

# « IDCOM-HIECOM. Commande prédictive par modèle. Description et applications »

## FONCTIONALITES CLEF

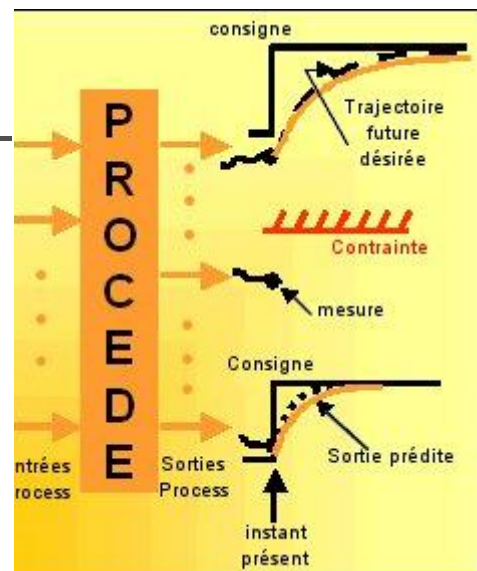
IDCOM-HIECON dispose des fonctionnalités assurées par (presque) tous les régulateurs multivariables :

- Chaque variable de sortie procédé rallie sa consigne avec une dynamique spécifiée en termes de temps de réponse en boucle fermée
- Les variables d'action (manipulables) satisfont des contraintes de position et de gradient
- Les perturbations mesurables sont prises en tendance
- Le problème multivariable est résolu de façon globale

## FONCTIONALITES AVANCEES

A ces possibilités de base, IDCOM-HIECON ajoute des fonctionnalités spécifiques qui en font un outil performant :

- Le nombre des variables manipulées peut être différent de celui des variables de sorties procédé
- Des objectifs secondaires, moins prioritaires que les consignes, peuvent être spécifiés aux variables de sortie procédé
- Les variables manipulées peuvent également satisfaire des objectifs secondaires quand les conditions le permettent
- Des contraintes peuvent être définies sur des variables de sortie procédé
- Toutes ces spécifications sont décrites dans des 'structures de commande' compréhensibles par l'utilisateur et par l'algorithme
- Il est possible d'en définir autant que nécessaire pour répondre aux différents types de marche
- Le régulateur accepte un fonctionnement en mode dégradé, avec moins de variables d'action et/ou de variables de sortie procédé que définies dans la structure de base



## COMMANDE HIERARCHIQUE

---

Selon les conditions de fonctionnement, il peut se faire que tous les objectifs ne puissent être satisfaits (en cas de contraintes par exemple).

IDCOM-HIECON satisfait alors les objectifs suivant un ordre hiérarchique :

- \* Les contraintes sont prioritaires
- \* Les objectifs principaux (consignes et zones)
- \* Les objectifs secondaires (optimisation dynamique locale, Valeur de Repos Idéale, maximisation, minimisation)

Une hiérarchie est également définie au sein même des objectifs principaux de façon à privilégier les plus importants en cas de conflit.

Suivant le principe de la commande hiérarchique, les objectifs principaux (régulation) sont prioritaires devant les éventuels objectifs d'optimisation.

### CONSIGNE et ZONE

Un temps de réponse peut être défini spécifiquement pour chacune des variables de sortie procédé. En outre, il est possible de définir un canal autour de la consigne et à l'intérieur duquel le régulateur aura un comportement 'mou'. Cette procédure, utile en présence de mesures bruitées, donne lieu à des actions douces lorsque la mesure est proche de sa consigne sans tolérer cependant un écart permanent. La raideur du régulateur est spécifiée à l'intérieur et à l'extérieur de la zone.

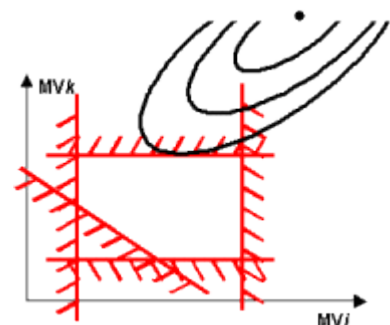
## FONCTIONS D'OPTIMISATION

---

L'optimisation dynamique locale, telle qu'elle est appliquée par IDCOM-HIECON, réalise un ajustement permanent des variables pour satisfaire un objectif défini (tel que 'maximiser tel débit') en respectant les contraintes et les objectifs principaux.

Deux fonctionnalités d' IDCOM-HIECON correspondent à l'optimisation dynamique locale :

- La Valeur de Repos Idéale (IRV)



- L'option maximisation (ou minimisation)

### **VALEUR DE REPOS IDEALE (IRV)**

L'IRV est un objectif secondaire qui est pris en compte par IDCOM-HIECON dans le cas où il y a plus de degrés de liberté que d'objectifs principaux (plus d'actions disponibles que de consignes).

Si un IRV est défini sur une variable manipulable, cette variable tendra vers la valeur de l'IRV tant qu'elle n'est pas requise pour satisfaire les objectifs principaux.

Dans le cas d'une variable de sortie procédé, l'IRV se comporte comme une consigne, mais hiérarchiquement moins importante que les vraies consignes puisqu'elle ne sera prise en compte que dans la mesure où les objectifs consignes et zones sont satisfaits.

### **MAXIMISATION - MINIMISATION**

Toute variable (ou une combinaison linéaire de variables) peut être maximisée ou minimisée.

Cette fonctionnalité produit un déplacement progressif permanent des variables concernées. De même que pour l'IRV, ce déplacement s'interrompt lorsque son effet prédit est défavorable aux contraintes ou aux objectifs principaux.

