

Sujet 3 : Perspective d'utilisation des biomolécules dans les matériaux de construction

Vieillesse chimique et microstructural d'une peinture époxy biosourcée

Fabienne Farcas

Marielle Gueguen

Sandrine Marceau

Issam Nour

Dinarzed Diafi

Serge Hamparian

Enora Parent

Cécile Caudron

Léa-Marie Emaille

IFSTTAR MLV – MAST- CPDM

CEREMA CE

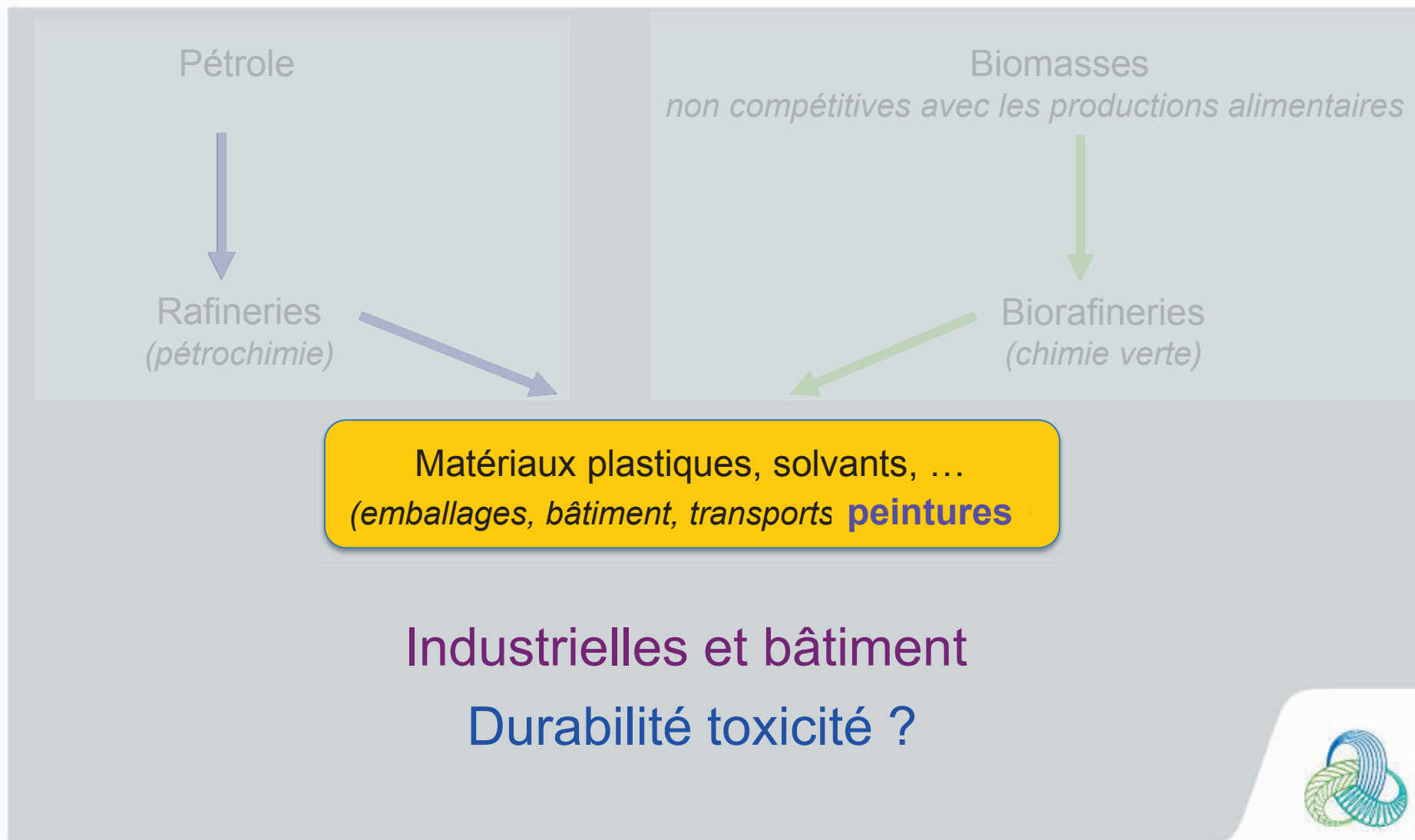
CEREMA SO

CEREMA NP



IFSTTAR

Contexte et problématique

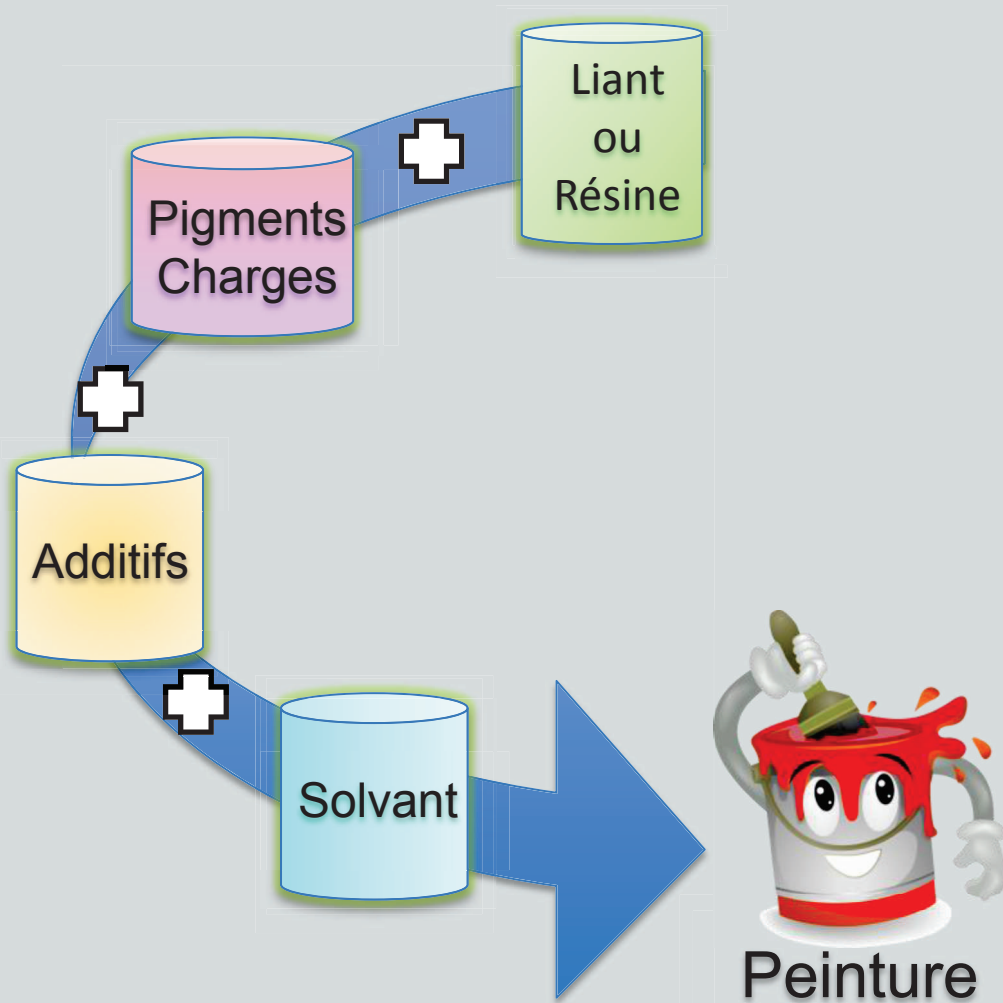


Objectif de l'étude des peintures biosourcées

Première approximation sur la **durabilité** des peintures «vertes» par une étude multi-échelle et pluridisciplinaire dans le but d'**identifier** et de **comprendre les mécanismes de vieillissement** et d'**évaluer la toxicité** de ces matériaux.

Composition d'une peinture

Mélange complexe de 5 à 25 composants répartis en 4 grandes familles



Etat de l'art sur les peintures biosourcées

Source des composants bio sourcés (Enora Parent, février 2014) :

