

# Axes de recherche

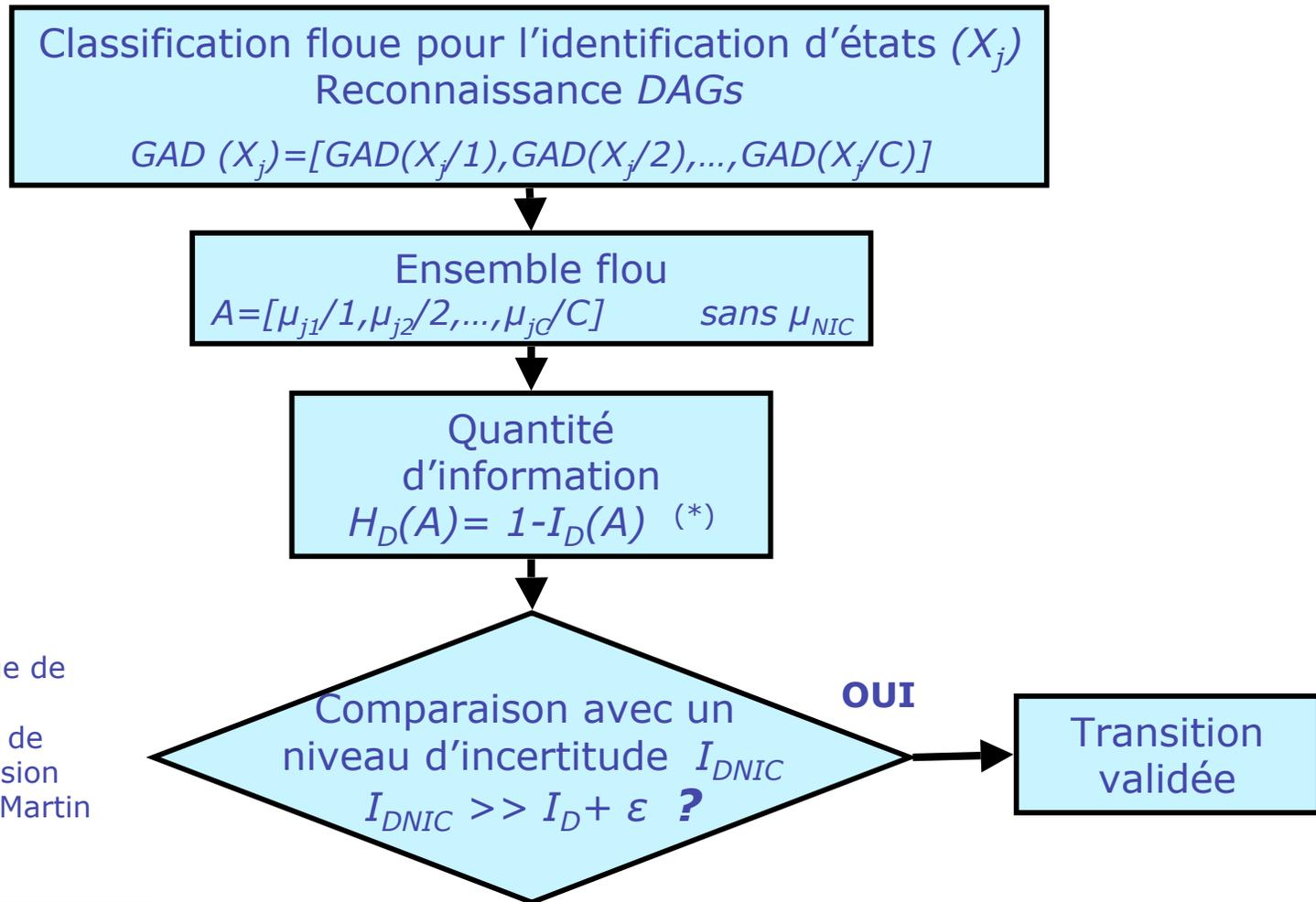
- Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (avec José Aguilar-Martin)
- Diagnostic des systèmes hybrides
- Sélection des capteurs - Suite de la thèse d'Antonio

## Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (1)

- Comparaison des techniques (LAMDA, GKmeans, ...) de classification pour le diagnostic (article soumis à Revue des Nouvelles Technologies de l'information : Apprentissage Artificiel et Fouille de Données. Septembre 2006 )
- Méthode de validation des transitions entre états (Claudia, Hector (test de la méthode))
- Optimisation de la partition de l'espace des données

## Méthode de validation des transitions entre états (Claudia, Hector (test de la méthode))

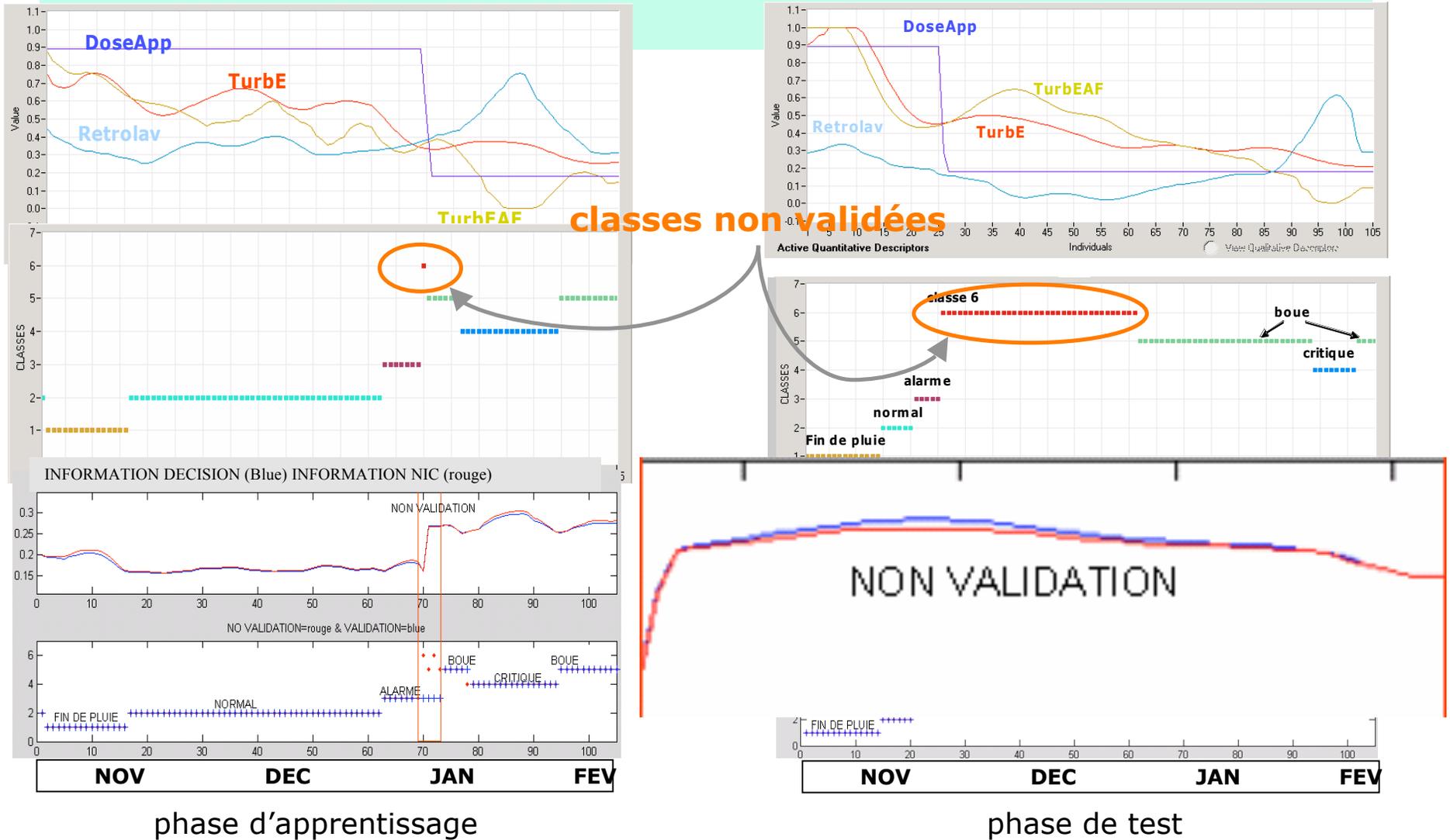
Permet de manière automatique, pendant l'étape de reconnaissance, de ne pas tenir en compte des **classes mal conditionnées** et permet d'enlever **les fausses alarmes** favorisant ainsi l'interprétation des classes pour la surveillance



