

**LaBRI**

# AAP LaBRI 2022

RESTITUTION DES PROJETS FINANCÉS

---



[www.labri.fr](http://www.labri.fr)

L'appel à projets du LaBRI soutient des projets scientifiques variés avec des budgets raisonnables, qui ne peuvent pas émarger sur d'autres supports de financement.

## Que trouverez-vous dans ce document ?

- Le titre du projet
  - Le nom du responsable, son département et son équipe
  - Le financement obtenu
  - Les mots-clés du projet
  - Le résumé
  - La réalisation
-

# Table des matières

<b><u>A database model for the interactive analysis of multilayer networks</u></b> - Bruno Pinaud	4
<b><u>Visualisation pour l'explicabilité des méthodes d'apprentissage</u></b> - Romain Giot	5
<b><u>MERRIN : Méthodes symboliques pour l'étude de modèles dynamiques hybrides de la régulation du métabolisme</u></b> - Loïc Paulevé	6
<b><u>WEB MidifilePerforme</u></b> - Myriam Desainte-Catherine	7
<b><u>Généralisation de l'algorithme de Jensen pour calculer les statistiques de profil de méandres</u></b> - Vincent Delecroix	8
<b><u>Structures Planaires</u></b> - Marthe Bonamy et Claire Hilaire	9
<b><u>Scribe profiler</u></b> - Marie Beurton-Aimar	10
<b><u>KlineBordeaux</u></b> - Joanna Ochremiak	11
<b><u>Analyse des phénomènes d'attention obtenus par EEG pour une validation de l'Algorithme Cognitif</u></b> - Joséphine Calandra, Myriam Desainte-Catherine et Fabien Lotte	12
<b><u>Visite Bharat Adsul, coopération franco-indienne</u></b> - Hugo Gimbert	13
<b><u>ML SOCIAL CHOICE</u></b> - Hugo Gimbert	14
<b><u>LogoGraphics pour DeepSynth</u></b> - Nathanaël Fijalkow	15
<b><u>AVATAR</u></b> - Adélaïde Genay	16
<b><u>Algosurf</u></b> - Vincent Delecroix et Ivan Yaklovev	17

# A database model for the interactive analysis of multilayer networks

**Bruno Pinaud, SeD, BKB**

Mission d'un invité cofinancée : 500 €

**Mots clés** : Réseaux multicouches, bases de données graphes, science des réseaux

## Résumé

L'invitation de Matteo Magnani (Université Uppsala, Suède) a pour objectif d'explorer les possibilités de collaboration à l'intersection de la science des réseaux multicouches, de l'ingénierie des données des réseaux multicouches et de la visualisation des réseaux multicouches. Les réseaux multicouches sont des extensions des graphes où les sommets se trouvent à l'intérieur d'une ou plusieurs couches, et sont récemment devenus l'un des modèles les plus populaires dans le domaine de l'analyse des réseaux : les contextes d'application comprennent les processus de diffusion, la modélisation du cerveau, les réseaux sociaux, ou bien encore les défaillances en cascade dans les systèmes interconnectés, parmi beaucoup d'autres. Les thèmes sur les réseaux multicouches sont devenus courants dans toutes les grandes conférences sur l'analyse des réseaux, complétés par des numéros spéciaux de revues, des articles de synthèse et des livres. Cependant, malgré leur popularité, aucun langage d'interrogation permettant de manipuler les réseaux multicouches n'a été défini jusqu'à présent, ce qui a limité les progrès dans le domaine de la visualisation des réseaux multicouches. En résumé, la popularité des réseaux multicouches, les opportunités en matière de recherche, l'expertise des chercheurs invités et hôtes et les avantages mutuels potentiels en font un sujet intéressant à discuter dans le but de mettre en place des activités de recherche conjointes.

## Réalisation

Matteo Magnani a été invité à Bordeaux pour une intense journée de travail le 18/11/22 (il est arrivé le 17/11 et reparti le 19/11). Matteo est venu accompagné de son doctorant Georgios Panayiotou. Nous collaborons sur cette thèse qui porte sur la définition d'un système de gestion de bases de données de réseaux multicouches. L'utilisation des réseaux multicouches se développent rapidement car ils permettent de concevoir des modèles de systèmes complexes réels bien plus efficace et proche de la réalité qu'avec un réseaux (graphe) classique. Les couches sont à considérer comme un élément fondamental du réseau au même titre que les sommets et arêtes. Nous avons défini quelques axes de travail et décidé de rédiger un résumé étendu qui a été accepté pour présentation orale pour la conférence French Regional Conference on Complex Systems 2023 (FRCCS 2023) prévue du 30/05 au 02/06/23. Bruno Pinaud ira en Suède à l'automne 2023.

