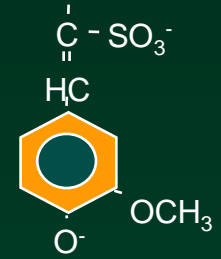


# DOCTORAT EN GÉNIE PAPETIER

---



## OPTIMISATION DU PROCÉDÉ AU SULFITE NEUTRE (NSSC) : PÂTES ET LIQUEURS RÉSIDUELLES

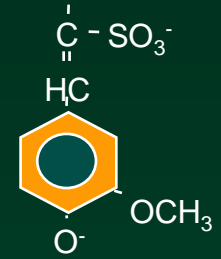
MARÍA CRISTINA AREA

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC  
À TROIS-RIVIÈRES

2000

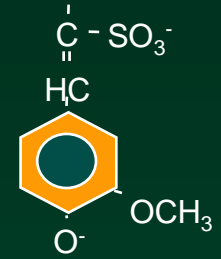
# PROBLÉMATIQUE

---



- ❖ Tendance actuelle des nouveaux procédés de mise en pâte:
  - /// procédés de moindre capacité de production
  - /// moins de produits chimiques utilisés
  - /// moins perturbants pour l'environnement

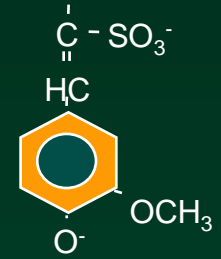
# LE PROCÉDÉ NSSC: CARACTÉRISTIQUES



- ❖ Composition de la liqueur de cuisson:
  - /// Sulfite de sodium 8 - 20% +
  - /// 2,5 - 5% sur bois d'un agent alcalin agissant comme tampon (du carbonate, du bicarbonate ou de l'hydroxyde de sodium)
- ❖ Rendements: de l'ordre de 75 à 85%
- ❖ Sélectivité élevée

# ***NSSC : TENDANCES***

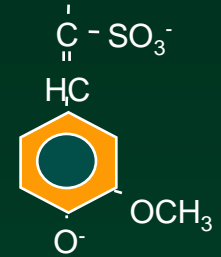
---



- ❖ **Utilisation générale:** fabrication du carton cannelure
- ❖ **Autres utilisations:** papiers impression et écriture, papiers commerciaux et papier tissus
- ❖ **Tendance:** remplacement partiel de pâtes kraft pour papiers d'emballage
- ❖ **Projection de la F.A.O.:** procédé en croissance

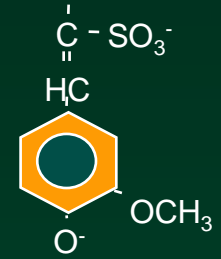
# LE PROCÉDÉ NSSC: CARACTÉRISTIQUES

---



- ❖ **Flexibilité:** utilisation de différents tampons, possibilité d'ajout d'antraquinone
- ❖ **Rendements** plus élevés que le procédé kraft pour résistances semblables
- ❖ **Blanchiment** plus facile
- ❖ **Besoin en énergie de raffinage** moindre

# PROBLÉMATIQUE DU PROCÉDÉ NSSC



## ❖ Économie:

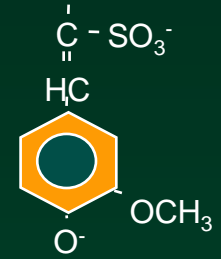
- /// Procédé employé surtout dans des petites usines
- /// Installations souvent dans les pays en voie de développement

## ❖ Environnement:

- /// Les liqueurs résiduelles (LR) NSSC sont souvent envoyées directement dans les cours d'eau
  - Récupération des LR: récupération croisée ("cross-recovery")
    - Taux élevé de cendres (environ 40%).
    - Capacité calorifique faible: 6,3-12,7 GJ/t.

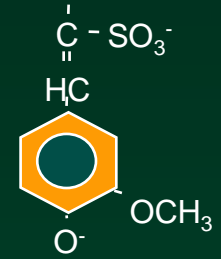
# OBJECTIF DU TRAVAIL

---



- ❖ L'optimisation du procédé NSSC (peuplier) en laboratoire et à l'échelle pilote vise à réduire la quantité des produits chimiques utilisés
- ❖ Via la récupération des liqueurs résiduelles, on recherche leur transformation en sous-produits à valeur ajoutée
  - /// *Tout en augmentant la qualité de l'effluent, ce qui permettrait d'améliorer la rentabilité du procédé*

# PLAN DE TRAVAIL

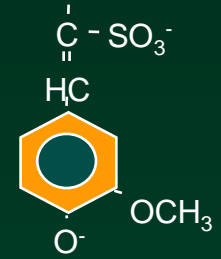


1. Optimisation du procédé NSSC
  1. Pâtes
  2. Liqueurs résiduelles (LR)
2. Caractérisation des LR
3. Ultrafiltration des LR
  1. Séparation de leurs composants
4. Utilisation des LR comme additif
  - Fabrication du carton cannelure
5. Greffage des lignosulfonates (LS)
6. Diagrammes d'écoulement proposés
7. Conclusions



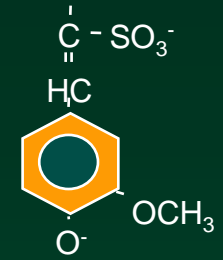
# ***(1) OPTIMISATION DU PROCÉDÉ NSSC: OBJECTIF***

---

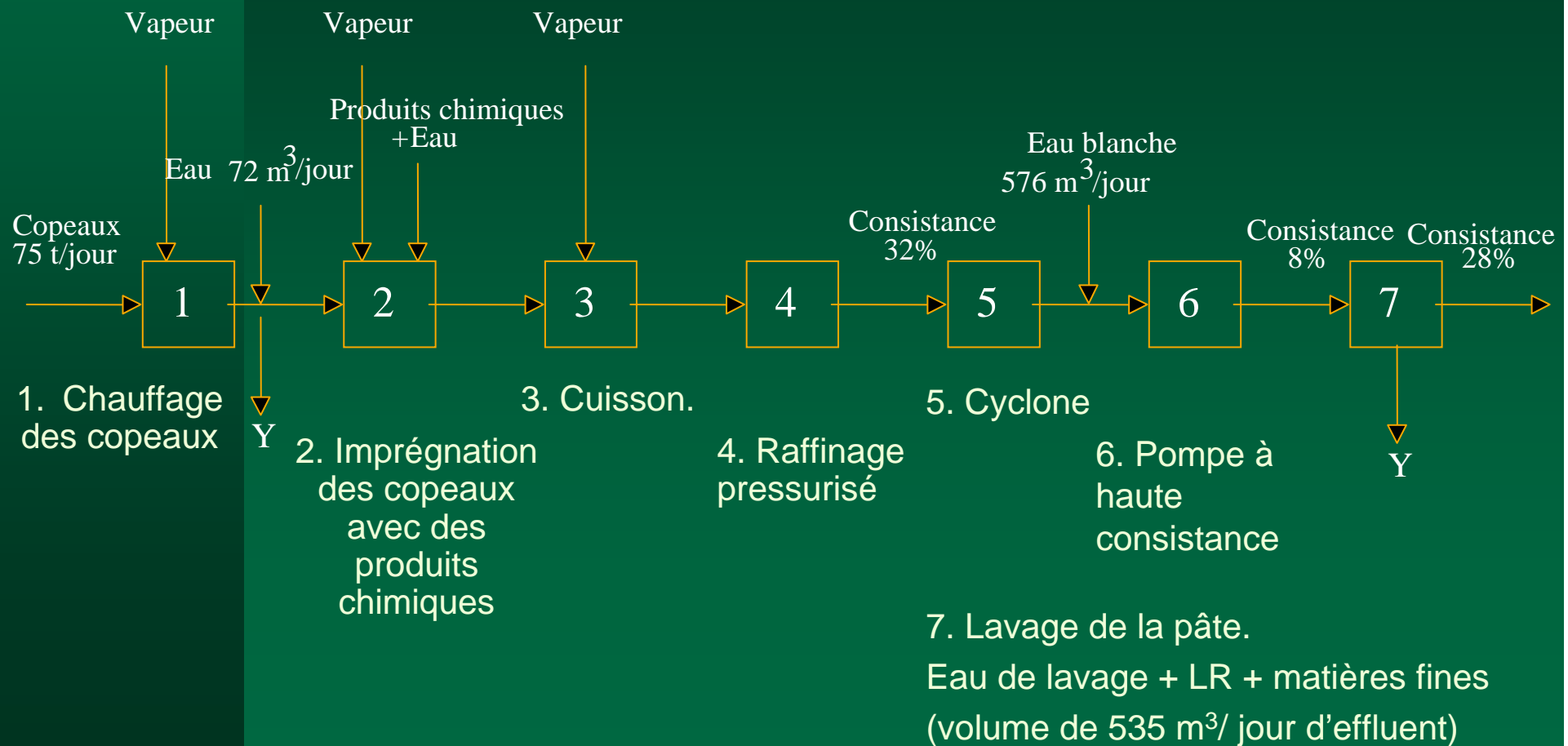


- ❖ **Obtenir les meilleures propriétés physiques des pâtes NSSC, en utilisant de faibles quantités de produits chimiques**
- ❖ **Déterminer les conditions opératoires pour obtenir des liqueurs résiduelles contenant un rapport SI/SO minimal, tout en assurant une qualité des pâtes égale ou supérieure à celle de référence**

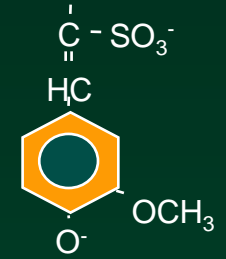
# UNITÉ DE RÉFÉRENCE: Usine « Productos Pulpa Moldeada » Cipolletti, Río Negro, Argentine



➤ Pâtes NSSC (20000 t/an), de peuplier hybride (*Populus deltoïdes*)



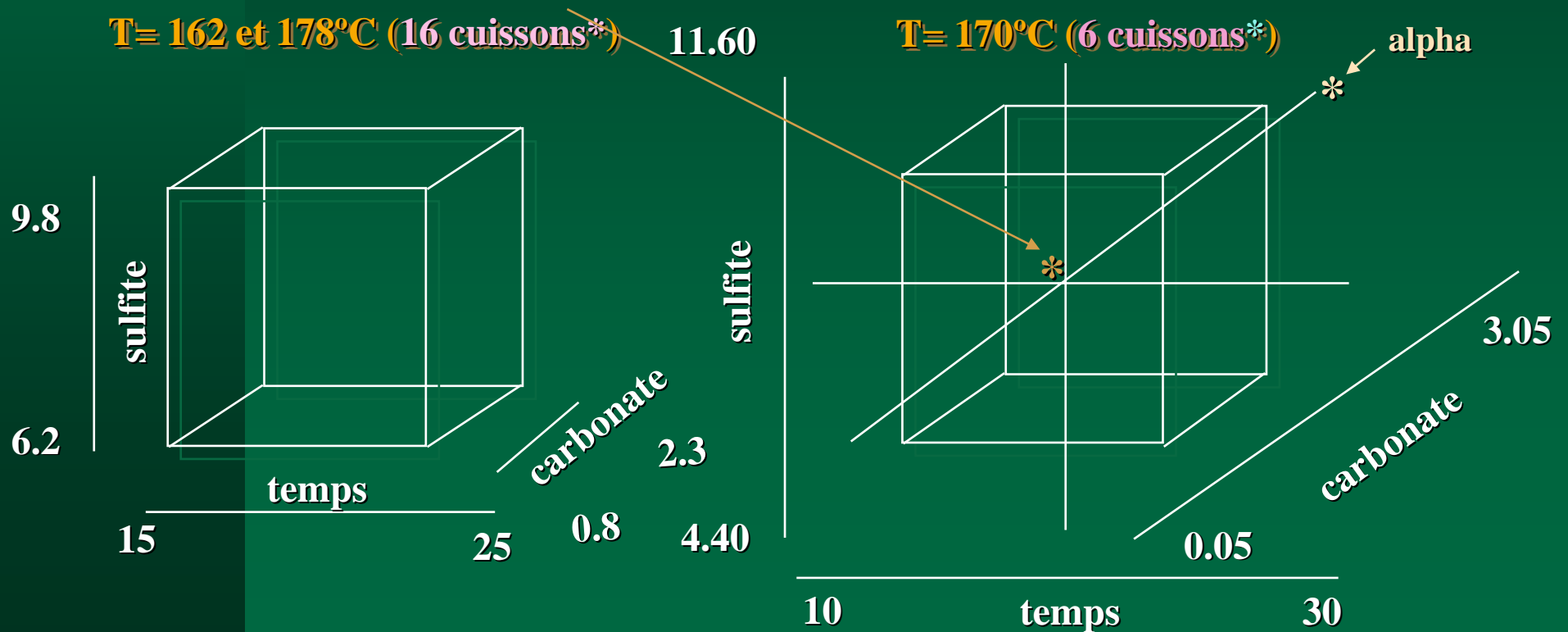
# PLAN D'ESSAIS ET CUISSONS DES PÂTES



/// Plan d'essais: 4 variables à 5 niveaux:

29 cuissons:  $16^* + 6^* + 2^*$  alpha de T (154 et 181°C)

+ 5 points centraux (détection de l'erreur expérimentale)



# ÉTAPE PRÉ-CHIMIQUE

COPEAUX (20 KG SECS)

SÉCHAGE A L'AIR

CLASSIFICATION

REJET DES PARTICULES DE SCIURES  
ET DES FRACTIONS MAJEURES  
DE 3 CM D'ÉPAISSEUR

LAVAGE DES COPEAUX  
PAR FLOTTATION

ÉTUVAGE

10 MIN  
ATMOSPHERIQUE

RAFFINAGE

BAUER (SIMPLE DISQUE)  
8 POUCES, 5 HP  
OUVERTURE DES  
DISQUES 20 mm

CENTRIFUGATION DU  
MATÉRIEL DÉSTRUCTURÉ

MÉLANGE ET TAMISAGE DU  
MATÉRIEL CENTRIFUGÉ

MATÉRIAU DÉSTRUCTURE  
POUR L'ÉTAPE CHIMIQUE

# ÉTAPE CHIMIQUE

CHARGE DU MATÉRIAU

500 g INCLUANT 25 g  
DANS UN PETIT PANIER  
POUR CALCULER LE  
RENDEMENT

ENTRÉE DE VAPEUR  
SATURÉE DANS LA  
CHEMISE CHAUFFANTE

LESSIVEUR  
EN ACIER  
INOXYDABLE  
( 4 L )

EXTRACTION D'AIR

PRÉPARATION DES LIQUEURS  
(SULFITE DE SODIUM,  
CARBONATE DE SODIUM, EAU)

CHARGE DE LA LIQUEUR  
SOUS VIDE - L:B=6.5:1

DÉMARRAGE DE LA  
RECIRCULATION

4 RÉSTANCES (600  
WATTS) CONNECTÉES  
EN SÉRIE ET  
CONTRÔLÉES  
INDÉPENDAMMENT

CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE  
CALCUL DU FACTEUR H

RÉFRIGÉRATION DE LA  
CHEMISE RECIRCULATION  
(EAU FROIDE)

FERMETURE DE LA VAPEUR

ARRÊT DE LA RÉACTION

EXTRACTION DES L. R.