(\*)  $H_D$  Entropie floue de De Luca et Termini  
 $I_D$  Complément de l'entropie de la décision par Diez et Aguilar-Martin

# Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (2)

Méthode de validation des transitions entre états (Claudia, Hector (test de la méthode))

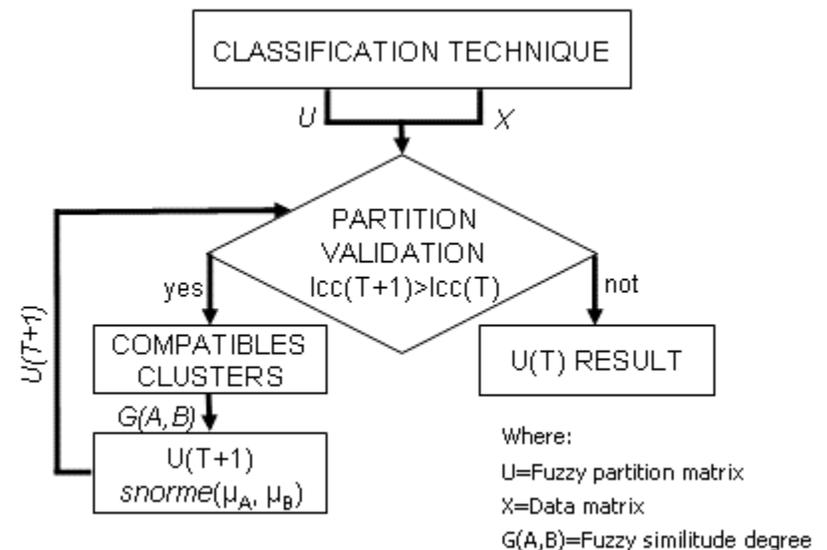


# Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (3)

## Optimisation de la partition de l'espace des données

- Optimisation de la partition de l'espace des données
  - Développement d'indices pour la validation d'une classification et l'aide au choix des paramètres

(Thèse de Claudia, co-encadrée avec José)



## Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (4)

### Optimisation de la partition de l'espace des données

- L'Indice ICC (*Inter Class Contrast*) est un indice permettant de caractériser la compacité et la séparation des classes.

$$Icc = \frac{sbe}{N} \cdot D_{\min} \cdot \sqrt{K}$$

$$sbe = \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \mu_{kn} \cdot (m_{ke} - m) \cdot (m_{ke} - m)^T$$

$\mu_{kn}$  est le degré d'appartenance de la donnée  $x_n$

$N$  est le nombre de données d'entraînement

$D_{\min}$  la distance minimale entre groupes

$sbe$  est la valeur associée à la dispersion de la partition

$m_{ke}$  est le prototype de la classe  $k$

$m$  le centre de l'ensemble des données

$$m_{ke} = \frac{\sum_{n=1}^N \mu_{kn} \cdot x_n}{\sum_{n=1}^N \mu_{kn}}$$

$$m = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N x_n$$

# Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (5)

## Optimisation de la partition de l'espace des données

- Union entre deux classes :
  - estimation des deux classes les plus semblables.
  - une mesure de distance entre des classes floues (de type ultramétrique).

