

# Nathan GROSSHANS

Docteur en Informatique Théorique

✉ [nathan.grosshans@polytechnique.edu](mailto:nathan.grosshans@polytechnique.edu)  
🌐 <https://nathan.grosshans.me>

## Postes

- 09/2020 – 08/2022 **Collaborateur scientifique (Wissenschaftlicher Mitarbeiter)**, *Universität Kassel*, Kassel (Allemagne)
- 09/2018 – 08/2020 **Attaché temporaire d'enseignement et de recherche (ATER)**, *ENS Paris*, Paris (France)

## Formation

- 2014–2018 **Doctorat Informatique**, *ENS Cachan & UdeM*, Cachan (France) & Montréal (Canada)  
Cotutelle internationale de thèse entre l'École Normale Supérieure de Cachan et l'Université de Montréal.
- 2013–2014 **Master 2 Informatique**, *École Polytechnique*, Paris (France)  
Master Parisien de Recherche en Informatique (MPRI), cohabilité avec l'ENS Paris, l'ENS Cachan et Paris 7.
- 2012–2013 **Master 1 Informatique**, *École Polytechnique*, Palaiseau (France)  
Thématique « Algorithmique efficace ».
- 2009–2012 **Licence Informatique**, *Université de Strasbourg*, Strasbourg (France), Mention *Très Bien*  
Licence généraliste en Informatique, première année commune avec la Licence de Mathématiques.

## Centres d'intérêts scientifiques

- Principaux Théorie de la complexité algorithmique, théorie des automates, logique.  
Autres Algorithmique, calculabilité, théorie des graphes, algèbre, géométrie.

## Distinctions

- 2018–2019 **Liste d'honneur du recteur** de l'**Université de Montréal** pour mon *doctorat*.
- 2017–2018 **Bourse d'excellence** du **DIRO**, **Université de Montréal**.
- 2014–2017 **Allocation doctorale** du Réseau Thématique de Recherche Avancée (RTRA) **Digiteo**, projet *BFLOW*.
- 2014–2017 **Contrat doctoral** de l'école doctorale de l'**ENS Cachan**. Décliné.
- 2013–2014 **Bourse de Master** du **Labex DigiCosme** (Laboratoire d'Excellence).

## Activités de recherche

- Septembre 2020 à août 2022 **Poste de collaborateur scientifique**, *Fachgebiet Theoretische Informatik/Komplexe Systeme*, Kassel (Allemagne)  
*2 ans*
- Étude de la complexité fine des langages à pile visible (LPV) à l'intérieur de  $NC^1$  avec Stefan GÖLLER. Nous avons obtenu une caractérisation conjecturale des LPV dans  $AC^0$  inspirée de la caractérisation conjecturale donnée par Ludwig dans sa thèse de doctorat, mais qui est en réalité fautive. En fait, nous donnons une caractérisation conjecturale générale plus précise qui se base sur la reconnaissabilité par morphismes dans des Ext-algèbres, une extension de la reconnaissabilité par morphismes de monoïdes proposée par Czarnetzki, Krebs et Lange adaptée au cas des LPV. Cette caractérisation classe les LPV en quatre classes d'après des conditions précises sur les morphismes d'Ext-algèbres qui les reconnaissent :
- une classe de LPV que l'on peut prouver comme se trouvant dans  $AC^0$  ;
  - une classe de LPV où chacun de ceux-ci est difficile pour compter modulo  $m$  pour un  $m \geq 2$ , et ainsi n'est pas dans  $AC^0$  ;
  - une classe de LPV qui sont  $TC^0$ -difficiles et ainsi ne sont pas dans  $AC^0$  ;
  - une classe de LPV que nous croyons être ni dans  $ACC^0$  (en particulier pas dans  $AC^0$ ) ni  $TC^0$ -difficiles.
- Une contribution additionnelle importante est que nous prouvons que la partie à propos de l'appartenance à  $AC^0$  dans notre caractérisation conjecturale est vraie si et seulement si certains LPV très simples à décrire ne sont pas dans  $AC^0$ , fournissant un objectif de recherche clair et simple à formuler en théorie de la complexité des circuits.

