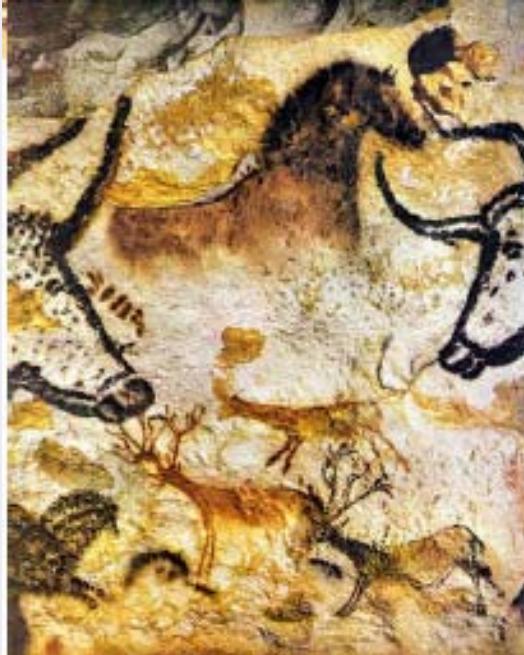


Matériaux polymères en couches minces

Introduction



Yves HOLL

PLAN

1. Introduction
2. Applications des couches minces polymères
3. Procédés / mécanismes de formation
4. Propriétés attendues
5. Spécificités

1. Introduction

Première question : D'où tu parles ?



EAHP École d'Application des Hauts Polymères

Strasbourg 1984 - 1995

ECPM École de Chimie Polymères Matériaux

Strasbourg 1995 - 1997

IUT SGM Science et Génie des Matériaux

Mulhouse 1997 - 2000

IPST Institut Professionnel des Sciences et Technologies

Strasbourg 2000 - 2007

ECPM École de Chimie Polymères Matériaux

Strasbourg 2007 -

Membre du GFP

Depuis toujours

Membre de la commission enseignement du GFP

Depuis 2002

Deuxième question :

qu'est-ce qu'un stage pédagogique du GFP ?

~~Congrès scientifique~~

~~Action de formation continue classique~~

Stage pédagogique du GFP

deux fonctions :

apport / actualisation de connaissances



discussion pédagogique / didactique

Stage pédagogique du GFP

INTERACTIVITE

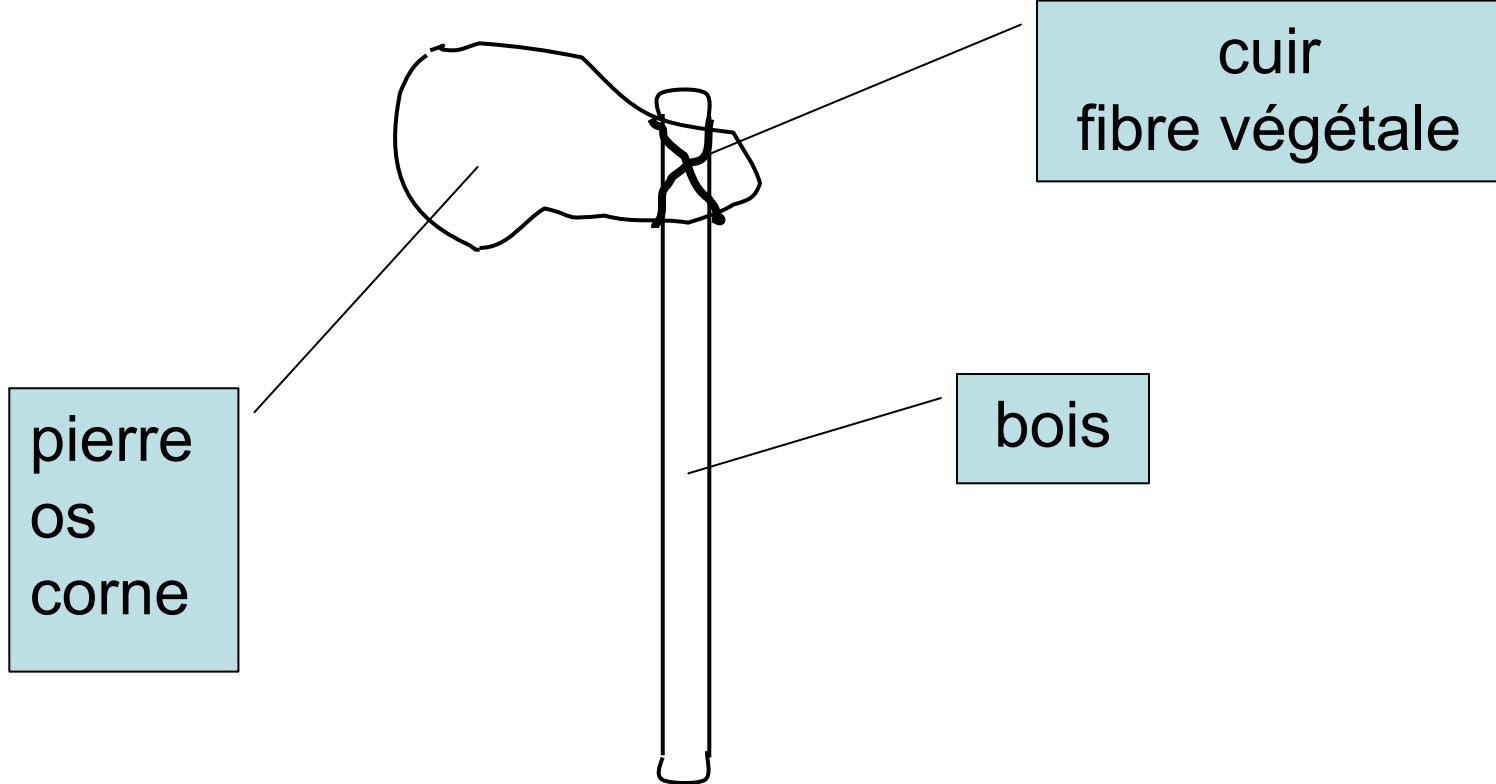
Matériaux polymères en couches minces

Ouverture / Intégration

Définition : matériau → matière + fonction

Matériau = matière qui sert à fabriquer les objets utiles à l'humanité

Ne pas confondre le matériau et l'objet



Surtout à l'état solide

(liquide ou gaz pour mise en forme)

Exceptions : • liquides dans les thermomètres

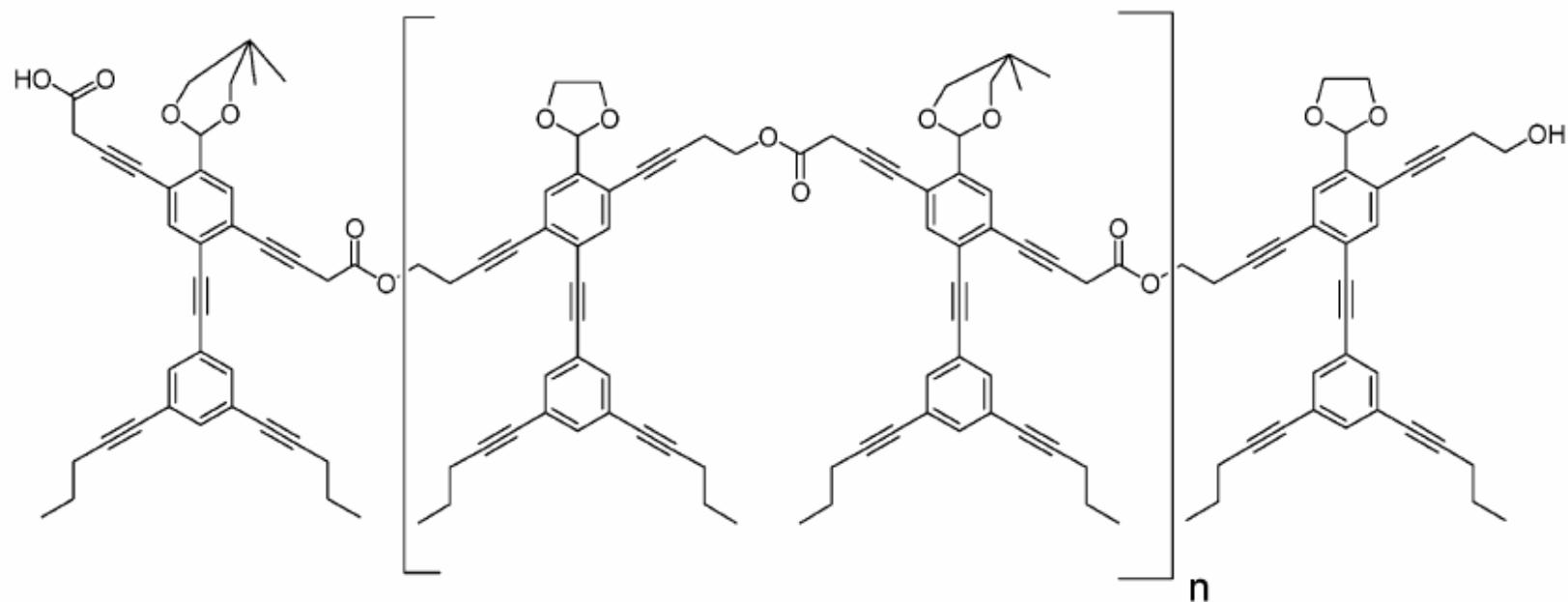
- cristaux liquides (afficheurs)
- gaz dans les tubes lumineux ("néon")

-

Science et génie des matériaux

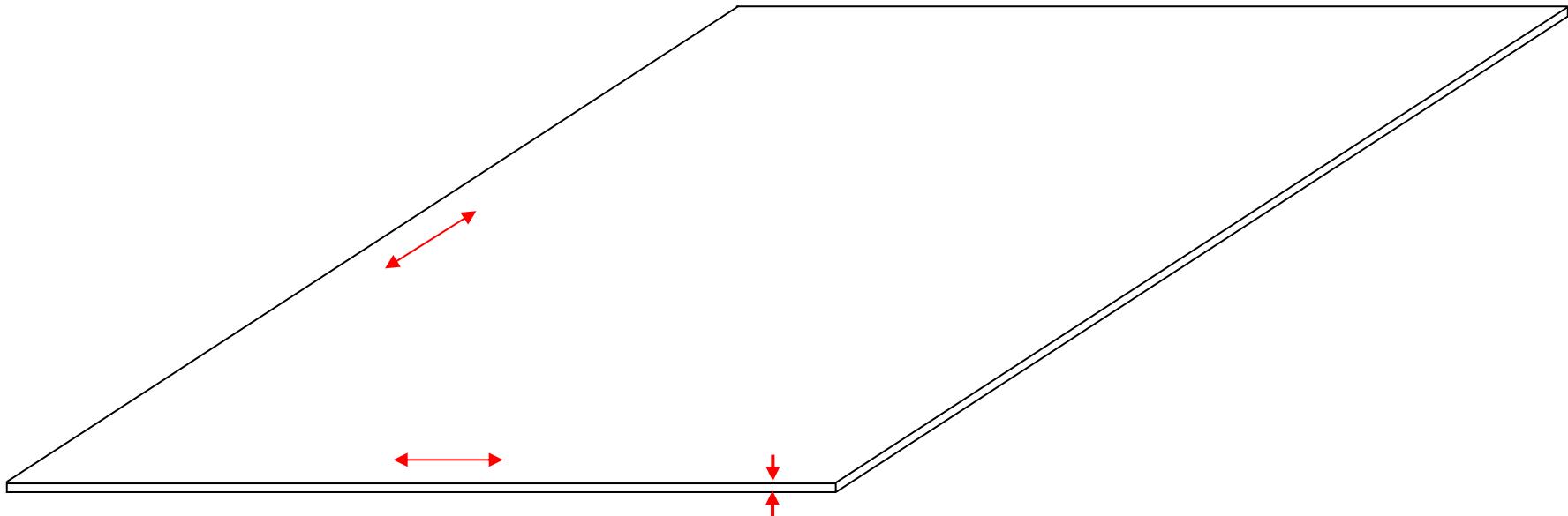
Science vs génie ?