$$d^*(A, B) = 1 - \frac{M[A \cap B]}{M[A \cup B]} = 1 - \frac{\sum_{n=1}^N (\mu_{An} \cap \mu_{Bn})}{\sum_{n=1}^N (\mu_{An} \cup \mu_{Bn})}$$

$$\mu_{An} \cap \mu_{Bn} = \min(\mu_{An}, \mu_{Bn})$$

$$\mu_{An} \cup \mu_{Bn} = \max(\mu_{An}, \mu_{Bn})$$

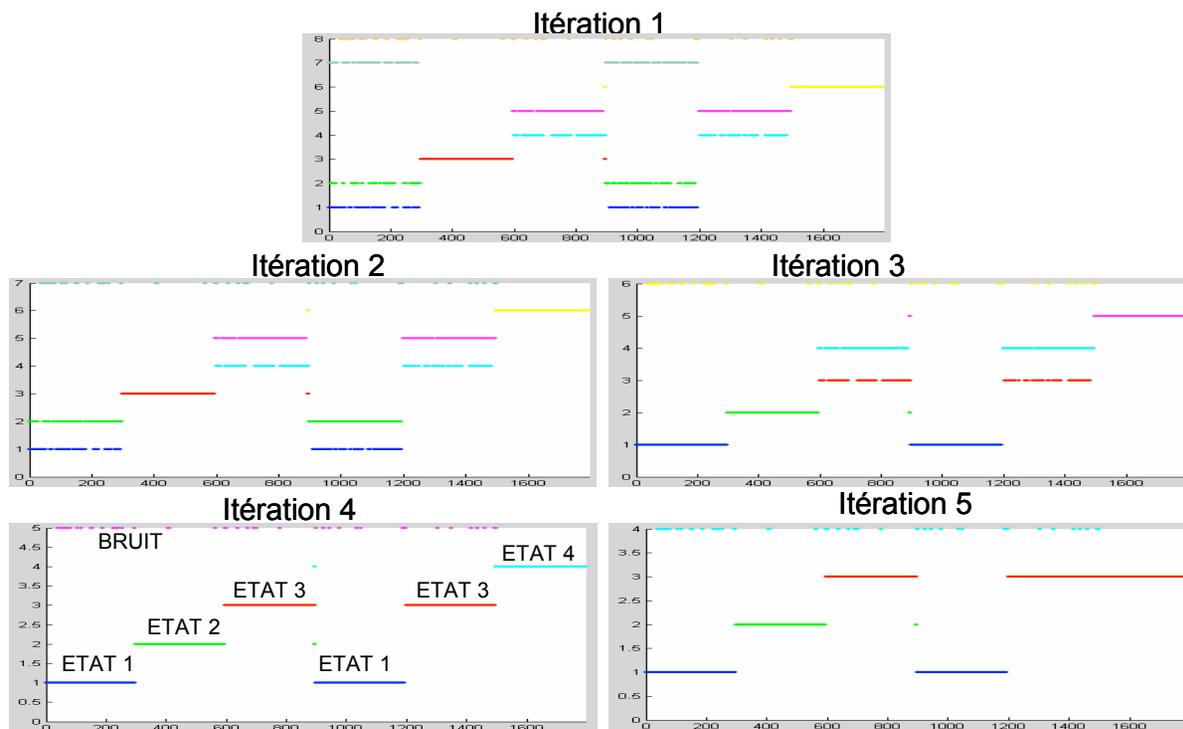
- mesure de similitude entre classes ( $A, B$ )

$$G(A, B) = \frac{\sum_{n=1}^N (\mu_{An} \cap \mu_{Bn})}{\sum_{n=1}^N (\mu_{An} \cup \mu_{Bn})}$$

