

LE BULLETIN DEVIENT

« ON THE ROAD » !

UN PEU DE ROADÉF
POUR LA ROUTE

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE
ET D'AIDE À LA DÉCISION

À LA UNE

MICHEL BALINSKI

(OCT. 1933 – FÉV. 2019)

**Une vie exceptionnelle,
un homme exceptionnel (p.4)**

**Le Jugement Majoritaire
raconté par Hermann BOULY (p.6)**



NOUVEAU

Le bulletin fait peau neuve :
lisez « On the ROAD » ! (p.3 et 24)



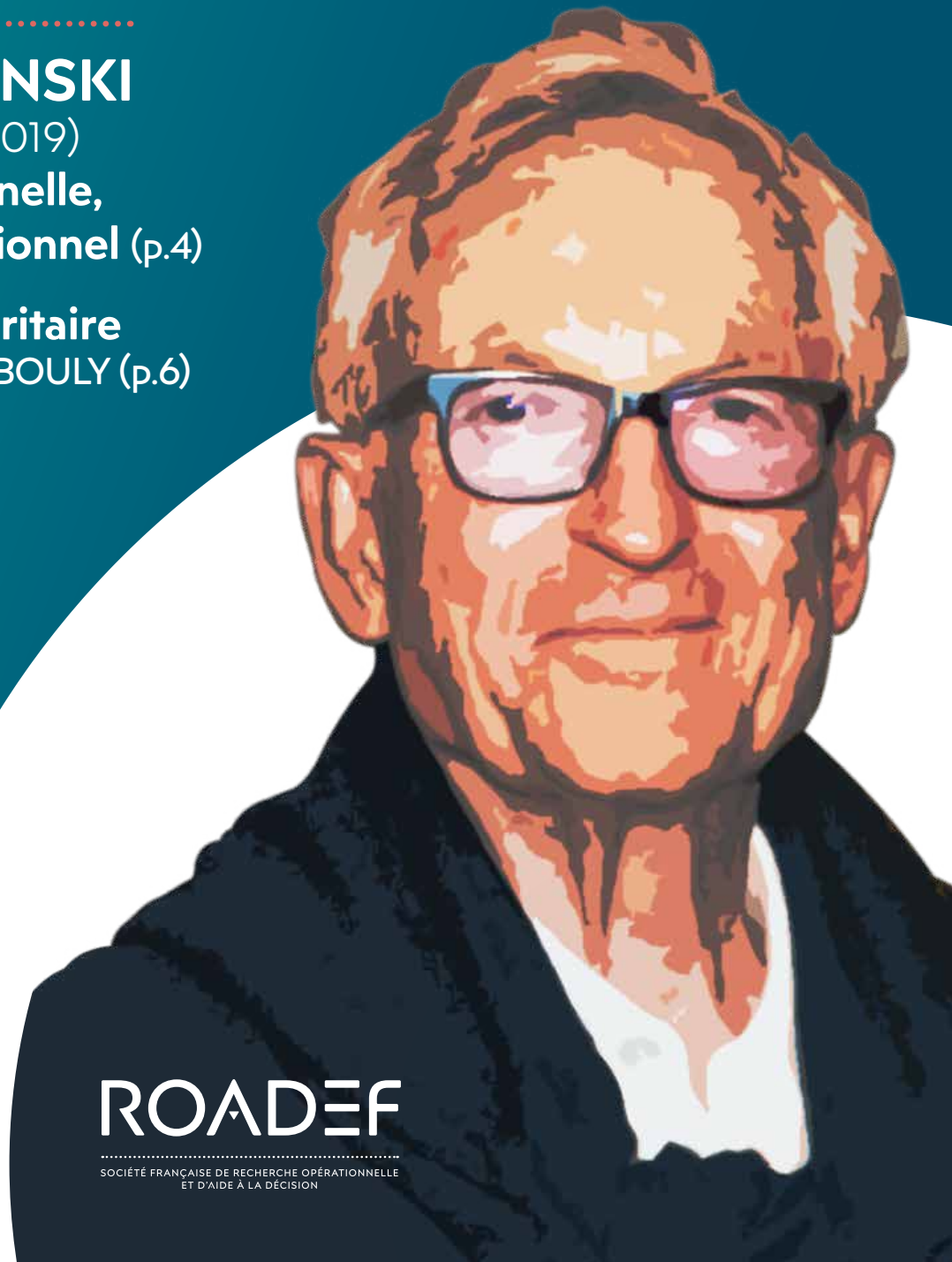
FOCUS

Parcoursup et la gestion
des internats
par Claire MATHIEU (p.12)

OCTOBRE
2019

ROADÉF

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE
ET D'AIDE À LA DÉCISION



ROADEF



Écrire à l'ensemble du bureau :
bureau@roadef.org

ou individuellement à

Aziz Moukrim : president@roadef.org

François Clautiaux : secretaire@roadef.org

Caroline Prodhon : tresorier@roadef.org

Anna Robert : (bulletin) vpresident1@roadef.org

Antoine Jeanjean : (web) vpresident2@roadef.org

Céline Gicquel : (rel. intl) vpresident3@roadef.org

Meltem Öztürk : (promotion) promotion_road@roadef.org

Éditeur : Aziz MOUKRIM, Université de Technologie de Compiègne / Siège social : Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05 /
Publication : Anna ROBERT, Total / Langues officielles : Français et anglais

Site web : <http://www.roadef.org>

ON THE ROAD

UN PEU DE ROADEF POUR LA ROUTE

éditORial

par Anna Robert



Chères amies, chers amis de la ROADEF,

Ce n'est pas sans émotion que nous publions aujourd'hui le premier numéro de *On the ROAD*, 41^e bulletin de la ROADEF, désormais ainsi renommé. Nous l'avons souhaité résolument moderne, dynamique, et certainement en rupture avec les précédentes éditions. Nous espérons vivement que le design pétillant et la nouvelle ligne éditoriale d'On the ROAD vous apporteront à la fois fraîcheur et matière à penser, satisfaisant ainsi chacun des 2 hémisphères de notre cerveau.

La plupart des rubriques ont été renommées pour mieux adhérer aux nouveaux contenus. La rubrique « hORs les murs » fait son entrée, mettant un coup de projecteur sur un sujet extérieur mais connexe à la Recherche Opérationnelle ou l'Aide à la Décision. Avec « rADicalement ROAD », retrouvez un article au cœur de notre domaine. Nous avons délibérément opté pour un nouveau magazine sans équations, ou peu... Dans le « repORtage », nous partons à la rencontre d'un homme, d'une femme, ou encore d'une équipe. Et l'énigme se voudra un moment désaltérant dans une rubrique nommée « citROnnADe ». Le GDR RO a toujours sa place, ainsi que toutes les actualités de la ROADEF à retrouver dans « ActuROAD ». Précisons enfin que On the ROAD est imprimé sur un papier issu de forêts françaises écoresponsables (il n'y a plus de papier recyclé disponible en France suite à la fermeture de la dernière usine qui en produisait ...).

Pour une autre raison, ce numéro a été une expérience particulièrement forte pour moi. Il est majoritairement consacré à **Michel BALINSKI** qui nous a quittés en février dernier à l'âge de 85 ans. J'ai découvert une vie passionnante, faite de Mathématiques et d'aventures humaines, partagée avec de nombreuses personnalités exceptionnelles de la Recherche Opérationnelle. Vous découvrirez donc une biographie de ce grand Homme, qui a tant œuvré grâce à sa vision pragmatique et engagée de la RO, ainsi qu'une présentation fascinante du Jugement Majoritaire sous la belle plume d'Hermann BOULY.

L'intervention de Philippe BAPTISTE, que je remercie, a permis la rédaction d'un article sur Parcoursup, et notamment sa gestion des internats, par Claire MATHIEU et Hugo GIMBERT. Ce sujet n'est pas sans rapport avec les travaux de Michel BALINSKI... De quoi, peut-être, nous éclairer, répondre à certains de nos questionnements, et poursuivre la réflexion... ?

Toutes les actualités de la ROADEF (élection du futur bureau, prix du Master, Livre Blanc, etc.), du GDR RO, du Challenge ROADEF/EURO, des JFRO, des congrès ROADEF, etc. sont à retrouver dans les autres pages de votre magazine.

Toute l'équipe du bureau de la ROADEF vous souhaite un bel automne, et une bonne lecture de ce nouveau bulletin : **On the ROAD, un peu de ROADEF pour la route !** À consommer et partager sans modération !

Sommaire

4 repORtage
Hommage à Michel BALINSKI p. 4

16 Vie du GDR RO
Zoom sur les GT Optimisation
dans les Réseaux et ROSa p. 16

26 citROnnADe
Moyennes, médianes,
intervalles et modes p. 26

6 rADicalement ROAD
Michel BALINSKI (1933-2019) :
faire vivre son héritage..... p. 6

19 ActuROAD
Les congrès p. 19
News du Challenge
ROADEF/EURO p. 20
Compte-rendu de la 40^e JFRO..... p. 21
Les autres actus..... p. 22

12 hORs-les-murs
Gestion des internats
par Parcoursup p. 12



repORtage

Hommage à Michel BALINSKI

(6 octobre 1933 – 4 février 2019)

..... par Anna Robert



D'origine polonaise, Michel BALINSKI naît à Genève en 1933. Il vit avec sa mère, Irena (RAJCHMAN) BALINSKA et ses grands-parents maternels, son grand-père n'étant autre que Ludwik RAJCHMAN, diplomate et co-fondateur de l'UNICEF avec notamment Robert DEBRÉ (famille dont les RAJCHMAN

sont proches). Lorsque la guerre éclate, ils vivent en France, dans la région de Chartres, dans la propriété familiale. Ils prennent alors la route pour les Etats-Unis, qu'ils atteindront en juin 1940, traversant l'Espagne et le Portugal. Michel vit à New-York et est interne au *Williams College* (Connecticut). Il parle français à la maison avec sa mère, et est en contact régulier avec la France. Ses grands-parents rentrent en 1945.

Il obtient son Master d'Economie au MIT en 1956, où il découvre son appétence pour l'application des Mathématiques, et rencontre la Recherche Opérationnelle. Il défend sa thèse à Princeton en 1959, dans laquelle il traite le problème de l'énumération des sommets d'un polytope, sous la direction d'Albert W. TUCKER. En congé sabbatique à cette période, c'est en fait Ralph GOMORY qui l'encadre. C'est une période extrêmement faste pour le développement de la Recherche Opérationnelle, non-seulement en matière de fondements scientifiques, mais aussi de ramifications la connectant aux autres disciplines (économie, biologie, etc.). Princeton est alors le lieu idéal pour favoriser cette extension fulgurante, et nombre de scientifiques parmi les plus brillants s'y retrouvent (John Forbes NASH, Harold W. KUHN, David GALE, etc.). Michel démarre alors une double carrière autour de la RO. Du côté académique, il enseigne à Princeton, Wharton School, City University, Yale ; et du côté industriel, il est consultant pour différentes entreprises engagées dans l'utilisation pratique de la RO. A la fin des années 70, il est régulièrement à Laxenburg (Autriche) en tant que Chairman du département *System and Decision Sciences* de l'IIASA (*International Institute for Applied Systems Analyses*). C'est aussi durant cette période que Michel encadre Peyton YOUNG (actuellement Professeur émérite des Universités d'Oxford et de John Hopkins), alors en post-doc ; ensemble, ils développent la théorie de la répartition proportionnelle.

En 1980, Michel a 48 ans et arrive en France, initialement pour diriger l'Institut Auguste COMTE. Mais François MITTERRAND décide de sa fermeture pour fin 1981. Le soutien de Laurent SCHWARTZ et de Claude HENRI notamment, permet à Michel de rester en France. Un poste de Directeur de Recherche classe exceptionnelle est créé au CNRS pour Michel en 1983.

En parallèle, ses activités outre-Atlantique se poursuivent, puisqu'il occupe aussi un poste de Professeur à SUNY Stony Brook pendant plusieurs années (1983-1990), où, dans l'intention de réunir des enseignants, des chercheurs et des étudiants en optimisation combinatoire notamment, il crée puis dirige l'*Institute for Decision Sciences* (qui deviendra le *Center for Game Theory in Economics*).

Michel s'est intéressé très tôt aux problématiques liées à l'optimisation et aux méthodes mathématiques permettant de les formaliser et de les traiter. Ses différentes expériences et rencontres lui ont permis d'approfondir nombre de domaines, toujours avec le souci d'appliquer ses travaux, de les rendre utiles à la société, qu'elle soit industrielle ou civile. Lorsqu'il y était Professeur de Mathématiques, New York était déjà une ville très politisée et une ambition forte de la part des responsables politiques en faveur du développement des sciences sociales et humaines est apparue, au travers l'attribution de moyens importants au milieu académique de ces disciplines. Cependant, l'ouverture sur les sciences « dures » était encouragée et les Professeurs issus de ces départements avaient la possibilité d'enseigner un cours aux étudiants dans les cursus de littérature, sciences politiques, sciences sociales, ou autre. Michel a saisi cette opportunité, qui l'a immédiatement interpellé, pour accentuer les croisements entre sa discipline d'expertise et sa volonté d'en diffuser les bénéfices. C'est alors qu'il découvrit la possibilité d'appliquer la théorie à des problèmes pratiques d'importance, en particulier celui (toujours d'actualité...) d'admission dans les Universités (problème du mariage stable défini et traité par GALE et SHAPLEY), et ceux de la représentation électorale et du vote. C'est donc dès la fin des années 70 que ces 2 thèmes de recherche pénètrent dans la vie de Michel, qui ne le quittèrent plus pendant toute la suite de sa carrière. En France, il collabora longuement sur le premier sujet avec Mourad BAÏOU, sur le second avec Rida LARAKI.