Matériaux polymères en couches minces



J. Org. Chem. **2003**, *68*, 8750–8766

Matériaux polymères en couches minces

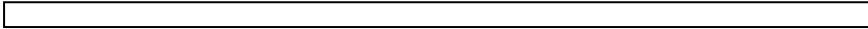


Films minces polymères

10^5

- quelques nanomètres
 - quelques dizaines de nanomètres
 - quelques dizaines de micromètres
- ↓
- quelques centaines de micromètres

non supporté



supporté



interfaciale

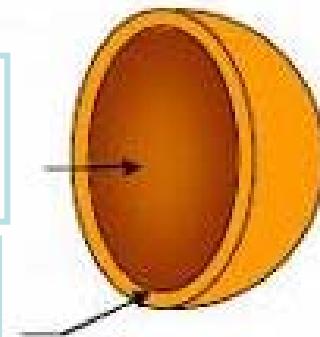


La couche mince n'est pas forcément :

➤ plane

Substance
encapsulée

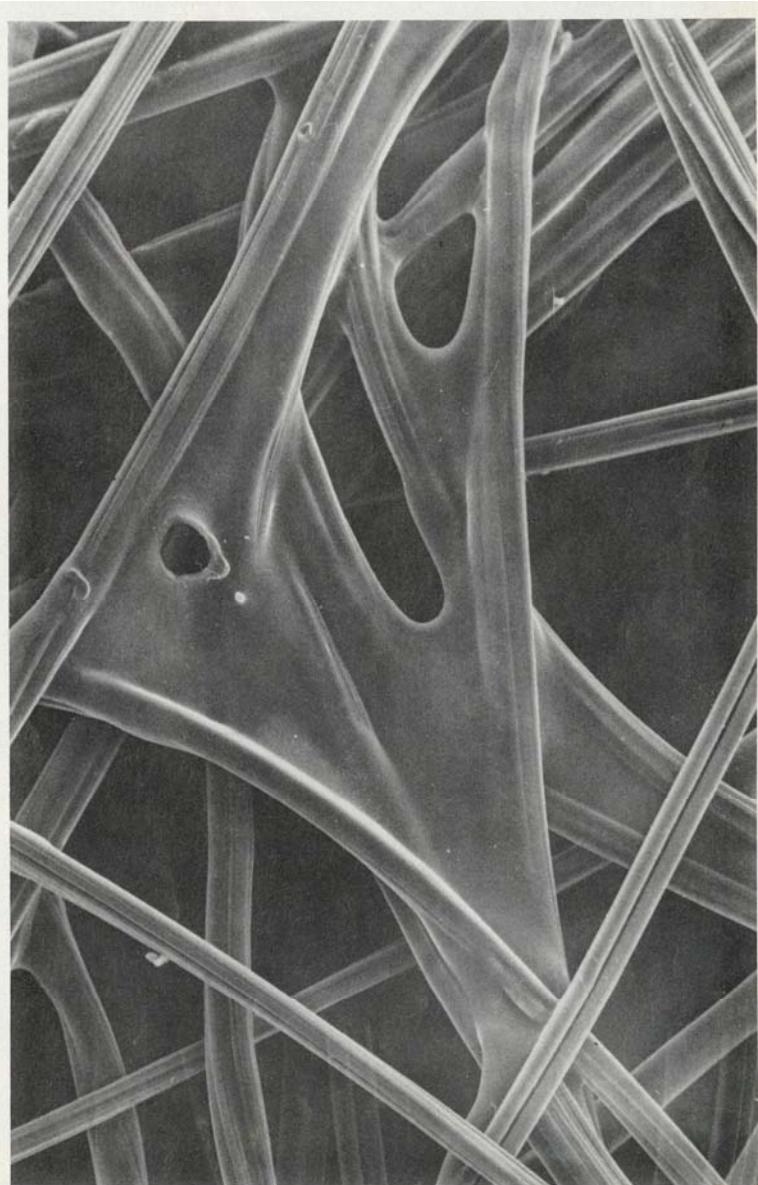
Membrane
polymère



➤ continue



Textile non tissé



JC Daniel
Pour la science
mars 1988

Couche mince

polymère pur
(presque)

Ex. Adhésif

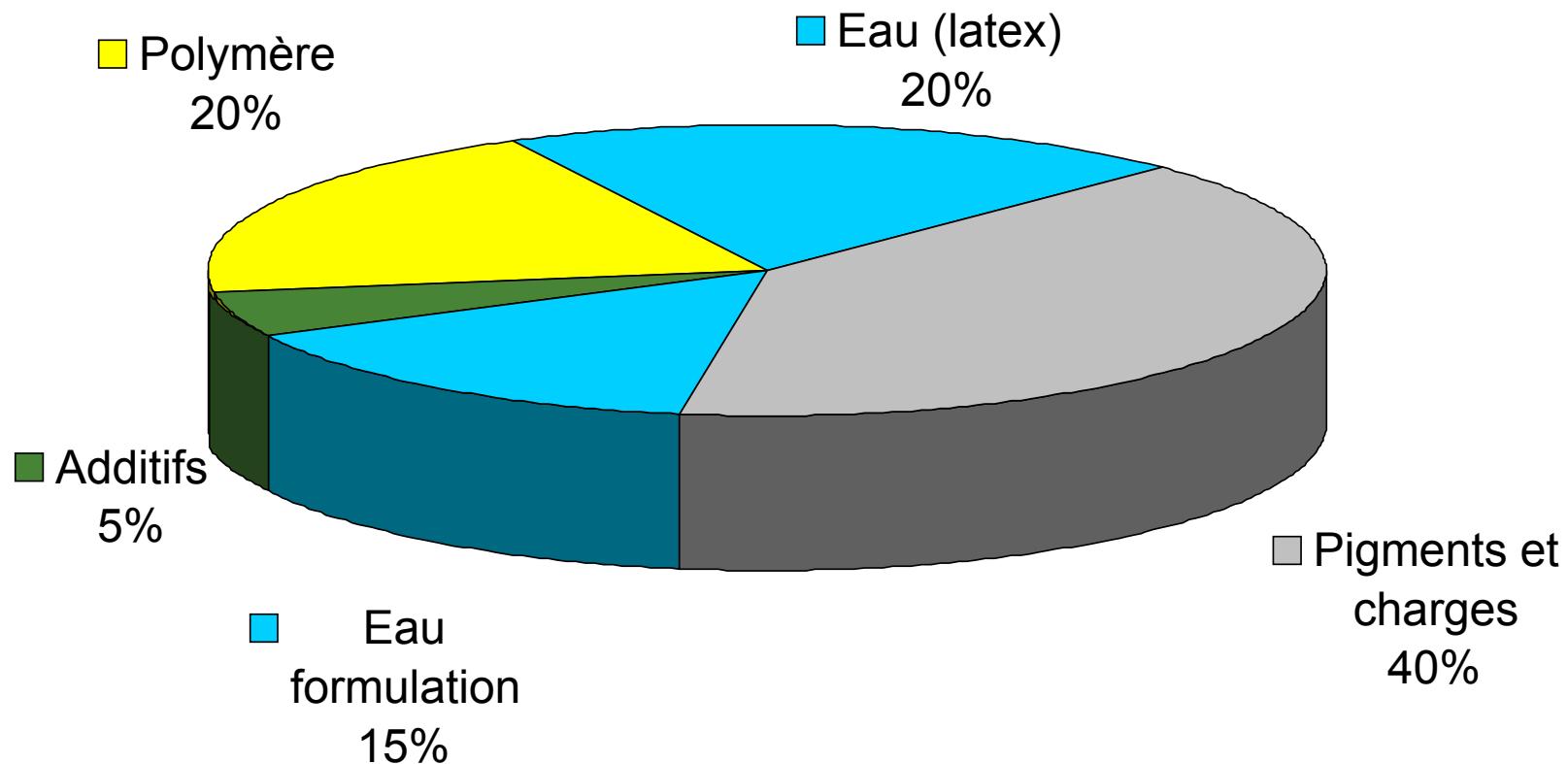


polymère chargé
(polymère minoritaire)

Ex. Peinture à base aqueuse



Composition d'une peinture aqueuse



Patrice Le Cornec, Rhodia

PLAN

1. Introduction

→ 2. Applications des couches minces polymères

3. Procédés / mécanismes de formation

4. Propriétés attendues

5. Spécificités

Énorme diversité

Films non supportés

- Emballage
- ...



Films supportés

- Peintures, vernis

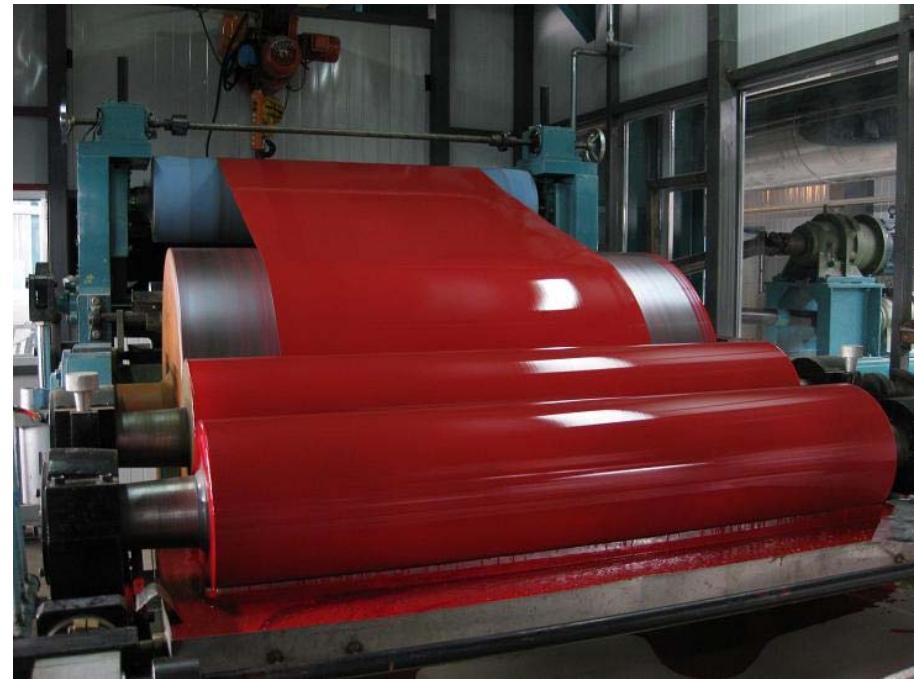




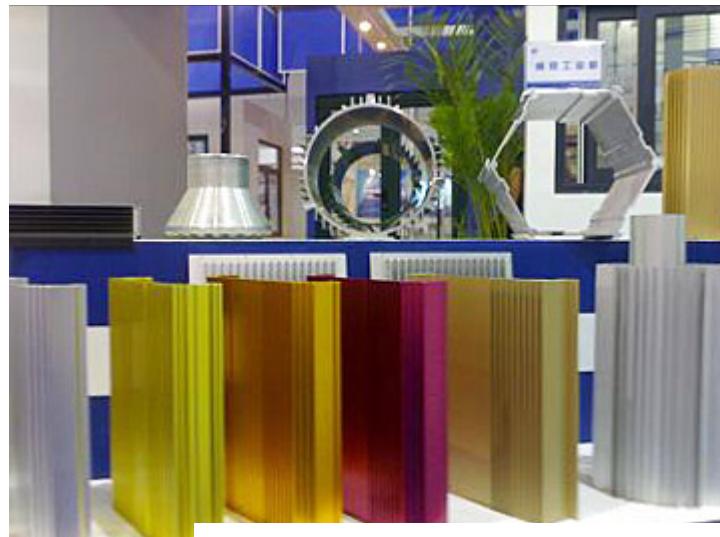
➤ Revêtements



Rouleaux d'aluminium



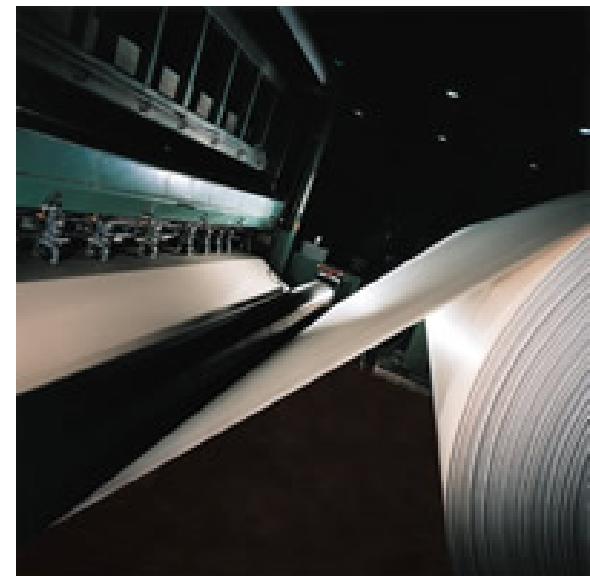
"Coil coating"



