





Sommaire

Éditorial

Dominique Orban.....03

Pleins feux sur ...

Une première place pour des étudiants du GERAD au PlankThon Challenge
Emeric Courtade, Pierre Pereira04

Articles d'impact

Viabilité des systèmes agroécologiques
Aichouche Oubraham, Patrick Saint-Pierre, Georges Zaccour06

Qui sont-elles ?

Amina Lamghari, Samira A. Rahimi, Fatiha Sadat.....10

Que sont-devenus nos alumni ?

Mehdi Abedinpour Fallah, Sandrine Paroz, Ghislene Zerguini13

Stagiaires postdoctoraux

Khalil Al Handawi, Yaroslav Sali, Alfredo Torrico, Lingxiao Wu14

GERAD en bref16

Summary

Editorial

Dominique Orban..... 03

Spotlights on ...

A first place for GERAD students at the PlankThon Challenge
Emeric Courtade, Pierre Pereira05

Impact papers

Viability of agroecological systems
Aichouche Oubraham, Patrick Saint-Pierre, Georges Zaccour08

Who are they?

Amina Lamghari, Samira A. Rahimi, Fatiha Sadat.....10

Where are they now?

Mehdi Abedinpour Fallah, Sandrine Paroz, Ghislene Zerguini13

Postdoctoral fellows

Khalil Al Handawi, Yaroslav Sali, Alfredo Torrico, Lingxiao Wu14

GERAD news brief16



Éditorial

Dans mon éditorial du dernier numéro du Bulletin du GERAD de 2020, je constatais que la pandémie avait repoussé la sortie du numéro de plusieurs semaines et j'émettais le souhait que 2021 nous apporte du répit. Malheureusement, la tendance s'est poursuivie et je ne sais pas s'il faut dire que 2021 était comme 2020 ou pire. Cette fois encore, donc, le dernier numéro du Bulletin du GERAD de 2021 vous parvient alors que 2022 est déjà bien avancée et chargée de ses propres soucis.

Dans la rubrique « Pleins feux sur ... » de ce numéro, des étudiants du GERAD obtiennent la première place au Plankton Challenge, un hackathon qui vise à mesurer l'impact du climat sur la vie marine. Bravo Emeric et Pierre !

Dans « Articles d'impact », Aichouche, Patrick et Georges examinent l'évolution des systèmes agronomiques et ses effets sur l'environnement sous la lentille de la théorie de la viabilité.

Et bien entendu, ne manquez pas les rubriques habituelles.

Comme toujours, merci aux contributrices et contributeurs à ce numéro. Votre participation en ces temps difficiles est d'autant plus appréciée et a d'autant plus d'impact. Merci de continuer à alimenter notre Bulletin !

Finalement, Karine continue d'être le moteur du Bulletin et assure sa parution deux fois l'an sans fléchir. Merci Karine !

Que 2022 nous amène des Journées de l'Optimisation en présentiel et un retour au GERAD. Qui sait ? À bientôt en personne peut-être?!

En attendant, bonne lecture ! ■

Editorial

In my editorial for the last issue of the GERAD Newsletter of 2020, I was noting how the pandemic postponed the release by several weeks, and I was wishing for some respite in 2021. Unfortunately, the trend simply continued and I am not sure whether 2021 was like 2020 or worse. Once again, you are receiving the last GERAD Newsletter issue of 2021 well into 2022, and the latter brings worries of its own.

In this issue's « Spotlights on ... » column, GERAD students win first place at the Plankton Challenge, a hackathon where they measure the impact of climate change on marine life. Congratulations to Emeric and Pierre!

In « Impact papers », Aichouche, Patrick and Georges contemplate the evolution of agronomic systems and its impact of the environment under the lens of viability theory.

Be sure to not miss our other usual columns.

As always, I wish to thank the contributors to this issue. Your involvement in these difficult times is highly appreciated and meaningful. Thank you for your continued support of our Newsletter.

Of course, thank you Karine for being the driving force behind the Newsletter and making sure it comes out twice a year without flinching.

May 2022 bring Optimization Days in person and a return to GERAD. Who knows? See you soon in person, perhaps?!

Until then, happy reading! ■

Dominique Orban

Une première place pour des étudiants du GERAD au Veolia PlankThon Challenge

Le but du [PlankThon Challenge](#), organisé par Veolia en coopération avec la fondation Tara Océan, était de permettre à des scientifiques, étudiant les conséquences du changement climatique sur la vie marine, de classer correctement des images de planctons présents dans des échantillons d'eau (Figure 1). Les idées des participants au concours seront réutilisées par les scientifiques de ces deux entreprises.



Figure 1: Photo d'un plancton, prise à l'aide d'un PlanktoScope | Plankton photo taken with a PlanktoScope

Le problème auquel nous avons été confrontés lors de ce hackathon a été de produire un modèle d'apprentissage machine alliant performance et parcimonie. En effet, notre modèle devait s'exécuter sur une plate-forme embarquée de type Raspberry Pi 4 en haute mer. Il nous a donc fallu trouver une approche efficace, mais avec un faible nombre de paramètres afin de limiter la demande énergétique lors de l'inférence. Le jeu de données fourni comprenait 90 000 images d'entraînement représentant 90 espèces différentes de planctons.

Notre approche

Nous voulions profiter de ce concours pour essayer quelque chose de nouveau. C'était pour nous l'occasion d'apprendre. Ainsi, après une courte revue de littérature, nous avons voulu nous essayer aux Transformers appliqués au traitement d'images (ViT) [1], qui sont à la mode depuis leur sortie en octobre 2020.

De plus, il nous a fallu respecter la contrainte de parcimonie du modèle. Comment avoir un modèle performant avec une faible charge de calcul ? Après un peu de recherche, nous sommes tombés sur une toute nouvelle méthode de distillation de connaissance pour les ViT. Nous avons donc eu l'idée d'implémenter la méthode *Data-efficient Image Transformers* (DeiT), décrite dans [1]. Le hackathon ne durant qu'un weekend, nous avons programmé et essayé le ViT quelques jours en amont sur un jeu de données simple (CIFAR10) pour nous faire la main.

Détails techniques

Les ViT sont des réseaux de neurones basés sur le mécanisme d'attention des *Transformers* [2]. Ils divisent d'abord l'image en parcelles qui quadrillent l'image. Ces parcelles sont ensuite fournies au module encodeur du *Transformer*. Cette architecture de réseau de neurones a moins de biais que les réseaux convolutionnels qui sont généralement utilisés pour ce genre de tâche. Cela permet une meilleure modélisation des données sous couvert d'avoir suffisamment d'images d'entraînement (voir Figure 2). Afin de réduire le nombre de paramètres du

modèle final, nous avons utilisé une approche de distillation de connaissance. Cette approche utilise un premier modèle déjà performant (professeur) pour accompagner l'entraînement d'un second modèle plus petit (élève).

L'article présentant les DeiT venait tout juste de paraître lorsque nous avons cherché à appliquer cette méthode aux ViT. Concrètement, les ViT peuvent produire une séquence de jetons pour la classification d'image. Les DeiT utilisent deux jetons afin de produire deux fonctions de pertes : l'une associée à la bonne classification de l'image et l'autre, dictée par le professeur. Afin d'obtenir un professeur performant, nous avons utilisé un modèle *DenseNet* pré-entraîné.

Nos résultats

Le modèle professeur pour la distillation de connaissance avait 7 millions de paramètres tandis que notre modèle final n'en avait que 160 000. Notre modèle a obtenu une précision de 65% pour la classification des 90 espèces de planctons différentes, comparativement au modèle professeur qui avait une précision de 75%. Cependant, nous pensons qu'avec un meilleur entraînement, il serait possible pour l'élève de se rapprocher des performances du professeur.

Nous n'avons pas eu le modèle avec les meilleures performances en reconnaissance d'image, mais notre modèle était de loin le plus frugal. Cela nous a permis de décrocher la première place du hackathon.

Conclusion

Les scientifiques de chez Tara Océan et Veolia vont s'inspirer de notre modèle pour mesurer la densité des planctons dans l'océan. La densité des espèces de planctons dans l'océan est un indicateur direct de la santé de la vie marine, et de la planète à plus grande échelle. Nous espérons que notre travail sera en mesure d'aider ces scientifiques à avoir une meilleure connaissance des impacts du changement climatique sur notre écosystème.

[1] A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov, D. Weissenborn, X. Zhai, T. Unterthiner, M. Dehghani, M. Minderer, G. Heigold, S. Gelly, J. Uszkoreit, N. Houlsby (2020). An Image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale, CoRR, abs/2010.11929, arXiv:2010.11929, <https://arxiv.org/abs/2010.11929>.

[2] H. Touvron, M. Cord, M. Douze, F. Massa, A. Sablayrolles, H. Jégou (2020). Training data-efficient image transformers & distillation through attention, CoRR, abs/2012.12877, arXiv:2012.12877, <https://arxiv.org/abs/2012.12877>. ■



A first place for GERAD students at the Veolia PlankThon Challenge

This hackathon was organized by Veolia and the Tara Ocean Foundation. Contest participants' ideas will be reused by scientists from these two organizations. The goal of the [PlankThon Challenge](#) was to allow scientists who are studying the impact of climate change on marine life to correctly classify photos of plankton from water samples (Figure 1).

The problem we were given during this hackathon was to produce a machine learning model that combined performance and energy frugality, because our work had to run on a Raspberry Pi 4 in the middle of the ocean. So, we had to find an approach that worked well with a small number of parameters, to limit the energy demand for the inferences. The dataset provided contained 90,000 training images, representing 90 different plankton species.

Our approach

We saw the contest as a chance to try something new, as a learning opportunity. After a literature review, we decided to try our hand at «*Vision Transformers*» (ViTs) [1], which have been a hit since they came out in October 2020.

We also had to meet the energy-frugality constraint. How could we create a model that is highly effective while keeping the calculation load light? Our research led us to a brand new knowledge distillation method for ViTs. We decided to implement the Data-efficient Image Transformers (DeiT) in [1]. Since the hackathon only lasted one weekend, we programmed the ViT and tested it on a simple dataset (CIFAR10) a few days beforehand to get comfortable with it.

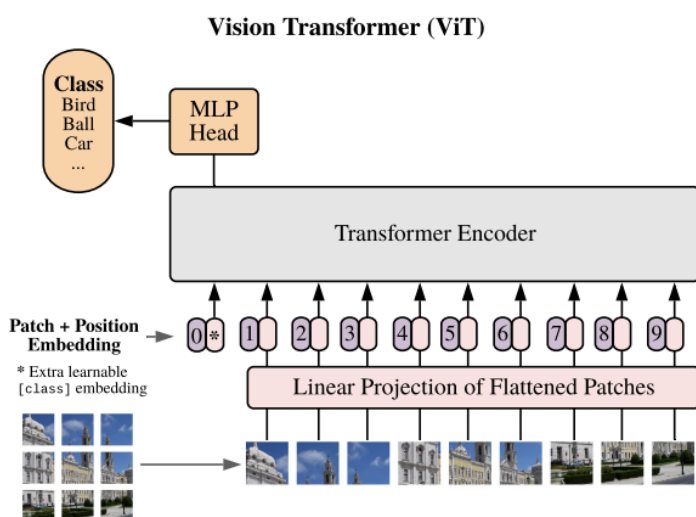


Figure 2: Architecture d'un Transformer appliquée au traitement d'image | Architecture of a vision transformer

Technical details

ViTs are neural networks based on the attention mechanisms of vision transformers [2]. They first divide each image into a gridwork of patches, which are then fed into a Transformer Encoder. This neural network architecture is less biased than the CNNs generally used for this type of task. This allows for better data modelling, so long as there is a sufficient number of training images (see Figure 2). To reduce the number of parameters in the final model, we used a knowledge distillation approach, which utilizes a first model that already performs well (teacher) to train a second, smaller model (student).