LAVAGE DU MATÉRIAU

MESURE DE pH FINAL, PRODUITS  
CHIMIQUES RÉSIDUELS,  
SOLIDES, DENSITÉ, VISCOSITÉ

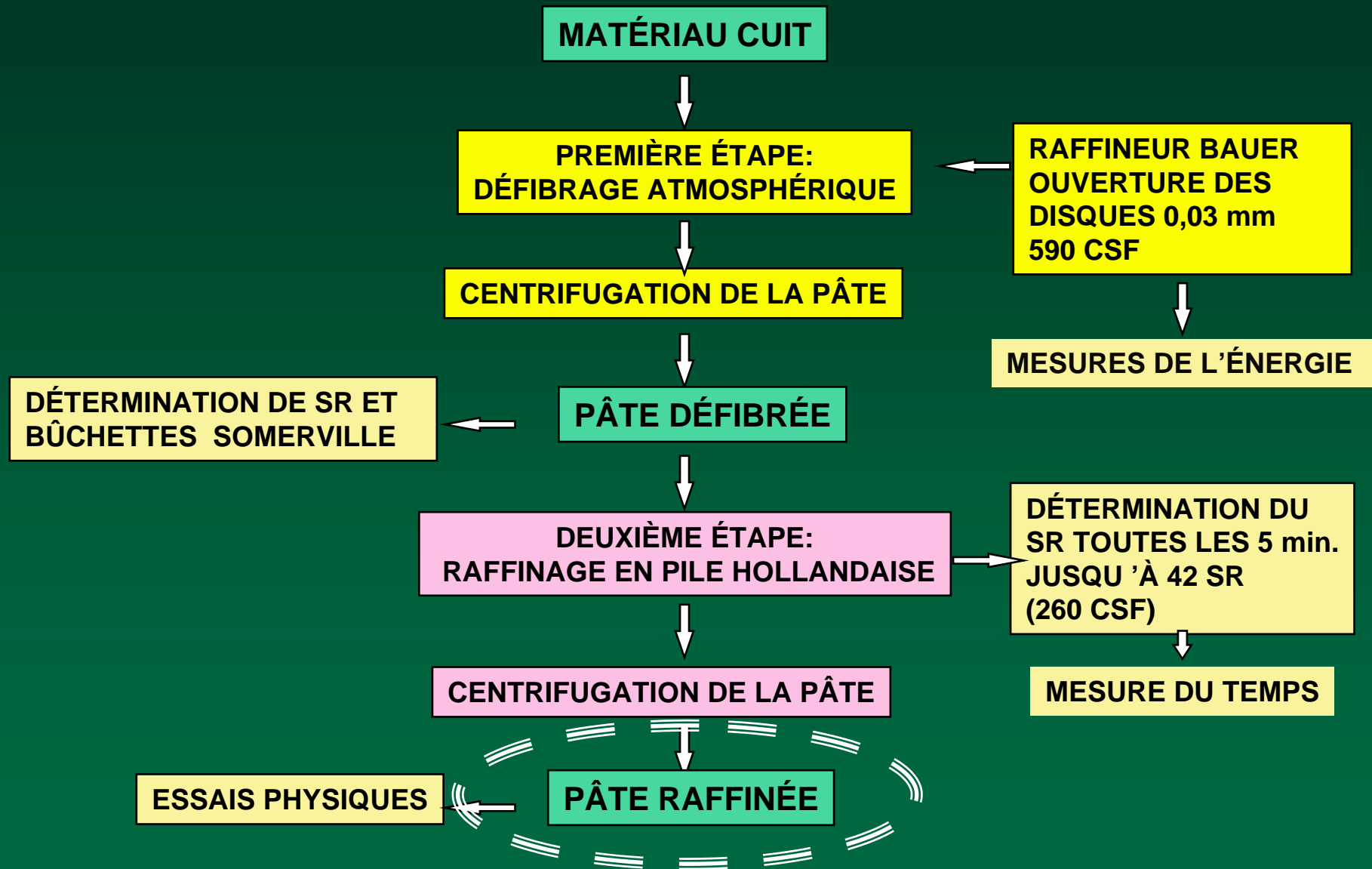
LAVAGE DU PANIER  
AVEC 2 L + 10 L D'EAU

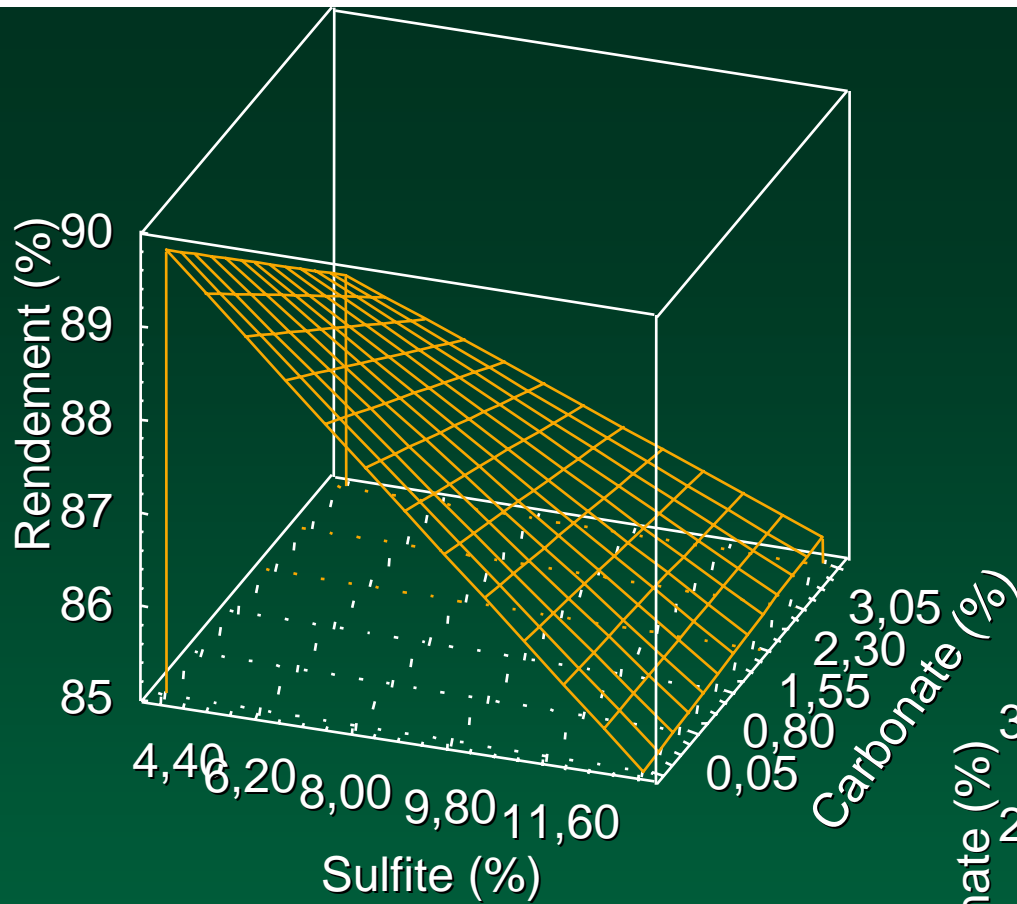
AJOUT DE 2 L D'EAU,  
CENTRIFUGATION

CONSERVATION SOUS  
TOLUÈNE SUR CHLOROFORME

CALCUL DU RENDEMENT  
DE LA CUISSON

# ÉTAPES MÉCANIQUES

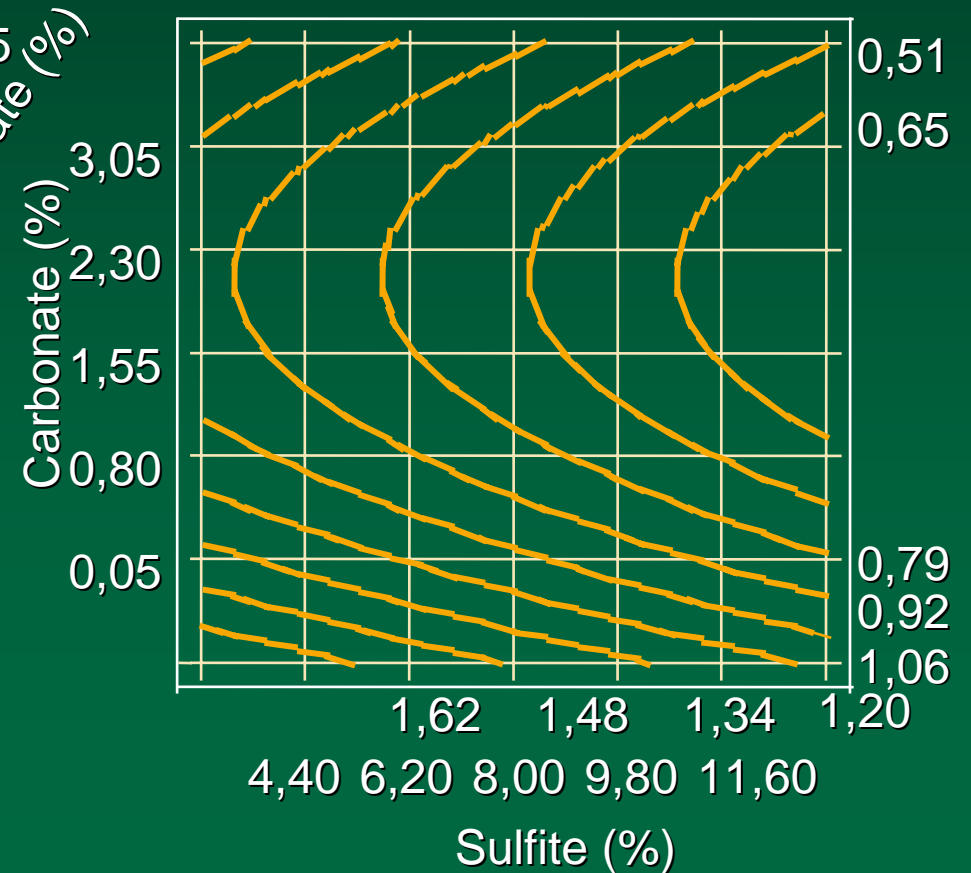


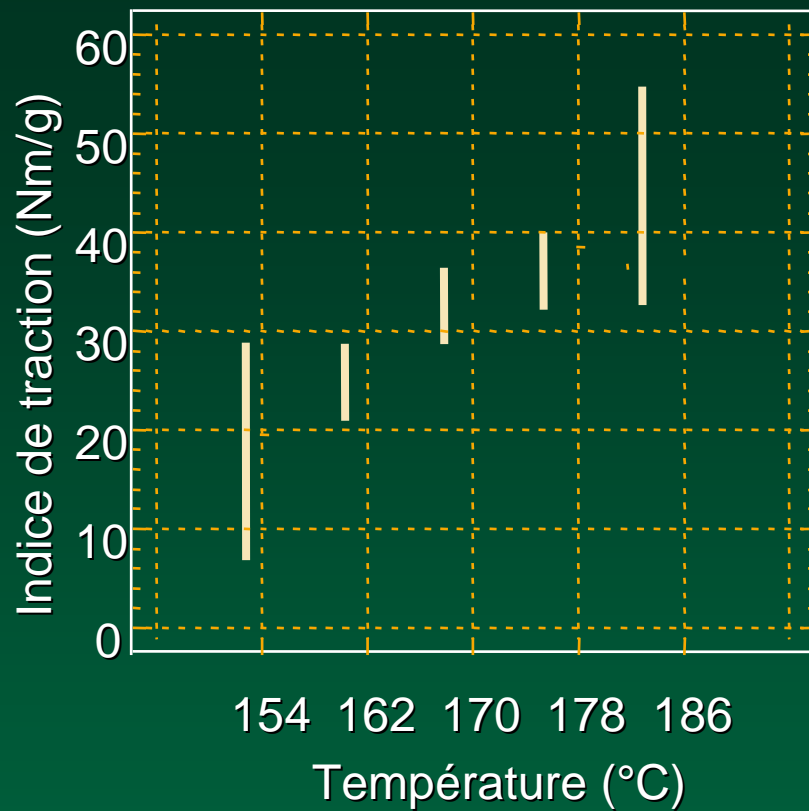


- /// Rendements entre 80 et 94%
- /// Variation linéaire avec les 4 variables

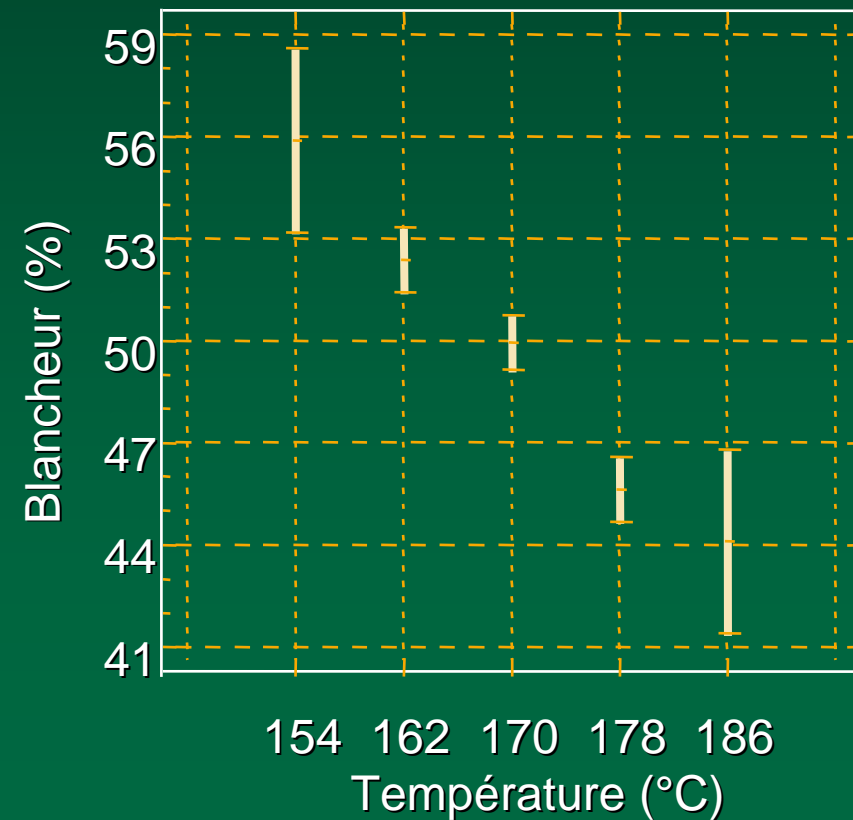
- /// Grand écart de la consommation d'énergie
- /// Baisse d'énergie avec les 4 variables

Énergie (MJ/kg)

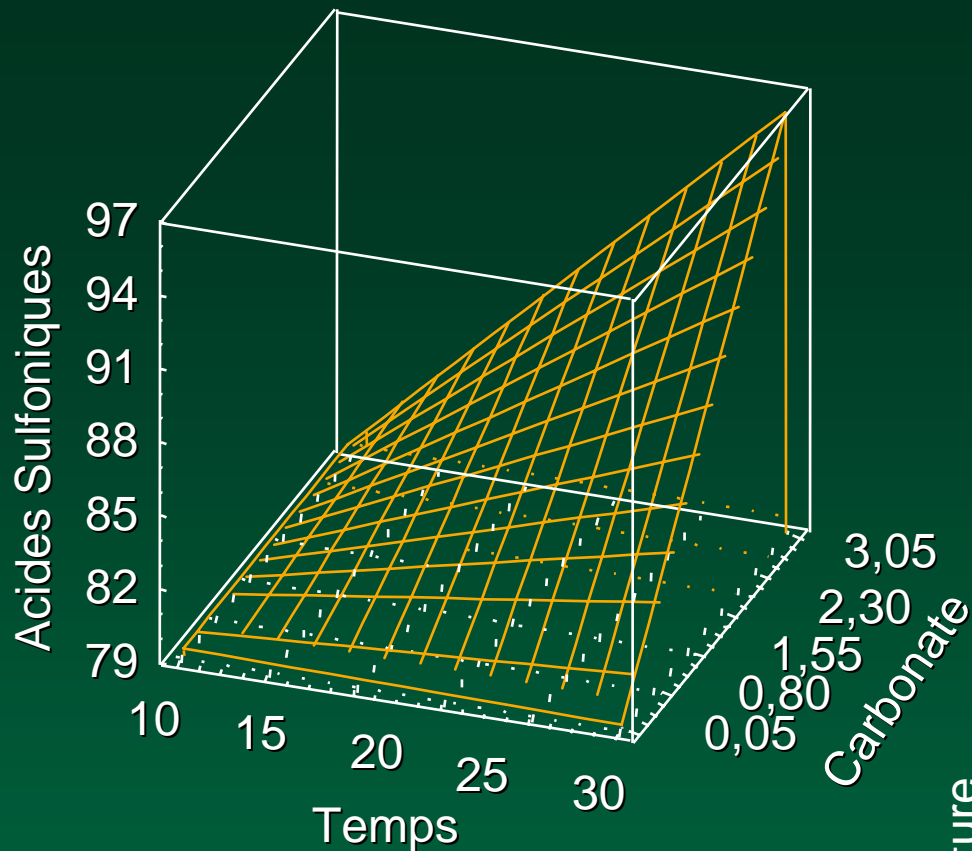




/// Pour les propriétés physiques le facteur le plus important c'est la température suivi du taux de sulfite