➤ Textiles



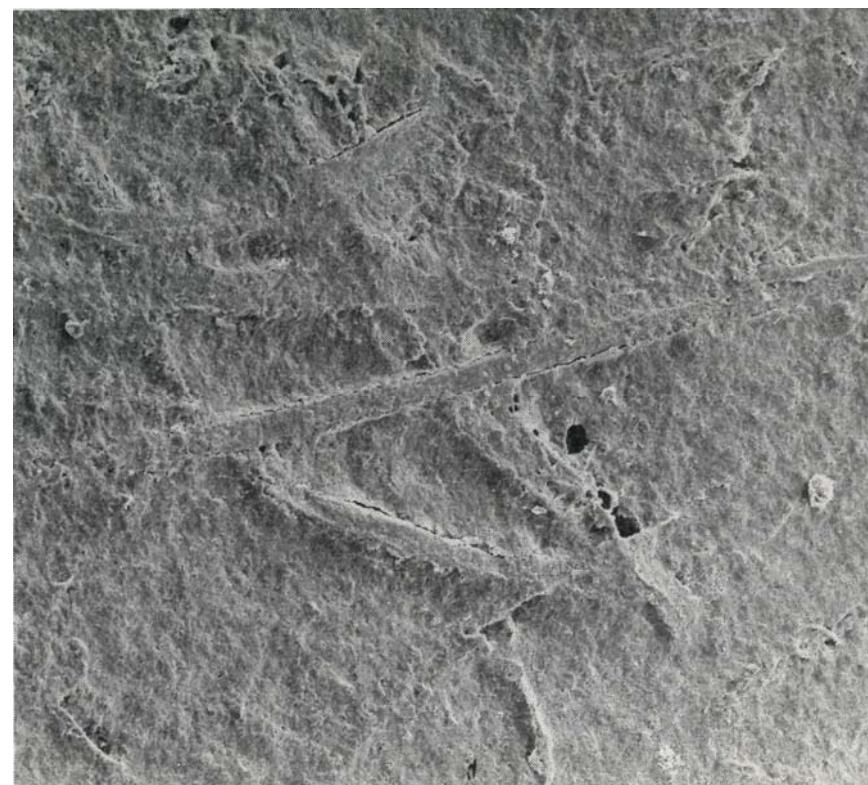
➤ Papier





papier brut
(journal)

x 100



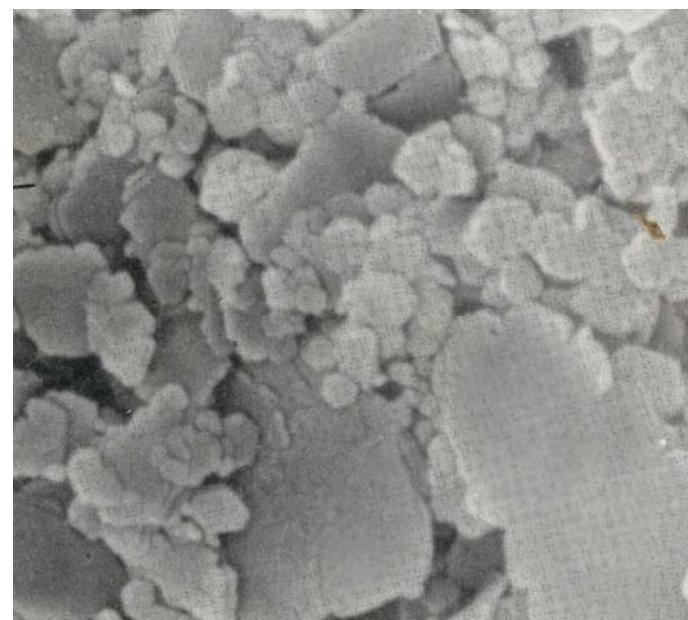
papier couché
(magazine)

JC Daniel Pour la science mars 1988



papier couché

x 1400



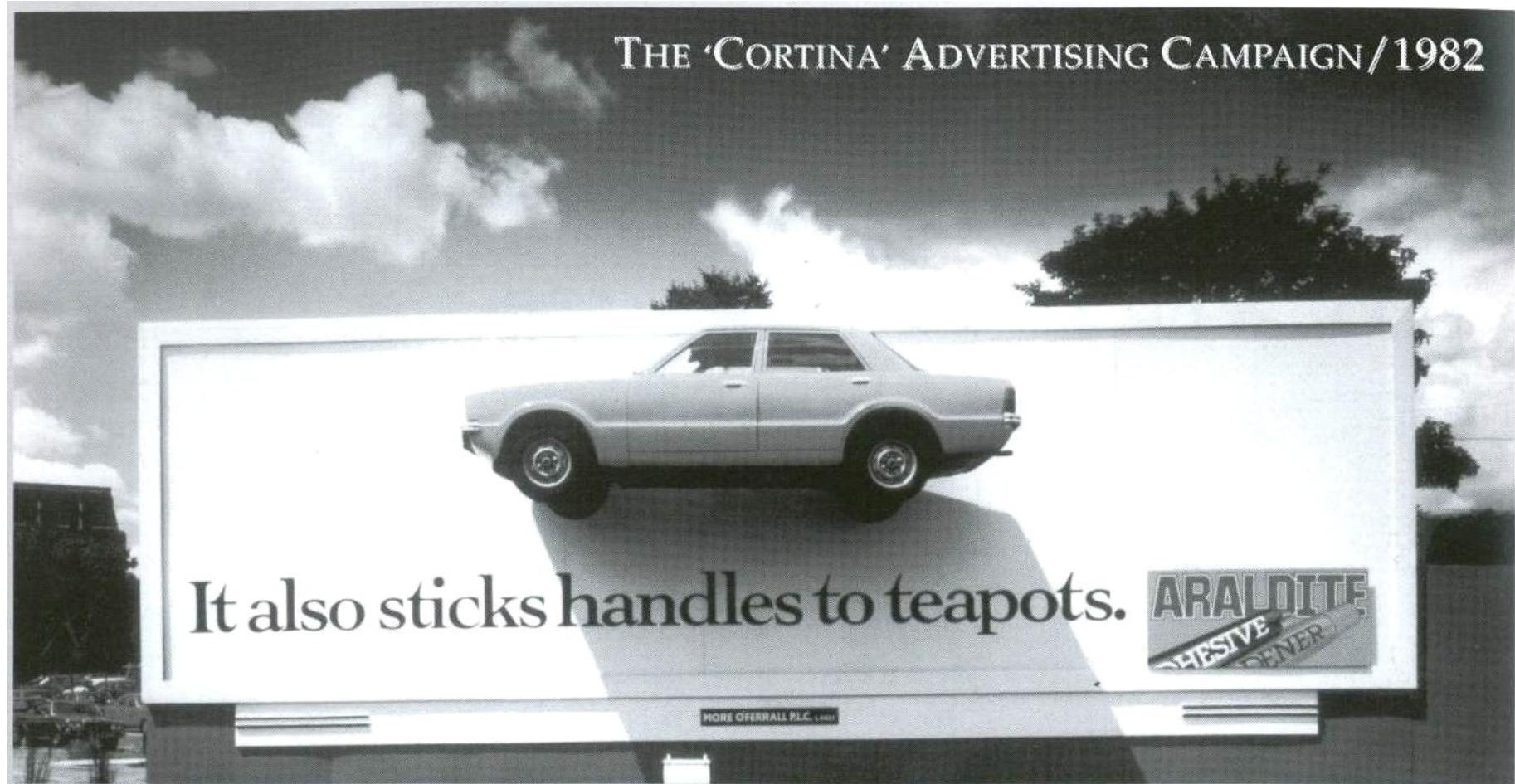
kaolin



papier couché
zone imprimée

➤ Adhésifs







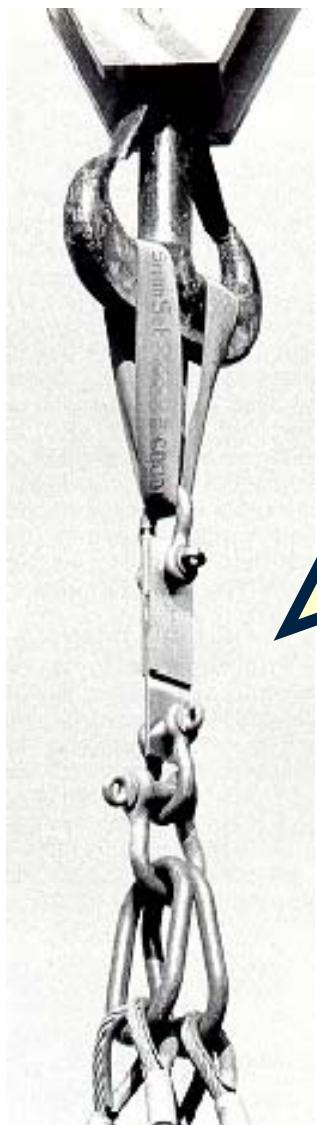
The tension mounts.