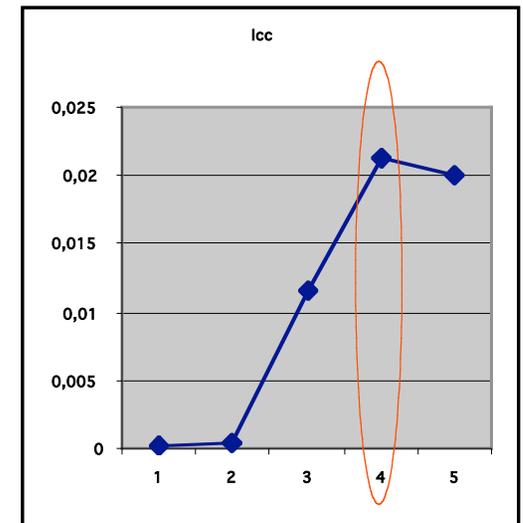
- Pour les deux classes les plus compatibles, la matrice de la partition (degrés d'appartenance) est mise à jour (union de deux ensembles flous ( $S$ -Norme)).

# Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (6)

## Optimisation de la partition de l'espace des données



Evolution de la partition au cours des itérations



Evolution de l'indice ICC au cours des itérations

## Supervision/Diagnostic à l'aide de la classification (7)

- **Projet ICSI : étude de l'apport d'une telle technique pour des opérateurs**
  - Test sur un panel d'opérateurs
  - Ergonomie (travail avec Irène GAILLARD de l'UT1) (en veille pour l'instant, dans l'attente de la construction du nouveau pilote )
