

# La nanocellulose cristalline:

## Applications possibles en phytoprotection



J. Bouchard, G. Chouinard, S. Beck, V. Phillion

Société de protection des plantes du Québec  
Sheraton Four Points Québec, 5 juin 2013

# La NanoCellulose Cristalline



Nom de code: NCC

# AVERTISSEMENT

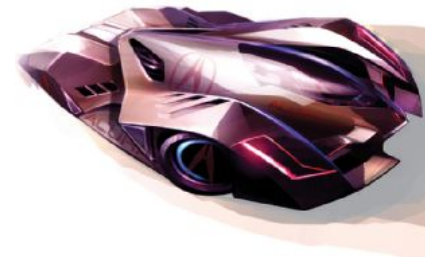
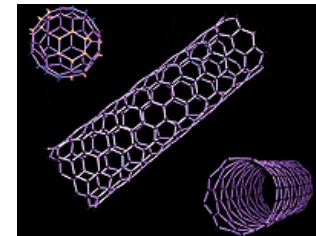
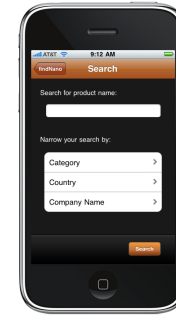
La présentation qui suit  
contient des suggestions **subliminales**  
d'applications agricoles de la NCC  
Nous préférons vous en avertir

# Nanomatériaux et nanotechnologie au quotidien

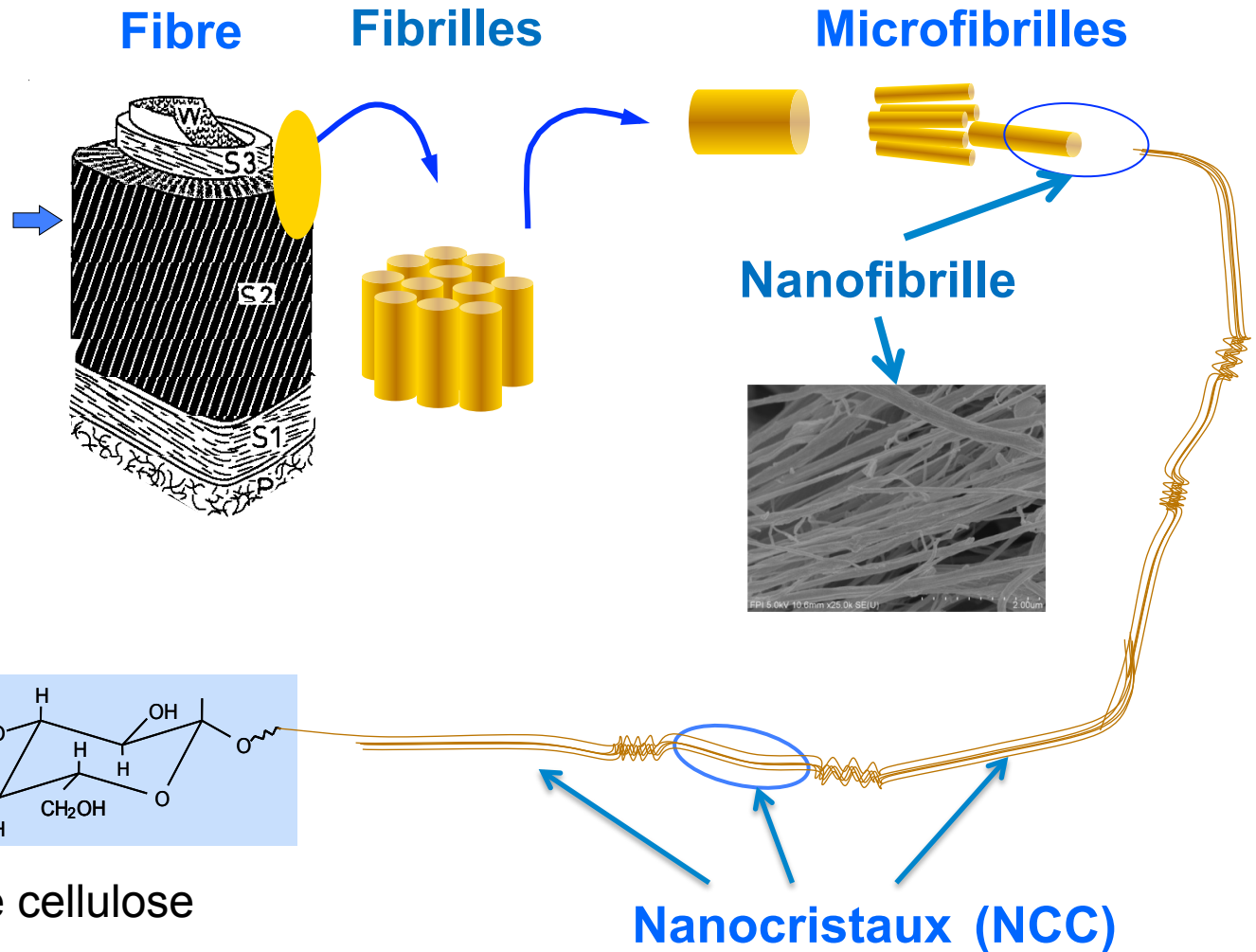
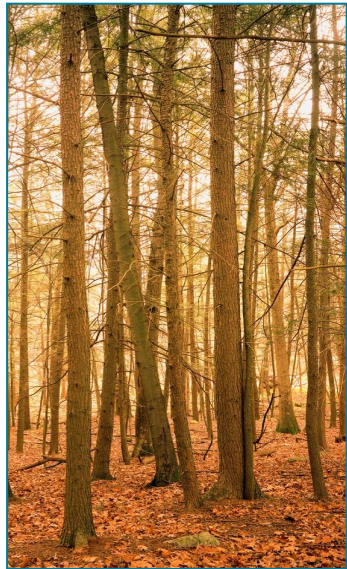
## Créations de mère nature