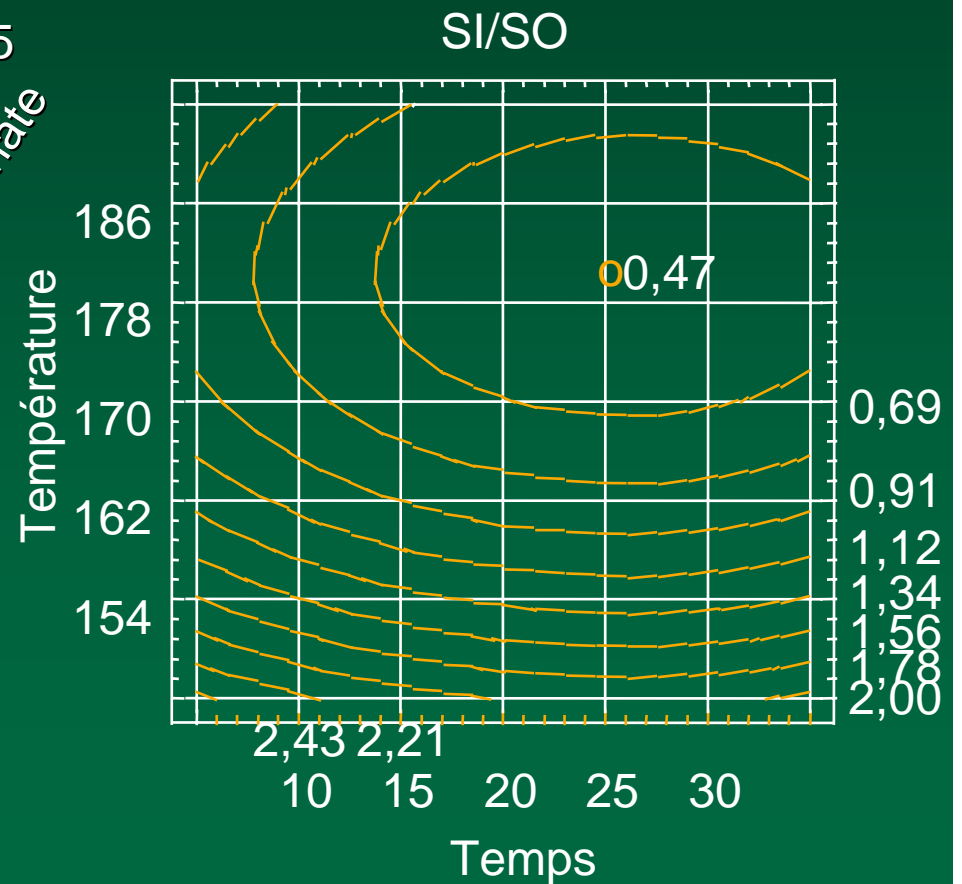




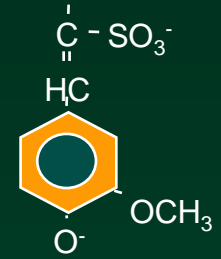


/// Le taux de sulfite présente la plus grande influence sur les groupements acides

/// Pour le rapport SI/SO les variables les plus importantes sont le temps et la température



# (1) CONCLUSIONS



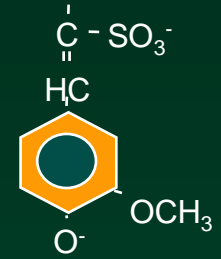
/// Les conditions optimales du procédé (obtenues à partir des équations / Excel) varient selon les objectifs et les conditions cibles.

❖ Scénario 1. *Objectif*: Optimisation des liqueurs: (rapport minimal des SI/SO).

- température: 178°C
- temps: 26 minutes
- sulfite de sodium: 6%
- carbonate de sodium: 2,5%

/// SI/SO: 0,43 - 0,58 (diminution de 35 à 50%)

# (1) CONCLUSIONS



## ❖ Scénario 2. *Objectif*: Optimisation des pâtes (propriétés mécaniques maximales).

/// Niveaux des variables indépendantes vers les valeurs maximales du plan d'essais:

- température: 186 °C
- temps: 30 minutes
- Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>: 11,6 %
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 3,1 %

/// Baisse de rendement de 80 à 72%.

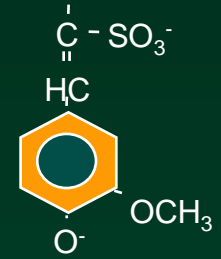
/// Diminution de la blancheur de la pâte

- augmentation des coûts de blanchiment

# **(2) LIQUEURS RÉSIDUELLES**

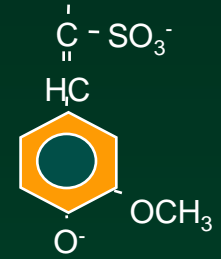
## **NSSC: OBJECTIF**

---



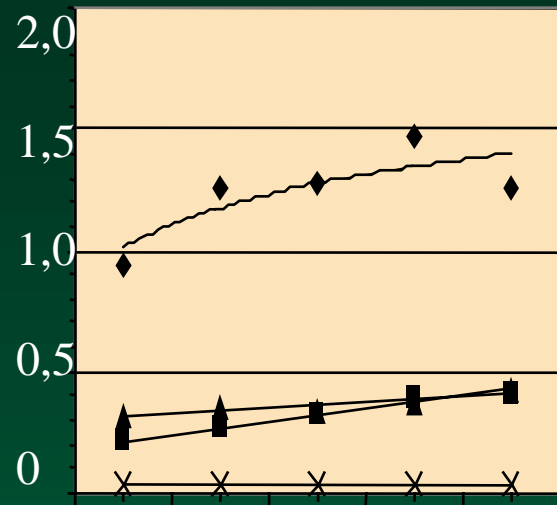
- ❖ **Identifier, quantifier et caractériser**  
des composants organiques des  
liqueurs résiduelles NSSC

## (2) MÉTHODOLOGIE



- ❖ Volumes de toutes les liqueurs résiduelles
- ❖ Analyses quantitatives (HPLC, UV):
  - Contenu de sucres
  - Concentrations de LS
  - Concentrations de xylose (xylanes: représentant des HC)
  - Concentrations d'acides acétique (A.A.) et formique (A.F.)
  - Cendres
- ❖ Analyses qualitatives (GPC):
  - Masses moléculaires moyennes (MW) des LS et des HC
  - Distributions de MW des LS et des HC

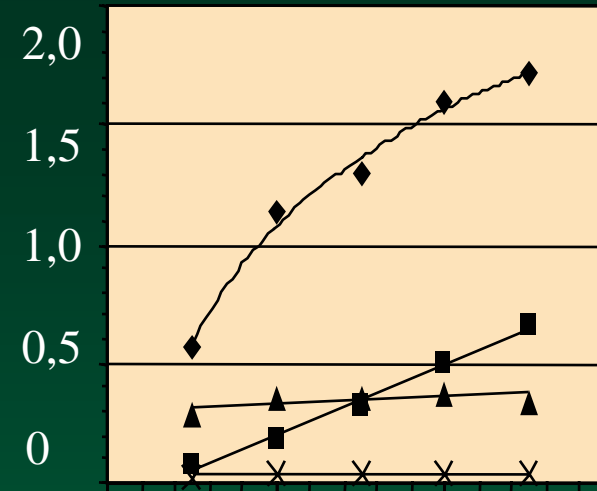
g/100g de L.R.



- ◆ LS
- Xy
- ▲ A.A.
- ⊗ A.F.

10 15 20 25 30 Temps (min)

g/100g de L.R.

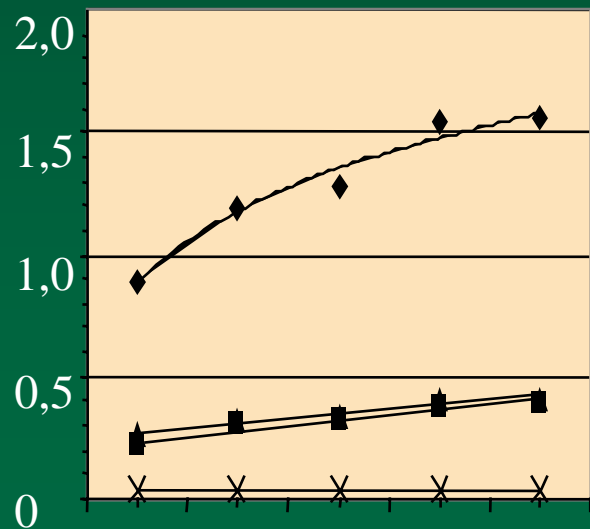


- ◆ LS
- Xy
- ▲ A.A.
- ⊗ A.F.

154 162 170 178 186

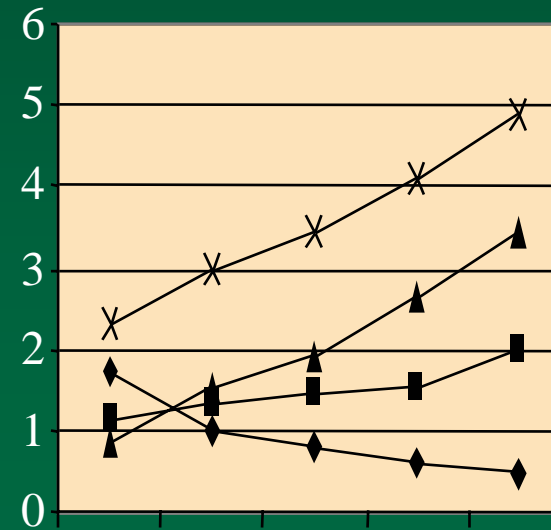
Température (°C)

g/100g L.R.



- ◆ LS
- Xy
- ▲ A.A.
- ⊗ A.F.

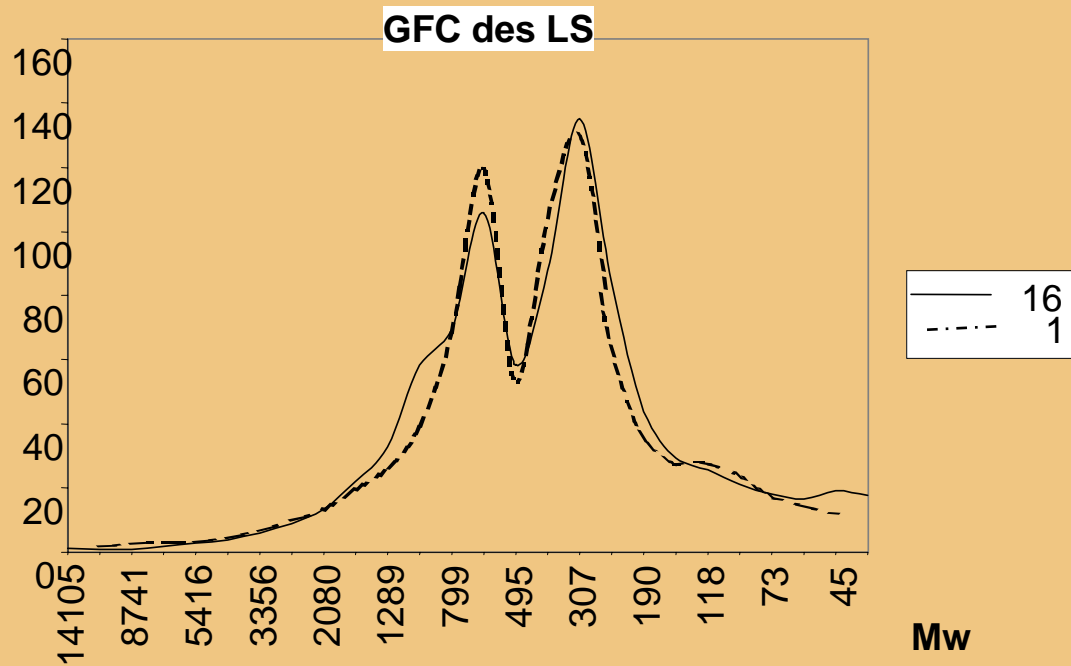
4.40 6.20 8.00 9.80 11.6 Charge de Sulfite (%)



- ◆ SI/SO
- Viscosité
- ▲ SO
- ⊗ ST

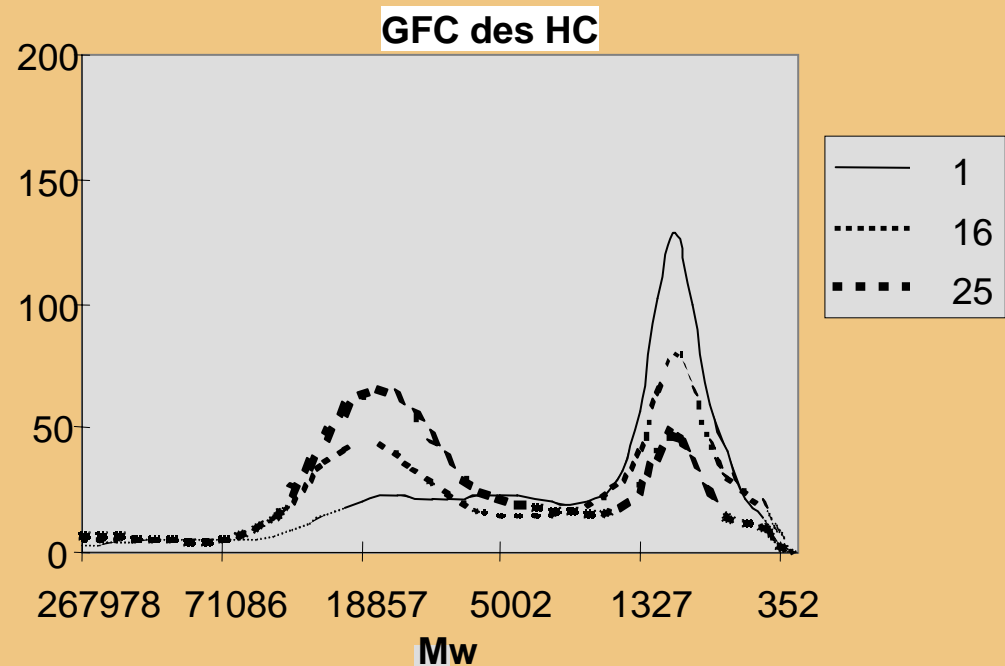
154 162 170 178 186

Température (°C)

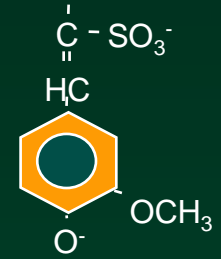


/// Distribution de masses moléculaires des lignosulfonates (LS)

/// Distribution de masses moléculaires des hémicelluloses (HC)



## **(2) CONCLUSIONS SUR LES ANALYSES DES LR**

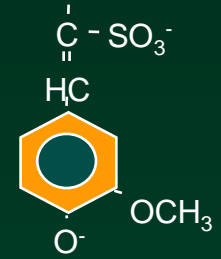


- ❖ Analyse de liqueurs ( /100g ST):
  - /// Lignosulfonates: 59 - 69 %
  - /// Hémicelluloses: 2 - 24 %
  - /// Sucres simples: non détectés
  - /// Acide acétique: 12 - 29 %
  - /// Acide formique: 1,6 - 2,4 %
  - /// Cendres: 30 - 60 %
- ❖ Distribution des masses moléculaires:
  - MW LS: 1030 et 235 pour chaque pic.
  - MW HC: 8000 et 19600 (pic 1)  
1000 (pic 2)



