



# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

**Houda SAAD**

**Encadrants: Bertrand CHARRIER  
Fatima CHARRIER-EL BOUHTOURY  
Naceur AYED**

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Contexte

**Projet franco-tunisien Utique-CMCU  
(10G0906:Eco-panneaux 2010)**

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Contexte

L'enjeu du projet « Eco-panneaux » :

Valoriser les fibres végétales issues de plantes d'origine tunisienne



**Tiges de jonc**  
(*Juncus maritimus*)



**Feuilles d'alfa**  
(*Stipa tenacissima L*)



**Folioles de palmier  
dattier**  
(*Phoenix dactylifera*)

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Contexte

### Utilisation actuelle des fibres végétales en Tunisie



**Vannerie à base  
de folioles de  
palmier**



**Pâte à papier à base  
d'alfa**



**Vannerie à base de jonc**

➔ **Le secteur bio-composite offrirait de nouvelles  
possibilités d'application ( construction, ameublement,  
automobile,...)**

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Contexte

L'enjeu du projet « Eco-panneaux » :

Evaluer le potentiel des espèces tannifères locales



**Ecorces de  
grenade**



**Ecorces du tronc  
de pin d'Alep**



**Ecorces des racines  
du sumac**



**Ecorces du tronc  
de pin maritime**

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

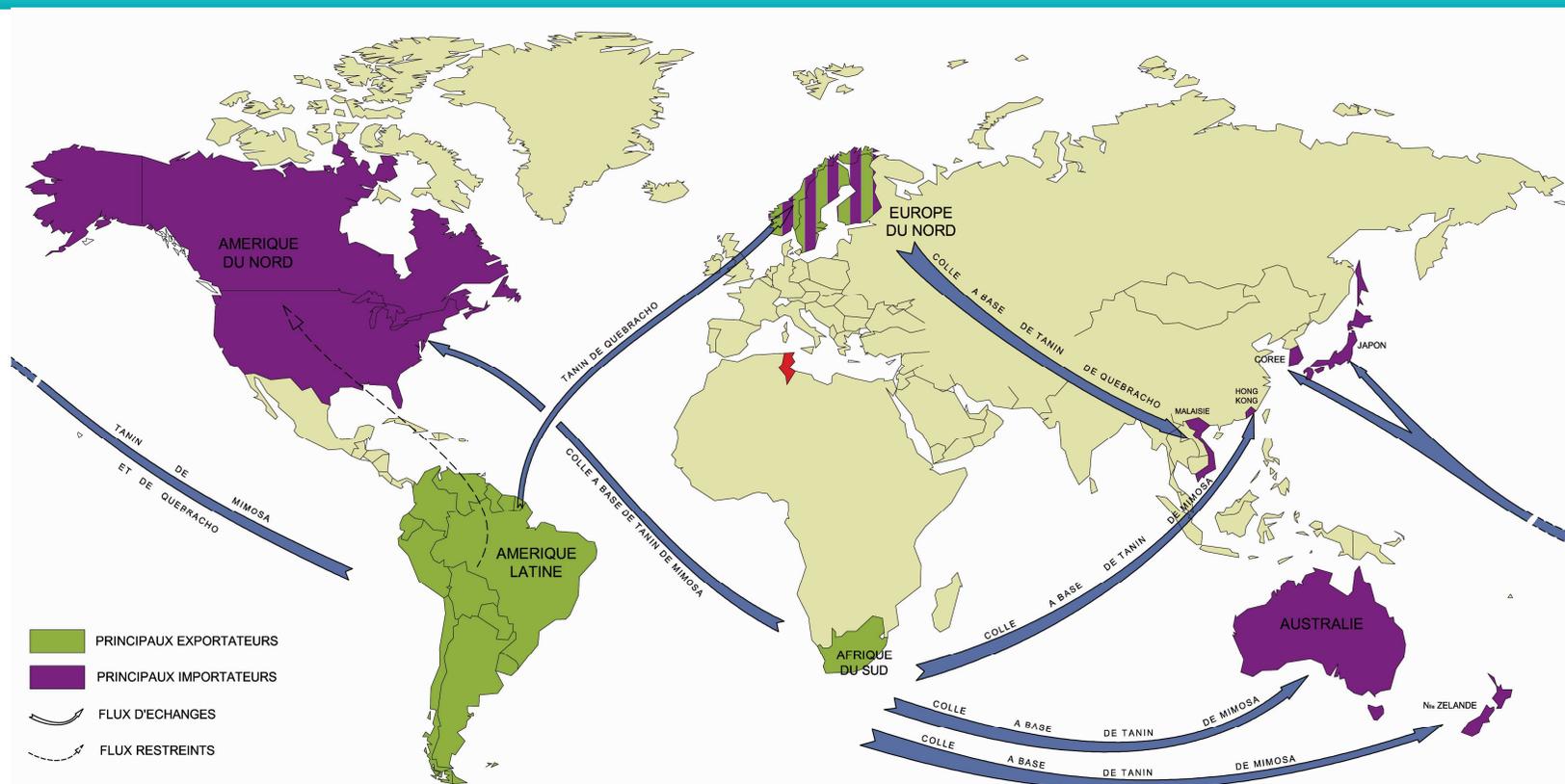
## Contexte

**La production mondiale de tanins est à présent de 220 milles tonnes par an, mais le potentiel exploitable serait de 300 milles tonnes par an [1].**

[1] Paola NAVARRETE, ADHESIFS NATURELS A BASE DE TANIN, TANIN/LIGNINE ET TANIN/GLUTEN POUR LA FABRICATION DE PANNEAUX DE BOIS, thèse de doctorat, Nancy 1, 2011, 1-322.