# Visualisation pour l'explicabilité des méthodes d'apprentissage

**Romain Giot, SeD, BKB**

Mission à l'université de Sao Paulo Brésil cofinancée : 800 €

**Mots clés** : Apprentissage, explicabilité

## Résumé

Les systèmes basés sur l'apprentissage automatique (ML) sont omniprésents et de plus en plus populaires et utiles sur différents fronts. Choisir le bon système est difficile et parfois confié à des systèmes d'apprentissage automatique (AutoML). Cependant, les systèmes ML et AutoML sont des boîtes noires auxquelles il est difficile de faire confiance. L'évaluation standard donne leur performance pour un scénario donné, mais n'est pas suffisante pour les rendre fiables et dignes de confiance. L'explicabilité (explication dans le résultat) et l'interprétabilité (analyse post hoc) sont des besoins critiques. Il est nécessaire de mettre en œuvre de nouvelles méthodes qui reposent sur la modification conjointe du modèle ou le calcul sommaire et la visualisation interactive pour accroître l'interprétabilité et la confiance de ces systèmes. C'est l'objet de ce projet en visitant des collègues de l'université de Sao Paulo/Brésil et Campinas/Brésil sur une durée de 1 mois.

## Réalisation

Durant la visite de l'université de Sao Paulo, R. Giot a exercé plusieurs activités, dont un séminaire, plusieurs rencontres avec d'autres professeurs, plusieurs réunions avec les étudiants et discussions sur d'éventuels projets de collaboration. Sa visite a été très productive et importante pour renforcer la collaboration entre l'Université de Bordeaux et de l'Université de São Paulo, et a ouvert de nouvelles opportunités pour la coopération avec d'autres institutions de l'État de São Paulo.

Durant la visite de l'université de Sao Paulo, R. Giot a également exercé plusieurs activités, dont un séminaire, plusieurs rencontres avec d'autres professeurs, plusieurs réunions avec les étudiants et discussions sur d'éventuels projets de collaboration. Une doctorante de l'équipe RECOD sera accueillie au LaBRI pendant quelques mois pour travailler sur des problématiques d'explicabilité sur les réseaux de classification de séries temporelles.

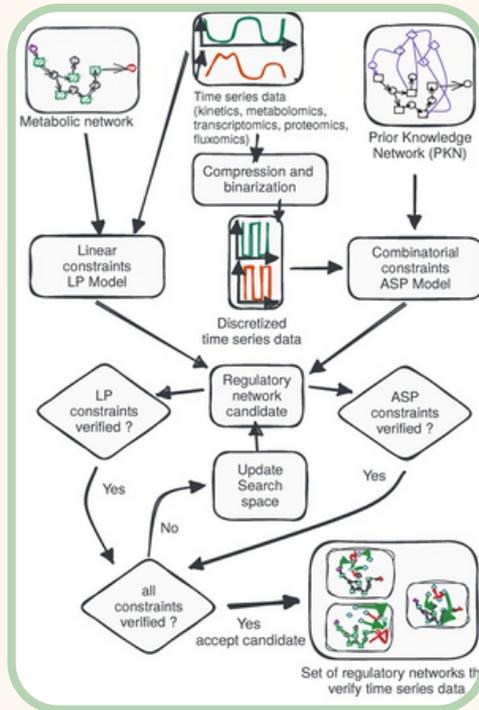
Des demandes de financement de projets avec les deux universités sont en préparation.

# MERRIN : Méthodes symboliques pour l'étude de modèles dynamiques hybrides de la régulation du métabolisme

Loïc Paulevé, M2F, MTV

Mission d'un invité cofinancée à 385 €

**Mots clés** : Raisonnement automatique, modèles hybrides, biologie des systèmes



## Résumé

Dans le cadre de la thèse de Kerian Thuillier, nous travaillons sur l'apprentissage de modèles du comportement des réseaux métaboliques, en tenant compte des boucles de rétroactions avec l'expression génique. Ces modèles couplent des systèmes dynamiques discrets (réseaux booléens), avec des modèles continus des flux métaboliques.

Le projet de thèse porte sur le développement des approches d'intelligence artificielle symbolique basées sur l'Answer-Set Programming et SMT.

Le programme de la visite de Kerian au LaBRI est le suivant porte principalement sur la généralisation de la méthode MERRIN en cours de développement, à destination de la communauté IA/SMT, et sur l'étude de méthodes alternative pour la résolution des problèmes d'apprentissage considérés.

