

La Lettre de la S.C.M.



Juin 2024

Numéro 106

ISSN : 2112-4698

*Le mathématicien n'est pas responsable du monde tel qu'il est (Von Neumann)
On ne fait pas boire un âne qui n'a pas soif (Laurent Schwartz)*

Éditorial par Bernard Beauzamy : *tout en interne*

Beaucoup d'entreprises comprennent que l'organisation de la logistique et le maintien en condition opérationnelle des équipements sont, plus que jamais, des éléments essentiels pour la compétitivité ; elles vont se doter d'équipes de recherche dédiées à ces questions. A priori, ce sont donc des interlocuteurs privilégiés pour nous ; malheureusement, une mauvaise organisation interne fait que le résultat est toujours négatif.

Les chercheurs "maison" se voient imposer une obligation de confidentialité : ce que nous faisons est vital, et personne ne doit y avoir accès. Le résultat, en très peu de semaines, est qu'ils deviennent très vite arrogants et médiocres. En matière de science, la compétence provient de la compétition, soit avec la nature, soit avec d'autres équipes. L'ouverture sur le monde est une condition nécessaire du succès.

La Direction Générale de l'entreprise devrait, en premier lieu, dire à ses chercheurs : mesdames et messieurs, vous allez mettre tous les problèmes de l'entreprise sous forme générique, en commençant par anonymiser les données. Après quoi, vous parcourez le monde en proposant nos problèmes à tous les chercheurs qui voudront bien les écouter ; vous noterez leurs réponses et vous veillerez à nous fournir les améliorations qui en découlent. Vous organiserez quantité de colloques et rédigerez quantité de publications, de manière à être en permanente interaction avec la recherche internationale. Vous publierez des "cas-types", sur lesquels vous lancerez des concours : quelle est la meilleure approche ?

Est-ce si difficile ? Non, pas du tout. Les données les plus confidentielles peuvent toujours être anonymisées ; il suffit de toutes les multiplier par $\pi/2$, ou ce que l'on voudra, pour que la signification disparaisse. Nous-même, il y a quelques années, avons travaillé pour le CEA, Direction des Applications Militaires, sur une base de données dont nous n'avons jamais compris le contenu : les colonnes étaient A, B, C, etc. Tout au plus peut-on supposer qu'il s'agissait de sous-marins nucléaires, puisque la demande émanait du STXN (service technique mixte des chaufferies nucléaires de propulsion navale).

Est-ce difficile de publier sur un sujet confidentiel ? Pas du tout ; nous-même l'avons fait à de multiples reprises, sous la forme d'articles cosignés avec des chercheurs du Ministère de la Défense. Un algorithme de poursuite entre sous-marins nucléaires se traduisait par un lapin pourchassant un chasseur, ou l'inverse, les deux étant régis par l'équation du sonar, qui est du domaine public et est connue de tous les lapins et de tous les chasseurs.

Est-il difficile d'organiser des validations ? Pas du tout ! Aux USA, la DARPA (Agence des Projets Avancés du Ministère de la Défense) avait organisé un "grand challenge" en robotique mobile : il s'agissait pour un robot totalement autonome d'aller d'un point A à un point B. Toutes les équipes travaillant sur ces sujets considéraient la chose comme évidente mais, la première année, toutes ont échoué pitoyablement.

Une entreprise de transport de containers pourrait dire : voici le plan type d'un navire, voici les contraintes génériques sur les containers ; nous offrons une prime substantielle (mettons une pizza) et notre gratitude éternelle (limitée à un quart d'heure) à toute équipe académique qui nous proposera une solution de remplissage des cales. La pizza et le quart d'heure représentent l'investissement maximal de ces industriels sur un sujet "amont".

Voici un exemple récent d'échec : le PDG d'une entreprise qui fabrique des munitions nous a sollicités ; le process industriel ne donne pas satisfaction, trop de rebuts, trop de variabilité. Nous sommes familiers de telles situations, que nous avons rencontrées chez ArcelorMittal et Eramet, en particulier. Le PDG nous a mis en relation avec les chercheurs maison, qui ont immédiatement botté en touche : nous allons commencer par modéliser le processus, après quoi nous allons demander des subventions pour collaborer avec des équipes universitaires. Inutile de dire que l'amélioration n'est pas pour demain : il est impossible de modéliser correctement la chimie de fabrication d'explosifs (connaissances très anciennes et très empiriques) et, de toute façon, on n'a pas besoin de cette information pour améliorer la qualité en sortie. Quant à demander des subventions et collaborer avec des équipes universitaires, la conclusion est simple : dans trois ans, le PDG n'aura pas ce que nous aurions apporté en trois mois. Mais, quel soulagement ! les chercheurs maison seront dispensés d'apprendre les rudiments des probabilités : pour eux, c'est l'horreur absolue.

