

Parcours

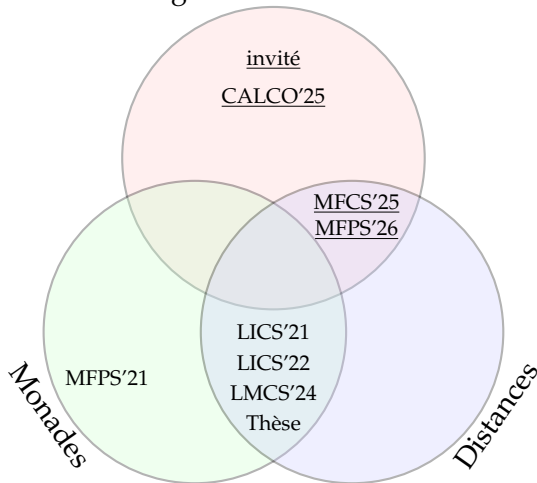
- ▶ Postdoc à UCL (Londres) '24–...
- ▶ PhD à l'ENS de Lyon '21–'24
Dir: M. Mio et V. Vignudelli
- ▶ Master à l'ENS de Lyon '19–'21
- ▶ BSc. à McGill (Montréal) '16–'19

Enseignement

- ▶ ≥ 100 heures de TD en M1
- ▶ 25 heures de TD en Licence
- ▶ 40 heures de CM en L3+
- ▶ ≥ 100 heures de médiation

Recherche

Diagrammes de cordes



Recherche

Enseignement

Exemple de Syllabus

Contexte : Équivalences entre programmes

Exemple ([Neu51])

```
return flip(0.5)

do
  x = flip(p)
  y = flip(p)
while (x == y)
return x
```

Si $0\% < p < 100\%$, alors les deux programmes sont **équivalents**.

[Neu51] John von Neumann. "Various Techniques Used in Connection with Random Digits". In: *National Bureau of Standards Applied Math Series*. Ed. by G. E. Forsythe. Vol. 12. Reprinted in von Neumann's Collected Works, Volume 5, Pergamon Press, 1963, pp. 768–770. National Bureau of Standards, 1951, pp. 36–38

Exemple (Terminaison Garantie)

```
return flip(0.5)

i = 0
do
  i = i + 1
  x = flip(p)
  y = flip(p)
while (x == y) AND i <= 1000
return x
```

Les deux programmes sont **proches** mais pas équivalents.

Contexte : Utilisation des ressources

Exemple (Réutiliser un résultat)

```
x = flip(0.5)  
return x or x
```

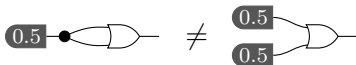
```
return flip(0.5) or flip(0.5)
```

Ces programmes retournent deux distributions **différentes** :

$$\begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix}$$

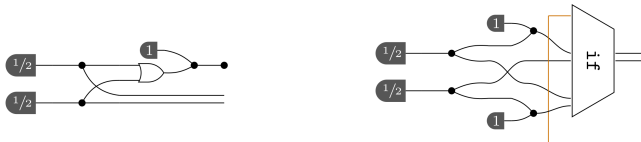
$$\begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.25 \end{bmatrix}$$

Il faut un langage **sensible à l'utilisation des ressources** : diagrammes de cordes.



Mes résultats

- ▶ Axiomatisation algébrique de la distance de Łukaszyk–Karmowski (Mio, Sarkis, Vignudelli, LICS'22) et (Mio, Sarkis, Vignudelli, LMCS 2024)
- ▶ Langage diagrammatique de programmation probabiliste et non-déterministe



(Sarkis, Zanasi, CALCO'25) et (Sarkis, Zanasi, invité)

- ▶ Axiomatisation diagrammatique des entropies relative (KL et Rényi) (Sarkis, Zanasi, MFPS'26)

$$\begin{array}{c}
 \boxed{f_1} - \varepsilon \quad \boxed{g_1} - \quad \boxed{f_0} - \delta \quad \boxed{g_0} - \\
 \hline
 \text{CHAIN}_{\otimes}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \boxed{f_1} \quad \boxed{f_0} \\
 \begin{array}{c} 1 \\ 0 \end{array} \\
 \downarrow \\
 \text{+}_p
 \end{array}
 = \text{kl}\left(\begin{bmatrix} p \\ 1-p \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} q \\ 1-q \end{bmatrix}\right) + p\varepsilon + (1-p)\delta
 \begin{array}{c}
 \boxed{g_1} \quad \boxed{g_0} \\
 \begin{array}{c} 1 \\ 0 \end{array} \\
 \downarrow \\
 \text{+}_q
 \end{array}$$

Intégration forte au sein de l'équipe SyCoMoRes, notamment avec **Patrick Baillot** et **Leandro Gomes**.