## Réalisation

- organisation d'une matinée d'exposés autour de l'Answer-Set Programming et de ses applications en biologie et écologie au LaBRI (~30 participants)
- avancée sur l'implémentation et l'évaluation d'un solveur de contraintes hybrides basé sur ASP (article soumis)
- travail sur la présentation de l'article accepté à la conférence ECCB (European Conference on Computational Biology) sur la méthode MERRIN pour l'inférence de règles de régulation métaboliques à partir de séries temporelles sur les flux et expression des gènes, [ici](#).

# WEB MidifilePerformer

Myriam Desainte-Catherine, I&S, TAD

Stage de M1 financé : 1450 €

**Mots clés** : Systèmes musicaux interactifs, interprétation de midifiles, Metapiano

L'objectif de ce projet de recherche est d'explorer l'espace des systèmes musicaux interactifs pour pouvoir comparer les systèmes connus, et découvrir des systèmes nouveaux. Les grandeurs que nous souhaitons étudier sont notamment le degré d'interactivité, le degré de difficulté et l'expressivité grâce à des modélisations fonctionnelles ou algébriques. Cette recherche s'accompagne d'implémentations de maquettes pour expérimenter les modèles proposés ainsi que de dénombrements d'objets dans des ensembles spécifiés pour évaluer certaines propriétés.

## Résumé

Le MidifilePerformer permet aux utilisateurs de jouer sur un midifile, et de l'interpréter pour une performance musicale. Ne prenant en compte que la suite des notes et éliminant l'automatisme, le MidifilePerformer donne à l'utilisateur le contrôle temporel et dynamique des sons via le jeu de deux doigts sur une surface tactile, un clavier alphanumérique ou tout autre périphérique de jeu MIDI. Voir un exemple d'utilisation [ici](#).

La quasi-totalité du répertoire de musique classique est en libre accès et téléchargeable au format MIDI (midifiles), mais ne permet que l'exécution automatique des œuvres. L'objectif du WEB MidifilePerformer est de toucher le grand public, et notamment le public empêché. Pour ce faire nous menons des expérimentations avec Pierre Lacroix, ingénieur au LaBRI, pour adapter dispositifs, partitions et modes de jeux à son handicap.

Le stagiaire interviendra sur la maquette web du MidifilePerformer pour y apporter des extensions, des corrections et étudier son intégration dans la plateforme logicielle du SCRIME OSSIA score. Une fois intégrée dans OSSIA score, il deviendra possible d'expérimenter divers modes de jeu en éditant simplement de nouveaux scénarios.

## Réalisation

Ce projet a permis d'embaucher Raphaël Blard, élève-ingénieur à l'ENSEIRB-MATMECA du 7/06/2022 au 16/09/2022 pour travailler sur le projet MidifilePerformer. Raphaël a finalisé le portage du logiciel MidifilePerformer sur le web qu'avait démarré Joseph Larralde. Il l'a testé et débuggé et il a répondu à des évolutions de l'interface de la part des utilisateurs. Il a aussi réalisé l'intégration de cette brique dans la plateforme logicielle OSSIA score. Il a été encadré par Joseph Larralde, actuellement ingénieur au SCRIME. Le résultat du portage web est accessible sur [ce lien](#). Le logiciel est en cours de transfert sur un serveur du LaBRI pour avoir une adresse interne institutionnelle. Les perspectives de ce travail sont nombreuses :

- une collaboration avec le conservatoire pour proposer des instruments de musique adaptés à leurs élèves handicapés, et qui seront basés sur le MidifilePerformer version web pour un usage simplifié.
- dès que le logiciel tournera sur un serveur du LaBRI, il sera mis à disposition du grand public.
- sur le plan de la recherche, une deuxième version est en cours de développement qui consiste à proposer des scénarios de jeu simplifiés sur le plan de l'interaction avec la partition.

# Généralisation de l'algorithme de Jensen pour calculer les statistiques de profil de méandres

Vincent Delecroit, CombAlgo, CI

Stage de M1 financé : 1000 €

**Mots clés** : Méandres, physique statistique, matrice de transferts

## Résumé

Les méandres sont des configurations de courbes sur la sphère. Ils ont été introduit dans un cadre géométrique et ont depuis fait l'objet d'étude du côté de la physique statistique, la combinatoire et les probabilités. Le comportement asymptotique du nombre de méandres reste un problème ouvert réputé difficile. I. Jensen (2000) a proposé un algorithme d'énumération utilisant une matrice de transfert. L'objectif du stage est dans un premier temps de programmer cet algorithme et vérifier les données. Dans un second temps, on enrichira l'algorithme pour calculer des statistiques plus fines.

## Réalisation

Natacha Javerzat a fait un très bon stage de M1. Elle a programmé l'algorithme de Jensen en C++ et modifié pour énumérer les systèmes méandriques paramétrés par leur nombre de composantes connexes. Elle a pu en particulier tester une conjecture de P. Thévenin et V. Féray (2023). Natacha est maintenant en thèse à Lyon.