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Principaux tanins produits actuellement et flux d'échange



- PRINCIPAUX EXPORTATEURS
- PRINCIPAUX IMPORTATEURS
- FLUX D'ÉCHANGES
- - - FLUX RESTREINTS

**Mimosa**  
**Afrique du Sud**  
**Brésil**  
**Zimbabwe**  
**Kenya**  
**Inde**

**Québracho**  
**Argentine**  
**le Paraguay**

**Gambier**  
**L'Indonésie**  
**L'Inde**

**Pin Radiata**  
**Chili**

Jean-Pierre LENOBLE, Hervé MERCIER, Gaël PERSON, mémoire bibliographique, 'Intérêt des tannins dans la fabrication des colles: analyse et perspectives', ESB, 61<sup>ème</sup> promotion, 1994.

## Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques



Etude et caractérisation des fibres végétales



Application des fibres végétales comme renforts  
des matrices en plâtre



Etude de la composition phénolique et des tanins  
des espèces tannifères et comparaison avec le pin  
maritime

## Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques



Etude et caractérisation des fibres végétales



Application des fibres végétales comme renforts  
des matrices en plâtre



Etude de la composition phénolique et des tanins  
des espèces tannifères et comparaison avec le pin  
maritime



# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



### Etude et caractérisation des fibres végétales

- **Calcul de la teneur en humidité**
- **Calcul de la masse volumique**
- **Détermination du PSF**
- **Etude de la composition chimique (extractibles, lignines, holocellulose, cendres)**
- **Analyse thermogravimétrique (ATG)**

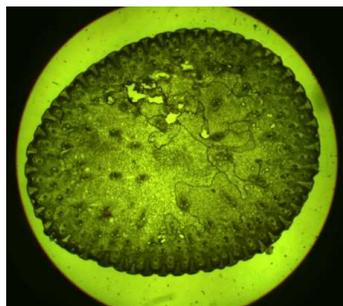
# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats

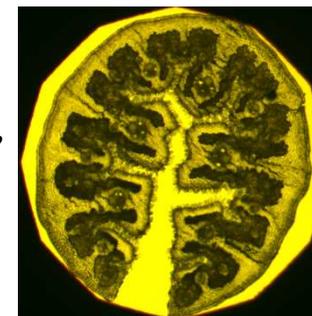
### Composition chimique et propriétés physiques des fibres étudiées