Solvants	Résines	Durcisseurs	Pigments	Charges	Additifs
Huiles végétales (soja, ricin)	Huiles Lin, chanvre, soja	Huile de noix de cajou (F. Legay, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Fleurs ; - Feuilles ; - Arbres ; - Racines ; - Fruits. 	Origines végétales (?)	<ul style="list-style-type: none"> -Lécitjine de soja ; -Extraits de plantes ; - Huiles
Huiles essentielles	Résines et gommes végétales : Résines balsamiques de pin, colophane, arbres tropicaux				
Alcools	Cires (origines ?)				
Hydrocarbures terpéniques (essence de térébentine, terpènes d'agrumes)	PU verts : <ul style="list-style-type: none"> - Polyols d'huiles végétales, - Remplacement des isocyanates à l'étude 				
	Résines Epoxydes : <ul style="list-style-type: none"> - Epichlorhydrine issue de glycérol ; - Remplacement du BPA par des polyphénols naturels (tanins, lignine, ...) 				
	Latex végétal				

Une peinture n'est jamais 100% biosourcée

Il n'existe pas de réglementation qui définisse une valeur minimale de composés biosourcés.

Choix des peintures de l'étude

Peintures industrielles anticorrosion



Epoxy amide
(*biosourcée*)

Epoxy amine
(*pétrolière*)

Certifiées ACQPA

(Association pour la Certification et la
Qualification en Peinture Anticorrosion)

Peintures bâtiments



Algues



Huiles naturelles

Pièces sèches

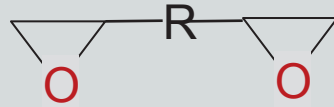


Acrylique émulsion

Alkyde émulsion

Revêtements époxy

Bicomposants



Prépolymère Bi-époxy

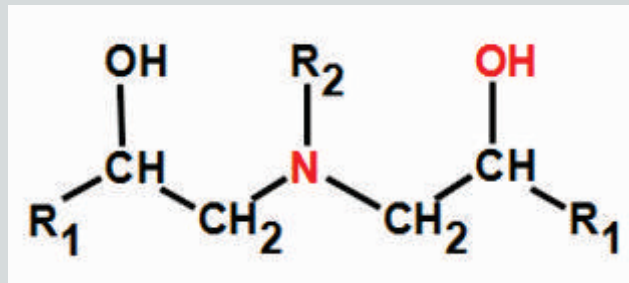
+



Dérivé aminé



Durcisseur

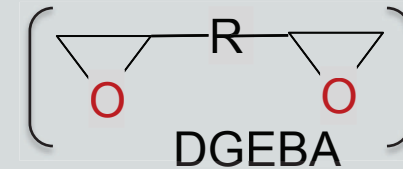


Liant époxy

Revêtements époxy

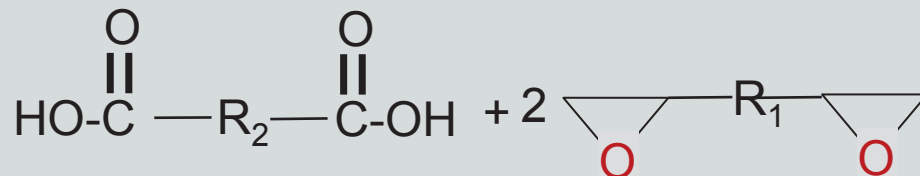
Prépolymères pétroliers

BisPhénol A + Epichlorhydrine



(Diglycidyl Ether of Bisphenol A)

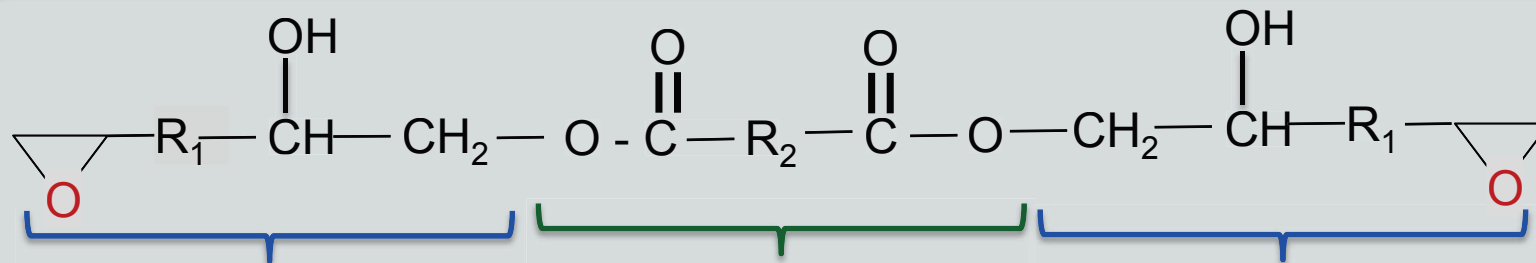
Prépolymère bio-sourcée



Esters d'acide gras
(huiles végétales)