Une tâche essentielle des chercheurs-maison, jamais correctement remplie, devrait être de veiller à la bonne collecte des données nécessaires : de quoi a-t-on besoin, avec quelle fréquence, quelle précision, etc. ? Ceci est évidemment une tâche préliminaire à l'anonymisation, dont nous parlons plus haut. En réalité, dans l'immense majorité des cas, les entreprises ne savent pas enregistrer correctement les données relatives à leur activité, et encore moins les exploiter. Nous avons rencontré d'innombrables cas où la R&D interne d'une entreprise se plaint de n'avoir pas accès aux données propres à l'entreprise.

Bernard Beauzamy

Pseudo-probabilités

Nous avons plusieurs contrats en cours, où l'organisme nous demande de critiquer l'approche probabiliste maison jusque là retenue. Nous acceptons volontiers de telles missions (c'est notre métier), mais il faut bien voir que le déficit de compréhension en ce qui concerne les probabilités est proprement abyssal. On citera Henri Poincaré (rapport établi en 1903, à l'occasion de l'affaire Dreyfus, à la demande de la Chambre Criminelle de la Cour de Cassation) : "l'usage des probabilités ne devrait pas dispenser les savants d'avoir du bon sens".

Les erreurs commises sont essentiellement de deux natures : emploi abusif de lois de probabilité académiques et factices, sans aucune justification, et hypothèses d'indépendance absurdes. Il est bien évident par exemple que les deux événements "on trouve de la pollution à cet endroit" et "les riverains intentent une action en justice" ne sont pas indépendants !

Les probabilités ont environ 350 ans, même si l'acte de naissance officiel est Laplace, Théorie analytique des probabilités, 1820 ; elles peinent à pénétrer l'idéologie des ingénieurs qui, par principe, considèrent que 15 chiffres après la virgule sont mieux que 14 : pour eux, calculer vite et précis est une fin en soi. Pourtant, les probabilités font partie des lois de la Nature : chacun peut s'exercer au jeu de pile ou face, qui est une expérience comme une autre, au même titre que la chute d'un corps ou la propagation d'un signal.

On voit malheureusement de multiples corps de métier s'emparer des probabilités et chacun les accommoder à sa sauce : il y a les probabilités pour les médecins, pour les fiabilistes, pour les spécialistes de l'environnement, etc. Chacun a son jargon, ses publications (domaine réservé) et ses colloques. Si nous leur faisons observer leurs erreurs, ils nous rétorquent ce qu'on opposait à Pasteur : "vous n'êtes pas médecin".

A propos d'un mémoire que nous avons eu à critiquer, Paul Deheuvels, statisticien et membre de l'Académie des Sciences, nous écrit :

"Ce mémoire de 167 pages introduit, sans trop le dire, la théorie des ensembles flous de Zadeh, qui remplace les probabilités par des fonctions de croyance et de possibilité. C'est à fuir absolument, et tout usage des "fuzzy sets" et des "belief functions" ne peut que capoter sans apporter aucun bénéfice. Donc, c'est très mauvais : un fourre-tout de mauvaise modélisation probabiliste, pour des raisons que tu as su formellement identifier, et l'appel caché aux ensembles flous qui est à pourfendre."

Malheureusement, pour un cas où on nous demande de critiquer, il y en a trente où l'on ne nous demande rien ; mieux même, on nous explique que nos critiques seront sans effet. Voyons cela de plus près.