Mes questions

Deux programmes ont-ils le même comportement ? À quels point diffèrent-ils ?

Leurs questions

Ce programme retourne-t-il un nombre positif ? Avec quelle probabilité ?

Objectif (vue d'ensemble): Utiliser le raisonnement quantitatif diagrammatique pour répondre à leurs questions.

Objectifs concrets

- ▶ *Court terme:* Plonger les travaux de Patrick et Leandro sur les logiques de programmes probabilistes [GBG25a; GBG25b] dans le raisonnement diagrammatique
 - plus grande expressivité, clarification des structures, raisonnement visuel
- ▶ *Long terme:* Enrichir ces outils pour analyser des propriétés quantitatives
 - Axiomatiser diagrammatiquement la confidentialité différentielle (ANR HOPR)
- ▶ *Long terme:* S'approcher d'un langage universel: terminaison, récursion, ordre supérieur, etc.
 - Collaboration avec **Vlad Rusu** et **David Nowak** (2XS).

Recherche

Enseignement

Exemple de Syllabus

Mes activités d'enseignement

Intitulé	CM	TD	Niveau	Établissement
<i>(Co)algebraic Structures in CS</i>	0	10	L3+	UCL
<i>Discrete Mathematics for CS</i>	0	15	L1	UCL
<i>Sémantique et vérification</i>	0	62	M1	ENS de Lyon
<i>Preuves et programmes</i>	0	40	M1	ENS de Lyon
<i>Category Theory</i>	40	0	L3+	McGill et ENS
Total	40	127		

- ▶ Conception de fiches de TDs (exercices et solutions)
- ▶ Création d'un cours sur les catégories et rédaction des notes de cours/livre, cours *officialisé* à Lyon
- ▶ Supervision d'étudiant·es-enseignant·es pour le cours sur les catégories
- ▶ Correction de devoirs, d'examens, de rapports et de présentations
- ▶ Heures de permanence (office hours)

Je peux rapidement enseigner des cours de la licence. Mentions spéciales:

- ★ Codage de l'information
- ★ Programmation
- ★ Technologies du Web 1 et 2
- ★ Algorithmes et programmation
- ★ Logique
- ★ Automates et langages réguliers
- ★ Javascript
- ★ Algorithme et structures de données
- ★ Programmation fonctionnelle
- ★ Graphes

Objectifs futurs:

- ▶ Responsabilité d'UEs et parcours
- ▶ Incorporation de l'apprentissage actif
- ▶ Nouvelles méthodes d'évaluation
- ▶ Médiation pour rendre l'informatique et l'université accessible à tous·tes

Recherche

Enseignement

Exemple de Syllabus

Vérification de modèles (3 ECTS)

Contexte : BCC 3 ou 7 dans le semestre 5 ou 6 de la licence.

Prérequis : Logique, Automates et langages réguliers, Probabilités (souple)

Compétences à transmettre

- ▶ Modéliser avec des systèmes de transitions
- ▶ Établir une spécification dans un langage formel
- ▶ Comprendre des algorithmes simples de vérification
- ▶ Approfondir ces compétences dans le monde probabiliste

Pourquoi ?

- ▶ Pertinence dans l'industrie (e.g. Spin, PRISM, IC3)
- ▶ Cours d'ouverture construit sur des UEs déjà offertes
- ▶ *Références:* [BK08], [KNP07], [Pul24]

[BK08] Christel Baier and Joost-Pieter Katoen. *Principles of model checking*. 2008. ISBN: 978-0-262-02649-9

[KNP07] Marta Kwiatkowska, Gethin Norman, and David Parker. *Stochastic model checking*. 2007. DOI: 10.1007/978-3-540-72522-0_6

[Pul24] Christopher Pulte. *Hoare Logic and Model Checking*. Course materials, University of Cambridge. 2024. URL: <https://www.cl.cam.ac.uk/teaching/2324/HLog+ModC/materials.html>