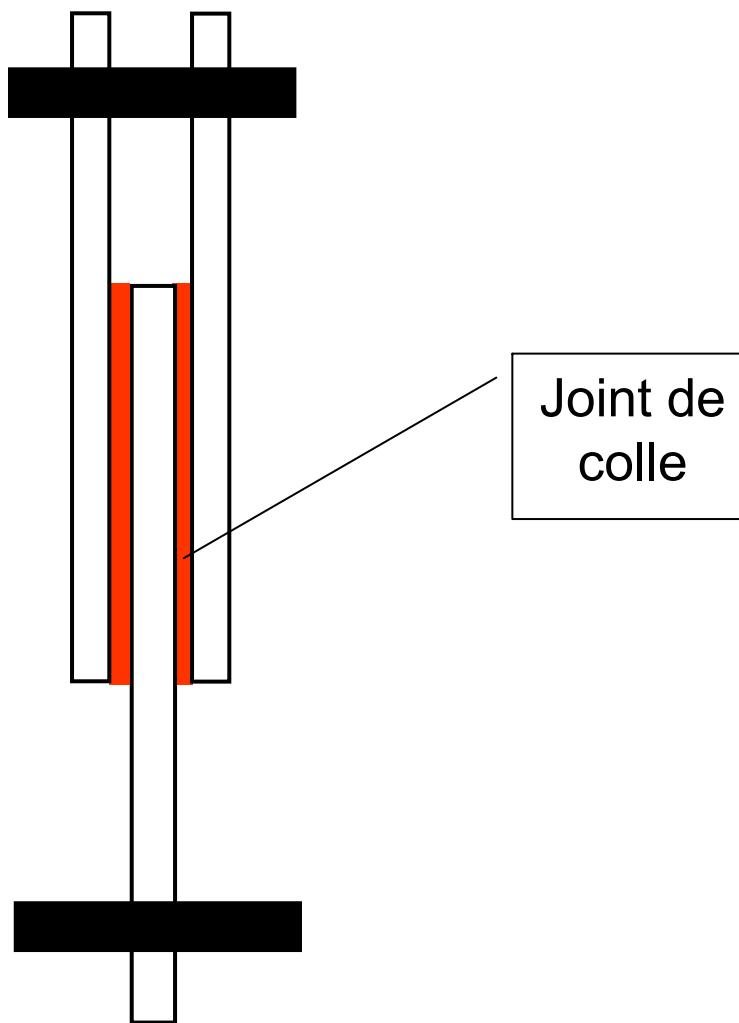


How did we pull it off?









➤ Encapsulation

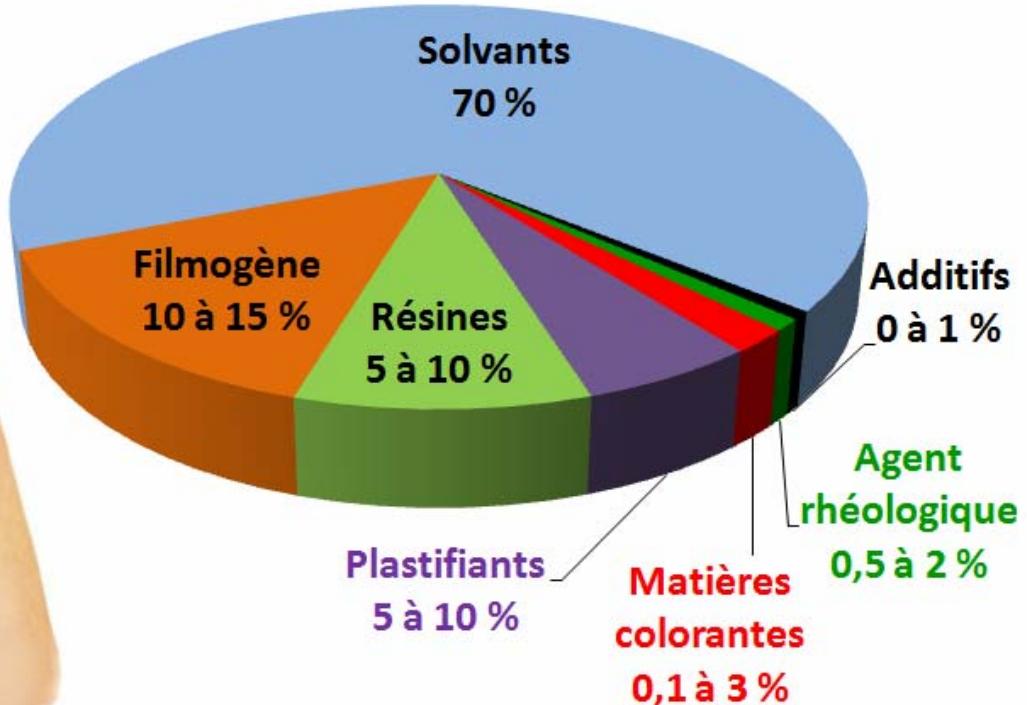


➤ Cosmétique



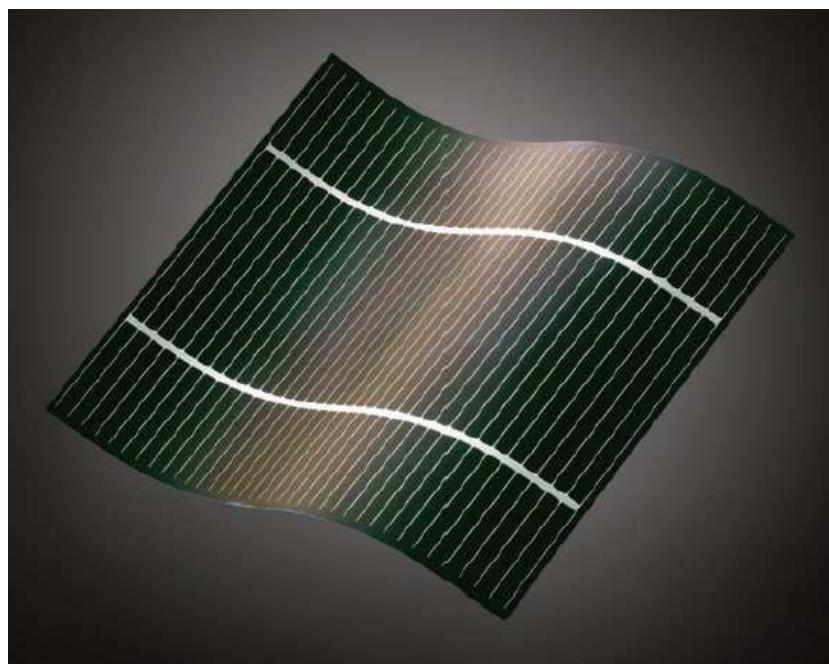
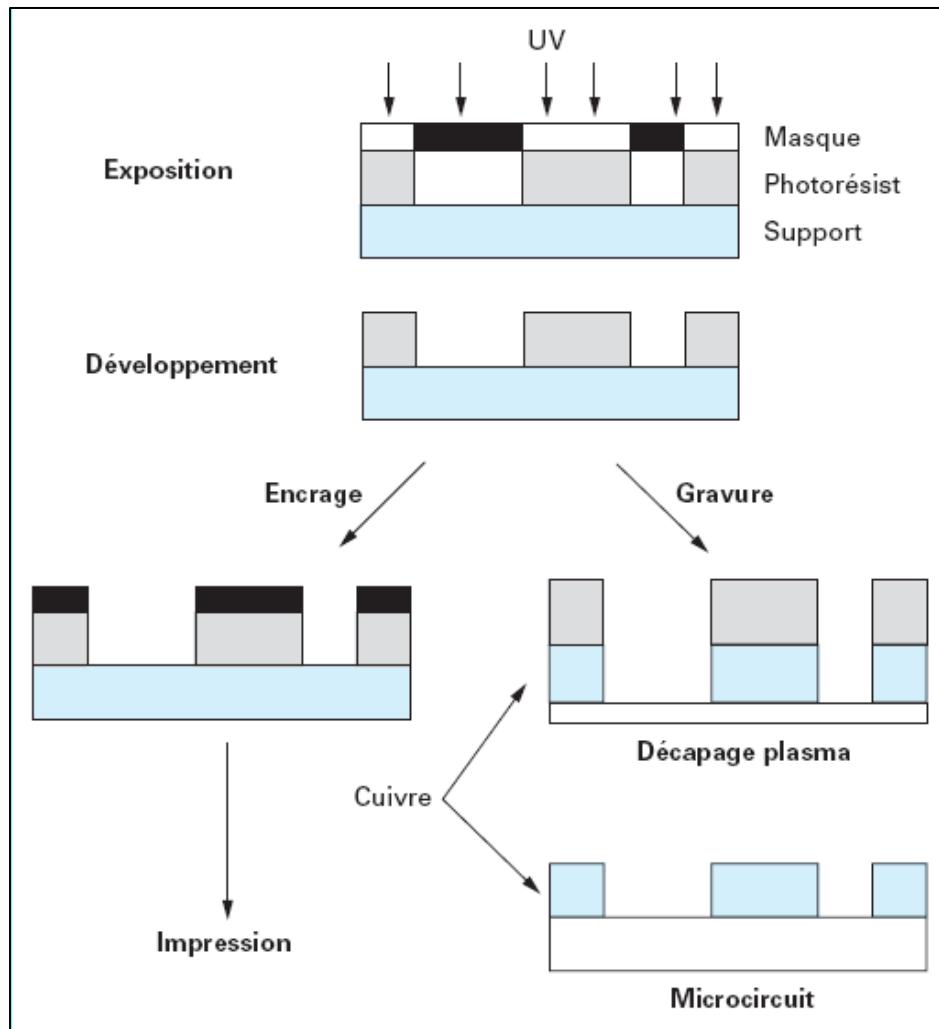


Composition type d'un vernis à ongles (en pourcentages massiques)

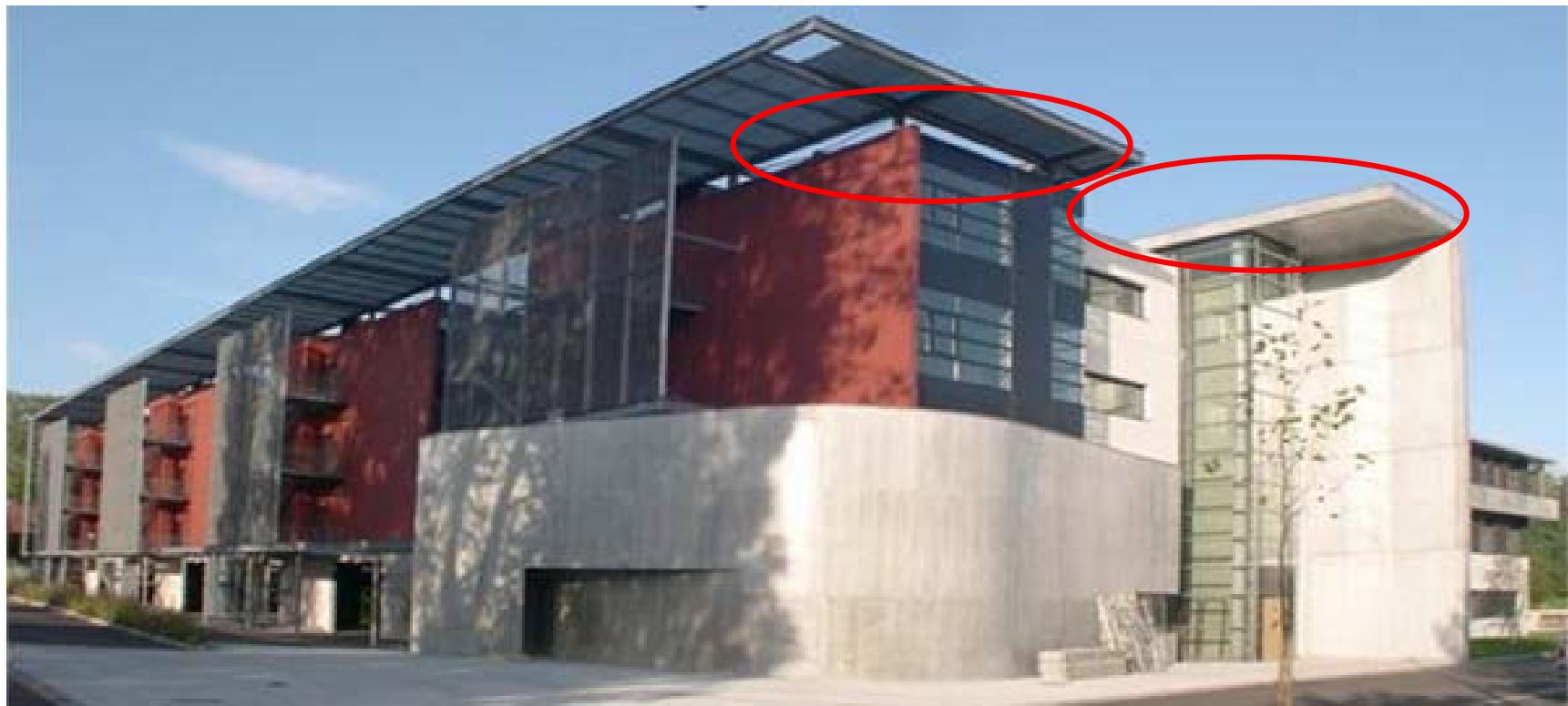


5

➤ Électronique, photovoltaïque



➤ Étanchéité



Institut Charles Sadron Strasbourg

Films non supportés

- Emballage
- ...