Il y a deux domaines d'intervention des probabilités, qui sont de nature différente :

1) On les utilise pour des prévisions, comme le fait l'ANTS (maintenant France-Titres) dans le contrat que nous avons actuellement. En ce cas, il est légitime d'accepter une marge d'erreur, qui dépendra de l'historique disponible. Il existe de multiples méthodes de prévision, d'extrapolation, dont aucune n'est absolument fiable ; quel que soit le passé, si abondantes et si précises que soient les données recueillies, elles ne déterminent pas le futur avec une certitude absolue. C'est typiquement le cas du climat : avoir une liste de cyclones sur 200 ans ne permet pas de savoir s'il y en aura un l'an prochain. Voir à ce sujet le paragraphe "climat" plus bas.

2) On les utilise pour une décision déterministe, pour tenir compte des incertitudes sur les données d'entrée. Compte-tenu des prélèvements réalisés, pouvons-nous construire une école à tel endroit ? La démonstration de sûreté pour tel équipement est-elle fiable ?

Sur ce second point, l'utilisation de méthodes probabilistes factices est à condamner vigoureusement. Dans un article récent (Bernard Beauzamy et Giovanni Bruna), voir :

https://www.scmsa.eu/archives/Methodes_probabilistes_demonstrations_surete_BB_GB_2024_05_20.pdf

nous montrons que l'utilisation de la "méthode de Wilks" pour les études de sûreté est incorrecte (sans entrer dans le détail, il s'agit de jeter des runs au hasard dans un gros code de calcul). Nous avons porté cette information à la connaissance des diverses agences en charge de la sûreté nucléaire, en insistant bien sur ceci : si un accident se produit, alors que vous avez été dûment informés des erreurs dans la méthode, ce n'est pas le Tribunal Correctionnel pour négligence, c'est la Cour d'Assises.

Il y a quelques mois, nous avons manifesté une certaine irritation à la lecture des démonstrations de sûreté relatives à des projets de SMR (Small Modular Reactors) et nous avons fait part de nos conclusions à un haut responsable de l'AIEA à Vienne (Autriche) ; il nous a rappelés le lendemain matin en riant : des projets de SMR, il y en a 82 et, rassurez-vous, aucun d'eux ne verra jamais le jour.

Dans le même ordre d'idées, à la demande de la SNCF, il y a deux ans, nous avons procédé à une analyse critique de tous les articles s'intéressant aux démonstrations de sûreté pour la pile à combustible (hydrogène) et notre conclusion a été très simple : aucune n'est crédible ; voir :

https://www.scmsa.eu/archives/SCM_Pile_Combustible_2022_06_06.pdf

Il est malheureusement clair, dans tous ces cas, que les probabilités sont utilisées pour donner une apparence scientifique à des démonstrations entièrement dépourvues de contenu et de validité et obtenir des subventions. En période d'obscurantisme, tout ceci s'appelle innovation et contribue évidemment à sauver la Planète.

*Et l'archet frémissant fait bondir tout cela !
Bal à l'hôtel de ville, au Luxembourg gala.¹*

Par ces vers, Victor Hugo ne visait pas l'usage incorrect de la science, mais les abus de droit résultant du coup d'état de Napoléon III.

Cela fait longtemps que des arguments pseudo-scientifiques sont employés pour masquer les abus de droit. C'était évident avec le "système Bertillon", utilisé pour faire condamner Dreyfus, encore plus avec la doctrine de la pureté de la race sous le III^{ème} Reich, et la doctrine de pureté de l'atmosphère de nos jours. On croule sous les modèles mathématiques, établis à la demande des politiques, par de pseudo-scientifiques en quête de subventions.

Le point positif est que la société civile est de plus en plus exigeante en ce qui concerne la maîtrise des risques et, dorénavant, quiconque aura sciemment participé à la rédaction ou à l'acceptation de documents entièrement sans valeur peut être poursuivi au pénal. Comme le dit plaisamment Giovanni Bruna, les tribunaux risquent d'être engorgés. En ce qui nous concerne, nous nous faisons un plaisir de rendre publiques nos conclusions. La société civile commence par ailleurs à comprendre que l'on se moque d'elle depuis bien longtemps.

¹ Victor Hugo : *Eblouissements (Les Châtiments, 1853)*

Archimède

Le livre est paru fin mai, dans les délais prévus et notre imprimeur, Normandie Roto à Alençon, a fait du bon travail, comme d'habitude.