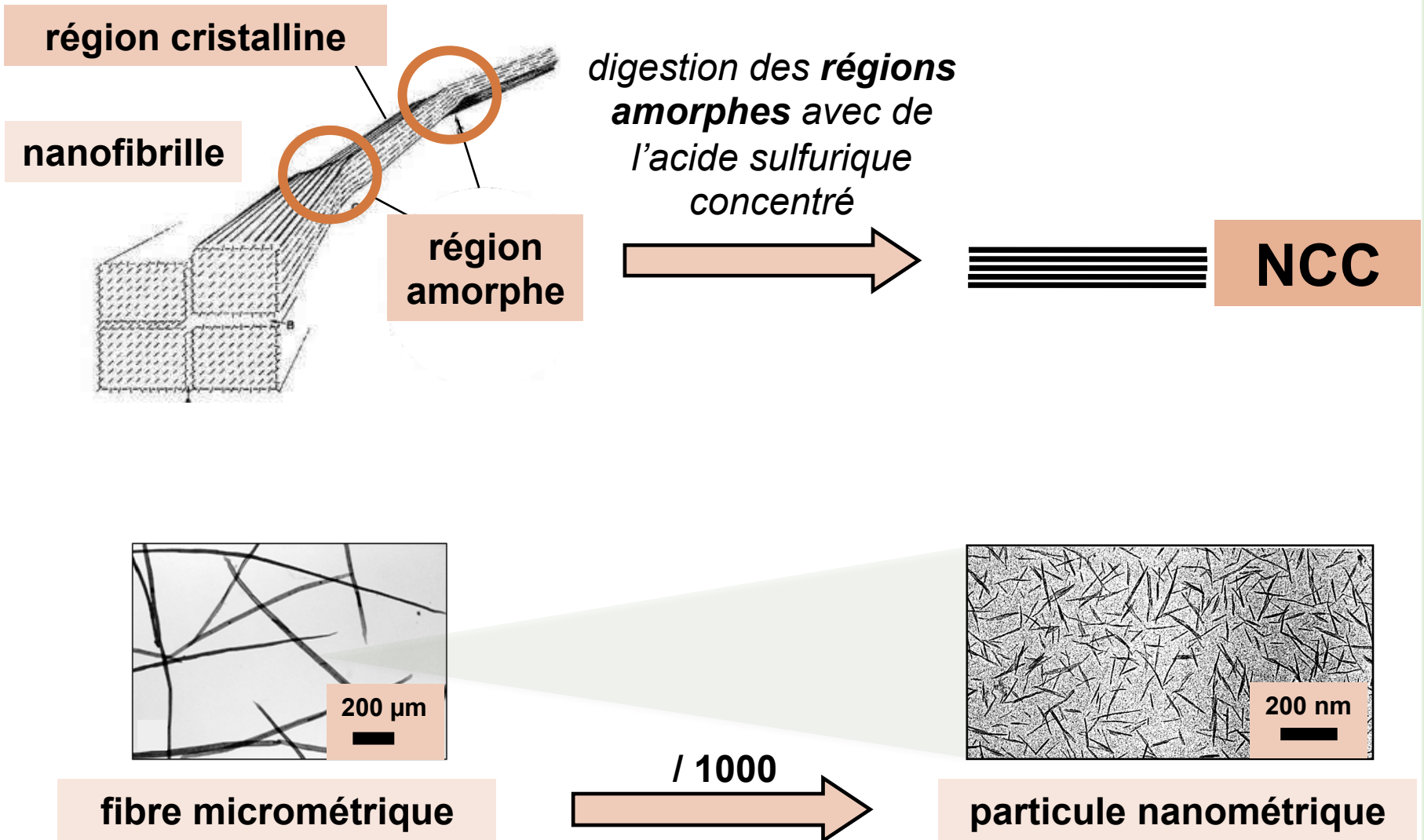
## Créations de l'homme



# L'arbre: une merveille d'architecture



# De l'arbre à la NCC



# Propriétés physico-chimiques de la NCC

## géométrie

 ~6 nm de large  
~100 nm de long

## chimie de surface

  
*charges négatives*

assurent la stabilité colloïdale en suspension

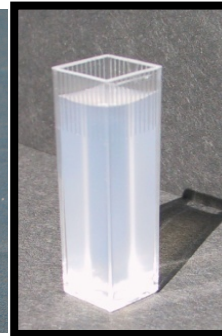
## états physiques

**liquide:** suspension aqueuse  
colloïdale stable

**solide:** poudre sèche



<1%



5%

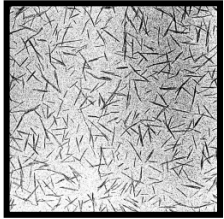


> 7%



100%

# Histoire de la NCC



1949: Première suspension colloïdale de cristaux de cellulose



1992: Première extraction de NCC à partir de pâte de bois (1g/j)

