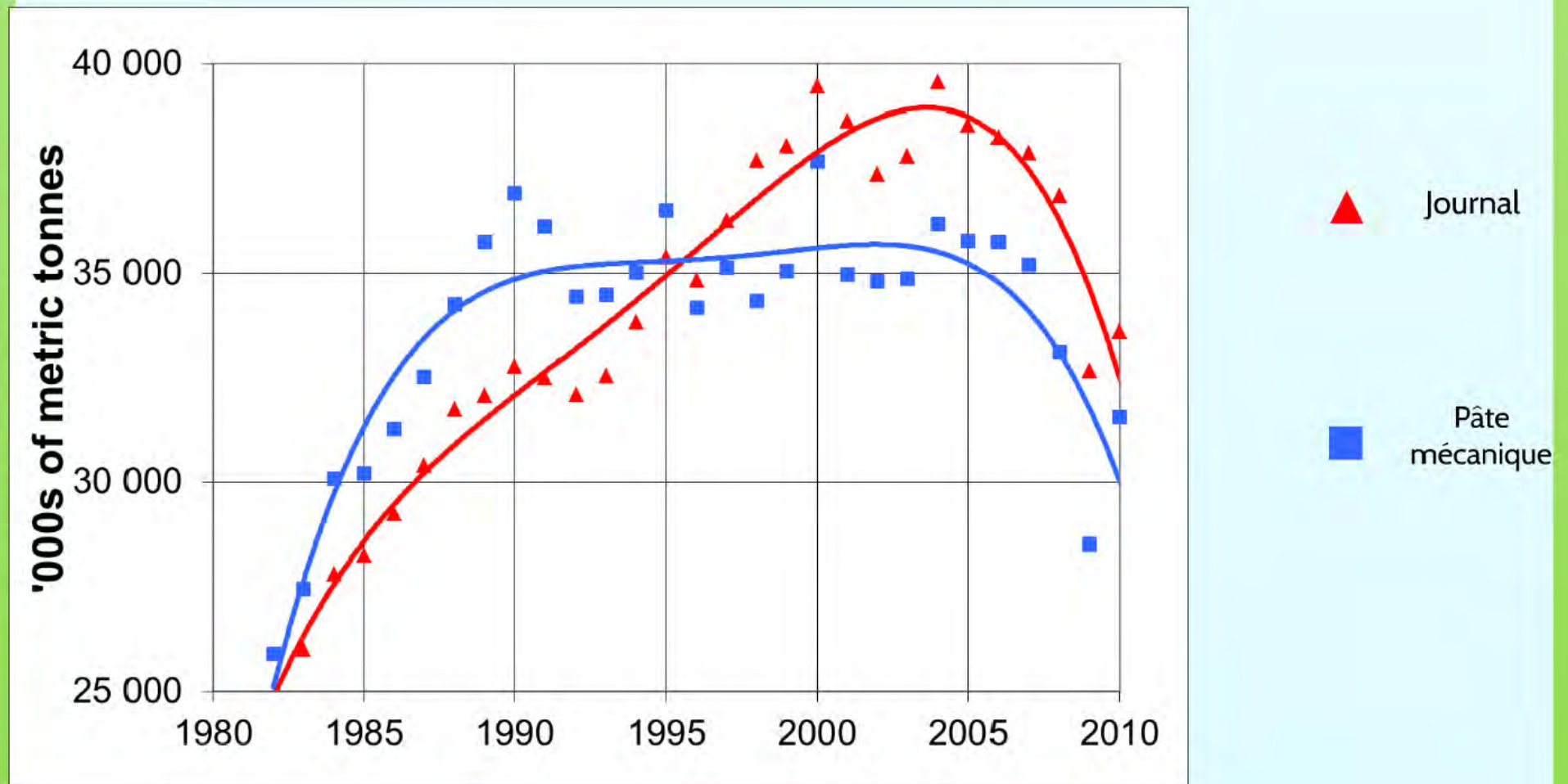


La Cellulose Nanocristalline (CNC):  
quand la forêt devient  
haute technologie

## 2005-2010: Un dur lendemain de veille!



**Le secteur papetier a du et doit  
encore se réinventer**

**1 solution parmi d'autres:  
la nanotechnologie**

# Qu'est-ce que la nanotechnologie ?

La nanotechnologie est l'art et la science qui permettent de maîtriser la matière à l'échelle nanométrique

à l'échelle nano

très **PETITE** taille des objets

+ grande **SURFACE**

+ grande **RÉACTIVITÉ**

lois de la physique classique **DIFFÉRENTES**



# Quelques notions nano

## rapport de taille



vs



=



vs Nanoparticule

## rapport de surface

1 cube de 1 m de coté

= 6 m<sup>2</sup>

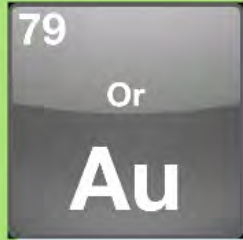
le même cube rempli de cubes de 1 nm de coté

