

République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
Et de la Recherche Scientifique

*Université Abderrahmane Mira de Béjaia*  
*Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur*

## *MEMOIRE*

pour obtenir le Diplôme de Magister  
en **Automatique et Traitement du Signal**  
**Option : Systèmes**

*Préparé au Laboratoire de Technologie Industrielle et de l'Information*

*présenté et soutenu publiquement par*

**HAMID AMMARI**

Ingénieur en Automatique.

## *Thème*

**Etude et Comparaison de méthodes de  
détection et d'Isolation de fautes dans les  
systèmes dynamiques non linéaires –  
application à un bioprocédé.**

### Jury :

S. BENALLAOUA, Professeur, Université de Béjaia	Président
A. BELMEHDI, Professeur, Université de Béjaia	Rapporteur
S. DJENNOUNE, Maître de Conférences, UMM de Tizi Ouzou	Examineur
B. MENDIL, Maître de Conférences, Université de Béjaia	Examineur
K. MOKRANI, Maître de Conférences, Université de Béjaia	Examineur

08 Novembre 2005

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

## CHAPITRE I : *Etat de l'art.*

## CHAPITRE II : *Description des approches géométrique et à base d'observateurs adaptatifs pour la détection et l'isolation des fautes.*

I. Introduction.....	12
II. Approche géométrique.....	12
II. 1 Problème fondamental de génération résiduelle .....	12
II. 2 Résolution du problème fondamental de génération des résidus.....	14
II.2.1 Calcul de la distribution inobservable involutive conditionnée invariante.....	17
II. 2. 1. 1 Calcul de la distribution involutive conditionnée invariante.....	18
II. 2. 1. 2 Algorithme de la codistribution observable .....	19
II. 3 Exemple illustratif .....	22
III. Approche basée sur les observateurs adaptatifs.....	31
III. 1 Estimateur asymptotique.....	31
III. 2 Présentation de la méthode.....	31
III. 3 Observateurs adaptatifs .....	33
III. 4 Procédure de détection de fautes.....	33
III. 4. 1 Génération des résidus.....	33
III. 4. 2 Evaluation des résidus.....	34
III. 4. 2. 1 Comportement des résidus en absence de bruit.....	34
III. 4. 2. 2 Comportement des résidus en présence de bruit.....	35
III. 5 Exemple illustratif .....	36
IV. Conclusion.....	39

**CHAPITRE III :Application des méthodes géométrique et à base d'observateurs adaptatifs sur un bioprocédé.**

I. Introduction.....	40
II. Description et modélisation du procédé de fermentation .....	40
III. Modélisation.....	42
III.1 Modèle de base de la fermentation alcoolique.....	43
III.1.1 Cas de la fermentation discontinue.....	45
III.1.2 Cas de la fermentation semi continue.....	45
III.1.3 Cas de la fermentation continue.....	46
III.2 Modélisation du taux de croissance.....	46
III.3 Modèle dynamique retenu pour la fermentation alcoolique.....	47
IV. Application.....	48
IV.1 Application de l'approche géométrique sur le procédé de la fermentation alcoolique.....	48
IV.2 Application de l'approche basée sur les observateurs adaptatifs sur le procédé de la fermentation alcoolique.....	54
IV. 3 Résultats de simulation.....	59
IV.4 Comparaison des résultats des deux approches.....	65
V Conclusion.....	66
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>67</b>

**BIBLIOGRAPHIE**

**ANNEXES**

## **Résumé :**

Le présent travail porte sur la détection et l'isolation des fautes dans les systèmes dynamiques non linéaires. Un état de l'art résumant différentes méthodes de diagnostic (la détection, l'isolation de fautes et l'estimation des paramètres) est présenté à la fois pour les systèmes linéaires et les systèmes non linéaires.

Deux approches de détection et d'isolation de fautes que sont l'approche géométrique et l'approche basée sur les observateurs adaptatifs ont été étudiées puis appliquées sur un modèle de procédé biotechnologique.

Une étude comparative de ces méthodes a été faite sur la base des résultats de simulation obtenus sur le procédé de fermentation.

**Mots clés :** Détection, Isolation, Fautes, Observateurs Adaptatifs, Approche Géométrique, Bioprocédé.

## **Abstract :**

This work lies on faults detection and isolation in nonlinear dynamic systems. A state of the art summarising different diagnostic methods (the detection, the isolation of the faults and parameters estimation) is presented for both linear and nonlinear systems.

Two approaches of faults detection and isolation, which are the geometric approach and the approach based on the adaptive observers, have been studied then applied on a biotechnological process model.

A comparative study of these methods has been carried out on the basis of the simulation results obtained from the fermentation process.

**Key words:** detection, isolation, faults, adaptive observers, geometric approach, bioprocess.

## **ملخص:**

موضوع هذه المذكرة عن تعيين وعزل الأخطاء في نظام متحرك غير خطي. دراسة نظرية تلخص مختلف طرق التشخيص (تعيين، العزل، تقدير...) لنظام الخطي والغير الخطي.

تم دراسة الطريقتين للتشخيص، الأولى هندسية والثانية على أساس المراقبين المتكيفين ثم تطبيقهما على نظام بيوتكنولوجي.

أجرينا مقارنة بين نتائج برمجة هذه الطرق على نظام التخمر الكحولي.

## **الكلمات الجوهرية:**

تعيين، عزل، أخطاء، مراقبين متكيفين، طريقة هندسية، بيوتكنولوجي.