DGEBA
(pétrolier)

Base Bi-époxy « végétale »

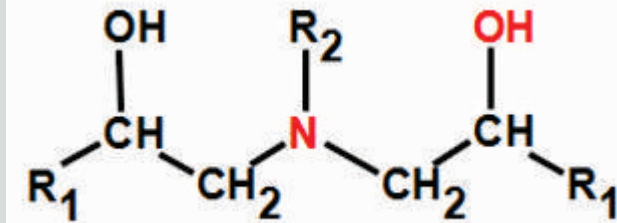


Partie pétrolière

Partie bio sourcée

Partie pétrolière

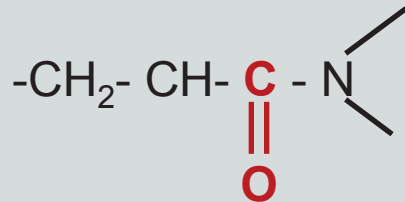
Vieillessement des liants époxy



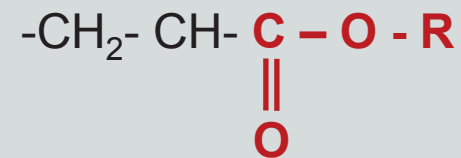
Liant époxy

Oxydation et rupture de chaîne

O_2 et/ou UV et/ou température



Amides



Carbonyles autres
que les amides

Vieillessement *chimique* des peintures époxy industrielles

Méthodes de suivi du vieillissement

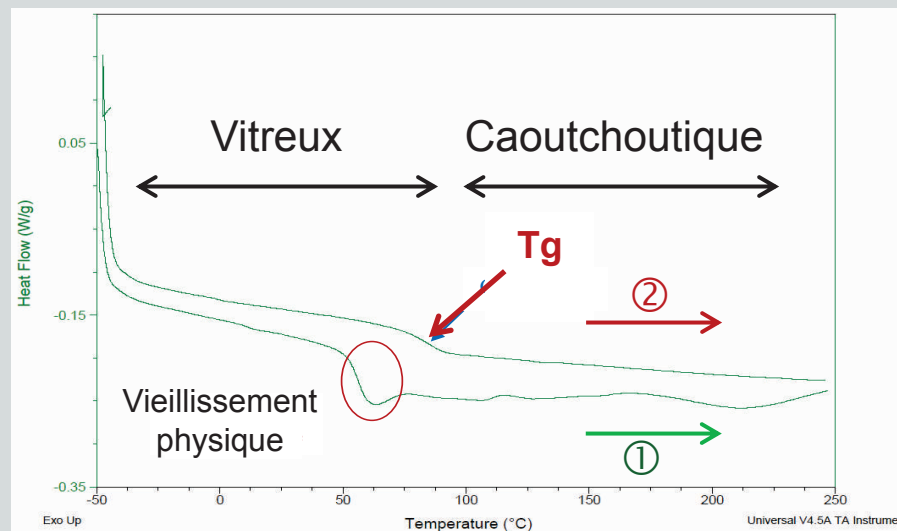
1- Spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF-ATR)

↳ Identification et suivi des fonctions chimiques carbonylées à la surface du film

$$I_{\text{amides}} = \frac{\text{Abs}_{1646\text{cm}^{-1}}}{\text{Abs}_{1606\text{cm}^{-1}}} \quad \text{et} \quad I_{\text{carbonyles}} = \frac{\text{Abs}_{1737\text{cm}^{-1}}}{\text{Abs}_{1606\text{cm}^{-1}}}$$

2- Analyse Enthalpique Différentielle (AED)

↳ Détermination et suivi de la température de transition vitreuse (Tg)



Vieillessement *chimique* des peintures époxy industrielles

Avneet GHUMAN stage de master 2 (avril 2015 – août 2015)

Méthodologie

- 1- Fabrication de films de peintures d'environ 200 μm (t_0)
- 2- Thermo-oxydation à 110°C des films de peinture (t_1, t_2, \dots)
- 3- Vieillessement artificiel (VA) (UV, froid, chaleur, humidité) des peintures sur plaques métalliques
1 mois, 2 mois et 3 mois
- 4- Vieillessement Naturel des peintures sur plaques de verre