= 6 000 km<sup>2</sup>

Quelques exemples



# L'or



bijou



nanopoudre



# Aluminium

13

Aluminum

Al

Innofensif



Explosif



# Carbone

6

Carbone

C



100x > acier

# Nanomatériaux et nanotechnologie au quotidien

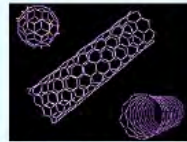
## Créations de l'homme



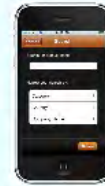
Combinaisons de nage



Produits cosmétiques



Carbone nanotubes



Electronique



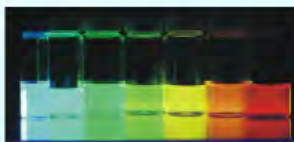
Revêtements



Polymeropale



Laboratoires sur puce



Quantum dots



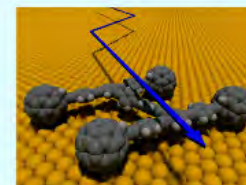
Nanorobots



Vitres traitées



Lentilles intelligentes



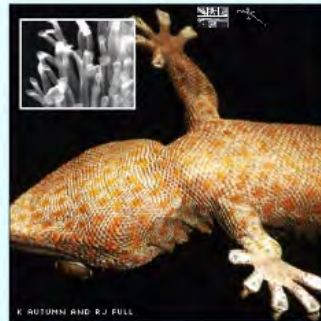
Moteurs moléculaires



# Créations de mère nature



Couleurs



Gecko



Vipère du Gabon



Feuille de lotus



K AUTUMN AND RJ FULL



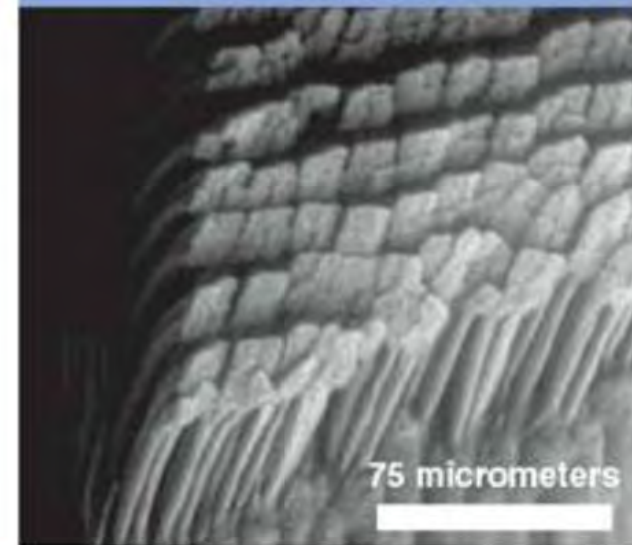
macrostructure