1994-95: 1<sup>re</sup> observation de films de NCC iridescents

2006: Première usine pilote de NCC (0,5 kg/j)

2007-2011: >15 demandes de brevet déposées par FPInnovations

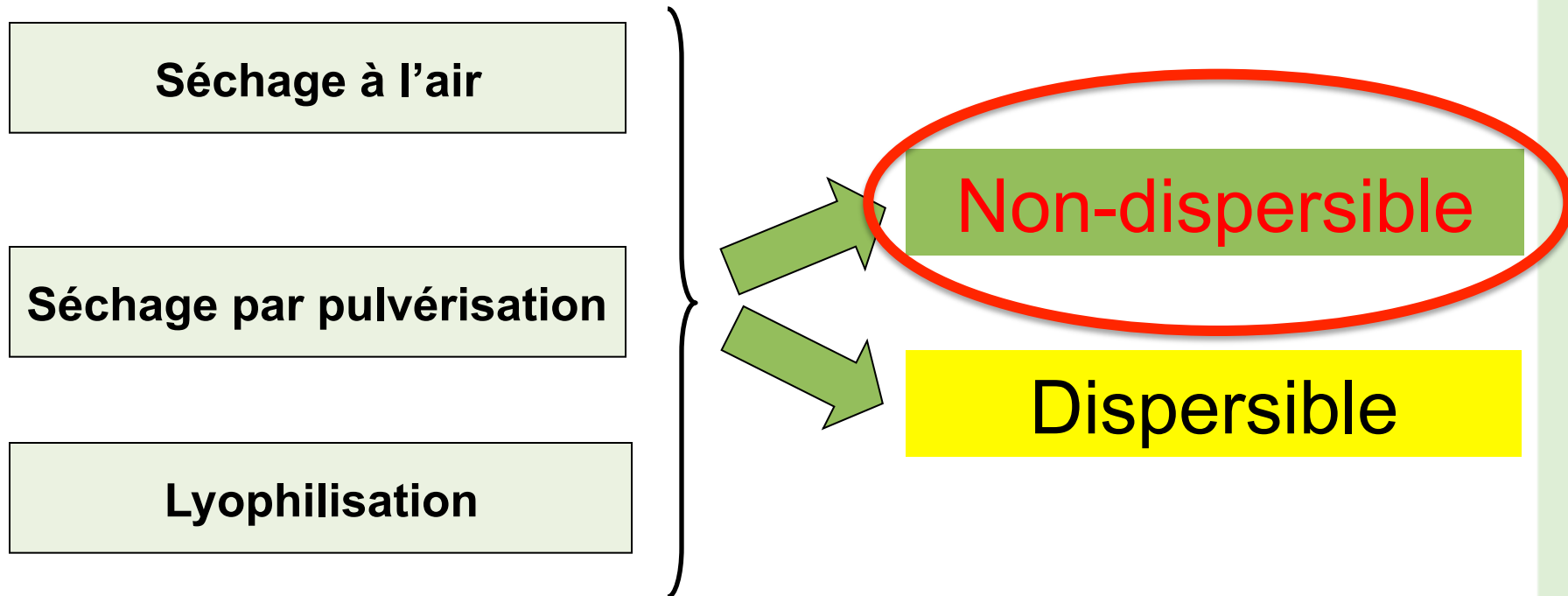


2010: début de construction d'une usine de démonstration de NCC

2012: première mondiale: CelluForce produit **1 tonne/j** de NCC

2017?: usine commerciale **100 tonnes/j**

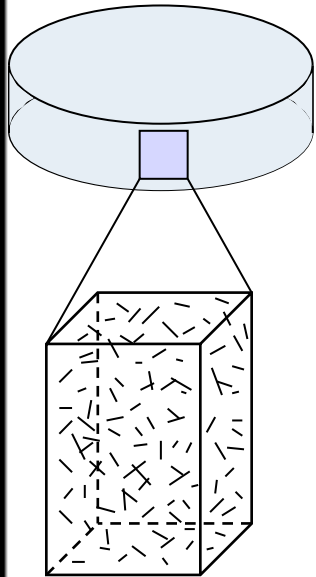
# Dispersibilité dans l'eau



*Traitement simple, rendement 100%, réversible,  
facilement intégrable dans la ligne de production*