# Structures Planaires

**Marthe Bonamy et Claire Hilaire, CombAlgo, AlgoDist**

Stage de M1 et stage de L3 financés : 2400 €

**Mots clés** : Graphes et optimisation, structure de graphes planaires

## Résumé

Nous nous intéressons aux structures dans les graphes planaires. Il s'agit d'un côté (stage de M1 d'Arjun) de simplifier des preuves existantes (de théorèmes des années 90) d'existence de structures dites subdivisions enracinées dans les graphes planaires. Les limites de ces théorèmes forment un verrou pour résoudre une conjecture de 1968 et il est important de mieux les comprendre pour pouvoir les généraliser et ainsi briser le verrou. De l'autre côté (stage de L3 de Louann, co-encadré avec Claire Hilaire, actuellement en 2ème année de thèse), il s'agit de comprendre comment ces structures permettent de limiter la propagation d'un feu dans un graphe planaire, en utilisant le minimum de pompiers (le feu et les pompiers se déplaçant selon des règles bien définies). Nous savons depuis 2013 que 3 pompiers suffisent pour espérer sauver une bonne partie du graphe ; l'enjeu est de montrer cela avec seulement 2 pompiers.

## Réalisation

Louann Coste a fait un stage de L3 d'une grande qualité, encadré par Claire et moi-même. Elle a réussi à montrer que le problème (sauver une partie constante d'un graphe planaire avec 2 pompiers) se réduisait au cas des graphes planaires 4-connexes, avec une preuve simple mais élégante. Elle a également réussi à comprendre et étendre des outils liés à la technique de Lipton-Tarjan pour mieux cerner les situations problématiques. Elle a proposé des approches alternatives qui semblent très prometteuses et que nous souhaitons continuer dans le futur pour obtenir l'objectif complet. Louann a fait preuve d'une grande maturité : il était très agréable de travailler avec elle, et elle a fait preuve d'une remarquable autonomie tant dans l'exploration d'idées que dans la rédaction des preuves. Nous espérons qu'elle reviendra l'an prochain pour un stage M2 voire une thèse.

Arjun Ranganathan a fait un stage de M1 très intéressant, encadré par François (Dross) et moi-même. Il avait la lourde tâche de lire, comprendre et simplifier un article de 40 pages de 1995, qui n'était pas rédigé de la façon la plus digeste qui soit. Il a, remarquablement, réussi à extraire les idées clés de l'article et condenser en seulement 3 pages les arguments importants pour le corollaire qui nous intéressait. La contribution est significative, notamment parce qu'elle permet de mieux identifier les verrous pour une extension de la preuve de la conjecture de Gallai pour les graphes planaires (elle-même faisant 94 pages mais citant le corollaire obtenu dans l'article de 40 pages mentionné ci-dessus) à des cas non-planaires. Nous avons envisagé de rédiger la note en l'état, mais avons finalement décidé de continuer d'abord les travaux, dans l'espoir d'obtenir une version pertinente du dit corollaire dans le cas d'un graphe non planaire.

# Scribe profiler

**Marie Beurton-Aimar, I&S, TAD**

Stage de L3 financé : 1300 €

**Mots clés** : Digital Humanities, deep learning, analyse images, documents anciens

Les papyrologues qui travaillent sur des documents anciens ont très souvent comme première tâche besoin de reconstituer le document à partir de fragments. Dans le contexte des papyrus, ni la forme (très souvent endommagée par les manipulations et le fait même que ce matériau est issu d'une plante fibreuse), ni la couleur (les fragments ayant été séparés géographiquement se sont dégradés dans le temps de façon inégale) ne peuvent être utilisés comme information fiable pour le ré-assemblage. La caractérisation de l'écriture est alors une piste pour certifier que 2 fragments ont été écrit par la même main et donc par la même personne. L'hypothèse est qu'un document est écrit par une seule et unique personne. Le profilage du scribe apporte donc une indication sur la possibilité de raccord entre 2 fragments. Nous disposons des images numérisées des fragments et nous appliquons des modèles de Deep Learning pour classifier les fragments en calculant une valeur de distance entre les fragments. Suite à la thèse soutenue au LaBRI le mois dernier nous avons un modèle qui permet de calculer ces distances mais pour une tâche différente ne prenant pas en compte le scribe. Nous désirons porter ce modèle vers la nouvelle tâche. Le stagiaire de L3 sera accompagné dans son travail pour un thésard travaillant encore sur le sujet et par moi-même, afin d'apporter l'expertise qui pourrait lui manquer sur le traitement d'images et le deep learning.