The DeiT paper had just been published when we tried to apply the method to ViTs. Specifically, ViTs can produce a sequence of tokens for image classification. DeITs use two tokens to produce two loss functions: the first properly classifies the image, while the second is dictated by the teacher. To obtain an efficient teacher, we used a pre-trained DenseNet model.

Our results

The teacher model used for the knowledge distillation had 7 million parameters, while our final model had only 160,000. Our model obtained a final top-1 accuracy of 65% on the 90 different plankton species. For comparison, the teacher model achieved 75% top-1 accuracy. However, we believe that, with improved training, it would be possible for the student's performance to get closer to the teacher's.

We did not have the best image-recognition performance, but our model was by far the most energy frugal. Thanks to this, we got first place in the hackathon.

Conclusion

Scientists at Tara Ocean and Veolia will build on our model to measure plankton density in the ocean. The density of planktons is a direct indicator of marine life health, and on a broader scale, planetary health. We hope our work will be able to help these scientists gain a better understanding of the impacts of climate change on the ecosystem.

- [1] A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov, D. Weissenborn, X. Zhai, T. Unterthiner, M. Dehghani, M. Minderer, G. Heigold, S. Gelly, J. Uszkoreit, N. Houlsby (2020). An Image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale, CoRR, abs/2010.11929, arXiv:2010.11929, <https://arxiv.org/abs/2010.11929>.
- [2] H. Touvron, M. Cord, M. Douze, F. Massa, A. Sablayrolles, H. Jégou (2020). Training data-efficient image transformers & distillation through attention, CoRR, abs/2012.12877, arXiv:2012.12877, <https://arxiv.org/abs/2012.12877>. ■

Viabilité des systèmes agroécologiques

Pour faire face à une demande toujours croissante et assurer la sécurité alimentaire, les systèmes agronomiques sont passés au fil du temps d'une agriculture traditionnelle, basée sur la fertilisation organique des sols, à une agriculture intensive et spécialisée utilisant la fertilisation chimique. Cela a entraîné une augmentation de la productivité des sols à court terme mais a causé de graves problèmes écologiques au fil du temps (dégradation de la qualité des sols, pollution de l'eau et de l'air, perte de biodiversité, érosion, etc.), et a même inversé la tendance de la productivité agricole. La mise en œuvre de pratiques agricoles éco-responsables, basées sur des rotations de cultures et des associations mixtes culture-élevage moins nocives pour les sols, est une des voies pour parvenir à la durabilité des ressources (sols). Oubraham et al. [2,3] adoptent un point de vue micro et considèrent le problème de l'exploitation durable à long terme d'une exploitation agricole, tant du point de vue physique (qualité du sol) qu'économique (revenus des agriculteurs). L'approche méthodologique est basée sur la théorie de la viabilité, et le terrain empirique est la Guadeloupe, une île qui fait partie des Antilles françaises. Alors que Oubraham et al. [2] considèrent une exploitation agricole mono-parcelle tout en tenant compte d'événements incertains (ouragans), Oubraham et al. [3] se concentrent sur une exploitation à plusieurs parcelles dans un cadre déterministe.

La théorie de la viabilité (TV) est un domaine des mathématiques qui étudie l'évolution des systèmes dynamiques sous des contraintes sur l'état et le contrôle du système. La théorie a été initiée par Jean-Pierre Aubin à la fin des années 1970 et les résultats fondamentaux ont été établis dans les années 1980. Depuis lors, les développements conceptuels et algorithmiques se sont poursuivis et la théorie a été appliquée à un large éventail de problèmes en sciences sociales, en ingénierie et en sciences de la vie. Pour une revue de la littérature sur les applications de la TV à la gestion des ressources renouvelables, par exemple la pêche, les forêts et l'environnement, voir Oubraham et Zaccour [1]. En résumé, pour trouver une solution viable (ou un ensemble de solutions viables), la TV suit une méthode à rebours (ou inverse), c'est-à-dire qu'à partir d'un ensemble de contraintes de viabilité données, on cherche l'ensemble des états initiaux à partir desquels le système peut être indéfiniment viable.

Pour appliquer la TV à une exploitation multi-parcellaire, la première étape consiste à la décrire par un système dynamique constitué d'un vecteur de variables d'état, par exemple, la qualité du sol et les flux de trésorerie de l'exploitation, dont l'évolution dans le temps dépend des valeurs de l'état précédent et de décisions, par exemple, le choix des cultures et des pratiques agricoles (conventionnelles ou agroécologiques) mises en œuvre par l'agriculteur. La deuxième étape est de définir les contraintes de viabilité. À la suite de quelques échanges avec des chercheurs travaillant en étroite collaboration avec une association d'agriculteurs en Guadeloupe, la viabilité a été définie en termes de : (1) Assurer, à chaque

période, un revenu supérieur à un seuil donné (durabilité économique); et (2) restaurer la qualité du sol à un niveau souhaité à une certaine date (durabilité physique). Comme la restauration de la qualité des sols prend du temps, la deuxième exigence prend la forme d'une cible à atteindre dans 40 ans, plutôt que celle d'une contrainte à satisfaire à chaque période.

L'évaluation de la qualité des sols est une tâche complexe car elle implique de nombreuses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. L'indicateur général de la qualité des sols (GISQ), un indice variant entre zéro (très mauvaise qualité) et 1, et basé sur 54 variables mesurant ces caractéristiques, a été utilisé dans cette recherche. Les résultats prennent la forme d'un ensemble de séquences de cultures et de pratiques agricoles qui satisfont les contraintes de viabilité. Cet ensemble est appelé le noyau de viabilité (voir Figure 1). Il peut être vide, ce qui signifierait que la durabilité ne peut pas être atteinte. Dans ce cas, nous pouvons soit modifier les contraintes de viabilité, soit choisir la séquence qui maintient le système viable le plus longtemps possible.

Déterminer le noyau revient à résoudre un problème de programmation dynamique, ce qui peut être difficile lorsque le nombre de variables d'état est grand. Une fois les outils en place, l'utilisateur dispose d'un système d'aide à la décision pour gérer durablement l'exploitation. Par exemple, la figure 2 montre comment le budget initial requis pour restaurer la qualité du sol à un niveau donné, varie avec l'horizon de planification et le GISQ initial, pour différentes combinaisons de cultures.

- [1] **A. Oubraham, G. Zaccour** (2018). A Survey of applications of Viability theory to the sustainable exploitation of renewable resources, *Ecological Economics*, 15, 46-367.
- [2] **A. Oubraham, P. Saint-Pierre, G. Zaccour** (2021). Viability of a multi-parcel agroecological system, soumis.
- [3] **A. Oubraham, P. Saint-Pierre, G. Zaccour** (2020). Viability of agroecological systems under climatic uncertainty, *sustainability*, 12, 5880; doi:10.3390/su12155880. ■