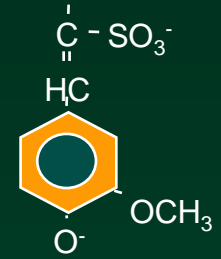
# **(3) SÉPARATION DES LR PAR ULTRAFILTRATION : OBJECTIF**

---



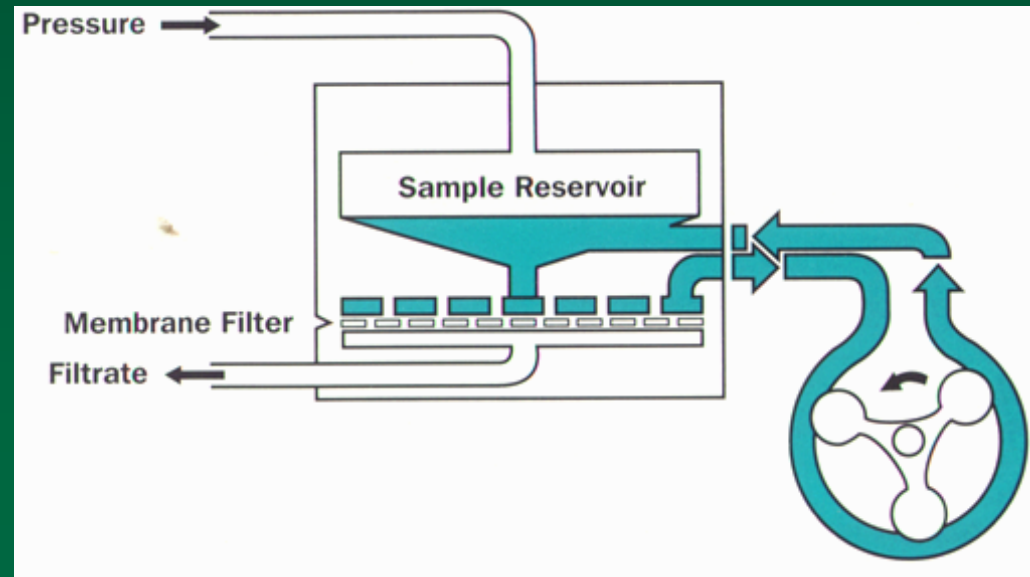
- ❖ **Fractionner** des liqueurs résiduelles NSSC à l'aide de l'ultrafiltration
- ❖ **Évaluer** si des HC et des LS peuvent être **séparés** en utilisant cette technique

# (3) MÉTHODOLOGIE: SYSTÈME D'ULTRAFILTRATION

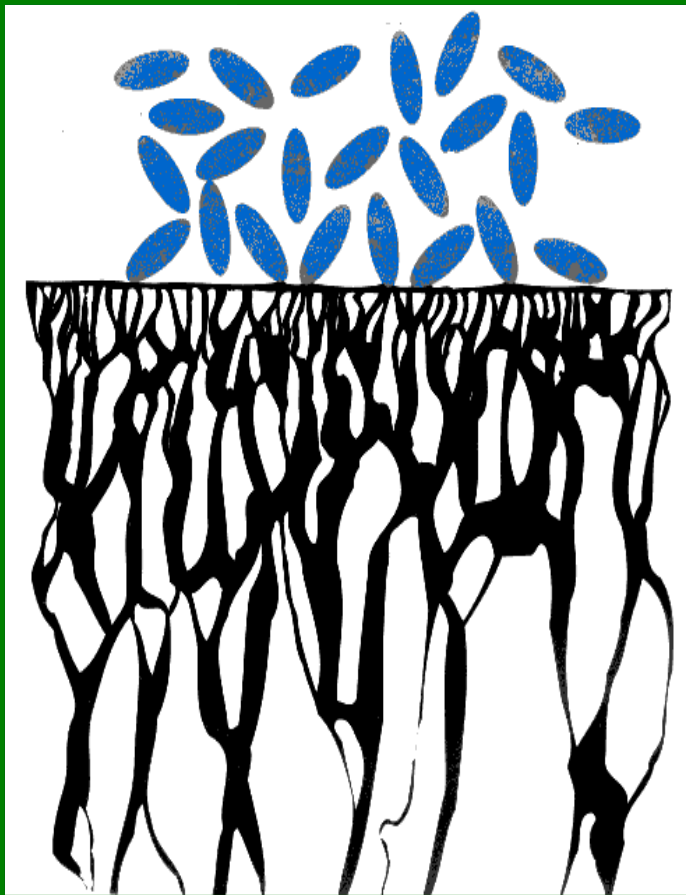
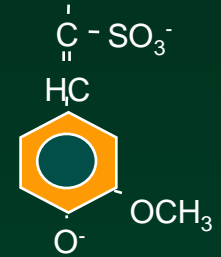


- ❖ TCF10, 600mL Discontinu, avec canaux minces

- ❖ Écoulement croisé (pour minimiser l'accumulation)
- ❖ Pression de 3,69 kg/cm<sup>2</sup>



### (3) MÉTHODOLOGIE: SYSTÈME D'ULTRAFILTRATION (UF)



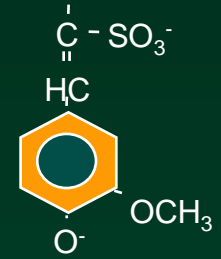
❖ Membranes de compositions chimiques et points de coupure divers:

- /// YC05 (500), acétate de cellulose
- /// YM2 (2000), cellulose régénérée
- /// YM3 (3000), cellulose régénérée
- /// PM10 (10000), polyéthersulfoné

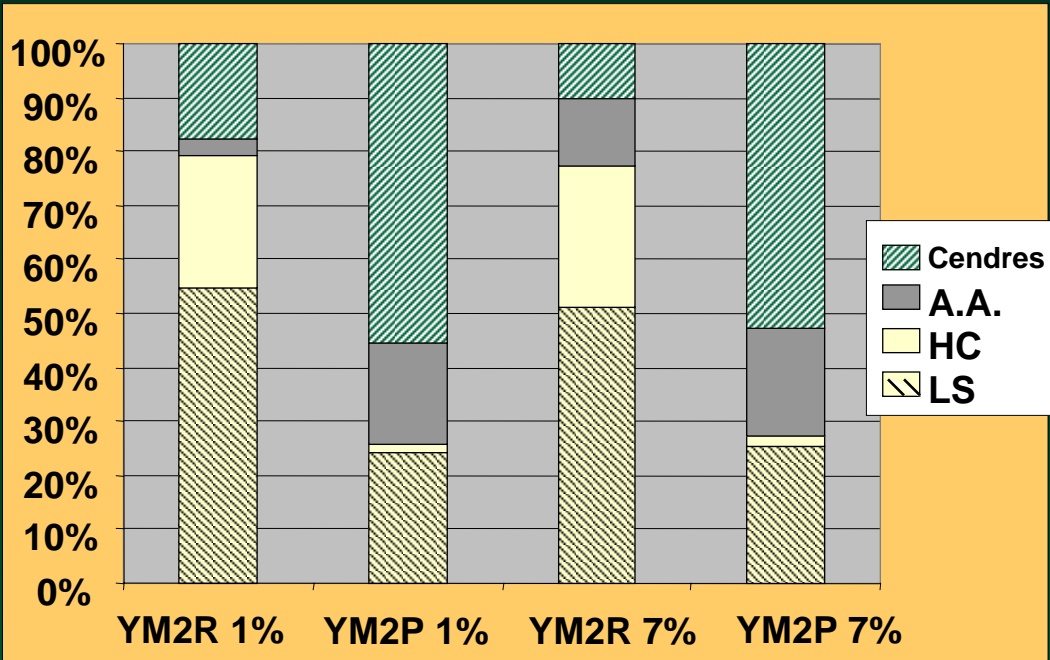
❖ Surface effective: **63 cm<sup>2</sup>**

❖ Réduction de volume: **65%**

# (3) MÉTHODOLOGIE: TECHNIQUES D'ANALYSE

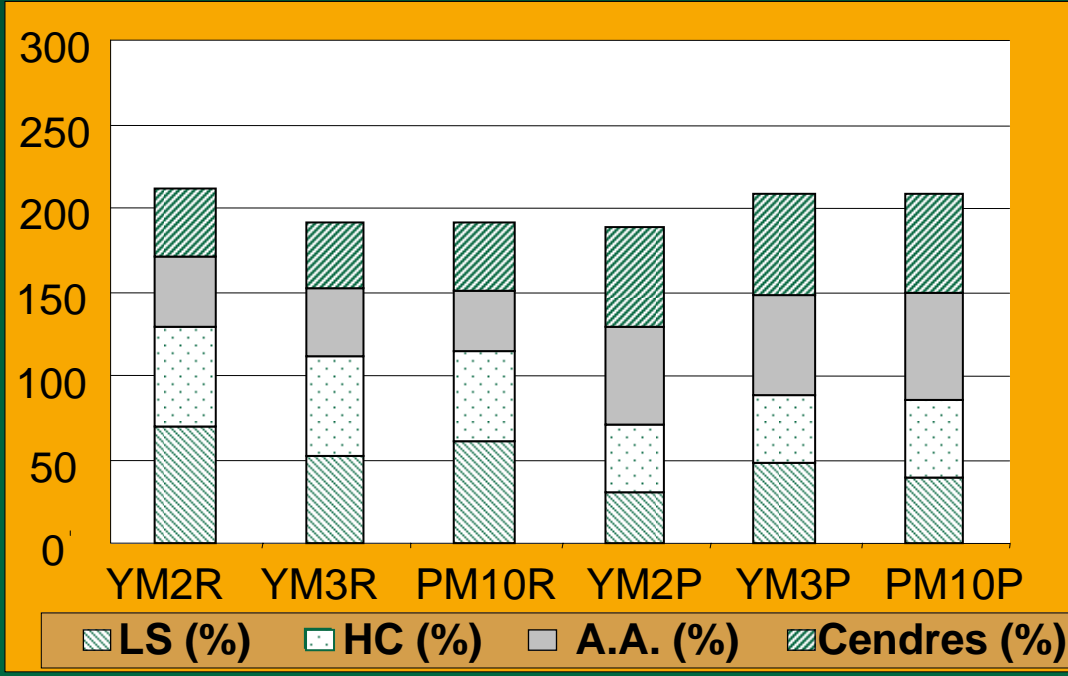


- ❖ Efficacité du procédé d'ultrafiltration mesuré (dans les: LR, rétentats (R) et perméats (P)) par:
  - HC (comme xylanes, par chromatographie, détection IR)
  - LS (par spectroscopie UV à 274 nm)
  - A.A. (par chromatographie, détection UV à 254 nm)
  - Cendres (par conductimétrie)
- ❖ MW par GPC (colonne Ultrahydrogel)
- ❖ Obstruction des membranes (Fouling)
- ❖ DBO et DCO des LR et de quelques fractions UF

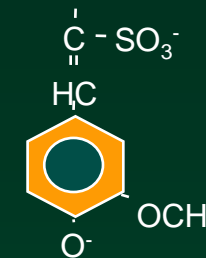


- ❖ LS, HC, A.A., cendres dans R et P
- ❖ YM2 (1% et 7%)

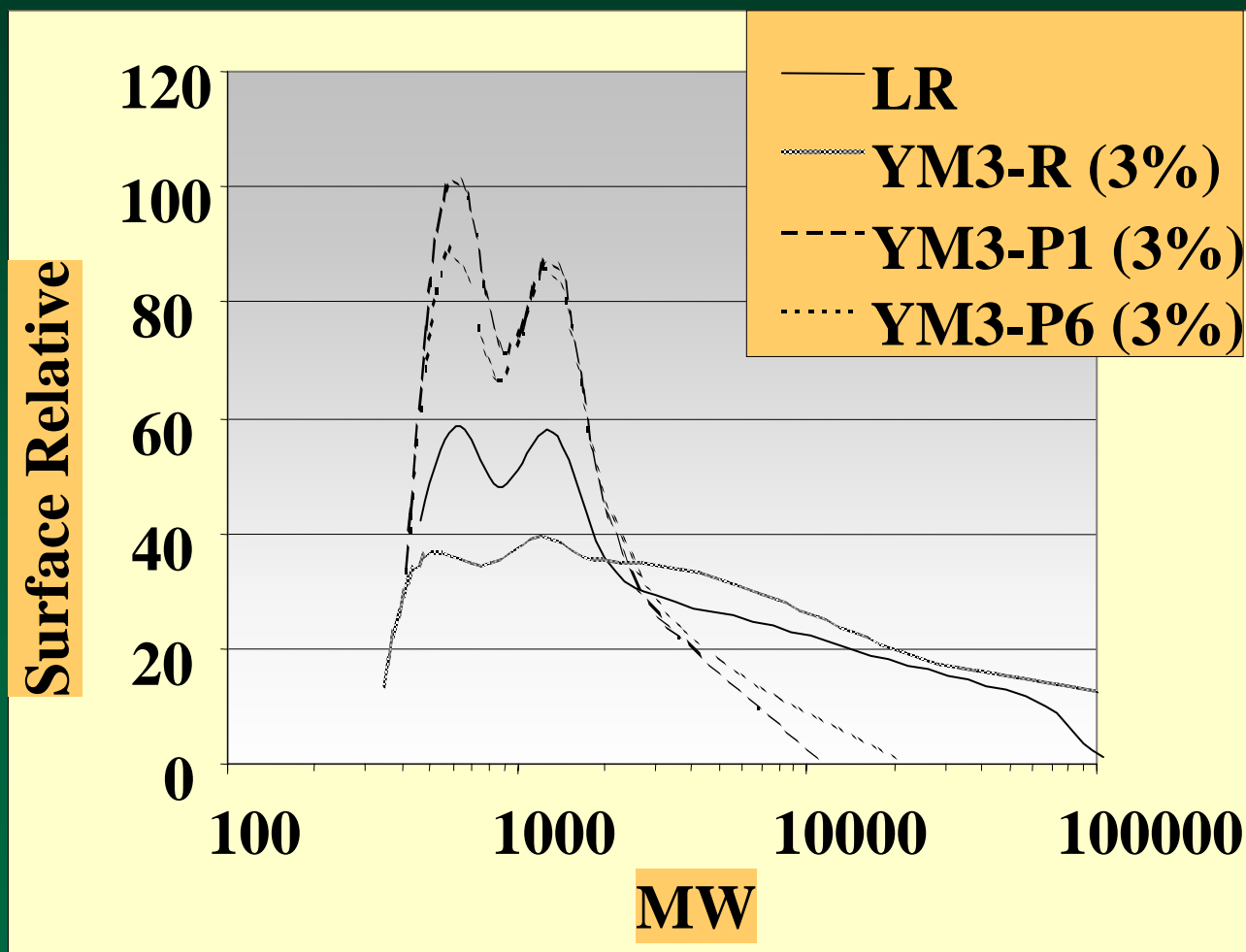
- ❖ LS, HC, A.A., cendres dans R et P
- ❖ Concentration de LR: 3%
- ❖ Base: contenu des substances dans les LR



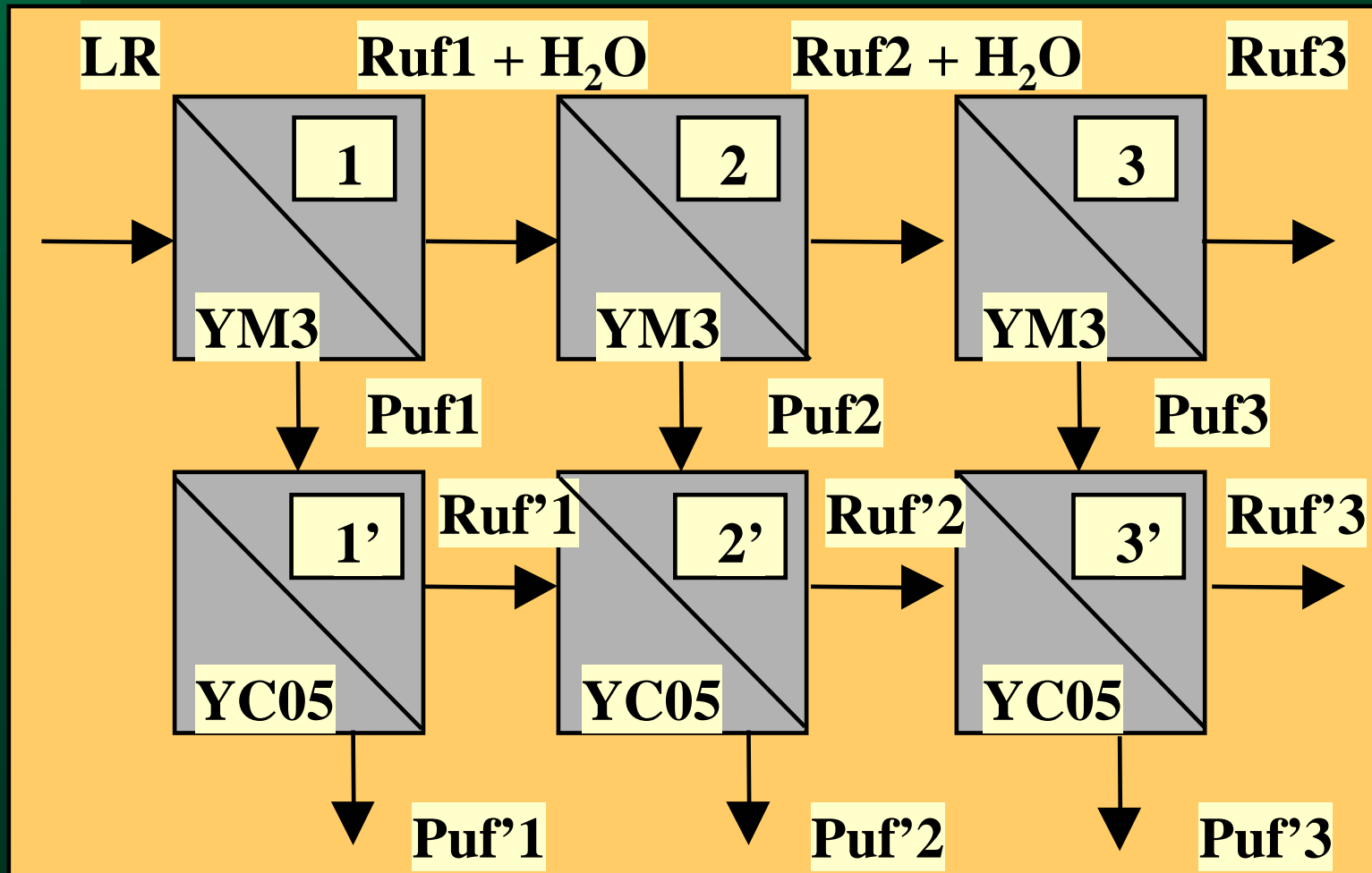
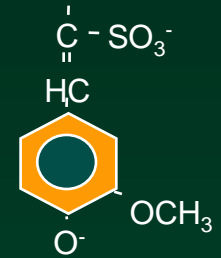
# (3) RÉSULTATS: MW DES SUBSTANCES



