Table ronde sur les impacts sociétaux des mathématiques

Hadrien Cambazard, Ivan Gentil, Adeline Leclercq-Samson
et Matthieu Romagny

August 31, 2025

Voici une retranscription[1], de la table ronde qui s'est déroulée le 5 juin 2025, pendant le quatrième congrès de la Société Mathématique de France. Cette table ronde a été proposée lors du conseil d'administration de la SMF d'octobre 2024. Il y avait 3 invités et un animateur :

- **Hadrien Cambazard**, enseignant-chercheur à L'INP Grenoble.
- **Adeline Leclercq Samson**, enseignante-chercheuse à l'Université Grenoble Alpes.
- **Matthieu Romagny**, enseignant-chercheur à l'Université de Rennes.
- **Ivan Gentil** (animateur), enseignant-chercheur à l'Université Lyon 1.

1 Introduction

Ivan : Il me semble que les impacts sociétaux des mathématiques sont rarement évoqués dans notre communauté. Ainsi je remercie grandement la Société Mathématique de France de nous laisser un peu de temps pour discuter de ce brûlant sujet, classiquement peu abordé. Avant d'interroger nos invités, je vais essayer de présenter le contexte de cette table ronde.

La célèbre conférence de Grothendieck en 1972 au CERN, *Allons-nous continuer la recherche scientifique ?*[2] revient au cœur des débats. Il est difficile d'ignorer les propos de Grothendieck même si 50 ans plus tard, l'époque et donc les interrogations sont différentes. Les mathématiques sont omniprésentes dans la société, que ça soit dans l'industrie comme la médecine, l'armement, le développement d'algorithmes utilisés par exemple par la cryptographie, l'organisation du travail, l'IA etc. Que l'implication des mathématiques se fasse dans le temps long[3] ou bien de façon rapide et directe[4], elles ont actuellement une influence grandissante qu'il me semble pertinent de questionner.

En préparant cette table ronde, il m'est venu en tête la phrase de Günther Anders, le philosophe critique de la technologie : *Je ne prétends pas que « l'homme » soit aujourd'hui plus mauvais mais je dis que ses actions, à cause de l'énormité des outils dont il dispose, sont devenus énormes*[5].

Autour de ces idées, il développera alors le concept de ***Coupable sans faute***[6]. Il faut savoir que Günther Anders parle en particulier des outils que nous, mathématicien.nes, développons. Le parallèle avec Anders et la technique me permet simplement de questionner notre communauté qui développe des outils tellement performants.

Je suis très heureux que ce sujet soit abordé ici, au congrès de la SMF à Dijon. Ce sujet est multiple, touche aussi bien l'université, la recherche, bien entendu l'enseignement mais aussi la société en général. La diversité des impacts sociétaux est représentée, je pense, par la diversité de nos trois invités.

[1] Nous avons pris la liberté de changer quelques formulations et nous avons ajouté quelques détails permettant une meilleure compréhension des débats.

[2] On peut écouter la conférence sur Youtube et retrouver le texte intégral ici `https://shs.cairn.info/revue-ecologie-et-politique-2016-1-page-159?lang=fr`

[3] On peut penser à Hardy qui en travaillant sur les nombres premiers n'imaginait pas son influence dans le développement de la cryptographie moderne

[4] On peut penser par exemple au développement d'algorithmes portant sur l'automatisation du travail dans des usines

[5] Günther Anders, « Et si je suis désespéré, que voulez-vous que j'y fasse ? », p. 67.

[6] Concept qu'il a développé lorsqu'il s'est entretenu avec Claude Eatherly, le chef-pilote de l'avion de reconnaissance météo permettant de larguer la bombe nucléaire à Hiroshima

Nous commençons par une présentation des invités avant de poursuivre avec quelques questions. Nous souhaitons avoir un temps par la suite pour des questions avec le public.

2 Présentation des invités

Ivan : Matthieu Romagny tu es enseignant-chercheur à Rennes, en partance pour Montpellier. Tu travailles dans le domaine de la géométrie algébrique, qui n'est pas ce que l'on appelle les mathématiques applicables. Nous nous sommes rencontrés en particulier au congrès Climathiques[7] au CIRM, dans ce congrès nous nous sommes interrogés sur les liens entre les mathématiques et le climat et plus généralement l'écologie. Par ailleurs, tu es co-responsable avec Jérémy Omer du séminaire *Éthique et mathématiques*[8] où vous vous interrogez sur ces questions.