Lieu : Région Est parisienne

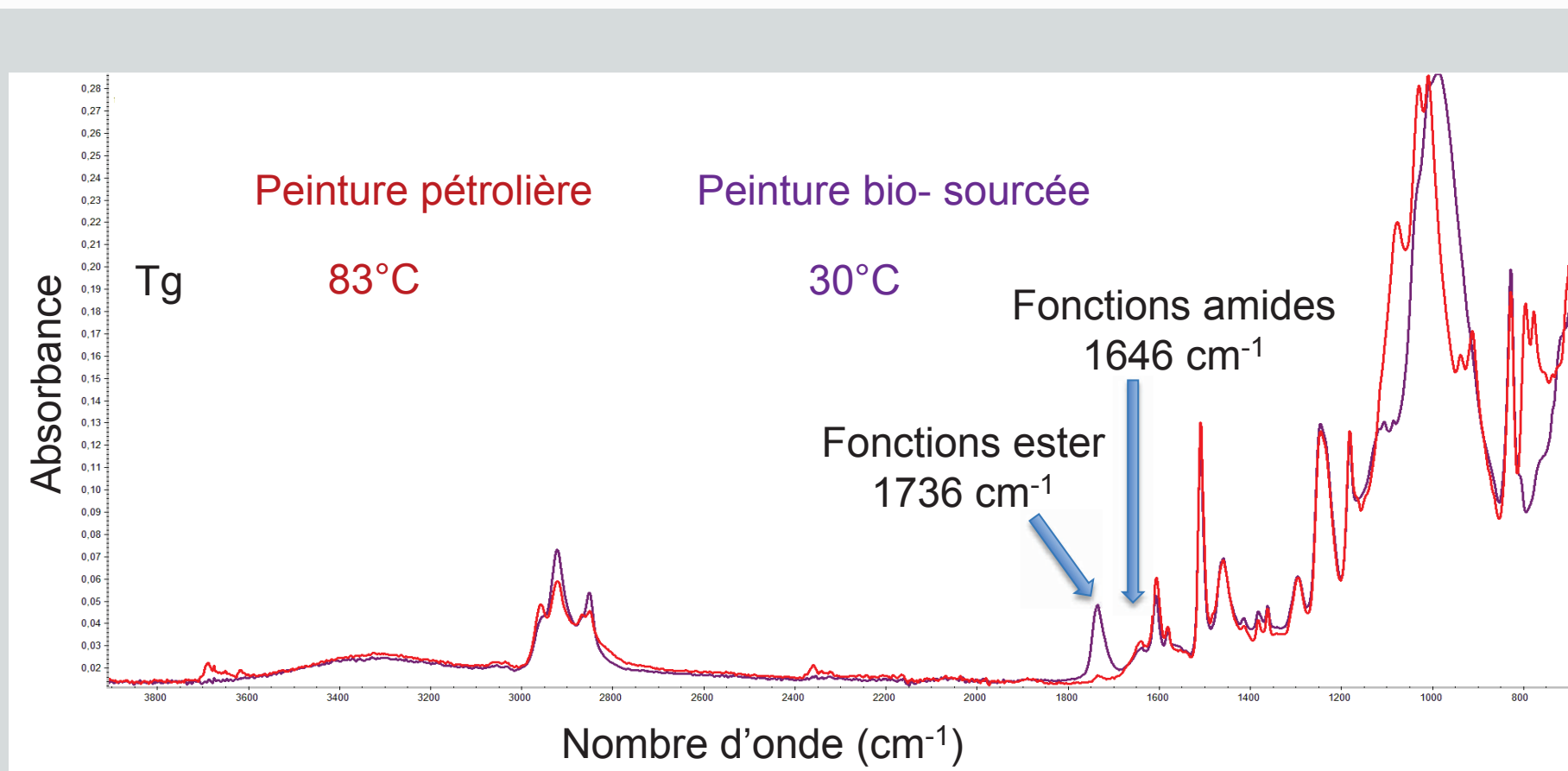
Exposition : Sud

Durée : Juillet – Août 2015

↪ Comparaison de l'évolution des caractéristiques chimiques et structurales des peintures biosourcée et pétrolière

Caractérisation des peintures neuves (t_0)