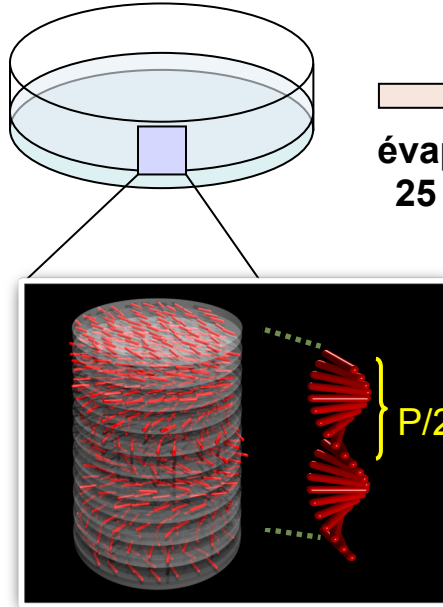
# Préparation de films de NCC

suspension  
isotrope



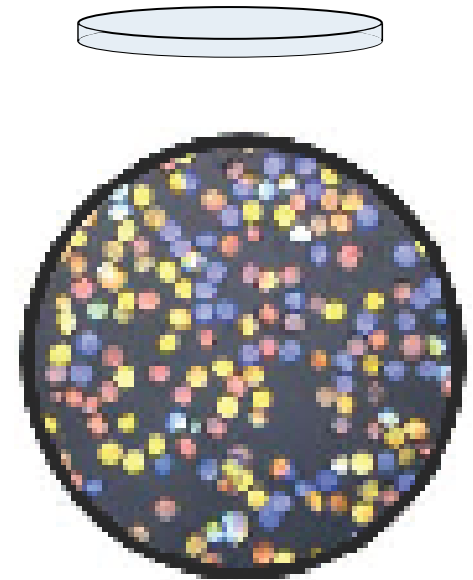
→  
évaporation  
25 – 50 °C

suspension  
anisotrope



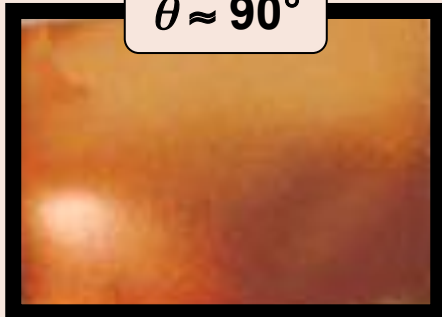
→  
évaporation  
25 – 50 °C

film de NCC iridescent  
20-120 microns

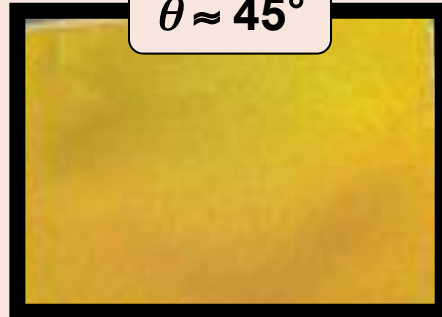


la longueur  
d'onde  
réfléchie  
dépend de  
l'angle  
d'observation

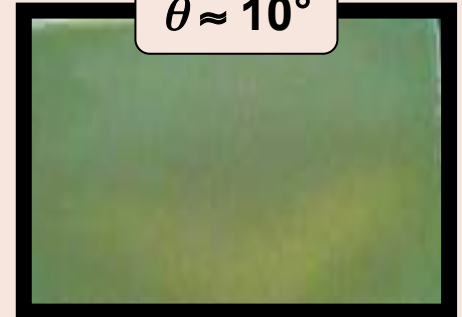
$\theta \approx 90^\circ$



$\theta \approx 45^\circ$

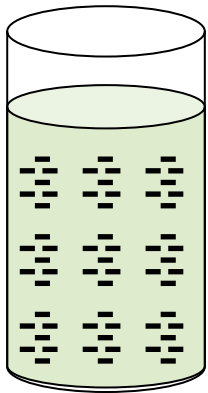


$\theta \approx 10^\circ$

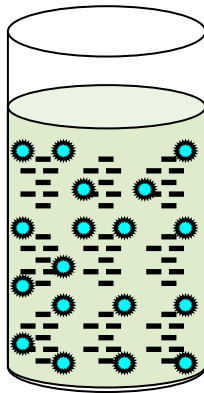


# Films géants de NCC, résistants et flexibles

suspension  
de NCC



addition de  
polymère  
souple soluble

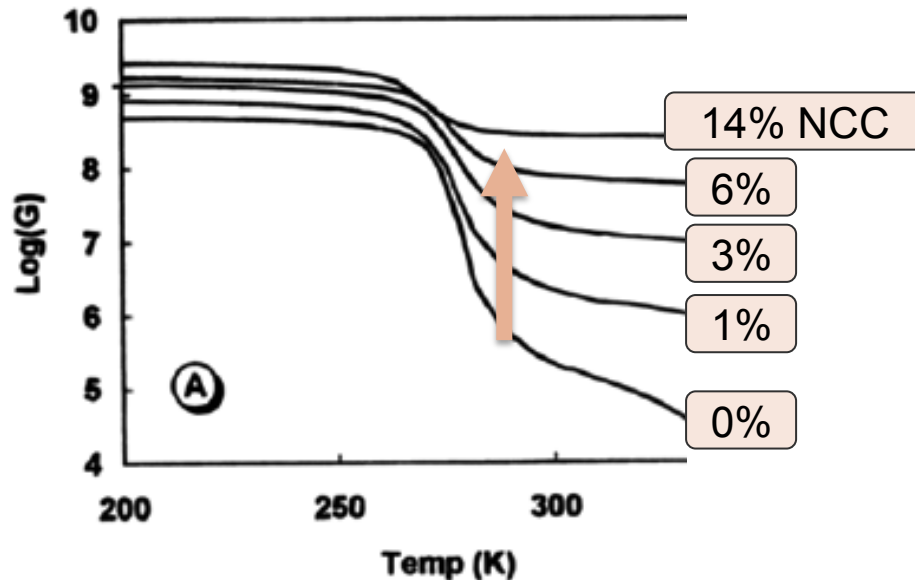


concentration/  
évaporation

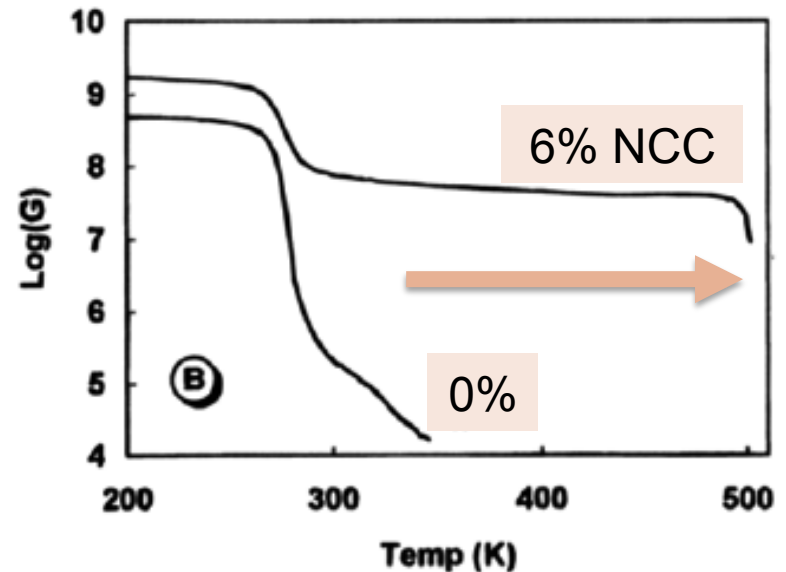


# Renforts des matériaux plastiques

## NCC dans un latex polymère



gain en résistance mécanique



gain en résistance thermique