**Aichouche Oubraham, Patrick Saint-Pierre,
Georges Zaccour**
GERAD & HEC Montréal

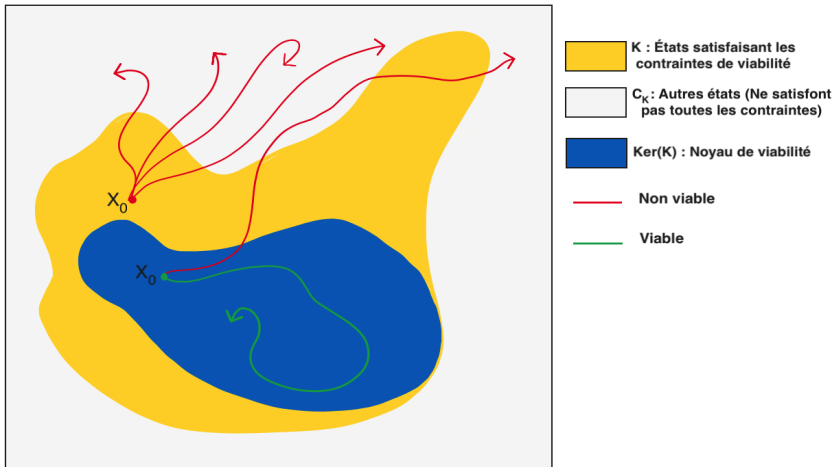


Figure 1: Illustration du noyau de viabilité

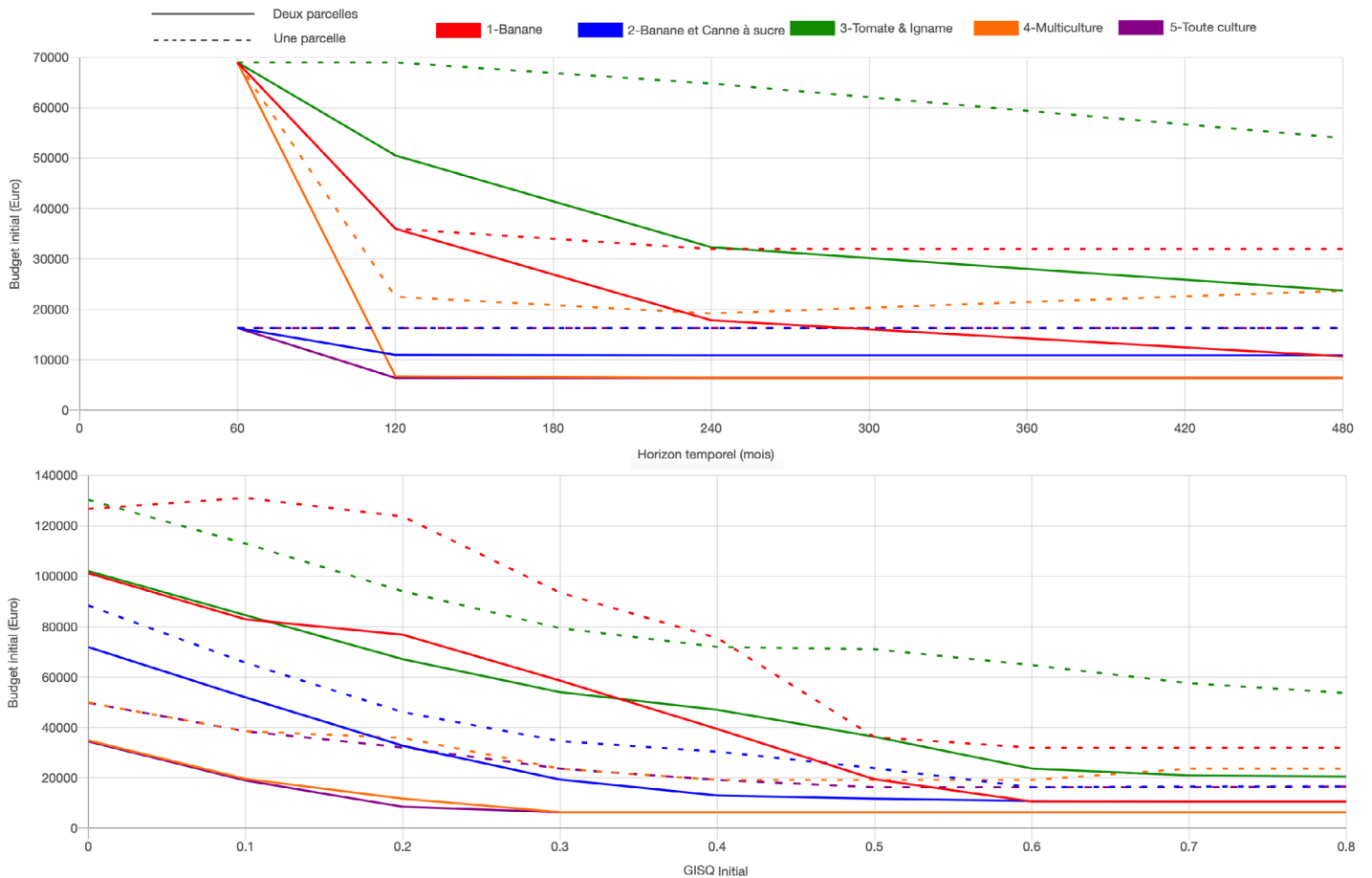


Figure 2: Impact de l'horizon temporel et du GISQ initial sur budget initial de restauration

Viability of agroecological systems

To cope with ever-increasing demand and ensure food security, agronomic systems have shifted over time from traditional agriculture, based on the organic fertilization of soils, to intensive and specialized farming that use chemical fertilization. This resulted in increased soil productivity in the short term but caused serious ecological drawbacks over time (degradation of soil quality, pollution of water and air, loss of biodiversity, erosion, etc.), and even reversed the trend of agricultural productivity.

Implementing eco-responsible agricultural practices, based on crop rotations and mixed crop-livestock associations that are less harmful for the soil, is one way to achieve resource (soil) sustainability. Oubraham et al. [2,3] adopt a micro point of view and consider the problem of the long-term sustainable operation of a single farm, from both the physical (soil quality) and economic (farmer's revenues) perspectives. The methodological approach is based on viability theory, and the empirical terrain is Guadeloupe, an island that is part of the French West Indies. Whereas Oubraham et al. [2] consider a single-parcel farm considering uncertain events (hurricanes), Oubraham et al. [3] focus on a multi-parcel farm, assuming away uncertainty.

Viability theory (VT) is an area of mathematics that studies the evolution of dynamical systems under constraints on the system's state and control. The theory was initiated by Jean-Pierre Aubin in the late 1970s and the fundamental results established in the 1980s. Since then, conceptual, and algorithmic developments have continued, and the theory been applied to a wide range of problems in social sciences, engineering, and life sciences. For a survey of applications of VT to renewable resources management, e.g., fisheries, forests, and environment, see Oubraham and Zaccour [1]. In a nutshell, to find a viable solution (or a set of viable solutions), VT follows a backward (or inverse) method, that is, starting from a set of given viability constraints, one looks for the set of initial states from which the system can be indefinitely viable.

To apply VT to a multi-parcel farm, the first step is to describe it by a dynamical system consisting of a vector of state variables, e.g., soil quality and farm's cash flows, whose evolution over time depends on the previous state values and on decisions, e.g., choice of crops and agricultural practices (conventional or agroecological) implemented by the farmer. Second, we must define the viability constraints. Following some discussions with researchers working closely with farmers' association in Guadeloupe, sustainability was framed in terms of: (1) Ensuring, at each period, an income that is larger than a given threshold (economic sustainability); and (2) Restoring the soil quality to a desired level by a certain date (physical sustainability). As restoring soil quality requires time, the second requirement is operationalized as a target to be reached in 40 years, rather than a constraint to be enforced at each period.

Evaluating the soil quality is a complex operation as it involves a series of physical, chemical, and biological characteristics. The General Indicator of Soil Quality (GISQ), an index varying between zero (very bad quality) and 1, and based on 54 variables measuring such characteristics, was used in this research.

The results take the form of a set of sequences of crops and agricultural practices that satisfy the viability constraints. This set is called the viability kernel (see Figure 1), and is a central concept in VT. It may be empty, meaning that sustainability cannot be achieved. In such case, we can either modify the viability constraints or choose the sequence that keeps the system viable for as long as possible.

Determining the Kernel involves solving a dynamic programming problem, which can be quite hard when the number of state variables is large. Once the tools are in place, the user disposes of a decision-support system to manage sustainably the farm. For instance, Figure 2 shows how the required initial budget to restore the soil quality to a given level, varies with the planning horizon, and initial GISQ, for different combinations of crops.

- [1] **A. Oubraham, G. Zaccour** (2018). A Survey of applications of Viability theory to the sustainable exploitation of renewable resources, *Ecological Economics*, 15, 46-367.
- [2] **A. Oubraham, P. Saint-Pierre, G. Zaccour** (2021). Viability of a multi-parcel agroecological system, under review.
- [3] **A. Oubraham, P. Saint-Pierre, G. Zaccour** (2020). Viability of agroecological systems under climatic uncertainty, sustainability, 12, 5880; doi:10.3390/su12155880. ■

**Aichouche Oubraham, Patrick Saint-Pierre,
Georges Zaccour**
GERAD & HEC Montréal

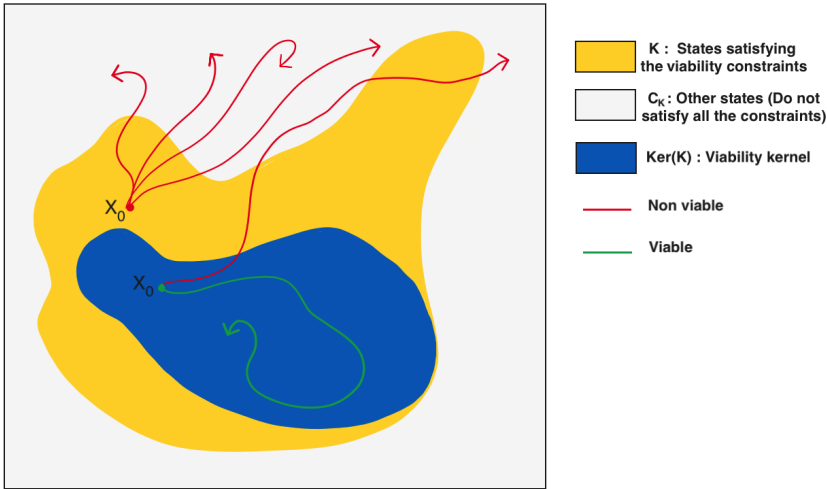


Figure 1: Illustration of a viability Kernel

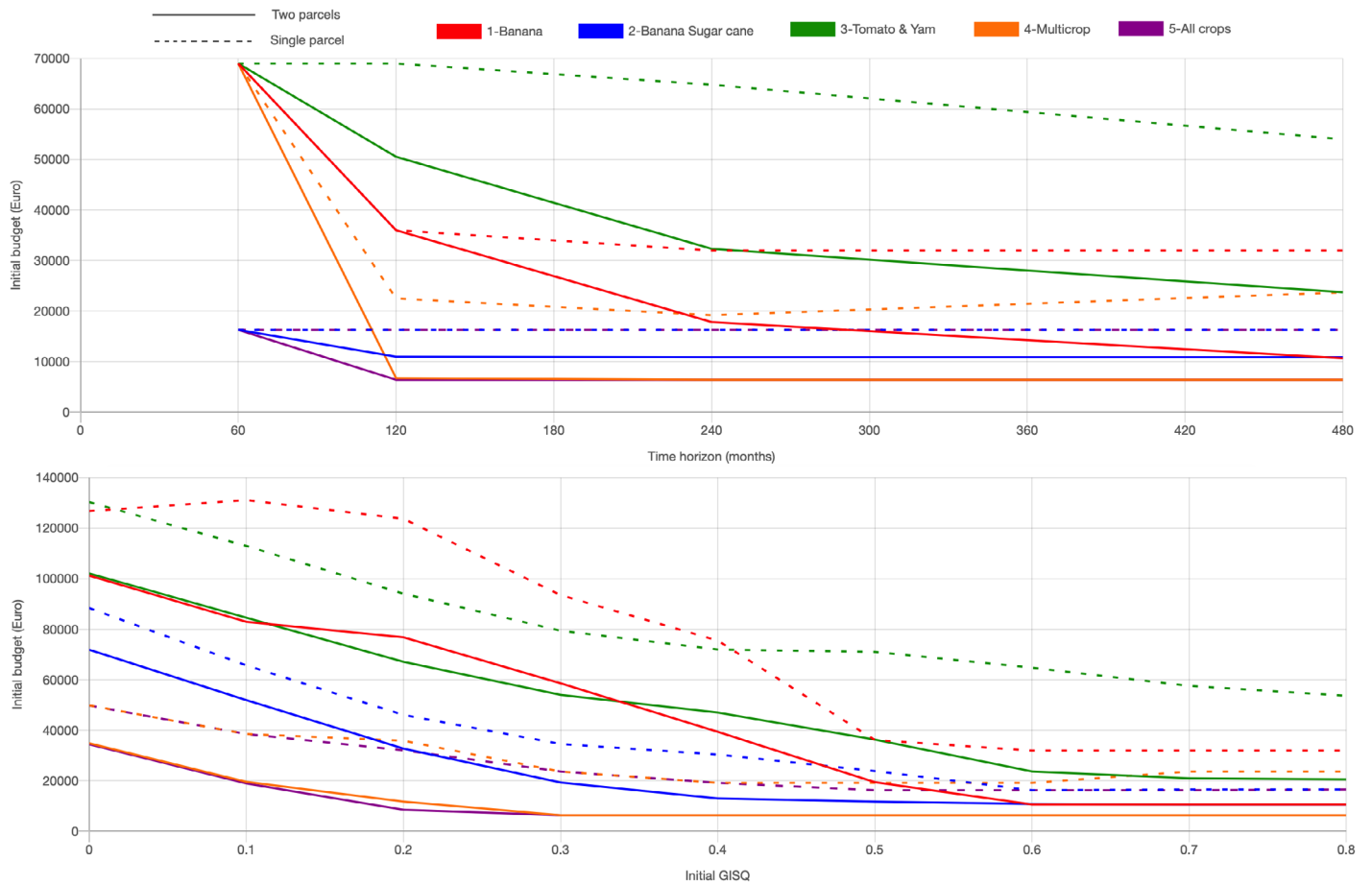


Figure 2: Impact of the time horizon and the initial GISQ on the soil's restoration initial budget of the sensors

Amina Lamghari

Je suis devenue membre régulière du GERAD en décembre 2020, mais je suis au fait des travaux de ses membres depuis longtemps. En effet, depuis 2013, j'ai écrit plusieurs Cahiers en collaboration avec un collègue membre du GERAD, Roussos Dimitrakopoulos.