Site Web du [projet scribe](#)

Durant ce stage, nous avons pu construire une interface web qui permette aux papyrologues de visualiser et interagir avec les résultats d'un calcul de similarité entre des fragments (images) de papyrus. Ce calcul a été obtenu par des algorithmes de deep learning, il était donc essentiel de pouvoir produire une visualisation à destination des non spécialistes en deep learning.

Ce projet se poursuit cette année avec à nouveau une stagiaire L3 miage qui travaille sur l'intégration de cette partie dans une interface web plus globale qui permettra de lier la visualisation des résultats de Deep learning avec d'autres visualisations et des opérations graphiques sur les images de papyrus. Par exemple nous prévoyons de produire des diagrammes de type réseaux de communauté ou diagramme de Sankay pour visualiser les matrices de similarité issues du Deep Learning.

## Réalisation

# Klin@Bordeaux

**Joanna Ochremiak, M2F, Ratio**

Mission invité financée : 1300 €

**Mots clés** : Automates à registre, espaces vectoriels à orbites finies

## Résumé

Bartek Klin, Mikołaj Bojanczyk, et Joshua Moerman a publié à LICS 2021 un article intitulé "Orbit-Finite-Dimensional Vector Spaces and Weighted Register Automata" qui d'une part développe une théorie mathématique des espaces vectoriels à orbites finies, et d'autre part l'applique à la théorie des automates à registre. Ces derniers forment un modèle théorique fondamental pour la représentation de données dans plusieurs domaines (logique, bases de données, vérification).

Le premier objectif de cette visite est de rédiger les premiers résultats que j'ai obtenus en collaboration avec Bartek Klin, donnant une nouvelle approche. Ces résultats seront publiés pour la version journal de l'article LICS 2021, en me rajoutant comme co-auteure.

De manière plus ambitieuse, il s'agit d'explorer cette nouvelle théorie mathématique, en s'attaquant aux nombreux problèmes ouverts suggérés dans l'article ci-dessus. Mon expertise acquise en travaillant sur les "ensembles avec atomes" sera ici très importante.

## Réalisation

Bartek Klin a visité le LaBRI du 28 mai au 4 juin 2022. Comme prévu, nous avons travaillé sur les problèmes ouverts énoncés dans l'article "Orbit-Finite-Dimensional Vector Spaces and Weighted Register Automata" publié par Bartek Klin, Mikołaj Bojańczyk, et Joshua Moerman. À la suite de cette visite et de notre collaboration ultérieure, une version étendue de cet article, avec moi comme co-auteur, a été soumise à la revue "TheoretiCS" le 18 avril 2023. Le 27 août 2023, nous avons été informés que l'article avait passé avec succès la première phase du processus d'évaluation de la revue.

Voici le résumé des résultats de l'article :

Nous développons une théorie des espaces vectoriels engendrés par des ensembles orbitaux finis. En utilisant cette théorie, nous donnons une procédure de décision pour l'équivalence des automates pondérés à registre, qui sont la généralisation commune des automates pondérés et des automates à registre pour des alphabets infinis. L'algorithme fonctionne en temps exponentiel et en temps polynomial pour un nombre fixe de registres. Comme cas particulier, nous pouvons décider, avec la même complexité, l'équivalence du langage pour des automates à registre non ambigus, ce qui améliore les résultats précédents de trois manières : (a) nous autorisons les comparaisons d'ordre sur les atomes, et pas seulement l'égalité ; (b) la complexité est exponentiellement meilleure ; et (c) nous autorisons les automates à deviner.

# Analyse des phénomènes d'attention obtenus par EEG pour une validation de l'Algorithme Cognitif

Joséphine Calandra et Myriam Desainte-Catherine, I&S, TAD / Fabien Lotte, I&S, Manioc

Stage de M1 financé : 2460 €

**Mots clés** : Algorithme cognitif, électroencéphalographie, modèle d'attention, structure musicale, diagramme formel

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'une thèse CNRS interdisciplinaire 80 Prime. Cette thèse, dont la recherche est actuellement menée au sein de l'IReMus (Sorbonne Université) et du LaBRI, par Joséphine Calandra, consiste à développer l'Algorithme Cognitif, un logiciel d'analyse musicale qui propose des représentations formelles hiérarchisées à partir de l'audio d'œuvres musicales. Il s'agit d'un modèle d'écoute qui offre de nouveaux modes de lecture aux musicologues, automatise les représentations obtenues et à travers duquel nous cherchons à comprendre les processus cognitifs mis en jeu lors de l'écoute d'œuvres musicales.

## Résumé

Nous souhaitons comparer les représentations obtenues par l'Algorithme Cognitif avec des représentations hiérarchisées de la structure musicale obtenues cognitivement par des volontaires.