# Quelques applications de la NCC

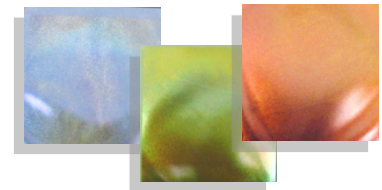
- Appareils médicaux
- Cosmétiques
- Industrie pharmaceutique
- **Films protecteurs** et emballages
- Encres, papiers de sécurité (ex.) →
- Vernis, revêtements
- Réflexion infrarouge: **barrière thermique**
- Réflexion ultraviolet: barrière UV
- Matériaux structuraux biodégradables (aérospatiale, automobile, etc.)



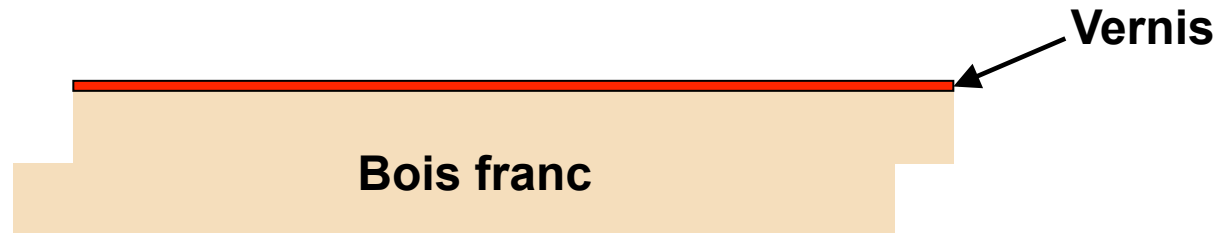
Film de NCC



Papier



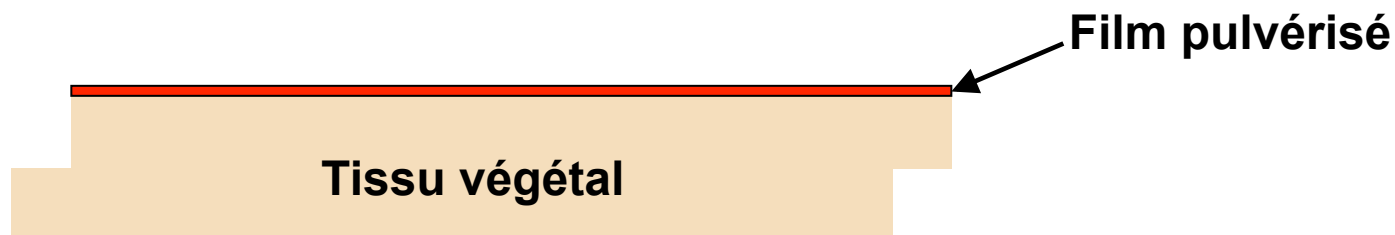
# La NCC dans les vernis de plancher



## NCC dans les vernis à base d'eau pour plancher de bois franc

- Augmente la **résistance à l'abrasion**
- Augmente la **dureté**
- Pas d'effet sur la **transparence**
- **Effets spéciaux optiques décoratifs**

# La NCC dans une pulvérisation phytosanitaire?



## NCC dans les bouillies pour pulvérisation sur pommier

- Augmente la **résistance** à l'abrasion ?
- Augmente la **dureté**?
- Pas d'effet sur la **transparence**?
- Pas d'effet sur la **physiologie**?
- Prolonge la **durabilité** des protections?