- **Amélioration de LAMDA pour une utilisation industrielle : stage de Master (ingénieur) chez VEOLIA pour appliquer l'outil de diagnostic sur un procédé réel (contrat avec VEOLIA)**
  - Résultats sur les 4 mois de stage réalisés (comparaison en faveur de LAMDA par rapport aux techniques utilisées précédemment : RN, ACP)
  - Tests sur des données du procédé biogaz par Claudia (en attente du contrat de confidentialité)

# Diagnostic des systèmes hybrides (1)

- Développement d'une méthodologie de diagnostic des systèmes hybrides.

- basée sur la détection par comparaison entre la sortie du modèle RdPD du système sans défaillance et la sortie processus,

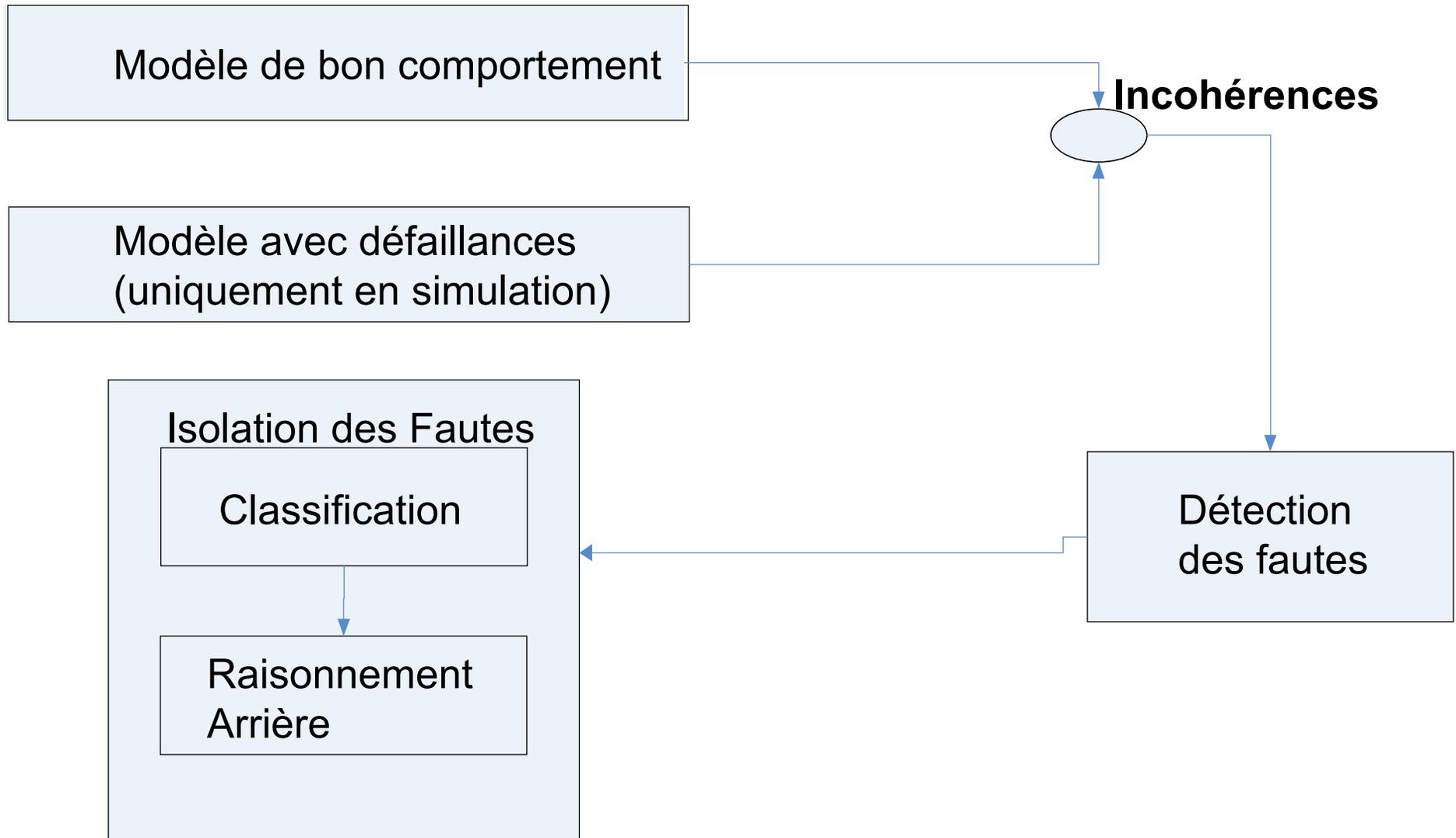
- puis sur la recherche par simulation arrière dans le réseau RdPD comportant cette fois tous les défauts pour diagnostiquer le défaut incriminé.

