

La Lettre de la S.C.M.



Mars 2014

Numéro 65

ISSN : 2112-4698

La vérité ne fait pas tant de bien en ce monde que ses apparences n'y font de mal (La Rochefoucauld)

Éditorial, par Bernard Beauzamy : Que ferait Archimède ?

En 212 av JC, Syracuse était assiégée par les Romains. Archimède contribuait victorieusement à la défense de la cité, au moyen de machines de toute sorte : catapultes, crochets,.... Mais il avait oublié l'essentiel : la technique ne sert à rien si les hommes sont incapables de l'utiliser. Une nuit où les Syracusains étaient ivres, les Romains se sont introduits dans la ville. Archimède n'avait pas prévu cette faille, et était retourné à ses calculs. En langage moderne, on dirait : mauvaise évaluation des vulnérabilités.

La cité d'aujourd'hui, c'est la civilisation industrielle. Les barbares l'assiègent avec des armes modernes, propres à inspirer la crainte : la peur des radiations, des champs électriques, des champs magnétiques, des rayonnements, des pollutions, des ondes, de tout ce qui bouge, nage ou s'élève. Lorsqu'il fait beau, les journaux titrent "pollution : la France suffoque" ; lorsqu'il fait mauvais, ils titrent "dérèglements climatiques".

Archimède pourrait aisément les balayer d'un seul coup de catapulte, mais les dirigeants actuels ne lui demanderaient plus qu'une préétude de faisabilité sur la possibilité de l'opportunité de ne pas être en complet accord avec les doctrines des barbares. Le roi Héron de Syracuse avait au moins le mérite de la résistance aux ennemis ; de nos jours, les responsables, pusillanimes descendants, préfèrent proposer à leurs envahisseurs de financer leurs travaux, croyant ainsi naïvement se concilier leurs bonnes grâces. En langage moderne, cela s'appelle la "communication" ; bien sûr, l'accès de la cité par les barbares n'en est que plus rapide et plus facile. Comme si Héron avait proposé aux Romains d'étudier pour eux un nouveau modèle de navire. Les barbares s'empressent d'accepter en ricanant.

Que ferait Archimède ? Si les gens, par principe, décident de se comporter de manière irrationnelle, c'est leur affaire et ils en supporteront les conséquences. Comme l'a dit Von Neumann en langage moderne : "le mathématicien n'est pas responsable du monde tel qu'il est". Archimède n'aurait que deux attitudes possibles : ou bien il essaierait de trouver une petite communauté qui reste rationnelle (mais c'est difficile dans l'hystérie ambiante, car elle sera combattue par tous les hystériques), ou bien il retournerait à ses calculs, décidant qu'il travaille pour la postérité, et espérant qu'elle sera moins stupide.

Bernard Beauzamy

Courrier reçu d'un lecteur (dont nous préférons préserver l'anonymat), qui exerce de hautes responsabilités au sein du Ministère de l'Ecologie ; il réagit à la réception de notre fiche de compétences "risques" : Votre fiche est limpide, ouvre des portes extrêmement utiles et démonte les pièges courants des facilités de calcul. Pour accroître son caractère didactique et déciller les yeux de vos potentiels clients, vous pourriez ajouter une simple ligne donnant juste l'ordre de grandeur des écarts relatifs de résultats sur les probabilités trouvées entre vos nouvelles méthodes probabilistes et par exemple la loi de Gumbel. Évidemment derrière cet écart, pour une société de réassurance il y a de l'argent ! Croyez bien que j'essaierai d'en faire le meilleur usage, mais le niveau d'infatuation de la (haute ?) administration française (et malheureusement y compris "technique") est tel que, pire que d'ignorer même qu'elle ignore, elle choisit d'ignorer tout ce qui n'est pas ce qu'elle croit déjà savoir : ce qui fait deux fois beaucoup ! Ce sera donc difficile.

Réponse de la SCM : nous avons rajouté un paragraphe comme suggéré, et la fiche modifiée est disponible :

http://scmsa.eu/fiches/SCM_risques.pdf

Mais notre lecteur se fait des illusions sur l'appétit de connaissances hors de l'administration en général.

