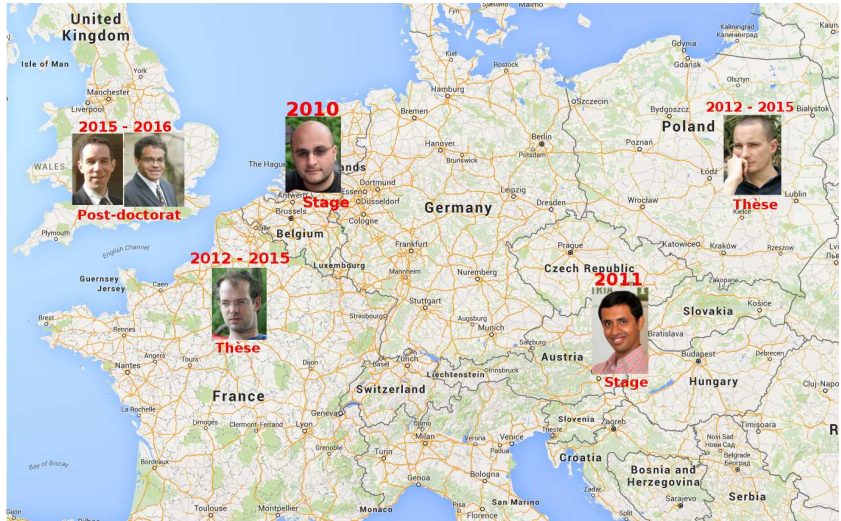


# CNRS Concours 06/03

Nathanaël Fijalkow

University of Oxford

# Parcours



# Coauteurs (articles sans mes encadrants)

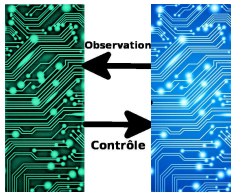


Cadre général : **synthèse de contrôleur**



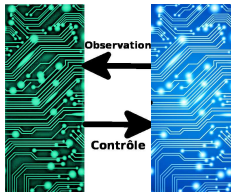
$\varphi$   
spécification

Cadre général : **synthèse de contrôleur**



$\varphi$   
spécification

Cadre général : **synthèse de contrôleur**

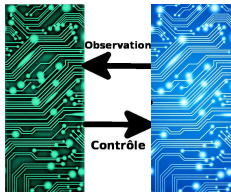


$\varphi$   
spécification

Deux aspects :

1. Systèmes à compteurs
2. Systèmes probabilistes

Cadre général : **synthèse de contrôleur**



$\varphi$   
spécification

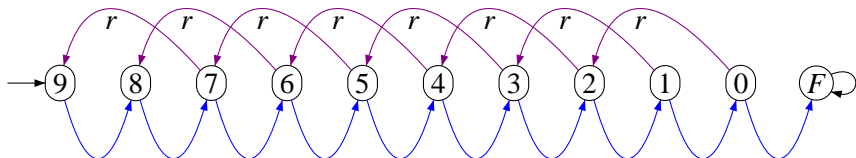
Deux aspects :

1. Systèmes à compteurs
2. Systèmes probabilistes

*Outils* : théorie des automates, logique, théorie des jeux, complexité, topologie, algèbre...

# 1. Systèmes à compteurs

Conjecture Colcombet et Löding (2010) :  
il existe un contrôleur permettant d'atteindre l'objectif  
**sans consulter la valeur du compteur.**

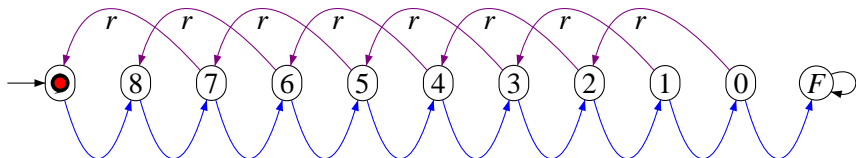


- Nouveaux outils topologiques donnant des résultats génériques,
- Contre-exemple à la conjecture,
- Preuve de la conjecture pour des cas particuliers.