Les premières commandes ont été nombreuses ; à la différence de ce que nous avons constaté pour nos livres précédents, elles émanent toutes de particuliers. Les commandes venant d'institutions viendront plus tard, car il leur faut du temps pour rédiger des bons de commande. Il est très difficile de savoir quel sera le lectorat : c'est la première réédition en plus de 500 ans et cela ne ressemble à rien de connu. Les premières réactions sont très favorables, mais, la lecture n'ayant pas commencé, cela se résume à ce commentaire : "sacré boulot !".

Notre édition se distingue de toutes les précédentes : à chaque page, nous mettons en évidence la singularité de la pensée d'Archimède, en la comparant aux méthodes modernes de résolution. A chaque fois, les méthodes d'Archimède se révèlent plus efficaces que les méthodes modernes.

C'est d'autant plus singulier que, en 2200 ans, les mathématiciens ont développé un cadre méthodologique qui devrait aider à la réflexion : les nombres romains, le concept de fonction et quantité d'outils comme la trigonométrie, les logarithmes, etc., qu'Archimède connaissait sans jamais les expliciter.

Les réactions des premiers lecteurs, en ce qui concerne la pensée d'Archimède, sont unanimes : c'est stupéfiant. On ne saurait mieux dire que E.T. Bell, dans son gros ouvrage "Men of Mathematics" (1937) :

"It is only possible that Archimedes, could he come to life long enough to take a post-graduate course in mathematics and physics, would understand Einstein, Bohr, Heisenberg and Dirac better than they would understand themselves."

Il est stupéfiant que quelqu'un, mort en 212 av. JC, puisse comprendre la théorie de la relativité mieux qu'Albert Einstein ! S'il est permis de parler de durée de retour pour le génie, nous dirons que Einstein et Gauss sont de classe 500 (on en voit un tous les 500 ans en moyenne), tandis qu'Archimède est de classe 5000 : on n'a jamais rien vu de tel.

Une traduction en russe est à l'étude, comme nous l'a confirmé Son Exc. Alexey Meshkov, Ambassadeur de Russie en France, dans une lettre très amicale qu'il nous a adressée.

Nous recueillerons les commentaires des lecteurs du livre et ils seront disponibles sur notre site web.

Nous envisageons la création d'un "Institut Archimède", sur le modèle initial de l'Institut Pasteur ; le mot d'ordre serait "jamais aucune subvention publique". La langue commune serait le dialecte dorique, mais comme il n'est plus guère en usage, chaque pays utiliserait la sienne. Le but serait de faire connaître les idées d'Archimède, pour l'enseignement, mais aussi comme approche nouvelle de certains problèmes.

L'approche actuelle consiste à disposer de capteurs, qui recueillent l'information, traitée ensuite par des logiciels appropriés, si possible en temps réel (voir par exemple les "cartes de contrôle commande"). L'approche d'Archimède est fondamentalement différente : on met en mémoire quantité de situations et, pour un problème donné, on génère la situation la plus proche et on modifie cette solution approximative. La "méthode de pesée" consiste en effet à générer des situations connues et à les comparer à la situation inconnue : elle apporte une vision totalement nouvelle (à 2200 ans près) à des questions d'actualité, telle l'optimisation des ressources et le guidage optimal.

ANTS

Nous continuons nos travaux pour l'Agence Nationale des Titres Sécurisés, qui s'appelle maintenant France-Titres. Nous mettons à jour nos prévisions pour les futures demandes de passeports et de cartes d'identité. A la demande de l'ANTS, nous ne nous contentons plus de prévisions à court terme, mais nous étudions un horizon de temps plus lointain : jusqu'en 2030. Nos résultats montrent que la demande en CNI sera en hausse constante pour les prochaines années, tandis que la demande en passeports restera stable. En plus des demandes futures, nos prévisions couvrent également les stocks et les délais d'attentes pour les titres. Pour les CNI, ceux-ci vont très fortement augmenter à la fin de l'année, ce qui risque de poser des problèmes, en personnels et en équipements.

L'ANTS a également posé cette question : peut-on trouver des indicateurs ("facteurs exogènes") qui anticipent les demandes de titres ? Nous avons fait de multiples essais ; les derniers portent sur le nombre des naissances et le trafic aérien. Les résultats ne sont pas concluants. Les naissances n'ont pas la saisonnalité des demandes de titres. Le lien avec le trafic aérien (qui avait été suggéré par l'ANTS) se fait malheureusement en sens inverse : ce sont les demandes en passeports qui influent sur le trafic aérien et non l'inverse.