Films supportés

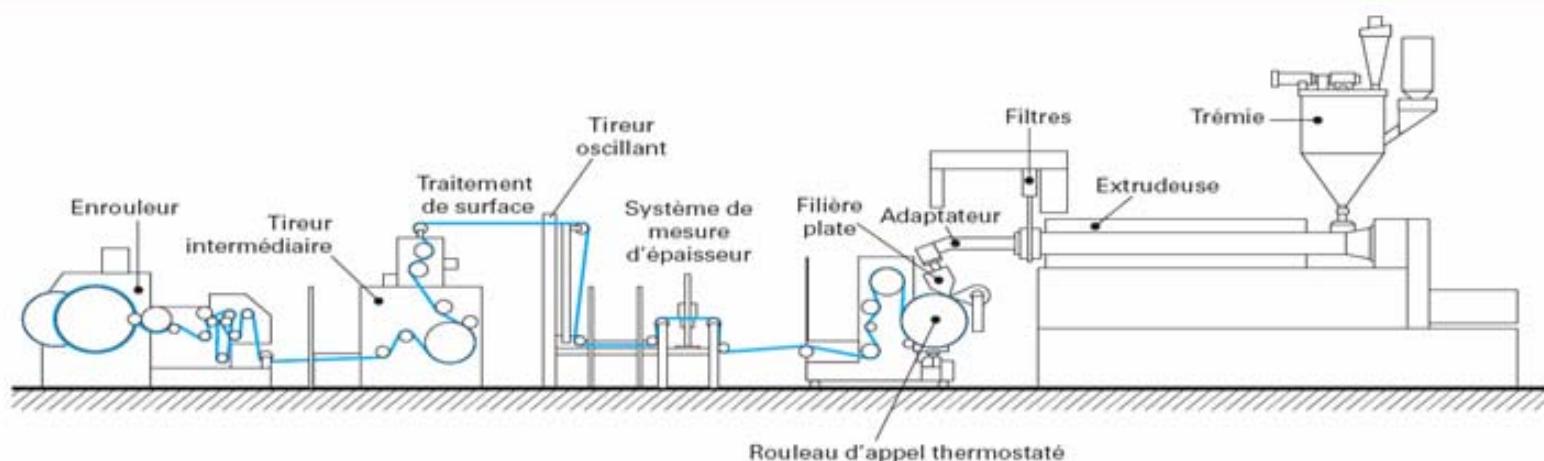
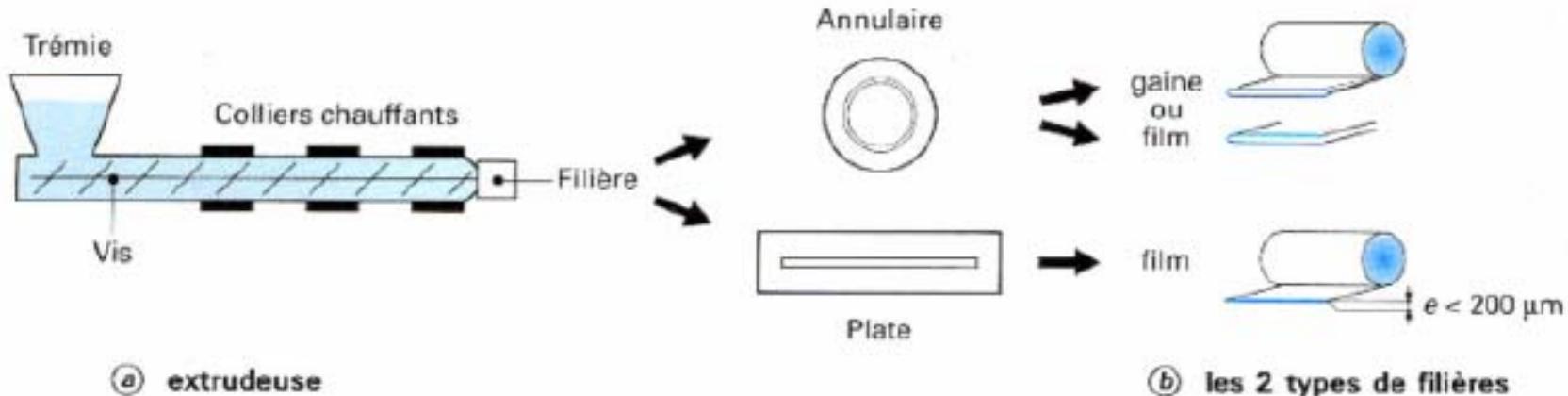
- Peintures, vernis
- Revêtements
- Textiles
- Papier
- Adhésifs
- Encapsulation
- Cosmétique
- Électronique
- Étanchéité
-

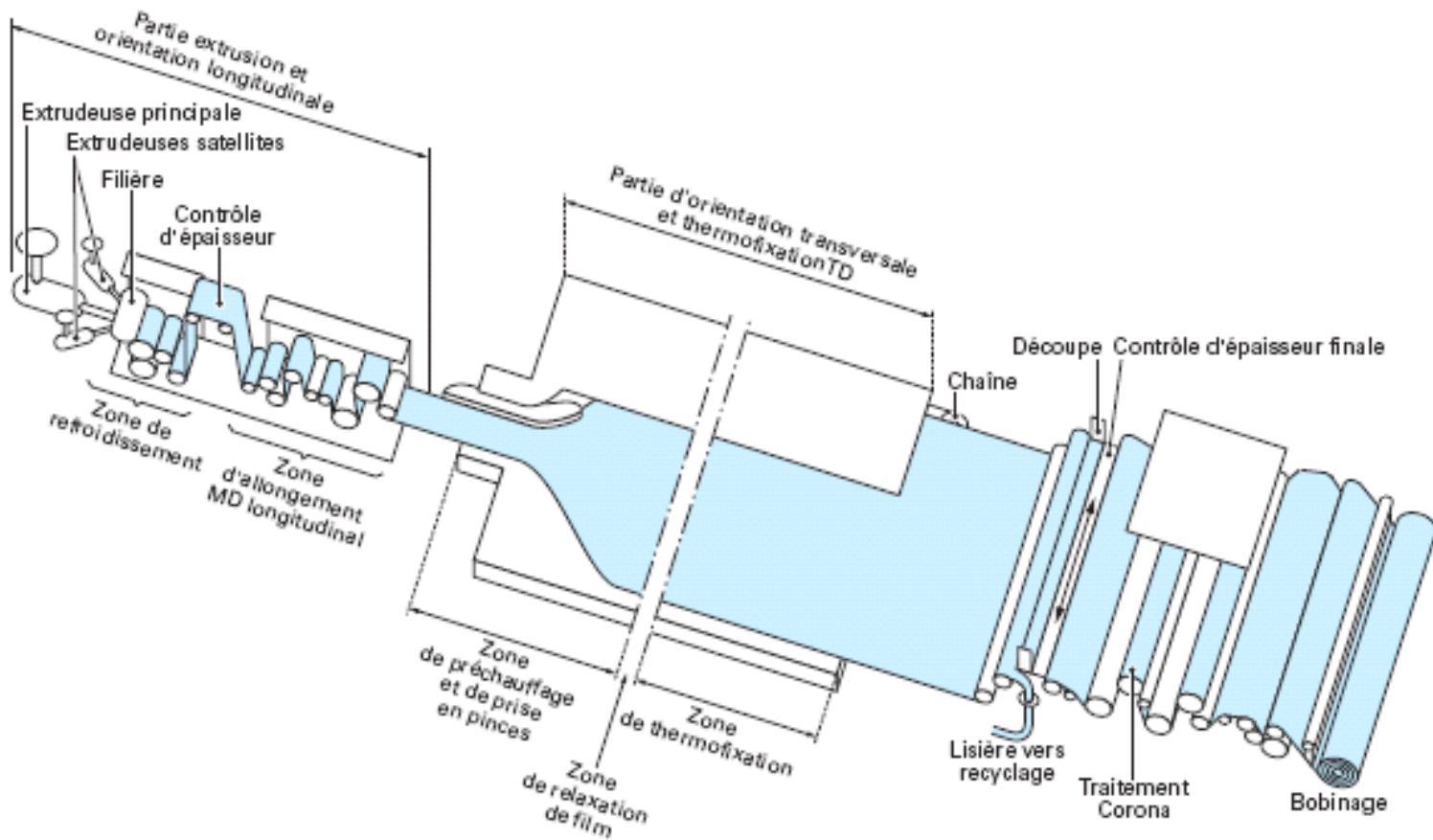
PLAN

1. Introduction
2. Applications des couches minces polymères
- 3. Procédés / mécanismes de formation
4. Propriétés attendues
5. Spécificités

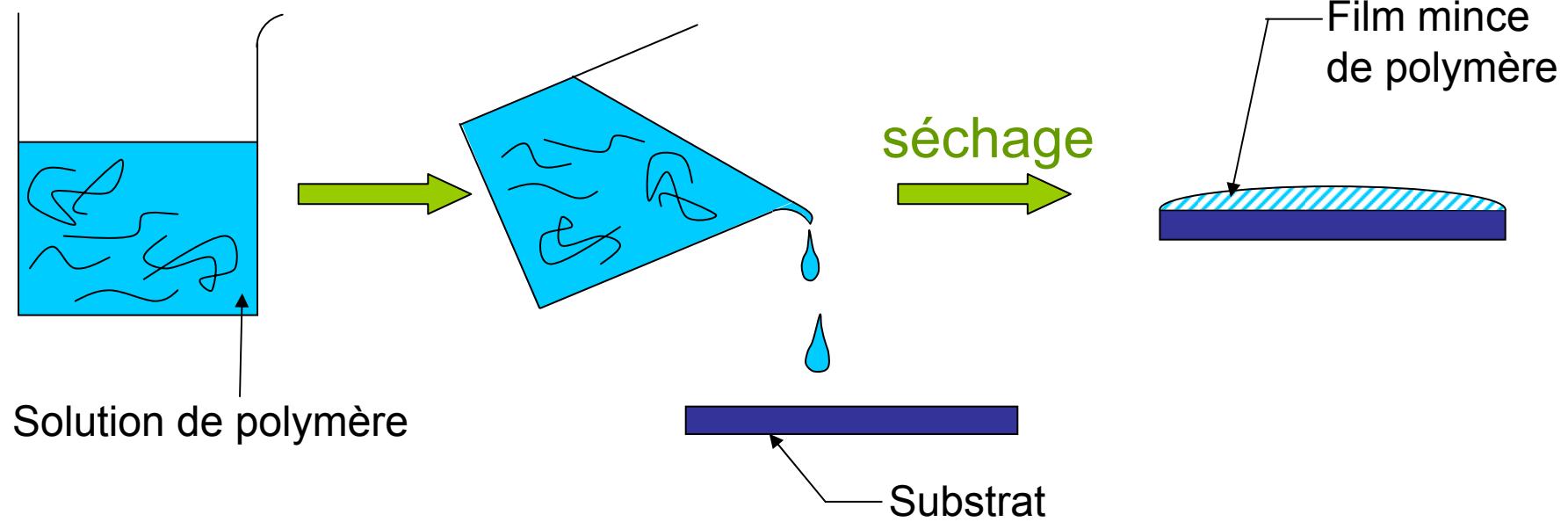
Préparation des films à partir de :