Matthieu : Oui, tout à fait, et je voudrais dire quelques mots de ce séminaire. Il est né en septembre 2021, à un moment où nous avons pris connaissance de deux communications : d'une part, un message de notre université demandant de mettre en place l'enseignement à la Transition Écologique et Sociale (TES) dans toutes les composantes, UFR et écoles ; d'autre part, la traduction de deux articles sur l'éthique en maths, écrits par des collègues mathématiciens de Cambridge (Maurice Chiodo, Piers Bursill-Hall et Toby Clifton). J'ai proposé au laboratoire d'organiser une projection en amphi d'une vidéo de Maurice Chiodo sur l'éthique, et nous avons commencé.

Le séminaire a 4 années d'existence, nous avons eu 54 séances, sur des thèmes couvrant l'environnement, l'IA, l'encadrement doctoral, la modélisation et ses usages, la publication, la société numérique, l'économie, le vivant, la santé, la justice sociale, la place de la science... De nombreux collègues des labos voisins (chimie, informatique, physique, géosciences) sont venus. À la rentrée 2025, le séminaire s'ouvrira thématiquement et sera renommé « Sciences et société ».

En particulier, nous avons abordé des sujets lourds :

- les bouleversements écologiques en cours et à venir,
- la surveillance des citoyens,
- la technologisation croissante des guerres,
- l'emprise des multinationales sur nos laboratoires (éditeurs commerciaux), sur le vivant (marchands de pesticides)...,
- l'effet rebond et l'explosion de la consommation d'énergie.

Au fil des séances, nous avons fait état de nos interrogations, nourries par les contributions des intervenant.es ou par l'actualité. Voici quelques exemples. Nos résultats mathématiques sont utilisés, parfois sans qu'on le sache et sans qu'on s'y intéresse. Les mathématiques sont une pierre dans un édifice qui contribue à construire un monde, à façonner la société d'une certaine manière. Elles ne sont pas hors de la société, elles subissent ses demandes, ses questionnements, ses injonctions. La science permet à un opérateur privé (Blue Origin, société de Jeff Bezos, qui souhaite développer le tourisme spatial) de propulser une chanteuse célèbre dans l'espace, ce 14 avril 2025, émettant en seulement 11 minutes de vol 15 tonnes de CO_2. C'est deux fois plus que tu n'en émets Ivan pendant une année entière... y a-t-il là un problème ? Autre interrogation pour nous, le confort de jouir d'un statut et d'un salaire, de bénéficier d'infrastructures financées par l'argent public. Ce confort pose des problèmes et des questions : par exemple le fait que nous, chercheurs et chercheuses, ne payons pas personnellement pour disposer de l'accès à des livres et des journaux a des conséquences très lourdes sur le paysage de l'édition scientifique, car nous pouvons être des « prescripteurs déraisonnables » qui demandent à leurs services de documentation l'achat de revues parfois hors de prix. Enfin, nous avons constaté que le financement et l'agenda de la recherche échappent largement aux citoyens. Par exemple, le programme Horizon Europe (programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation 2021-2027) est défini en grande partie par des industriels et des lobbies.

[7] https://www.cirm-math.fr/Schedule/display.php?id_renc=3235
[8] https://irmar.univ-rennes.fr/seminars?f%5B0%5D=seminar_type%3A288

Ivan : On continue avec Hadrien Cambazard, tu es enseignant-chercheur à l'INP Grenoble qui est une école d'ingénieur dans le giron de l'Université Grenoble Alpes. Ton domaine d'expertise est la recherche opérationnelle (RO). Nous nous sommes rencontrés en 2024 au congrès Archipel à Lyon[9]. Dans ce congrès tu as présenté dans un atelier ta magnifique fresque sur la recherche opérationnelle, fresque que tu développes tout au long de l'année avec tes étudiants de l'école. Peux-tu nous en dire un peu plus ?

Hadrien : Merci Ivan, effectivement je travaille en Recherche Opérationnelle. Je suis là en tant qu'enseignant en RO parce que j'essaie de transformer mes cours pour intégrer une réflexion ou plutôt une culture de la discipline qui permette de penser ses impacts sociétaux. Je n'ai pas forcément de légitimité particulière pour parler sur ces sujets mais je peux témoigner de mes efforts dans ce domaine.