- Réduction du nombre de cas de défaillance à examiner en simulation arrière en effectuant une première isolation de la zone en combinant la simulation arrière des RdPD et la classification pour restreindre ainsi le champ d'investigations.

## Diagnostic des systèmes hybrides (2)

- Travaux innovants car la simulation par propagation arrière est effectuée sur des RdP différentiels
  - collaboration avec le Laboratoire de Génie Chimique LGC de Toulouse : développement d'une plate-forme de simulation dynamique nommée *PrODHyS (Process Object Dynamic Hybrid Simulator)* de systèmes hybrides s'appuyant sur le formalisme *réseau de Petri différentiel objet (RdPDO)*. (Gilles Hetreux, Stéphane Negny, Jean-Marc Le Lann)
- Thèses d'Aimed MOKHTARI en parallèle avec une thèse au sein de ce laboratoire préparée par Nelly OLIVIER (co-directrice)

## Diagnostic des systèmes hybrides (3)

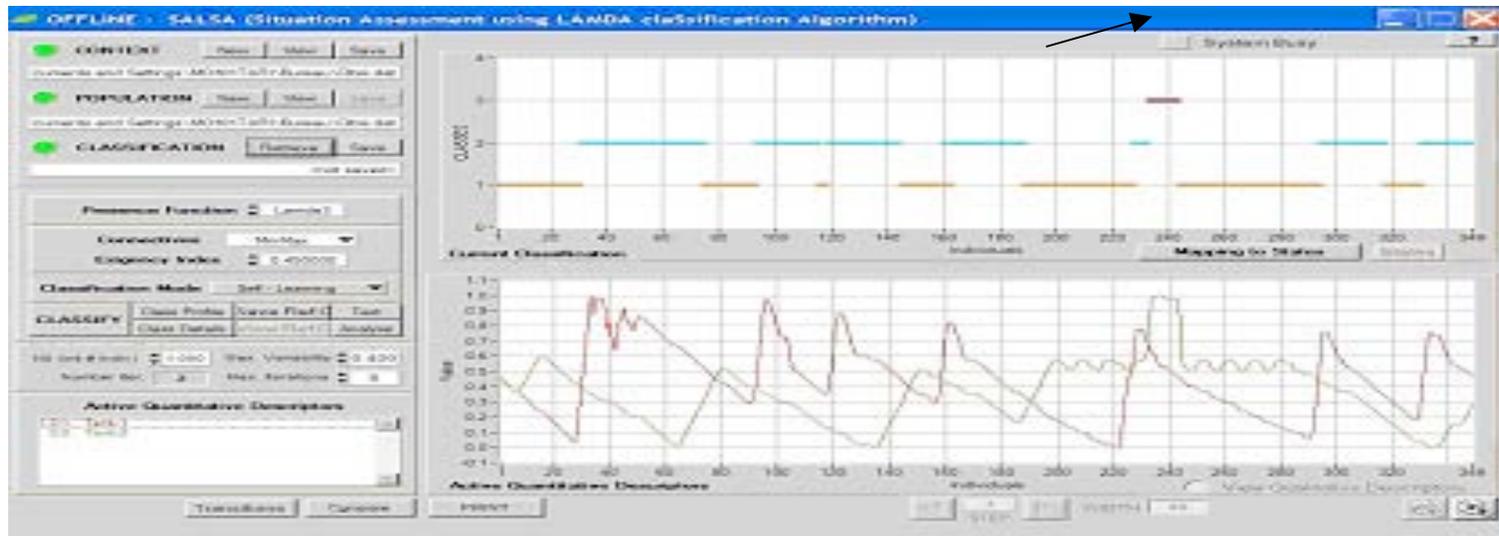
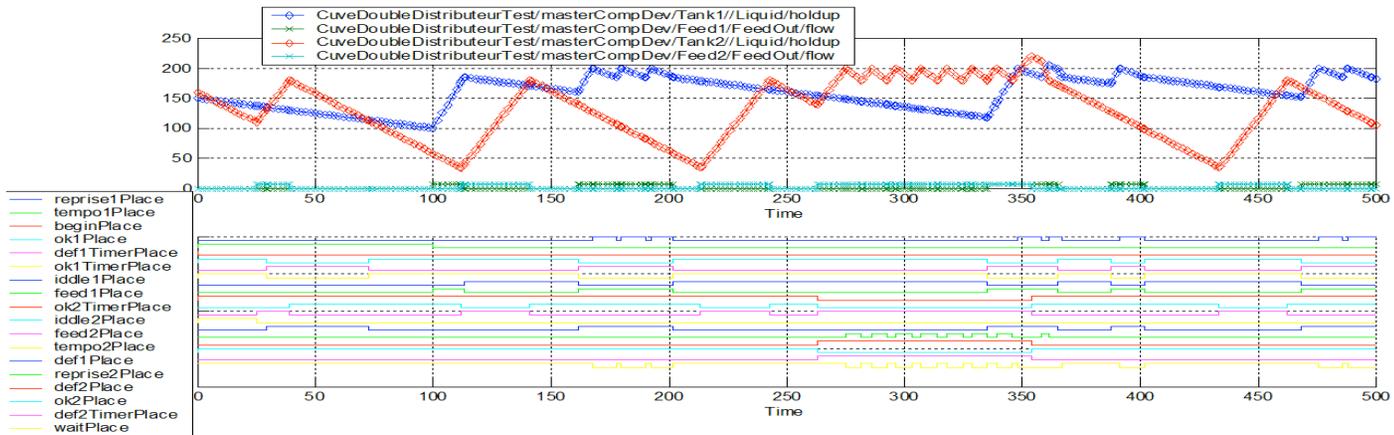




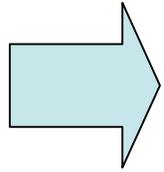
# Diagnostic des systèmes hybrides (5)