- Septembre 2018 à août 2020 **Poste d'ATER, Département d'Informatique de l'ENS (DIENS), Paris (France)**  
 Suite de l'étude de la puissance de calcul des programmes sur monoïdes débutée dans ma thèse, en affinant la notion de « docilité » afin de pouvoir l'utiliser correctement dans le cas de petites variétés de monoïdes finis non apériodiques.  
 2 ans  
 Début d'un projet visant à prouver des résultats similaires à ceux de Barrington et Thérien dans le monde des circuits arithmétiques, en considérant le formalisme des programmes sur matrices à coefficients issus d'un anneau de polynômes.
- Septembre 2014 à septembre 2018 **Doctorat, Laboratoire Spécification et Vérification (LSV) & Laboratoire d'Informatique Théorique et Quantique (LITQ), Cachan (France) & Montréal (Canada)**  
 Sujet : *The limits of Nečiporuk's method and the power of programs over monoids taken from small varieties of finite monoids.*  
 4 ans  
 Directeurs de thèse : Pierre MCKENZIE et Luc SEGOUFIN.  
 Parachèvement du travail à propos de la méthode de Nečiporuk. Étude de la puissance de calcul des programmes sur monoïdes, une sorte de programmes de branchement restreints définis par Barrington et Thérien à la fin des années 1980 et tels que, quand on restreint les monoïdes à provenir d'une variété de monoïdes finis donnée et les programmes à une longueur polynomiale, capturent presque toutes les sous-classes connues de  $NC^1$ . Bien que ceci donne un point de vue de théorie des semi-groupes finis sur la plupart des questions ouvertes à propos de la structure interne de  $NC^1$ , ceci n'a, pour le moment, aidé à la résolution d'aucune de celles-ci. Les contributions que voici de ce travail sont de très modestes étapes vers des solutions de ces questions à travers un tel point de vue.
- Définition d'une notion de « docilité » d'une variété de monoïdes finis impliquant que les programmes de longueur polynomiale sur monoïdes issus de celle-ci ne peuvent pas reconnaître beaucoup plus de langages réguliers qu'à travers la reconnaissance par morphismes.
  - Caractérisation algébrique exacte de la classe des langages réguliers reconnus par des programmes de longueur polynomiale sur monoïdes de  $DA$  et démonstration d'autres propriétés de ceux-ci.
  - Résultats partiels pour la caractérisation algébrique exacte de la classe des langages réguliers reconnus par des programmes de longueur polynomiale sur monoïdes de  $J$  et démonstration d'autres propriétés de ceux-ci.
- Mars à août 2014 **Stage de recherche, Laboratoire Spécification et Vérification (LSV), Cachan (France)**  
 23 semaines  
 Sujet : *An abstract formulation of Nečiporuk's lower bound method.*  
 Directeurs de stage : Pierre MCKENZIE et Luc SEGOUFIN.  
 Étude de la méthode de minoration de Nečiporuk pour les mesures de complexité sur des fonctions booléennes. Bien que datant de 1966, cette méthode fournit toujours les meilleurs minorants connus pour la taille des programmes de branchement déterministes et non-déterministes. Les limitations de la méthode — pour ces mesures en particulier — sont bien connues, cependant les résultats n'ont a priori jamais été généralisés pour être abstraits d'une mesure de complexité particulière, ce qui a été fait dans ce travail. Les contributions apportées sont les suivantes.
- Proposition d'une définition formelle générique de la méthode de Nečiporuk basée sur des travaux précédents, abstraite de toute mesure de complexité sur des fonctions booléennes particulière.
  - Énoncé et démonstration de quelques méta-résultats génériques permettant d'obtenir, pour une mesure de complexité donnée, des résultats de limitation pour cette méthode de minoration.
  - Application aux cas connus de la taille des formules binaires, des programmes de branchement déterministes et non-déterministes, ainsi que du cas nouveau des programmes de branchement non-déterministes limités.
- Avril à août 2013 **Stage de recherche, Laboratoire d'Informatique de l'École Polytechnique (LIX), Palaiseau (France)**  
 19 semaines  
 Sujet : *Complexité des contraintes semi-algébriques convexes.*  
 Directeur de stage : Manuel BODIRSKY.  
 Étude de la complexité des problèmes de satisfaction de contraintes (CSPs) sur l'ensemble des réels où en plus des relations linéaires usuelles (c'est-à-dire des relations d'égalité et d'inégalité (large) linéaires), on autorise l'utilisation de quelques relations semi-algébriques convexes fermées bornées mais n'étant pas semi-linéaires (un exemple simple est la relation donnée par une contrainte de la forme  $x^2 + y^2 \leq 1$ ). Le travail s'est en particulier intéressé à la possibilité de résoudre ces problèmes en temps polynomial grâce à la méthode de l'ellipsoïde, outil théorique bien connu comme étant adapté à ce type de problèmes sur des ensembles convexes. Plus précisément, le travail mené peut se résumer aux points suivants.
- Étude des conditions suffisantes pour l'utilisation de la méthode de l'ellipsoïde et, à cette fin, introduction et démonstration de l'équivalence de plusieurs propriétés concernant la classe d'ensembles qu'il est possible de définir par les relations non semi-linéaires pour un problème de satisfaction de contraintes donné.
  - En s'appuyant sur une généralisation du Théorème de Liouville en approximation diophantienne, proposition d'un début de démonstration pour prouver une conjecture affirmant que ces propriétés sont vérifiées pour les problèmes de satisfaction de contraintes définis ci-dessus (qui s'est finalement révélée être fausse après la fin du stage) et étude de quelques autres conditions vérifiées dans ce cas.
  - Présentation, sans démonstration autre que celle de la correction, d'un algorithme permettant de résoudre le problème simple donné par l'exemple particulier sus-cité.