IRTF-ATR et AED



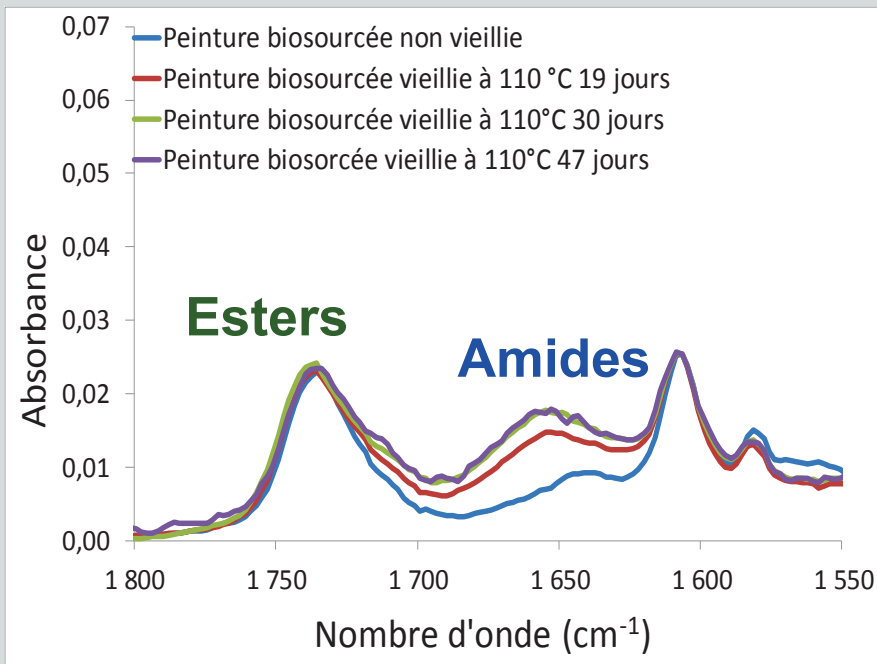
Peinture bio-sourcée

- Esters d'acides gras
- Caoutchoutique à « basse » température

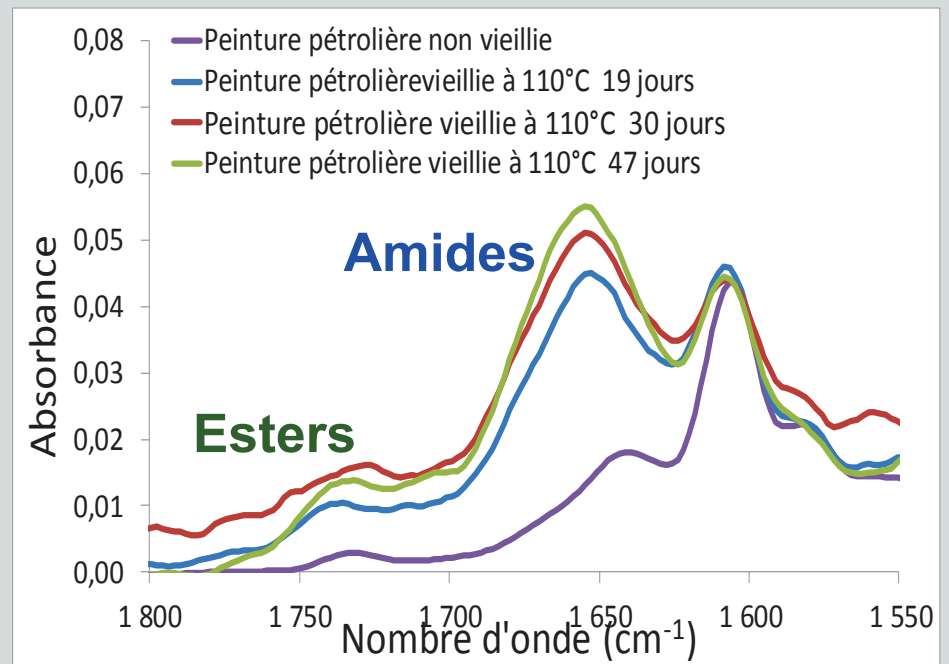
Vieillesse thermo-oxydatif des peintures (110°C)