Passionné de Politique, d'Histoire, et bien entendu de Mathématiques, ces sujets ne pouvaient être que la combinaison parfaite pour le travail que Michel s'appropriait alors à accomplir. Michel et Rida développèrent alors la théorie du Jugement Majoritaire (cf. article d'Hermann BOULY, en p.6), qui restera sans doute l'une des principales contributions de Michel aux Mathématiques décisionnelles, et à la société en général.



OCT 2019 / n°41



Lors des élections présidentielles de 2002, Michel et d'autres collègues conduisent la première expérience mondiale de vote alternatif « grandeur nature », à Orsay, par autorisation du Ministère de l'Intérieur. Les résultats de l'expérimentation du *vote par assentiment* s'avèrent pour cette fois décevants. Mais dans la même période, Michel est contacté par la rédaction du magazine « Pour la Science », qui lui propose d'écrire une série d'articles issus de ses travaux, dans une perspective de vulgarisation. Michel accepte immédiatement. Avec quelques collaborateurs, en particulier Mourad et Rida, ils écrivent un dossier publié notamment dans le numéro d'avril 2002. À la suite de cela, l'œnologue Jacques BLOUIN, lecteur de « Pour la Science », prend contact avec Michel. Il a été interpellé par la possibilité d'une méthode de classification des vins via l'application des résultats de Jean-Charles de BORDA, de Nicolas de CONDORCET, etc. Michel est très intéressé par cette application totalement différente de celle du domaine politique et invite Rida à travailler avec lui sur ce sujet. Tous les deux se rendent à l'évidence : ce ne sont pas les méthodes et l'approche du choix social classique qui vont permettre d'améliorer les méthodes existantes pour classer les vins mais plutôt l'inverse, c'est l'approche des praticiens (vin, patinage artistique, gymnastique, etc.) qui va déboucher sur la résolution des paradoxes du vote. Le contexte de ces recherches va être très particulier car aucune publication intermédiaire ne sera possible tant que l'ensemble des résultats ne sera pas sur la table. Michel et Rida, qui est encore un jeune chercheur, œuvrent « en secret » pendant 5 années : une expérience compliquée mais extraordinaire.

Ce faisant, ils se libèrent du cadre applicatif initial, ouverture intellectuelle qui contribue à l'obtention de résultats majeurs (dépassement du paradoxe d'Arrow) et fondateurs de la théorie du Jugement Majoritaire. Lorsque leurs travaux sont finalisés, ils décident enfin de les partager en intégralité avec la communauté. Michel parle pour la première fois du Jugement Majoritaire en 2006 lors de la session plénière d'inauguration de la 8^e conférence internationale de la *Society of Social Choice and Welfare*, à Istanbul. À cette occasion, Rida donne 2 exposés plus techniques détaillant le sujet. Cette annonce déclenche d'abord des réactions contrastées de la part de la communauté, puis les éloges affluent (cf. section « Praise » du site du MIT). De nombreuses publications suivent (les articles étant prêts) et bien entendu, celle du livre *Majority Judgment: Measuring, Ranking, and Electing*, qui sera publié en 2011 aux *MIT Press*. En 2007, puis de nouveau en 2012, c'est alors la méthode du Jugement Majoritaire qui est expérimentée dans certains

bureaux de vote, à l'occasion des élections présidentielles (1700 électeurs participent à l'expérimentation de 2007). Ce sont de formidables occasions de faire connaître aux citoyens électeurs l'idée d'un système alternatif de vote, et de leur en expliquer les grands principes.

L'association *MieuxVoter* a été créée en 2018 par Chloé RIDEL, Haut fonctionnaire et membre bénévole de l'association, et Rida LARAKI, pour promouvoir le Jugement Majoritaire dans la société civile. Elle apporte conseil et assistance aux instances démocratiques qui souhaitent faire appel à un système de vote plus juste. Au Conseil d'Administration et parmi les membres fondateurs de l'association, on retrouve, entre autres personnalités, Maria BALINSKA, fille aînée de Michel, Mourad BAÏOU, Rida LARAKI. Michel lui-même en faisait partie jusqu'à son décès. Du côté entrepreneurial, Hermann BOULY promeut le Jugement Majoritaire à travers sa solution *lechoixcommun.fr*.

En théorie du vote, les résultats de Michel, obtenus en collaboration avec Gabrielle DEMANGE (Economiste Française médaille d'argent du CNRS et Directrice de Recherche à l'EHESS), sur la répartition bi-proportionnelle, sont aujourd'hui en application dans plusieurs cantons de Suisse. Et tout récemment, le Jugement Majoritaire a été adopté par le bureau politique de LaREM, et son Conseil National, grâce à l'accompagnement de *MieuxVoter*. Si cette décision de réforme des statuts est entérinée par les militants, ce sont les animateurs locaux, les représentants territoriaux et le Délégué Général de LaREM, qui seront élus par ce mode de scrutin. Il n'y a pas à douter que Michel BALINSKI eût été fier de voir ses idées ainsi mises en œuvre.

Au-delà de ses exceptionnelles contributions dans notre discipline, Michel a toujours insisté sur le fait qu'en Recherche Opérationnelle, l'attention principale doit être portée sur le problème qui se pose. Une part majeure du travail, sinon la plus importante, consiste à définir et bien circonscrire la ou les questions que l'on se pose, avant d'attaquer le travail scientifique à proprement parler. Un point de vue qui paraît essentiel de méditer, par l'ensemble de notre communauté.

Michel BALINSKI a obtenu, entre autres nombreuses distinctions, le Prix John VON NEUMANN d'INFORMS en 2013.

Michel est décédé dans la nuit du 3 au 4 février à l'âge de 85 ans à Bayonne, où il vivait avec sa compagne Katell. Il avait 2 filles, Maria et Marta.

Michel a toujours insisté sur le fait qu'en Recherche Opérationnelle, l'attention principale doit être portée sur le problème qui se pose.

Remerciements

Je remercie chaleureusement Rida LARAKI, Mourad BAÏOU, Hermann BOULY et Katell LE BIHAN, qui m'ont donné ou permis de trouver les informations contenues dans la biographie qui précède. Cet article est essentiellement basé sur l'interview de Michel BALINSKI par Louis BILLERA du 19 juillet 2017 à Stony Brook (<https://www.youtube.com/watch?v=fweMK04eLF4&t=1446s>), mais aussi sur mon échange téléphonique avec Rida et Mourad un après-midi de juillet dernier. Cela a été l'occasion pour moi de pénétrer dans la vie extraordinaire d'un homme qui l'était tout autant, pour qui la Science était une passion, et qui a mis son talent de mathématicien au service du collectif social et de nos vies à tous.



rADicalement ROAD

Michel BALINSKI (1933-2019) : faire vivre son héritage

..... par Hermann BOULY

..... Illustrations de Marjolaine LERAY

Michel BALINSKI, né à Genève en 1933, a mené une carrière de professeur aux États-Unis avant d'être nommé directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS lors de son installation en France en 1980. Il est un des fondateurs de la revue *Mathematical Programming*. Il a présidé la *Mathematical Optimization Society*. Ses travaux de recherche en optimisation combinatoire et en théorie du vote lui ont valu une reconnaissance internationale et de multiples récompenses, dont le très prestigieux *John von Neumann Theory Prize*. Des pages entières sont nécessaires pour simplement résumer la carrière et les contributions de Michel BALINSKI. C'est une responsabilité dont je laisse le soin et la légitimité à ses collègues et collaborateurs [13, 14, 15].

J'ai pour ma part découvert les travaux de Michel BALINSKI en 2014, lorsqu'il présenta le Jugement Majoritaire [1, 2, 3] à l'occasion du congrès annuel de la ROADEF à Bordeaux. J'ai très vite été saisi par le sens et la portée des travaux exposés, mais également très impressionné par celui qui les présentait. Par la capacité de ce professeur à tenir un discours parfaitement didactique sans rien concéder de sa très haute exigence de rigueur. Mais aussi par l'homme qui, sans altérer son propos par une quelconque emportée lyrique, laissait transpirer, sinon de la passion, un profond engagement.

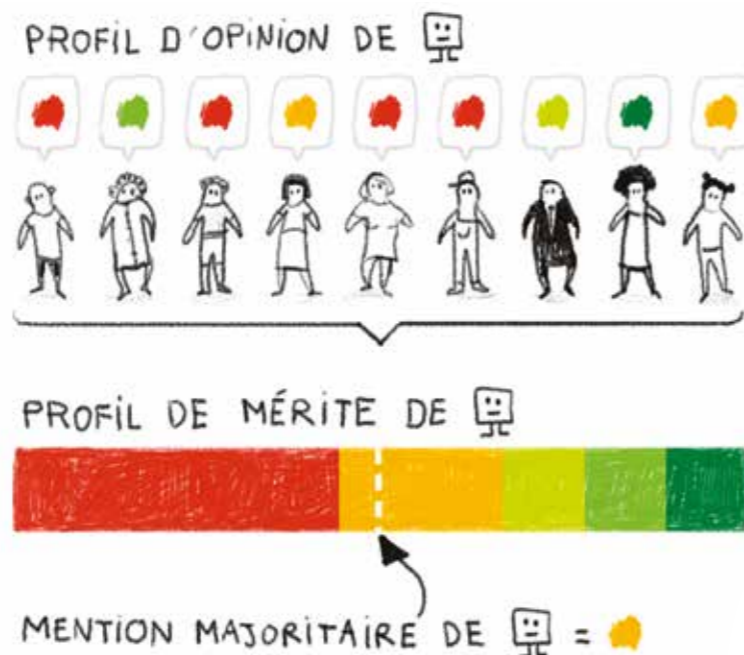
J'ai véritablement fait la connaissance de Michel BALINSKI deux ans plus tard (au moment de la primaire américaine) lorsque j'ai créé lechoixcommun.fr et pris le parti de faire de la vulgarisation et de la diffusion du Jugement Majoritaire un engagement personnel. Bien que son temps soit extrêmement précieux, Michel BALINSKI s'est toujours montré très accessible. C'était un homme extrêmement courtois et agréable. Nul doute que beaucoup en conviendront. Mais c'était surtout un homme qui écoutait sans juger, restant constamment vigilant vis à vis de ses propres raisonnements et intuitions, n'usant jamais d'argument d'autorité. Celui que j'estimais à priori respectable s'avéra être un homme que j'ai découvert d'une exceptionnelle intégrité, dévoué à la production et à la transmission de savoir.

Michel BALINSKI portait une grande attention aux applications que pouvaient trouver ses travaux, et s'attachait à les rendre accessibles. Cela est particulièrement vrai pour le Jugement Majoritaire. Il considérait cette méthode, et la théorie qui la fonde, comme étant de toute première importance. Il s'est attaché à la faire connaître et a mobilisé jusqu'à ses dernières forces pour la défendre [7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18].

À titre d'hommage, cet article présentera succinctement le Jugement Majoritaire et ses fondements théoriques pour ensuite tenter de dessiner quelques perspectives par lesquelles la communauté de la RO pourrait faire vivre cet héritage.

Le Jugement Majoritaire en quelques mots

Le Jugement Majoritaire a été développé par Michel BALINSKI et Rida LARAKI. Il se présente comme un mode de scrutin. Il s'appuie sur un langage commun : une échelle verbale formée de mentions (ex : insuffisant, passable, assez bien, bien, très bien) que les électeurs attribuent aux différents candidats de sorte à exprimer leur jugement sur chacun d'entre eux. Les mentions attribuées à un même candidat (en nombre égal au nombre d'électeurs), ordonnées de la moins bonne à la meilleure, forment le *profil de mérite* de ce candidat. La mention majoritaire d'un candidat est établie en retenant simplement la mention figurant au « milieu » de son profil de mérite. Le candidat obtenant la meilleure mention majoritaire l'emporte.



« Le Jugement Majoritaire a été développé par Michel BALINSKI et Rida LARAKI. »

« Derrière son apparente simplicité, cette méthode a des propriétés remarquables qui lui confèrent un intérêt tout particulier. »

Derrière son apparente simplicité, cette méthode a des propriétés remarquables qui lui confèrent un intérêt tout particulier. Elle permet aux électeurs de s'exprimer librement sur chacun des candidats, d'obtenir des résultats fidèles à ce qui a été exprimé, et de tenir en échec les stratégies de manipulation de toutes sortes. Si ces caractéristiques désirables peuvent sembler tout à fait élémentaires, elles ont constitué un écueil indépassable pour la théorie du choix social pendant des décennies. Écueil formalisé par le célèbre théorème d'impossibilité de Kenneth ARROW. En substance, ce théorème énonce qu'il est impossible de concevoir un mode de scrutin dont les résultats seraient cohérents avec les préférences des électeurs, hormis dans le cas où il y a un seul électeur : le « dictateur ». Impossible, tant que n'est pas opéré le changement de paradigme proposé par Michel BALINSKI et Rida LARAKI : demander aux électeurs de juger, et non de choisir ou d'exprimer des préférences.

Sur cette base, et très au-delà de la méthode en elle-même, Michel BALINSKI et Rida LARAKI ont développé un cadre théorique complet. Voyons donc ce qui se cache derrière la comparaison des mentions majoritaires.

Une nouvelle théorie du choix social

À la lecture de la description du Jugement Majoritaire ci-avant, d'aucuns se posent la question de savoir comment distinguer deux candidats dont les mentions majoritaires seraient égales (le cas se présente forcément dès lors que le nombre de candidats est supérieur au nombre de mentions disponibles), ou comment classer un candidat s'il y a un nombre pair d'électeurs et deux mentions différentes au « milieu ». Ces questions sont prétextes à détailler et illustrer les concepts proposés par les auteurs et la manière dont ils s'articulent au sein de ce qu'on s'autorise ici à nommer nouvelle théorie du choix social (NTCS). Par souci de concision, il ne sera question que de majorité (redéfinie), mentions majoritaires, profils de mérite, *profils d'opinions* et *blocs centraux* (*middlemost blocks* [sic]).