De Bernard Sevestre, CEA, toujours à propos de la fiche "risques" : Cette problématique m'intéresse effectivement à titre personnel, mon métier d'ingénieur m'ayant confronté plusieurs fois à cette question agaçante : des caractéristiques importantes d'un projet sont souvent dimensionnées par le choix d'un événement extrême dont la probabilité est jugée suffisamment faible pour être acceptable. Or cette probabilité est mal connue et, faute de juge, c'est souvent un règlement qui fixe semi-arbitrairement ce qui est considéré acceptable.

Je partage votre point de vue : la loi de probabilité choisie pour modéliser les événements rares ne doit pas être arbitraire mais justifiée. Mais je ne suis pas convaincu que la simple observation d'un relevé statistique soit suffisante pour déterminer cette loi : il me semble indispensable de regarder la physique qui se cache derrière les données statistiques. En effet, plus les événements sont rares et moins il y a de données pour conforter une loi expérimentale, or il n'est pas du tout évident que les événements rares résultent des mêmes mécanismes physiques que les événements plus fréquents, et donc pas évident qu'ils obéissent à la même loi statistique. Il est plausible que dans certains cas les événements rares résultent de la concomitance de plusieurs phénomènes différents, relevant de lois statistiques indépendantes ou non.

On m'a expliqué que les crues exceptionnelles à Paris (type 1910) résultent de la survenue simultanée de trois mécanismes : fonte des neiges, pluies très abondantes en amont de Paris, faisant suite à une période de gel imperméabilisant les sols, ou à une période de pluie de longue durée saturant les sols. Il serait donc plus « rassurant » dans ce cas de rechercher les lois de probabilité de chacun de ces phénomènes physiques, puis de calculer la loi globale qui résulte de leur coïncidence possible.

Je prends un autre exemple spectaculaire et récent : le risque de submersion en bord de mer sur l'Océan Atlantique résulte principalement de la possible occurrence simultanée de trois phénomènes : forte houle du large, tempête et pluie locale, marées de grand coefficient. Cependant, la probabilité à laquelle on va arriver en cumulant ces phénomènes peut être entachée d'erreurs méthodologiques en ce qui concerne les événements extrêmes : si surviennent des conditions météo conduisant à une succession continue de fortes tempêtes (ce qui vient d'être le cas), alors, le cumul (forte houle+ tempête et pluie locale + marée de grand coefficient) devient une certitude et non un risque.

Mon message n'est surtout pas de dire qu'il faut négliger les sciences des probabilités et des statistiques, mais que pour les appliquer au métier d'ingénieur, il faut s'intéresser à la physique des phénomènes décrits par ces outils.

Réponse de la SCM : Même pour les phénomènes extrêmes, on peut toujours tirer des conclusions à partir de l'historique, sans connaître le phénomène lui-même, tout comme on le fait pour les probabilités usuelles (nombre de cas favorables / nombre de cas possibles). La connaissance physique du sujet permet évidemment d'affiner les conclusions, mais elle est toujours coûteuse, et souvent inutile. Par exemple, pour dimensionner un ouvrage d'art (mettons une digue), il suffit de savoir quelle est la durée de retour des crues ; on n'a pas besoin de savoir comment elles sont produites.

Taux de satisfaction

Lors d'un déjeuner, un responsable de Total nous demande quel est le "taux de satisfaction" de nos prestations. C'est une question intéressante, et notre réponse sera qu'il est exactement le même que pour Total, et pour la plupart des entreprises. Techniquement, ce taux est voisin de 100% : nous connaissons notre métier, Total aussi, et le faisons correctement. Socialement, il est voisin de 0% : en définitive, personne n'est jamais content. Personne ne nous a jamais écrit "vos prestations de recherche sont remarquables, et viennent donner une base scientifique solide à nos décisions", tout comme personne n'a jamais écrit à Total "vos forages sont une réussite technique remarquable, grâce à laquelle nous avons de l'essence dans nos automobiles".

Recherche d'intelligence

On a envoyé un robot sur Mars à la recherche de traces de vie intelligente et il n'a rien trouvé. A notre avis, on aurait pu envoyer le même robot dans un grand nombre d'organismes publics ou d'entreprises, et il serait revenu avec la même réponse. Sur notre planète, la question n'est pas de la présence d'eau, nécessaire à la vie, mais d'une certaine stabilité dans les organisations.