➤ fondus

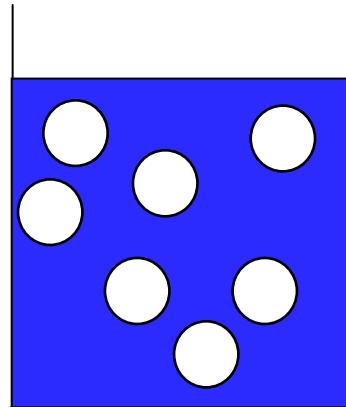




➤ solutions



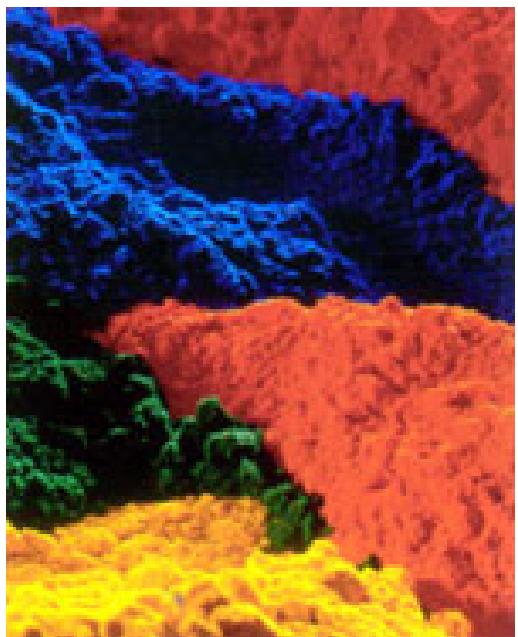
➤ colloïdes polymères



~~Composés Organiques Volatils (COV)~~

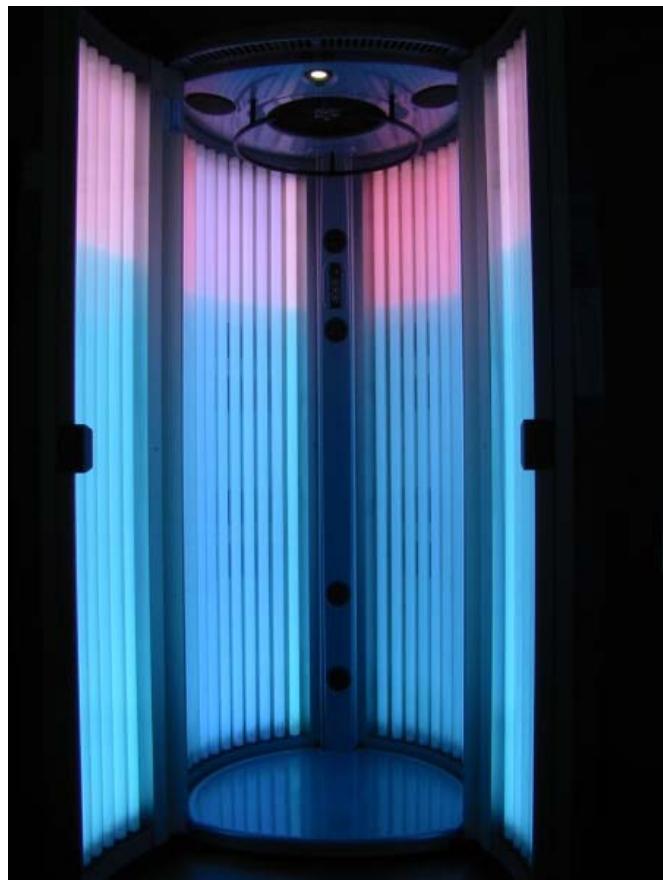
?

➤ poudres





➤ liquides réticulables sous UV



➤ systèmes électrochimiques

Deux grandes techniques :

Electrophorèse (cataphorèse, anaphorèse)

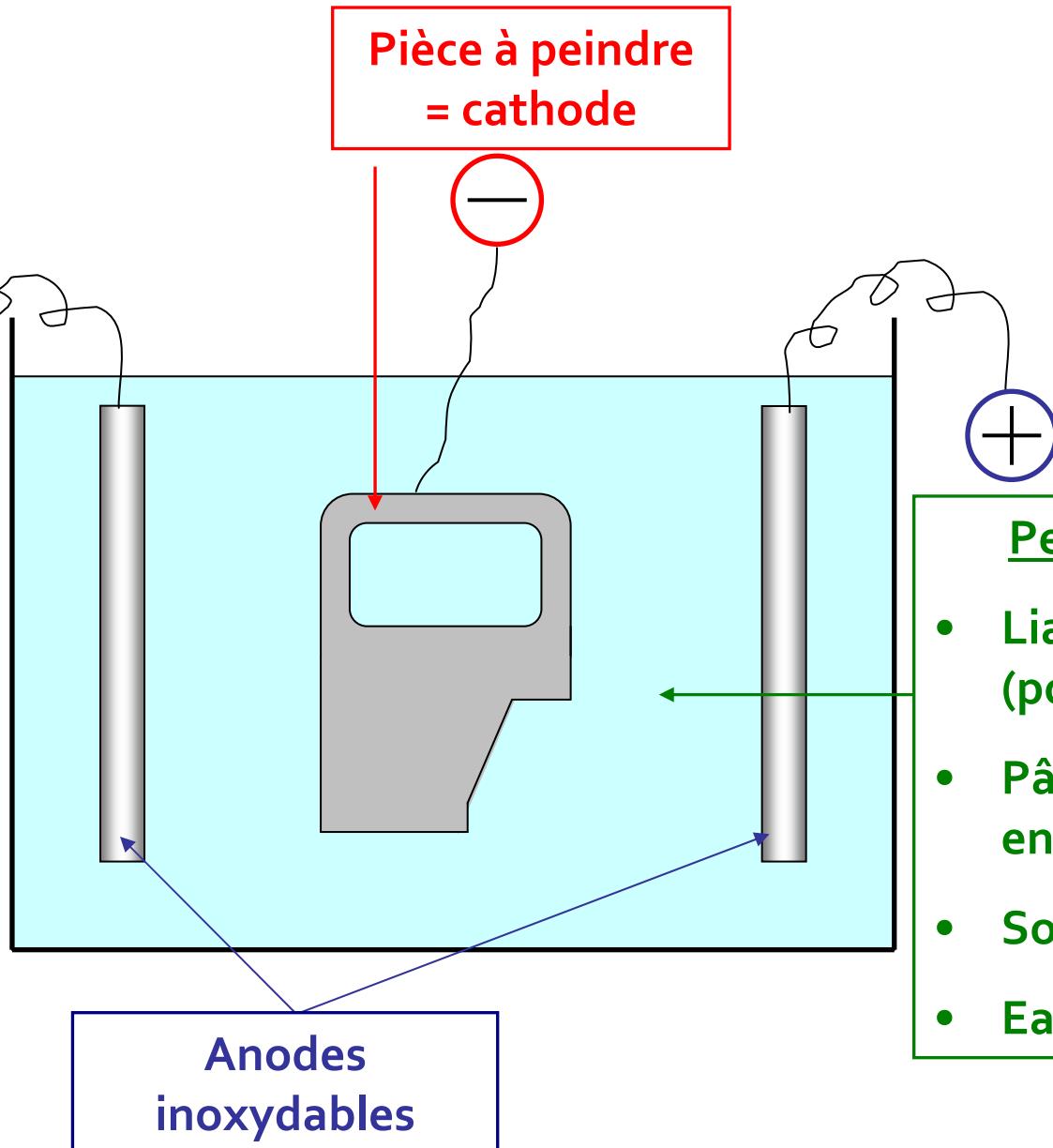
→ Electrodéposition d'un polymère en solution