La RO relève de l'aide à la décision, elle est en lien très fort avec le monde économique et industriel. C'est une discipline qui s'est mathématisée au fil du temps au point qu'on peut l'enseigner de façon assez abstraite avec des résultats très élégants en théorie des graphes ou en programmation linéaire, etc. En fait, on peut l'enseigner de façon complètement déconnectée de sa réalité sociale et sociétale. Et même quand on amène beaucoup d'applications réelles, ça reste des jeux de logique, des challenges intellectuels. Or, je ne pense pas que la seule présence d'applications réelles dans nos cours permette de comprendre à quoi on participe avec ces maths appliquées. On s'arrête rarement pour examiner les problèmes eux-mêmes.

La RO est ancrée historiquement dans la pratique du terrain, dans l'action. L'expert en RO modélise des systèmes organisationnels, qui impliquent souvent des hommes et des femmes, avec pour but d'améliorer l'efficacité. L'éthique a été, très tôt, une préoccupation de cette discipline parce qu'on décide pour les autres, c'est de l'aide à la décision, et il faut pouvoir arbitrer des conflits d'objectifs entre le manager/décideur, les gens qui sont parties prenantes, les travailleurs mais en réalité aussi l'intérêt de la société. C'est pour cette raison que certains enseignants essayent de ramener cette dimension éthique, à nouveau, dans l'enseignement.

De mon côté, j'ai essayé de faire autre chose car j'ai le sentiment que le contexte de la crise écologique et climatique dans laquelle on se trouve se traduit par une crise du sens dans cette discipline. Une crise profonde. Je pense qu'on peut qualifier la RO de science industrielle (ce n'est pas sa seule caractéristique, mais il s'agit d'un aspect central qui concerne les étudiants à travers les métiers qu'ils seront amenés à exercer après des formations incluant de la RO). Dans mon cours, j'essaie donc d'amener de la culture critique sur la société industrielle[10] et de mettre en face les problèmes de maths appliquées, pour mieux exposer et comprendre à quoi on participe quand on les met en œuvre, et mieux comprendre qu'ils ne sont pas neutres. Et cette culture, j'essaie de l'aborder avec des auteurs et autrices critiques de la société industrielle : Simone Weil, Günther Anders, Ivan Illich, Carolyn Merchant, Pierre Musso, Langdon Winner, etc. il s'agit de comprendre la critique qu'ils apportent et surtout de la mettre en lien avec la Recherche Opérationnelle. Ces lectures se font soit au fil du cours, soit au sein d'un atelier de lecture indépendant (d'environ 4h)[11].

Ivan : On termine avec Adeline Leclercq Samson[12]. Tu es enseignante-chercheuse au Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK) à l'Université Grenoble Alpes et tu travailles dans le domaine de la statistique. Nous nous sommes rencontrés en 2023 pour rédiger, avec un petit collectif, un manifeste pour la *limitation de l'avion dans les laboratoires de mathématiques : horizon 2030*. Ce manifeste est une réussite car il a été signé (et peut encore être signé) par près de 700 mathématicien.nes[13]. Par ailleurs, tu es responsable de *Maimosine*, une structure aux avant-postes des liens entre les mathématiciens et mathématiciennes de Grenoble d'une part et les entreprises d'autre part. Peux-tu nous en dire plus ?

Adeline : Merci Ivan. En effet, je suis responsable de Maimosine, à l'Université Grenoble Alpes, qui fait partie du réseau des *Maisons de la Modélisation, Simulation et de l'Optimisation* (MSO). Ce réseau

[9] `https://www.insa-lyon.fr/fr/evenement/conference-archipel-2024`

[10] Limites de la pensée industrielle et rôle de la Recherche Opérationnelle, Hadrien Cambazard, Philippe Marin, Siao-Leu Phouratsamay, 2023, `https://tools.caseine.org/pensee-industrielle/index.html`

[11] Des informations complémentaires sur le cours sont accessibles à cette adresse :`https://tools.caseine.org/pensee-industrielle/atelier/index.html`

[12] Au dernier moment, Adeline n'a pas pu venir à Dijon pour participer à la table ronde. Ses interventions ont été lues par Hadrien et Matthieu.