Je suis diplômée en mathématiques appliquées (B. Sc. et M. Sc.) et en recherche opérationnelle (Ph. D.). Après avoir obtenu mon doctorat à l'Université de Montréal, j'ai fait un stage postdoctoral au COSMO — Stochastic Mine Planning Laboratory, à l'Université McGill. En 2018, j'ai intégré le département de gestion de l'Université du Québec à Trois-Rivières en tant que professeure adjointe. J'ai consacré la majeure partie de mes recherches au développement d'outils et de méthodes d'aide à la décision dans le cadre de systèmes complexes et incertains. La planification d'horaires, l'ordonnancement, la logistique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement font partie des applications auxquelles je m'intéresse.

J'ai travaillé et je travaille encore sur des projets dans l'industrie minière. Ceux-ci visent à tirer parti de la recherche opérationnelle pour améliorer l'efficacité et la robustesse des calendriers de production ainsi que des plans stratégiques et opérationnels. Les problèmes d'optimisation sous-jacents sont de nature stochastique, combinatoire et à grande échelle. Je me suis consacrée particulièrement à la conception d'algorithmes efficaces pour résoudre ces problèmes. Les méthodes que j'emploie comprennent des approches qui exploitent la structure du problème, des approches qui combinent les méthodes exactes et (méta)heuristiques, et des approches qui intègrent des mécanismes d'apprentissage.

Mes recherches actuelles portent sur des problèmes qui surviennent dans l'économie circulaire et la valorisation des déchets. Ce domaine est d'une importance capitale pour réduire la dépendance aux matières premières et pour adopter des pratiques commerciales qui tiennent compte de la rareté des ressources et des préoccupations environnementales. J'ai récemment développé des simulations permettant d'évaluer la faisabilité économique de modèles d'affaires fondés sur l'économie circulaire. Je m'intéresse également aux questions pratiques, allant de la conception de réseaux de haut niveau en situation d'incertitude jusqu'à la gestion collaborative de la logistique, en passant par la planification des opérations et du transport. Mon objectif est de développer des approches pour résoudre ces problèmes et d'étudier les possibilités d'exploitation des données disponibles pour éclairer et orienter la prise de décisions. J'utilise diverses techniques de modélisation et de résolution de problèmes, y compris la programmation stochastique, l'optimisation robuste, la théorie des jeux, les matheuristiques basées sur l'apprentissage et les techniques d'optimisation classiques.

En matière de recherche, j'ai des champs d'intérêt en commun avec plusieurs membres du GERAD, et je suis très ouverte aux collaborations. J'invite aussi les étudiants et les étudiantes diplômés à me contacter s'ils souhaitent développer des solutions guidées par les données pour faire progresser les initiatives d'économie circulaire. ■



I became a regular member in December 2020, but I have long been familiar with the work of GERAD members. Indeed, I have contributed a number of *Cahiers du GERAD* in collaboration with our colleague and GERAD member Roussos Dimitrakopoulos since 2013.

I have a BSc and MSc in Applied Mathematics and a PhD in Operations Research. After receiving my PhD from

the Université de Montréal, I took a postdoctoral position in the COSMO-Stochastic Mine Planning Laboratory at McGill University before joining the Department of Management at the Université du Québec à Trois-Rivières as an assistant professor in 2018. Most of my research has been devoted to developing tools and methods to support decision-making in complex and uncertain systems. I am interested in these applications: timetabling, scheduling, logistics, and supply chain management.

I have worked and still work on projects in the mining industry sector, leveraging operations research to improve the efficiency and robustness of production schedules and strategic and operations plans. The methods that I employ include approaches exploiting the problem structure, approaches combining exact and (meta)heuristic methods, and approaches integrating learning mechanisms.

My current research is focused on problems arising in the area of the circular economy and waste valorization, critical to lessening reliance on primary raw materials and to moving toward business practices that address both resource scarcity and environmental concerns. One related stream of work I've been involved in recently aims to develop simulation models to assess the economic feasibility of circular economy business models. Other streams of particular interest are practical questions ranging from high-level network design under uncertainty to collaborative logistics management to operational and transportation planning. The goal is to develop solution approaches to these problems and investigate how available data can be leveraged to inform and drive decisions. I use various modelling approaches and solution frameworks, including stochastic programming, robust optimization, game theory, learning-based matheuristics, and classical optimization techniques.

I share research interests with many GERAD researchers, and I am very open to collaborating with them. Also, I invite graduate students who are interested in developing data-driven solutions to move circular economy initiatives forward to contact me. ■



Samira A. Rahimi

Je suis actuellement professeure adjointe au département de médecine de famille de l'Université McGill, professeure agrégée à Mila — Institut québécois d'intelligence artificielle, et scientifique affiliée à l'Institut Lady Davis de recherches médicales de l'Hôpital général juif.

Mon profil est multidisciplinaire. J'ai fait mes études doctorales en génie industriel et en ingénierie des systèmes, avec un intérêt centré sur les systèmes de soins de santé, au Département de génie mécanique de l'Université Laval. J'y ai ensuite fait mon postdoctorat au département de médecine de famille et d'urgence. Je suis arrivée au département de médecine de famille de l'Université McGill en janvier 2019. Je m'y concentre sur l'utilisation de la technologie et de l'intelligence artificielle (IA) dans les soins de santé primaires.

J'ai reçu plusieurs bourses et prix, dont le prix Women in Engineering 2015 de l'IEEE Canada. Je suis une chercheuse junior 1 du Fonds de recherche du Québec — Santé (FRQS) en IA centrée sur l'humain dans les soins de santé primaires. En m'appuyant sur mon expérience interdisciplinaire, je m'intéresse au développement, à l'évaluation et à la mise en œuvre d'outils d'aide à la décision clinique et d'aides à la décision pour les patients, ainsi qu'à l'intégration d'outils d'IA centrés sur l'humain dans les soins de santé primaires. Mes travaux en tant que chercheuse principale ont été financés par le FRQS, le CRSNG, Roche Canada, la Fondation Brocher (Suisse) et la Stratégie de recherche axée sur le patient (SRAP) — Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC). De plus, je suis membre de la Société canadienne de recherche opérationnelle et la directrice d'Artificial Intelligence in Family Medicine (AIFM).

Mon but ultime est d'aider à résoudre les problèmes du système de soins de santé grâce à l'utilisation de solutions novatrices comme l'IA. Je suis passionnée par mes recherches multidisciplinaires et je suis déterminée à contribuer à l'amélioration des systèmes de soins de santé au Québec, au Canada et dans le monde. Je suis optimiste quant à ce que l'on peut accomplir quand les gens mettent leurs efforts en commun. ■



I am currently an assistant professor in the Department of Family Medicine at McGill University, the associate academic professor of the Mila — Institut québécois d'intelligence artificielle, and affiliated scientist at the Lady Davis Institute for Medical Research of the Jewish General Hospital.

My background is multidisciplinary. I completed my doctoral studies in

Industrial and System Engineering with a focus on health care systems in the Department of Mechanical Engineering at Université Laval. I later did my postdoctoral training there, in the Department of Family and Emergency Medicine. I joined McGill University's Department of Family Medicine in January 2019. There, I focus on using technology and artificial intelligence (AI) in primary health care.

I have received several scholarships, fellowships and awards, among them the 2015 IEEE Canada Women in Engineering award. I am a Fonds de Recherche du Québec-Santé (FRQS) Junior 1 Research Scholar in human-centered AI in primary health care. Drawing on my interdisciplinary background, I am interested in the development, evaluation and implementation of clinical decision support tools and patient decision aids, as well as integrating human-centered AI tools in primary health care. My work as principal investigator has been funded by the FRQS, NSERC, Roche Canada, the Brocher Foundation (Switzerland) and the Strategy for Patient-Oriented Research (SPOR)–Canadian Institutes of Health Research (CIHR). I am also a society officer of the Canadian Operational Research Society and the director of Artificial Intelligence in Family Medicine (AIFM).

Ultimately, I want to help solve health care system problems through the use of innovative solutions, such as AI. I am passionate about my multidisciplinary research and committed to contributing to the improvement of health care systems in Quebec, Canada and globally. I am optimistic about what can be done when people come together. ■

Samira A. Rahimi
McGill & GERAD

Fatiha Sadat

Je suis ravie de devenir membre régulière du GERAD. Je m'intéresse depuis longtemps à la recherche scientifique intersectorielle et multidisciplinaire et aux collaborations conjointes impliquant l'Intelligence Artificielle (IA), la science des données, l'apprentissage machine et la prise de décision.

Depuis plus de 13 ans, je suis professeure au département d'informatique à l'université du Québec à Montréal (UQAM). Je suis aussi vice-directrice du Centre de Recherche en Intelligence Artificielle (CRIA) de l'UQAM.

Mes activités en recherche s'inscrivent principalement dans le domaine de l'intelligence artificielle, dont le Traitement Automatique des Langues (TAL/TALN) et l'apprentissage automatique. Plus spécifiquement, je m'intéresse au traitement des langues et domaines peu dotés ou pauvres en données d'apprentissage et/ou données probantes. Les domaines suivants sont des exemples déjà explorés avec la collaboration de partenaires industriels : médical, transport, humanités numériques, électronique.

Le TALN, une discipline à la frontière de la linguistique, de l'informatique et de l'intelligence artificielle, concerne l'application de programmes et techniques informatiques à tous les aspects du langage humain. Voici quelques exemples d'application du TALN : la recherche d'information (monolingue, translingue ou multilingue); la conception ou enrichissement d'ontologies; l'analyse des médias sociaux; l'extraction d'information; l'analyse des sentiments; le traitement des données massives; la conception d'agents conversationnels (chatbots); la traduction automatique ; la construction (semi-) automatique de ressources linguistiques.

Je m'intéresse à la recherche fondamentale et appliquée ainsi qu'aux collaborations avec des partenaires industriels. Présentement, je mène des collaborations financées par Mitacs (et par le passé, par le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie (CRSNG)), notamment avec Thales, Ciéna, Banque Nationale, Videns Analytics, et avec des entreprises en démarrage. La recherche sur des enjeux et réalités autochtones est un autre sujet de recherche qui me passionne énormément.

Par le passé, j'étais chercheuse au Conseil National de Recherche du Canada, où j'ai contribué au programme *Global Autonomous Language Exploitation*, financé par la *Defense Advanced Research Projects Agency*. Ma maîtrise (2000) et mon doctorat (2003) en informatique ont été complétés à l'Institut des Science et Technologie de Nara au Japon. Mes études postdoctorales ont été effectuées au Japon, au *National Institute of Informatics* avec un financement de la *Japan Society for the Promotion of Science*.