Dans la plupart des cas, ces organismes et entreprises se trouvent en "réorganisation". Cela signifie que, avant de se remettre à penser (en admettant qu'ils en soient capables), les gens attendent de connaître leur place dans ce qu'on appelle pompeusement un "organigramme".

On fait alterner les phases d'expansion (conquérir un nouveau marché) et les phases de contraction (se recentrer sur le cœur de métier), avec le même bonheur ; faute de volonté de développement, il s'agit tout au plus d'idées politiquement correctes sans contenu. L'objet du nouvel organigramme sera, en place du cerveau, de définir le contenu de la moelle épinière.

Poste Immo

Un contrat nous a été notifié en février par Poste Immo. Cette filiale à 100% de La Poste gère un parc immobilier très important, représentant plus de 12 000 immeubles et près de 7 millions de m².

Poste Immo veut améliorer la performance énergétique de l'ensemble du parc, pour réduire la consommation totale d'énergie en allouant de façon pertinente les ressources financières aux bonnes actions sur les bons sites. Nous intervenons pour fournir une aide préliminaire à toute décision opérationnelle.

La première phase de nos travaux a consisté à faire le bilan et l'analyse de toutes les données disponibles en termes de consommation énergétique et de travaux effectués sur les immeubles. Par la suite, nous déterminerons l'impact des différents travaux de rénovation afin de définir une politique de performance énergétique satisfaisante.

Irrigants de Dordogne

Nous avons été invités à présenter un exposé lors de l'Assemblée Générale des irrigants de Dordogne, sous le titre : "Pouvons-nous défendre notre droit à l'activité ?", disponible ici : http://scmsa.eu/archives/BB_Irrigants_Dordogne_2014_03_07.pdf

Les irrigants se plaignent en particulier de ne pouvoir construire les bassins et retenues d'eau dont ils auraient besoin, les terrains étant réservés par l'écrevisse à pattes blanches. Un ami, propriétaire d'une maison dans cette région, nous raconte que, alors qu'il voulait organiser une fête familiale, 7 gardes armés sont venus s'assurer que les écrevisses étaient bien traitées.

Les irrigants de Dordogne constatent une diminution des surfaces irriguées : 30 000 hectares de moins depuis 2010 en Aquitaine. Ils voudraient pouvoir cultiver des fraises, planter des châtaigniers et des noyers, mais cela leur est impossible, car il faut de l'eau. La profession a perdu 30% de ses effectifs en dix ans.

On ne voit pas au nom de quel dogme la France devrait interdire la plantation de noyers en Dordogne. Comme certains le savent, les noyers donnent des noix, qui pour le moment sont essentiellement importées. Les récolter en France améliorerait notre balance commerciale (on n'aurait plus besoin de les importer) et créerait des emplois. Oui, mais voilà : les sols sont réservés pour les écrevisses à patte blanche.

EIVP

Nous avons fait devant les élèves de l'Ecole d'Ingénieurs de la Ville de Paris un exposé intitulé "Qu'attend-on d'un ingénieur ?", où nous avons expliqué que les qualités demandées étaient l'honnêteté et la clarté ; l'exposé est disponible : http://scmsa.eu/archives/BB_Conf_EIVP_2014_01_22.pdf

Dans le cas des élèves de l'EIVP, nous avons insisté sur le fait que la question de l'honnêteté était secondaire : ils ne risquent pas de se retrouver derrière des barreaux à cause d'une étude aux conclusions incorrectes, dans la mesure où personne ne comprend rien à ce qu'ils disent. Pour en revenir aux valeurs fondamentales, nous leur avons lu de larges extraits du texte de Victor Hugo "Les caves de Lille".

Le processus de décision dans une démocratie moderne, fondé sur des études scientifiques, est toujours le même :

Pendant que l'ingénieur présente des tableaux illisibles et des graphiques incompréhensibles, l'assistance dort tranquillement dans l'obscurité, bercée par le chuintement du vidéoprojecteur et le ronronnement de l'ordinateur.

L'homme politique, qui a pris sa décision depuis longtemps, n'essaie même pas de lire l'étude en question ; il se borne à affirmer qu'elle justifie les décisions qu'il prend.