Evolution des fonctions amides par IRTF-ATR

Peinture pétrolière



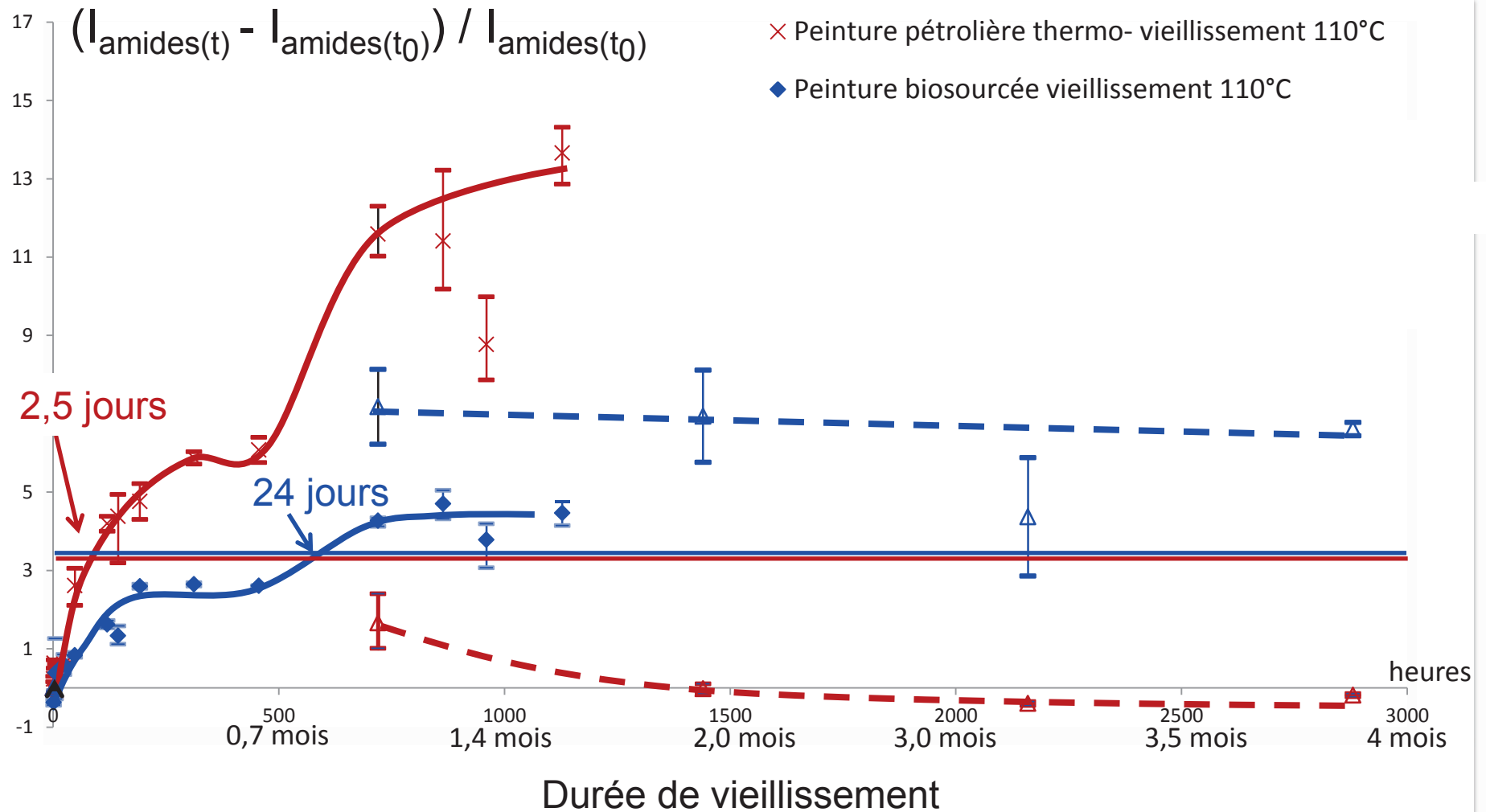
Peinture bio- sourcée



- ➡ Evolution de la quantité de fonctions ester négligeable ou modérée
- ➡ Augmentation de la quantité de fonctions amide