Mes recherches et collaborations internationales et/ou multidisciplinaires sont financées par le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies, le CRSNG, Mitacs et le *Qatar National Research Fund*. ■



I'm excited to become a regular member of GERAD. I have long been interested in cross-sectoral and multidisciplinary scientific research and in joint collaborations involving artificial intelligence (AI), data science, machine learning and decision making.

I have been a professor with the Computer Science department of the université du Québec à Montréal (UQAM) for over 13 years. I'm also the vice-director of UQAM's Research Center in Artificial Intelligence (CRIA).

My research activities fall mainly under the heading of artificial intelligence, including Natural Language Processing (NLP) and machine learning. More specifically, I'm interested in the processing of languages and areas that lack learning data and/or conclusive data. Here are some examples of fields explored in collaboration with industrial partners: medicine, transport, digital humanities and electronics.

NLP, a discipline that straddles linguistics, computer science and artificial intelligence, involves applying computer programs and techniques to every aspect of human language. The following are some of its applications: information searches (unilingual, translingual or multilingual); big data processing; chatbot design; automated translation; and (semi-) automatic construction of language resources.

I'm interested in basic and applied research and in collaborations with industrial partners. I'm currently involved in some collaborations, funded by Mitacs (and in the past, the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)), such as with Thales, Ciéna, the National Bank, Videns Analytics, and some startups. Another research topic I feel strongly about is Indigenous issues and realities.

My past experience includes being a researcher at the National Research Council of Canada, where I contributed to the Global Autonomous Language Exploitation program funded by the Defense Advanced Research Projects Agency. I did my master's (2000) and my PhD (2003) in computer science at the Nara Institute of Science and Technology, Japan. My postdoctoral studies were done at the National Institute of Informatics, Japan, with funding from the Japan Society for the Promotion of Science.

Financing for my research and international and/or multidisciplinary collaborations has come from the Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies, NSERC, Mitacs and the Qatar National Research Fund. ■



MEHDI ABEDINPOUR FALLAH

Spécialiste R&D - Conception de logiciels et de systèmes de contrôle | R&D Specialist - Controls Software Engineering
Pratt & Whitney Canada

Thèse de doctorat | Doctoral Thesis:
A class of networked multi-agent control systems: Interference induced games

Département de génie électrique
Polytechnique Montréal, 2017

Dirigé par | Supervised by:
Roland P. Malhamé (Polytechnique Montréal)



SANDRINE PAROZ

Directrice du développement et des services d'optimisation |
Director of Development and Optimization Services
Timesphere, Développement

Thèse de doctorat | Doctoral Thesis:
Preuves de non réalisabilité et filtrage de domaines pour les problèmes de satisfaction de contraintes : application à la confection d'horaires

Département de génie informatique et génie logiciel
Polytechnique Montréal, 2009

Dirigée par | Supervised by:
Philippe Galinier (Polytechnique Montréal), Alain Hertz (Polytechnique Montréal)

GHISLENE ZERGUINI

Directrice | Manager
Deloitte Consultation --Omnia AI

Co-fondatrice | Co-Founder WIMLDS
WIMLDS (Women In Machine learning and Data Science)

Philantrope de données | Data Philantropist
Quotient Social

Mémoire de maîtrise | Master's Thesis:
Mise en place d'un système de maintenance prédictive dans le cas d'un système d'aération institutionnel

Département de sciences de la décision
HEC Montréal, 2015

Dirigée par | Supervised by:
Denis Larocque (HEC Montréal), Jean-François Plante (HEC Montréal)





Khalil Al Handawi

2021/01 - ...

Université McGill
Département de génie mécanique

Dirigé par | Supervised by:
Michael Kokkolaras (McGill)

Khalil Al Handawi a obtenu son doctorat en génie mécanique à l'Université McGill. Sa thèse portait sur l'optimisation de la conception aérospatiale à des fins de flexibilité et de robustesse en présence d'exigences incertaines. Ses recherches sur la conception technique ont entraîné la création d'outils d'aide à la décision qui tiennent compte de l'évolution des exigences au cours du développement du produit. Ces outils aident les concepteurs à prévoir des marges de conception et à faire preuve de flexibilité pour s'adapter à l'évolution des exigences.

M. Al Handawi est présentement chercheur postdoctoral au Systems Optimization Lab (SOL) du département de génie mécanique à l'Université McGill, ainsi qu'au groupe Systems Engineering Design (SED) de l'Université de technologie de Chalmers. À McGill, il travaille sous la supervision du professeur Michael Kokkolaras, membre du GERAD, tandis qu'à Chalmers, ses recherches sont supervisées par le professeur Ola Isaksson. Ses recherches actuelles portent sur l'optimisation des systèmes d'ingénierie complexes et sur la modélisation de l'incertitude, avec un accent sur les applications aérospatiales. Pendant la pandémie de COVID-19, il a collaboré avec des membres du GERAD pour produire des outils d'aide à la décision destinés à l'élaboration de politiques de santé publique fondées sur des modèles d'apprentissage automatique et des modèles basés sur les agents. ■

Khalil Al Handawi received his PhD in mechanical engineering from McGill University. His dissertation focused on the optimization of aerospace design for flexibility and robustness when presented with uncertain requirements. His research in engineering design resulted in decision support tools for accommodating changing requirements during product development. The tools help designers allocate design margins and flexibility to accommodate the change in requirements.

Khalil Al Handawi is currently a postdoctoral researcher at the Systems Optimization Lab (SOL) in the Department of Mechanical Engineering at McGill University (supervised by Prof. Michael Kokkolaras, a member of GERAD) and the Systems Engineering Design (SED) group (supervised by Prof. Ola Isaksson) at Chalmers University of Technology. His current research focuses on the optimization of complex engineering systems and uncertainty modeling with an emphasis on aerospace applications. During the COVID-19 pandemic, Khalil Al Handawi collaborated with GERAD members to provide decision support tools for public health policymaking based on agent-based and machine learning models. ■



Yaroslav Salii

2020/09 - ...

Université McGill
Département de génie électrique et informatique

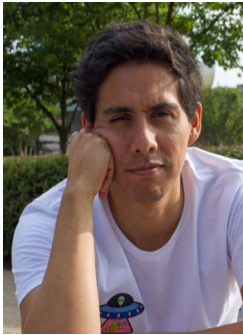
Dirigé par | Supervised by:
Peter E. Caines (McGill)

Yaroslav Salii a obtenu son doctorat en méthodes numériques, en modélisation mathématique et en génie logiciel à l'Université fédérale de l'Oural en 2018, sous la direction du professeur Aleksandr G. Chentsov. Au cours de ses études de doctorat, il a réalisé des travaux sur la programmation dynamique et sur des méthodes dérivées pour les généralisations du problème du voyageur de commerce avec des contraintes de précédence. Ses recherches ont contribué à enrichir les connaissances en donnant les premières solutions optimales longuement recherchées aux instances ry48p.3 et kro124p.4, issues de la bibliothèque TSPLIB, ainsi qu'à un certain nombre d'autres instances minimax et en fonction du temps du problème du voyageur de commerce avec contraintes de précédence, provenant aussi de la TSPLIB.

En tant que chercheur postdoctoral, Yaroslav travaille à l'établissement d'une infrastructure pour l'étude comparative des méthodes avancées de contrôle optimal dans les réseaux à très grande échelle. Pour ce faire, ils appliquent des méthodes à des modèles épidémiques réalistes d'échelle variable comportant des réseaux de transport et un contrôle par nœud sous la forme d'un niveau de confinement. La mise en œuvre de la démonstration de faisabilité (voir <https://github.com/yvs314/epi-net-m>) peut produire des modèles comprenant jusqu'à 64734 nœuds en utilisant les points de population, les trajets domicile-travail et les réseaux de transport aérien des états contigus des États-Unis. Ils peuvent d'ailleurs calculer numériquement le contrôle optimal pour des scénarios de 180 jours comportant jusqu'à 4830 nœuds. ■

Yaroslav Salii obtained his PhD in Numerical Methods, Mathematical Modeling, and Software from Ural Federal University in 2018, supervised by Professor Aleksandr G. Chentsov. During his PhD studies, he worked on dynamic programming (DP) and derived methods for generalizations of TSP with Precedence Constraints (TSP-PC). His work helped improve state-of-the-art by obtaining the first optimal solutions for the long-standing ry48p.3 and kro124p.4 instances from TSPLIB, and a number of TSPLIB-derived minmax and time-dependent instances of TSP-PC.

As a postdoctoral researcher, he is working on establishing an infrastructure for comparative studies in advanced optimal control methods over very large-scale networks, achieved by running these methods over realistic epidemic models of variable scale that have transportation networks and per-node control in the form of lockdown level. The proof-of-concept implementation (see <https://github.com/yvs314/epi-net-m>) can produce models with up to 64,734 nodes using the population points, commute, and air travel networks in the contiguous U.S., and numerically compute the optimal control for 180-day scenarios with up to 4830 nodes. ■



Alfredo Torrico

2019/09 - ...

Polytechnique Montréal
Département de mathématiques et de
génie industriel

Dirigé par | Supervised by:
Andrea Lodi (Polytechnique Montréal)

Alfredo Torrico est un stagiaire postdoctoral qui travaille sous la supervision du professeur Andrea Lodi (CERC sur la science des données) et de la professeure Margarida Carvalho (Université de Montréal). Il a obtenu son doctorat en recherche opérationnelle en 2019 au Georgia Institute of Technology, sous la direction des professeurs Mohit Singh, Sebastian Pokutta et Alejandro Toriello. Ses recherches ont principalement porté sur des problèmes fondamentaux qui se trouvent à l'intersection de l'optimisation combinatoire et de la recherche opérationnelle. Ses contributions comprennent notamment de nouvelles approches pour résoudre des questions dans les domaines de l'allocation des ressources et de la sélection de sous-ensembles. Dans le cadre de son doctorat, il a travaillé sur les aspects polyédriques du problème d'appariement bipartite en ligne, sur les garanties démontrables pour la sélection robuste de sous-ensembles, et sur la formulation d'une nouvelle explication théorique de la performance empirique de l'algorithme glouton en optimisation submodulaire. Au CERC sur la science des données, il étudie actuellement : 1) le rôle de l'optimisation de l'assortiment dans la réduction des frictions entre les choix des agents dans les marchés d'appariement; 2) l'expansion de la capacité dans le problème d'admission scolaire, et ses conséquences en matière d'équité et d'efficacité. ■

Alfredo Torrico is a postdoctoral fellow under Professor Andrea Lodi (CERC in Data Science) and Professor Margarida Carvalho (Université de Montréal). In 2019, he completed his PhD in Operations Research under Professors Mohit Singh, Sebastian Pokutta and Alejandro Toriello at the Georgia Institute of Technology. His research has mainly focused on fundamental problems at the intersection of combinatorial optimization and operations research. In particular, he has contributed novel approaches to questions in the broad areas of resource allocation and subset selection. During his PhD, he worked on the polyhedral aspects of the online bipartite matching problem, on provable guarantees for robust subset selection and on providing an alternative theoretical explanation for the empirical performance of the greedy algorithm in submodular optimization. Currently, at the CERC in Data Science, he has been studying: (1) the role of assortment optimization on reducing the frictions among agents' choices in matching markets and (2) the capacity expansion in the school admission problem and its implications in terms of fairness and efficiency. ■



Lingxiao Wu

2021/01 - ...