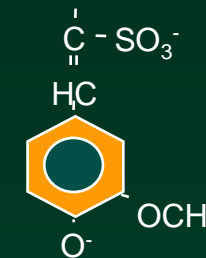
- ❖ Filtre YM3
- ❖ Détection: IR



# (3) SCHÉMA DE SÉPARATION: AVEC CYCLES ET L'INCORPORATION DE LA MEMBRANE YC05



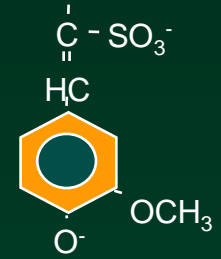
### **(3) RÉSULTATS: DBO, DCO ET SOLIDES DISSOUS DES PERMÉATS SÉLECTIONNÉS**



	<b>DBO mg/l</b>	<b>DCO mg/l</b>	<b>Solides dis. (%)</b>
<b>LR (sortie du lessiveur)</b>	<b>12470</b>	<b>59410</b>	<b>9,0</b>
<b>LR (alimenté au système d'UF)</b>	<b>4156</b>	<b>19803</b>	<b>3,0</b>
<b>YM3P1</b>	<b>4090</b>	<b>13570</b>	<b>1,8</b>
<i>YM3 réduction de l'étape</i>	<i>2 %</i>	<i>31 %</i>	<i>40 %</i>
<b>YC05P'1</b>	<b>1230</b>	<b>5590</b>	<b>0,69</b>
<i>YC05 réduction de l'étape</i>	<i>70 %</i>	<i>59 %</i>	<i>61 %</i>
<i>Réduct. totale (YM3 + YC05)</i>	<i>70 %</i>	<i>72 %</i>	<i>77 %</i>

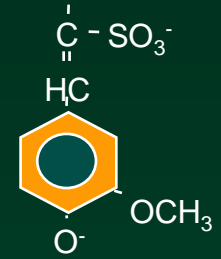


# **(3) CONCLUSIONS DE LA SÉPARATION PAR UF**



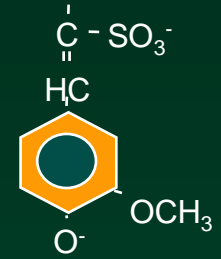
- ❖ **Schéma de séparation – concentration:**
  - /// **deux étapes YM3 + deux étapes YC05**
- ❖ **Produit une séparation des liqueurs résiduelles en 3 fractions principales:**
  - /// **Ruf2: LS et des HC à MW élevées**
  - /// **Ruf'2: LS et HC à faibles MW et de l'acétate de sodium**
  - /// **Puf'1: proportion prépondérante de SI**
- ❖ **Des diminutions (par rapport aux valeurs de départ):**
  - /// **70 % de la DBO**
  - /// **72 % de la DCO**
  - /// **77 % des solides dissous**

# **(4) UTILISATION DES LR COMME ADDITIF DANS LA FABRICATION DU CARTON CANNELEURE : OBJECTIF**



- ❖ Étudier l'utilisation possible des **LR** et des **HC** séparés des LR, comme **additifs dans la fabrication du carton cannelure**
- ❖ Évaluer le comportement du système lorsque la **charge anionique** du mélange de fabrication est **augmentée** due à la présence de matières organiques solubles
  - On retrouve dans la littérature que les HC et LS améliorent des propriétés physiques et augmentent la rétention des substances de remplissage des cartons (?)

# (4) PROBLÈME PRINCIPAL



## ❖ Rétention des substances anioniques solubles

/// Leur tendance à se maintenir dans les eaux blanches comme résidus anioniques

- Le même effet qui est produit à cause de la fermeture du système d'eau blanche de la machine à papier

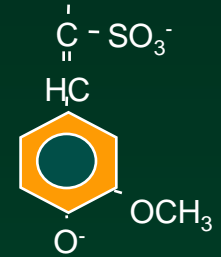
## ❖ Flocculation effective (théorique)

- charge superficielle (potentiel zêta ) proche de zéro
- charge soluble (demande anionique) proche de zéro

## ❖ Addition des produits chimiques cationiques

- opposer la double couche électrique des particules et la charge (-) des résidus anioniques avec ions chargés (+)

# (4) MÉTHODOLOGIE: ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE RÉTENTION



## 1. Essais préliminaires à pH 7,5

- dosages d'HC et LR: 0 – 1,5%
- dosages d'amidon cationique (DS: 0,024) : 0 - 2%

### ❖ Effet du pH (plan d'essais 2<sup>2</sup>)

- pH: 4,5 et 7,5
- amidon cationique: 0 - 2%
- HC: 1,5 %

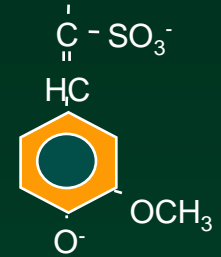
### ❖ Effet du Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (plan d'essais 2<sup>3</sup>): 0 - 0,5%

### ❖ HC ou LR ou Rétentat UF: 0 - 1,5%

- amidon cationique: 0 - 2%

/// Réponses: turbidité, demande cationique, conductivité

# (4) MÉTHODOLOGIE: ESSAIS DÉFINITIFS



Sur les meilleurs points: amidon cationique: 1 %

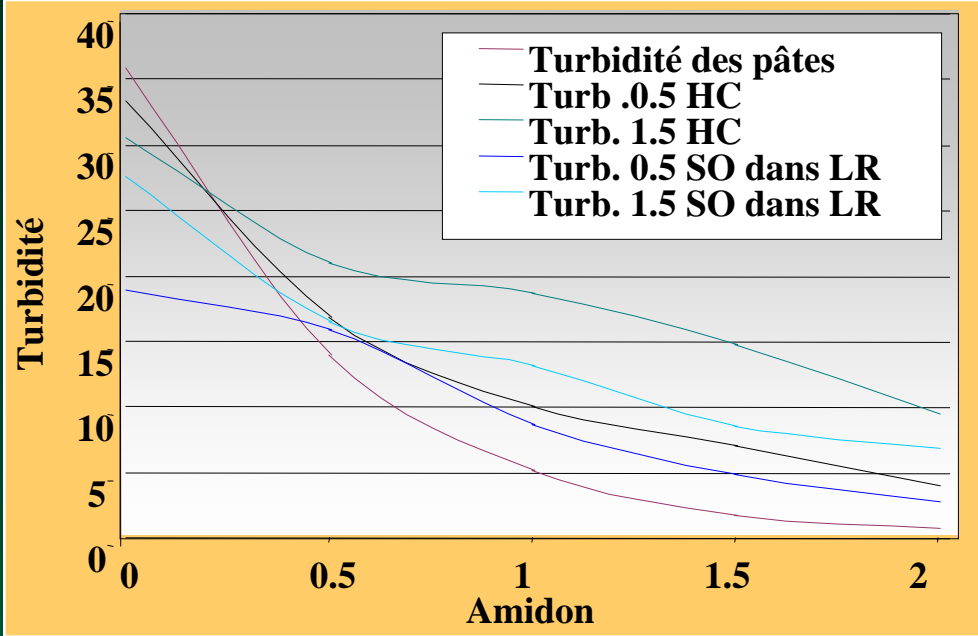
HC ou LR ou UFR: 1,5 %

## 4. Essais statiques (“jar test”) et dynamiques (“Britt jar”) de floculation

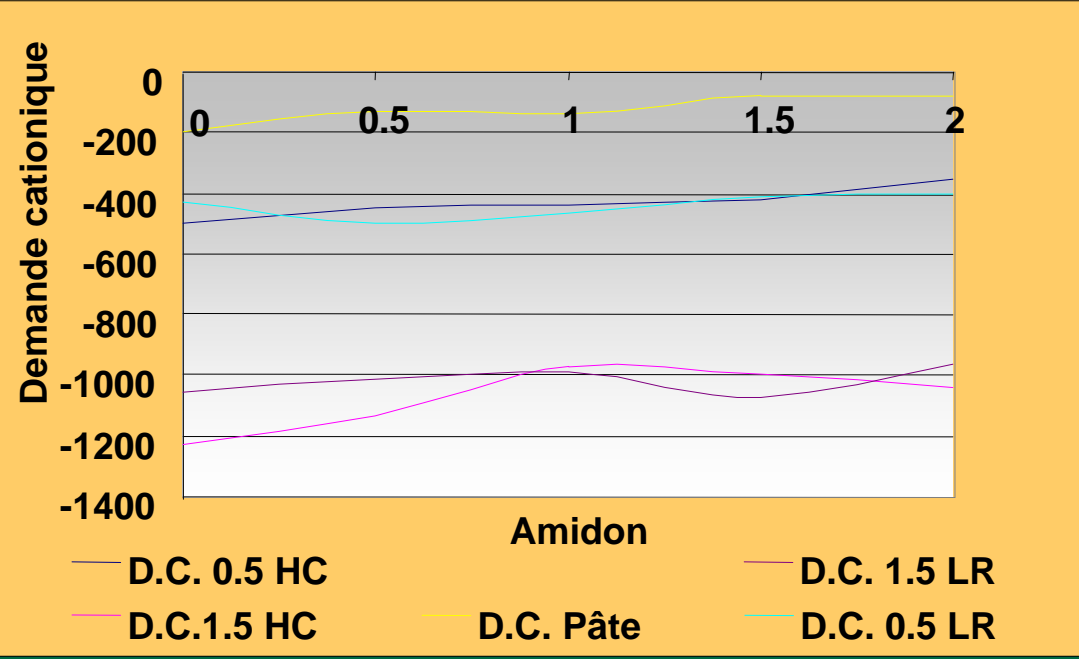
- turbidité
- demande cationique (titration colloïdale)
  - détecteur de charge des particules Mutek PCD 02
  - détermination visuelle du point final
- conductivité

## 5. Essais physiques (formettes 120 g/m<sup>2</sup>)

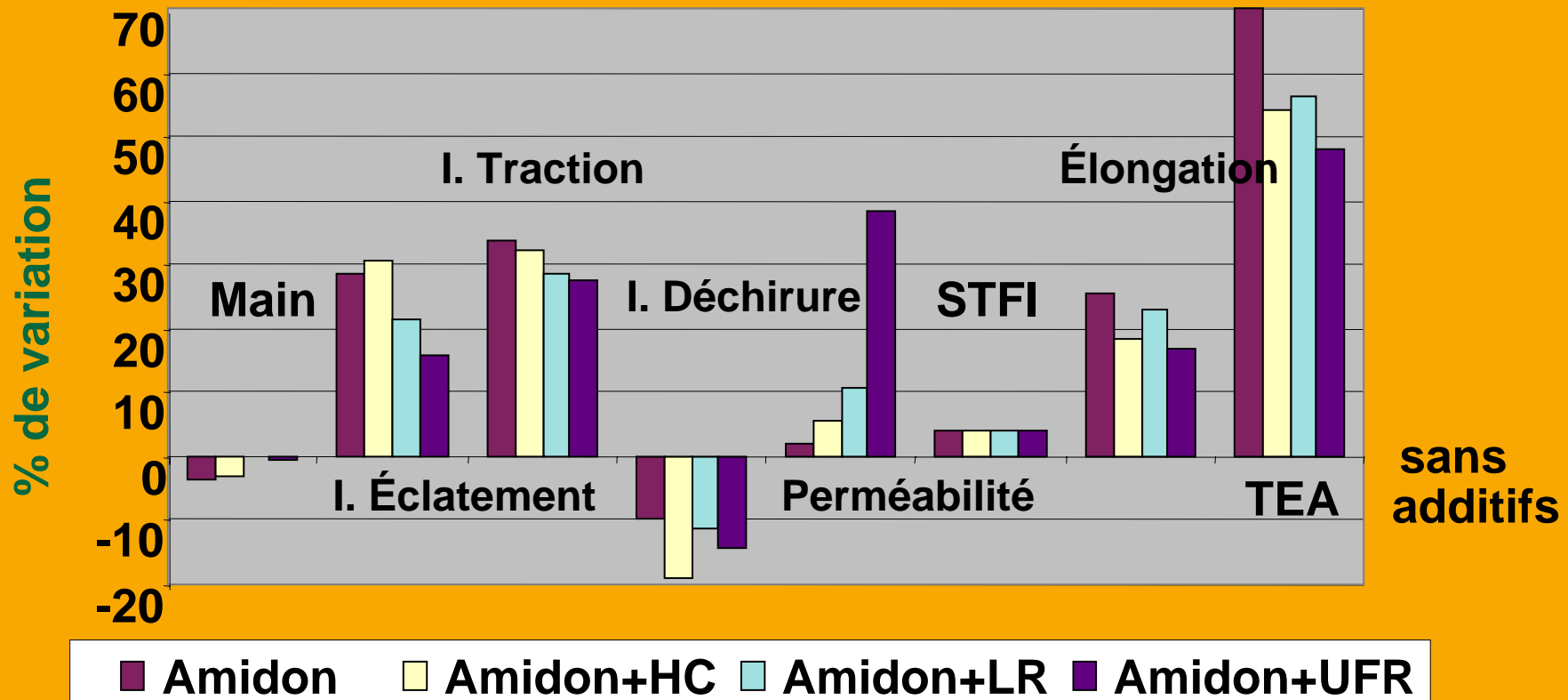
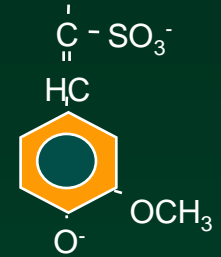
- conditions standard: 50% HR, 23°C
- état d’humidité élevée: 75% HR, 27°C



❖ Avec et sans additifs à différents dosages d'amidon (pH: 7,5)