BRGM

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières nous a demandé un avis critique sur un projet d'article : méthodes mathématiques permettant le tracé de cartes de pollution (éventuellement 3d) à partir de relevés et sondages, nécessairement incomplets et imprécis. La discussion porte sur l'emploi éventuel de l'EPH ("hypersurface probabiliste"), méthode créée par la SCM dans le cadre de contrats avec Framatome, développée ensuite dans le cadre de contrats avec l'IRSN, et déjà utilisée par le BRGM. L'EPH a été conçue pour être une méthode d'information minimale (pas de modèles arbitraires), mais, dans le cadre d'une pollution, il est clair que la physique du problème a une spécificité : comment l'incorporer ?

Newsletter

Nous continuons la publication mensuelle de notre "newsletter" sur LinkedIn ; titre : "les mathématiques du réel" ; voir : <https://www.linkedin.com/newsletters/les-mathématiques-du-réel-7147559801420488705/>

Le thème est : "Les mathématiques permettent-elles de décrire les lois de la Nature ? Exemples de succès et d'échecs". Nous avons récemment complété le numéro de février relatif à la chaîne. Le complément, posté sur LinkedIn, a été vu par plus de 1700 personnes, ce qui est étonnant.

Six numéros sont déjà parus : les doubles marées, la forme de la chaîne, paradoxes probabilistes, comment présenter un travail de recherche, la méthode de Wilks et la génération de scénarios aléatoires. Le 7ème paraît fin juin et est consacré à Laplace.

La newsletter est en accès libre et gratuit et chacun peut poster des commentaires. Il y avait 700 abonnés mi-juin.

Aide à la recherche

Nous avons envoyé l'annonce du livre "Archimède" à l'université de Marne la Vallée. Nous recevons la réponse suivante : "Votre message pour la liste 'aidealarecherche' a été rejeté. Vous n'êtes pas autorisé à diffuser ce message pour la raison suivante : La liste est fermée."

Conférences organisées par la SCM

La dernière en date a été prononcée par Jacques Repusard, ancien directeur général, IRSN, le jeudi 6 juin : "Accidents industriels et politiques publiques en échec : l'impensé des limites organisationnelles."

Lien YouTube : <https://youtu.be/b51VRWYFcOY>

Nous interrompons pour l'été et reprendrons en septembre.

CCR

Noté pendant une réunion de travail à la Caisse Centrale de Réassurance : "Les risques ? Il y a peu de gens qui en meurent et beaucoup qui en vivent !".

Le rapport d'activité 2023 de la CCR remplace avantageusement tous les livres d'horreur, terreur et épouvante. On y voit à chaque page tantôt des zones inondées, tantôt des zones desséchées ; ici il y a des tornades, là le niveau de la mer monte et engloutit tout. La peste, les sauterelles et le bérubéri ne sont jamais bien loin. Heureusement, les dirigeants, l'œil vif et le complet bien ajusté, "tranquilles au milieu de l'épouvantement" (Leconte de l'Isle) viennent nous rappeler que, après tout, comme disait Voltaire, "le paradis terrestre est où je suis".

Intelligence Artificielle

On est frappé par le nombre considérable d'institutions et d'entreprises qui se lancent dans l'IA, s'en gargarisent jusqu'à la nausée, sans jamais la moindre réflexion préliminaire. Et quand on leur propose d'en évaluer les faiblesses et les limitations, elles ne répondent même pas, tout entières à leur rêve de pacotille.

Rappelons pourtant que tout nouveau projet, toute nouvelle orientation, devraient être soumis à un "avocat du diable", qui, par principe, serait chargé d'en évaluer les faiblesses : pratique introduite par l'Eglise catholique en 1587 par le pape Sixte V, pour les procès en canonisation. Le Conseil d'Administration ne devrait jamais approuver un projet si le rapport de l'Avocat du Diable fait défaut. Mais nous sommes entrés dans une ère d'obscurantisme ; le but est de se faire bien voir et d'obtenir des subventions et la question de la pertinence des projets a totalement disparu.

