chimique d'évolution des phénomènes
- Prédiction du temps à la fragilisation basé sur un **critère de fin de vie**

Un critère de fin de vie fiable

Démarche multi échelle (Laboratoire PIMM)

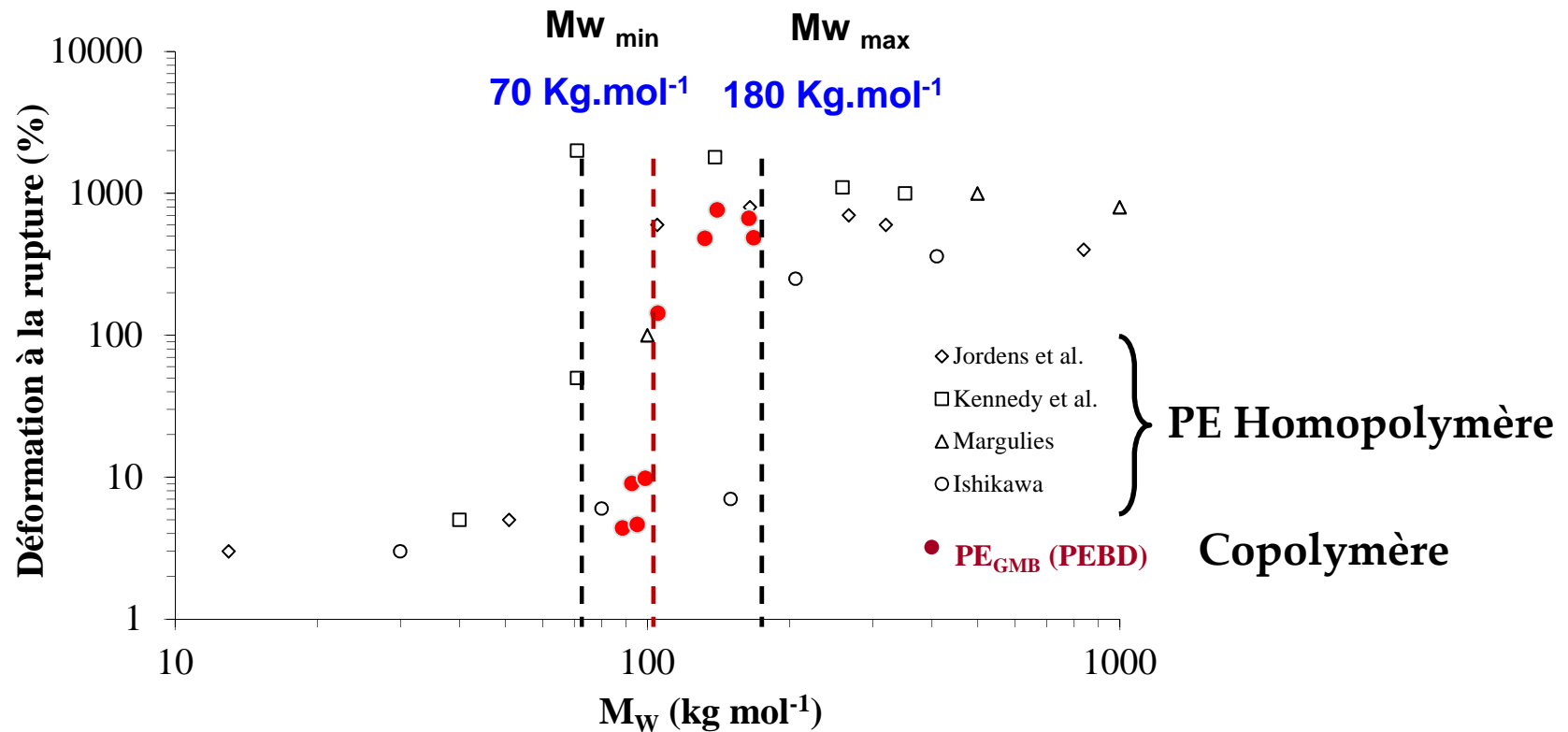


Masse molaire critique d'un PEHD

DURAGEOS

$$[\text{CO}]_C \approx 0,08 \text{ mol.l}^{-1} \quad s_c \approx 0,012 \text{ mol.kg}^{-1}$$

$$M_c \approx 100 \text{ kg.mol}^{-1}$$



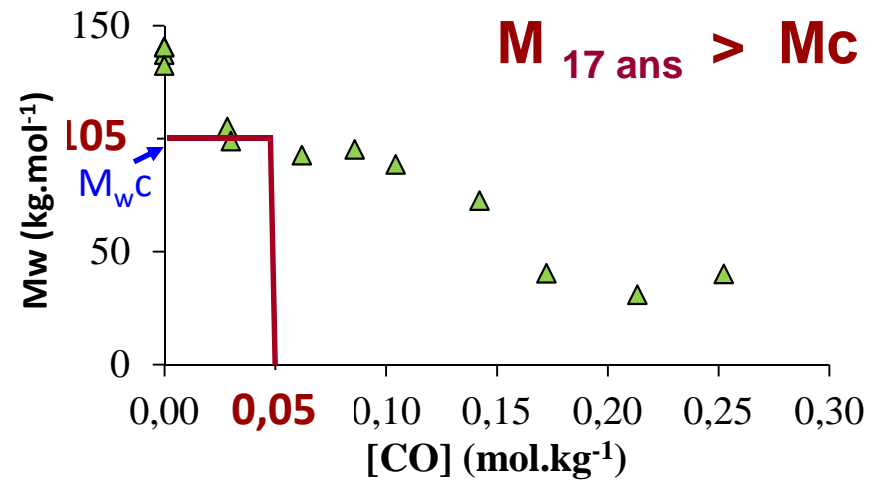
Validation du critère de fin de vie

*Application à une GMB vieillie
17 ans dans un bassin de rétention d'eau*

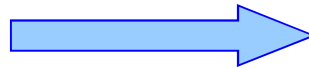


$$[\text{CO}]_{17 \text{ ans}} = 0,05 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[\text{CO}]_{17 \text{ ans}} < [\text{CO}]_c$$



ϵ_R vieillie mesuré ~ 1100%



Comportement DUCTILE

Conclusion

- Critère de fin de vie : M_c ($100 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ pour certains PEHD)
- Prédiction non empirique *via* une méthodologie multi échelle serait la voie à suivre

Estimation de la durée de vie

Extrapolation Arrhenienne

- Sangam et Rowe [*Can. Geotech. j.* (2002)]
 - A 33°C consommation des AO 40 ans
 - A 13°C consommation des AO 150 ans
- Hsuan et Koerner [*GRI Report* (1995)]
 - A 25°C consommation des AO 40 ans
 - A 20°C consommation des AO 200 ans

Modèle non empirique (Perte des AO + thermo-oxydation)

- DURAGEOS

M_c → Fragilisation superficielle 3 500 heures à 85°C

Modèles de prédictions fiables

Principal paramètre limitant : Validation par des échantillons vieillis sur site