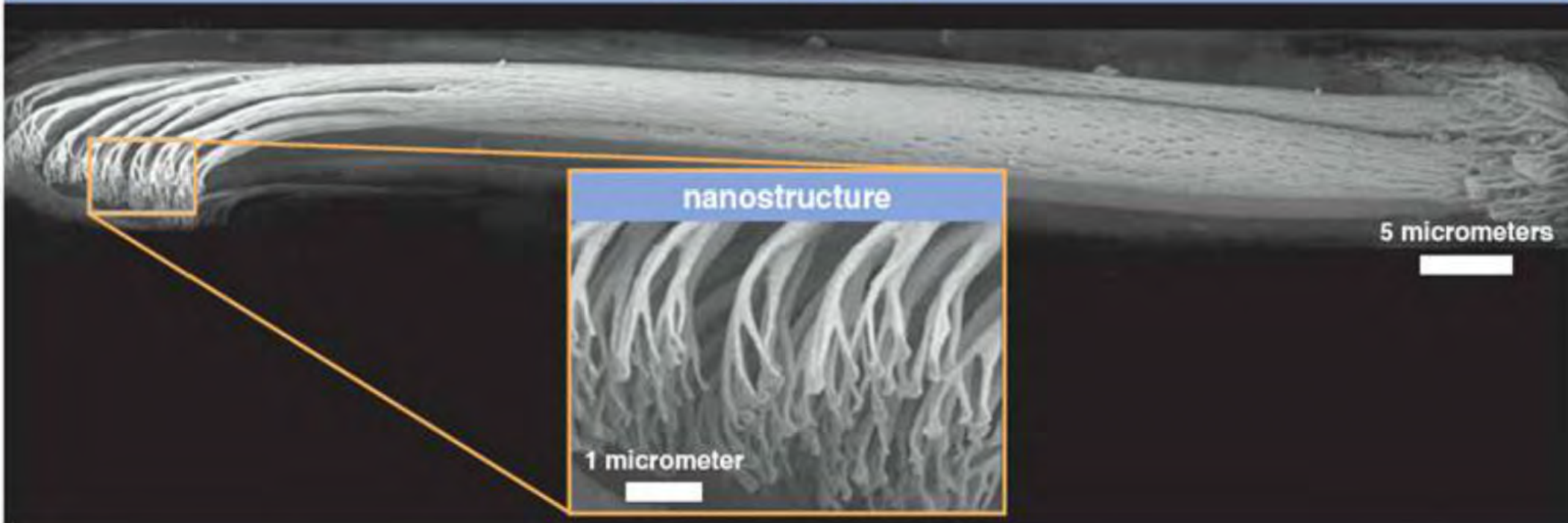
mesostructure



microstructure



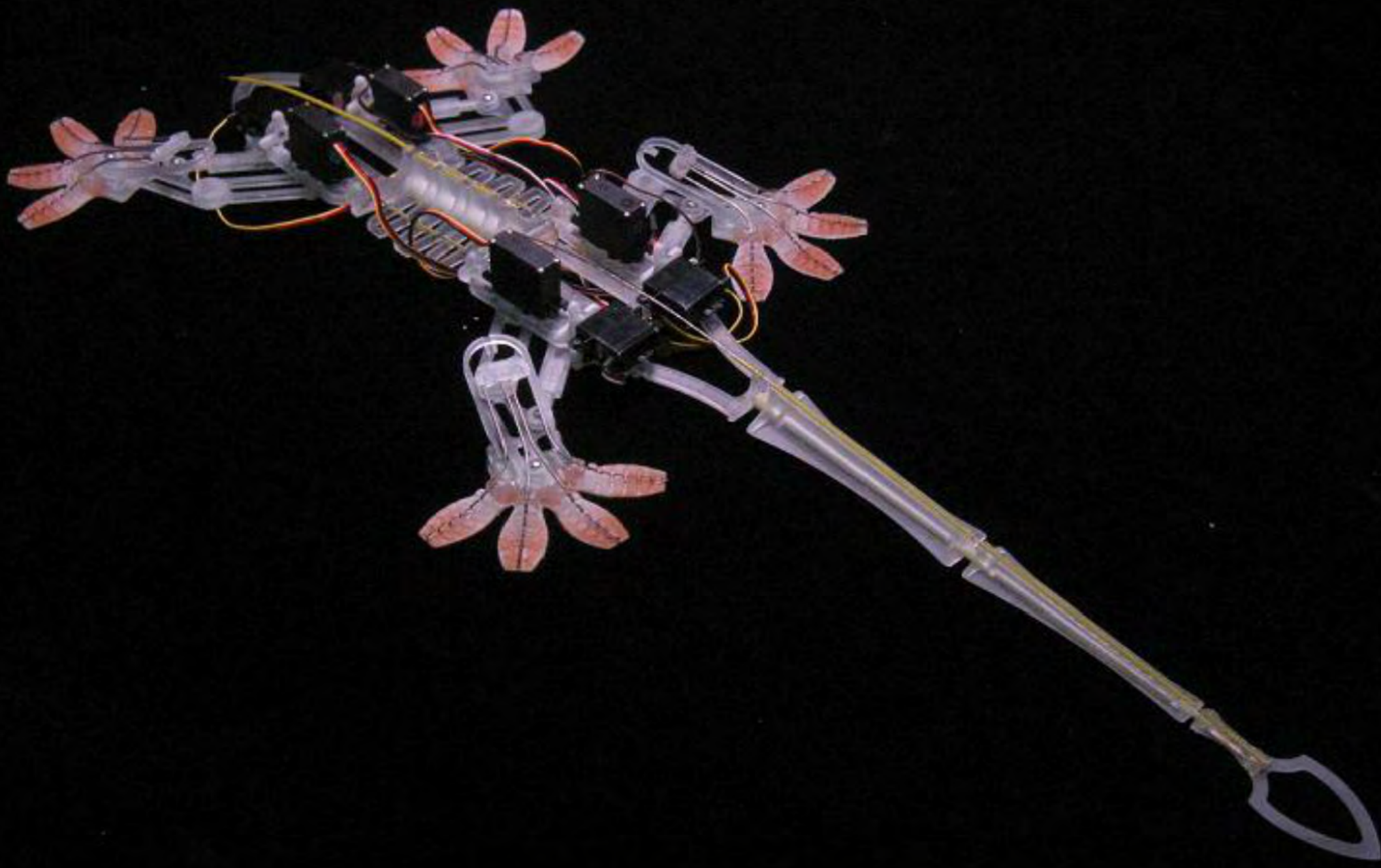
fine microstructure



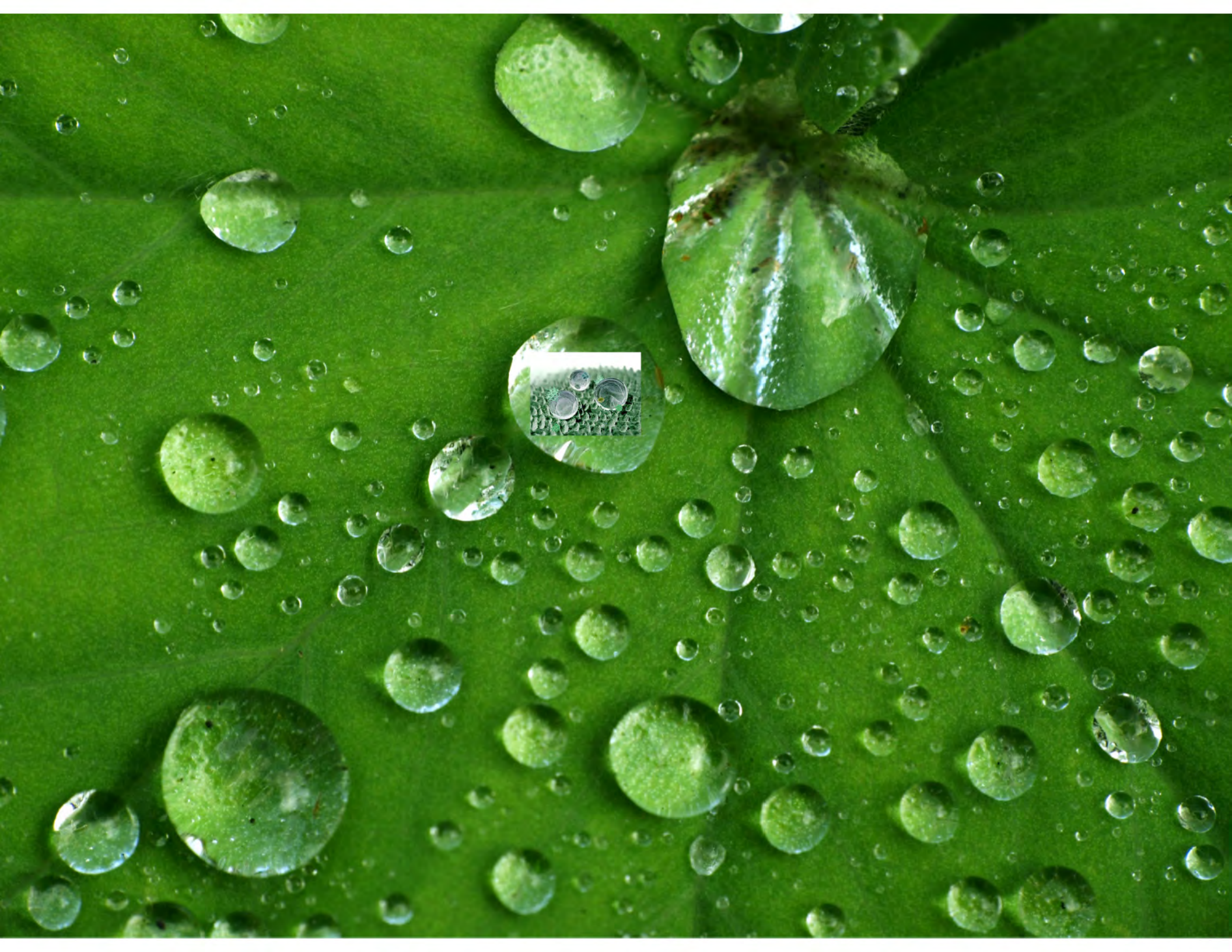
nanostructure

1 micrometer

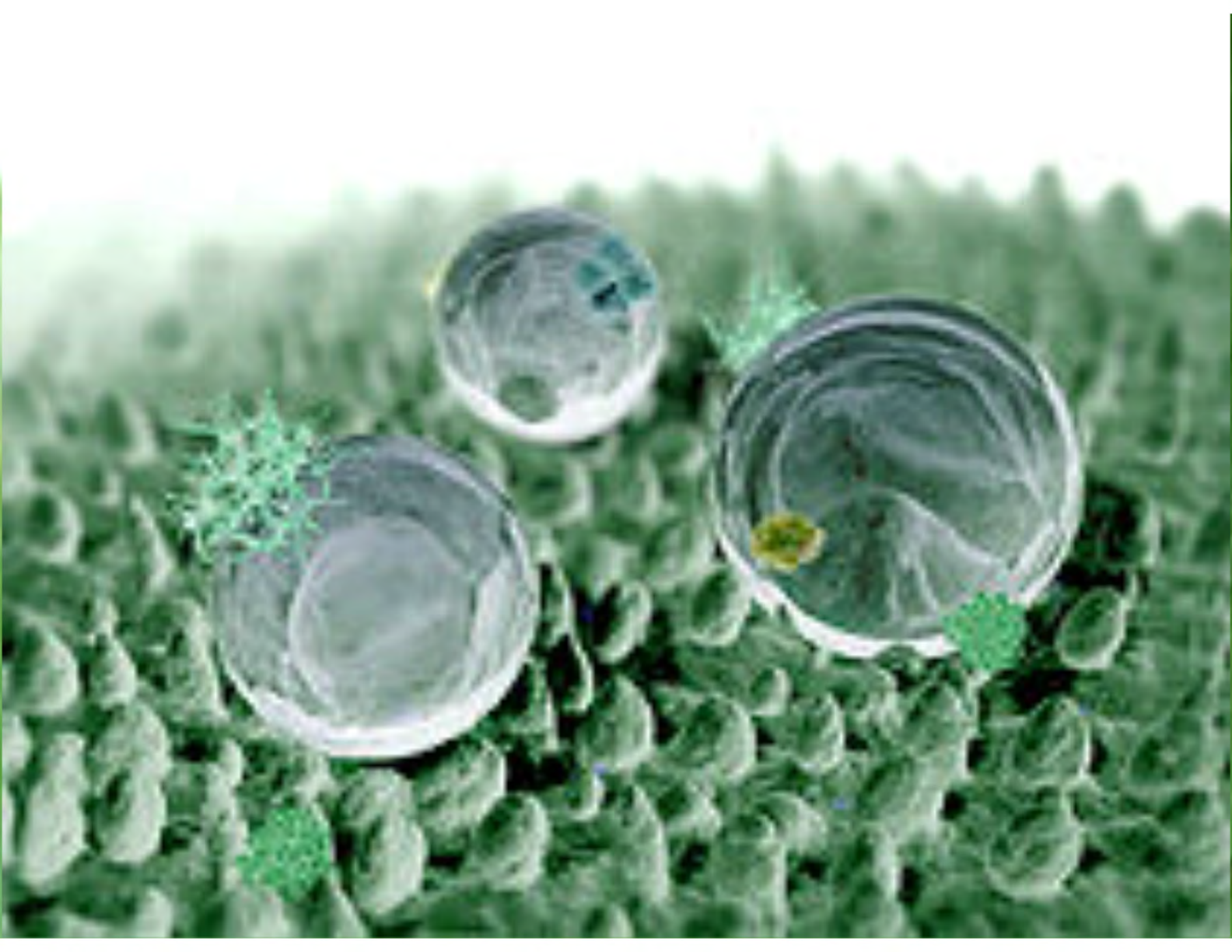
5 micrometers



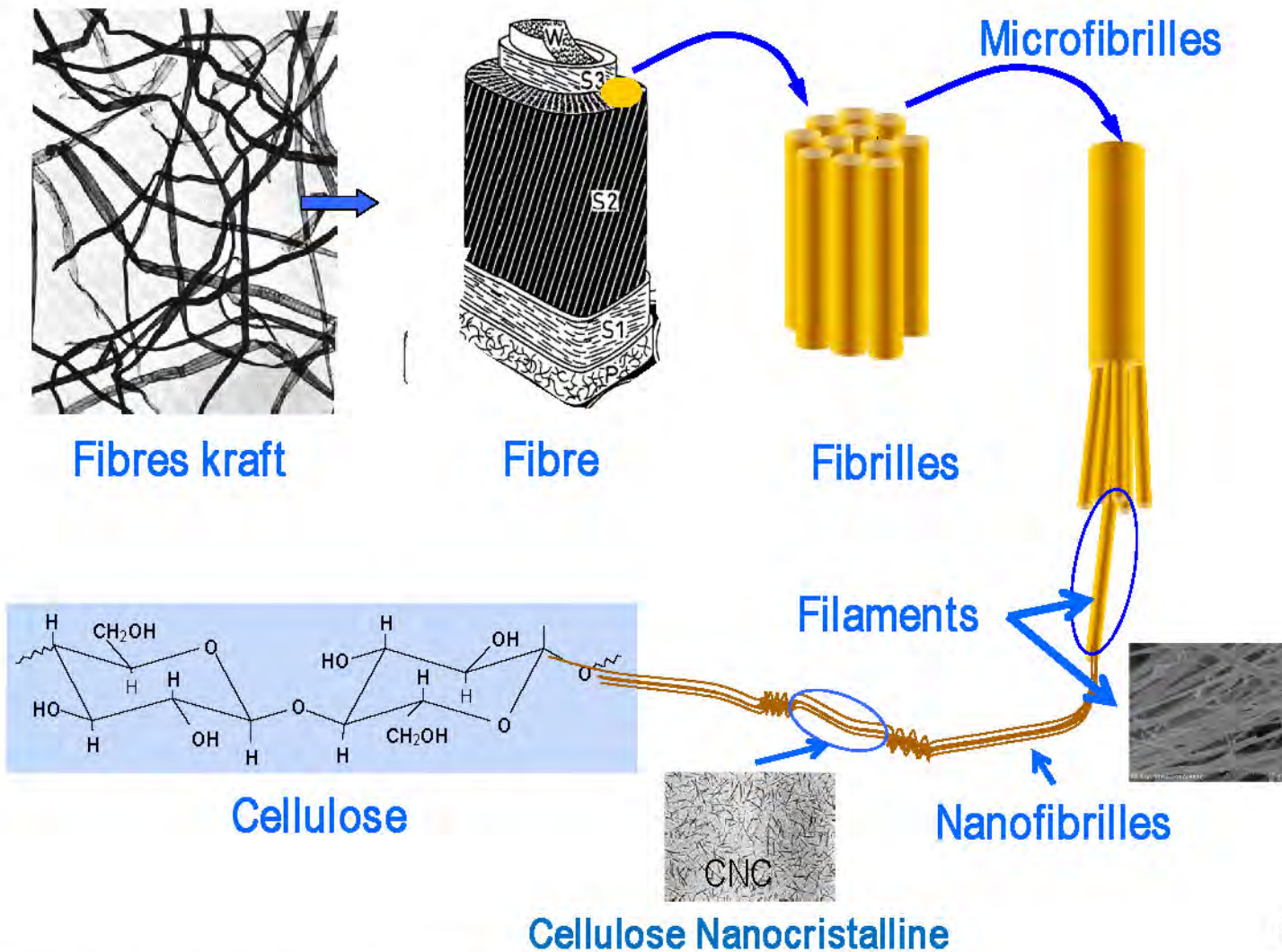




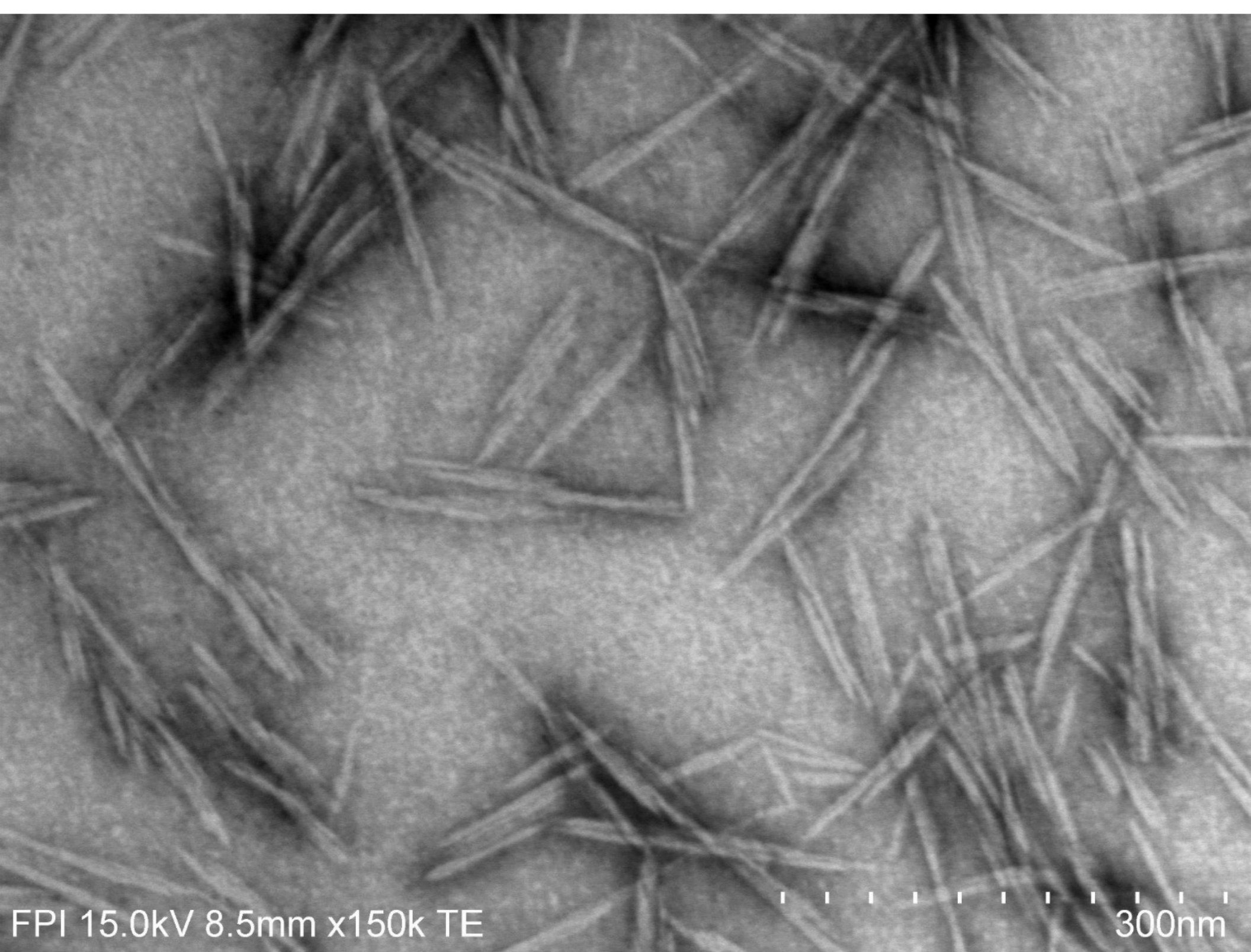




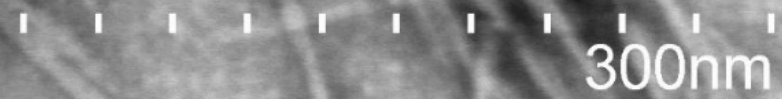
# L'arbre: une merveille d'architecture







FPI 15.0kV 8.5mm x150k TE



300nm



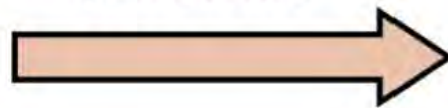
région cristalline

nanofibrille

région amorphe



*digestion des **régions amorphes** avec de l'acide sulfurique concentré*



CNC

# Les divers états physiques de la CNC



**1 %**



**5 %**



**> 7 %**



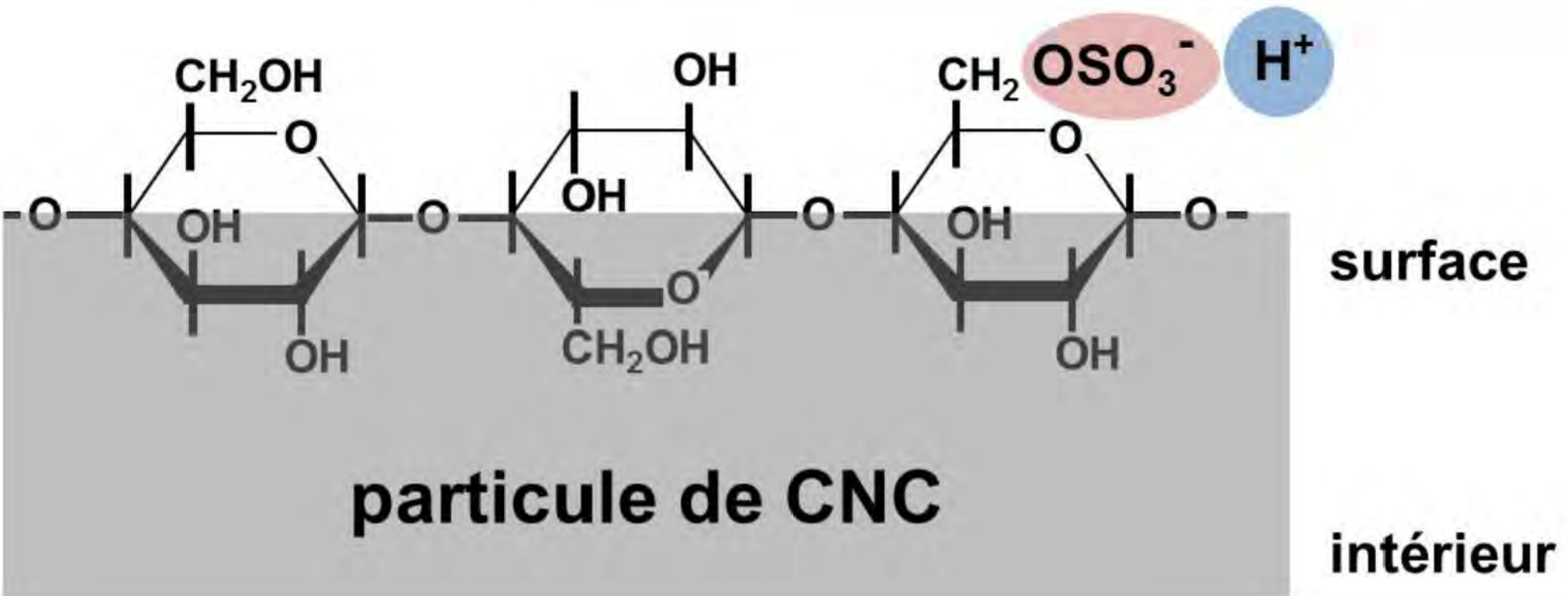
**100 %**

Redispersion spontanée

# Le secret des dispersions de CNC stables et uniformes



Groupe ester sulfate (charge négative)  
