



**HAL**  
open science

## **Analyse de stabilité par abstraction discrète. Application aux réseaux de distribution**

Marjorie Cosson, Hervé Guéguen, Didier Dumur, Cristina Stoica Maniu,  
Vincent Gabrion, Gilles Malarange

► **To cite this version:**

Marjorie Cosson, Hervé Guéguen, Didier Dumur, Cristina Stoica Maniu, Vincent Gabrion, et al.. Analyse de stabilité par abstraction discrète. Application aux réseaux de distribution. Workshop Vers la transition énergétique - WTE2016, Oct 2016, Palaiseau, France. 2016. hal-01390110

**HAL Id: hal-01390110**

**<https://hal.science/hal-01390110>**

Submitted on 16 Mar 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Analyse de stabilité par abstraction discrète. Application aux réseaux de distribution

M. Cosson, H. Guéguen, D. Dumur, C. Stoica Maniu, V. Gabrion, G. Malarange

L2S CentraleSupélec – EDF R&D

## Introduction

### Contexte :

Arrivée de **nombreux producteurs décentralisés**  
 ⇒ Modification profonde du fonctionnement des réseaux de distribution : **augmentation de la tension**

⚡ Régulations locales de la puissance injectée par les producteurs

Ex : Surtension => absorber Q  
 Sous-tension => injecter Q

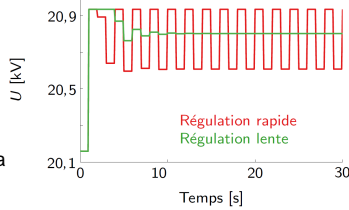


### Définition de la stabilité :

Atténuation des oscillations de tension en moins d'une minute

### Problématique :

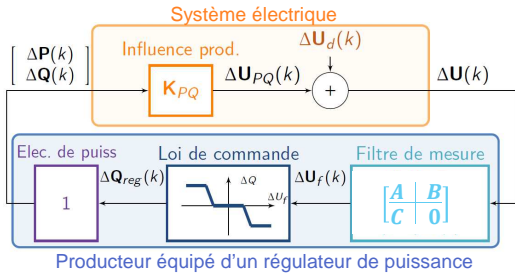
La stabilité dépend des paramètres de la régulation



➔ Comment choisir les paramètres de manière à garantir la stabilité ?

## Modélisation du système

Choix d'un modèle quasi-stationnaire

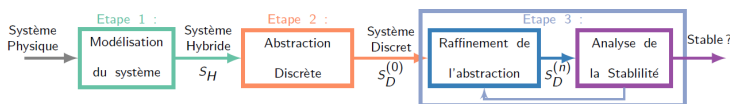


Remarques :

- Linéarisation des équations du réseau
- Modèle générique des producteurs

➔ Système bouclé affine par morceaux

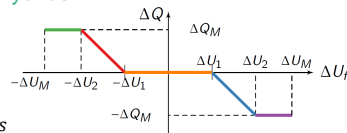
## Méthode proposée



### Étape 1 : Modélisation sous forme hybride

Cinq zones de fonctionnement linéaire

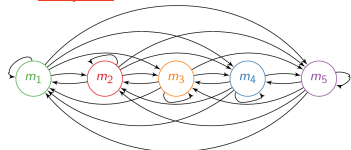
- Invariants polyédraux :  $K_i \Delta x \leq L_i$
- Dynamiques linéaires à temps discret :  $\Delta x(k+1) = \mathcal{A}_i \Delta x(k) + \mathcal{B}_i$  avec  $T_e = 1s$



Et la stabilité ? Une trajectoire hybride est stable si et seulement si au bout d'un certain temps, le système reste dans une seule zone de fonctionnement et que la dynamique linéaire associée à cette zone est stable

Problème : il existe une infinité de trajectoires hybrides à étudier

### Étape 2 : Construction de l'abstraction discrète



Première abstraction discrète  $S_D^{(0)}$  :