# 1. Systèmes à compteurs

Conjecture Colcombet et Löding (2010) :  
il existe un contrôleur permettant d'atteindre l'objectif  
**sans consulter la valeur du compteur.**

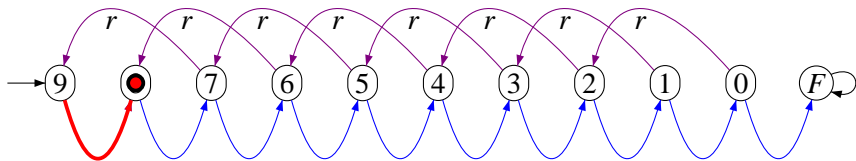


niveau d'énergie 3

- Nouveaux outils topologiques donnant des résultats génériques,
- Contre-exemple à la conjecture,
- Preuve de la conjecture pour des cas particuliers.

# 1. Systèmes à compteurs

Conjecture Colcombet et Löding (2010) :  
il existe un contrôleur permettant d'atteindre l'objectif  
**sans consulter la valeur du compteur.**

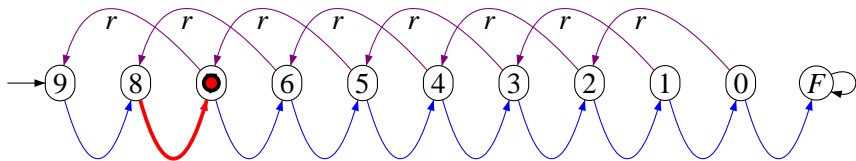


niveau d'énergie 2

- Nouveaux outils topologiques donnant des résultats génériques,
- Contre-exemple à la conjecture,
- Preuve de la conjecture pour des cas particuliers.

# 1. Systèmes à compteurs

Conjecture Colcombet et Löding (2010) :  
il existe un contrôleur permettant d'atteindre l'objectif  
**sans consulter la valeur du compteur.**

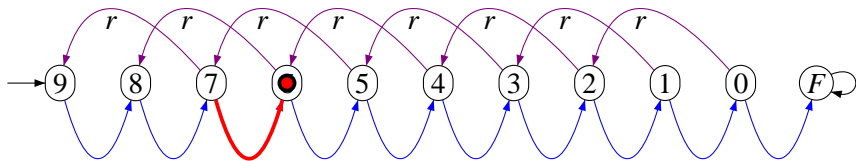


niveau d'énergie 1

- Nouveaux outils topologiques donnant des résultats génériques,
- Contre-exemple à la conjecture,
- Preuve de la conjecture pour des cas particuliers.

# 1. Systèmes à compteurs

Conjecture Colcombet et Löding (2010) :  
il existe un contrôleur permettant d'atteindre l'objectif  
**sans consulter la valeur du compteur.**

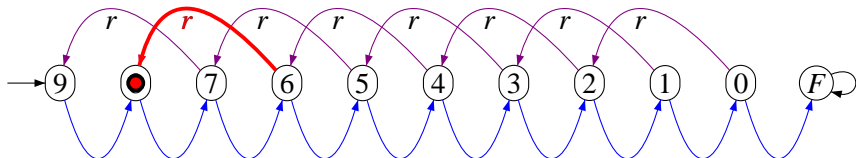


niveau d'énergie 0

- Nouveaux outils topologiques donnant des résultats génériques,
- Contre-exemple à la conjecture,
- Preuve de la conjecture pour des cas particuliers.

# 1. Systèmes à compteurs

Conjecture Colcombet et Löding (2010) :  
il existe un contrôleur permettant d'atteindre l'objectif  
**sans consulter la valeur du compteur.**



niveau d'énergie 3

- Nouveaux outils topologiques donnant des résultats génériques,
- Contre-exemple à la conjecture,
- Preuve de la conjecture pour des cas particuliers.