stabilisent électrostatiquement la  
suspension de CNC

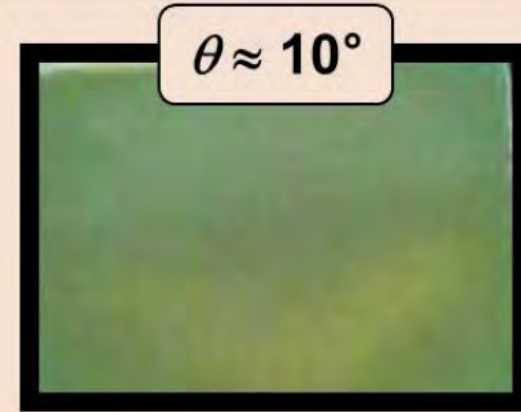
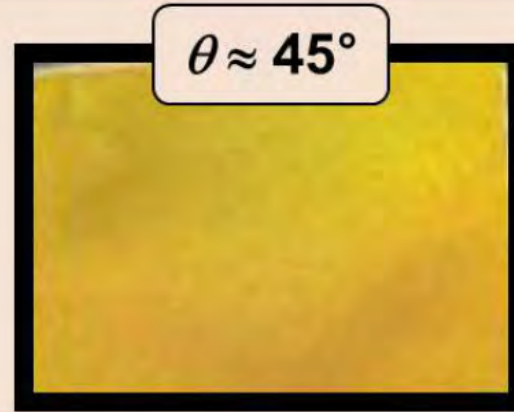
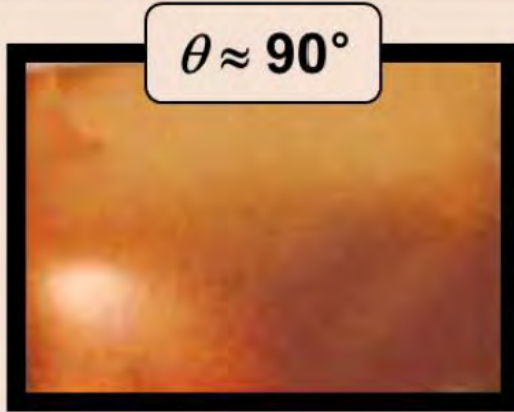




# auto-organisation



La longueur  
d'onde  
réfléchie  
dépend de  
l'angle  
d'observation





# Évaluation toxicologique

**NON-TOXIQUE :**  
**Similaire au sel de table**



Approbation pour usage sans restriction au Canada en vertu du  
Règlement concernant les nouvelles substances

# L'Histoire de la CNC

1949: 1ère suspensions colloïdale de cellulose (Rånby)

1952: 1ère observation de l'aspect aciculaire de la CNC par MET (Mukherjee et al.)

1959: Mise en évidence des propriétés cristal liquide de la CNC (Marchessault et al.)

1992: 1ère extraction de la CNC de la pâte de bois (Revol et al.)

1995: 1ère observation d'un film iridescent de CNC (Gray et al.)