[13] Un article sur le sujet à été publié à la *Gazette de la SMF* en janvier 2024 et le manifeste est disponible à cette adresse `https://math.univ-lyon1.fr/wikis/icj/doku.php?id=le_manifeste`

est coordonné par le Labex AMIES[14]. Maimosine est gouvernée de façon collégiale par un comité composé de 9 collègues du LJK. Un des objectifs de Maimosine est de créer des liens avec le tissu industriel local. Le comité est régulièrement contacté par des entreprises exprimant un besoin d'appui en mathématiques appliquées, modélisation, et calcul scientifique. Après étude des sollicitations, le comité identifie des collègues experts, puis accompagne le montage de la collaboration. L'année 2024 a été l'occasion d'une prise de conscience de l'impact de nos recherches sur la société. En effet, Maimosine a connu une baisse conséquente du nombre de sollicitations d'entreprises au moment du Covid (2020-2022), suivie par une phase de sollicitations focalisées quasiment exclusivement sur « l'intelligence artificielle », IA entre guillemets car il s'agit très souvent de demandes exprimées qui sont peu précises et peu adaptées à l'enjeu de l'entreprise, aux données disponibles, et/ou qui ont amené à des questionnements éthiques. Sur ce dernier aspect, je souhaite citer quelques exemples :

- deux personnes d'une PME que je rencontre, l'un de 40 ans, l'autre de 60 ans qui allait partir en retraite. Le plus jeune précise sa demande : « Serge est la mémoire de notre entreprise, il connaît énormément de choses. Il va partir en retraite. Est il possible de le remplacer par un algorithme ? ».
- un projet d'améliorer les conditions de vie des vaches laitières avec une « solution digitale pour révolutionner l'élevage » en installant des capteurs sur chaque animal.
- un projet d'augmentation de la production de neige artificielle dans les stations de ski alpines.

Ces demandes nous ont posé problème en venant heurter nos valeurs. Le comité de pilotage de Maimosine a alors engagé un travail de réflexion pour identifier nos valeurs et les problématiques soulevées par les exemples ci-dessus, sur le rôle de notre activité, d'une part en tant que service public, et d'autre part dans un contexte global visant à réduire l'empreinte écologique. Ce travail de plusieurs mois a abouti à la rédaction d'une charte sur laquelle le comité se base depuis pour évaluer et décider d'instruire ou non les demandes d'entreprises. Cette réflexion au sein de Maimosine a été menée « facilement ». La structure est petite, nous avons l'habitude de travailler collégialement, d'échanger sur nos pratiques. Au vu de nos charges de travail, il n'est également pas si « difficile » de refuser des collaborations industrielles qui ne sont pas alignées avec nos valeurs, en particulier parce qu'elles viennent de l'extérieur du laboratoire.

Ivan : Peux-tu nous donner quelques points importants de cette charte ? J'imagine qu'il n'a pas été facile d'identifier vos valeurs.

Adeline : Tout à fait ! Il n'a pas été facile d'identifier nos valeurs, car c'est un exercice qu'on a rarement l'occasion de faire. Nous avons travaillé sur les exemples cités ci-dessus, chacun essayant d'expliquer aux autres les aspects qui venaient le heurter puis nous en avons tiré une synthèse. La charte présente d'abord des collaborations qui nous intéressent, en particulier en direction d'associations, collectifs citoyens, collectivités territoriales. Ensuite, nous listons des éléments qui seront évalués lors de toute nouvelle demande, allant des impacts de l'activité concernée en terme de consommation de ressources naturelles, d'émission de CO_2, d'impacts sur la biodiversité, sur le cycle de l'eau et aussi jusqu'à l'identification d'effets rebonds. Nous dégageons également des thématiques qui nous intéressent particulièrement, en mettant l'accent sur des projets contribuant à une société plus équitable, plus solidaire et plus inclusive.

Ivan : Pour terminer je me présente. Je suis enseignant-chercheur à l'université Lyon 1 et ma spécialité est l'analyse. Depuis quelques années je passe la majeure partie de mon temps à m'interroger sur l'écologie et en particulier sur les impacts des mathématiques dans la société. Je co-organise avec mon collègue Laurent Bétermin, un groupe de travail intitulé *Explorations écologiques*[15] qui reprend ces questionnements un peu comme le séminaire *Éthique et mathématiques* de Rennes. C'est en partie pour ces raisons que je suis, depuis 2024, *chargé de mission sur les impacts environnementaux et sociétaux des mathématiques* à la SMF.