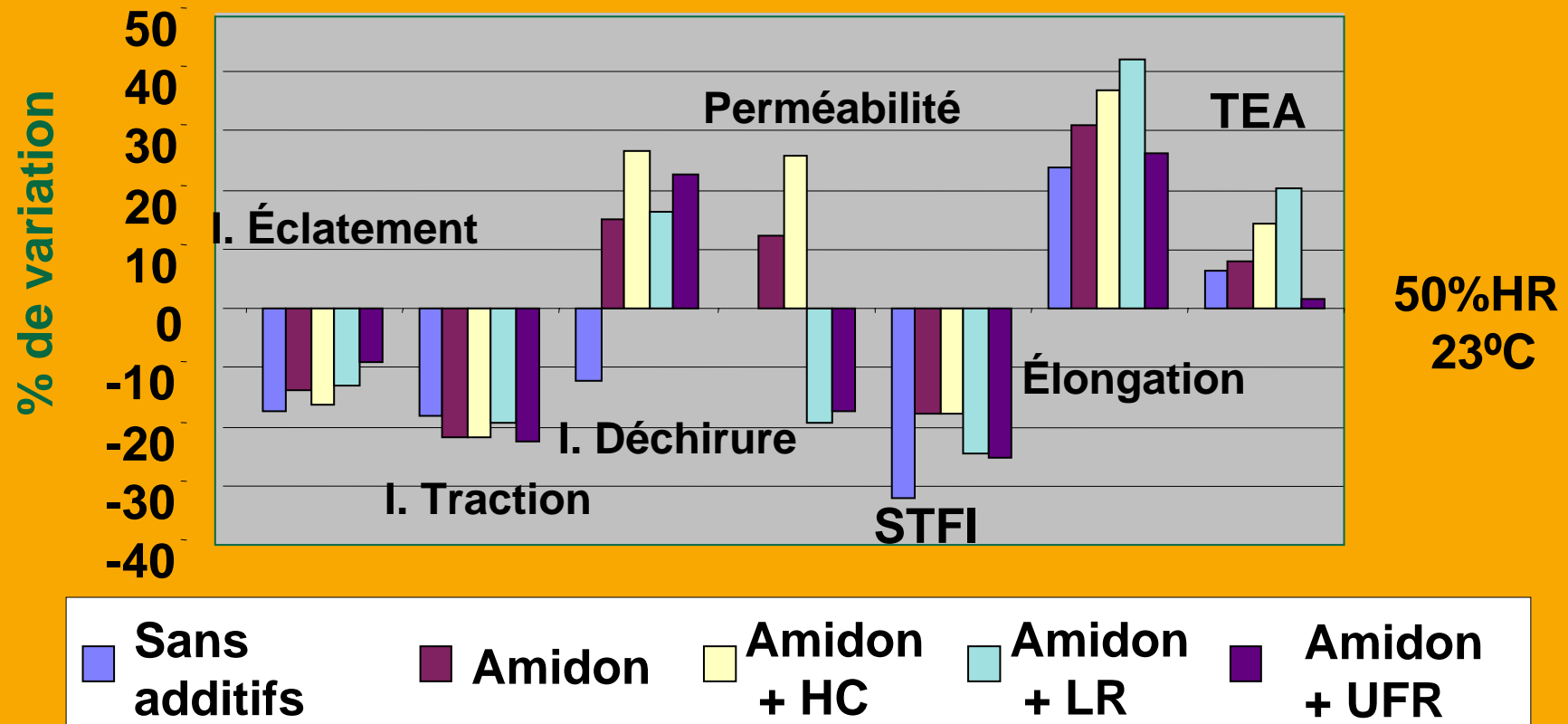
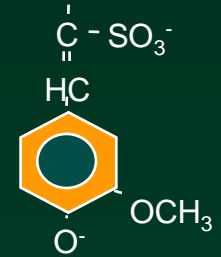


# VARIATIONS DES PROPRIÉTÉS À 50% HR, 23°C



zéro: propriétés des pâtes sans additifs

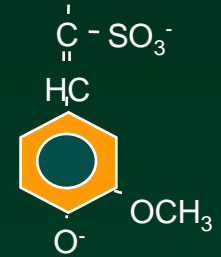
# VARIATIONS DES PROPRIÉTÉS À 75% HR, 27°C



/// zéro: pâtes sans additifs (50% HR, 23°C)

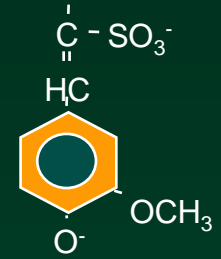


## (5) CONCLUSIONS



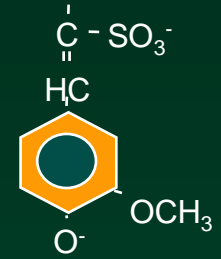
- ❖ La rétention des matières fines augmente de façon importante avec tous les additifs
- ❖ Le  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ne présente aucun effet sur la rétention des HC dans notre système
- ❖ Toutes les propriétés mécaniques (sauf la déchirure) ont été améliorées avec additifs à 23°C et 50% HR
- ❖ À 75% HR: la traction, l'éclatement et le STFI diminuent; au contraire, le TEA et l'allongement augmentent
- ❖ Il n'existe aucune évidence d'une rétention complète des substances solubles

# (5) GREFFAGE DES LIGNOSULFONATES: OBJECTIF



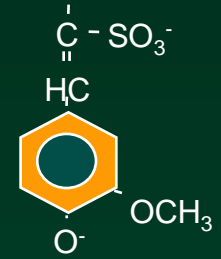
- ❖ Modifier les **LS** présents dans les liqueurs résiduelles du procédé NSSC en un produit à valeur ajoutée, en **lignosulfonates greffés** utiles comme polyélectrolytes cationiques

# (5) MÉTHODOLOGIE



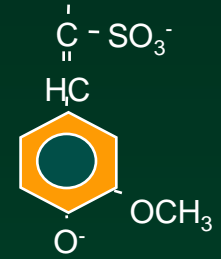
- ❖ I. Production de copolymères à partir de LS et de monomères synthétiques
  - /// modification de la capacité ionique des LS et du poids moléculaire final
  - /// production d'un agent flocculant pouvant être:
    - commercialisé
    - et/ou réutilisé dans la même usine NSSC
- ❖ II. Essai des copolymères produits comme flocculants

## (6) MÉTHODOLOGIE



- ❖ Techniques utilisées :
  - /// méthode 1 (système rédox peroxyde-ion Fe<sup>+2</sup> (HOOH-sulfate ferreux))
  - /// méthode 2 (système Meister (HOOH- CaCl<sub>2</sub>))
- ❖ Essai des techniques sur des LS séparés et sur des LR
- ❖ Utilisation de 2 types de monomères synthétiques cationiques (sels d'amines quaternaires)

## (6) CONDITIONS DE GREFFAGE



/// Réaction en milieu aqueux, sous atmosphère de  $\text{N}_2$ , avec agitation, volume: 20 ml, pH: 2,5, température: 40°C

### ❖ Méthode 1

(système ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ )

/// LS: 1g

///  $\text{FeSO}_4$ : 15 mg

///  $\text{H}_2\text{O}_2$ : 40 mg

/// Monomère: 2,15g

/// M/LS= 215%

### ❖ Méthode 2

(système Meister,  $\text{CaCl}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ )

/// LS: 1g

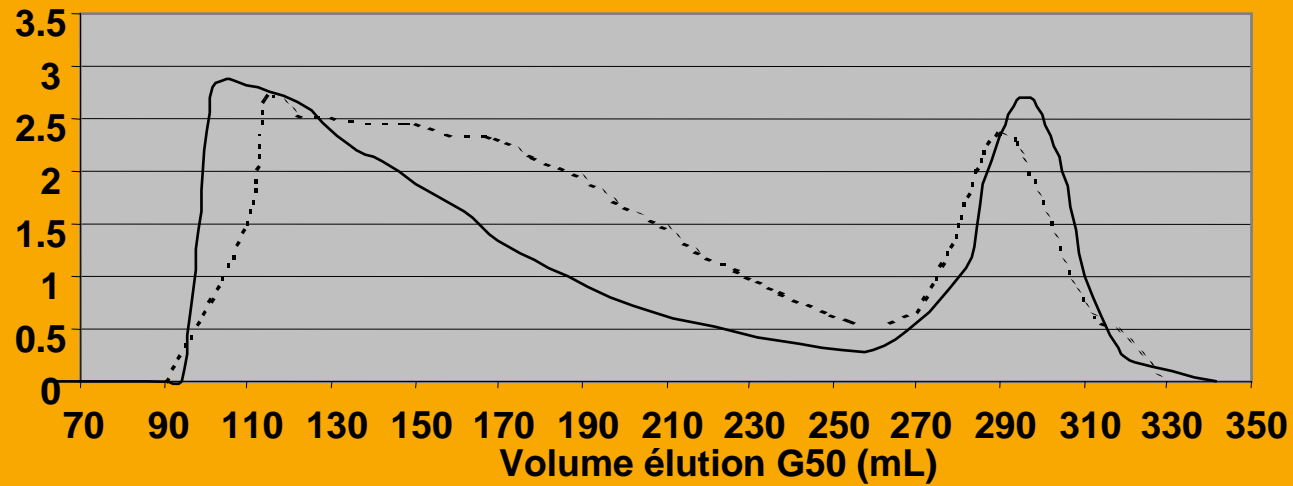
///  $\text{CaCl}_2$ : 340 mg

///  $\text{H}_2\text{O}_2$ : 195 mg

/// Monomère: 2,7g

/// M/LS= 270%

### Méthode 1

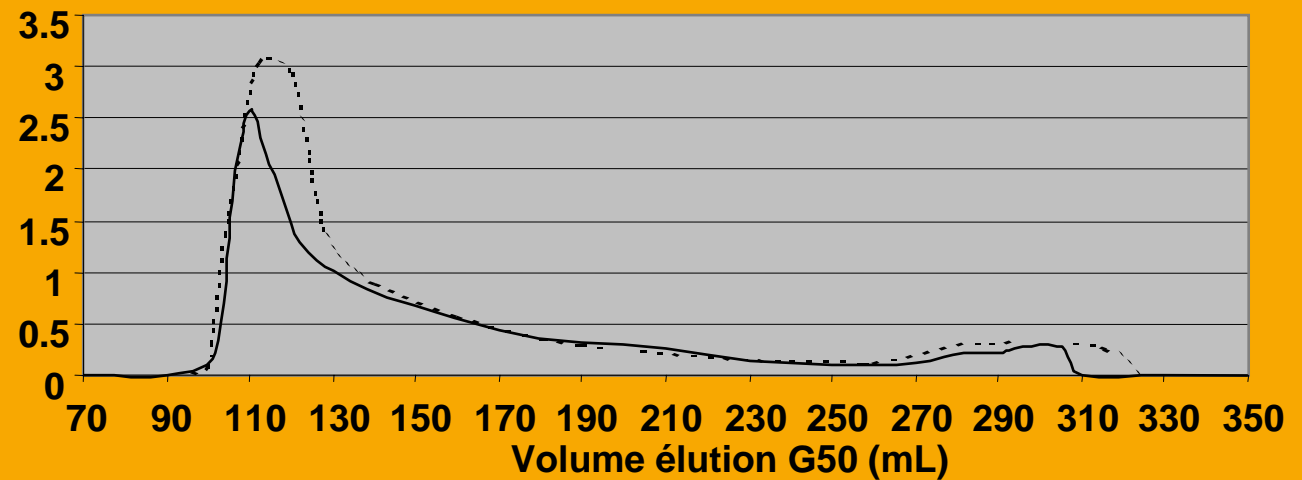


— Homopolymère A (24h)    ..... Copolymère 1 - A (24h)

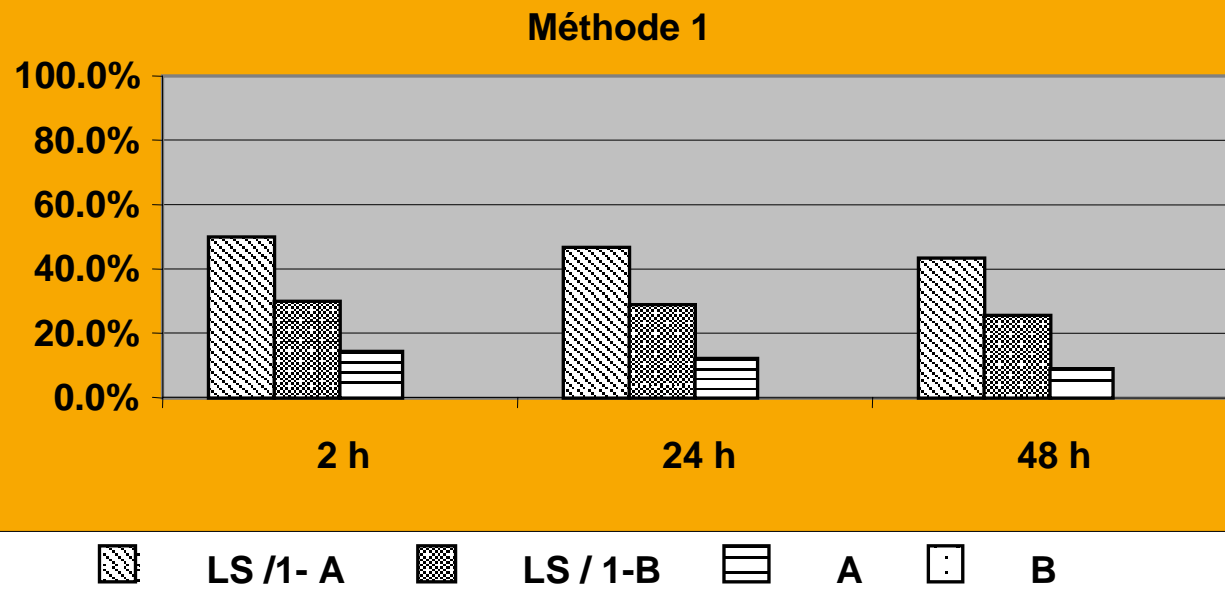
GPC  
(détection  
UV 207 nm)

Comparaison des  
chromatogrammes

### Méthode 1

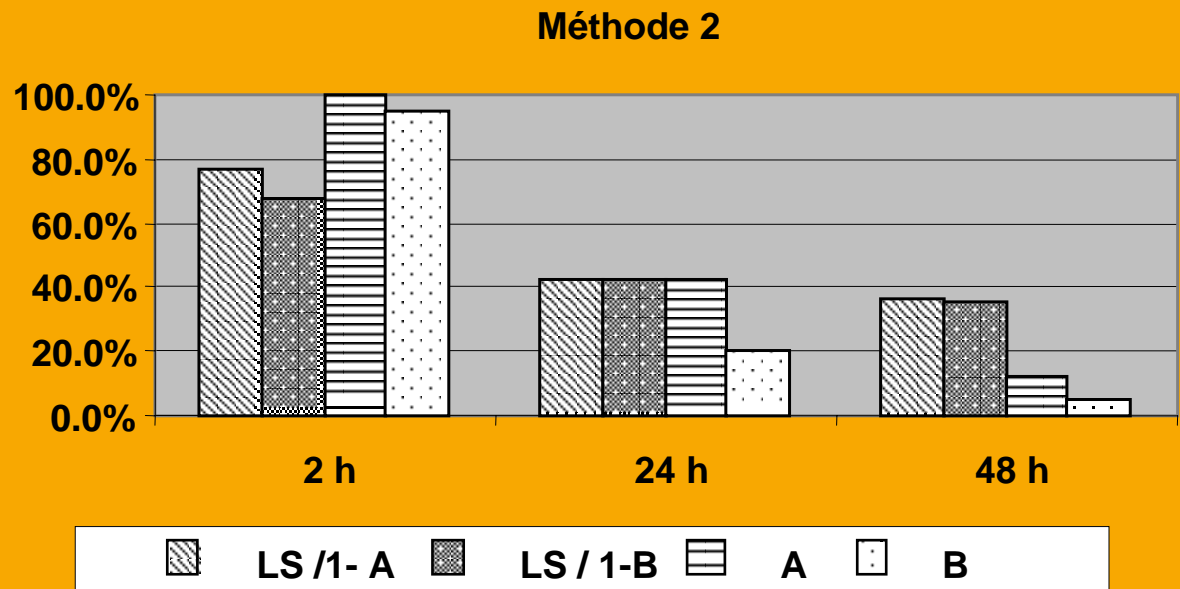


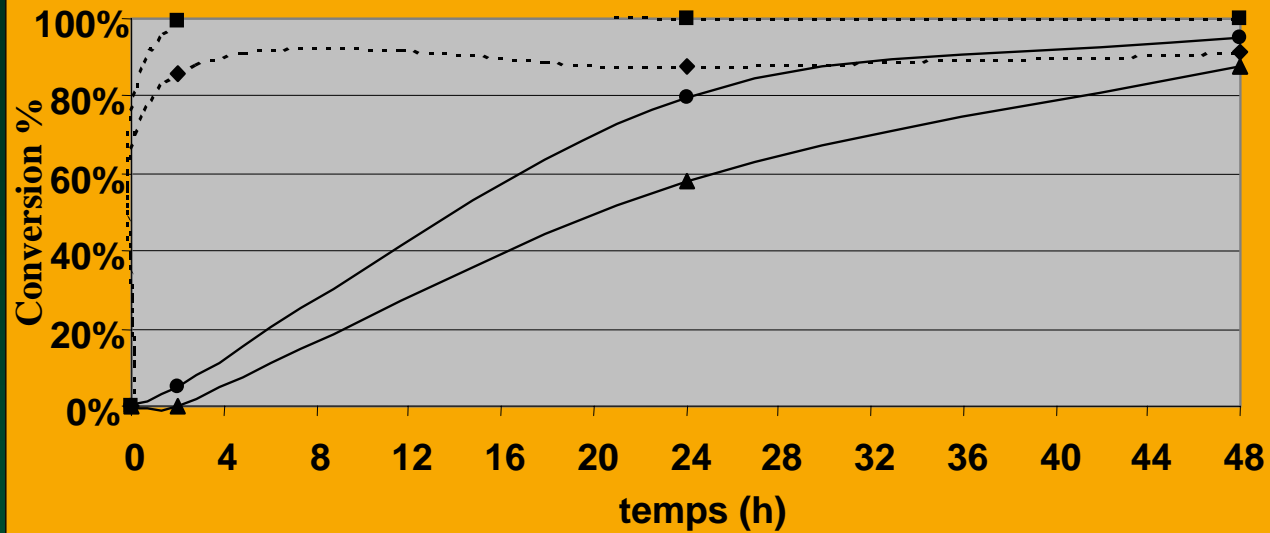
— Homopolymère B    ..... Copolymère 1 - B