Bien qu'elle soit très peu questionnée, et qu'elle paraisse indépassable, y compris pour bon nombre de spécialistes, il y a énormément à redire sur la « majorité » telle que définie jusqu'à présent. Michel BALINSKI et Rida LARAKI ont apporté des contributions très importantes sur ce point crucial, qui fonde la « légitimité démocratique » du résultat dans le cas d'une élection [4, 5, 6, 10, 11]. C'est malheureusement chose impossible à détailler ici et, pour s'en tenir à l'objet proposé, on développe uniquement la manière dont la majorité est redéfinie par ces auteurs.

Au sens de la NTCS, l'ensemble des bulletins nominatifs produits par les participants relativement à un candidat donné forme le profil d'opinion de ce candidat. Le profil de mérite du candidat est ensuite obtenu en ignorant l'auteur de chaque bulletin et en ordonnant ceux-ci de sorte à ce que les mentions attribuées apparaissent de la pire à la meilleure. La mention majoritaire d'un candidat, qui est donc la mention au milieu du profil de mérite de ce candidat, est qualifiée comme telle du fait que les électeurs seront toujours au moins pour moitié, et donc en majorité, disposés à défendre cette mention contre toute autre. Ceux qui soutiennent que le candidat mérite au moins cette mention sont, par construction, en majorité par rapport à ceux qui soutiennent que ce candidat mérite une mention inférieure. Et inversement ! Ceux qui soutiennent que ce candidat mérite au mieux cette mention sont en majorité face à ceux qui soutiennent qu'il mérite une meilleure mention.

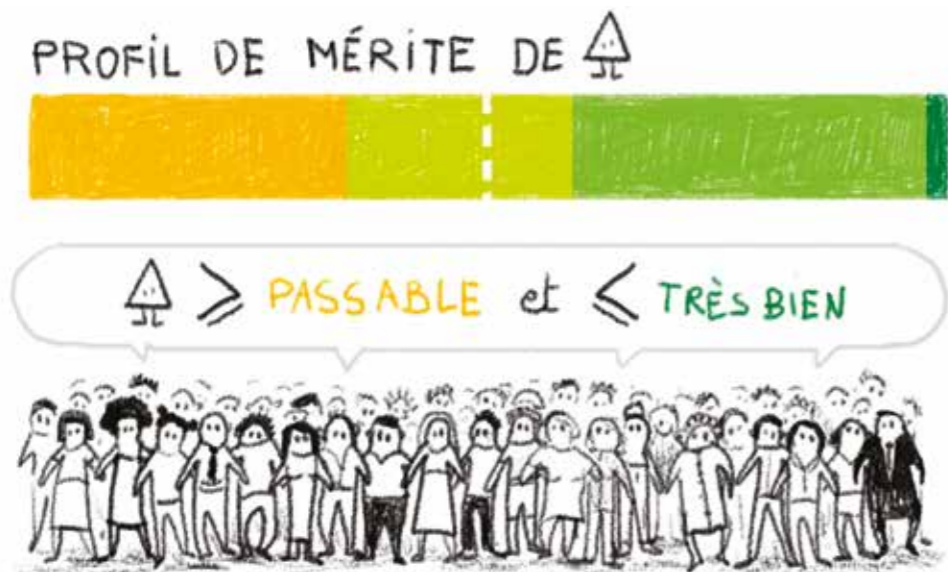
Mais la majorité, telle que définie par la NTCS, couvre un sens beaucoup plus large, qui se comprend en partant d'un cas limite.



Le profil de mérite d'un candidat correspond à l'ensemble des bulletins produits par les électeurs relativement à ce candidat. Aux extrémités de ce profil de mérite se trouvent une mention minimale et une mention maximale. Trivialement, on peut donc dire que 100% des électeurs sont d'accord pour dire que le candidat concerné mérite au moins cette mention minimale, et au mieux cette mention maximale. En raisonnant de la même manière sur une sous-partie du profil de mérite, un bloc, de taille quelconque et centré (i.e. en laissant de côté autant de mentions de part et d'autre du profil de mérite), on peut alors qualifier plus finement le candidat avec une majorité plus précise. Pour reprendre le langage commun donné en exemple plus haut, on peut imaginer le profil de mérite d'un candidat dont les mentions aux extrémités seraient « passable » et

« très bien » respectivement. Le bloc central de ce profil de mérite obtenu en laissant de côté 10% des bulletins à gauche, et 10% des bulletins à droite, pourrait avoir à ses extrémités les mentions « passable » et « bien ». On pourra dans un tel cas dire qu'une majorité de 100% des électeurs (unanimité) pensent que ce candidat est au moins « passable » et au mieux « très bien », et qu'il se trouvera une majorité de 90% des électeurs pour soutenir qu'il mérite au moins « passable » et au mieux « bien ».

La mention majoritaire n'est donc que le cas particulier d'un bloc central comportant un ou deux bulletins, selon que le nombre d'électeurs soit pair ou impair. Elle correspond à la qualification la plus précise que l'on puisse produire à propos d'un candidat qui soit soutenue par une majorité.

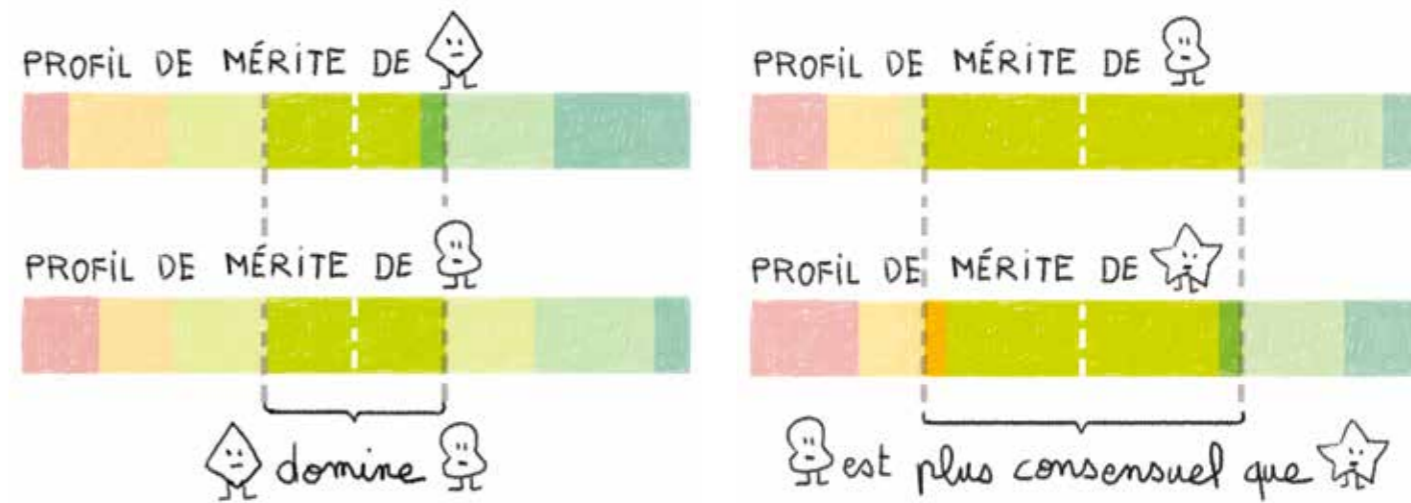


« Le profil de mérite d'un candidat correspond à l'ensemble des bulletins produits par les électeurs relativement à ce candidat »

Pour classer les candidats et élire le meilleur, il ne s'agit donc pas de comparer deux à deux les mentions majoritaires des candidats, à proprement parler, mais les blocs centraux de tailles identiques des profils de mérite de ces paires de candidats.

Dans un premier temps, il s'agit d'identifier les blocs centraux les plus précis permettant de discriminer les deux profils de mérite (avec la majorité la plus courte possible). En commençant par les deux blocs centraux réduits à une seule mention (deux mentions, s'il y a un

nombre pair d'électeurs), on étend progressivement la comparaison aux blocs centraux plus larges jusqu'à identifier une différence. Deux cas de figure peuvent alors se présenter. Soit un bloc domine l'autre : chacune des mentions qui le composent est au moins aussi favorable que la mention figurant en même position dans le bloc dominé. Soit un bloc est plus consensuel / moins clivant que l'autre : les mentions des deux blocs sont différentes à chaque extrémité ; le bloc le plus clivant a une mention moins favorable que l'autre bloc à gauche, et une mention plus favorable que l'autre bloc à droite.



Bien comprise, la méthode du Jugement Majoritaire n'a donc rien d'une banale « méthode basée sur la médiane » que complèteraient des bricolages traitant des égalités et cas particuliers. Elle repose sur des concepts clairs, opérants et cohérents qui s'articulent tout en continuité pour traiter l'enjeu et l'objet de la méthode : mesurer et agréger correctement les subjectivités exprimées pour en produire une synthèse fidèle et exploitable.

Parcoursup : quelle est la question ?

Parcoursup est un dispositif français qui vise à organiser l'attribution des places en enseignement supérieur aux bacheliers. Beaucoup de Français se sentent concernés par son fonctionnement. C'est un sujet très polémique.

Sans doute pour ces raisons, ce sujet s'impose comme un exemple relativement évident pour qui s'attache à mettre en avant les applications possibles du Jugement Majoritaire, ou plutôt de la NTCS. De manière assez immédiate, il semblerait en effet pertinent de demander aux lycéens d'exprimer, via des mentions appropriées, leur niveau d'intérêt pour leurs différents vœux, plutôt que de les mettre face à la difficulté de les classer ou, au contraire de former une liste de vœux indifférenciés. Il y aurait donc lieu de modifier la question posée aux bacheliers [12]. Mais, de manière plus large, les concepts présentés dans la section précédente permettraient d'appréhender ce problème tout autrement qu'il ne l'est aujourd'hui.

Dépasser la question du vote

Il est commun d'expliquer que le Jugement Majoritaire peut tout aussi bien servir à voter pour des candidats que pour des propositions, pour s'exprimer sur des projets politiques plutôt que pour évaluer le charisme ou la crédibilité des personnes qui les portent. Il s'entend également comme une évidence que la méthode peut être transposée très facilement à d'autres types de cas d'usage en adaptant le langage commun à la question. Plus largement, et comme le soulignent Michel BALINSKI et Rida LARAKI, la méthode permet non seulement d'élire, mais aussi de classer, ou de simplement évaluer des propositions.

Mais en considérant non pas la méthode elle-même, mais le matériel théorique de cette nouvelle théorie du choix social, d'autres pistes se dessinent sur lesquelles pourrait s'aventurer la communauté RO.

Si l'on envisage effectivement de demander aux lycéens d'associer des mentions à leurs vœux, il faut d'abord déterminer lesquelles (le langage commun), et surtout la question posée. On pourrait imaginer, pour l'exercice, la question suivante, se posant pour chacun des vœux : « Si l'algorithme national retient ce vœu et m'attribue cette orientation, je jugerai cela... ? ». Question à laquelle pourraient répondre les mentions : « acceptable »,

« satisfaisant » ou « réjouissant ». Pour compléter, affecter à un bachelier une orientation ne figurant pas parmi ses vœux serait jugé « inapproprié ».

Pour répondre au problème, il s'agit d'affecter une et une seule orientation à chaque bachelier, en tenant compte du nombre de places dans les différentes filières, etc. Connaissant la mention portée par chaque bachelier sur l'orientation qui lui est attribuée, un profil de mérite peut être associé à toute solution pour l'évaluer, et comparer ces solutions entre elles. On s'approche alors de la définition d'un problème d'optimisation qui semble s'apparenter à un problème d'affectation sous contraintes dont l'objectif, tel qu'on le formule ici, serait de maximiser la satisfaction qu'apporte globalement cette affectation aux bacheliers.

On peut imaginer d'innombrables variantes à ce problème selon les contraintes considérées. Pour l'illustrer, sans entrer dans le détail des aspects légaux, politiques et techniques qui compliquent naturellement la réalité des choses, on peut questionner d'emblée le fait de considérer l'exclusion des solutions comportant des affectations « inappropriées » comme une contrainte dure ou non.

Par ailleurs, l'objectif énoncé ici repose sur la capacité des futurs étudiants à établir la satisfaction que leur apporterait une orientation. La question pourrait être prise en contrepiéd. On pourrait tout au contraire s'en remettre aux formations pour juger de la capacité de chacun des candidats à mener à bien leur cursus.

Il n'est pas question ici d'entrer dans un quelconque débat, mais de convaincre le lecteur que la NTCS offre un formalisme qui permet d'adresser ce type de question de manière appropriée, de même que de fournir des outils théoriques pour le modéliser et le traiter.

Listes citoyennes : un problème de RO ?

Un autre sujet, peut-être tout aussi polémique, est celui de la constitution de listes citoyennes. Le contexte politique et social tend à favoriser l'émergence de ce type d'initiative. En vue d'élections telles que les municipales, des collectifs indépendants invitent les citoyens à constituer et proposer leurs propres listes à la candidature.

La qualité d'une liste n'est le plus souvent pas directement fonction de la somme des qualités des individus qui la composent. Il semble en effet souhaitable d'associer des sensibilités différentes plutôt que de regrouper des personnes toutes très appréciées mais identifiées comme parfaitement alignées idéologiquement. La combinaison des personnalités est également importante, et peut tout aussi bien faire apparaître des complémentarités que des contradictions.

L'ensemble des critères permettant d'apprécier une liste peuvent ainsi être très nombreux, et relever d'une forte subjectivité. Par opposition aux formations classiques et structurées, comme les partis, les initiatives se qualifiant de citoyennes visent généralement à éviter de formaliser ces critères a priori, et ambitionnent de les faire émerger de processus collaboratifs qu'elles expérimentent pour tenter d'être fidèles à leur idéal démocratique.