### **APPLICATIONS TYPIQUES**

---

#### **Architecture simple et compromis sur les objectifs : évaporateur en agroalimentaire**

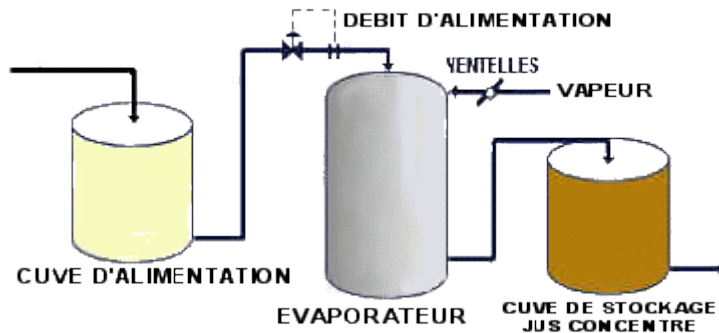
L'évaporateur fonctionne de façon continue dans un environnement batch : les cuves d'alimentation et de stockage sont respectivement remplies et vidées indépendamment l'une de l'autre à des instants non maîtrisés par le pilotage de l'évaporateur.

Bien que de structure réduite, une optimisation s'est révélée une solution rapide à la satisfaction simultanée de trois objectifs (niveau de chaque cuve dans un intervalle et consigne de concentration de sortie de l'évaporateur).

En cas de conflit, l'opérateur choisit temporairement de privilégier l'une ou l'autre cuve.

L'amélioration de la conduite porte sur la régulation de la concentration, mais aussi et surtout l'optimisation assure une plus grande régularité du fonctionnement et évite les inconvénients liés à des niveaux hors limites (haute et/ou basse).

De plus, le modèle utilisé dans la commande prédictive a été exploité pour avertir l'opérateur d'une possible dérive du capteur de concentration.



## Architecture complexe et stratégies de conduite multiples : unité de Platforming

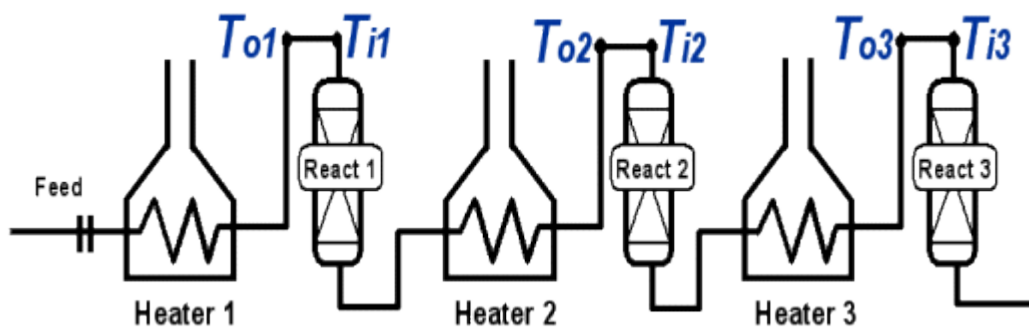
Le procédé platforming élève le taux d'octane (RON) par modification de la structure des molécules d'hydrocarbure. Il est constitué d'une succession de trois ensembles four-réacteur. L'objectif de taux d'octane est obtenu en respectant une spécification de somme pondérée des températures d'entrée  $T_{ij}$  des réacteurs.

L'utilisation de commande prédictive multivariable HIECON a permis de satisfaire les objectifs de façon hiérarchique :

- Contraintes sur les températures de peau de tube des fours
- Contraintes sur la pression des brûleurs
- Contraintes haute et basse sur l'écart de température entre le premier et le dernier réacteur
- Consigne de température pondérée
- Centrage du débit de charge sur la cible nominale de l'atelier
- Equilibrage des températures d'entrée de chaque réacteur

Tout en respectant parfaitement l'ensemble des contraintes, cette technologie a permis :

- Une réduction des fluctuations de RON dans un rapport supérieur à 2
- Le maintien de la charge de l'unité à sa valeur nominale
- L'allongement de la durée de vie du catalyseur de 8%



## OUTILS DE CAO associés à IDCOM-HIECON

Un logiciel de CAO, disponible sur PC sous Windows, fournit tous les outils nécessaires pour analyser un enregistrement d'essais, pour identifier le modèle de commande et pour définir les structures de commande.

Il permet :

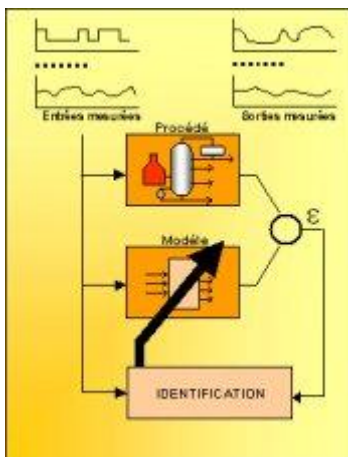
- \* la mise au point de l'application,
- \* les tests en simulation,
- \* le transfert vers le calculateur cible

Le poste de développement permet de tester, en simulation, la validité des stratégies de conduite et la fiabilité du régulateur en présence de désadaptations de modèle, de bruits et de perturbations.



Le poste de CAO est conçu pour le développement d'applications et comprend :

- la boîte à outil d'identification (construction du modèle)
- le logiciel de commande temps réel IDCOM-HIECON
- un simulateur
- une interface utilisateur et graphique conviviale
- une architecture permettant les tests de la boucle fermée en simulation
- 



L'interface permet de définir :

- les caractéristiques du procédé à simuler
- le(s) modèle(s) à 'embarquer' dans le régulateur
- la configuration graphique pour visualiser le comportement du procédé simulé et du régulateur
- le(s) structure(s) de commande