L'étudiant devra : effectuer un état de l'Art concernant les modèles d'écoute musicale par EEG, développer un programme de traitement des données obtenues, procéder au protocole expérimental d'obtention des données, comparer les résultats obtenus avec ceux de l'Algorithme cognitif.

## Réalisation

Durant son stage, Anastazja Adamczyk, étudiante en M1 à l'Université de Bordeaux en Sciences Cognitives, a pu effectuer un large état de l'art sur les Potentiels Évoqués et les modèles EEG existants concernant l'écoute musicale. Cet état de l'Art se révèle très utile pour comparer le modèle de l'algorithme développé dans le cadre de ma thèse aux modèles cognitifs existants. Nous avons cependant dû réorienter le sujet de stage pour cause de manque de temps et de moyens concernant la possibilité d'effectuer une expérience avec électroencéphalogrammes. Nous avons donc mis en place un protocole double tâche : l'expérience consistait à faire écouter 12 œuvres musicales à deux groupes de sujets. Les deux groupes devaient indiquer, selon des définitions fournies en début d'expérience, lorsqu'ils entendaient une fin de phrase ou de section musicale, en cliquant sur deux touches distinctes d'un clavier. Un des deux groupes devait en simultanée reproduire des séquences de croix et de ronds affichées à l'écran en cliquant à la souris sur des cases correspondantes. Les participants répondaient également à un questionnaire de mesure subjective de la charge cognitive (NASA/TLX) après l'écoute de chaque morceau. L'interface de ce protocole a été adapté à partir d'une interface existante par une seconde étudiante en informatique en première année à l'ENSEIRB-MATMECA, Asia Auville. L'expérience a pu être mise en place sur une semaine avec les deux étudiantes auprès de 22 sujets. Les analyses n'ayant pas été effectuées, les perspectives sont d'effectuer des analyses statistiques des résultats obtenus de segmentation et de mesure de la charge cognitive, avec les résultats obtenus sur les mêmes œuvres analysées à partir du logiciel d'analyse musicale développé dans le cadre de la thèse.

---

# Visite Bharat Adsul, coopération franco-indienne

**Hugo Gimbert, M2F, MTV**

Mission invité financée : 2000 €

**Mots clés** : Synthèse distribuée, décomposition de type Krohn-Rhodes, théorie algébrique des langages réguliers de mots dénombrables, automates asynchrones

## Résumé

Bharat Adsul, professeur à l'Indian Institute of Technology Bombay, s'intéresse au problème de la synthèse distribuée. Il est particulièrement intéressé par le résultat passionnant de l'équipe MTV sur l'indécidabilité des jeux asynchrones distribués.

Bharat a est en train d'explorer certaines questions connexes avec l'étudiant en doctorat Nehul Jain. Ils sont en train de rédiger un article à soumettre à une conférence. Les discussions/collaborations avec le département M2F seront particulièrement utiles pour faire avancer le travail de Nehul Jain.

Il a également travaillé avec Saptarshi Sarkar Paul Gastin et Pascal Weil sur les résultats de décomposition de type Krohn-Rhodes pour les automates asynchrones Saptarshi Sarkar, Paul Gastin et Pascal Weil (voir [ici](#)). Il travaille aussi sur la théorie algébrique des langages réguliers de mots dénombrables et je serais heureux d'en discuter avec des personnes du LaBRI.

Sa visite donnera l'opportunité d'interagir/discuter sur ces sujets avec plusieurs personnes du LaBRI et de réaliser un exposé sur son travail sur les décompositions en cascade des automates asynchrones.

## Réalisation

La visite de Bharat Adsul a permis de discuter en détails les travaux menés par Bharat sur la synthèse distribuée et de les comparer aux travaux menés à Bordeaux sur le même thème. Cela a permis d'élaborer un projet de collaboration avec Bharat et sa doctorante, qui pourrait mener à une publication commune.

# ML\_SOCIAL\_CHOICE

**Hugo Gimbert, M2F, MTV**

Stage de L3 + 2 missions financés : 700 €

**Mots clés** : Théorie du choix social, apprentissage de modèles de préférences, équilibre de Nash

La thèse de Simon Mauras (co-encadrée avec Claire Mathieu à Université Paris Cité) a permis une meilleure compréhension théorique des phénomènes stratégiques dans les problèmes de choix social avec expression limitée des préférences.

## Résumé

Ces travaux principalement théoriques demandent à être confrontées à des données réelles, par exemple les données APB et Parcoursup, afin de construire des modèles réalistes des préférences, préalable à un calcul effectif des équilibres de Nash sur des données réelles.