L'enjeu pour ce type d'initiative est de rassembler, et donc de répondre à un double objectif : élaborer la meilleure liste possible, qui soit la plus consensuelle possible. L'évaluation d'une liste via son profil de mérite semble donc tout indiquée pour en rendre compte.

Cependant, dès lors que la taille de la liste à constituer ou le nombre de volontaires devient un peu conséquent, la combinatoire rend peu crédible une évaluation de toutes les listes possibles par les participants. C'est alors que l'on peut raisonnablement imaginer les concepts issus de la NTCS et les méthodes de RO pouvant contribuer à concevoir ce type de processus collaboratif de manière innovante et efficace. Pour orienter la convergence vers de bonnes listes, des principes issus des algorithmes évolutionnaires pourraient être adaptés pour croiser différentes listes prometteuses. S'agissant de limiter le nombre de listes à explorer, il est imaginable que des propriétés de dominance puissent être déduites par apprentissage sur les profils d'opinion exprimés.

Ce ne sont là que de vagues idées... qui peut être interpellent le lecteur inspiré.

RO et subjectivité

Pour changer de registre, il est également possible de faire le lien entre la NTCS et des problèmes de RO tout à fait classiques.

Les problèmes de tournées de véhicules (VRP) en sont un exemple. De nombreuses variantes du VRP visent à intégrer la modélisation de composantes que l'on pourrait qualifier de subjectives. Par exemple, différentes approches existent pour exprimer la tolérance des clients au dépassement des créneaux horaires qui leur ont été communiqués, sous la forme de fenêtres de temps souples notamment. De même il existe plusieurs variantes intégrant la notion de profit ; celui-ci servant en pratique tout autant à exprimer un gain économique quantifiable à proprement parler qu'à évaluer la criticité de certaines opérations relativement à d'autres. Ces différentes composantes sont très souvent modélisées sous la forme de grandeurs quantifiables par pure commodité, bien qu'en pratique elles correspondent à des réalités qui ne le sont pas.

De nombreux autres exemples existent certainement parmi les problèmes de RO visant des applications dans le domaine médical ou l'humanitaire.

RO

« Un autre sujet, peut-être tout aussi polémique, est celui de la constitution de listes citoyennes. »

Les concepts mis à disposition par la NTCS permettent d'éviter ce type de déformation sans pour autant se démunir. Les profils de mérite contiennent beaucoup d'information. Il y a donc lieu de croire que leurs comparaisons soient exploitables pour orienter des méthodes de recherche au même titre que des objectifs ou métriques agrégés sous forme d'un scalaire. En dépit de leur richesse, ils se prêtent à une représentation compacte et leur comparaison s'opère avec une complexité dont l'ordre de grandeur est limité par le nombre de mentions utilisées. Leur usage pour l'évaluation de voisinages et l'adaptation de nombreuses méthodes semble donc raisonnablement envisageable.

Tout cela demande à être étudié et vérifié. Mais la NTCS pourrait bien offrir à la RO les moyens d'embrasser toutes sortes de subtilités et de sensibilités qui ne manquent pas de se présenter en matière d'aide à la décision, et ce sans renoncer à une approche strictement rationnelle.

Conclusion

Les idées qui précèdent ne sont que de vagues ébauches sans autre ambition que de susciter l'enthousiasme et l'envie d'explorer les possibilités offertes par cette nouvelle théorie du choix social.

Ces quelques pages font l'impasse sur les nombreuses autres contributions majeures de Michel BALINSKI. Le propos est donc très réducteur, et ne donne à voir qu'une petite partie du champ des possibles ouvert par ses travaux. Pour en donner la mesure, on peut résumer ces pages en disant qu'elles se limitent à tenter de deviner ce qui pourrait se révéler être un trait d'union entre sciences exactes et sciences humaines.

Références

- [1] BALINSKI M., LARAKI R. (2007). *A theory of measuring, electing and ranking*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 104, no. 21, 8720-8725.
- [2] BALINSKI M., LARAKI R. (2007). *Election by Majority Judgement: Experimental Evidence*. Cahier du Laboratoire d'Econométrie de l'École Polytechnique 2007-28.
- [3] BALINSKI M., LARAKI R. (2011). *Majority Judgement: Measuring Ranking and Electing*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/majority-judgment>
- [4] BALINSKI M., LARAKI R. (2013). *Jugement Majoritaire vs Vote Majoritaire (via les Présidentielles de 2011-2012)*. Revue Française d'Economie. N°4, volume XXVII, 11-44.
- [5] BALINSKI M., LARAKI R. (2014). *What Should « Majority Decision » Mean?* Chapter in the book: *Majority Decisions*, Cambridge University Press, by J. Elster and S. Novak.
- [6] BALINSKI M., LARAKI R. (2014). *Judge: Don't vote*. Operations Research, vol 28, No 3, pp 483-511.
- [7] BALINSKI M., LARAKI R. (21 Avril 2016). *Pour éviter un nouveau 21 avril, instaurons le « jugement majoritaire »*. The Conversation France (relayé par Marianne, France Inter, Sud-Ouest).
- [8] BALINSKI M., LARAKI R. (May 9, 2016). *Trump and Clinton victorious: proof that US voting system doesn't work*, The Conversation USA, (followed by HuffPost, rawstory, National Post, Salon.com, New Republic, etc).
- [9] BALINSKI M., LARAKI R. (7 Novembre 2016). *Trump vs Clinton: pourquoi le système de vote américain ne fonctionne pas*. Terra Nova.
- [10] BALINSKI M., LARAKI R. (2017). *Majority Judgment vs Majority Rule*. Cahier du Lamsade N°377.
- [11] BALINSKI M. (2018). *Réponse à des Critiques du Jugement Majoritaire*. crest.science/RePEc/wpstorage/2018-10.pdf
- [12] Association « Mieux Voter » (21 Septembre 2018). *Parcoursup : la solution n'est pas le retour au classement des vœux*. Libération.
- [13] LARAKI R. (2019). *Les contributions majeures de Michel BALINSKI dans le vote et le choix social*. Revue Économique, vol 70, 403-409.
- [14] Biographie INFORMS : <https://www.informs.org/Explore/History-of-O.R.-Excellence/Biographical-Profiles/Balinski-Michel>
- [15] *Conférence internationale en l'honneur de Michel Balinski*, en association avec le CNRS, l'École Polytechnique et la ROADEF, 3-4 décembre 2019, Rue Michel-Ange, Paris, France, <https://tombalinski.sciencesconf.org>
- [16] BALINSKI M. and LARAKI R. (2019). *Majority Judgment vs Approval Voting*. Accepted for publication in Operations Research, special issue in the memory of Kenneth Arrow.
- [17] BALINSKI M. and LARAKI R. (2019). *Majority Judgment vs Majority Rule*. Accepted for publication in Social Choice and Welfare, special issue in the memory of Kenneth Arrow.
- [18] BALINSKI M. (2019). *Réponse à des critiques du Jugement Majoritaire*, Revue économique, Vol. 70 pages 589 à 610, <https://www.cairn.info/revue-economique-2019-4-page-589.htm>

hORs-les-murs



La gestion des internats

par Parcoursup

..... Par Claire MATHIEU (CNRS, Paris) et Hugo GIMBERT (CNRS, Bordeaux)

Parcoursup est une plateforme d'affectation des bacheliers aux formations de l'enseignement supérieur en France, qui remplace APB (Admission Post-Bac) depuis 2017-2018. Chaque année, des centaines de milliers de candidats mettent leurs dossiers de candidature et inscrivent leurs vœux sur la plateforme, puis les milliers de formations examinent les dossiers des candidats, et enfin une phase de propositions par les formations et réponses par les candidats permet de déterminer l'affectation.

Comme c'était déjà le cas pour APB, cette phase s'appuie sur l'algorithme des mariages stables de Gale et Shapley, avec une différence notable : dans Parcoursup la dernière phase a l'originalité d'être exécutée au fil de l'eau, les places libérées par les candidats démissionnaires étant aussitôt remises en jeu et les candidats ne révélant leurs préférences qu'à minima, au moment où ils ont le choix entre plusieurs formations. La mise en place de Parcoursup a été le feuilleton de l'été 2018 dans les médias. Notre propos ici n'est pas de présenter l'ensemble de la procédure – le sujet est encore trop sensible pour pouvoir être discuté dans la sérénité –, mais de nous centrer sur un problème collatéral : l'affectation des places en internat.

La gestion des internats des classes préparatoires est assurée par un algorithme de la plateforme Parcoursup, en même temps que l'affectation des candidats aux formations. La présentation faite ici est construite à partir du rapport du MESRI (Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation, <https://framagit.org/parcoursup/algorithmes-de-parcoursup>). Le contexte est le suivant : des candidats font des vœux pour diverses formations, et, pour chaque classe préparatoire comprenant un internat, indiquent s'ils sont candidats à une place avec internat, ou à une place sans internat, ou les deux. Typiquement, il y a plus de places dans la formation que de lits d'internat, et il faut donc allouer ces lits au mieux. Comment l'algorithme procède-t-il ?

En simplifiant quelque peu, les données d'entrée de l'algorithme sont les suivantes :

- Les vœux des candidats, certains avec internat, certains sans. Un même candidat peut effectuer un vœu avec internat et/ou un vœu sans internat.
- Pour chaque formation, une capacité d'accueil et un classement des candidats, appelé ordre d'appel, basé typiquement sur des critères de potentiel de réussite dans la formation (et incorporant également des mesures favorisant les boursiers).
- Pour chaque internat, une capacité d'accueil et un classement des candidats, basé typiquement sur des critères de distance entre le domicile et le lieu de la formation, et des critères sociaux.

Sur la base de ces données d'entrée, l'algorithme doit déterminer la liste des vœux donnant lieu à une proposition, en respectant quelques principes de bon sens :

P1. ne pas dépasser les capacités des formations et des internats ;

P2. pour les propositions sans internat, respecter l'ordre d'appel : si Alice est classée devant Barbara dans l'ordre d'appel d'une formation où toutes deux ont fait un vœu sans internat, et que Barbara reçoit une proposition, alors Alice aussi ;

P3. pour les propositions avec internat, respecter l'ordre d'appel et le classement internat : si Alice est classée devant Barbara à la fois dans l'ordre d'appel et au classement internat pour une formation où toutes deux ont un vœu avec internat, et que Barbara reçoit une proposition, alors Alice aussi.

Ce mini cahier des charges n'est pas exhaustif, car l'ordre d'appel et le classement internat ne sont en général pas alignés, ce qui crée certains dilemmes. Par exemple, imaginons une formation de capacité 2 avec un internat de capacité 1 et deux candidats Alice et Barbara. Alice est classée 1^{re} dans l'ordre d'appel et 10^e à l'internat. Barbara est classée 2^{de} dans l'ordre d'appel et 1^{re} à l'internat.

À qui proposer l'hébergement en internat ? La réponse semble facile : proposer la formation sans hébergement en internat à Alice et la formation avec hébergement en internat à Barbara. Mais cette solution n'est pas toujours possible car il se peut qu'Alice ait fait un vœu avec internat mais pas de vœu sans internat. Dans ce cas, d'une certaine manière, Alice exige l'internat comme condition d'intégration de la formation et si la formation ne donne pas de place d'internat à Alice, celle-ci ira ailleurs. Il faut alors se résoudre, ou bien à proposer la formation avec hébergement en internat à Alice et la formation sans hébergement en internat à Barbara, ou bien à ne pas faire de proposition à Alice, à faire une proposition avec internat à Barbara, et une proposition sans internat au candidat qui est 3^e dans l'ordre d'appel. Chacun de ces choix a des inconvénients qui lui sont propres, et il n'existe pas de solution qui soit évidemment meilleure à tout point de vue.