Étude du temps de réaction: 2h, 24h, 48h

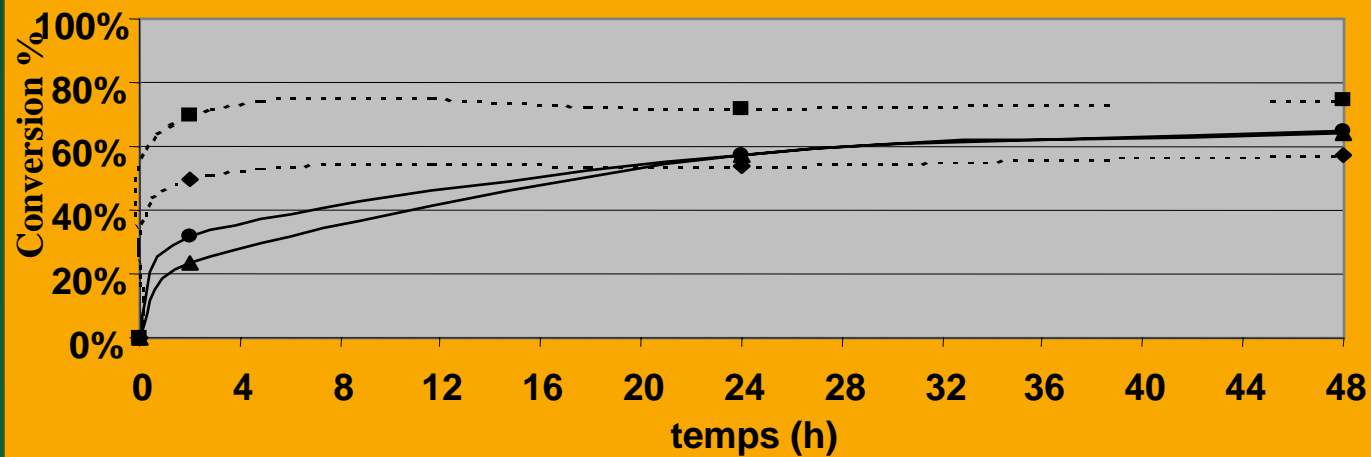
Résiduels de LS et de monomères





---◆--- Monomère 1-A    ---■--- Monomère 1-B    —▲— Monomère 2-A    —●— Monomère 2-B

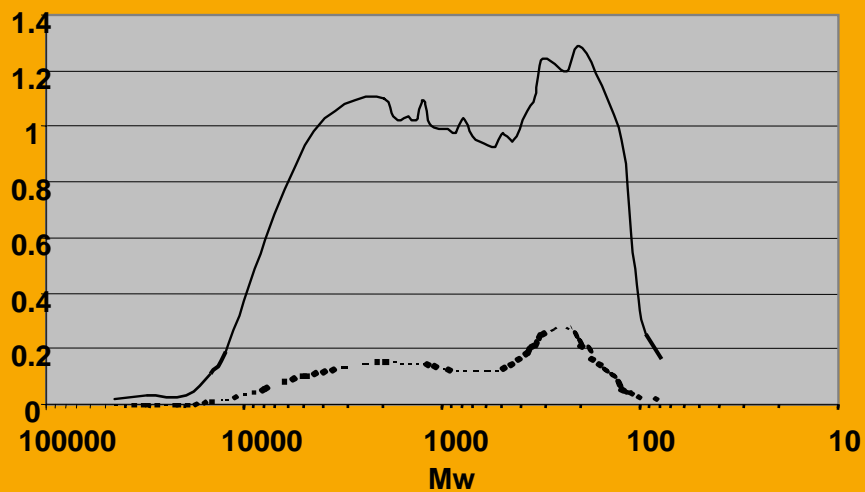
/// Courbes de conversion des réactions de greffage



◆ LS 1-A    ■ LS 1-B    —▲— LS 2-A    —●— LS 2-B

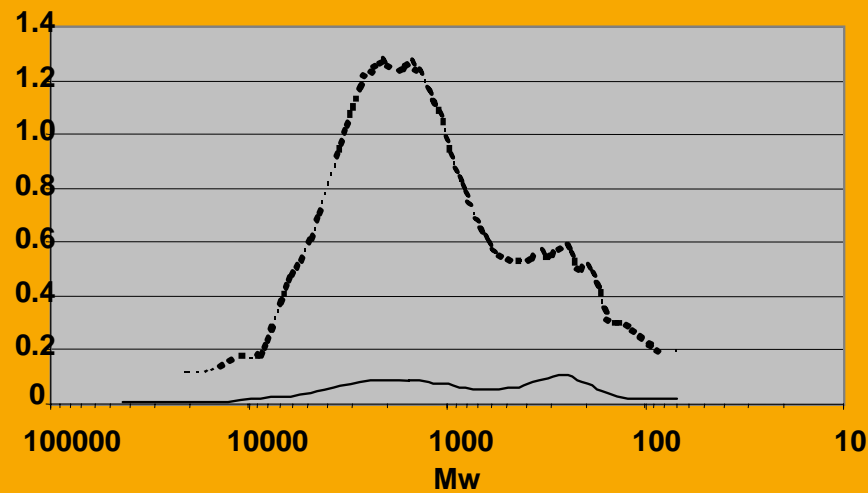


Copolymère 1-A 48h (G-100)



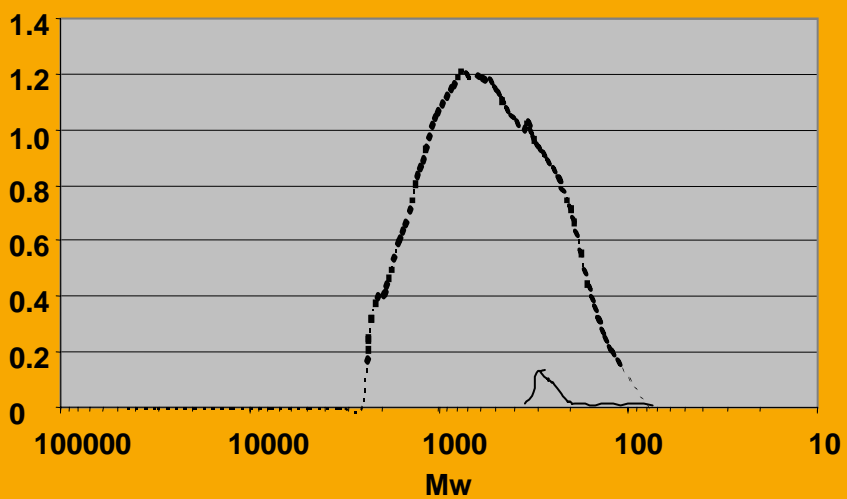
.....abs. 275 nm — abs.207 nm

R YM10 (G -100)



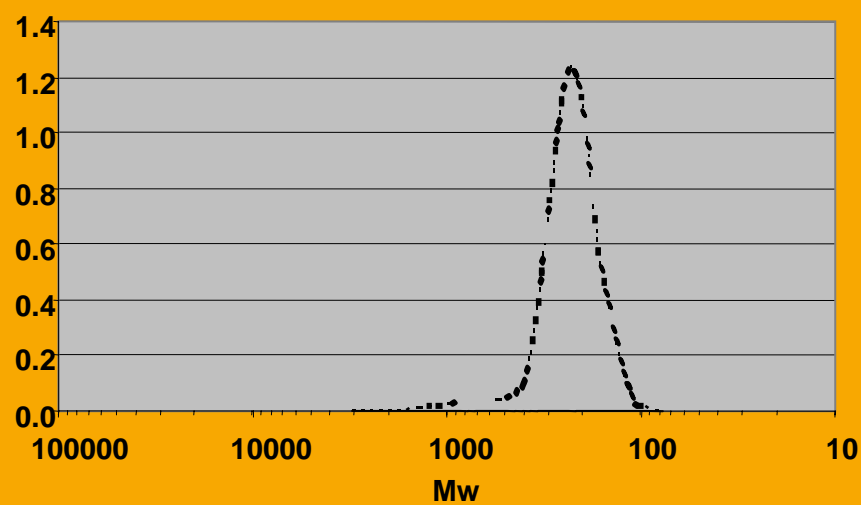
.....abs. 207 nm — abs.275 nm

R YM2 (G -100)



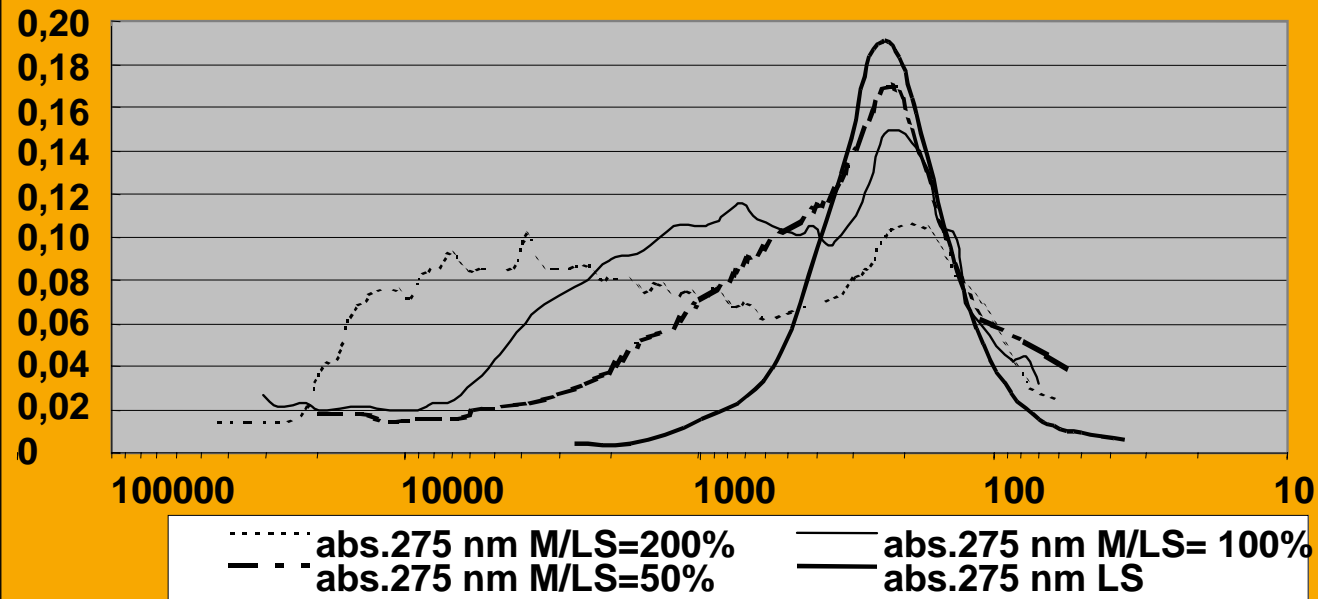
.....abs. 207 nm — abs.275 nm

R YCO5 (G -100)



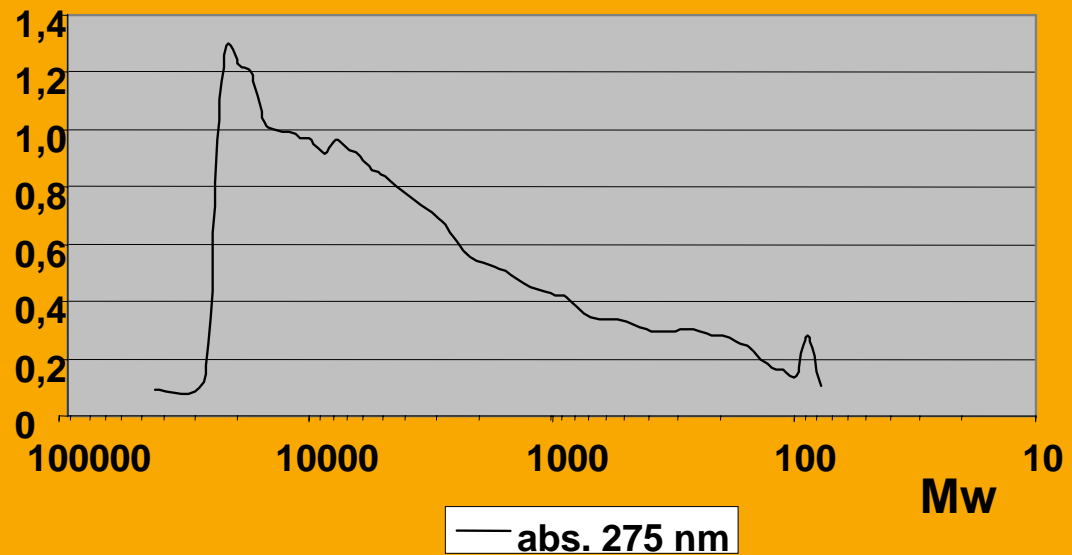
.....abs. 207 nm — abs.275 nm

/// M/LS: 50  
jusqu'à  
200%

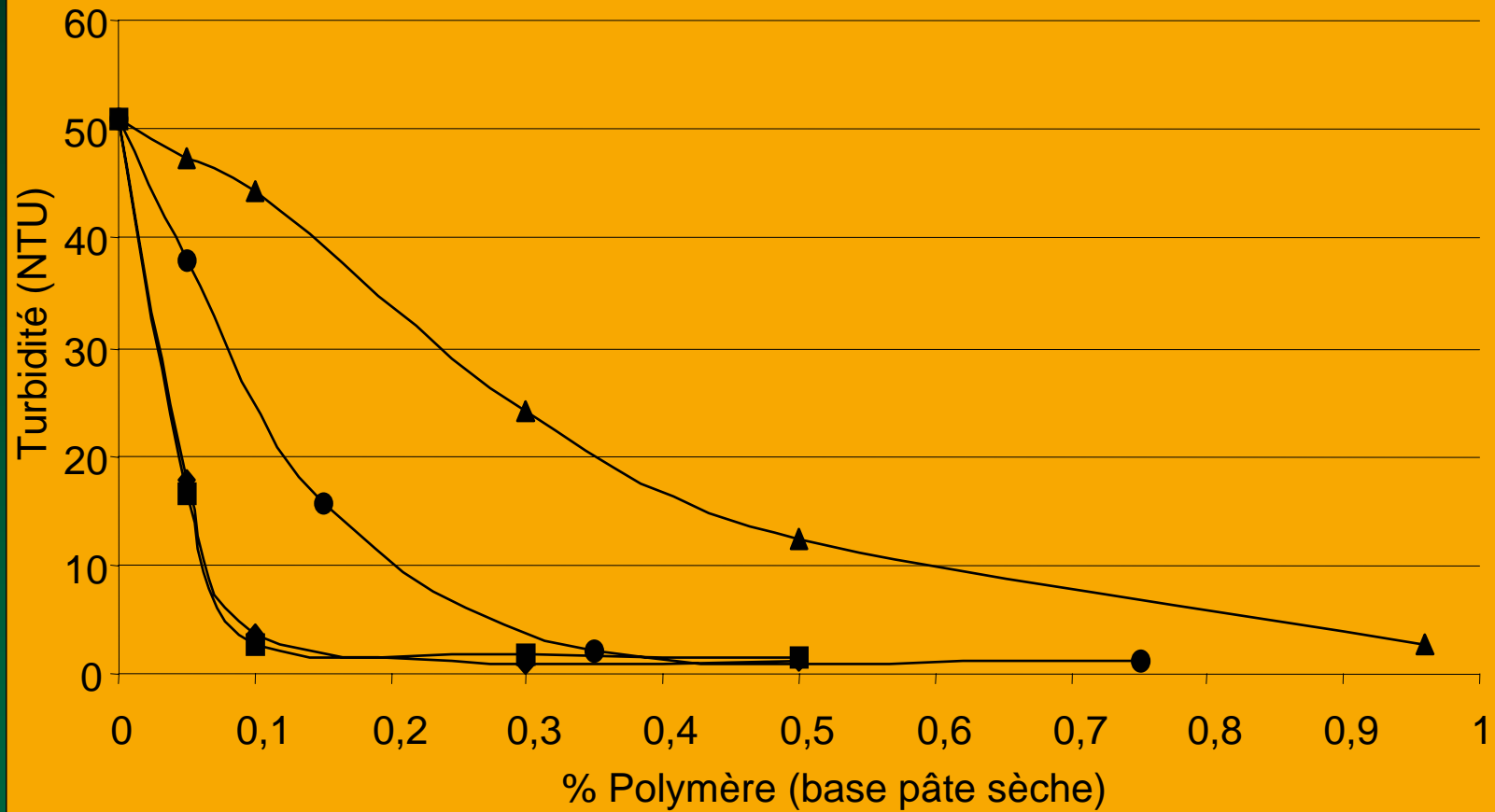


/// Standards: PSSNa

/// Copolymère 1-B  
de la fraction  
rétenantat YM3



## Essais de floculation



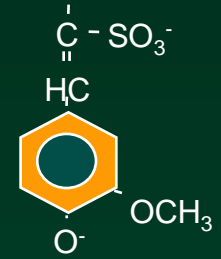
◆ Homopolymère 1-B

▲ Copolymère 1-B (RYM3 de la LR)  
(M/LS= 100%)