- 5 modes discrets
- 25 transitions entre ces modes

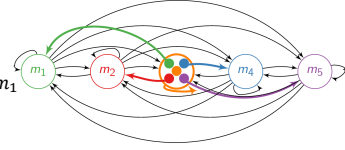
Et la stabilité ?  $S_D^{(0)}$  stable ⇒  $S_H$  stable

Problème :  $S_D^{(0)}$  n'est pas stable et il existe des trajectoires discrètes ne correspondant à aucune trajectoire hybride

### Étape 3 : Raffinement de l'abstraction et analyse de stabilité

Découpage itératif des modes ayant plusieurs destinations

Ex : sous-mode de  $m_3$  dont la destination est  $m_1$   
 $\mathcal{D}_3 \cap Pre(\mathcal{D}_1) = \begin{cases} K_3 \Delta x \leq L_3 \\ K_1 (\mathcal{A}_3 \Delta x + \mathcal{B}_3) \leq L_1 \end{cases}$

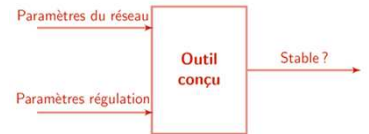


Et la stabilité ?

- Si on a construit la bisimulation de  $S_H$ , sa stabilité est équivalente à celle de  $S_H$
- Sinon si  $S_D^{(n)}$  est stable,  $S_H$  est stable
- Sinon si il existe une trajectoire discrète définitive et instable,  $S_H$  est instable
- Sinon, il faut refaire une itération du calcul de raffinement

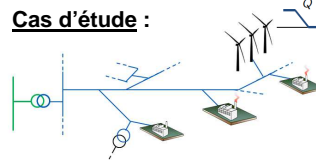
### Conclusion :

Évaluer la limite de stabilité par dichotomie



## Application à un cas d'étude

### Cas d'étude :



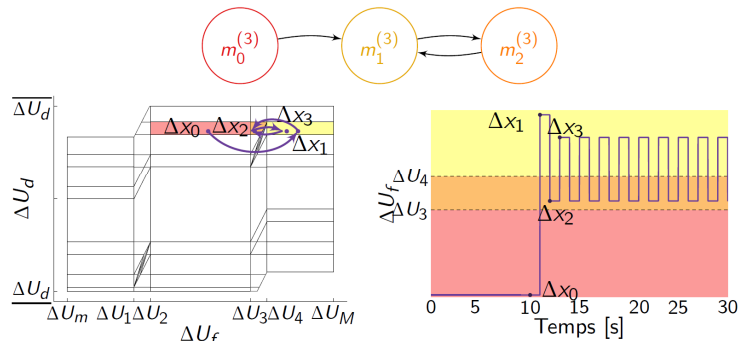
Ferme éolienne de 6 MW

A 10 km du poste source

Equipée d'une loi de commande  $Q(U)$  et d'un retard pur

### Analyse de la stabilité :

3<sup>ème</sup> abstraction discrète composée de 71 modes discrets et 79 transitions  
 ⇒ Détection de trajectoires instables avant la construction de la bisimulation



➔ Evaluation de la limite de stabilité à :  $a_{lim} = 0,45$

## Conclusion

- Les régulations  $Q(U)$  représentent un **risque pour la stabilité**
- Une méthode **d'étude formelle de la stabilité** des systèmes bouclés affines par morceaux a été développée
- Appliquée aux réseaux de distribution, cette méthode permet **d'évaluer la stabilité d'un cas donné** et pour celui-ci d'évaluer la constante de temps du filtre de mesure le plus rapide garantissant la stabilité du système

## Références

M. Cosson, H. Gueguen, D. Dumur, C. Stoica Maniu, V. Gabrion, G. Malarange. **Voltage stability of distributed generators by means of discrete abstraction**. In *IEEE Conference on Control Applications (CCA)*, pp. 195--200, 21-23 September 2015, Sydney, Australia