Dans ce cadre, on demande à une population (par exemple des lycéens) d'exprimer des préférences sur des ressources (par exemple des formations de l'enseignement supérieur), en limitant l'expression des préférences (par exemple limitation du nombre de vœux). Cela induit un choix stratégique des préférences exprimées, qui fait sortir du cadre classique des appariements stables (Gale-Shapley) et demande à raisonner en terme d'équilibre de Nash.

## Réalisation

Le financement de stage a permis de définir des métriques d'évaluation de la qualité de modèles de prédictions de résultats de commissions d'examen des voeux.

Il a également permis de produire du code Python utilisé pour évaluer la qualité des prédictions obtenues en fonction du type de formation considérée.

Ce code est intégré au dépôt de code « parcoursup/orientation ».

# LogoGraphics pour DeepSynth

Nathanaël Fijalkow, M2F, MTV

Stage de L3 financé : 1000 €

**Mots clés** : Synthèse de programmes, Intelligence Artificielle, Apprentissage Automatique

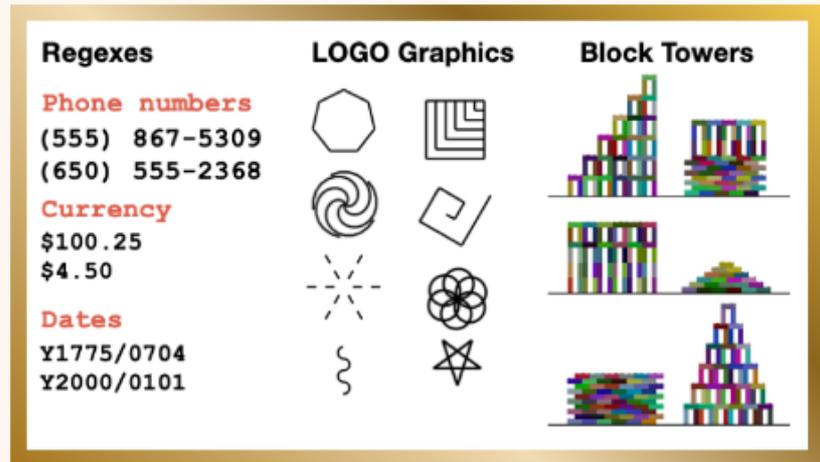
## Résumé

DeepSynth est un framework qui permet de chercher un programme issu d'une grammaire, cette recherche est guidée par les prédictions d'une IA. Nous voulons adapter le framework pour travailler sur trois nouveaux domaines : LOGO Graphics, les regexp, block towers. Les exemples ci-après, peuvent être vus comme des suites d'instructions donc des programmes issus d'une grammaire. Exemple fictif qui dessine un triangle : (do (line 0 0 3 6) (line 3 6 6 6) (line 6 6 0 0))

Ressources :

Les trois domaines sont issus de [DreamCoder](#).

La notion de grammaire formelle est classique, voir [ici](#).



Clients/tuteurs :  
[FIJALKOW Nathanaël](#), CNRS+LaBRI,  
[MATRICON Théo](#), LaBRI,

Livrables :  
 Code source réalisé par les étudiants

Environnement technique :  
[Python](#), [Pytorch](#), [DeepSynth](#)

Pierre Gaillard a affecté son stage de L3 sous ma direction. Il a travaillé sur différents aspects de la synthèse de programmes, en particulier la synthèse réactive. On a un peu divergé du projet originel, parce qu'il avait plus d'appétence pour les aspects théoriques. Il a construit un algorithme efficace pour les jeux de Rabin partiels, et l'a plus tard implémenté en C. Son implémentation servira de base pour de futurs travaux.

Il a soutenu son rapport de stage et a obtenu 19/20, une note assez exceptionnelle. Il reste dans les thématiques pour son stage de M1, aux Etats-Unis (Georgia Tech).