[14] Agence pour les Mathématiques en Interaction avec l'Entreprise et la Société, `https://www.agence-maths-entreprises.fr/public/pages/index.html`

[15] `https://math.univ-lyon1.fr/wikis/icj/doku.php?id=explorations_ecologiques`

3 Quelques questions à nos invités

Ivan : Pour aborder cette thématique particulière, nous avons réfléchi ensemble en avance pour élaborer des questions qui nous semblent pertinentes, laissant ainsi le temps de la réflexion. La diversité des invités permet de discuter aussi bien de la recherche que l'enseignement.

Matthieu, commençons par une question faussement facile sur les applications des mathématiques. Si on arrive à anticiper des applications des mathématiques, penses-tu qu'il soit alors possible de favoriser les utilisations bienfaisantes et de freiner les utilisations dangereuses ?

Matthieu : La chaîne d'acteurs qui lie un résultat mathématique et ses potentielles applications est souvent longue ; les acteurs sont mûs par des motivations variées ; les circonstances qui créent un maillon de la chaîne sont imprévisibles... Il me semble difficile (si c'est seulement souhaitable !) d'orienter l'utilisation d'une théorie vers telle ou telle application. En revanche, ce que l'on peut faire, c'est de faire pénétrer l'éthique dans les pratiques de tous les acteurs. Par exemple, intégrer des cours d'épistémologie, d'éthique, d'histoire des sciences dans la formation de nos étudiant.es de manière à ce que les futurs scientifiques et ingénieur.es soient habitués à toujours évaluer leur travail à l'aune de valeurs d'utilité sociale. Ainsi, on peut espérer qu'aux maillons de la chaîne applicative où des orientations funestes pourraient se produire, les acteur.ices concerné.es sauront les éviter.

Nous devons nous tenir prêts pour accompagner les évolutions de la société au moment où elles arrivent, ne pas nous faire dépasser par des thématiques explosives comme l'IA ou la voiture autonome. Pour cela, il est bon d'entretenir une réflexion constante sur le sens de ce que nous faisons, mais notre formation ne nous y a pas préparés et notre pratique de recherche ne l'inclut pas. Il nous faut reprendre ce temps de réflexion qui oxygène et donne son sens à notre travail au sein de la société. C'est un peu le sens que nous avons mis dans le séminaire « éthique et maths ».

Il y a encore un siècle, les mathématiciens étaient souvent aussi philosophes, et ces pratiques étaient plus fréquentes. Aujourd'hui, Hannah Fry, Professeur de *compréhension publique des mathématiques* à l'université de Cambridge, affirme : « Nous avons besoin d'un serment d'Hippocrate comme il en existe un pour la médecine. En médecine, on apprend l'éthique dès le premier jour. En mathématiques, c'est au mieux un ajout. Elle doit être présente dès le premier jour et être au premier plan de votre esprit à chaque étape que vous franchissez »[16]. Une idée intéressante à explorer...

Ivan : Et que penses-tu du serment des docteurs en France, serment relatif à l'intégrité scientifique, obligatoire depuis le premier janvier 2023 ?

Matthieu : Tu as raison, ce dispositif va dans le bon sens et je trouve que c'est une nouveauté tout à fait pertinente. Je relève cependant que, comme tu le dis, ce serment porte sur l'intégrité scientifique, par quoi il faut comprendre le respect de la déontologie du chercheur et des règles usuelles concernant l'attribution correcte de la paternité des travaux des collègues, le rejet du plagiat, etc. En somme, ce sont des règles qui portent sur la pratique méthodologique du métier, mais pas vraiment sur les valeurs véhiculées par celui ou celle qui l'exerce. Je distingue cela de l'éthique, qui relève d'une réflexion dynamique sur la manière dont les valeurs de société entrent dans nos recherches pour les alimenter ou au contraire s'en trouver flétries.

Ivan : Quand même, le serment des docteurs parle de « cultiver la réflexivité éthique », c'est une ouverture vers ce dont tu parles, non ?

Matthieu : Oui, je suis d'accord.