L'IA s'inscrit dans ce cercle d'idées, très répandu aujourd'hui, consistant à dire qu'il faut réfléchir le moins possible. Ceci inclut les véhicules autonomes, les aides à la conduite, les logiciels d'aide à la décision, etc. Alors, évidemment, quand on dit aux gens : vous auriez intérêt à réfléchir un peu avant de ne plus réfléchir, cela les prend à rebrousse poil.

Il n'est pas absurde de vouloir capitaliser sur les connaissances et d'en faire des systèmes experts. Mais il y a deux conditions à cela : la tâche doit être menée à bien par des spécialistes qui commenceront par une analyse critique des connaissances ; il doit être bien clair que le système expert ne saura gérer que les situations déjà rencontrées et ne saura pas quoi faire en cas de situation nouvelle. Le danger est particulièrement grand car, à l'heure actuelle, la plupart des institutions ont la mémoire courte : mettons des éoliennes partout et tant pis si elles ne fonctionnent pas par temps froid (300 Md\$ de pertes au Texas, février 2021).

A l'heure actuelle, l'IA est surtout proposée par des gens qui font profession de réfléchir le moins possible ; elle est donc à rejeter par principe.

L'approche d'Archimède, consistant à capitaliser sur les retours d'expérience, à bien réfléchir et à les exploiter le mieux possible, est infiniment préférable, mais, comme le dit l'adage : "on ne fait pas boire un âne qui n'a pas soif" ; si les gens veulent de l'IA, grand bien leur fasse ! Ils déchanteront à la première catastrophe, tout comme l'ont fait les Texans. L'approche systématique, très répandue actuellement, consistant à dire : il faut délivrer la race humaine de tout effort physique et intellectuel, est fondamentalement malsaine, mais si cela plaît à certains, tant pis pour eux.

Productions conjointes

Il arrive souvent qu'un même process industriel ait plusieurs sorties possibles, dépendant des réglages. Nous avons rencontré le cas d'un four brûlant des déchets et pouvant produire divers oxydes métalliques. La question, originale et intéressante, est : dans quelle mesure ces productions sont-elles indépendantes ? Un article de Chérif Seddik et Guillaume Bartholoméüs, SCM SA, répond à la question par des méthodes purement probabilistes ; la réponse est du type : si on produit A, alors on produit nécessairement B ; si on produit C, on ne peut pas produire D. L'article est disponible au téléchargement : https://www.scmsa.eu/archives/SCM_correlations_sortie_process_2024_06_24.pdf

A l'heure actuelle, la théorie est développée sur un exemple unique, mais nous ne verrions qu'avantage à la mettre en pratique sur des besoins formulés par les entreprises. Bien souvent, les sous-produits d'un process industriels sont considérés comme négatifs (des pollutions) ; il est donc important de bien comprendre lesquels on peut réduire et dans quelles proportions.

Climat

Nous avons complété notre Livre Blanc de 2015 avec des données récentes, bien propres à inquiéter les responsables de la Caisse Centrale de Réassurance. L'augmentation des températures est vraiment effrayante ! Voici ce qu'on observe sur 7 sites répartis un peu partout dans le monde :

Plaquemine, Etats-Unis, augmentation de 3,4°C en 30 ans
Savannah, Etats-Unis, augmentation de 3°C en 30 ans
Kandla, Inde, augmentation de 0.038°C en 15 ans
Taixing, Chine, augmentation de 3°C en 15 ans
Jakarta, Indonésie, augmentation de 5°C en 15 ans
Ulsan, Corée du Sud, augmentation de 4°C en 15 ans
Camacari, Brésil, baisse de 0.5°C en 15 ans

Quand nous disons "en 15 ans", cela signifie au total, sur la durée de 15 ans, et non pas par an. L'article traite aussi de la pluviométrie et des ouragans, avec la même conclusion. Les données sont publiques. L'article complet, avec références, est disponible ici : https://www.scmsa.eu/archives/SCM_Temperatures_7sites.pdf

Heureusement qu'on a un réchauffement climatique pour agiter les politiques ! Il est évident qu'aucune donnée, quelle qu'elle soit, ne les convaincra jamais : ils continueront leur œuvre de décarbonation, visant à la pureté de l'atmosphère, avec le même acharnement que le IIIème Reich employait pour obtenir la pureté de la race, avec les mêmes arguments et les mêmes moyens. Il est possible, cependant, que Nuremberg succède à Grenelle plus vite qu'on ne le pensait.