# La NCC dans une pulvérisation phytosanitaire

## **Nom du projet :**

Potentiel de la nanocellulose cristalline pour la protection écologique des arbres fruitiers

## **Objectif:**

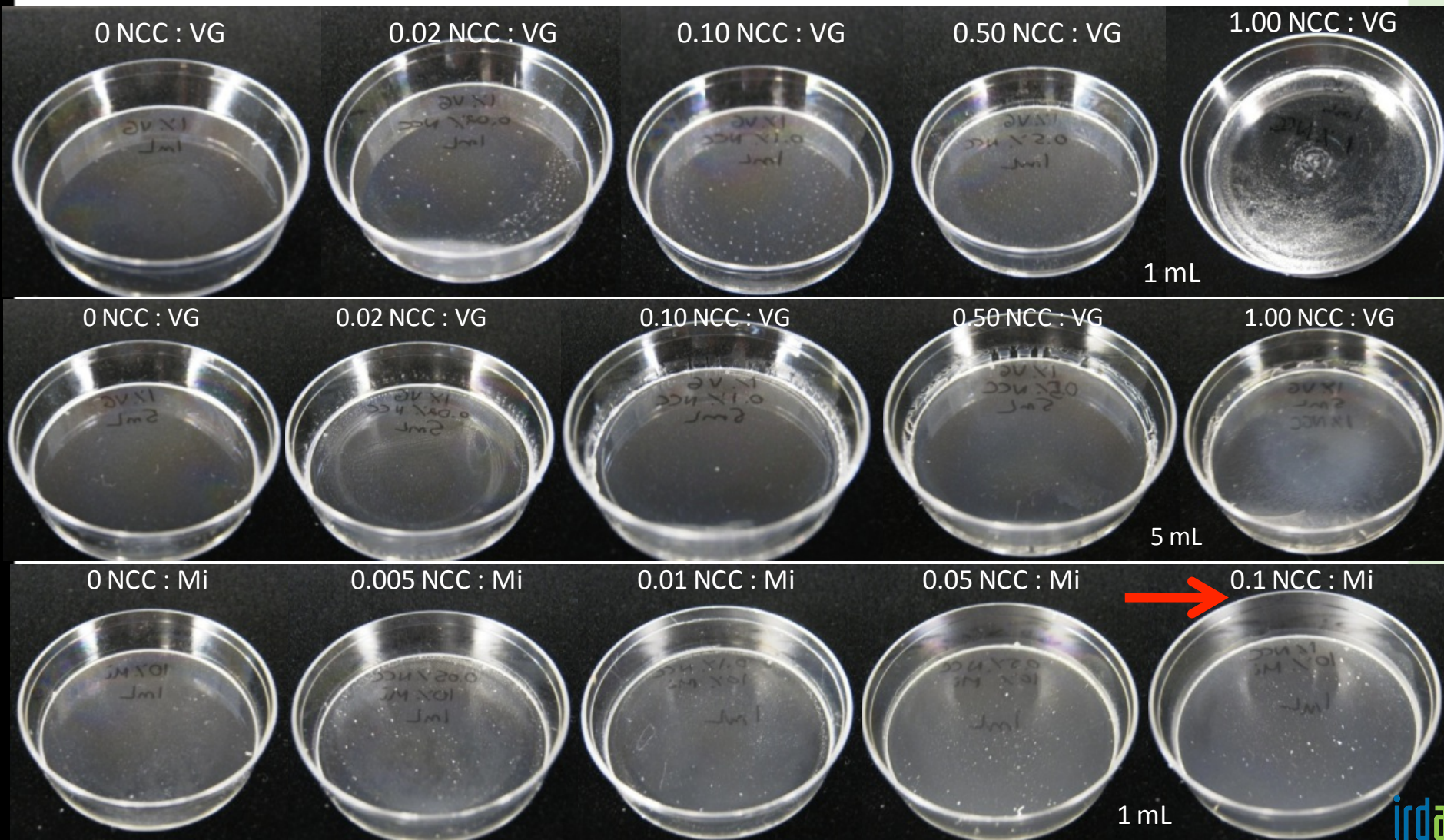
Améliorer par la NCC les propriétés phytosanitaires d'une bouillie protectrice à pulvériser sur pommier

## **Phases du projet:**

1. En labo: caractérisation physico-chimique de différents mélanges NCC+matrices pulvérisables (2011-2012)
2. Sélection d'un ou de plusieurs mélanges pour essais phytosanitaires (2012)
3. En labo : bio-essais sur insectes et acariens ravageurs du pommier (2013)
4. Essais en conditions naturelles : tavelure du pommier (2012-2013)
5. Essais terrain: programme de protection intégré (2014)