Ivan : Revenons aux mathématiques applicables. Hadrien tu étudies, en particulier à l'aide de ta fresque de la Recherche Opérationnelle, les liens très/trop forts entre la RO, un domaine des mathématiques appliquées, et la société industrielle. De façon plus générale, est-ce que les mathématiques, en tant qu'outils, ont servi et servent une certaine façon de faire société, un certain ordre idéologique dominant ? Et par la suite, est-ce que l'on doit le prendre en compte dans l'enseignement ? Et si oui comment ?

[16] Voir https://www.theguardian.com/science/2019/aug/16/mathematicians-need-doctor-style-hippocratic-oath-says-academic-hannah-fry

Hadrien : Cette question est délicate et se trouve au cœur de mon atelier de lecture. Je vais essayer de donner des éléments de réponse dans le cadre des maths appliquées que je connais, c'est-à-dire de la Recherche Opérationnelle (RO).

L'une des racines intellectuelles de la RO, c'est l'organisation scientifique du travail de Taylor, qui est fondée sur l'étude du temps et des mouvements pour obtenir une productivité maximale. Et le taylorisme porte très fort une valeur centrale dans la société : l'efficacité. Celle-ci va largement sortir du contexte de l'usine pour pénétrer toute la société. Au début du vingtième siècle, alors que le taylorisme se développe, la RO n'existe pas en tant que telle. Elle va se constituer pendant la Seconde Guerre mondiale même si ses fondements se trouvent bien-sûr dans des mathématiques remontant (au moins) au dix-septième siècle. En fait, les *opérations* de la RO (ou en anglais *Operations Research*), sont des opérations militaires. Au Royaume-Uni, comme aux États-Unis, des groupes de travail sont constitués au début de la guerre, avec notamment des mathématiciens[17], comme par exemple l'*Antisubmarine Warfare Operations Research Group*. C'est donc une discipline qui fait vraiment partie des techniques mathématiques de planification de la guerre à grande échelle, de la guerre de masse, la guerre industrielle. Et comme beaucoup de techniques dont le développement s'est accéléré pendant la guerre, elle va être mobilisée après guerre pour le développement industriel et économique. Les techniques mathématiques de planification de la guerre vont être employées à l'organisation scientifique du travail à grande échelle car les problèmes organisationnels que posaient la guerre étaient des problèmes de grande taille. Ces maths appliquées vont, je pense, servir un monde dans le lequel on a la possibilité de coordonner des activités de grande ampleur et réaliser des économies d'échelle. Ce monde-là, il vient aussi souvent avec une organisation sociale particulière : centralisée, hiérarchique, à grande échelle, avec une séparation des tâches de planification et d'exécution (un autre héritage fort de Taylor). Ce sont aussi des termes de Langdon Winner, l'un des philosophes des techniques que nous lisons avec les étudiants dans l'atelier et qui aborde les technologies intrinsèquement politiques. C'est aussi un monde productiviste car la gestion de la complexité permet d'atteindre des tailles qu'on ne pourrait pas atteindre autrement sans être confronté à des problèmes de congestion, de qualité, etc... Donc les premières industries à s'emparer de ces méthodes mathématiques de la guerre, ce sont celles du pétrole, du charbon ou de l'acier. En particulier les compagnies pétrolières atteignent très vite des tailles significatives après-guerre et vont pouvoir bénéficier de ces techniques mathématiques. La programmation linéaire, inventée par George Dantzig suite à son expérience de planification à l'US Air Force, va être utilisée très tôt, avant même que l'ordinateur soit vraiment disponible, pour le mélange des gazoles. Comme le dit Dantzig lui-même : *The first and most fruitful industrial applications of linear programming have been to the scheduling of petroleum refineries.* Et ces industriels vont très tôt se pencher sur ces techniques pour l'ensemble de leur chaîne logistique.

Elles servent une société hyper-industrielle et une tendance à la massification. À mon sens, la RO continue de faire ce monde-là. On peut ainsi prendre des exemples plus récents, abordés aussi dans l'atelier de lecture. Au cœur de la mondialisation, la gestion des opérations logistiques portuaires permet le chargement/déchargement de porte-conteneurs de milliers de conteneurs en maîtrisant la complexité d'un problème intégré de très grande taille (ordonnancement des opérations logistiques, optimisation du transport, affectation du matériel, etc.) sur l'ensemble d'un port industriel. On pourrait aussi mentionner l'industrie de la micro-électronique. La production des circuits imprimés sur des *wafers*[18] se fait dans l'un des environnements de production les plus complexes au monde, la *waferfab* qui permet des processus de production avec de l'ordre du millier d'étapes sur une grande variété de machines. Ces maths appliquées (entre autres) font en sorte que chaque pièce soit au bon endroit, au bon moment. Ainsi, l'équipe de RO des Mines de St-Étienne affiche en 2023 plus de 32 thèses soutenues sur ces sujets en micro-électronique avec notamment STMicroelectronics, près de Grenoble.