## Réalisation

# AVATAR

**Adélaïde Genay (doctorante Martin Hachet), I&S, Manioc**

Mission au CARE Lab à Nara (Japon) cofinancée : 2900 €

**Mots clés** : Réalité virtuelle, Avatars, Perception

## Résumé

La Réalité Mixte (RM) permet d'intégrer du contenu virtuel dans le monde réel. Grâce aux visiocasques, elle permet notamment de se voir dans la peau d'un corps virtuel (ou "avatar") au sein d'un environnement réel. Mais incarner un avatar représente encore de nombreux défis techniques et perceptuels : même avec des technologies de pointe, l'expérience de l'avatar varie d'un utilisateur à l'autre et l'avatar est parfois rejeté par celui qui l'incarne. Peu d'informations existent sur les facteurs qui affectent cette acceptation. De même, les effets qu'un avatar peut avoir sur celui qui l'incarne sont encore peu compris (e.g. Effet de Protée). La collaboration entre Adélaïde et l'équipe du Pr. Kiyokawa vise à aborder ces deux sujets : l'objectif est de comprendre ce qui rend l'incarnation des avatars « crédible » et comment maximiser l'immersion et l'acceptation d'un corps virtuel par les utilisateurs. Des stratégies que nous aimerions étudier pour renforcer le sentiment d'incarnation sont la préparation mentale de l'utilisateur et l'ajout d'une transition visuelle au moment du changement de corps. Le projet sera mené en trois étapes : d'abord, les hypothèses de recherche et de développement seront renforcées. Ensuite, un système d'incarnation sera développé avec les technologies de pointe de l'équipe d'accueil. Enfin, une étude utilisateur sera menée pour évaluer les stratégies conçues lors de la collaboration. En raison de contraintes de temps, notre travail sera évalué en partie après la fin du séjour en réalisant à distance une étude sur les utilisateurs au Japon avec l'aide des doctorants impliqués localement.

A l'aide du financement de l'AAP 2022, j'ai pu me rendre à Nara (Japon) pour mener des recherches avec le professeur Kiyoshi Kiyokawa au CARE lab et bénéficier de leur équipement de pointe de Réalité Mixte. Nous avons travaillé sur deux stratégies pour renforcer les illusions d'incarnation d'avatars. La première stratégie consistait à préparer mentalement les utilisateurs avant de les faire incarner leur avatar en leur demandant de l'imiter. Nous avons mené une expérience pilote avec un avatar représentant Hulk et avons observé des résultats préliminaires positifs. Une deuxième étude avec plus de participants (n=40) a été menée par une étudiante locale après mon retour pour confirmer ces résultats. Nous avons observé une intensification de l'Effet de Protée (effet décrivant un changement de comportement utilisateur conforme à l'identité de l'avatar) causée par la préparation mentale des utilisateurs. Ces résultats suggèrent que les participants ont pu mieux s'immerger en leur avatar suite à notre stratégie de préparation. Cependant, aucun résultat significatif n'a été trouvé en terme de sentiment d'incarnation. Nos travaux futurs en étudieront la raison. La deuxième stratégie étudiée consistait à introduire des transitions graphiques pour rendre le changement de corps de l'utilisateur plus fluide. L'expérience évaluant cette approche a été menée par un autre étudiant avant mon arrivée, mais nous avons pu écrire ensemble l'article qui en décrit les résultats bénéfiques sur le sentiment d'incarnation. Cet article a été accepté à la conférence IEEE VR 2023. Les perspectives de ce séjour sont prometteuses pour de futures collaborations afin de poursuivre nos recherches sur ces stratégies.

## Réalisation

# Algosurf

Vincent Delecroix et Ivan Yaklovev, CombAlgo, CI

Deux missions invités financées : 2342 €

**Mots clés** : Géométrie algorithmique, surface

## Résumé

Dans le cadre de bibliothèques logicielles existantes ("flatsurf" et "admcycles" déjà mentionnées) nous souhaitons :

\* Réaliser de nouvelles expériences afin d'affiner nos intuitions sur des problèmes théoriques. Plus précisément :

- Estimer la complexité du calcul de triangulation Delaunay sur des surfaces. C'est un problème bien connu et étudié dans le plan, mais les problématiques dans le cadre des surfaces compactes qui nous intéresse ici est complètement ouvert

- Automatiser la recherche de sous-variétés invariantes. Malgré de nombreux résultats partiels, il n'y a pas de classification des sous-variétés  $GL(2,R)$ -invariantes de surfaces de translation. La suite flatsurf a déjà été utilisée pour en découvrir de nouvelles.

Nous souhaitons pousser l'automatisation plus loin.

\* Etendre certaines fonctionnalités des bibliothèques comme par exemple la détection de revêtements ramifiés dans les surfaces de translation. C'est un point délicat préliminaire à l'automatisation de la recherche de sous-variétés invariantes. Nous avons quelques pistes concrètes de solution algorithmique.

Ces projets nécessitent une recherche conjointe entre des membres du consortium et seront plus efficacement accomplis lors de séjours de recherche.

## Réalisation

Grâce à l'AAP nous avons pu accueillir pendant une semaine F. Lazarus et M. Ebbens. Cela a été fructueux et nous avons écrit un [article de recherche](#) qui fera parti des exposés à la conférence Symposium on Computational Geometry ([SoCG 2023](#)). Cette collaboration continue.

Les algorithmes développés sont en cours d'intégration à la [suite logicielle](#) Ivan Yakovlev s'est rendu à Zurich pour une visite scientifique à l'ETH à Zurich pour visite à J. Schmitt. Cette mission a finalement été prise en charge par l'université de Zurich.