1er composite contenant de la CNC (Favier et al)

1er brevet (Paprican, 1997)

2006: Lancement de la 1ère usine pilote de CNC (0.5 kg/jour)

2007-2012: Programme de R&D de FPInnovations (> 20 brevets)

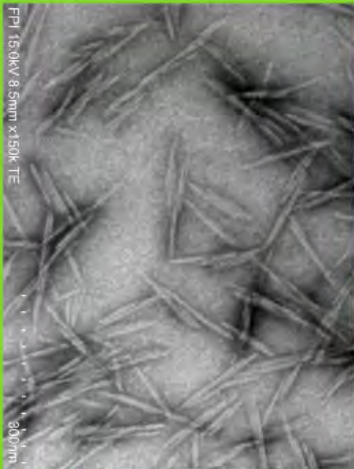
2012: Démarrage de l'usine de démonstration CelluForce (1tonne/jour)





passport  
passeport

**CANADA**



Surname/Nom

**Cellulose Nanocristalline**

Nationality/Nationalité

**CANADIAN/CANADIENNE**

Commercial Date of birth/Date de naissance Commerciale

**2012/01/26**

Place of birth/Lieu de naissance

**Windsor, Qc**

Date of expiry/date d'expiration

**s/o**

Height/Taille

**90 nm**

Weight/Poids

**"nanogrammique"**

Parents/Parents

**pâte blanchie de résineux**

## Production mondiale de CNC

Producteur	Procédé	Quantité
FPInnovations	hydrolyse acide	10 Kg / semaine
Celluforce	hydrolyse acide	1 tonne / jour
Alberta Innovates	hydrolyse acide	100 Kg / semaine
BioVision	oxydation persulfate	?
USFPL	hydrolyse acide	30-50 Kg / jour
Others	varié	?



# 2013 Prix Marcus Wallenberg

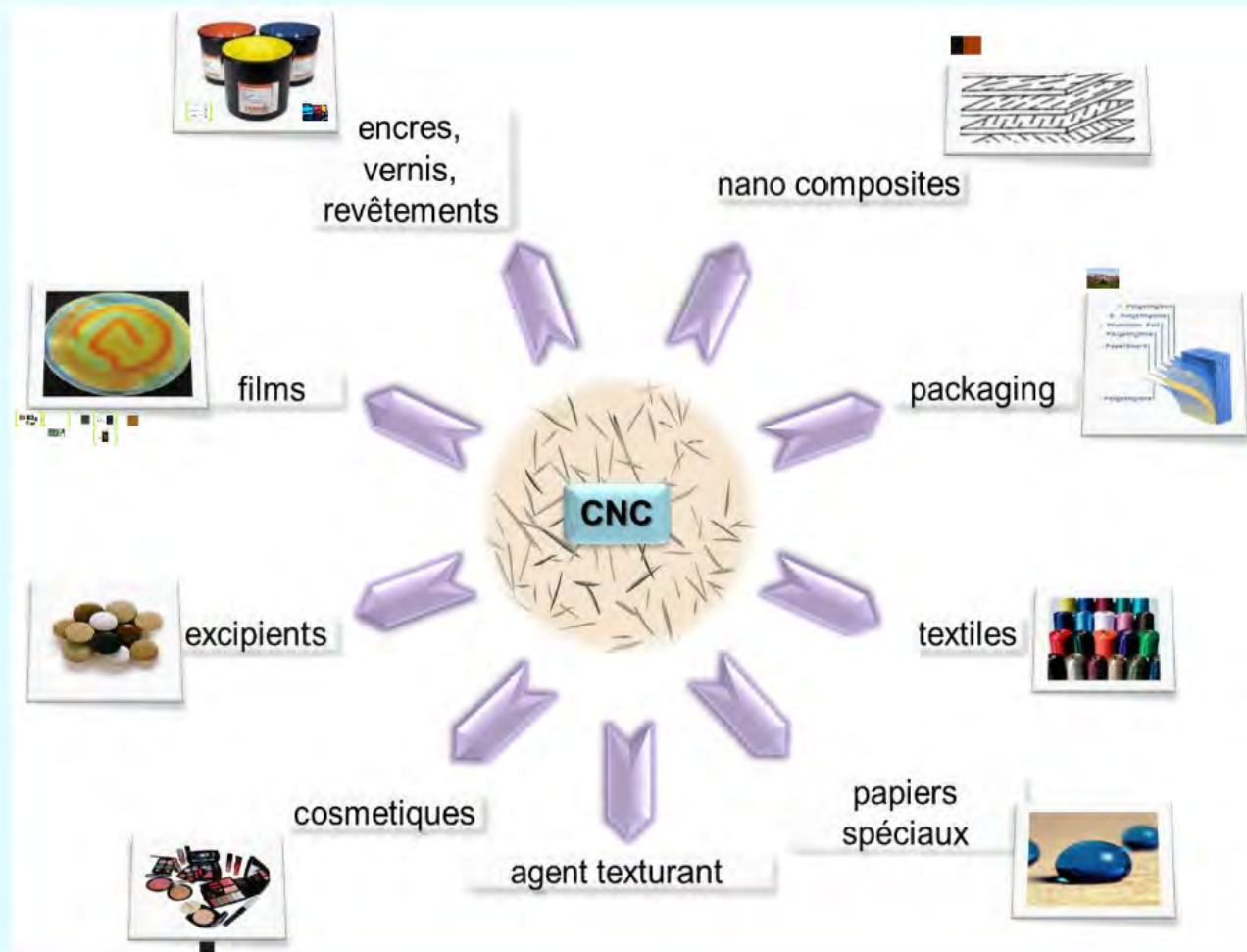


**Dr Derek Gray**

En reconnaissance de l'excellence scientifique qui a contribué à une meilleure connaissance et un développement technique dans les domaines de la forêt et de ses industries.

Le prix a été décerné par Sa Majesté le Roi de Suède à Stockholm le 23 septembre 2013

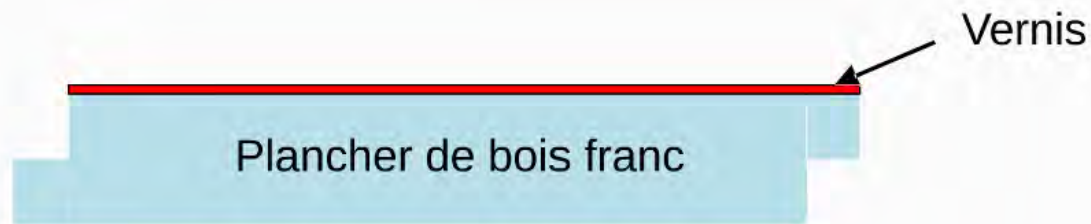
# Éventail des applications potentielles pour la CNC





# Renforcement de vernis

CNC dans des vernis à base d'eau pour  
planchers de bois franc

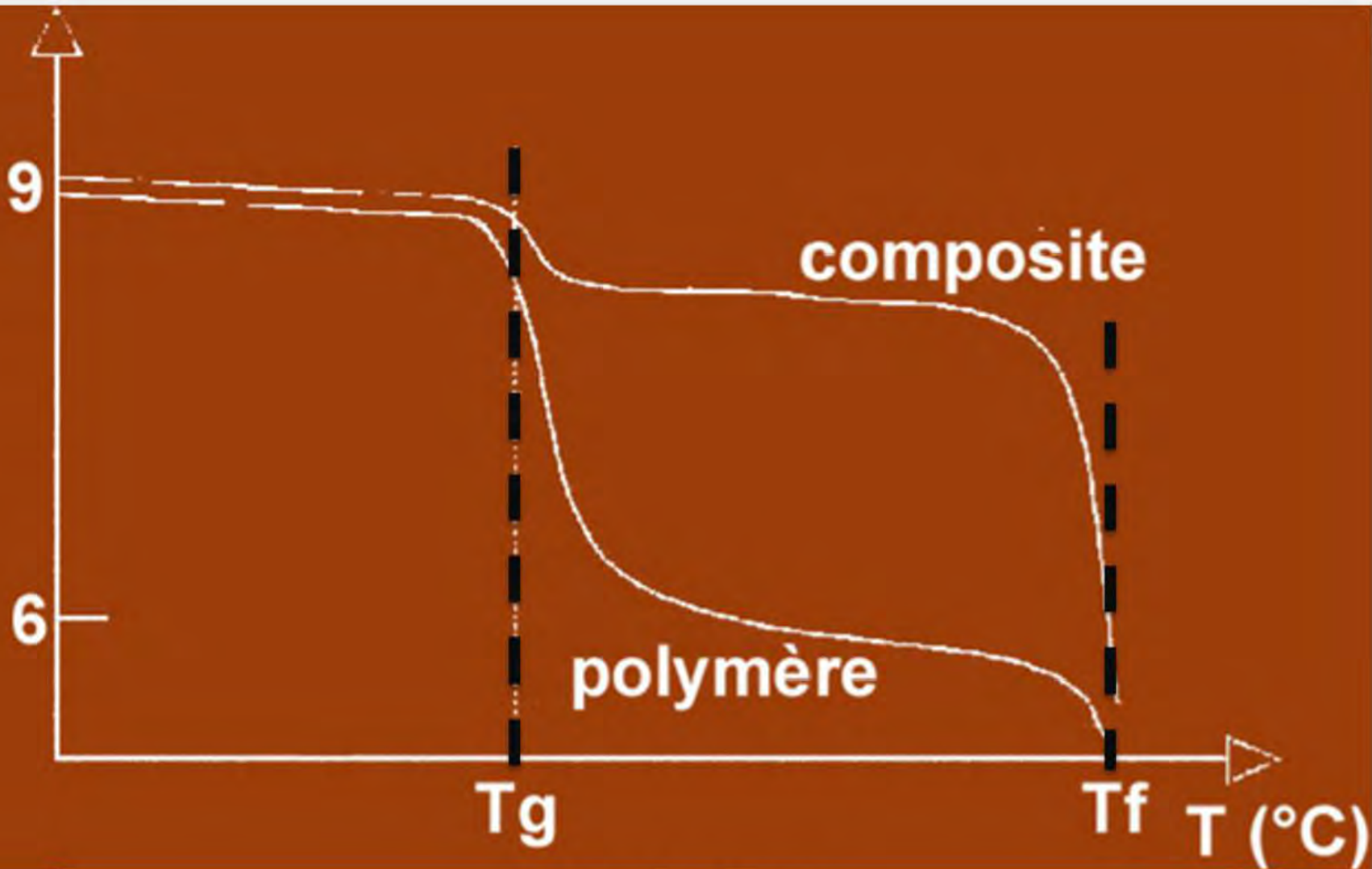


Augmente la resistance aux égratignures  
Augmente dureté  
pas d'impact sur la transparence