	Alfa	Jonc	Folioles de palmier
<b>H(%)</b>	<b>7.3</b>	<b>10.2</b>	<b>8.3</b>
<b>Densité (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>890.0 (±10.8)</b>	<b>450.5 (±4.9)</b>	<b>710.6 (±38.8)</b>
<b>FSP(%)</b>	<b>35.6 (±1.3)</b>	<b>118.6 (±48.8)</b>	<b>80.5 (±6.5)</b>
<b>Cendres(%)</b>	<b>3.6 (±0.6)</b>	<b>7.3 (±0.6)</b>	<b>6.9 (±0.2)</b>
<b>Extractibles (%)</b>	<b>12.8</b>	<b>17.4</b>	<b>21.8</b>
<b>Lignines (%)</b>	<b>19.5</b>	<b>18.5</b>	<b>20.0</b>
<b>α- cellulose (%)</b>	<b>44.8</b>	<b>41</b>	<b>39.2</b>
<b>Hémicellulose (%)</b>	<b>28.9</b>	<b>27.8</b>	<b>28.4</b>

*Coupe transversale de tige de jonc au microscope (Mme Huber, ENGREF, Nancy, 2011)*



*Coupe transversale de feuille d'alfa au microscope (Mr Janin, ENGREF, Nancy, 2012)*



# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



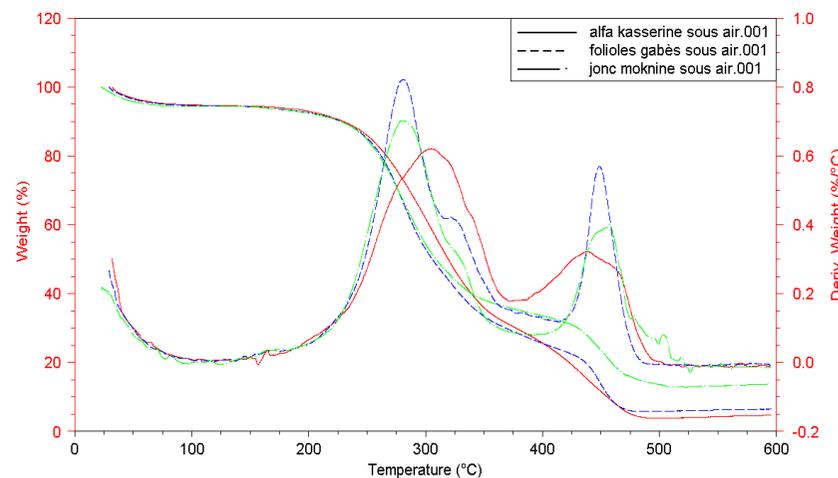
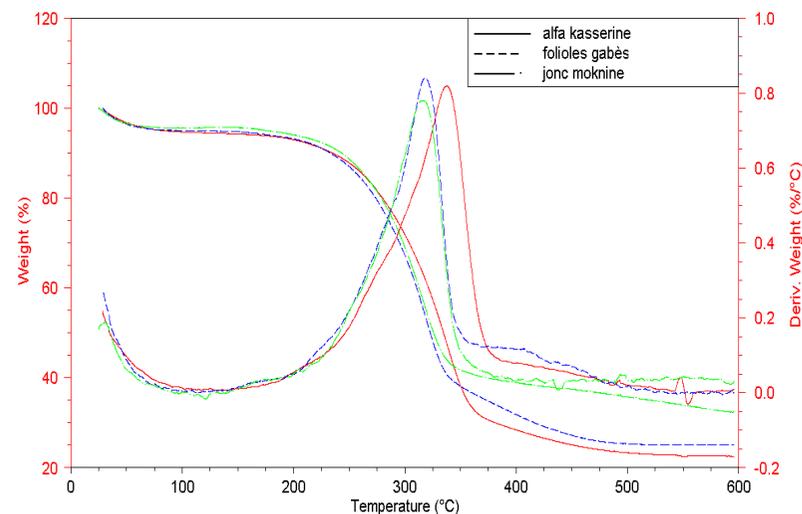
Sous azote

Sous air

Analyse thermogravimétrique  
(ATG), 25°C-600°C, 10°C/min

**Les limites de la décomposition thermique  
des fibres végétales.**

	Sous azote	Sous air
Alfa	200-360 °C	200-488 °C
Jonc	200-340 °C	200-470 °C
Folioles de palmier	200-336 °C	200-465 °C



## Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques



Etude et caractérisation des fibres végétales



Application des fibres végétales comme renforts  
des matrices en plâtre



Etude de la composition phénolique et des tanins  
des espèces tannifères et comparaison avec le pin  
maritime



# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



Utilisation des fibres végétales  
dans la composition de staff



Filasses importées  
(agave, sisal, jute,...)