Niveau de l'eau

États des places  
du Rdp

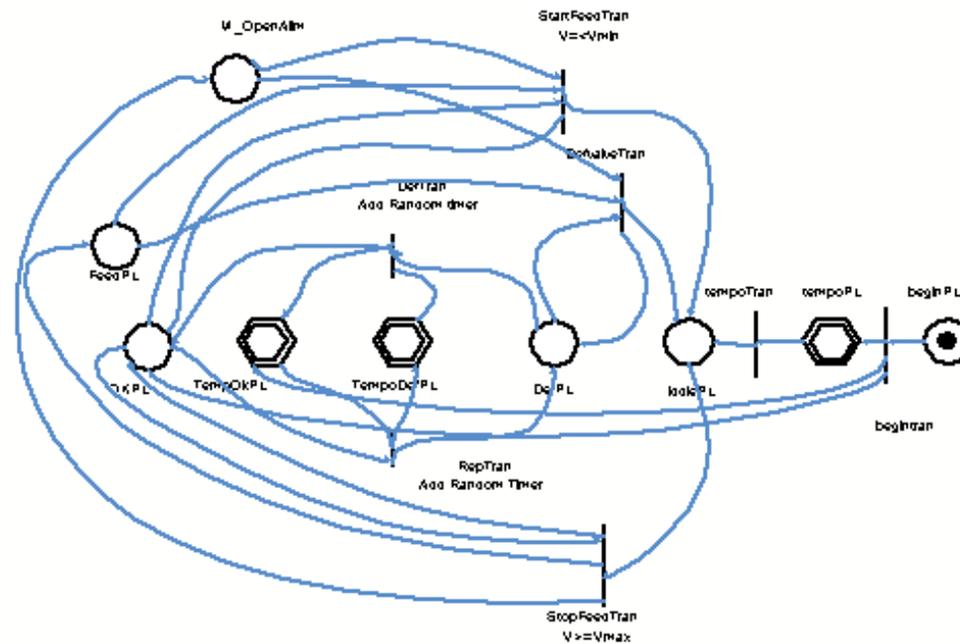


## Diagnostic des systèmes hybrides (6)



Apparition de la défaillance seulement dans le réservoir 2 d'où l'application du raisonnement arrière pour le RdP du réservoir 2 seulement

### Réseau de Petri inverse



## Sélection des capteurs (1)

- Problématique
  - Parmi un ensemble de capteurs donnés, rechercher les capteurs les plus pertinents en vue d'effectuer le diagnostic du système
- Sujet d'intérêt stratégique pour les industriels :
  - (Veolia, Pierre-Fabre, Boostec)
- Peu d'études faites en dehors des travaux sur la diagnosabilité à partir de modèles

## Sélection des capteurs (2)

- Méthodologie
  - classification : pour effectuer le diagnostic sur l'ensemble des capteurs
  - Calcul de l'entropie de l'information apportée par un descripteur (capteur)
  - Détermination des capteurs les plus pertinents
    - Deux procédures :
      - Par paire de défauts (opération normale/défaut)
      - Sur l'ensemble des défauts
- Travaux futurs : utilisation des indices de performance de la classification pour développer la procédure automatique de sélection des capteurs (critère d'arrêt de la recherche)

## Sélection des capteurs (3)

- **Projet ICSI**
  - Validation expérimentale sur unité pilote
  
- **Suite du contrat avec Veolia**
  - Détermination des capteurs mais aussi de l'information pertinente à donner aux opérateurs

# Liste des projets

- **Projet région** : « *Développement d'un réacteur intensifié continu en carbure de silicium pour la synthèse d'un principe actif* », Diagnostic, placement de capteurs, LGC/Pierre Fabre/Boostec
- **VEOLIA** : Evaluation de LAMDA/SALSA (effectuée), amélioration de la classification, optimisation de la partition (en cours), placement de capteurs
- **Projet ICSI**
  - Validation expérimentale sur unité pilote, Etude de l'apport de la classification pour l'aide au diagnostic auprès des opérateurs (en attente du réacteur pilote)
- **Pôle de compétitivité « Cancer-Biosanté »**: Projet « *L'usine du futur* » PIERRE FABRE, Boostec, LGC, LAAS, déjà labellisé, en cours d'élargissement à SANOFI pour être réévalué en décembre