## Construction d'algorithmes pour la synthèse :

- Jeux finis [F., Zimmermann, *FSTTCS'2012*, *LMCS'2014*]
- Jeux infinis [Chatterjee, F., *CSL'2013*]

## Complexité des stratégies :

- Jeux avec conditions topologiquement closes [Colcombet, F., Horn, *FSTTCS'2014*]
- **Compromis entre borne et mémoire [F., Horn, Kuperberg, Skrzypczak, *ICALP'2015*]**

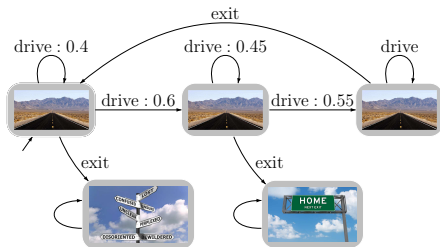
## Implémentation :

- **ACME** [F., Kuperberg, *ATVA'2014*], **ACME++** [F., Gimbert, Kelmendi, Kuperberg]

## 2. Systèmes probabilistes à information partielle

Rabin (63), Bertoni (71), Paz (73), Gimbert et Oualhadj (2010) :

Existe t-il un contrôleur pour atteindre l'objectif  
avec forte probabilité ?



- Construction d'un algorithme, le meilleur à ce jour, basé sur des techniques algébriques,
- Étude avec des outils topologiques.

## Problème de la valeur 1 pour les automates probabilistes :

- *Algorithme algébrique de Markov* [F., Gimbert, Oualhadj, *LICS'2012*, + Kelmendi, *LMCS'2015*]
- *Perturbations* [F., Gimbert, Horn, Oualhadj, *MFCS'2014*]
- *Caractérisation topologique de l'algorithme de Markov* [F., *STACS'2016*]

## Simulation de systèmes probabilistes :

- [F., Pinchinat, Serre, *FSTTCS'2013*]
- [F., *LFCS'2016*]
- [F., Kiefer, Shirmohammadi, *FoSSaCS'2016*]

## Implémentation :

- *ACME* [F., Kuperberg, *ATVA'2014*], *ACME++* [F., Gimbert, Kelmendi, Kuperberg]



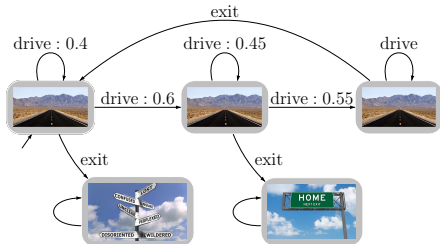
Deux lignes directrices :

1. Approximation des systèmes probabilistes
2. Complexité spatiale en ligne

# 1. Approximation des systèmes probabilistes

Notion d'approximation :

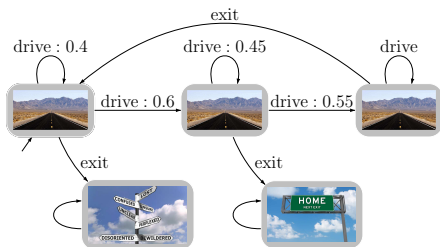
- peu étudiée en méthodes formelles,
- naturelle pour **modéliser**,
- naturelle pour **spécifier**,
- permet de contourner l'indécidabilité.



# 1. Approximation des systèmes probabilistes

Notion d'approximation :

- peu étudiée en méthodes formelles,
- naturelle pour **modéliser**,
- naturelle pour **spécifier**,
- permet de contourner l'indécidabilité.

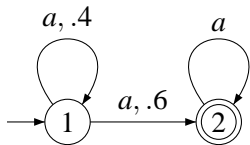


**Objectifs :**

- À moyen terme : analyser les automates probabilistes à **perturbations près** (*théorèmes d'ergodicité*), étudier les distances entre systèmes probabilistes (*approximation de simulations*),
- À long terme : développer une théorie mathématique des systèmes aléatoires à **approximation près**.