résistance

log Module  $E'$  (Pa)



température

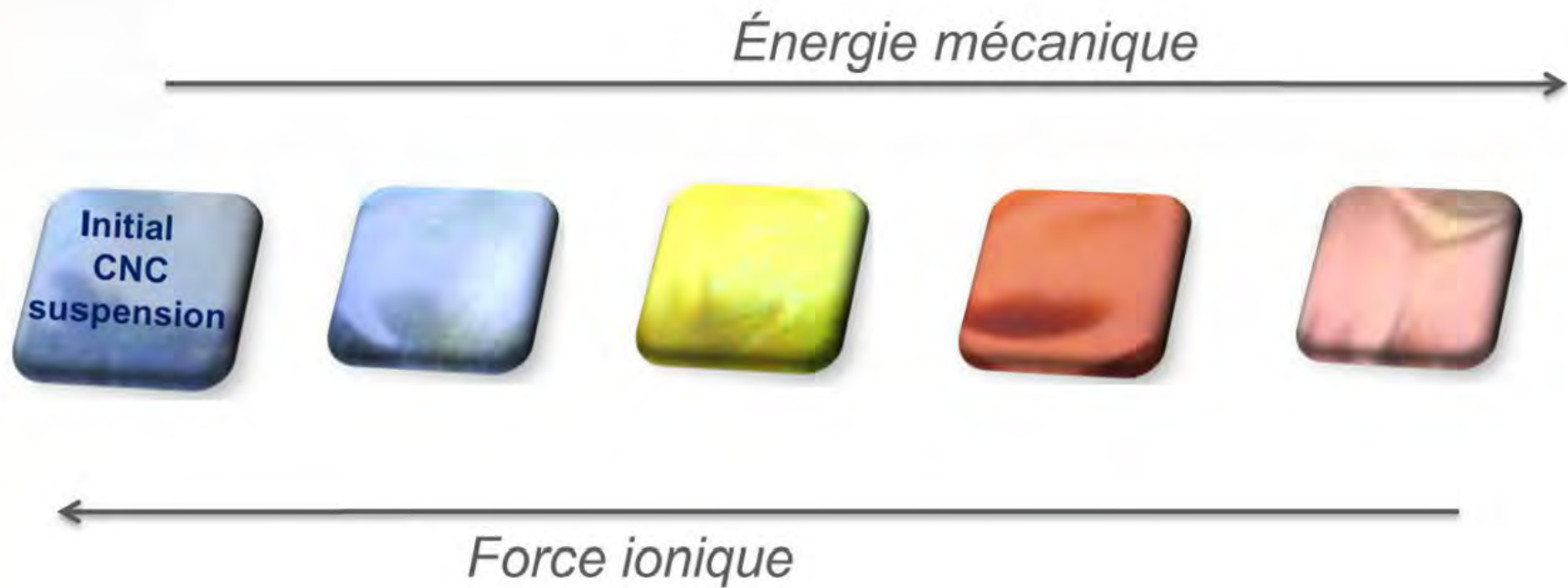




L'iridescence au naturel

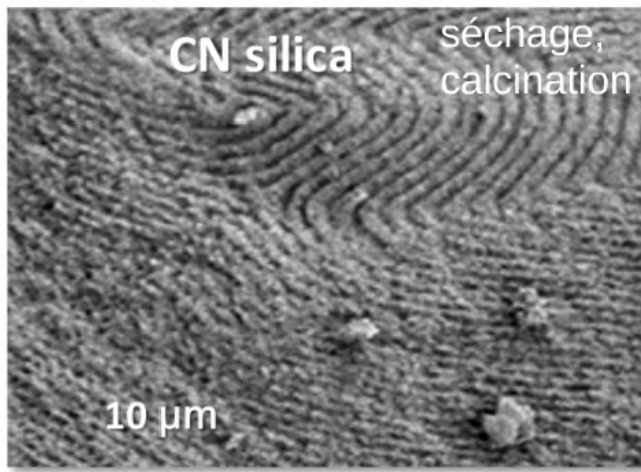
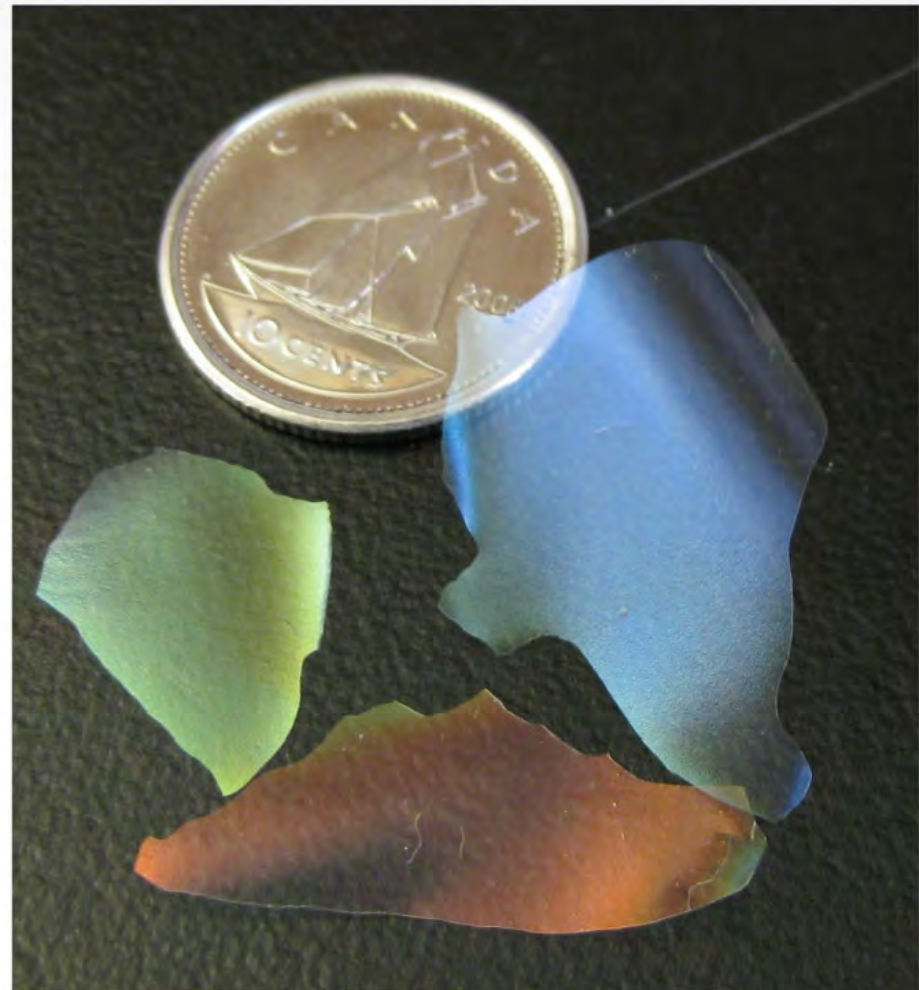
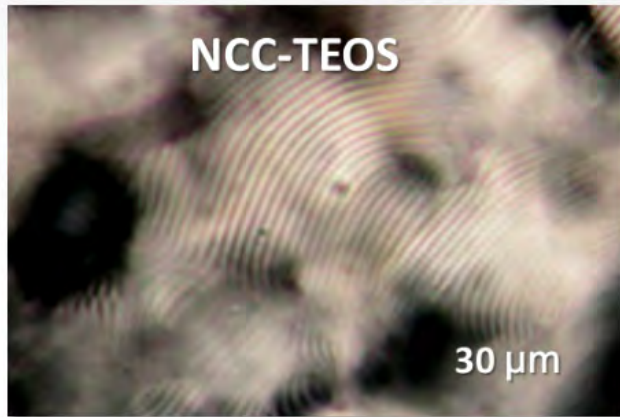