HEC Montréal
Département de gestion des opérations et de la logistique

Dirigé par | Supervised by:
Yossiri Adulyasak (HEC Montréal) et
Jean-François Cordeau (HEC Montréal)

Lingxiao Wu a reçu son doctorat en septembre 2020 de l'Université polytechnique de Hong Kong (département de la logistique et des études maritimes), où il a travaillé sous la supervision du professeur Shuaian Wang. Sa thèse présente des méthodes de résolution novatrices à deux problèmes importants, mais de longue date dans le domaine du transport maritime en vrac : 1) comment améliorer l'utilisation des navires en cas de besoins incertains; 2) comment assurer la rentabilité d'une compagnie de transport maritime lorsque les coûts des voyages sont incertains.

Lingxiao est chercheur postdoctoral au GERAD et à HEC Montréal depuis février 2021, sous la supervision des professeurs Yossiri Adulyasak et Jean-François Cordeau. Dans ses recherches, il s'intéresse à la conception et la mise en œuvre de méthodes qui combinent la recherche opérationnelle et l'analyse des données. Ces méthodes ont pour objectif de résoudre des problèmes qui surviennent dans la gestion logistique et le transport. Ses travaux actuels portent sur un problème de planification du service des navires auquel font face les gestionnaires de ports maritimes dans un environnement incertain. Il conçoit une méthode de résolution guidée par les données, laquelle s'appuie sur des techniques telles que l'apprentissage automatique, la décomposition de Benders et la génération de colonnes. ■

Lingxiao Wu received his doctorate from the Department of Logistics and Maritime Studies, The Hong Kong Polytechnic University in September 2020, where he worked under the supervision of Professor Shuaian Wang. His thesis presents novel solution methods to two important yet long-standing problems in seaborne bulk shipping: i) how to improve the utilization of ships under uncertain demands and ii) how to secure the profitability of a shipping company when voyage costs are uncertain.

Lingxiao has been a postdoctoral researcher at GERAD and HEC Montréal since February 2021, under the supervision of Professors Yossiri Adulyasak and Jean-François Cordeau. His research interests lie in the design and implementation of methods that combine operations research and data analytics for solving problems arising in logistics management and transportation. His current work focuses on a vessel service planning problem faced by seaport operators in an uncertain environment, and he is designing a data-driven solution method that leverages techniques including machine learning, Benders decomposition, and column generation. ■

Les Cahiers du GERAD | Technical reports

- G-2021-59 **Metzker Soares, Paula; Thevenin, Simon; Dolgui, Alexandre; Adulyasak, Yossiri**
Robust optimization for lot-sizing problems under yield uncertainty
- G-2021-58 **Bingane, Christian**
Tight bounds on the maximal area of small polygons: Improved Mosinghoff polygons
- G-2021-57 **Aouchiche, Mustapha; Rather, Bilal A.; El Hallaoui, Issmail**
On the Geršgorin discs of distance matrices of graphs
- G-2021-56 **Pacaud, François; Schanen, Michel; Maldonado, Daniel Adrian; Montoisson, Alexis; Churavy, Valentin; Samaroo, Julian; Anifescu, Mihai**
Batched second-order adjoint sensitivity for reduced space methods
- G-2021-55 **Lesage-Landry, Antoine; Callaway, Duncan**
Batch reinforcement learning for network-safe demand response in unknown electric grids
- G-2021-54 **Aouchiche, Mustapha; El Hallaoui, Issmail**
Minimum values of the second largest Q eigenvalue
- G-2021-53 **Dashtpak, Mohsen; Errico, Fausto**
Off-line approximate dynamic programming for the vehicle routing problem with stochastic customers and demands via decentralized decision-making
- G-2021-52 **Alvarez, Aldair; Cordeau, Jean-François; Jans, Raf**
The consistent production routing problem
- G-2021-50 **Ardia, David; Bluteau, Keven; Boudt, Kris**
Media abnormal tone, earnings announcements, and the stock market
- G-2021-49 **Melega, Gislaine Mara; de Araujo, Silvio Alexandre; Jans, Raf; Morabito, Reinaldo**
Formulations and exact solution approaches for a coupled bin-packing and lot-sizing problem with sequence-dependent setups
- G-2021-48 **Khalil, Athar; Al Handawi, Khalil Bassam; Chamseddine, Ibrahim; Mohsen, Zeina; Abdel Nour, Afif; Feghali, Rita; Kokkolaras, Michael**
Predicting COVID-19 incidences from patients? Viral load using deep-learning
- G-2021-47 **Breton, Michèle; Sbragia, Lucia**
Self-image and the stability of international environmental agreements
- G-2021-46 **Jendoubi, Imen; Bouffard, François**
Multi-agent hierarchical reinforcement learning for energy management
- G-2021-45 **Bingane, Christian; Audet, Charles**
The equilateral small octagon of maximal width
- G-2021-44 **Aliakbarisani, Sajad; Bahn, Olivier; Delage, Erick; Foguen Tchuendom, Rinel**
Robust integration of electric vehicles charging load in smart grids capacity expansion planning
- G-2021-43 **Rostami, Borzou; Bayani, Mahdis; Adulyasak, Yossiri; Rousseau, Louis-Martin**
A dual bounding framework for binary quadratic combinatorial optimization
- G-2021-42 **Del Castillo, Maria Fernanda; Dimitrakopoulos, Roussos**
Adaptive simultaneous stochastic optimization of mining complexes: Where is the value coming from?
- G-2021-41 **Faria, Matheus; Dimitrakopoulos, Roussos; Pinto, Cláudio**
Stochastic stope design optimization under grade uncertainty and dynamic development costs
- G-2021-40 **Both, Christian; Dimitrakopoulos, Roussos**
Integrating geometallurgical Ball mill throughput predictions into short-term stochastic production scheduling in mining complexes
- G-2021-39 **Puchhammer, Florian; Ben Abdellah, Amal; L'Ecuyer, Pierre**
Variance reduction with array-RQMC for Tau-Leaping simulation of stochastic biological and chemical reaction networks
- G-2021-38 **L'Ecuyer, Pierre; Nadeau-Chamard, Olivier; Chen, Yi-Fan; Lebar, Justin**
Multiple streams with recurrence-based, counter-based, and splittable random number generators
- G-2021-37 **Audet, Charles; Le Digabel, Sébastien; Saltet, Renaud**
Quantifying uncertainty with ensembles of surrogates for blackbox optimization
- G-2021-36 **Sadana, Utsav; Reddy, Puduru Viswanadha; Zaccour, Georges**
Feedback Nash equilibria in differential games with impulse control
- G-2021-35 **Audet, Charles**
Blackbox optimization
- G-2021-34 **Huo, Yuchong; Bouffard, François; Joós, Géza**
Integrating learning and explicit model predictive control for unit commitment in microgrids
- G-2021-33 **Bingane, Christian**
Maximal perimeter and maximal width of a convex small polygon
- G-2021-32 **Randel, Rodrigo Alves; Hertz, Alain; Aloise, Daniel**
Exploring dual information in distance metric learning for clustering
- G-2021-31 **Bingane, Christian; Audet, Charles**
Tight bounds on the maximal perimeter of convex equilateral small polygons
- G-2021-30 **Fathan, Abderrahim; Delage, Erick**
Deep reinforcement learning for optimal stopping with application in financial engineering
- G-2021-29 **Mugisho Muhindo, Samuel; Malhamé, Roland P.; Joós, Géza**
Mean Field Game-based control of sharing daily solar energy between electric vehicles in a parking lot
- G-2021-28 **Hertz, Alain; Mélot, Hadrien; Bonte, Sébastien; Devillez, Gauvain; Hauweele, Pierre**
Upper bounds on the average number of colors in the non-equivalent colorings of a graph
- G-2021-25 **Hertz, Alain; Mélot, Hadrien; Bonte, Sébastien; Devillez, Gauvain**
Lower bounds and properties for the average number of colors in the non-equivalent colorings of a graph
- G-2021-24 **Emine, Youssouf; Soumis, François; El Hallaoui, Issmail**
New complementary problem formulation for the improved primal simplex
- G-2021-23 **Audet, Charles; Le Digabel, Sébastien; Rochon Montplaisir, Viviane; Tribes, Christophe**
NOMAD version 4: Nonlinear optimization with the MADS algorithm
- G-2021-22 **Oubraham, Aichouche; Saint-Pierre, Patrick; Zaccour, Georges**
Viability of a multi-parcel agroecological system
- G-2021-20 **Morales, Daniel; Dimitrakopoulos, Roussos**
High-order simulation of geological units at the Saramacca gold deposit, Suriname



- G-2021-19 **LaRoche-Boisvert, Mélanie; Dimitrakopoulos, Roussos; Ferland, Jacques A.**
Simultaneous production scheduling and transportation optimization from mines to port under uncertain material supply
- G-2021-18 **De Carvalho, João Pedro; Dimitrakopoulos, Roussos**
Towards real-time mining: Integrating production planning with truck-dispatching decisions through reinforcement learning while managing uncertainty
- G-2021-17 **Brika, Zeyneb; Gamache, Michel; Dimitrakopoulos, Roussos**
Optimizing the mine production scheduling accounting for stockpiling and investment decisions under geological uncertainty
- G-2021-16 **Kumar, Ashish**
Updating geostatistically simulated models of mineral deposits in real-time with incoming new information using actor-critic reinforcement learning
- G-2021-15 **Both, Christian; Dimitrakopoulos, Roussos**
Joint stochastic short-term production scheduling and fleet management optimization for mining complexes
- G-2021-14 **Yao, Lingqing; Dimitrakopoulos, Roussos; Gamache, Michel**
Training image free high-order stochastic simulation based on aggregated kernel statistics
- G-2021-13 **Levinson, Zachary; Dimitrakopoulos, Roussos**
Adaptive simultaneous stochastic optimization of a gold mining complex: A case study
- G-2021-12 **Aravkin, Aleksandr; Baraldi, Robert; Orban, Dominique**
A proximal quasi-Newton trust-region method for nonsmooth regularized optimization
- G-2021-09 **Costa, Leandro R.; Aloise, Daniel; Gianoli, Luca G.; Lodi, Andrea**
Heuristics for optimizing 3D mapping missions over swarm-powered ad-hoc clouds
- G-2021-08 **Séguin, Sara; Benkalai, Imène; Tremblay, Hugo; Lebeuf, Xavier; Perron-Chouinard, David-Emmanuel**
Combining heuristics and integer linear programming to compute a solution to the Robotic Process Automation (RPA) problem
- G-2021-07 **Al Handawi, Khalil Bassam; Kokkolaras, Michael**
Optimization of infectious disease prevention and control policies using agent-based modeling
- G-2021-06 **Hertz, Alain; Hertz, Anaelle; Mélot, Hadrien**
Using graph theory to derive inequalities for the Bell numbers
- G-2021-04 **Brefin, Alexis; Desaulniers, Guy; Rousseau, Louis-Martin**
Compact routes for parcel delivery by postal services
- G-2021-03 **Leconte, Geoffroy; Orban, Dominique**
RipQP: A multi-precision regularized predictor-corrector method for convex quadratic optimization
- G-2021-02 **Ma, Ding; Orban, Dominique; Saunders, Michael A.**
A Julia implementation of Algorithm NCL for constrained optimization
- G-2021-01 **Hassani, Rachid; Desaulniers, Guy; El Hallaoui, Issmail**
Parallel stimulation of disruptions for personnel scheduling in a flexible working environment
- Révisions / Revisions**
- G-2021-12 **Aravkin, Aleksandr; Baraldi, Robert; Orban, Dominique**
A proximal quasi-Newton trust-region method for nonsmooth regularized optimization
Révision : août 2021 / Revision: August 2021
- G-2020-53 **Bingane, Christian**
Tight bounds on the maximal perimeter and the maximal width of convex small polygons
Révision : mai 2021 / Revision: May 2021
- G-2020-51 **Loffi, Sanae; Orban, Dominique; Lodi, Andrea**
Stochastic adaptive regularization with dynamic sampling for machine learning
Révision : juin 2021 / Revision: June 2021
- G-2020-50 **Bingane, Christian**
Largest small polygons: A sequential convex optimization approach
Révision : mai 2021 / Revision: May 2021