[17] La *Operational Research Section* de la *Royal Air Force*, dirigée par le physicien Patrick Blackett, comportait 11 scientifiques dont un mathématicien (A. J. Skinner), une mathématicienne (M. Keast) et 2 physiciens mathématiciens (A. Porter, F. Nabarro). L'*Antisubmarine Warfare Operations Research Group* était composé majoritairement de physiciens et mathématiciens sous la direction du physicien Philip M. Morse qui présida plus tard la *Operations Research Society of America*. Le mathématicien George Dantzig travaillait à l'US Air Force sur des *programming planning methods* qui donneront lieu à la programmation linéaire. Un programme était alors un plan logistique de grande ampleur. Le mathématicien le plus célèbre très lié à ces groupes fut probablement J. Von Neumann. Dantzig et Von Neumann furent des membres de la RAND (Research ANd Development) corporation qui conseillait l'armée américaine après guerre.

[18] Le wafer est une fine tranche de matériau semi-conducteur comme le silicium, utilisée pour fabriquer des puces électriques et des cellules solaires.

Et on pourrait continuer à examiner le monde auquel participe la RO à travers d'autres aspects. Je vais brièvement en aborder un deuxième.

Un trait fort de notre société industrielle est de tout traiter, les humains ou les êtres vivants comme des objets, des choses ou de la matière première. Günther Anders le dit explicitement : *être* aujourd'hui c'est « *être-matière-première* ». Simone Weil, dans son expérience de la vie d'usine, le raconte aussi très bien en expliquant que dans la vie de l'usine « *les hommes jouent le rôle des choses et les choses jouent le rôle des hommes* »[19]. On lit également, avec les étudiants, un texte plus récent de Frédéric Laloux sur la rationalisation du soin à domicile aux Pays-Bas. Ce petit texte raconte comment on en est venu à regrouper des infirmières indépendantes pour faire des économies d'échelle, à diviser et spécialiser le travail, à mesurer les temps des soins, tels que le temps de changer un pansement ou le temps de mettre un bas de contention (notez que les opérations militaires, devenues opérations logistiques sont ici des opérations de soin). La mesure du temps est au cœur du taylorisme et permet de poser et résoudre des problèmes de planification d'emploi du temps des infirmières (*Nurse Rostering* dans la terminologie de la RO), des problèmes logistiques de tournées de véhicules (variantes du problème de voyageur de commerce), etc. menant, par ces mathématiques appliquées, à l'efficacité dans une organisation toujours plus grande. Mais si l'efficacité augmente, force est de constater que la qualité du soin chute. Et on finit par traiter les infirmières sur le terrain comme les engrenages d'une machine de soin industrielle, comme des choses mécaniques, tout comme on finit par considérer les patients comme des « *supports d'application d'un produit* ». On pourrait même mentionner que le métier lui-même fait l'objet de procédures, potentiellement écrites et gérées par les infirmières expérimentées, mais privées alors de la relation au patient. Ce réductionnisme (encore un héritage du taylorisme) est fortement à l'oeuvre dans ces maths appliquées. C'est un thème clef de l'atelier de lecture, que nous abordons aussi avec des philosophes comme Axel Honneth. Le fait de tout traiter comme un objet, comme de la matière première est au cœur d'un rapport au monde qu'entretiennent, je pense, ces maths appliquées.

Ivan : On peut aussi s'interroger sur la façon de faire bouger les choses au sein d'un laboratoire. Adeline, nous sommes tous les deux dans des laboratoires comprenant près de 300 membres. Nous avons essayé conjointement de proposer de faire baisser l'empreinte carbone dans nos structures respectives et nous avons rencontré les mêmes difficultés : peu d'adhésion de nos collègues ni de consensus pour une politique commune.