Substituer la filasse commerciale  
par des filasses de plantes locales

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



**Traitement alcalin  
des fibres d'alfa**



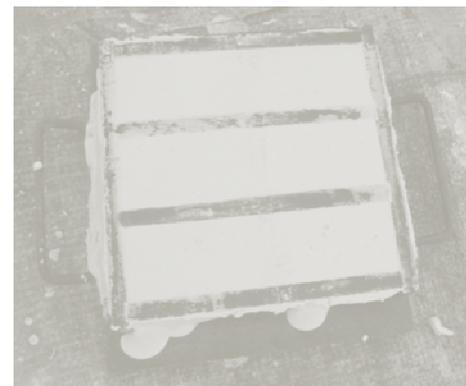
**Avant**



**Après**



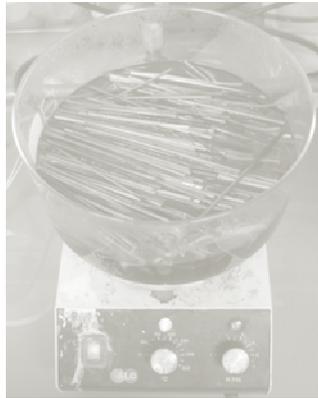
**Elaboration des  
échantillons en plâtre**



**Matériau composite  
de structure 'sandwich'**

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



Traitement alcalin  
des fibres d'alfa



Avant



Après



Elaboration des  
échantillons en plâtre



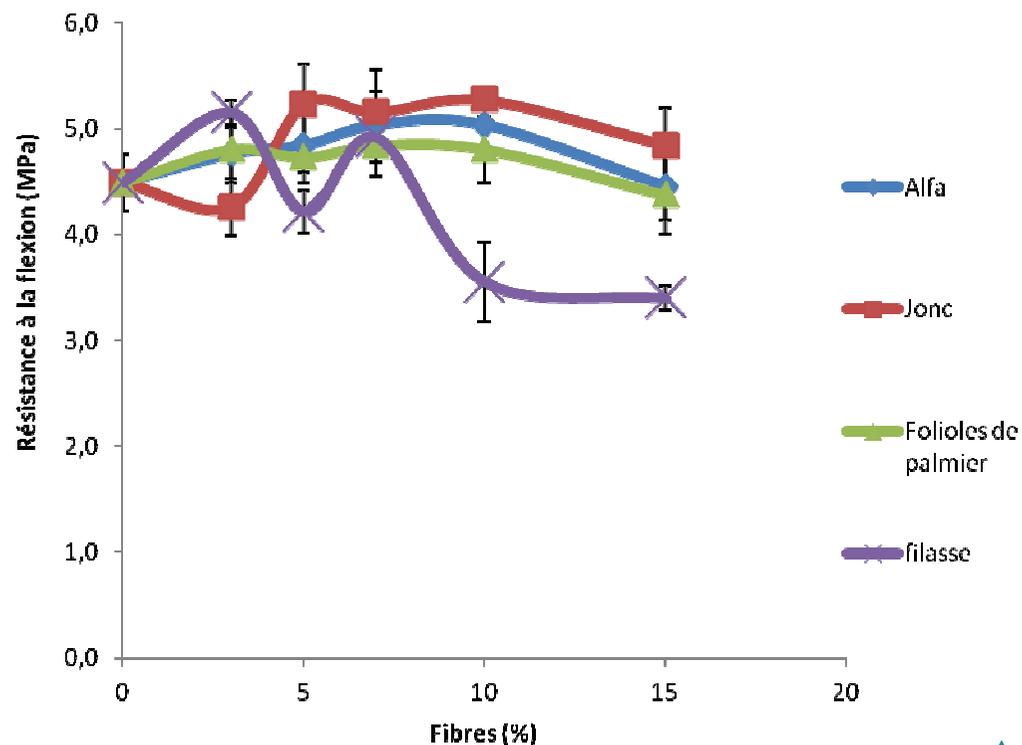
Matériau composite  
de structure 'sandwich'