NEA La SCM vient de débiter un nouveau travail pour la Nuclear Energy Agency de l'OCDE ; par le passé, nous avons conçu des outils d'investigation des bases de données, destinés à détecter les données aberrantes. Il s'agit maintenant d'implémenter ces outils dans le langage de la NEA et de traiter l'ensemble des bases et non plus seulement des cas-test.

La collaboration avec la NEA, qui est maintenant assez ancienne, est toujours très agréable, pour plusieurs raisons : tout d'abord, scientifiquement, les problèmes sont clairement posés depuis le début (les responsables savent ce qu'ils veulent). Ensuite, les notifications administratives sont rapides (quelques jours).

Caisse des Dépôts et Consignations

En octobre 2013, nous avons été sollicités par M. Didier Janci, Directeur du Département Production Prudentielle et Modélisation, Direction des Risques, CDC, pour répondre à un appel d'offres qui serait lancé, sous le titre "prestations de conseil en matière de modélisation financière". Nous lui avons objecté que nous n'avions aucune expérience en ce domaine, mais il avait assuré que nos compétences en évaluation des risques l'intéressaient. Nous avons donc répondu, ce qui nous a pris un bon mois de travail, l'appel d'offres demandant de détailler des "exemples de cas". En définitive, six mois après, nous apprenons que nous n'avons pas été retenus, et la raison est que "nous n'avons pas d'expérience en gestion d'actifs". Comprenez qui pourra.

Mais si nous avons été retenus, nous aurions certainement été sollicités pour travailler sur des sujets liés à la biodiversité, à laquelle la CDC est très attachée. Une question fondamentale est donc de savoir comment la population d'écrevisses à pattes blanches évolue en fonction de la parité yen-dollar.

Aider la CDC dans sa gestion des risques aurait pu être utile : 458 millions de perte nette en 2012...

Réseau Teleray

A la demande de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, nous avons procédé à une analyse critique du dimensionnement du réseau Teleray, qui mesure la radioactivité dans l'environnement au moyen de balises réparties un peu partout sur le territoire.

Nous avons déjà réalisé un travail de ce type, à propos d'un réseau de pluviomètres, pour Veolia Environnement, il y a quelques années. La plupart des gens pensent que plus les balises sont nombreuses, meilleur est le réseau, mais cette conclusion n'est pas correcte et les raisons méritent d'être analysées.

Tout d'abord, bien évidemment, la calibration initiale, puis l'entretien, ont un coût, d'autant plus élevé que les stations sont plus nombreuses. Mais il y a surtout une raison plus subtile, et de nature mathématique : chaque station est susceptible de fournir des

valeurs aberrantes (trop faibles ou trop fortes), ce qui conduit soit à des fausses alarmes, soit à l'ignorance de situations réelles. Une alarme est toujours prise au sérieux et requiert le déplacement d'un technicien.

Dans un réseau trop dense, les fausses informations seront très nombreuses, ce qui nuira à la crédibilité d'ensemble, et le réseau globalement ne sera pas fiable. Les responsables le savent bien : s'ils veulent un réseau efficace, on doit éviter les fausses informations, et donc contrôler régulièrement les balises, en les comparant entre elles.

Le dimensionnement optimal peut utiliser la notion de coefficient de corrélation entre stations. Celui-ci ne doit pas être trop élevé (sans quoi les stations sont en nombre excessif, puisque plusieurs disent la même chose) ; il ne doit pas être voisin de 0, sans quoi il n'y a plus de vérification possible de la cohérence des indications.

Nous avons procédé de la manière suivante : nous avons distingué entre "zones denses" (zones contenant beaucoup de balises) et "zones peu denses" (zones contenant peu de balises). Dans chaque type de zone, une station est choisie, et les indications de cette station sont reconstruites, en utilisant les stations voisines (plus ou moins proches, donc), grâce à la méthode de l'Hypersurface Probabiliste (EPH) ; cette méthode est décrite dans notre livre http://scmsa.eu/archives/SCM_PIT_order.htm ; elle a été utilisée à de nombreuses reprises dans le cadre de contrats avec l'IRSN.