Contenu : 6 séances d'1h30 + 6 séances de TDs

1. **Systèmes de transitions** : définitions, exemples, modélisation
2. **Propriétés linéaires** : sûreté, vivacité, invariants
3. **LTL** : syntaxe, sémantique, algorithmes de vérification
4. **CTL** : syntaxe, sémantique, vs. LTL, algorithmes de vérification
5. **Modèles probabilistes** : rappel des probabilités discrètes, définitions, exemples
6. **PCTL et outils** : syntaxe, sémantique, survol de PRISM / Storm

Évaluation : $0.85 \cdot DS + 0.15 \cdot CC$

Parcours

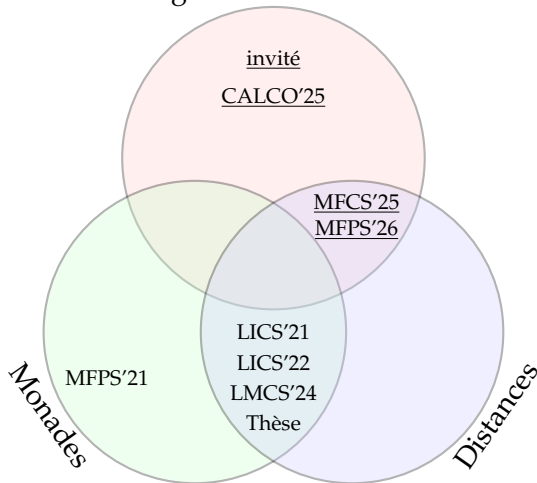
- ▶ Postdoc à UCL (Londres) '24–...
- ▶ PhD à l'ENS de Lyon '21–'24
Dir: M. Mio et V. Vignudelli
- ▶ Master à l'ENS de Lyon '19–'21
- ▶ BSc. à McGill (Montréal) '16–'19

Enseignement

- ▶ ≥ 100 heures de TD en M1
- ▶ 25 heures de TD en Licence
- ▶ 40 heures de CM en L3+
- ▶ ≥ 100 heures de médiation

Recherche

Diagrammes de cordes



Bibliographie I

- [BK08] Christel Baier and Joost-Pieter Katoen. *Principles of model checking*. 2008. ISBN: 978-0-262-02649-9.
- [GBG25a] Leandro Gomes, Patrick Baillot, and Marco Gaboardi. “A Kleene Algebra with Tests for Union Bound Reasoning About Probabilistic Programs”. In: *33rd EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2025)*. Ed. by Jörg Endrullis and Sylvain Schmitz. Vol. 326. Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs). Dagstuhl, Germany: Schloss Dagstuhl – Leibniz-Zentrum für Informatik, 2025, 35:1–35:19. ISBN: 978-3-95977-362-1. DOI: 10.4230/LIPIcs.CSL.2025.35. URL: <https://drops.dagstuhl.de/entities/document/10.4230/LIPIcs.CSL.2025.35>.
- [GBG25b] Leandro Gomes, Patrick Baillot, and Marco Gaboardi. “BiGKAT: An Algebraic Framework for Relational Verification of Probabilistic Programs”. In: *Foundations of Software Science and Computation Structures: 28th International Conference, FoSSaCS 2025, Held as Part of the International Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2025, Hamilton, ON, Canada, May 3–8, 2025, Proceedings*. Hamilton, ON, Canada: Springer-Verlag, 2025, 243–264. ISBN: 978-3-031-90896-5. DOI: 10.1007/978-3-031-90897-2_12. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-90897-2_12.
- [KNP07] Marta Kwiatkowska, Gethin Norman, and David Parker. *Stochastic model checking*. 2007. DOI: 10.1007/978-3-540-72522-0_6.
- [Neu51] John von Neumann. “Various Techniques Used in Connection with Random Digits”. In: *National Bureau of Standards Applied Math Series*. Ed. by G. E. Forsythe. Vol. 12. Reprinted in von Neumann’s Collected Works, Volume 5, Pergamon Press, 1963, pp. 768–770. National Bureau of Standards, 1951, pp. 36–38.

[Pul24]

Christopher Pulte. *Hoare Logic and Model Checking*. Course materials, University of Cambridge. 2024. URL: <https://www.cl.cam.ac.uk/teaching/2324/HLog+ModC/materials.html>.