■ Copolymère 1-B (M/LS= 480 %)

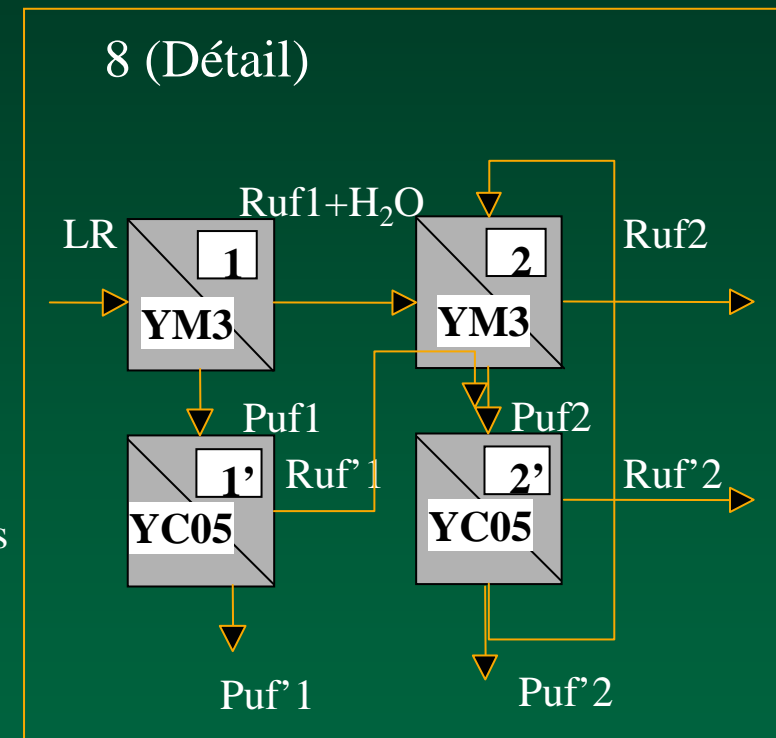
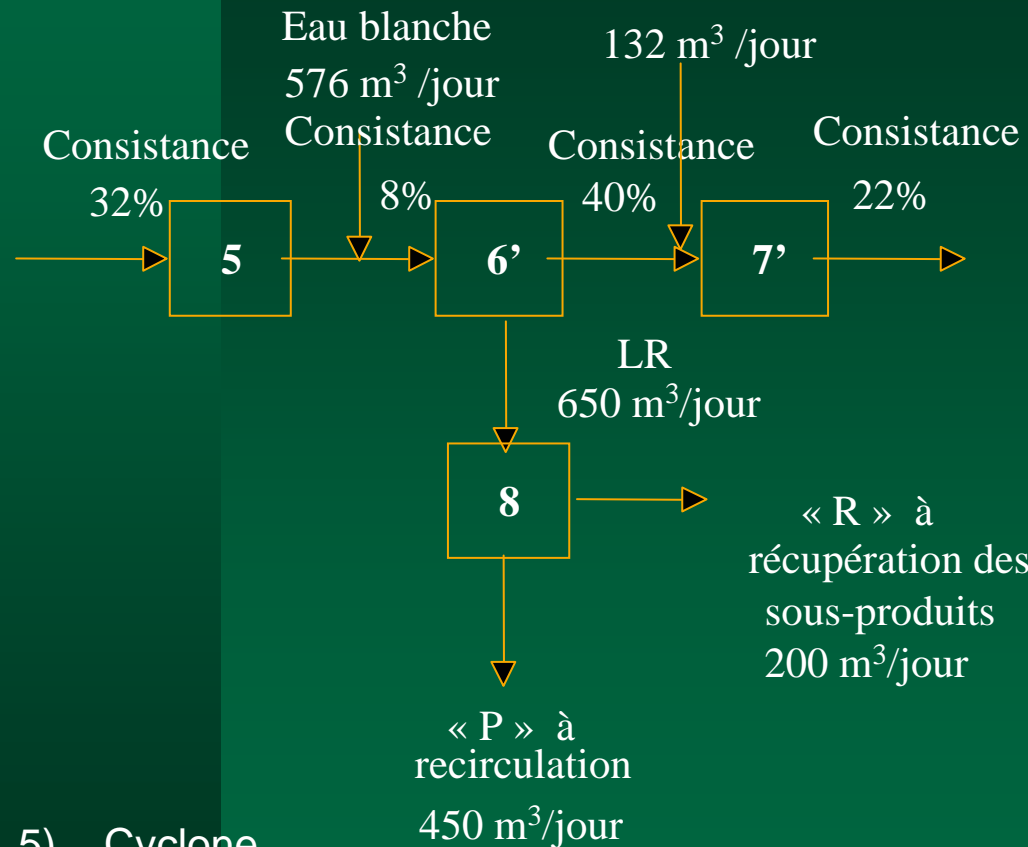
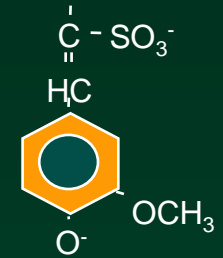
● Copolymère 1-B (M/LS= 200%)

## (6) CONCLUSIONS



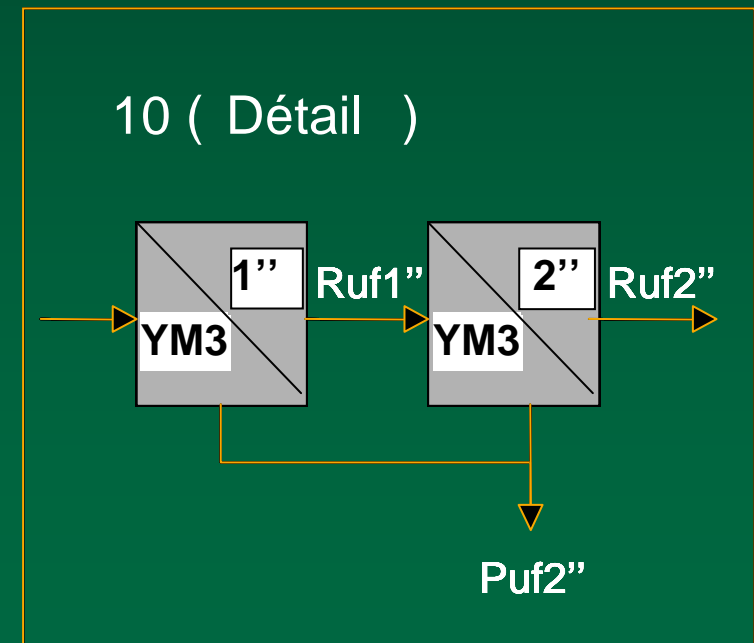
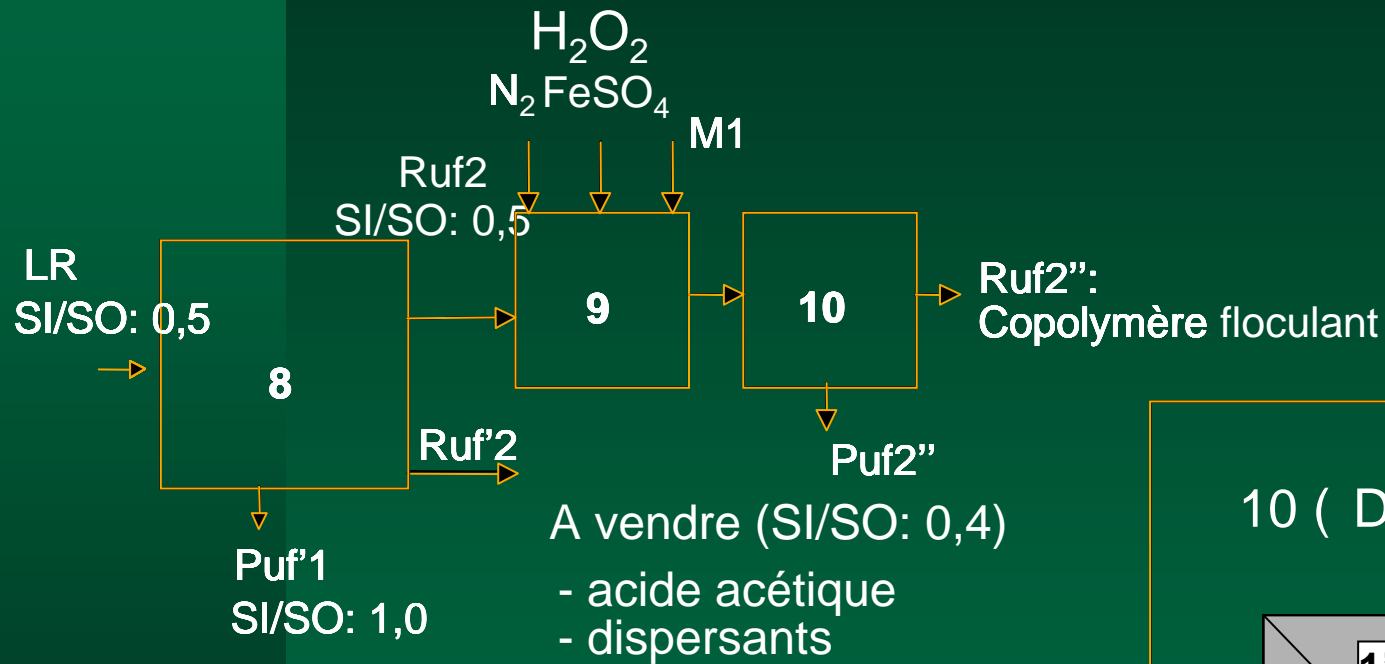
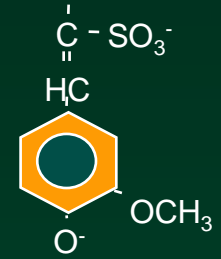
- ❖ La capacité de greffage des LS a été confirmée
- ❖ La conversion maximale de LS est voisine de 100% (méthode 1 + monomère B) dans les 2 heures initiales
- ❖ La présence d'homopolymère n'a pas été détectée
- ❖ La fraction retenue en YM3 (LS/ST: 67 %) est copolymérisée, (conversion de M: 94% et de LS: 86 %)
- ❖ L'incorporation de 0,35 % du copolymère produit une réduction radicale de la turbidité, et de la demande cationique du mélange de fabrication

# DIAGRAMME PROPOSÉ POUR LA SÉPARATION DES COMPOSANTS DES LIQUEURS RÉSIDUELLES A L'AIDE DE L'ULTRAFILTRATION



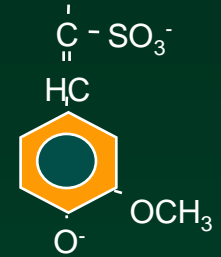
- 5) Cyclone
- 6') Presse à vis pour lavage à faible dilution et séparation de la liqueur résiduelle
- 7') Raffinage secondaire atmosphérique
- 8) Système d'ultrafiltration

# SCHÉMA PROPOSÉ POUR LA PRODUCTION DE FLOCULANT ET POUR LA SÉPARATION DES PRODUITS DE GREFFAGE



- 8) Système d'ultrafiltration
- 9) Réaction de greffage
- 10) Système de séparation des produits

# CONCLUSIONS DU TRAVAIL

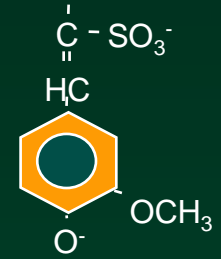


## ❖ Optimisation du procédé:

/// Différentes stratégies peuvent être appliquées pour l'atteinte des objectifs visés, tout en utilisant une charge chimique relativement faible:

- Une diminution de 35 à 50% de SI/SO par rapport à la mesure originale de l'usine peut être obtenue pour des rendements similaires
  - Des propriétés mécaniques peuvent être aussi maximisées à un rendement d'environ 72%
- ❖ Ce travail apporte des données de base sur différents aspects des liqueurs résiduelles NSSC

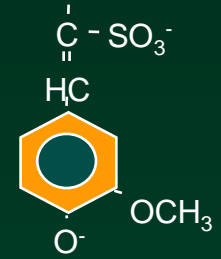
# CONCLUSIONS DU TRAVAIL



- ❖ Les LR peuvent être séparées et concentrées en utilisant l'UF
- ❖ Un schéma approprié permet de:
  - ▮ concentrer les SO des LR
  - ▮ séparer les SI résiduels
  - ▮ diminuer:
    - 70% de la DBO
    - 72% de la DCO et
    - 77% des solides dissous



# CONCLUSIONS DU TRAVAIL



## ❖ Différentes utilisations de composants:

### /// 1er rétentat:

- fabrication de copolymères greffés de lignine
- récupération croisée (faible rapport SI/SO)
- dispersants

### /// 2 ième rétentat:

- acide acétique
- dispersants

### /// 1er rétentat (après hydrolyse des HC):

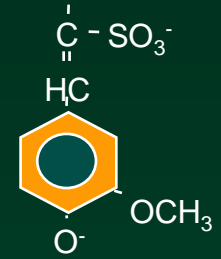
- source de sucres pour fabriquer des sous-produits (xylitol)

### /// perméat:

- recirculation (SI avec près de 50% de Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> résiduel)

# CONCLUSIONS DU TRAVAIL

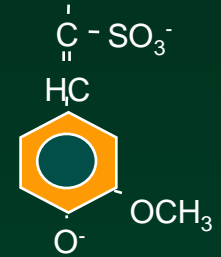
---



- ❖ L'utilisation de **HC** ou de **LR** comme additifs de résistance ne s'est pas avérée positive (substances faiblement retenues)
- ❖ L'étude nous renseigne toutefois sur le **comportement du système** lorsque la charge anionique est augmentée dans le mélange de fabrication, face au comportement de l'**amidon** et du **sulfate d'aluminium**

# CONCLUSIONS DU TRAVAIL

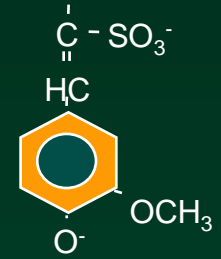
---



- ❖ Le **greffage** des LS pour la fabrication des floculants a pu être réalisé avec une facilité relative
- ❖ La **capacité floculante** des copolymères s'avère variable tout dépendant:
  - des conditions de greffage
  - du rapport monomère/lignine
- ❖ Lors de la **fermeture des circuits** d'eaux blanches où des «trappes anioniques» performantes doivent être utilisées, les **copolymères** fabriqués ont fonctionné de façon satisfaisante

# CONCLUSIONS DU TRAVAIL

---



- ❖ Des études d'optimisation et de changement d'échelle sont nécessaires pour démontrer la faisabilité de cette approche