## Activités d'enseignement

- 2021–2022 **Poste de collaborateur scientifique, Universität Kassel, Kassel (Allemagne)**  
 116 heures  
 Intervention dans les cours suivants du département Électrotechnique/Informatique.
- Séminaire d'informatique théorique (cours de 1<sup>er</sup> cycle).
  - Calculabilité et complexité (cours de 1<sup>er</sup> cycle).
  - Théorie de la complexité structurelle (cours de 1<sup>er</sup> cycle).

- 2020–2021 **Poste de collaborateur scientifique**, *Universität Kassel*, Kassel (Allemagne)  
 112 heures Intervention dans les cours suivants du département Électrotechnique/Informatique.  
 — Introduction à l'informatique (cours de 1<sup>er</sup> cycle).  
 — Séminaire d'Informatique théorique/Système complexes (cours de 1<sup>er</sup> cycle).  
 — Théorie de la complexité structurelle (cours de 2<sup>ème</sup> cycle).
- 2019–2020 **Poste d'ATER**, *École Normale Supérieure de Paris*, Paris (France)  
 192 heures Chargé des TD/TP pour les cours suivants du Département d'Informatique.  
 — Langages formels, calculabilité et complexité (1<sup>ère</sup> année).  
 — Bases de données (1<sup>ère</sup> année).  
 Secrétaire pour les épreuves orales d'informatique au concours X/ENS.
- 2018–2019 **Poste d'ATER**, *École Normale Supérieure de Paris*, Paris (France)  
 192 heures Chargé des TD/TP pour les cours suivants du Département d'Informatique.  
 — Langages formels, calculabilité et complexité (1<sup>ère</sup> année).  
 — Bases de données (1<sup>ère</sup> année).  
 Secrétaire pour les épreuves orales d'informatique au concours X/ENS.
- 2016–2017 **Mission d'enseignement**, *École Normale Supérieure de Cachan*, Cachan (France)  
 64 heures Titulaire d'une mission d'enseignement pour les cours suivants du Département Informatique.  
 — Projet bases de données (1<sup>ère</sup> année).  
 — Projet de programmation orientée objet (1<sup>ère</sup> année).  
 — T.P. de calcul formel (année de préparation à l'agrégation de mathématiques, option C).
- 2015–2016 **Mission d'enseignement**, *École Normale Supérieure de Cachan*, Cachan (France)  
 64 heures Titulaire d'une mission d'enseignement pour les cours suivants du Département Informatique.  
 — Projet bases de données (1<sup>ère</sup> année).  
 — T.P. de calcul formel (année de préparation à l'agrégation de mathématiques, option C).
- Été 2015 **Assistanat d'enseignement**, *Université de Montréal*, Montréal (Canada)  
 19 heures Assistant d'enseignement pour le cours "Introduction à l'informatique théorique" (cours de 1<sup>er</sup> cycle).
- 2014–2015 **Mission d'enseignement**, *École Normale Supérieure de Cachan*, Cachan (France)  
 64 heures Titulaire d'une mission d'enseignement pour les cours suivants du Département Informatique.  
 — Soutien (1<sup>ère</sup> année).  
 — Projet génie logiciel (2<sup>ème</sup> année).  
 — T.P. de calcul formel (année de préparation à l'agrégation de mathématiques, option C).