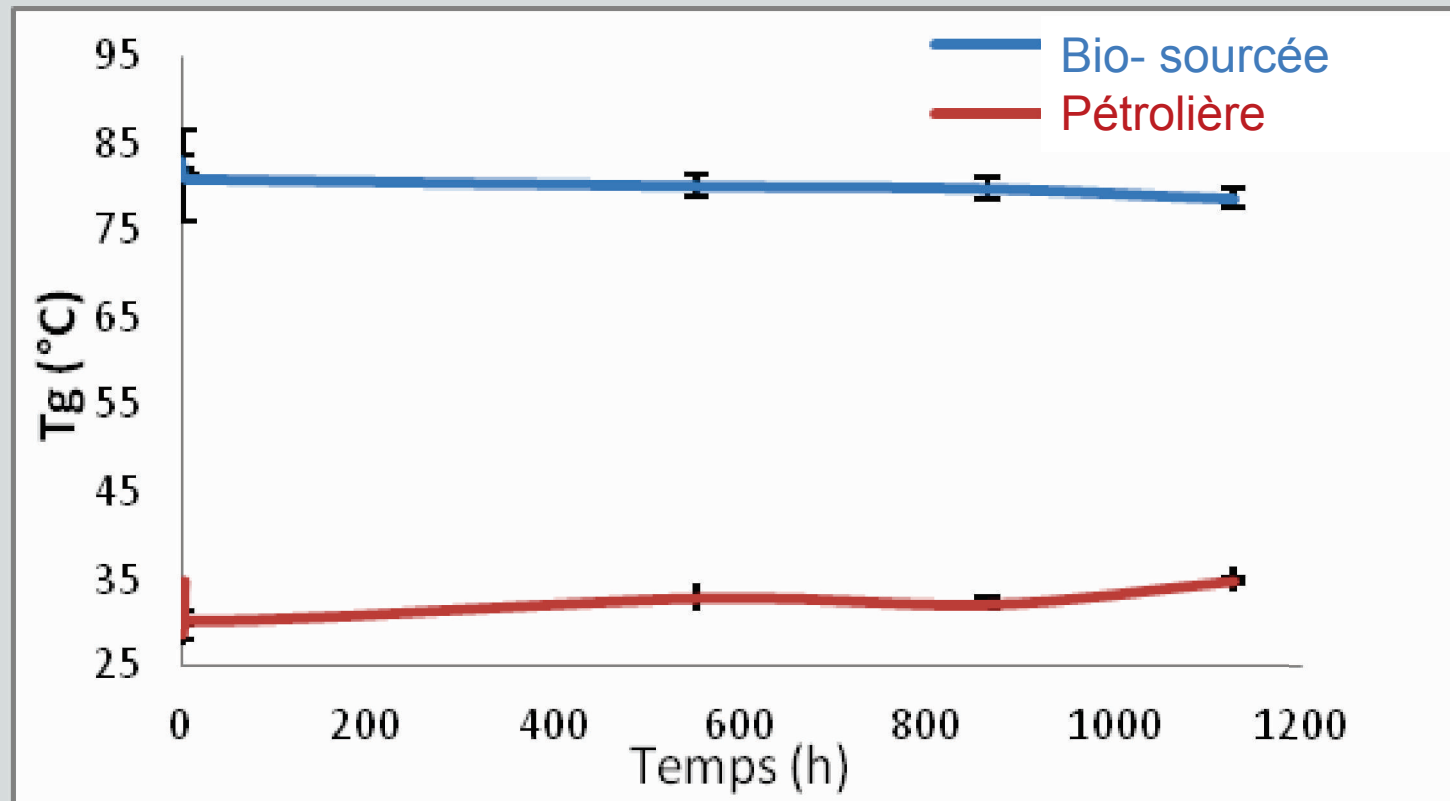
Vieillessement thermo-oxydatif des peintures (110°C)

Evolution des fonctions amides par IRTF-ATR



Vieillesse thermo-oxydatif des peintures (110°C)

Evolution des Tg



Pas de modification structurale significative après 1,5 mois à 110°C

Conclusion

Thermo-oxydation
110°C (4,5 mois)

QUV
1, 2, 3 et 4 mois

Vieillissement réel
2 mois



IRTF- ATR

Peinture époxy
Pétrolière

Peinture époxy
Pétrolière

Peinture époxy
Pétrolière

Formation d'amides

>

>

=

Peinture époxy
Biosourcée

Peinture époxy
Biosourcée

Peinture époxy
Biosourcée



AED

Pas de modification structurale significative pour les deux peintures



Vieillissement en surface des deux peintures



Rôle des additifs ?