« La gestion des internats des classes préparatoires est assurée par un algorithme de la plateforme Parcoursup, en même temps que l'affectation des candidats aux formations. »

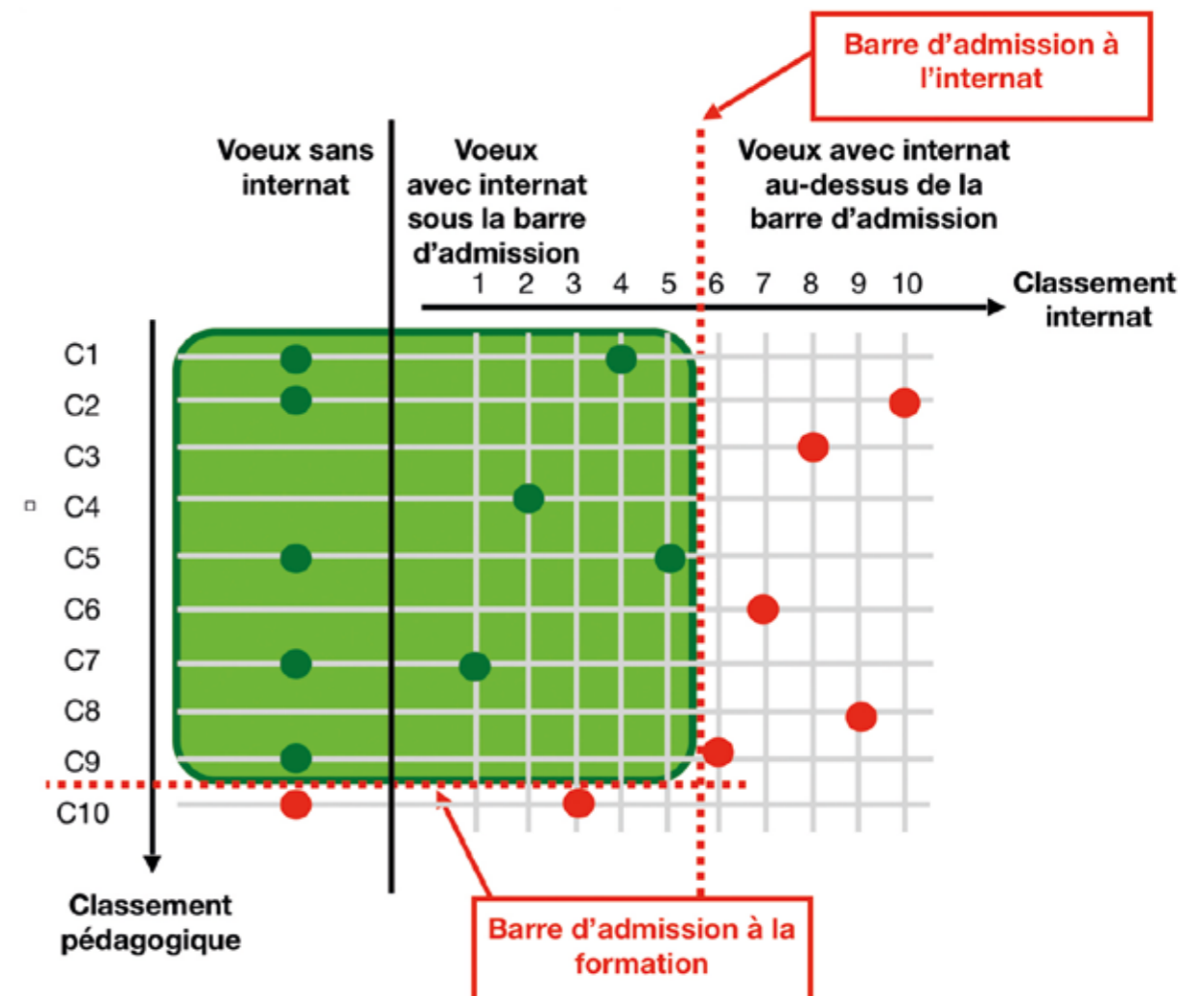


La situation se complique du fait qu'une formation peut avoir plusieurs internats associés (typiquement un internat pour les femmes et un internat pour les hommes) et, de façon plus complexe, qu'un internat peut être partagé par plusieurs formations (typiquement un internat d'établissement partagé par les diverses classes préparatoires de l'établissement). Un internat avec une seule place doit-il donner cette place à un candidat de la formation MPSI ou de la formation PCSI ? Là non plus, il n'y a pas de priorité évidente.

La solution développée pour gérer les internats est basée sur la notion de barre d'admission. L'algorithme calcule une barre d'admission pour chaque formation et une barre d'admission pour chaque internat. Pour qu'un vœu sans internat reçoive une proposition, il suffit que son rang dans l'ordre d'appel soit au plus égal à la barre d'admission de la formation. Pour qu'un vœu avec internat reçoive une proposition, il faut de surcroît que son rang dans le classement internat soit au plus égal à la barre d'admission de cet internat. Par exemple, un internat I a une barre d'admission dans son classement

égale à 34 et une formation F a une barre d'admission dans son ordre d'appel égale à 125. Qui reçoit une proposition d'admission sans internat pour F ? Tous les vœux sans internat en attente dont le rang d'appel pour F est inférieur ou égal à 125. Qui reçoit une proposition d'admission avec internat I pour F ? Tous les vœux avec internat en attente dont le rang d'appel pour F est inférieur ou égal à 125 et dont le rang dans le classement de l'internat I est inférieur ou égal à 34.

Le graphique suivant illustre le principe des barres d'admission. Les candidats C1, C2, ..., C10 sont listés verticalement dans l'ordre d'appel et leurs vœux avec ou sans internat sont représentés par un ou deux points situés sur la même ligne. Les vœux sans internat sont placés tout à gauche : on voit que C1 et C2 ont fait un vœu avec internat alors que C3 et C4 n'en ont pas fait. Les vœux avec internat sont placés à une abscisse dépendant du classement internat du vœu : C1 a été classé 4^e à l'internat et C2 a été classé 10^e. Les deux barres d'admission sont en rouge pointillé. La zone verte couvre tous les vœux donnant lieu à proposition.



Mais comment ces barres sont-elles calculées par l'algorithme ? On se trouve là devant un petit problème d'optimisation. Il y a de nombreuses formations, de nombreux internats, et des interdépendances entre eux à cause de leurs capacités limitées : il faut remplir les formations et les internats au maximum, tout en respectant les contraintes de capacités et d'équité **P1**, **P2** et **P3**.

Supposons que les barres d'admission aux internats soient connues. Il est alors aisé de calculer les barres d'admission aux formations, par un simple algorithme glouton : pour chaque formation, l'algorithme descend dans l'ordre d'appel et fait une proposition pour chaque vœu sans internat et pour chaque vœu avec internat dans le rang internat est suffisamment bon, jusqu'à avoir atteint la capacité de la formation. Par construction les contraintes de capacité des formations sont respectées, mais malheureusement ce n'est pas forcément le cas pour les contraintes de capacité des internats.

Une possibilité serait alors de trouver les barres d'admission aux internats par tâtonnement : faire une tentative ; déduire les barres d'admission aux formations ;

on sait alors quelles propositions faire. Avant de valider cette tentative, il faut encore vérifier que les contraintes de capacité des internats sont respectées. Si elles ne le sont pas, c'est que les barres d'admission aux internats étaient mal choisies, et il faut faire une autre tentative. Une modification naturelle est de diminuer de 1 la barre d'admission d'un internat qui se trouve en surcapacité. Il est alors logique de commencer en essayant avec des barres d'admission aux internats qui sont toutes extrêmement élevées (égales au nombre de candidats), puis de faire une succession de tentatives, en diminuant à chaque fois la barre d'un internat en surcapacité, jusqu'à enfin trouver un choix de barres qui respecte toutes les capacités des internats. Ce choix peut alors être validé, et les propositions peuvent être envoyées. (On sait que cela arrivera forcément au bout d'un temps fini, quitte à faire descendre toutes les barres de tous les internats à 0...).

Reste à choisir l'ordre dans lequel diminuer les barres des internats en surcapacité. Et là, une propriété structurelle émerge : la valeur finale des barres d'internat est indépendante de l'ordre dans lequel ces barres sont diminuées ! Ainsi, il n'y a pas de risque de favoritisme entre les formations. Cela donne l'algorithme suivant :

1. Dans chaque internat la barre d'admission est initialement fixée à une valeur très grande.

2. Répéter

- On constitue la liste des vœux éligibles à proposition. Pour cela, dans chaque formation, on énumère dans l'ordre d'appel les vœux en attente de proposition, et tant que la capacité d'accueil de la formation n'est pas dépassée, on ajoute à la liste :
 - chaque vœu sans internat
 - chaque vœu avec internat dont le classement internat du candidat est inférieur à la barre d'admission à cet internat
- S'il existe un internat en surcapacité, alors on diminue d'une unité la barre d'admission de cet internat et on répète de nouveau l'étape précédente ; sinon le calcul des barres d'admission aux internats est terminé.

3. La barre d'admission à une formation est définie comme le rang d'appel maximum dans la liste des vœux éligibles à proposition.

4. On envoie des propositions pour tous les vœux éligibles à proposition lors de la dernière étape de l'algorithme.

Proposition 1 : La valeur finale des barres d'internat est indépendante de l'ordre dans lequel ces barres sont diminuées.

Démonstration : On observe tout d'abord que lorsqu'on décrémente la barre d'admission à un internat i_0 , alors tout internat i_1 qui auparavant était en surcapacité est encore en surcapacité. En effet, décrémente la barre d'admission à i_0 revient à potentiellement effacer des vœux éligibles le vœu avec internat i_0 qui auparavant se trouvait juste à la barre. Si F dénote la formation concernée par ce vœu, l'algorithme peut désormais aller un peu plus loin dans l'ordre d'appel de F et éventuellement faire une proposition de plus, proposition qui peut éventuellement concerner un internat i_1 . Au total, le nombre de propositions pour l'internat i_0 , ou bien reste inchangé, ou bien diminue de 1 ; et le nombre de propositions pour tout internat autre que i_0 , ou bien reste inchangé, ou bien augmente de 1 ; d'où l'observation.

Pour démontrer la proposition, on fait un raisonnement par l'absurde. Supposons deux exécutions qui donnent des résultats différents. Parmi toutes les paires d'exécutions donnant un résultat différent, choisissons en une dont les deux exécutions coïncident le plus longtemps possible. Soit t l'instant où ces deux exécutions divergent, la première décrémentant la barre d'admission x_i d'un internat i_0 et la deuxième la barre d'admission x_i d'un internat i_1 . Considérons la première exécution. À l'instant t , il est en surcapacité, donc par notre observation il reste en surcapacité jusqu'à un instant $t' > t$ où l'algorithme décrémenté x_{i_1} . Modifions cette exécution en échangeant l'ordre des opérations de proche en proche pour faire remonter l'opération sur x_{i_1} à $t'-1$; $t'-2$, etc., jusqu'à t .

Par l'observation ci-dessus, cette exécution modifiée est encore valide, elle ne change pas le résultat, et elle coïncide avec la deuxième exécution pendant un instant de plus : contradiction. ■



Le vecteur des barres d'admission aux internats calculées par l'algorithme peut se caractériser comme suit : c'est le maximum global dans l'ensemble des vecteurs de barres d'admission aux internats qui ne créent de surcapacité dans aucun internat.

C'est essentiellement de cette manière que chaque jour Parcoursup gère les internats. L'algorithme est exécuté quotidiennement pour reposer des places libérées suite à un refus ou une démission. À ces considérations se rajoutent donc des éléments liés au déroulement au fil de l'eau, qui induisent le risque de donner trop hâtivement des places d'internat à des candidats bien classés dans l'ordre d'appel mais pas si bien classés à l'internat. Par exemple, une formation de capacité 40 avec un internat de capacité 10, dont les candidats ont tous fait des vœux avec internat et des vœux sans internat, ferait le premier jour des propositions aux 40 premiers dans l'ordre d'appel, en assortissant cette offre d'une proposition avec internat pour les 10 d'entre eux qui sont les mieux classés à l'internat. Supposons que tous les candidats qui ont reçu une proposition avec internat l'acceptent. Si certains des candidats qui ont reçu une proposition sans internat la déclinent, les jours suivants la formation fait des propositions aux candidats suivants dans l'ordre d'appel, mais sans pouvoir leur proposer de place avec internat, puisqu'à ce stade l'internat est plein. Même si le 41^e candidat dans l'ordre d'appel est 1^{er} au classement internat – ultra-prioritaire –, il n'y aura pas de place pour lui.

Autrement dit, bien que l'algorithme garantisse une forme d'équité quotidienne (propriétés **P2** et **P3**, ainsi que la propriété **P4** ci-dessous), il ne garantit pas une forme d'équité plus globale (propriété **P5** ci-dessous) :

P4. Équité quotidienne : chaque jour, parmi les candidats recevant une proposition à une formation, ceux qui ont une proposition avec internat sont mieux classés à l'internat que ceux qui l'ont demandé sans l'avoir.

P5. Équité du résultat final : à la rentrée, parmi les candidats qui suivent la formation, ceux qui ont obtenu l'internat sont mieux classés à l'internat que ceux qui l'ont demandé sans l'avoir.

Pour garantir parfaitement P5, il faudrait connaître à l'avance les réponses des candidats, chose partiellement possible avec APB mais impossible avec Parcoursup. À la place, on s'efforce de garantir au mieux P5 en préservant des places d'internat en prévision du cas où le jeu des démissions conduirait ultérieurement à vouloir faire une proposition à un candidat moins bien classé dans l'ordre d'appel mais ultra-prioritaire à l'internat, afin de s'assurer qu'à ce stade il restera encore des places d'internat à proposer. Ces préservations sont faites par une heuristique d'estimation du rang du futur dernier appelé basée sur le taux d'acceptation des propositions : ainsi, dans le cas de l'exemple ci-dessus, au lieu de proposer l'internat aux 10 candidats les plus prioritaires parmi les 40 qui sont appelés le premier jour, on réserve les propositions d'internat aux 10 candidats les plus prioritaires parmi ceux qui, selon l'estimation faite par l'heuristique, sont ou seront appelés par la formation, et ces propositions se concrétiseront lorsque le jeu des démissions permettra à la formation de descendre jusqu'à eux dans l'ordre d'appel

pour leur faire une proposition. Bien sûr, des mises à jour sont faites à chaque fois qu'une proposition avec internat est déclinée.

Sur la plateforme Parcoursup, à ces principes se superposent d'autres éléments. La description complète des algorithmes et le code informatique sont consultables publiquement à l'adresse <https://framagit.org/parcoursup/algorithmes-de-parcoursup>.

Ainsi, l'algorithme d'allocation de places d'internat permet de gérer internats et classes préparatoires en garantissant le respect de leurs capacités et en tenant compte à la fois du rang d'appel des candidats par les classes préparatoires et également de leur classement selon les critères des internats.

On peut ajouter pour conclure, que la conception même de l'algorithme devait également satisfaire d'autres objectifs, d'efficacité et de simplicité, de façon à permettre l'édition de fiches explicatives comme celle-ci : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/parcoursup_2019/41/1/Infog_Liste-attente-internat_1120411.pdf

Hugo GIMBERT et Claire MATHIEU ont été chargés de mission au MESRI pour participer à la conception des algorithmes de Parcoursup. L'algorithme de l'encadré résulte de discussions entre les personnes suivantes : Gabrielle FACK, Lucien FRYS, Hugo GIMBERT, Julien GRENET, Guillaume HAERINGER, Vincent IELHÉ, Jacob LESHNO, Claire MATHIEU, et Yuval PERES.