Polymérisation électrochimique

→ Polymérisation amorcée à l'électrode d'un monomère en solution

Cataphorèse

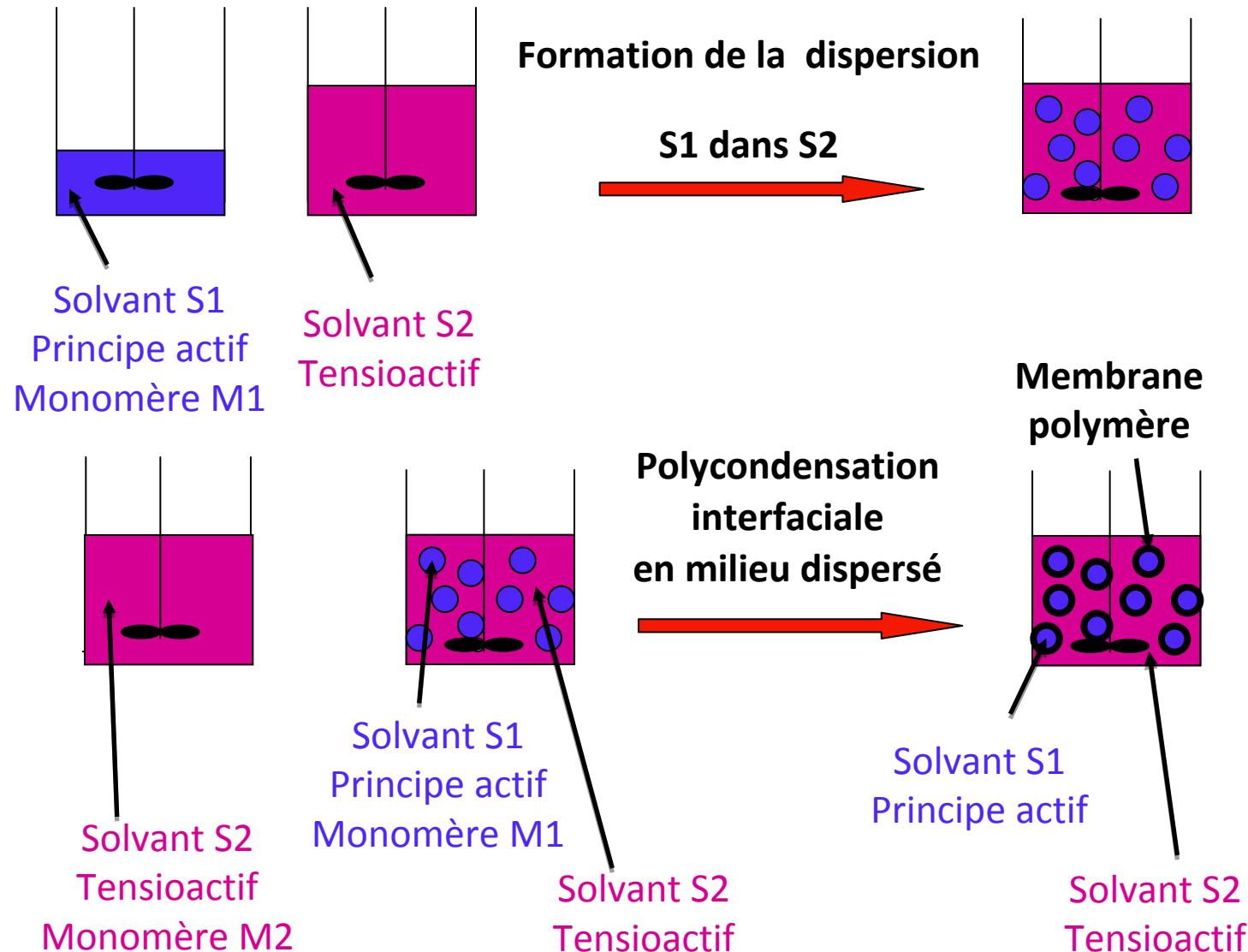




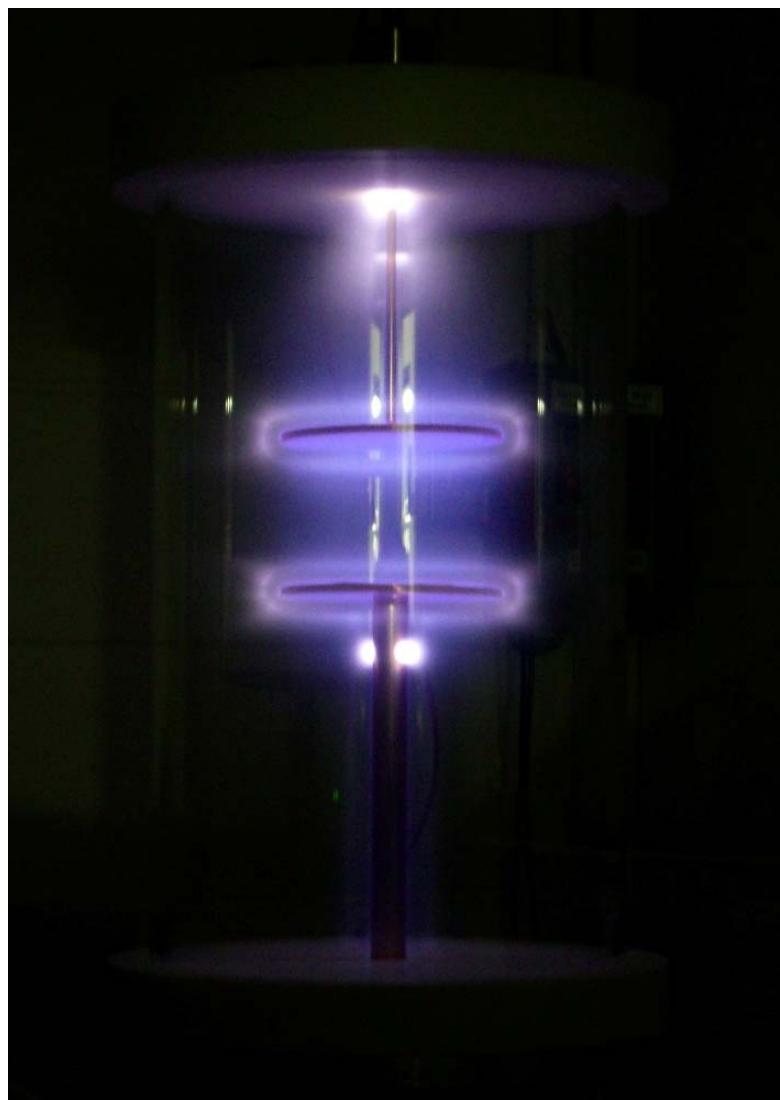
Peinture hydrosoluble

- Liant principal + AcCOOH (polymère cationique)
- Pâte pigmentaire enrobée
- Solvants organiques (5%)
- Eau = milieu d'électrolyse

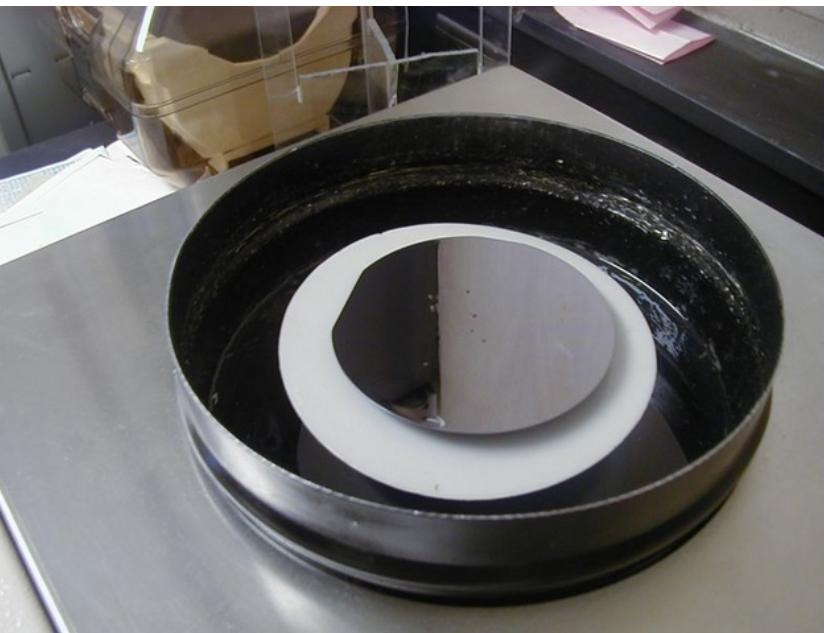
➤ polycondensation interfaciale

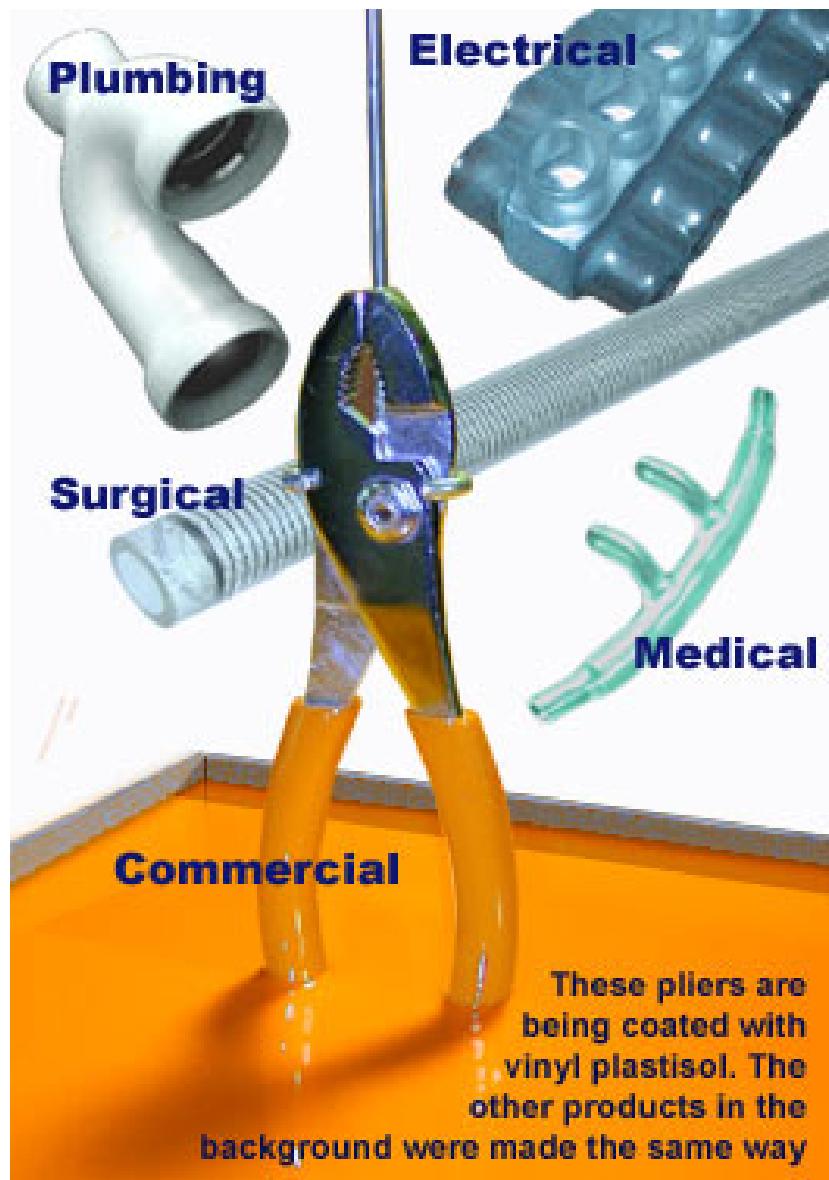
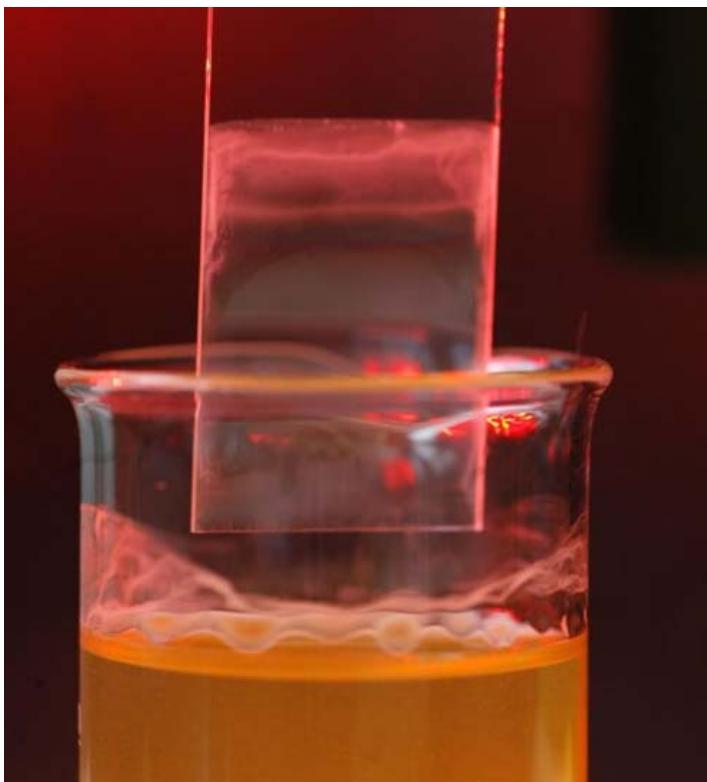