## Publications

- Nathan Grosshans, Pierre McKenzie, and Luc Segoufin. Tameness and the power of programs over monoids in DA. *Log. Methods Comput. Sci.*, 18(3), 2022.
- Nathan Grosshans. A note on the join of varieties of monoids with LI. In *MFCS 2021, August 23-27, 2021, Tallinn, Estonia*, volume 202 of *LIPICs*, pages 51:1–51:16, 2021.
- Nathan Grosshans. The power of programs over monoids in J. In *LATA 2020, Milan, Italy, March 4-6, 2020, Proceedings*, pages 315–327, 2020.
- Nathan Grosshans, Pierre McKenzie, and Luc Segoufin. The power of programs over monoids in DA. In *MFCS 2017, August 21-25, 2017 - Aalborg, Denmark*, pages 2:1–2:20, 2017.
- Paul Beame, Nathan Grosshans, Pierre McKenzie, and Luc Segoufin. Nondeterminism and an abstract formulation of Nečiporuk's lower bound method. *ACM Trans. Comput. Theory*, 9(1):5:1–5:34, 2016.

## Participation à des écoles

- |      |  |                                   |
|------|--|-----------------------------------|
| 2017 | Swedish Summer School in Computer Science 2017 | <i>KTH, Stockholm</i>             |
| 2015 | Summer School on Lower Bounds 2015             | <i>Charles University, Prague</i> |

## Participation à des conférences et des ateliers

- |      |   |                          |
|------|---|--------------------------|
| 2021 | 46th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science        | <i>Tallinn, Estonie</i>  |
| 2021 | 14th-15th International Conference on Language and Automata Theory and Applications | <i>Milan, Italie</i>     |
| 2017 | 42nd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science        | <i>Aalborg, Danemark</i> |
| 2015 | 27th McGill Invitational Workshop on Computational Complexity                       | <i>Holetown, Barbade</i> |

## Autres expériences professionnelles

- Juin à juillet **Emploi saisonnier**, *CETE de l'Est – Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées*, Strasbourg (France)  
 2012 Vacataire développeur web pour l'Unité Acoustique.  
 5 semaines — Réalisation de l'interfaçage d'une bibliothèque C++ d'estimation de l'émission du bruit routier avec le CMS Drupal (codage d'une extension PHP et d'un module Drupal).  
 — Exploration de solutions possibles pour utiliser du code Scilab dans une page web.

- Mai à août 2011 **Stage en entreprise**, *Ready Business System (RBS)*, Entzheim (France)  
 10 semaines Travaux autour de la plateforme de communication unifiée ShoreTel.  
 — Activités d'exploration autour de la plateforme : installation, mise en œuvre et tests de fonctionnalités avancées du système de téléphonie, et, aussi, rédaction de documentations (procédures d'installation, d'utilisation et de maintenance).  
 — Travaux pour des clients : installation, configuration avancée et formation.  
 — Préparation et réalisation de présentations et de démonstrations pour des clients potentiels (avant-vente).
- Juillet à août 2010 **Emploi saisonnier**, *Mott Metallwaren und Bühnenbau*, Tauberbischofsheim (Allemagne)  
 5 semaines Fabrication d'articles bois/métal.  
 — Assemblage et montage de différents modèles d'éléments de scène mobiles.  
 — Emballage et préparation de palettes prêtes à être livrées.  
 — Préparation et pré-coupe des plaques destinées à être intégrées dans les éléments de scène.
- Août 2008 et avril 2009 **Emploi saisonnier**, *Ready Business System (RBS)*, Entzheim (France)  
 1 mois et 1 semaine Technicien en téléphonie sur IP.  
 — Déploiement de plateformes de téléphonie sur IP (ToIP) : mise en place de l'autocommutateur ToIP (serveur Asterisk sous CentOS) et des téléphones IP, intégration de ceux-ci dans le réseau local.  
 — Accompagnement d'interventions pour des clients.  
 — Préparation et installation d'autocommutateurs ToIP, configuration de ceux-ci en fonction des besoins de chaque client.

## Compétences linguistiques

Allemand	Lu, écrit et parlé	<i>Langue maternelle</i>
Anglais	Lu, écrit et parlé	<i>TOEFL ITP : 657/677</i>
Français	Lu, écrit et parlé	<i>Langue principale</i>

## Compétences informatiques

Langages	C, C++, Java, OCaml, langage assembleur (MIPS), bash, SQL, PL/SQL, PHP, HTML, Python, $\LaTeX$ .
S.E.	Systèmes d'exploitation à base Linux, MacOS, Windows.