Vie du GDR RO



Par Alain QUILLIOT, Directeur du GDR RO

Le GDR RO (CNRS 3002)

Bilan 2019, enjeux et perspectives 2020

L'année 2019, quoique non encore achevée, aura été pour le GDR RO, 3002, INS2I-CNRS, <http://gdrro.lip6.fr>, liste de diffusion : gdrro@services.cnrs.fr, une année d'ores et déjà riche.

Parmi les multiples évènements marquants, on pourra mentionner :

- L'École Jeunes Chercheurs et Doctorants 2019 du GDR RO, organisée du 25 au 28 juin à Paris, sur le thème « Préférence, Décision et Jeux ». Cette école, principalement portée par le GT TADJ du GDR (Comité Scientifique : Denis BOUYSSOU, Michel GRABISCH, Patrice PERNY) a bénéficié d'un soutien direct du CNRS au titre de la formation permanente des personnels, et a rassemblé, autour de sujets à la croisée de la RO et de l'I.A., des chercheurs et doctorants sur des exposés de niveau international.
- Dans un registre similaire, le GT POC a organisé à Metz (Ridha MAHJOUR, Imed KACEM) sur une semaine entière au printemps, comme il a pris désormais l'habitude de le faire une fois tous les deux ans, les journées JPOC (onzième édition) et l'École de Printemps qui lui est associée, intitulée « Ordonnancement et Approximation ».
- C'est également au printemps que le GDR a organisé sa Journée Industrielle annuelle, en partenariat, et c'est une première, avec le Programme PGMO (EDF, ORANGE, THALES, CRITEO) et la Fondation HADAMARD, représentés par Stéphane GAUBERT et Sandrine CHAROUSSET. Les sept exposés réalisés ont porté sur les thèmes liés à la Décision en matière de management de l'Énergie et des grands réseaux, et ont été de remarquable qualité. Plus de 70 personnes ont participé à cette journée.

- Le GDR a enfin joué son rôle habituel de participant actif à l'organisation du congrès annuel de la ROADEF en février au Havre, au travers de sa demi-journée « Tutoriels GDR RO » : AG (45 mn) et 6 tutoriels d'1h chacun (60 participants par tutoriel). Il est important de remarquer que ces exposés, dont les titres et intervenants sont disponibles sur le site de la conférence (<https://roadef2019.univ-lehavre.fr/tutoriels-du-gdr-ro/>), ont été l'occasion d'une ouverture marquée sur les thèmes liés à l'Intelligence des Données et à l'Interaction entre RO et technologies émergentes.
- On mentionnera aussi, dans le registre des programmes collaboratifs, la poursuite du Projet Européen H2020 RISE Marie CURIE GEOSAFE, à l'intérieur duquel le GDR RO constitue l'interlocuteur français sur la planification réactive en situation de catastrophe naturelle (feux de forêts). Cela a conduit au déplacement pendant 1 mois à Melbourne de chercheurs du LAAS, du LIMOS, de l'Université du Havre et de HEUDIASYC.
- Au plan des actions « jeunes » enfin (responsable Lucie GALAND), ce sont 7 bourses de mobilité à l'étranger, de 500 € chacune, qui ont été attribuées par le GDR RO. La demande ayant été cette année plus forte que de coutume, il a été convenu de donner en la circonstance priorité aux étudiants en 2^e année de doctorat.

Perspectives 2019/2020

L'année 2020 sera une année cruciale pour le GDR RO, et indirectement pour la RO en France, car c'est au printemps 2020 que se jouera le renouvellement du GDR RO en tant que structure reconnue par le CNRS. Dans cette perspective :

- Le GDR inscrira dans ses objectifs de jouer un rôle à la fois de veille technologique, de cartographie, de réflexion prospective, et de projection de ce que représente le CNRS auprès des décideurs publics et privés, et notamment, en ce qui concerne la RO, auprès des acteurs socioéconomiques.
- Attentif aux bouleversements en cours au sein de la société, il procédera à un renouvellement de ses thématiques et de son organisation, cherchant à se positionner de façon proactive tant par rapport aux macro-thématiques que

représentent le Big Data et l'Intelligence Artificielle, que par rapport aux défis émergents induits par les bouleversements technologiques (IoT, Robotique), socio-économiques (Énergie, Outsourcing, Globalisation, Économie Circulaire) ou sociétaux (Énergie, Santé, Environnement).

- Il devra enfin renouveler et élargir son équipe de Direction, prolongeant ainsi le mouvement engagé depuis quelques années, avec notamment l'arrivée au Comité de Pilotage du GDR de personnalités jeunes (Lucie GALAND, Pierre FOUILHOUX, Marc SEVAUX, Emmanuel HYON), le resserrement des synergies avec la ROADEF et la nomination de Christian ARTIGUES comme Directeur Adjoint.

Présentation du Groupe de Travail « Optimisation dans les Réseaux »

Le GT « Optimisation dans les Réseaux » est rattaché au Groupe de Recherche RO du CNRS et au groupe de travail européen ENOG de la Société européenne de Recherche Opérationnelle EURO, et reçoit le soutien financier de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF). La vocation du groupe est d'offrir des opportunités d'échanges entre chercheurs débutants et confirmés, académiques et industriels, autour de thèmes liés à l'optimisation dans les réseaux sous toutes ses formes et dans différents domaines d'application : énergie, logistique, transport, télécommunications, etc. **Nos objectifs sont de :**

- développer les échanges sur les problématiques d'optimisation de réseaux entre chercheurs industriels et académiques, en identifiant les problématiques communes entre secteurs d'activité,

- attirer la communauté scientifique sur ces sujets en valorisant les problématiques, le savoir-faire, les équipes, les individus et les entreprises,
- faciliter les transferts technologiques entre secteurs, du monde scientifique vers les applications industrielles en favorisant l'émergence de partenariats et d'actions collaboratives : établir des jeux de données de référence, proposer des benchmarks, valider rigoureusement les méthodologies, mettre en place des typologies de problèmes.



Activités passées et futures

Depuis 2006, le GT organise annuellement deux journées thématiques dont une conjointement avec un industriel ou un autre GT du GDR-RO. Par ailleurs, nous organisons régulièrement des sessions "Optimisation des Réseaux" dans le congrès annuel de la ROADEF et dans la conférence ISCO. Pour cette année 2019, nous avons organisé en mars conjointement avec le GT POC une journée sous le thème "Optimisation et Science de données" au sein de la Sorbonne avec Andrea LODI et d'autres éminents intervenants. La journée

a attiré plus de cent dix participants dont de nombreux industriels. D'autre part, en association avec l'Université Paris 1, nous avons organisé en mai un séminaire célébrant le 85^{ème} anniversaire de Jack EDMONDS en sa présence et celle de Laurence WOLSEY. Un workshop intitulé "Workshop on Advanced BCP Tools: VRPSolver and Coluna" organisé conjointement avec le groupe POC et Eduardo UCHOA, est prévu le 21 et 22 novembre 2019 à la Sorbonne.

Prospectives

Le GT vise à favoriser dans les prochaines années des thèmes émergents portant sur l'étude de problématiques économiques, énergétiques et sécuritaires engendrées par les nouveaux types de réseaux dans un contexte de données massives et hétérogènes.

- 1 L'émergence des techniques de virtualisation des réseaux de télécommunications ont pour objectif de rendre possible une gestion fine et centralisée des ressources créant ainsi de nouvelles problématiques d'optimisation des réseaux de télécommunications. Tel est le cas pour les réseaux définis par logiciels (SDN), les réseaux Ad Hoc incluant des objets connectés (IoT), les nouvelles offres de services des infrastructures Cloud et les problèmes de sécurité des données qui en découlent.
- 2 Les réseaux multi-fluides regroupent les problématiques liées à une gestion optimale de réseaux électriques, gaz, hydrogène connectés entre eux par différents appareils comme les piles à combustible ou les électrolyseurs.
- 3 La planification et la prise de décision pour le transport dans les smart cities : transport en commun, transport ferroviaire, gestion de trafic urbain, véhicules autonomes et/ou électriques. Étude des réseaux avec décentralisation / distribution des décisions comme pour le cas des véhicules autonomes.
- 4 Gestion optimale des réseaux de distribution hydraulique sous contraintes environnementales.

- 5 Réseaux sociaux, détection de communautés virtuelles, classification dans les réseaux complexes.
- 6 Les développements importants de l'Intelligence Artificielle et des méthodes d'apprentissage offrent une autre façon d'appréhender l'incertitude dans les problèmes d'optimisation des réseaux. Les méthodes d'apprentissage permettent le développement de politiques optimales pour la production, la consommation et le stockage de l'énergie.
- 7 Développement de méthodes hybrides combinant les approches de l'Intelligence Artificielle et de l'apprentissage avec les approches classiques de l'optimisation pour répondre aux nouveaux besoins des entreprises.

Pour en savoir plus :

<https://sites.google.com/site/gtptres/journees>

Animateurs :

Walid BEN AMEUR, SAMOVAR Telecom Sud Paris
David de ALMEIDA, SNCF
Eric GOURDIN, Orange Labs R&D
Arnaud KNIPPEL, LMI, INSA Rouen
Viet Hung NGUYEN, LIMOS, Université de Clermont Auvergne
Slawomir PIETRASZ, ENGIE
Sonia VANIER, SAMM - Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Présentation du Groupe ROSa : « Recherche Opérationnelle pour la Santé »



Propos et objectifs

Le GT ROSa a été créé en 2014, avec pour objectif de réunir les chercheurs travaillant sur des problématiques de la RO et de l'Aide à la Décision appliquées au milieu de la santé. La création d'un groupe sur le domaine d'application spécifique de la santé a été motivée par la source importante de problèmes originaux nécessitant des approches méthodologiques et techniques spécifiques pour leur résolution. Comme dans d'autres GDR (MACS avec le groupe GISEH et MADICS avec l'action ATLAS), un groupe dédié a semblé opportun. En effet, la santé est un domaine industriel qui est en retard par rapport à d'autres secteurs dans l'intégration d'approches rationnelles de gestion. Ainsi les méthodes quantitatives d'optimisation y sont peu présentes. Un premier objectif du groupe est d'aborder les défis techniques posés dans ce secteur par des problèmes aux caractéristiques originales. Les fonctions objectives sont fortement liées à la qualité de service plutôt qu'au profit.

Les patients passent par des processus de prise en charge variés et individualisés. Les ressources, notamment humaines, sont elles aussi très hétérogènes en compétences, expériences et disponibilités. Le deuxième objectif de ROSa est de positionner la communauté "ROADEF" comme un interlocuteur reconnu par les acteurs de la santé pour traiter leurs problèmes d'organisation et de prise de décisions. ROSa permet d'envisager des actions groupées pour représenter la communauté différemment que par les contributions académiques (ateliers ouverts aux acteurs de la santé, actions de formation, etc.). Enfin, les chercheurs s'intéressant à ce domaine d'application trouveront certaines des clés pour pénétrer le secteur de la santé où par exemple il n'y a à ce jour que très peu de relais d'ingénieurs sensibles à nos thématiques et où l'accès et l'utilisation des données et résultats sont soumis à des réglementations très strictes et paradoxalement changeantes.

Actions

Le groupe ROSa se réunit environ deux journées par an dans des lieux différents ; parfois en marge d'une conférence nationale ou internationale. Une demi-journée est consacrée à des présentations longues de un à deux chercheurs de renom invités à présenter et discuter d'une partie de leurs travaux en lien avec la santé. L'autre demi-journée est dédiée à des présentations plus courtes de chercheurs et plus particulièrement de doctorants. Des sessions sont proposées à la conférence annuelle ROADEF, aux journées JESS et à MOSIM. Des sessions communes sont également organisées avec le groupe GISEH (journées STP). Deux tutoriels ont été montés ces dernières années. Le premier, « Recherche Opérationnelle et Santé : challenges et opportunités », a été présenté lors du congrès ROADEF 2015. Le second, « Planification du transport sanitaire : état de l'art et challenges », s'est tenu à l'occasion de MOSIM 2018. La dernière action a été la co-organisation d'une Journée Efficacité des Systèmes de Soins (JESS) sur le thème "Intelligence Artificielle en Santé" (<https://jess-2019.sciencesconf.org/>). Un consortium a été créé pour répondre à l'appel à projet collaboratif de l'ANR 2019 sur le thème de l'hospitalisation ambulatoire. Le projet n'a finalement pas été soutenu par l'ANR mais la dynamique devrait permettre d'avoir au moins un autre consortium déposant un sujet RO et santé l'an prochain.

Le contact noué localement entre chercheurs et hospitaliers a permis à quelques projets de voir le jour (stages de master, thèses). Pour les prochaines années, le groupe continuera à s'animer autour de deux ateliers et environ deux sessions invitées à des conférences nationales. Une réflexion porte cependant sur la fréquence de ces ateliers, au vu de l'affluence plus variable ces derniers temps. La dynamique de dépôt de projets de recherche collaboratifs reste un objectif poursuivi pour le groupe. Les prochaines manifestations/actions seront annoncées sur la liste rosa@services.cnrs.fr. Au sein de ROSa, nous sommes en train de former un comité d'organisation pour soumettre une candidature à la conférence ORAHS (Operations Research Applied to Healthcare Systems) du groupe EURO à l'horizon 2022-2023.

Pour en savoir plus :
<http://gdrro.lip6.fr/?q=node/67>

Animateurs :
Yannick KERGOSIEN, Laboratoire d'Informatique de Tours
Thierry GARAIX, Limos, Saint-Etienne



ActuROAD

Le congrès ROADEF 2019 au Havre : vous y étiez ?

..... Pour le comité d'organisation, Eric SANLAVILLE et Adnan YASSINE

La 20^e conférence ROADEF 2019 a été organisée au Havre, par les deux laboratoires LITIS et LMAH de l'Université Le Havre Normandie, avec l'appui pour son organisation de l'Université de Caen Normandie, de l'INSA de Rouen, et de l'École de Management de Normandie.

