



Montpellier SupAgro-INRA  
UMR-MISTEA

# Etude du mode de colmatage dans un Bioréacteur à membrane anaérobie

Ecole chercheurs "Biotechnologie pour le traitement de l'eau et des déchets »  
Narbonne 6-10 Juin 2011

Présenté par: Amine CHARFI

Encadré par: Nihel BEN AMAR  
Jérôme Harmand

- Déterminer le mode de colmatage responsable de la chute du flux dans un Bioréacteur à Membrane Anaérobie (BRMA) à membrane MF et UF
- Influence de certains conditions opératoires abiotiques sur le mode de colmatage

## Méthode

- Données expérimentales obtenues à court termes tirées de la littérature
- Modèle de (*Hermia, 1982*) décrit 4 modes de colmatages (eq. 1)


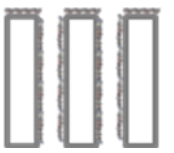


$$\frac{dJ}{dt} = -k J(A J)^{2-m} \quad (\text{eq. 1})$$

$J$ : le flux de permeat

$A$ : la surface de la membrane

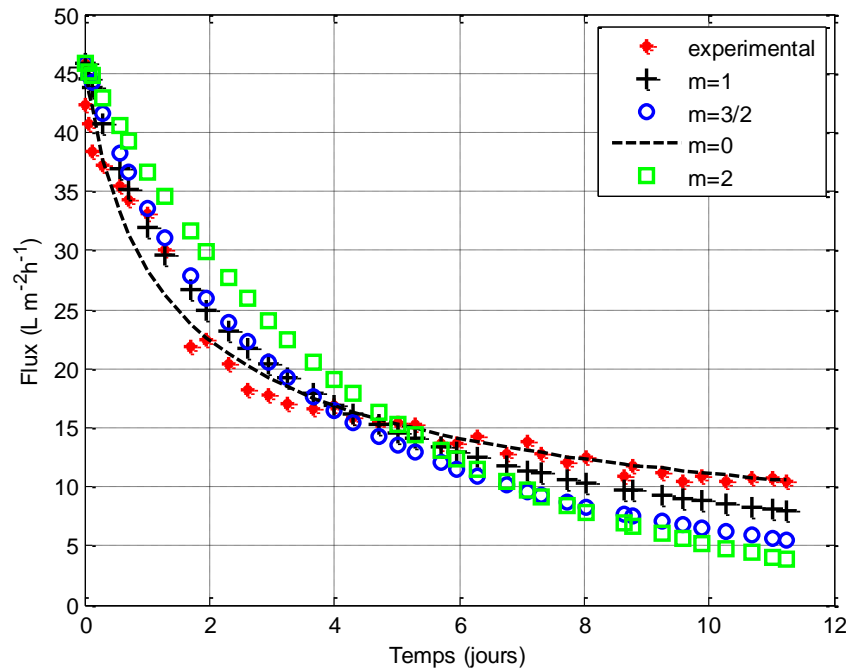
$m$  est une constante qui dépend du mode de colmatage

# Mode de colmatage

	Mode de colmatage	Expression du flux
	Formation de gâteau (m=0)	$J = \frac{J_0}{(2 K_{cf} J_0^2 t + 1)^{\frac{1}{2}}}$
	Constriction des pores (m=3/2)	$J = \frac{4J_0}{\left(K_{pc} J_0^{\frac{1}{2}} t + 2\right)^2}$
	Blocage intermédiaire (m=1)	$J = \frac{J_0}{K_{ib} J_0 t + 1}$
	Blocage complet (m=2)	$J = J_0 \exp(-K_{cb} t)$