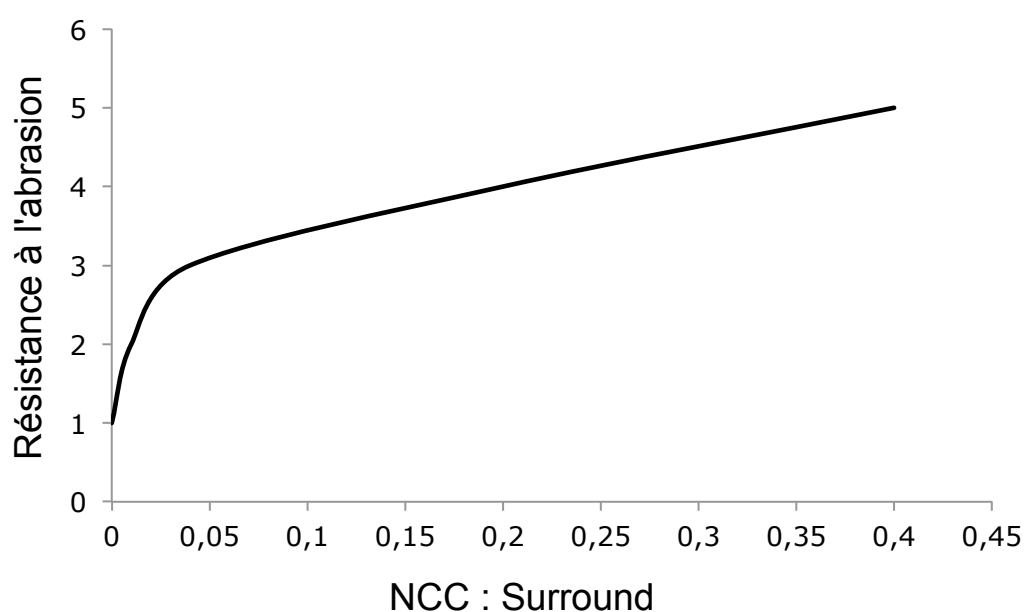
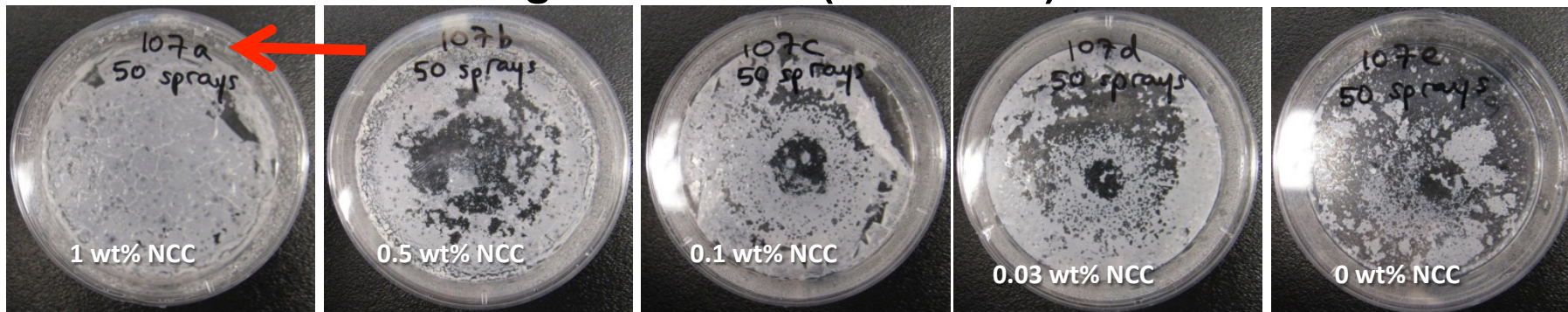
# La NCC dans une pulvérisation phytosanitaire

**2011: matrice de pinolène (VG) ou de polymère acrylique (Mi)**



# La NCC dans une pulvérisation phytosanitaire

## 2012: matrice d'argile kaolinite (Surround)



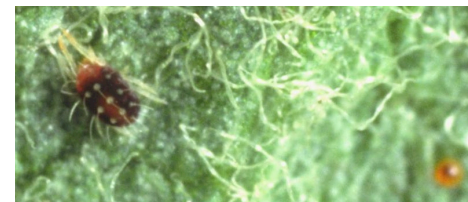
Résistance au délavage

Résistance à l'abrasion

# La NCC dans une pulvérisation phytosanitaire

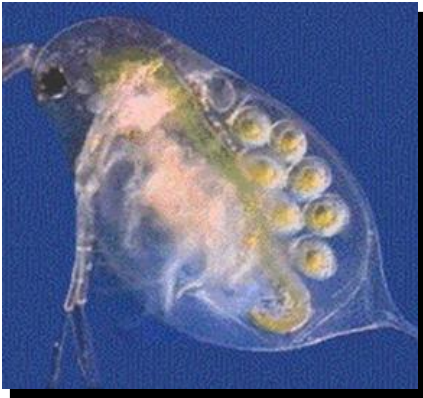
## 2013: essais de lutte contre certains ravageurs du pommier

- Tavelure (*Venturia inaequalis*)
- Tétranyque rouge (*Panonychus ulmi*)  
– œufs hivernants
- Tétranyque à deux points (*Tetranychus urticae*)  
– formes mobiles
- Charançon de la prune (*Conotrachelus nenuphar*)  
– femelles
- Carpocapse (*Cydia pomonella*) - chenilles



**La NCC est-elle toxique?**

# Toxicité aiguë comparée



Daphnia magna  
(puce d'eau)

Matériau	48 h CL-50, (mg/L)
<b>NCC</b> (4 lots, 60-100 nm)	> 2 000
<b>NaCl</b> (sel de table)	~5 500
<b>TiO<sub>2</sub></b> (filtrée, 30 nm)	5,5
<b>Fullerene</b> (filtrée, 10-20 nm)	0,5

NCC est « pratiquement non-toxique »