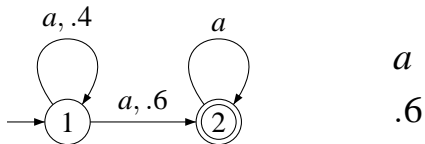
## 2. Complexité spatiale en ligne

Rabin (1963) : comment **simuler** un automate probabiliste ?



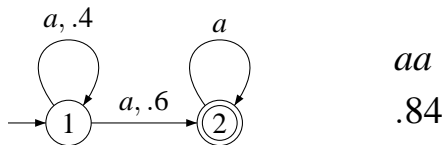
## 2. Complexité spatiale en ligne

Rabin (1963) : comment **simuler** un automate probabiliste ?



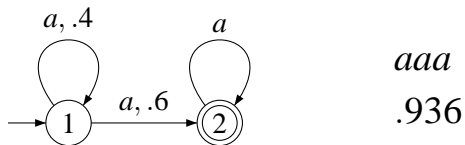
## 2. Complexité spatiale en ligne

Rabin (1963) : comment **simuler** un automate probabiliste ?



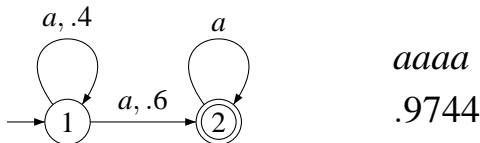
## 2. Complexité spatiale en ligne

Rabin (1963) : comment **simuler** un automate probabiliste ?



## 2. Complexité spatiale en ligne

Rabin (1963) : comment **simuler** un automate probabiliste ?



Karp (1967) : combien d'**espace** est nécessaire pour vérifier une propriété **en ligne** ?

### Objectifs :

- À moyen terme : classification des automates probabilistes (*théorèmes de décomposition-séparation*), étude des automates alternants (*approche logique*),
- À long terme : méthodes de bornes inférieures (*techniques algébriques, complexité de la communication*), développement d'algorithmes génériques.



- **IRISA**, Rennes (équipe SUMO)
  - Systèmes probabilistes : Nathalie Bertrand, Blaise Genest, Ocan Sankur (ANR **STOCH-MC**),
  - Théorie du contrôle : Éric Fabre, Hervé Marchand,
  - Vérification : Sophie Pinchinat (LOGICA).
  
- **LaBRI**, Bordeaux (équipe Méthodes Formelles)
  - Systèmes probabilistes : Hugo Gimbert (ANR **STOCH-MC**),
  - Streaming : Olivier Gauwin,
  - et également Jérôme Leroux, Anca Muscholl, Thomas Place, Gabriele Puppis, Igor Walukiewicz, Marc Zeitoun.
  
- **LIF**, Marseille (équipe MOVE)
  - Vérification, Streaming : Pierre-Alain Reynier, Jean-Marc Talbot,
  - Systèmes probabilistes : Benjamin Monmège,
  - et également Luigi Santocanale.

Mon projet de recherche : **approximation des systèmes probabilistes et complexité spatiale en ligne**

*Mots-clés* : systèmes aléatoires, théorie des automates, théorie des jeux, logique, vérification, complexité.

Implication dans la communauté scientifique :

- **Publications** : 15 conférences, 3 journaux (+ soumissions),
- Co-encadrement **d'étudiants** : Paris (Laureline Pinault, L3), Varsovie (Magdalena Bojarska, M2),
- **Projets de recherche** : ANR (**FREC** et **STOCH-MC**), ERC (**SOSNA**, **GALE** et **AVS-ISS**),
- Organisation **d'évènements scientifiques** : séminaires (Paris et Oxford), conférences (Highlights) et workshops (GT-**ALGA**),
- Développement **logiciel** (ACME, ACME++, Flides),
- Exposés **invités** (AutoMathA, Cassting).

Diffusion scientifique :

- Responsable de **projets Animath** (Kosovo, Laos),
- Articles de **vulgarisation** (RMS).