Ces questions d'impacts sociétaux des mathématiques viennent toucher le fondement-même de nos métiers, beaucoup plus que l'utilisation de l'avion pour nos déplacements ou la question des repas végétariens. Or, comme je l'ai rappelé, nous avons déjà des difficultés dans nos laboratoires pour permettre des discussions sur les missions ou les repas... De ce fait, comment créer un cadre de discussion serein sur ces questions plus délicates encore au sein de nos laboratoires ?

Adeline : Il n'y a peut-être pas de cadre universel pour amener ces discussions au sein de nos laboratoires et le cadre propice aux échanges dépend de chaque structure. Néanmoins, des initiatives telles que les séminaires d'éthique, des ateliers de lecture comme celui proposé par Hadrien, ou des séances d'arpentage permettent de proposer un premier cadre. On peut également encourager les équipes de recherche à participer à un atelier "SEnS"[20], par exemple. La liste des questions à aborder au sein de notre communauté pour s'emparer de ce sujet est vaste. Je formule explicitement quelques unes de ces questions ci-dessous. Elles peuvent sembler provocatrices mais elles sont surtout le résultat d'un sentiment d'impuissance de ma part.

- Doit-on se faire accompagner par des collègues d'autres disciplines spécialistes de ces questions ou peut-on gérer cela entre mathématicien.nes ?
- Comment organiser notre formation à l'éthique, les mathématiques étant traditionnellement une des rares disciplines où la question d'éthique n'est pas abordée dans nos cursus universitaires ? Faut-il une formation à l'éthique obligatoire pour tous afin d'acquérir un socle de connaissances commun, socle de connaissances que nous acceptons bien volontiers de travailler et d'entretenir pour parler ensemble de mathématiques : pourquoi pas en éthique ? Faudra-t-il modifier nos maquettes d'enseignement pour former les nouvelles générations à ce sujet ?

[19] Expérience de la vie d'usine - La condition ouvrière, Simone Weil, 1951

[20] Atelier conçu par S. Quinton et E. Tannier, `https://sens-gra.gitlabpages.inria.fr/atelier-impacts-recherche/`

- Comment proposer un cadre permettant de réfléchir à l'impact de nos projets sur la société ? à leur transfert industriel dans des directions que nous ne souhaitions pas au départ ? Que se passe-t-il si nous refusons des collaborations industrielles « problématiques » ? Comment faire entendre notre voix sur les dangers de certaines applications industrielles ?

- Est-il envisageable d'élaborer une charte cadrant des projets de recherche ? Est-il envisageable de mettre en place une commission interne qui émettrait des avis sur les projets de recherche du laboratoire ? ou qui viendraient questionner certains enjeux, retombées, effets rebond ?

4 Conclusion commune

Il est temps de clore cette table ronde qui a le mérite, il nous semble, de maintenir ces questionnements présents au sein de notre communauté. Nous espérons que ces discussions continueront dans les laboratoires de mathématiques, dans des conférences et aussi dans nos institutions. Nous partageons l'idée de reformuler un projet humaniste pour l'université, où l'université serait, en paraphrasant Célia Izoard, plus au service de la société et moins au service des sociétés privées[21] et finalement moins au service d'un pouvoir dominant[22]. Nous sommes certains que la Société Mathématique de France a les capacités de garder vivants ces questionnements.

L'université ne doit-elle pas offrir un cadre de travail permettant de prendre les risques de penser, de questionner la société ? N'est-elle pas dans une position unique pour aider les étudiants, futurs citoyens, à acquérir une autonomie de penser ? Parmi toutes les personnes qui « croient savoir à l'avance ces calamités », ne sommes-nous pas, en tant qu'enseignant.es-chercheur.es, les premier.ères à avoir « un devoir de sortir de la réserve que s'imposent traditionnellement les savants ? »[23].

[21] Célia Izoard, *Merci de changer de métier : Lettres aux humains qui robotisent le monde*, page 84, 2020. La citation d'origine est « Vous ne travaillez pas pour la société mais pour des sociétés. Renault, EDAS, Orange ne sont la société mais des sociétés. Ainsi permettez-moi de conclure au fait que les demandes auxquelles vous répondez ne sont pas sociétales, mais commerciales. »

[22] Idée aussi explicitée par Pierre Mathieu, un intervennat de l'assistance, durant la table ronde à Dijon.

[23] Pierre Bourdieu, « Pour un savoir engagé », Le Monde diplomatique, n° 575, février 2002, p. 3.