La région Normandie a également fortement soutenu cette manifestation, ainsi que de nombreux établissements académiques normands, et des sponsors industriels locaux et nationaux.



Le congrès s'est déroulé du lundi 18 au soir au jeudi 21 février 2019. Il a accueilli près de 370 chercheurs académiques et industriels. Cette durée inédite a permis aux participants arrivés dès lundi d'assister à la conférence inaugurale exceptionnelle de Dominique DE WERRA (EPFL Lausanne). Cette conférence était organisée conjointement avec l'université populaire. Dominique a montré de manière très claire le rôle des mathématiques discrètes dans de très nombreux secteurs d'activité.

Trois conférences plénières étaient programmées. François VANDERBECK de Bordeaux a présenté les dernières avancées en programmation mathématique, en particulier sur la résolution pratique de problèmes applicatifs de grande taille. Sanaz MOSTAGHIM de Magdeburg a superbement illustré l'importance de la résolution efficace de problèmes de décision multicritères et temps réels dans les domaines de la robotique et des jeux vidéo. Enfin, Stein WALLACE de Bergen nous a exposé, dans le cadre de la programmation stochastique bi-niveaux, comment il est possible de construire un nombre assez réduit de scénarios permettant d'évaluer efficacement les solutions, même avec un très grand nombre de variables aléatoires. Il a illustré sa démarche sur des problèmes de tournées de véhicules, quand ces variables ne sont pas indépendantes. Les vidéos de ces quatre conférences sont visibles à partir du site <https://roadef2019.univ-lehavre.fr>.

240 présentations avaient été sélectionnées, la plupart ont été présentées. Trois heures ont été consacrées le mardi au GDR Recherche Opérationnelle. Après son Assemblée Générale, six tutoriels ont été présentés. Cinq semi-plénières industrielles étaient également programmées le mercredi matin avec des présentations industrielles : DECISIONBRAIN, LocalSolver, IBM, FICO, GURUBI. Enfin l'Assemblée Générale de la ROADEF s'est comme d'habitude tenue le deuxième jour.

En plus de ce copieux programme scientifique, de nombreuses activités sociales étaient proposées : le cocktail de bienvenue s'est tenu dans les salons de l'Hôtel de Ville, haut lieu du quartier reconstruit "Perret" (rappelons que Le Havre fut après la guerre un superbe terrain de jeu pour les architectes et aménageurs, le centre-ville ayant été entièrement rasé en 1944). Le repas de Gala eut lieu au casino du Havre, animé par une troupe d'improvisation ; ce fut également l'occasion de décerner un certain nombre de prix (Challenge ROADEF/EURO, meilleur article étudiant, meilleur mémoire de Master). Le mercredi après-midi trois visites étaient proposées : celle du port du Havre en bus, celle du musée Malraux, connu pour la richesse de ses collections impressionnistes, enfin celle du quartier Perret en bus avec un guide. Certains ont préféré rester dans les locaux de l'université pour travailler, mais les autres ont pu profiter d'un temps bien ensoleillé, contredisant ainsi la réputation climatique de la Normandie.

Au final, les participants ont souvent témoigné de la bonne ambiance qui a régné pendant le congrès, et de la qualité scientifique des présentations. Les organisateurs sont très heureux d'avoir mené leur mission à bien, et souhaitent bonne chance à leurs successeurs Montpelliérains !



Le congrès ROADEF 2020 à Montpellier : vous y serez ?

..... Pour le comité d'organisation, **Éric BOURREAU** et **Michael POSS**

Comme chaque année, la communauté de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision prend plaisir à se retrouver lors de son congrès national, et la 21^e édition sera organisée par le LIRMM et l'Université de Montpellier.

Le congrès se déroulera du 19 au 21 février 2020 à la Faculté des Sciences de Montpellier. Tous les thèmes de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision, à la fois sur les aspects méthodologiques et sur les applications seront couverts (optimisation combinatoire, génie industriel, logistique, simulation à événements discrets, etc.).

Avec le soutien de plusieurs sponsors, ce 21^e congrès de la ROADEF proposera un programme très riche :

- Sessions plénières et Tutoriels
- Prix du Meilleur Article Étudiant
- Assemblée Générale de la ROADEF
- Réunion annuelle du GDR RO

Bloquez dès maintenant les dates, et venez nombreux !



Toutes les informations sont sur le site de la conférence, qui sera enrichi à mesure que nous nous approcherons de la date d'ouverture du congrès : <https://roadef2020.sciencesconf.org>

News du Challenge ROADEF/EURO

..... Par l'équipe du Challenge ROADEF/EURO : **Éric BOURREAU** (LIRMM/UM), **Safia KEDAD-SIDHOUM** (CEDRIC/CNAM), **Éric PINSON** (LARIS/IMA), **David SAVOUREY** (HEUDIASYC/UTC)

..... Et l'équipe Challenge Saint-Gobain : **Lydia TLILANE**, **Quentin VIAUD**



Le prix scientifique du Challenge ROADEF/EURO 2018-2019 porté par Saint-Gobain a été remporté par **Ramón ÁLVAREZ-VALDÉS**, **María Teresa ALONSO** et **Francisco PARREÑO** des universités de Valencia et de Castilla-La Mancha en Espagne. Félicitations aux vainqueurs !



Ce prix d'un montant de 5000 € a été décerné lors de la conférence EURO 2019 à Dublin sur la base d'un arbitrage sur article. L'évaluation a été menée par un jury international présidé par François CLAUTIAUX de l'Institut de Mathématiques de Bordeaux. Seules les équipes finalistes de la compétition pouvaient y participer. Le jury était composé de Jean-François CÔTÉ (Université Laval, Québec), Michele MONACI (Université de Bologne, Italie), Elsa SILVA (Université de Porto, Portugal) ainsi que de Lydia TLILANE et Quentin VIAUD (Saint-Gobain Recherche, France). Une session invitée dédiée au challenge ROADEF/EURO 2018-2019 a eu lieu à la conférence EURO 2019. Des travaux portant sur le problème de découpe y ont été présentés.

Plus d'informations en suivant le lien : <http://challenge.roadef.org/2018/en>

Compte-rendu de la 40^e JFRO (Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle)

..... Comité d'organisation : **Zacharie ALES**, **Sonia TOUBALINE**, **Emiliano TRAVERSI**, **Dimitri WATEL**



La 40^e édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le jeudi 21 juin dernier dans les locaux de l'Université Paris-Dauphine. Diffusée en direct sur le fil twitter de la ROADEF, cette journée avait pour thème « **Optimisation non linéaire** ». Elle a accueilli environ 25 participants. Six exposés ont été proposés pour cette journée. Les orateurs ont présenté leurs travaux portant sur des algorithmes de résolution de problèmes de programmation mathématique non-linéaire à variables entières, continues ou mixtes.

La journée a commencé par un tutoriel détaillé, en deux parties, donné par Claudia D'AMBROSIO (CNRS-LIX), présentant les concepts de base de l'optimisation non-linéaire, les difficultés sous-jacentes et des méthodes de résolution générales ou spécifiques à certaines classes. Le premier exposé qui a suivi a été donné par Nikolas STOTT (LocalSolver) et traitait de l'implantation d'une méthode de barrière (consistant à transférer les contraintes dans l'objectif sous forme d'une pénalité) dans la version 9.0 de LocalSolver. Dans le deuxième exposé, Thi-Thoi TRAN (IFPEN) a présenté une méthode de résolution d'un problème de type « boîte noire » (c'est à dire où les valeurs de la fonction objectif et/ou des contraintes sont calculées par une source extérieure), adaptée au domaine de l'industrie aéronautique pour concevoir le design de *bladed disk* constituant les réacteurs. Le troisième exposé a été donné par Stefano CONIGLIO (University of Southampton), traitant de nombreux résultats sur des jeux de type Stackelberg où un leader prend une première décision, suivi par deux joueurs ou plus réagissant, en même temps et de manière

non coopérative, à cette décision. L'avant-dernier exposé a été donné par Fabio FURINI (Lamsade, Université Paris-Dauphine) présentant une méthode de reformulation (*Approximated Projected Perspective Reformulation*) de problèmes non-linéaires avec variables mixtes. Cette méthode, bien que plus faible que les reformulations sur laquelle elle est basée (*Perspective Reformulation* et *Projected Perspective Reformulation*), a l'avantage de pouvoir être utilisée dans de plus nombreux cas et être implantée avec des solveurs existants. Enfin, le dernier exposé de la journée a été donné par Jean MAEGHT (RTE) qui a détaillé une méthode de reformulation quadratique convexe pour résoudre des problèmes d'optimisation de flot de puissance, le problème étant de modéliser le flot de puissance réelle à l'aide de calculs dans l'ensemble des complexes pour représenter le courant et la tension.

<https://www.lamsade.dauphine.fr/~jfro/>

<http://www.roadef.org/roadef-journees-franciliennes-recherche-operationnelle>



Les autres actus

Résultats des élections du bureau 2020-2022 de la ROADEF

Composition de la liste élue

La liste de 7 personnes présentée a été élue suite aux votes des adhérents. 109 adhérents ont pris part au vote, l'élection s'est achevée avec 106 voix en faveur de la liste de François Clautiaux, et 3 votes Blanc.

Le bureau élu se propose de poursuivre le travail du bureau actuel avec une équipe en partie renouvelée. Continuent sur leur poste **Céline Gicquel** (LRI, IUT Orsay) au poste de **Vice-Présidente en charge des relations extérieures** et **Caroline Prodhon** (UTT, Troyes) au poste de **Trésorière**. L'équipe est renforcée avec quatre nouveaux entrants **Sandra Ulrich Ngeveu** (Toulouse INP, LAAS) au poste de **Secrétaire**, **Brice Mayag** (LAMSADE, Paris) au poste de **Vice-Président en charge du bulletin**, **Alain Nguyen** (Renault S.A., Paris) au poste de **Chargé de mission à la promotion** et **Ronan Bocquillon** (LIFAT, Tours) au poste de **Vice-Président en charge du site web**.



Ronan Bocquillon est Maître de Conférences à l'Université de Tours depuis 2017. Il est membre du LIFAT (Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée de Tours) et enseigne à Polytech Tours. Ses recherches relèvent de l'optimisation combinatoire et s'appliquent notamment aux domaines des réseaux de télécommunication, de la bio-informatique et, plus récemment, de l'ordonnancement.



François Clautiaux est Professeur à l'Université de Bordeaux et membre de l'Institut de Mathématiques de Bordeaux. Il est responsable de l'équipe projet INRIA RealOpt, ainsi que du parcours « Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision » du Master « Mathématiques Appliquées et Statistiques » de Bordeaux. Il a été membre du bureau d'AMIES (agence maths-entreprises) entre 2015 et 2018. Ses travaux de recherche portent sur la programmation linéaire en nombres entiers, que ce soit sur les aspects académiques ou appliqués, dans le cadre de partenariats industriels notamment.



Céline Gicquel est Maître de Conférences à l'Université Paris Sud. Elle est membre du Laboratoire de Recherche en Informatique et enseigne à l'IUT Orsay. Ses travaux de recherche portent sur des problèmes d'optimisation combinatoire venant d'applications en génie industriel, aussi bien dans un contexte déterministe que stochastique. Elle a été membre du jury du prix du meilleur article étudiant du congrès ROADEF 2017 et a présidé le jury de ce prix pour l'édition ROADEF 2019.



Brice Mayag est Maître de Conférences à l'Université Paris Dauphine, membre du LAMSADE (Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision) et responsable, depuis septembre 2013, de la Licence informatique, voie classique. Ses thèmes de recherche portent sur l'Aide à la Décision : modélisation des préférences, fonctions d'agrégation non additives, application de l'analyse multicritère dans le domaine de la santé.



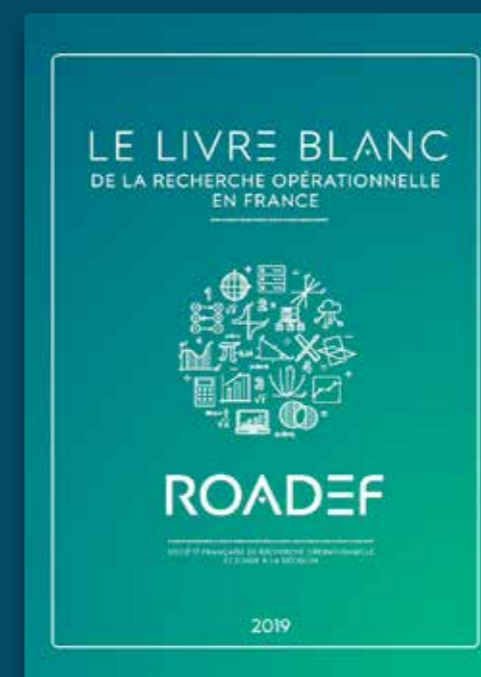
Alain Nguyen est ingénieur chez RENAULT, où il anime un pôle d'optimisation, qui œuvre pour les différents secteurs de l'entreprise. Il a été nommé « expert Optimisation » en 2018. Il a maintenu un lien constant avec la ROADEF, au travers de participations et présentations au congrès annuel, de l'animation du challenge 2005, de contributions dans le Livre Blanc de la RO, ou encore en tant que membre du jury Robert Faure en 2006, du jury de présélection des Pros de la RO en 2015 et du jury du meilleur mémoire de Master en 2019.



Caroline Prodhon est Maître de Conférences HDR à l'Université de Technologie de Troyes, et membre de l'équipe Logistique et Optimisation des Systèmes Industriels (LOSI) de l'Institut Charles Delaunay. Elle co-anime le groupe de travail Transport-Logistique (GT2L) sous l'égide du GDR Recherche Opérationnelle du CNRS. Ses activités de recherche s'inscrivent principalement dans le domaine du transport et des tournées de véhicules. Elle a été membre du jury des Pros de la RO en 2018.