# Evaluation toxicologique



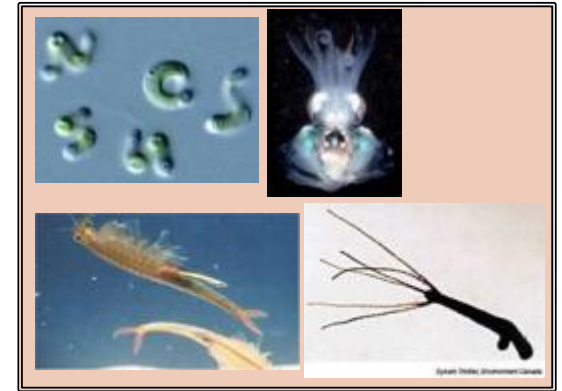
## FPIinnovations

**Essais de toxicité  
aigüe et chronique sur  
des poissons et des  
puces d'eau**



## Université d'Ottawa

**Essais d'éclosion et  
de survie sur le  
poisson zèbre**



## Environnement Canada

**Essais sur différentes  
espèces aquatiques**

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

# Toxicité chez les mammifères

- Inhalation
- Ingestion
- Dermatologie

Aucun effet court-terme

Effets long-termes  
présentement à l'étude

La NCC enregistrée en tant que nouvelle substance  
avec l'approbation de



Environnement  
Canada

Environnement  
Canada

en vertu du *Règlement concernant les substances nouvelles*

# Que retenir?

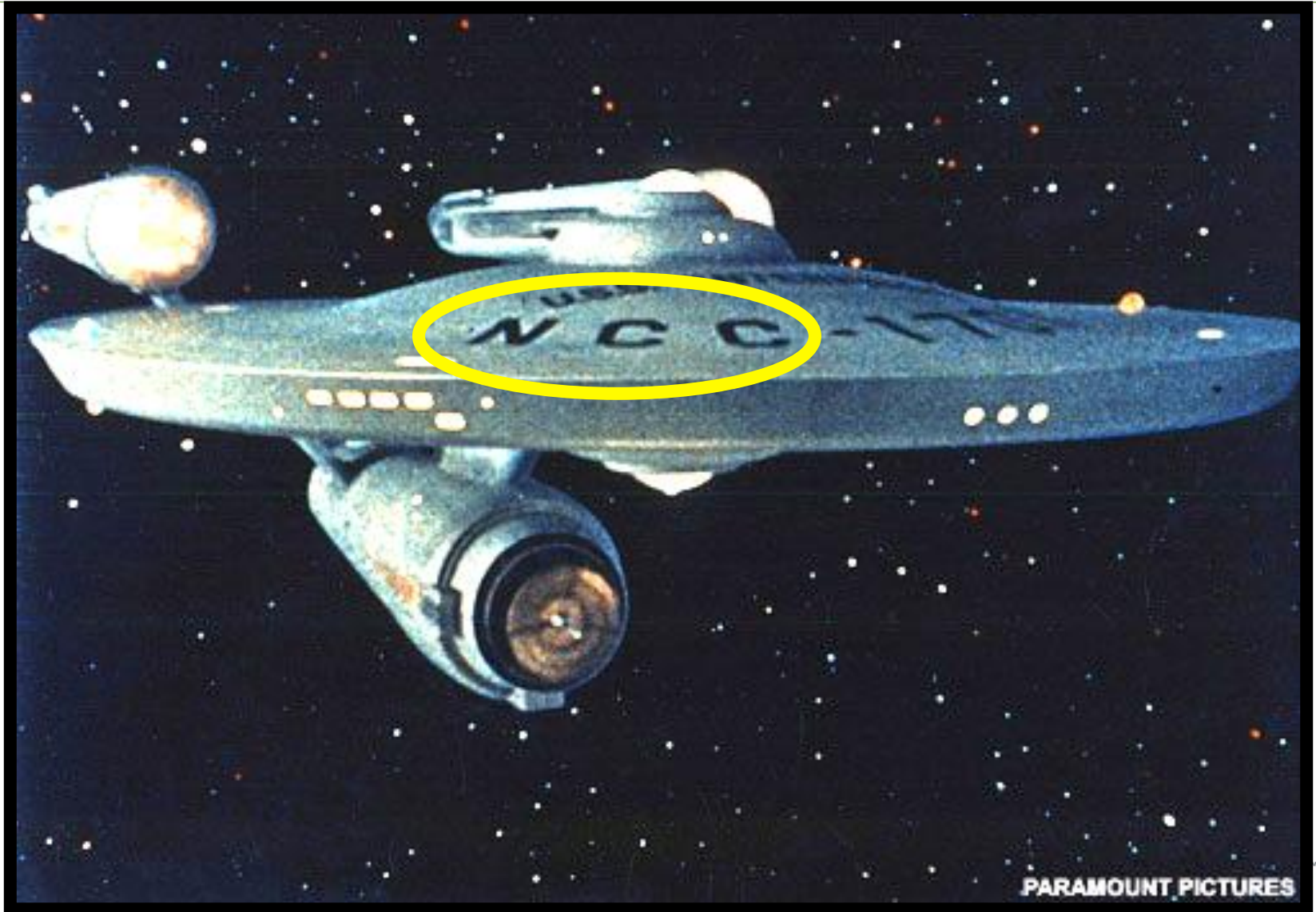
NCC:

Abondante  
Renouvelable  
Versatile  
Non-toxique

Utilisation  
Agricole:

Possible  
Intéressante  
Environnementale  
En cours de développement

# La NCC, matériau du 23<sup>ème</sup> siècle?



# Remerciements

- L'équipe de chercheurs de FPinnovations (Jean Bouchard, Stéphanie Beck) et collègues de l'IRDA (Daniel Cormier, Vincent Phillion)
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (Soutien à l'innovation en agroalimentaire)
- Partenaires de Fpinnovations (CelluForce, RNCAN, CNRC, MDEIE, MRI, MRNF, CRSNG, NanoQuébec, compagnies membres de FPInnovations)
- GSI Horticultural (maintenant WellPlant inc.)
- L'équipe du laboratoire de PFI (Mikael Larose, Gabrièle Meunier, Maude Lachapelle, Franz Vanoosthuyse, Sylvie Bellerose, Valentin Joubert, Julie Augustin...)

Des (nano)questions ?