# La maîtrise de la couleur



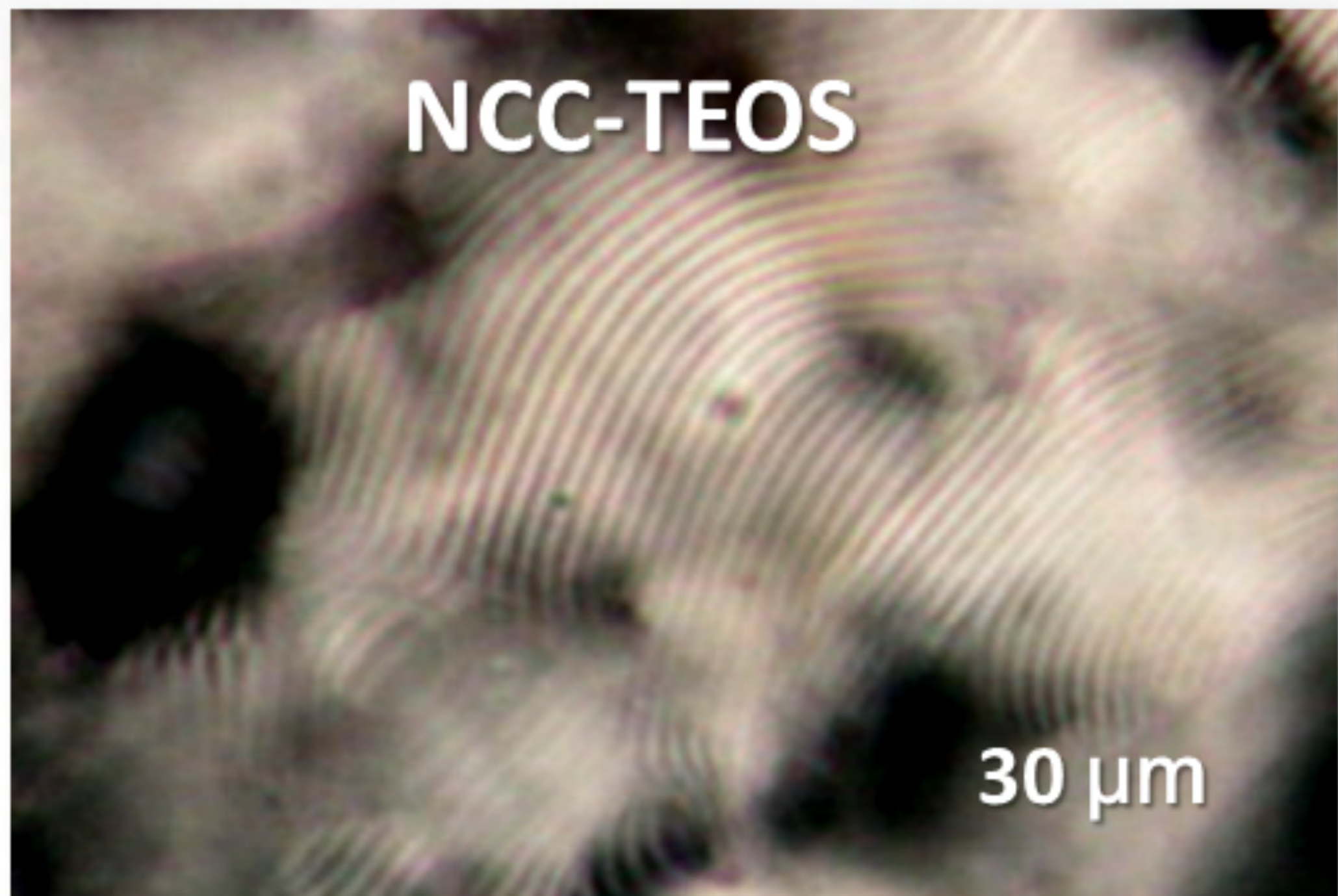


# Transfert de l'iridescence dans le verre



**NCC-TEOS**

**30  $\mu\text{m}$**



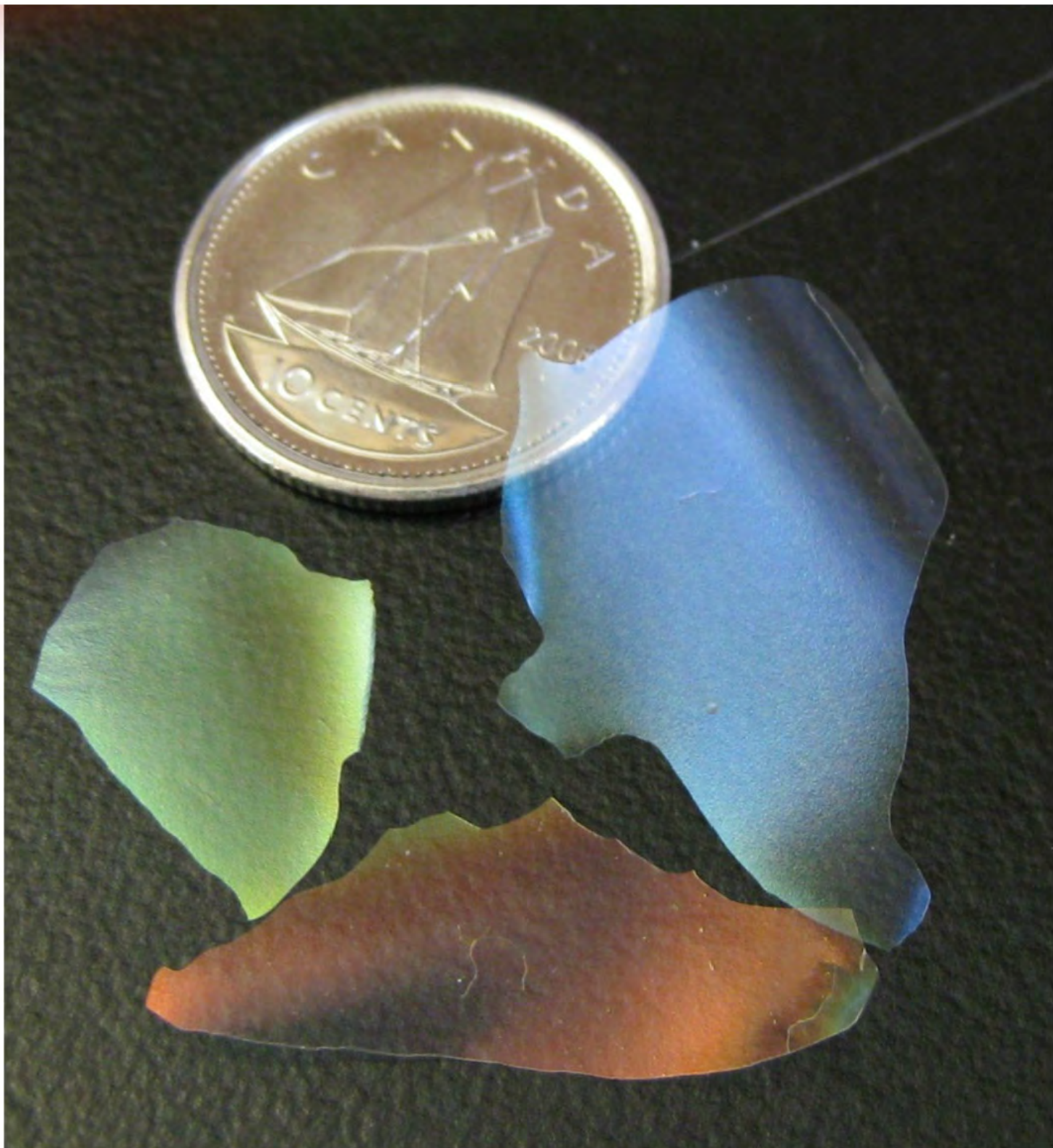


**CN silica**

séchage,  
calcination

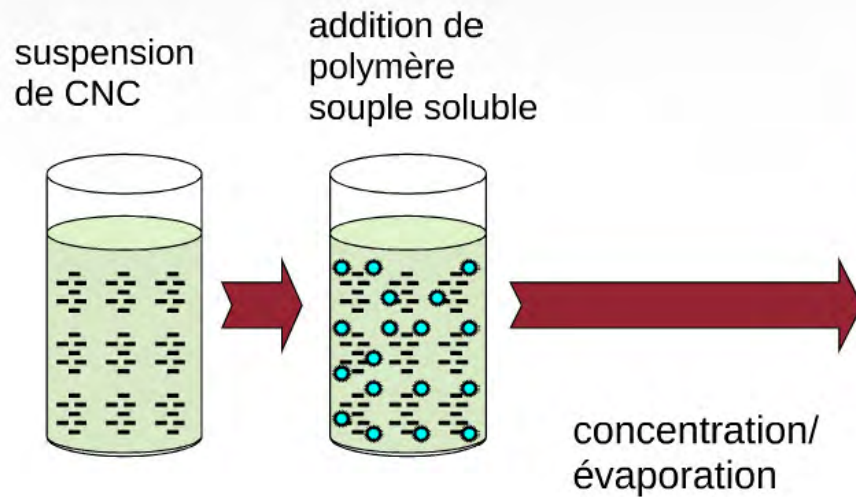
10  $\mu\text{m}$

This scanning electron microscope (SEM) image shows a highly porous, fibrous network of carbon nanotubes (CN) coated with silica. The structure consists of interconnected, wavy nanotube bundles that form a dense, interconnected mesh. The overall appearance is that of a porous, sponge-like material. A scale bar in the bottom left corner indicates a length of 10 micrometers. The text 'CN silica' is positioned in the upper left, and 'séchage, calcination' (drying, calcination) is in the upper right, describing the material's composition and processing. The image is in grayscale, highlighting the intricate texture of the nanotube network.