➤ polymérisation plasma

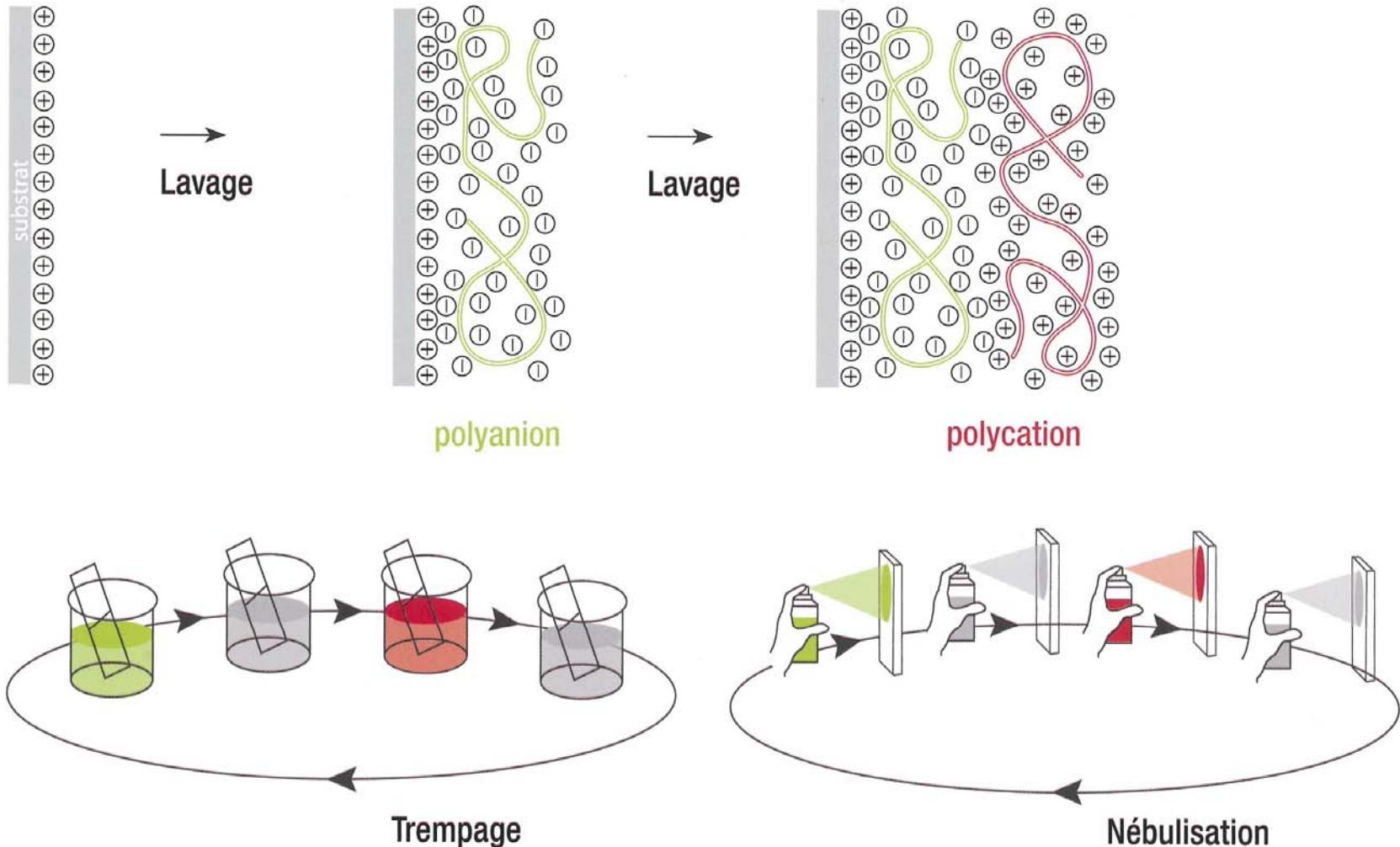


- "spin-coating"; "dip-coating"; "spray-coating"





Multicouches de polyélectrolytes



ICS – CNRS brochure Cronenbourg 2010

préparation de films minces à partir de :

- fondus
- solutions
- colloïdes polymères
- poudres
- liquides réticulables sous UV
- systèmes électrochimiques
- polycondensation interfaciale
- polymérisation plasma
- "spin-coating"; "dip-coating"; "spray-coating"
-

PLAN

1. Introduction
2. Applications des couches minces polymères
3. Procédés / mécanismes de formation
- 4. Propriétés attendues
5. Spécificités

Principales *fonctions* des couches minces polymères :

- Esthétique
- Protection
- Cohésion
- Spécifiques
 - stockage de données
 - conversion d'énergie
 -

Principales propriétés attendues :

- Adhésion
- Perméabilité
- Résistance mécanique
 - traction, cisaillement, flexion,...
 - dureté, abrasion, rayure,
- Résistance thermique (chaleur, feu)
- Électrique
- Magnétique

Principales propriétés attendues (suite) :

➤ Propriétés de surface

- hydrophilie, hydrophobie
- biocompatibilité
- antusalissure
- bactéricide

➤ Résistance chimique

- solvants, acides, bases, ...

➤ Propriétés optiques

- brillance, transparence, couleur, ...

➤ Propriétés d'usage

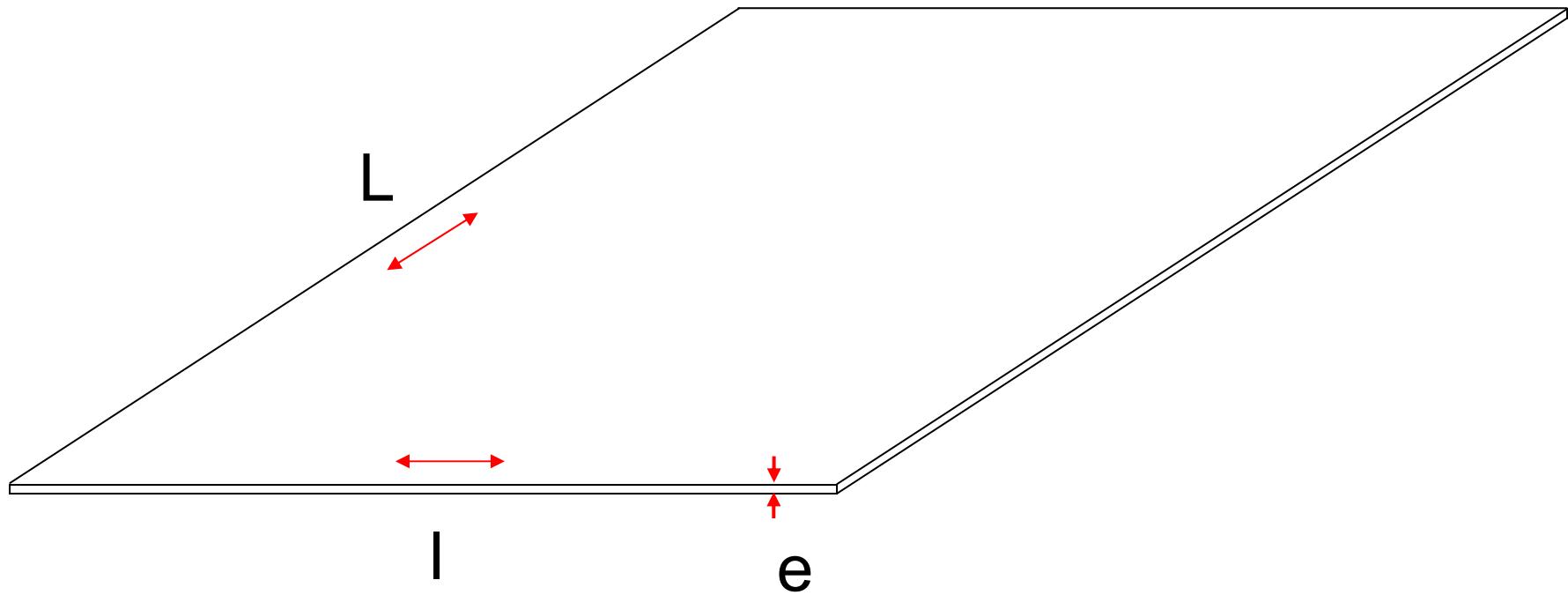
- faible odeur
-

PLAN

1. Introduction
2. Applications des couches minces polymères
3. Procédés / mécanismes de formation
4. Propriétés attendues
5. Spécificités



a. Importance relative de la surface



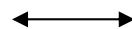
$$\frac{\text{Surface}}{\text{Volume}} = \frac{L.l.}{L.l.e} = \frac{1}{e}$$
 → colloïdes

Importance du terme énergie de surface
tension d'interface

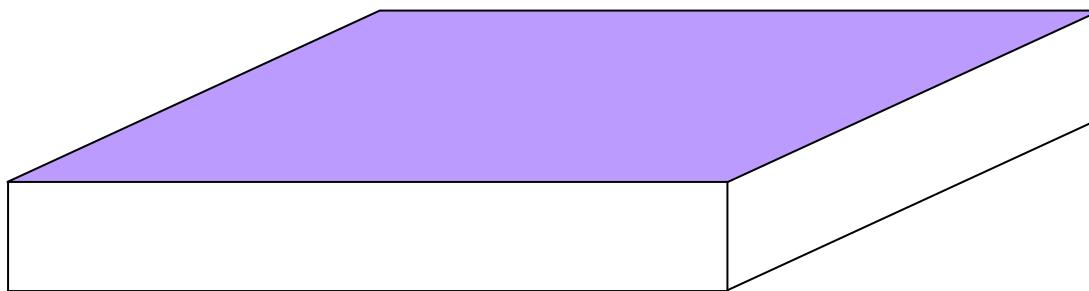
des propriétés d'adsorption

des propriétés particulières de la surface

Matériaux polymères
en couches minces



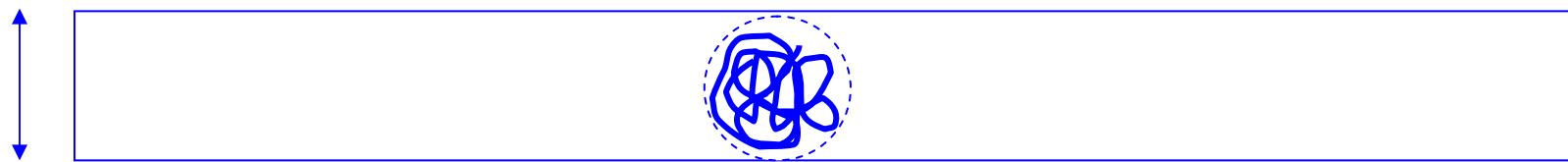
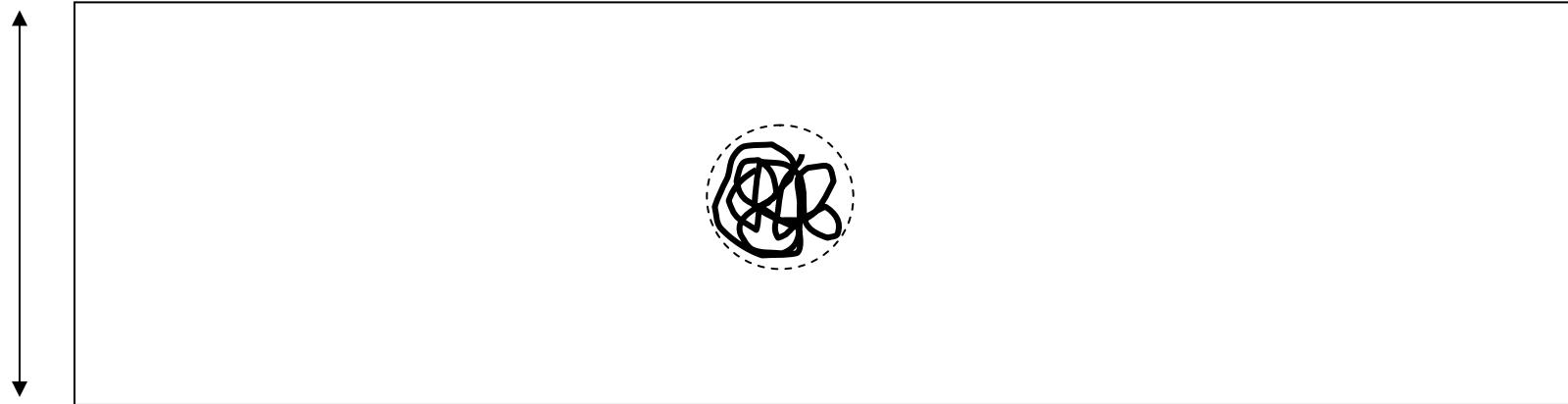
Surfaces des matériaux
polymères massifs



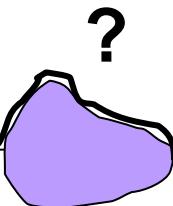
- ségrégation des bouts de chaînes ?
- ségrégation de segments particuliers ?
(hydrophile / hydrophobe)
- mobilité en surface ?
- ségrégation d'additifs ?
(plastifiants, tensioactifs,...)

b. Confinement

- des chaînes



- des charges



?

c. Propriétés directement dépendantes de l'épaisseur

- perméabilité
- optique (transparence,...)
- mécanique (frottement,...)
- ...

d. Techniques spécifiques d'étude

Épaisseur ?

- ellipsométrie
- interférométrie
- profilométrie
- réflectivité
- ...

Techniques d'étude des surfaces