Sandra Ulrich Ngeveu est Maître de Conférences à l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT). Elle est membre du Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS). Ses travaux de recherche portent sur l'optimisation combinatoire et l'optimisation non linéaire en nombres entiers avec des applications en énergie et transport notamment. Elle est correspondante pour l'INPT du parcours Recherche Opérationnelle du Master 2 Informatique de Toulouse. Elle a été membre du jury du meilleur mémoire de Master en 2017.



Ce Livre Blanc est une nouvelle fois la preuve, s'il en fallait, que la RO peut faire des merveilles en entreprise, forte d'une communauté académique très active dont les partenariats avec son pendant industriel conduisent à de véritables succès.

Une version papier est en cours de finalisation par l'équipe projet et le bureau de la ROADEF. Chaque adhérent en recevra un premier exemplaire gratuitement. Vous pourrez ensuite en commander d'autres pour faire la promotion de la RO autour de vous, en particulier au niveau des Directions d'entreprise, où se prennent les décisions stratégiques et structurantes pour les métiers.

Le bureau de la ROADEF tient à remercier toute l'équipe projet, qui a mené la production du Livre Blanc sur de longs mois. Le résultat est de très grande qualité, tant sur le fond que sur la forme. Bravo à Sourour ELLOUM, qui a coordonné le projet, Eric GOURDIN et Jean ANDRÉ, ainsi qu'à Antoine JEANJEAN et Aziz MOUKRIM du bureau de la ROADEF !

Livre Blanc 2019 de la RO

Après une première édition publiée en 2011, la ROADEF a renouvelé, à l'occasion de ses 20 ans, l'expérience de son Livre Blanc de la RO.

La sortie officielle a eu lieu le 3 juin dernier et a fait l'objet d'un communiqué de presse. Cette annonce a été largement relayée sur les réseaux sociaux, notamment au sein de la communauté RO/AD. Le nouveau Livre Blanc de la RO est téléchargeable en version pdf et peut être lu en ligne (<https://www.yumpu.com/fr/document/view/62671934/le-livre-blanc-de-la-roadef-version-2019>).

Après les textes introductifs d'Alain QUILLIOT et Benoît ROTTEMBOURG, ce ne sont pas moins de vingt entreprises qui témoignent. Elles nous parlent de l'implantation de la Recherche Opérationnelle dans leur structure organisationnelle, et présentent un de leurs projets réussis en RO, c'est-à-dire, des logiciels opérationnels intégrant des modèles directement issus de notre discipline.



QU'EST-CE QUE LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE ?

La Recherche Opérationnelle est une approche quantitative permettant de produire de meilleures décisions. Elle fournit des outils pour sélectionner, améliorer et optimiser l'architecture et le fonctionnement des systèmes industriels et économiques.

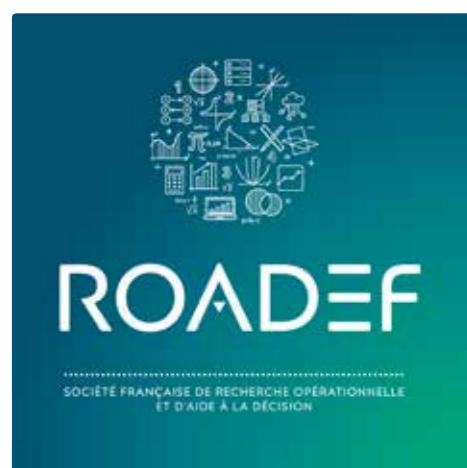
Elle propose des modèles pour analyser des situations complexes et permet aux décideurs de faire des choix efficaces et robustes.

La Recherche Opérationnelle est une discipline exploitant ce qu'il y a de plus opérationnel dans les mathématiques, l'économie et l'informatique. Elle est en prise directe avec l'industrie et joue un rôle-clé dans le maintien de la compétitivité.

Ses apports sont visibles partout : de l'organisation des lignes de production d'automobiles à la planification des missions spatiales, de l'optimisation des portefeuilles bancaires à l'aide au message de l'ADN, mais aussi dans la vie de tous les jours pour le recyclage des déchets, l'organisation des messages instantanés, les emplois du temps des infirmières ou la couverture satellite des téléphones portables...

Ce livre est une contribution collective de praticiens et de chercheurs de ce domaine varié et passionnant.

www.roadef.org



Les nouveaux atours de la ROADEF

Suite à votre validation à l'Assemblée Générale de février dernier, le bureau a lancé un projet de révision globale de la charte graphique de la ROADEF avec la société de création Maogani (<https://www.maogani.fr>). Tout l'environnement visuel a fait peau neuve petit à petit ces derniers mois, intégrant un design cohérent, moderne et dynamique : site internet, Livre Blanc, newsletter, divers logos (ROADEF, Pros de la RO, Challenge, Prix Robert FAURE, Prix Master, JFRO, etc.), et bien entendu, le nouveau bulletin que vous tenez entre les mains, qui a été renommé pour l'occasion (voir editORial).

Toute l'équipe du bureau espère que vous serez enchantés (comme nous le sommes) de ces nouveautés !

Prix du Master 2019



La ROADEF renouvelle son **prix du mémoire de Master en RO/AD** pour l'année universitaire 2018-2019.

Beaucoup de dossiers ont été reçus lors des éditions précédentes. Nous en attendons encore plus cette année !

Ce prix est un très bon moyen de présenter vos recherches et promouvoir votre formation de Master. Le congrès annuel de la ROADEF organise une session spéciale pour les finalistes du prix, qui peuvent alors exposer leurs travaux. Ces étudiants sont également présentés lors de l'Assemblée Générale, ainsi qu'au dîner de gala du congrès.

La ROADEF attribue ce prix à des étudiants **inscrits dans un établissement français habilité** à délivrer un diplôme de Master 2 ou équivalent (e.g. diplôme d'ingénieur), **ou effectuant leur stage de fin d'année en France** (laboratoire ou entreprise). Le prix est attribué individuellement à l'auteur du mémoire, rédigé au cours de l'année universitaire 2018-2019.

Pour cette édition, toujours organisée par Meltem ÖZTÜRK ESCOFFIER, le jury sera composé de :

- ▶ Ayse **AKBALIK** (Université de Lorraine)
- ▶ Pierre **FOUILHOUX** (Sorbonne Université)
- ▶ Julien **BERDUCAT** (TOTAL)
- ▶ Antoine **JEANJEAN** (Recommerce)
- ▶ Sonia **CAFIERI** (Université de Toulouse)
- ▶ Ameer **SOUKHAL** (Université de Tours)

La date finale de dépôt de candidature est le 15/10/2019.

Toutes les infos sur www.roadef.org

Derniers et prochains événements soutenus et sponsorisés par la ROADEF

JFRO 39, **Dauphine** (janv. 19)

JFPC, **Albi** (juin 19)

INOC19, **Avignon** (juin 19)

JPOC'11, **Metz** (juin 19)

JFRO 40, **Dauphine** (juin 19)

Julia et Optimisation, **Nantes** (juin 19)

SYSORM2019, **El Escorial** (juin 19)

IWLS 2019, **Paris** (août 19)

Hommage à F. **MAFFRAY**, **Grenoble** (sept. 19)

IESM, **Donghua** (sept. 19)

EA-2019, **Mulhouse** (oct. 19)

Hommage à M. **BALINSKI**, **Paris** (déc. 19)



citROnnADe

Moyennes, médianes, intervalles et modes

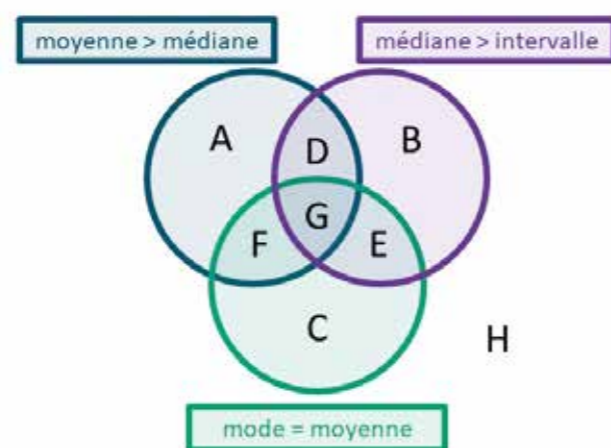
..... D'après Alex Bellos, Monday's puzzle - The Guardian

La ROADEF remercie Alex Bellos pour son aimable autorisation.
Alex Bellos publie sur le site du Guardian une énigme par quinzaine.

Son livre Le Cercle des Problèmes incongrus : 3000 ans d'énigmes mathématiques a été publié en France chez Flammarion en février 2018 :

<https://editions.flammarion.com/Catalogue/hors-collection/sciences/le-cercle-des-problemes-incongrus>

Pour chacune des 8 régions marquées de A à H, trouvez un ensemble de 5 nombres respectant la ou les propriété(s) (conjointes) de la région, ou montrez que c'est impossible. Si, au sein d'un ensemble, plusieurs éléments ont le même nombre d'occurrences, ces éléments sont tous des modes. La région H ne doit vérifier aucune des propriétés.



Solution « Au sommet »

Tout d'abord, on constate aisément que Géraldine la grenouille n'aura à effectuer un bond d'une seule marche que dans le cas où le nombre n de marches de l'escalier est impair, et seulement dans ce cas. Il est clair aussi qu'elle ne pourra effectuer ce bond qu'à partir d'une marche de rang pair (y compris celle de rang 0, c'est-à-dire si la grenouille est au pied de l'escalier). Finalement, si n est impair, le nombre de manières de grimper l'escalier est égal au nombre de manières de grimper un escalier de $n-1$ marches, multiplié par le nombre de possibilités de placer le bond d'une marche, soit :

Si n impair, $NbManières(n) = (n+1)/2 * NbManières(n-1)$

Si n est pair, on s'aperçoit que le nombre de manières de grimper un escalier de n marches en enchaînant des bonds de 2, 4 ou 6 marches est égal au nombre de manières de grimper un escalier de $n/2$ marches en enchaînant des bonds de 1, 2 ou 3 marches, soit :

Si n pair, $NbManières(n) = NbManièresBis(n/2)$

$NbManièresBis()$ étant le nombre de trajets différents en enchaînant des sauts de 1, 2 ou 3 marches. Considérons donc ce dernier problème.

Il y a 3 manières pour la grenouille d'arriver d'un bond sur la pème marche : soit elle est sur la marche $p-1$ et elle fait

un bond d'une marche, soit elle est sur la marche $p-2$ et elle fait un bond de deux marches, soit elle est sur la marche $p-3$ et elle fait un bond de trois marches. Donc :

$$NbManièresBis(p) = NbManièresBis(p-1) + NbManièresBis(p-2) + NbManièresBis(p-3)$$

Il faut aussi donner les conditions d'arrêt de la récursion :

$$NbManièresBis(1)=1, NbManièresBis(2)=2, NbManièresBis(3)=4$$

Cette fonction se dérécursive facilement avec 3 compteurs qui conservent à chaque itération les valeurs des 3 termes précédents de la fonction.

Pour une expression analytique, il suffit de noter la ressemblance avec la fonction de Tribonacci (nommée ainsi par analogie avec la fonction de Fibonacci) :

$$T(n) = T(n-1) + T(n-2) + T(n-3), T(0) = 0, T(1) = 1, T(2) = 1$$

On voit que $NbManièresBis(p) = T(p+1)$.

Or $T(p) = a_1 r_1^p + a_2 r_2^p + a_3 r_3^p$ avec :

$$a_1 = r_1 / (r_1 - r_2) (r_1 - r_3)$$

$$a_2 = r_2 / (r_2 - r_1) (r_2 - r_3)$$

$$a_3 = r_3 / (r_3 - r_1) (r_3 - r_2)$$

r_1, r_2, r_3 étant les 3 racines du polynôme $x^3 - x^2 - x - 1$.



Devenir (ou rester) membre de la ROADEF

Vous ADORez la ROADEF
et souhaitez soutenir ses actions ?

Rejoignez-nous !

ADhérent un jour, ADhérent toujours ? Êtes-vous à jour ?

Bénéficiez d'un tarif préférentiel pour assister au congrès annuel, recevez la lettre d'information et bien sûr, « On the ROAD », prenez part aux décisions via votre vote (en AG ou à tout autre moment démocratique de la ROADEF), abonnez-vous à 4'OR à un tarif avantageux... Suivez toute l'actu ROAD en France et au-delà : faites vivre la ROADEF !

- ▶ Adhésion « étudiant » : 15 €/an
- ▶ Adhésion « individuelle » : 30 €/an
- ▶ Adhésion « partenaire » (nombre illimité de membres et affichage logo) : 800 €/an

Retrouvez toutes les infORMations sur votre prochaine (ré)ADhésion sur www.roadef.org.

ROADEF : LE BULLETIN

Bulletin de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision
Association de loi 1901

Procédure technique de soumission : contacter Anna Robert (vpresident1@roadef.org).
Comité de rédaction : F. Clautiaux, C. Gicquel, A. Jeanjean, A. Moukrim, M. Öztürk, C. Prodron, A. Robert.
Production du Bulletin : A. Robert.

Ce numéro a été tiré à 450 exemplaires et est imprimé sur du papier issu de forêts écoresponsables.
Les bulletins sont disponibles sur le site de la ROADEF.



Air Liquide

AIRFRANCE

Artelys | OPTIMIZATION SOLUTIONS

le cnam



DecisionBrain
OPTIMIZATION FOR THE INTELLIGENT ENTERPRISE



GUROBI
OPTIMIZATION



LocalSolver



Toute l'actualité de la ROADEF et de ses partenaires se trouve sur Facebook, Twitter et LinkedIn



ROADEF

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE
ET D'AIDE À LA DÉCISION