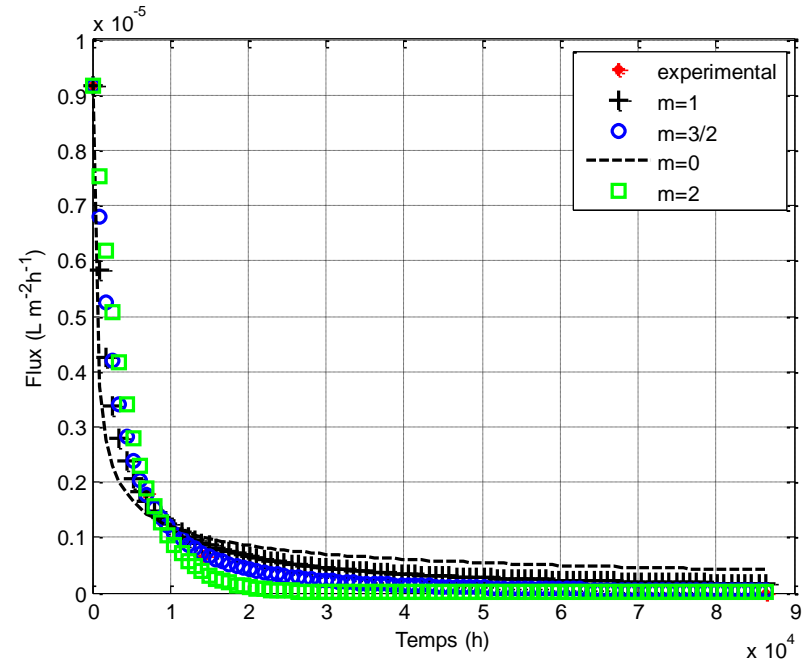
# Mode de colmatage

➤ Méthode des moindres carrés: Optimiser les paramètres  $K_{cf}$ ,  $K_{pc}$ ,  $K_{cb}$  et  $K_{cf}$  pour minimiser le moindre carré



Le mode de colmatage optimisé pour les données de *Choo et al. (1998)*

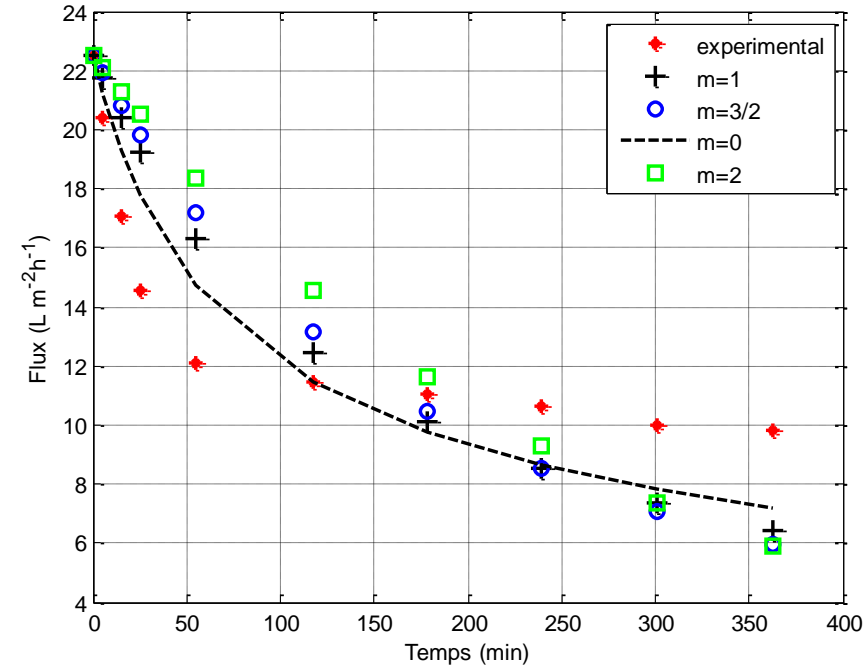
=> Formation de gâteau



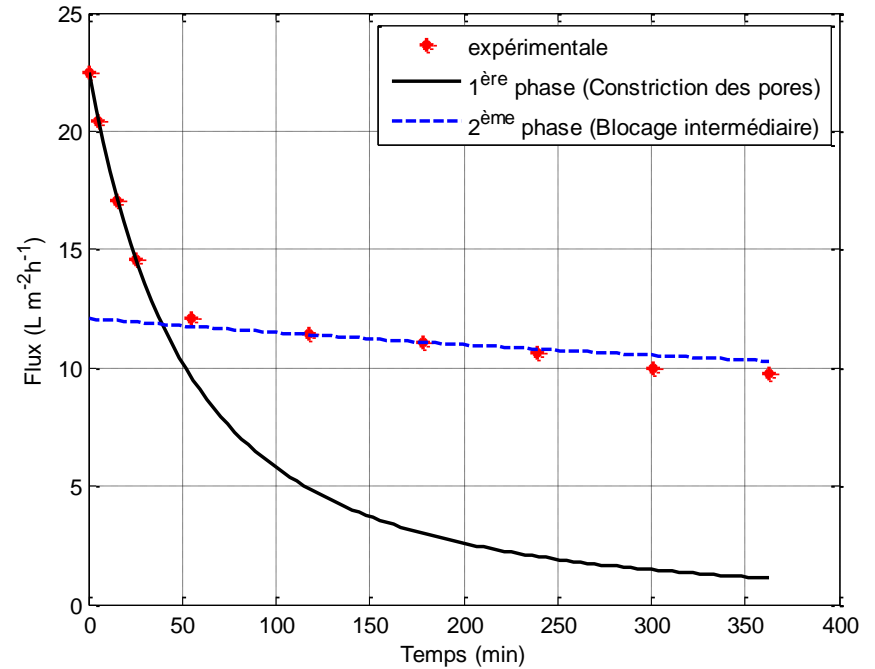
Le mode de colmatage optimisé pour les données de *Lee et al. (2001)*