Prix, distinctions, rayonnement et nouvelles

La 4^e édition de l'Activité de rédaction scientifique en sciences de la décision a été un succès, même dans le contexte d'une pandémie. Dix résumés étendus ont été reçus : quatre en logistique, deux en optimisation stochastique, deux en apprentissage automatique, un en électricité et un en ordonnancement. Les gagnants de cette année sont : **Sara Ahmed** pour la première place avec son résumé A Matheuristic Approach to the Multi-Echelon Location-Routing Problem with Multi-Commodity Pickup-and-Delivery and Courier Shipment. Deuxième place ex-aequo : Solving Shop Scheduling Problems by an Exact Branch-and-Bound Algorithm and Neural Network Approach, par **Salah Eddine Bouterfif**, ainsi que Stochastic Stope Design Optimization under Grade Uncertainty and Dynamic Development Costs, par **Matheus Faria** (McGill). Une Mention honorable a été accordée à **Augustin Parjadis** pour son résumé : Improving Branch-and-Bound using Decision Diagrams and Reinforcement Learning,

Okan Arslan, professeur au Département de sciences de la décision (HEC Montréal), s'est distingué de brillante façon lors de l'Amazon Last Mile Routing Research Challenge, un concours organisé par le géant du commerce en ligne, faisant appel à la recherche opérationnelle et à l'optimisation basée sur les données. Okan et son partenaire d'équipe, le doctorant Rasit Abay de la University of New South Wales, en Australie, ont décroché la 3^e position de ce concours. Ils ont remporté un prix en argent de 25000 \$ US.

À l'été 2024, un comité présidé par **Charles Audet** (Polytechnique Montréal) organisera à Montréal, avec le soutien du GERAD, la 25^e édition du plus grand congrès international en optimisation mathématique au monde : le Symposium international sur la programmation mathématique (ISMP 2024).

Depuis le 1^{er} juin 2021, **Michèle Breton** est la nouvelle directrice du Département de sciences de la décision à HEC Montréal. Elle a succédé à Gilles Caporossi qui était à la tête du département depuis juin 2019.



Michèle Breton

Masoud Chitsaz, dirigé par **Jean-François Cordeau** et **Raf Jans** de HEC Montréal, a obtenu le Prix de la meilleure thèse de doctorat pour l'année 2020 pour sa thèse intitulée «Integrated Production and Transportation Planning».



Charles Audet

Lors du concours Ma thèse en 180 secondes, **Solène Kojtych**, doctorante en génie mécanique sous la direction de Alain Batailly et **Charles Audet** (Polytechnique Montréal), a remporté le 3^e prix du jury ainsi qu'un montant de 150 \$ pour sa présentation intitulée «Optimisation de boîtes noires discontinues : application à la conception d'aubes de turbomachines robustes aux interactions de contact».

Une équipe du GERAD, comprenant **Dounia Lakhmiri**, **Christophe Tribes**, **Sébastien Le Digabel** ainsi que Mahdi Zolnouri et Eyyüb Sari du Huawei Noah's Ark Lab, a remporté la 2^e place au concours Hardware Aware Efficient Training qui a eu lieu lors de l'atelier ICLR 2021.

Gilbert Laporte, professeur à la retraite de HEC Montréal, a reçu en 2021 le titre de professeur émérite. Ce titre est une distinction prestigieuse qui vise à souligner un apport remarquable à l'enseignement, à la recherche, au développement et au rayonnement de l'École. Le 14 septembre dernier, le professeur émérite a également reçu un doctorat honorifique du Norwegian University of Science and Technology (NTNU) lors d'une cérémonie virtuelle entre la Norvège et le Canada.

Le professeur titulaire **Andrea Lodi** de Polytechnique Montréal remporte le prix Farkas d'INFORMS. Ce prix est décerné chaque année à un chercheur à mi-carrière pour ses contributions exceptionnelles au domaine de l'optimisation, au cours de sa carrière.

Depuis le 1^{er} octobre 2021 jusqu'au 7 janvier 2022, **Gilles Savard** (Polytechnique Montréal) est nommé directeur général suppléant de Polytechnique Montréal et, par la suite, agira à titre de directeur général par intérim, jusqu'à ce qu'une nouvelle directrice générale ou un nouveau directeur général soit nommé. ■

Congés sabbatiques | Sabbatical leaves

David Ardia (HEC Montréal)
1^{er} juin 2021 au 31 mai 2022
June 1st, 2021 to May 31, 2022

Hatem Ben Ameer (HEC Montréal)
1^{er} juin 2022 au 31 mai 2023
June 1st, 2022 to May 31, 2023

Dominique Orban (Polytechnique Montréal)
1^{er} janvier 2022 au 30 juin 2022
January 1st, 2022 to June 30, 2022

Carolina Osorio (HEC Montréal)
1^{er} janvier 2022 au 30 juin 2023
January 1st, 2022 to June 30, 2023

Jean-François Plante (HEC Montréal)
1^{er} juin 2022 au 31 mai 2023
June 1st, 2022 to May 31, 2023



Awards, honours, contributions and news

The 4th edition of the Scientific Writing Activity was a complete success, even in the face of a global pandemic. Ten final extended abstracts were received: four in logistics, two in stochastic optimization, two in machine learning, one in electricity, and one in scheduling. This year's winners are: First place: A Mathematical Approach to the Multi-Echelon Location-Routing Problem with Multi-Commodity Pickup-and-Delivery and Courier Shipment, by Sara Ahmed. Second place ex-aequo: Solving Shop Scheduling Problems by an Exact Branch-and-Bound Algorithm and Neural Network Approach, by Salah Eddine Bouterfif, as well as Stochastic Stope Design Optimization under Grade Uncertainty and Dynamic Development Costs, by Matheus Faria. An Honorable mention was given to Augustin Parjadis for his abstract: Improving Branch-and-Bound using Decision Diagrams and Reinforcement Learning.



Okan Arslan

Okan Arslan, professor in the Department of Decision Sciences (HEC Montréal), received a brilliant distinction in the Amazon Last Mile Routing Research Challenge, a competition organized by the online retail giant honouring operations research and data-driven optimization proficiency. Okan and his teammate, doctoral student Rasit Abay, of the University of New South Wales in Australia, were awarded 3rd place in the competition, accompanied by US\$25,000 in prize money.

In the summer of 2024, a committee chaired by **Charles Audet** (Polytechnique Montréal) will organize in Montréal, in partnership with the GERAD, the 25th edition of the world's largest international mathematical optimization conference: the International Symposium on Mathematical Programming (ISMP 2024).

Since June 1st, 2021, **Michèle Breton** is the new Director of the Department of Decision Sciences of HEC Montréal. She follows Gilles Caporossi which was at this position since June 2019.

Masoud Chitsaz, directed by **Jean-François Cordeau** and **Raf Jans** from HEC Montréal, received the 2020 Best Thesis award for his thesis entitled «Integrated Production and Transportation Planning».

During the Three-Minute Thesis (3MT) competition, **Solène Kojtych**, doctoral student in mechanical engineering under the direction of Alain Batailly and **Charles Audet** (Polytechnique Montréal), won the 3rd jury prize as well as an amount of \$150 for her presentation entitled «Optimisation de boîtes noires discontinues : application à la conception d'aubes de turbomachines robustes aux interactions de contact».



Dounia Lakhmiri

A GERAD team, including **Dounia Lakhmiri**, **Christophe Tribes**, **Sébastien Le Digabel** as well as Mahdi Zolnouri and Eyyüb Sari from Huawei Noah's Ark Lab, won 2nd place in the Hardware Aware Efficient Training competition which took place during the ICLR 2021 workshop.

Gilbert Laporte, retired HEC Montréal professor, received the title of Professor Emeritus this year. This title is a prestigious distinction saluting the recipient's outstanding contribution to teaching, research and the development and renown of HEC Montréal. On September 14, he also was awarded an honorary doctorate from the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), during a digital ceremony between Norway and Canada.

Professor **Andrea Lodi** from Polytechnique Montréal received the INFORMS Farkas Prize. This prize is awarded annually to a mid-career researcher for outstanding contributions to the field of optimization, over the course of their career.

Since October 1st, 2021, until January 7, 2022, **Gilles Savard** (Polytechnique Montréal) has been appointed Acting President. As of January 8, 2022, he will become Interim President until a new President is appointed. ■

Soutenances de mémoires et de thèses | Thesis defences

Mouloud Belbahri

Directeur / Director: Alejandro Murua (Université de Montréal) et Vahid Partovi Nia (Huawei Noah's Ark Lab)
 Doctorat / Doctorate: Apprentissage basé sur le Qini pour la prédiction de l'effet causal conditionnel

Greta Laage

Directeurs / Directors: Gilles Savard (Polytechnique Montréal) et Emma Frejinger (Université de Montréal)
 Doctorat / Doctorate: Models for integrated demand forecasting and planning: Application to large-scale transportation networks and impact assessment

Aiouche Oubraham

Directeur / Director: Georges Zaccour (HEC Montréal)
 Doctorat / Doctorate: Essays on ecological and economic viability of agricultural systems

Renaud Saltet

Directeurs / Directors: Charles Audet (Polytechnique Montréal)
 Maîtrise / Master: Quantification de l'incertitude avec un ensemble de substituts pour l'optimisation de boîtes noires



Stagiaires | Trainees

2021/07 - 2021/12

Abderrahman Bani (Polytechnique Montréal, Canada)

2021/05 - 2021/08

Samuel Desparois (HEC Montréal, Canada)

2021/04 - 2021/08

Adam David (École Polytechnique, France)

2021/04 - 2021/08

Alexandrine Lanson (École Polytechnique, France)

2021/03 - 2021/08

Venkat Akhil Ankem (Polytechnique Montréal, Canada)

2021/01 - 2021/06

Omar Boussouf (Polytechnique Montréal, Canada)

2020/09 - 2021/08

Aura Jalal (HEC Montréal, Canada)

2020/03 - ...