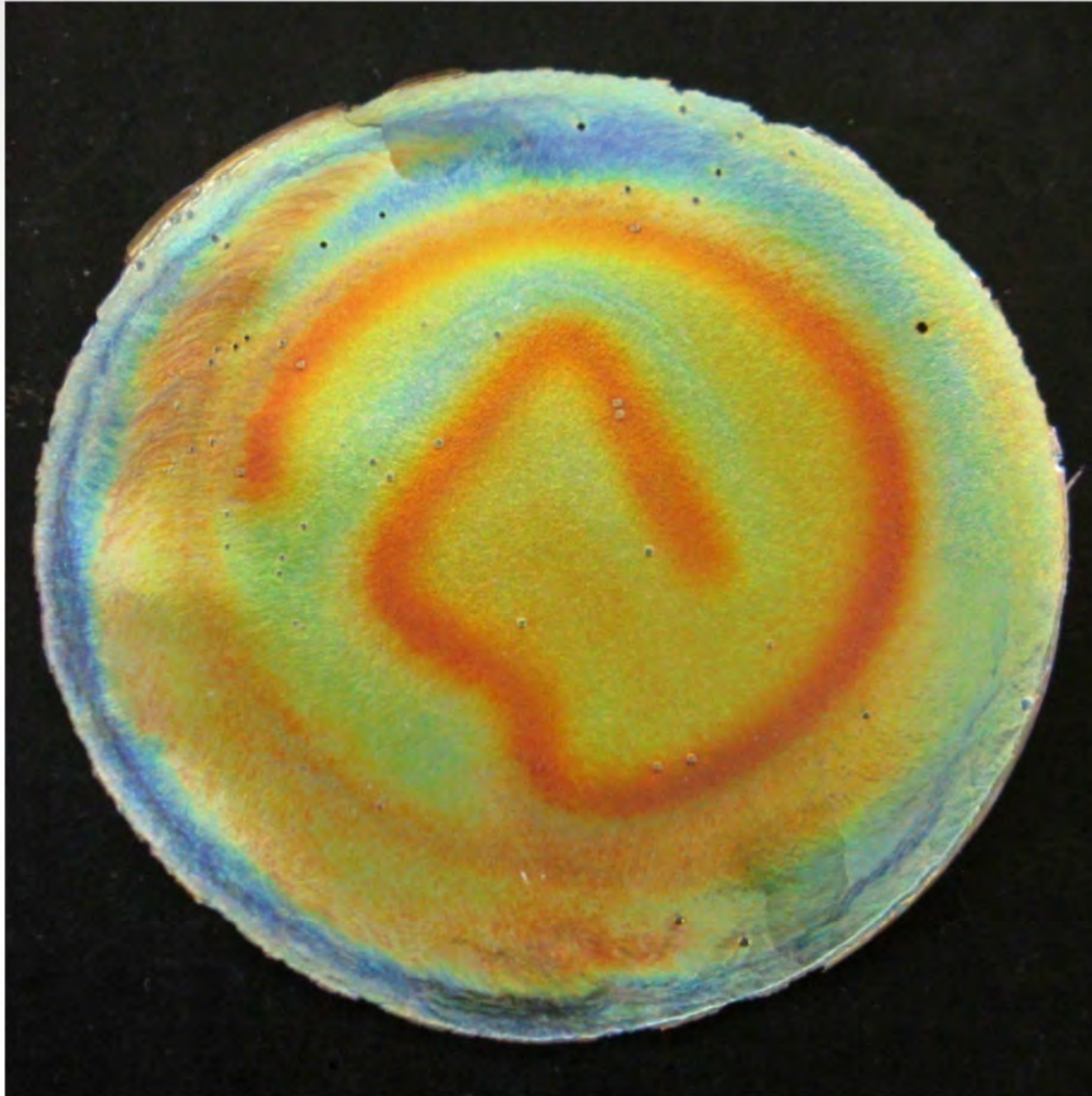


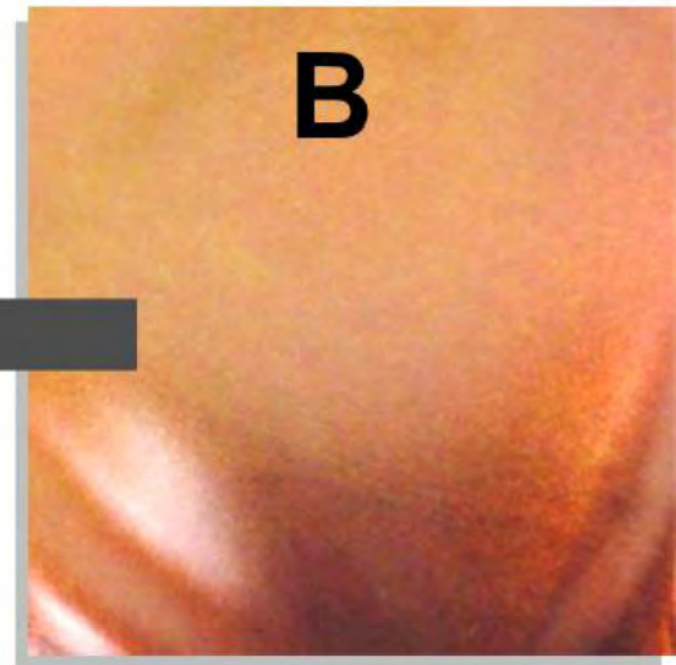
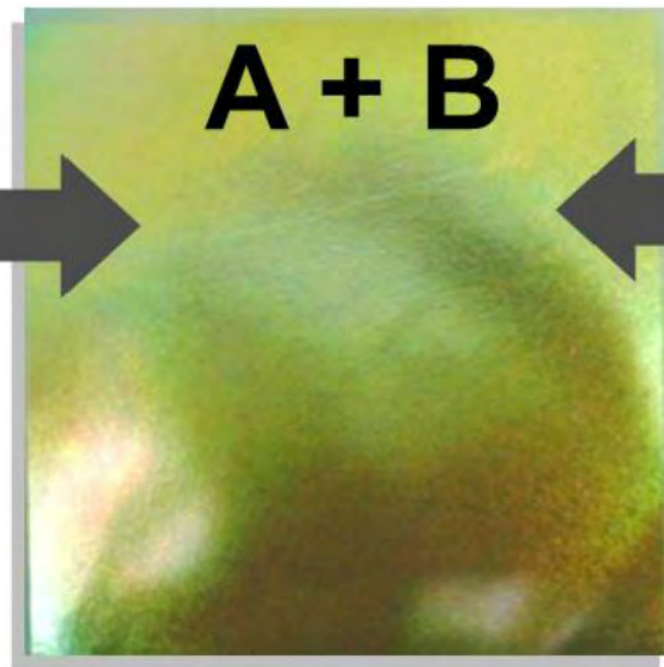
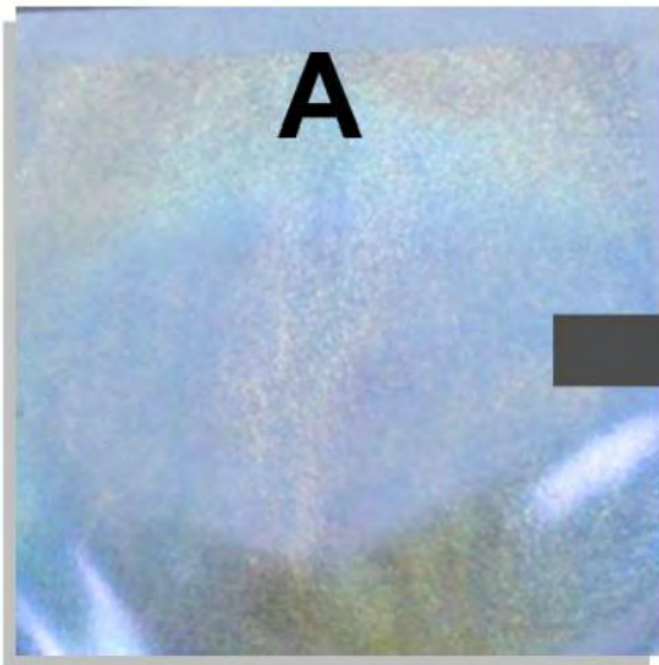


# Films géants de CNC, résistants et flexibles



# Contrôle localisé de l'iridescence







# Applications dynamiques Cristaux liquides

suspension  
de CNC  
entre  
polariseurs



**EXCLUSIVE**  
THE NEWS  
THE NEWS

**REGULARS**  
THE NEWS  
THE NEWS  
THE NEWS

**SPORTS**  
THE NEWS  
THE NEWS

# ALBUS DUMBLEDORE

TEN YEARS TO THE DAY



ALBUS DUMBLEDORE  
ALBUS DUMBLEDORE  
ALBUS DUMBLEDORE

ALBUS DUMBLEDORE  
ALBUS DUMBLEDORE  
ALBUS DUMBLEDORE

**NEW** **FOR SALE**  
**QUIDDITCH**  
LEAGUE ANALYSIS

THE NEWS  
THE NEWS









National Science and Technology  
Council (USA) affirme que :

“La Nanotechnologie changera la  
nature de presque tout objet créé par  
l'homme au cours du siècle à venir.”

... et le secteur forestier  
Canadien, aura un rôle à jouer.

# Remerciements

FPInnovations: équipe transcanadienne

NRCAN,  
MRNF,  
CRSNG,  
Arboranano

Dr Greg CHAUVE

[Gregory.chauve@fpinnovations.ca](mailto:Gregory.chauve@fpinnovations.ca)