=> Constriction des pores

# Mode de colmatage



Optimisation du mode de colmatage en 1 phase pour les données de *Ho et Sung (2009)*



Optimisation du mode de colmatage en 2 phases pour les données de *Ho et Sung (2009)*

=> Au cas où on n'arrive pas à décrire l'ensemble des données expérimentales par un seul modèle, on cherche à trouver plus qu'une seule phase contrôlée par différents modes de colmatage.

## Résultats

- La chute du flux se fait généralement en deux phases
- Pour les membranes MF
  - 1<sup>ère</sup> phase : constriction de pores ou colmatage de surface (blocage complet intermédiaire, complet ou par formation de gâteau)
  - 2<sup>ème</sup> phase: colmatage de surface
- Pour les membranes UF : un colmatage par formation de gâteau

## • *Taille des pores*

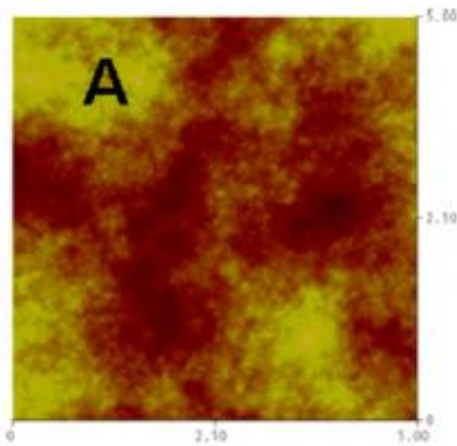
- Les membranes MF de taille des pores  $\geq 0.5\mu\text{m}$  ( constriction de pores suivi d'un colmatage de surface)
- Les membranes MF de taille de pores  $< 0.5\mu\text{m}$  (colmatage de surface)
- Les membranes UF colmatage par gâteau
- la résistance spécifique du gâteau  $\nearrow$  lorsque le seuil de coupure de la membrane UF  $\searrow$  ( en concordance avec les résultats expérimentaux de He et al. (2005))



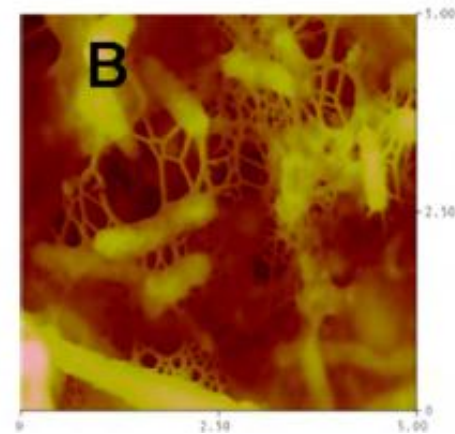
# Effets des paramètres abiotiques sur le mode de colmatage

## • *Température*

Haute température (55 C)  $\longrightarrow$  un colmatage par formation de gâteau  
(particules de petite taille + Surproduction EPS)



Surface d'une membrane cPVDF propre  
(Gao, 2010)



Surface d'une membrane cPVDF colmatée  
Micro-organismes + EPS (Gao, 2010)

## • *Concentration de la matière solide en suspension (MES)*

Une concentration élevée en MES ( $\approx 20\text{g/L}$ )  $\longrightarrow$  un colmatage par la formation de  
gâteau  
(agrégation des particules)

# Conclusions

- Le colmatage dans un BRMA fonctionnant à court terme se fait généralement en deux phases.
- Des membranes MF à pores lâches favorisent un colmatage par constriction des pores, par contre des pores serrés induisent à un colmatage de surface.
- Les membranes UF, la haute température ainsi qu'une concentration élevée en MES favorisent un colmatage par la formation d'un gâteau

**Merci**