Jitsama Tanlamai (Chulalongkorn University, Thaïlande)

Chercheurs invités | Guest researchers

2021/12

Xiaozhe Wang (Université McGill, Canada)

Mehran Mesbahi (University of Washington, France)

Prateek Gupta (Oxford University, Inde)

Amir Ardestani-Jaafari (Université de la Colombie-Britannique, Royaume-Uni)

2021/11

Maryam Kamgarpour (Université de la Colombie-Britannique, Canada)

Alton Russell (Harvard Medical School, Canada)

2021/10

Maxime Cohen (Université McGill,)

Naci Saldi (Özyeğin University, Canada)

Masoud Chitsaz (Kinaxis, Royaume-Uni)

Nicole Stark (Kinaxis, Canada)

2021/09

Silvère Bonnabel (Université de la Nouvelle Calédonie et Mines ParisTech, Canada)

2021/08

Lei Zhao (Université McGill, États-Unis)

2021/06

Haitham Bou Ammar (Huawei Research London, Canada)

Mohamad Kazem Shirani Faradonbeh (University of Georgia, Espagne)

Artem Sedakov (Saint Petersburg State University, États-Unis)

Ping Sun (Saint Petersburg State University,)

Margaret P. Chapman (University of Toronto, Turquie)

2021/05

Jesús Marín Solano (Universitat de Barcelona, Russie)

Antoine Legrain (Polytechnique Montréal, Canada)

Vivek Borkar (Indian Institute of Technology Bombay, Russie)

Ateliers | Workshops

2021/12

Karine Hébert (GERAD, Canada)

Formation LaTeX : un approfondissement

2021/11

Karine Hébert (GERAD, Canada)

Formation LaTeX : une introduction

Gilbert Laporte (HEC Montréal, Canada)

«Writing a scientific paper» Q&A session with Gilbert Laporte

2021/10

Masoud Chitsaz (Kinaxis, Canada)

Showcase yourself and hunt jobs



Webinaires du GERAD | GERAD Webinars

2021/11

Alfon Russell (Université McGill, Canada)
Decision analytic modeling to inform blood safety policy

2021/10

Maxime Cohen (Université McGill, Canada)
Frustration-based promotions: Field experiments in ride-sharing

2021/05

Antoine Legrain (Polytechnique Montréal, Canada)
Nurse scheduling problem with soft constraints

Webinaires d'apprentissage automatique efficace | Efficient machine learning webinars

2021/06

Haitham Bou Ammar (Huawei Research London, Royaume-Uni)
High-dimensional black-box optimisation in small data regimes Séminaire d'apprentissage automatique efficace

Ehsan Nezhadarya (LG Electronics, Canada)
From Batch Normalization (BN) to Stochastic Whitening Batch Normalization (SWBN) Séminaire d'apprentissage automatique efficace

Mehdi Rezagholizadeh (Huawei Noah's Ark, Canada)
Improved knowledge distillation Séminaire d'apprentissage automatique efficace

2021/05

Didier Chételat (Polytechnique Montréal, Canada)
Ecole: A library for machine learning in combinatorial optimization solvers Séminaire d'apprentissage automatique efficace

Webinaires “Un chercheur du GERAD vous parle!” | “Meet a GERAD Researcher!” webinars

2021/11

Dounia Lakhmiri (Polytechnique Montréal, Canada)
Deep network pruning: a stochastic proximal method for non smooth regularized optimization

2021/10

Djamal Rebaïne (Université du Québec à Chicoutimi, Canada)
Ordonnancement des graphes de type diviser et régner

Lingxiao Wu (HEC Montréal, Canada)
Vessel service planning in seaports

2021/09

Jacques Desrosiers (HEC Montréal, Canada)
The minimum mean cycle-canceling algorithm for linear programs



Webinaires ISS (Séminaire informel de théorie des systèmes) | ISS webinars (Informal Systems Seminar)

2021/11

Ricardo D. Ribeiro (King Abdullah University of Science and Technology, Arabie saoudite)
MFG price models with common noise

2021/10

Naci Saldi (Özyeğin University, Turquie)
A topology for policies in stochastic teams and existence of optimal policies

2021/09

Silvère Bonnabel (Université de la Nouvelle Calédonie et Mines ParisTech, France)
Geometric filtering and autonomous navigation

2021/06

Margaret P. Chapman (University of Toronto, Canada)
Risk-sensitive safety analysis via conditional value-at-risk

Mohamad Kazem Shirani Faradonbeh (University of Georgia, États-Unis)
Adaptive linear-quadratic regulators

Jayakumar Subramanian (Adobe, Inde)
Two reinforcement learning problems from healthcare and generative social science

Webinaires ISS (Séminaire informel de théorie des systèmes) et Centre for intelligent machine (CIM) | ISS webinars (Informal Systems Seminar) and Centre for intelligent machines (CIM)

2021/07

Nima Akbarzadeh (Université McGill, Canada)
Restless bandits: Indexability, Whittle index computation and learning

Webinaire étudiant CIRRELT / GERAD / MORSC | GERAD Student webinar CIRRELT / GERAD / MORSC

2021/06

Pierre-Yves Bouchet (Polytechnique Montréal, Canada)
Reformulation of an optimal control problem using some states as variables



Webinaires du GERAD conjoints avec ... | GERAD webinars joint with ...

Chaire de recherche du Canada sur la prise de décision en incertitude | Canada Research Chair in Decision Making Under Uncertainty

2021/06

Wenjie Huang (School of Data Science, The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen, Chine)
Preference robust optimization: Characterization and numerical methods

Chaire de théorie des jeux et gestion | Chair in Game Theory and Management

2021/11

Fatemeh Zand (HEC Montréal, Canada)

Impacts of government direct limitation on pricing, greening activities and recycling management in an online to offline closed loop supply chain

2021/10

Sébastien Debia (HEC Montréal, Canada)

Facilitating power markets integration: A cooperative game with externalities approach

2021/06

Peter M. Kort (Tilburg University, Pays-Bas)

Double marginalization and external financing: Capacity investment under uncertainty

Arka Mukherjee (HEC Montréal, Canada)

The impact of product recall on advertising decisions and firm profit while envisioning crisis or being hazard myopic

Artem Sedakov (Saint Petersburg State University, Russie)

A model of river pollution as a dynamic game with network externalities

Ping Sun (Saint Petersburg State University, Russie)

Stable networks and dynamic network formation with group partitioning

2021/05

Vivek Borkar (Indian Institute of Technology Bombay, Inde)

Graph-constrained dynamic choice

Jesús Marín Solano (Universitat de Barcelona, Espagne)

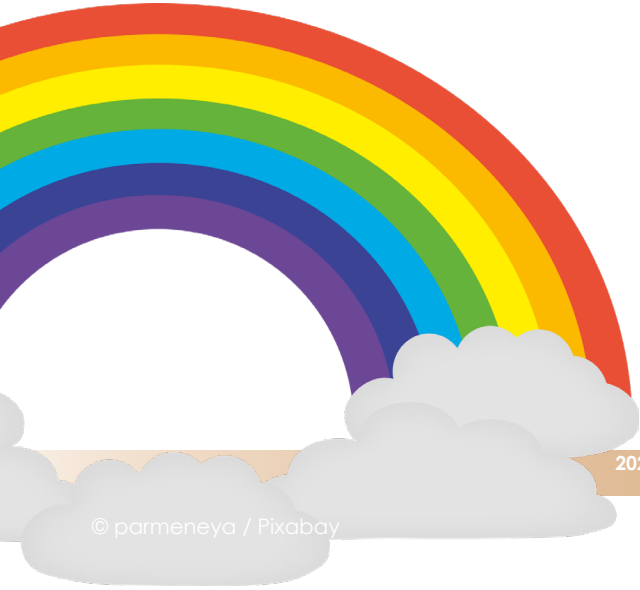
Groundwater extraction for irrigation purposes: The case of asymmetric players

CORONAVIRUS

2022-02-07 Nouvelles consignes sanitaires : Nos bureaux sont maintenant ouverts.

CORONAVIRUS

2022-02-07 New health instructions: Our offices are now open.



© parmeneya / Pixabay

2022/03/29 2022/05/16 2022/07/25

www.gerad.ca

19th international symposium on Dynamic Games and Applications

Porto, Portugal
Congrès / Congress

Journées de l'optimisation

Montréal, Canada
Congrès / Congress

École en science de la décision et recherche opérationnelle

À distance
École / School

Volume 18, numéro 2, automne 2021
Édité 2 fois l'an par le GERAD

Editeurs du Bulletin

Sara Séguin

sara.seguin@uqac.ca

Dominique Orban

dominique.orban@gerad.ca

Responsable de l'édition

Karine Hébert

Traductrices

Josée Lafrenière

Johanne Latour

GERAD

HEC Montréal

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine

Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Téléphone : 514 340-6053

www.gerad.ca

bulletin@gerad.ca

Dépôt légal – Bibliothèque nationale
du Québec – 2022

Reproduction autorisée avec mention
de la source

Le Bulletin du GERAD utilise l'ordre alphabétique des
auteurs par convention, sans implication quant à la
contribution de chacun

La parution de ce Bulletin est rendue possible grâce
au soutien de **HEC Montréal, Polytechnique Montréal,**
Université McGill, Université du Québec à Montréal,
ainsi que du **Fonds de recherche du Québec – Nature
et technologies.**

Volume 18, number 2, Fall 2021
Published twice a year by GERAD

Editors

Sara Séguin

sara.seguin@uqac.ca

Dominique Orban

dominique.orban@gerad.ca

Edition coordinator

Karine Hébert

Translators

Josée Lafrenière

Johanne Latour

GERAD

HEC Montréal

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine

Montreal (Quebec) Canada H3T 2A7

Telephone: 514 340-6053

www.gerad.ca

bulletin@gerad.ca

Legal deposit – Bibliothèque nationale
du Québec – 2022

Copying authorized with acknowledgement
of source

The GERAD Newsletter uses the alphabetical order of
authors by convention, without implication as to the
contribution of each

The publication of this Newsletter is made possible
thanks to the support of **HEC Montréal, Polytechnique
Montréal, McGill University, Université du Québec
à Montréal,** as well as the **Fonds de recherche du
Québec – Nature et technologies.**

BULLETIN DU **GERAD**

GERAD NEWSLETTER