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



### Essais de rupture par flexion trois points: Norme NT 47.23 (1988)



Essais réalisés au centre technique des matériaux  
de construction de céramique et du verre, Tunisie)

## Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques



Etude et caractérisation des fibres végétales



Application des fibres végétales comme renforts  
des matrices en plâtre



Etude de la composition phénolique et des tanins  
des espèces tannifères et comparaison avec le pin  
maritime



# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Méthodes & Résultats



### Etude de la composition phénolique des espèces tannifères

- **Dosage des polyphénols totaux par la méthode Folin-Ciocalteu**
- **Dosage des tanins condensés par hydrolyse acide dans le butanol**
- **Dosage des tanins condensés par réaction avec la vanilline**
- **Dosage des tanins hydrolysables par réaction avec l'iodate de potassium**

## La composition phénolique des écorces.

	Variétés	Polyphénols totaux (mg EAG/gMS)	Tanins condensés		Tanins hydrolysables (mg EAT/gMS)
			Méthode BuOH-HCl (mgCya/gMS)	Méthode Vanilline (mg EC/gMS)	
<b>Ecorce de grenade</b>	Mekki	<b>134.3</b> (± 1.1)	<b>2.4</b> (± 0.4)	<b>3.8</b> (± 0.6)	<b>470.7</b> (± 72.4)
	Chelfi	<b>147.8</b> (± 5.4)	<b>1.3</b> (± 0.3)	<b>3.2</b> (± 0.5)	<b>499.4</b> (± 23.0)
	Jbeli	<b>181.0</b> (± 3.1)	<b>3.1</b> (± 0.5)	<b>7.7</b> (± 0.5)	<b>504.8</b> (± 46.3)
	Gabsi	<b>166.6</b> (± 45.9)	<b>1.8</b> (± 0.4)	<b>3.7</b> (± 1.0)	<b>496.6</b> (± 38.0)
<b>Ecorce de Pin d'Alep</b>		<b>55.3</b> (± 16.5)	<b>15.2</b> (± 3.0)	<b>111.1</b> (± 26.1)	<b>50.9</b> (± 17.8)
<b>Ecore de Pin Maritime</b>		<b>20.3</b> (± 1.2)	<b>10.7</b> (± 1.9)	<b>23.6</b> (± 3.0)	<b>214.5</b> (± 8.5)
<b>Sumac</b>		<b>129.2</b> (± 15.1)	<b>27.8</b> (± 2.3)	<b>240.9</b> (± 18.0)	<b>94.0</b> (± 15.5)

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

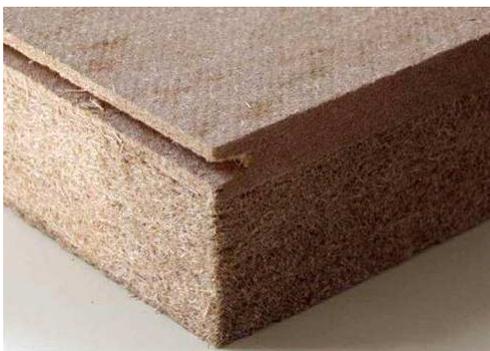
## Analyse en cours et Perspectives

Continuer l'étude de la composition phénolique  
(RMN, HPLC/MS, rendement d'extraction,...)

Caractériser les mélanges collants  
formulés à partir de ces espèces



Poudre de  
tanins



Elaborer des panneaux d'isolation à  
base des fibres étudiées

Optimiser le travail réalisé sur le  
renforcement des matrices en plâtre

# Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques

## Remerciements

République Tunisienne  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique



The logo for the Institut Français de Coopération Tunisie (ifc), consisting of the letters 'ifc' in a stylized font where the 'i' is gold, the 'f' is blue, and the 'c' is green, all set against a dark blue rectangular background.  
I n s t i t u t  
F r a n ç a i s d e  
C o o p é r a t i o n  
T u n i s i e



MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE



**Merci de votre attention**