



[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

# Automatique et environnement : comprendre et agir sur le traitement biologique de l'eau

Isabelle Queinnec, directrice de recherche du CNRS au LAAS-CNRS





# Contexte

Amélioration des procédés biologiques de traitement de l'eau et des déchets depuis leur conception (modélisation, simulation) jusqu'à leur contrôle (observation, commande en boucle fermée)



+

Modélisation, simulation

Observation, commande



Compréhension des  
mécanismes et action





# Modèle

- Modèle pour comprendre : biofilms, phénomènes biologiques et physiques
- Modèle pour prédire : anticiper, proposer des modes de fonctionnement *a priori*
- Modèle pour observer : reconstruire des signaux non mesurés
- Modèle pour commander : synthèse de contrôleurs

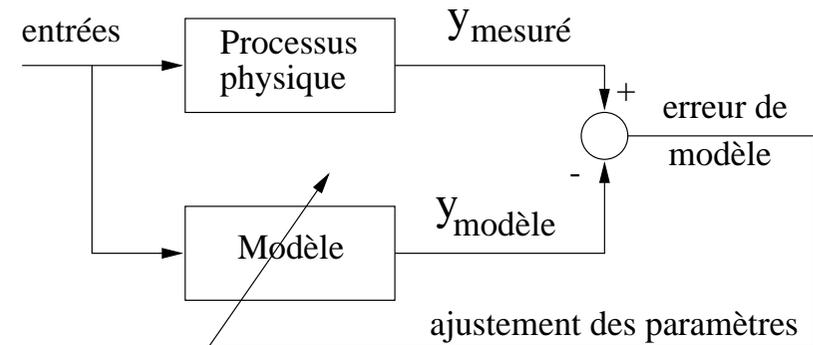


# Identification

## Calibration des modèles

### Principe

- Choix du modèle
- Minimisation de la distance entre mesures expérimentales et données simulées avec le modèle
- Travail effectué en amont (paramètres issus de la littérature ou de banques de données... à constituer)
- (Re)calibration sur site « personnalisée » à l'installation





# Observation

## Pourquoi

- Compenser l'absence d'instrumentation sur certaines variables
- Maintenir une instrumentation à (très) faible coût (en particulier pour de petites unités de traitement)

$$\dot{x}_t = F(x_t, u_t, t) + K(y_k - y_{mes})$$
$$y_k = H(x_k, t_k)$$

## Comment

- Reconstruction à partir de modèles des variables non mesurées et des entrants
- Système temps continu - mesures discrètes
- Evolution dans l'espace (en plus du temps)

## Outils

- Filtres
- Optimiseurs

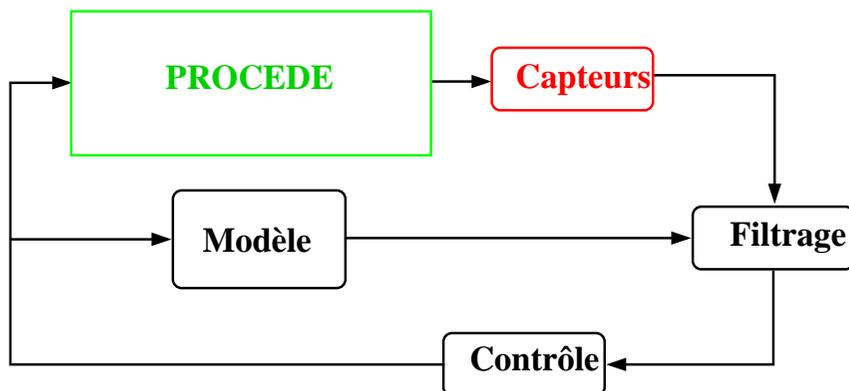




# Contrôle

## Pourquoi

- Insensibilité aux phénomènes non modélisés ou aux variations de paramètres (composition en déchets en particulier)
- Rejet des perturbations
- Eviter de sur-dimensionner les unités
- Commande de procédés à alimentation discontinue



## Comment

- Commande en boucle fermée
- Actions sur l'hydraulique, sur les entrants...

## Outils

- PID, commande robuste, commande non-linéaire (saturations)...



# Conclusions

- Recherche pluridisciplinaire (science de l'information – sciences de l'ingénieur – sciences biologiques)
- En interaction avec le Laboratoire d'ingénierie des systèmes biologiques et des procédés (CNRS/Inra/Insa Toulouse)
- Applications : biofiltres, biofilms, procédés de dégradation du phénol, méthanisation, procédés boues activées, digestion anaérobie ...