On compare ensuite les valeurs reconstruites avec les valeurs réellement mesurées par la station choisie. Si les valeurs reconstruites sont très proches des valeurs recueillies par la station, c'est que la station était peu utile. Moyennant sur l'ensemble des stations, sur l'ensemble des zones denses et non-denses, on arrive à savoir s'il est utile ou non de "densifier" le réseau.

Ceci est un calcul a posteriori, le réseau étant déjà construit. Le bon concept, pour dimensionner un tel réseau lors de son déploiement, est celui de "carte d'Archimède".

Archimède

Notre livre "Archimedes' Modern Works" a fait l'objet de deux recensions très documentées, qui viennent de paraître dans le Bulletin de l'Irish Mathematical Society ; elles sont accessibles ici :

<http://www.maths.tcd.ie/pub/ims/bull72/index.php>

Un bon de commande pour le livre est accessible ici :

http://scmsa.eu/archives/SCM_AMW_order.htm

Normalisation des histogrammes

Tout travail de statistique commence par la constitution d'un "histogramme" : on définit des classes, et on compte combien d'observations tombent dans chaque classe. Mais la définition n'est pas neutre. Par exemple, si on compte les malades autour d'une centrale nucléaire, et que le premier se trouve à 4.1 km, si on définit les intervalles 0-1 km, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, etc., le premier cas se trouvera dans le 5^{ème} intervalle et cela n'inquiètera personne ; à l'inverse si les intervalles sont 0-5 km, 5-10, etc., il se trouve dans le premier, le plus proche de la centrale, et on est assuré d'un déferlement médiatique.

Nous avons donc rédigé un article technique permettant la définition de "bonnes pratiques" pour la constitution d'histogrammes, l'idée de base étant que tous ceux qui travaillent avec les mêmes données doivent obtenir les mêmes résultats (ce qui n'est pas le cas actuellement). L'article est disponible :

http://scmsa.eu/RMM/BB_building_histograms_2014_02_10.pdf

Elèves des lycées

ENous avons proposé un projet de travail pour les élèves d'un lycée : il s'agirait de constituer un dossier scientifique sur un sujet de société. Pour cela, les élèves, sous la direction de leur professeur, pourraient collecter des données sur un sujet d'intérêt général (la circulation à Paris, la consommation d'eau en France, la consommation d'énergie, etc.), sans prendre le moins du monde parti quant aux conclusions. Bien entendu, avoir recours à la presse est formellement interdit. Le travail s'étalerait sur plusieurs mois, peut-être un semestre ; l'idée provient de celle du "jeu concours" que nous organisons depuis plusieurs années.

Nous avons présenté ce projet à M. Jean-Paul de Gaudemar, conseiller du Premier ministre pour l'éducation, qui nous a mis en rapport avec les Rectorats de Paris et Versailles, où nous avons rencontré plusieurs inspecteurs. L'idée a été bien accueillie ; comme ils l'ont fait observer, elle ressort de l'instruction civique : dans un pays démocratique, les citoyens doivent savoir s'informer.

Dans notre esprit, il s'agit d'une expérience pilote. Si elle s'avère satisfaisante, elle pourrait être étendue : une entreprise s'associant avec une classe d'un lycée, pour réaliser un dossier scientifique sur un sujet de société.

COPACEL

CA la demande de COPACEL, syndicat professionnel de papetiers, nous avons donné un avis à propos d'une formule de relevé de prix. COPACEL reçoit de ses adhérents, qui sont des entreprises, des données : ce sont des prix et des quantités achetées, et leur retourne un intervalle de prix reflétant l'état du marché national.

C'est la manière dont cet intervalle est calculé qui pose problème et sur laquelle COPACEL a demandé un regard extérieur :

- La formule doit être mathématiquement correcte ;
- Elle doit être utilisable en pratique par les adhérents ;
- Elle doit être "robuste", c'est-à-dire peu sensible à certains événements comme la fermeture temporaire d'une usine, les vacances, etc.

Nos préconisations ont respecté ces contraintes ; nous avons en particulier insisté sur le fait que les décisions devaient être prises à partir de tableaux et non de graphes, beaucoup plus sujets à erreurs. Recevoir tous les mois des données simples, fiables, utilisables, en provenance d'un grand nombre d'organismes (de taille différente) n'est pas facile à organiser.

Investigation criminelle

In février, un rocher s'est détaché de la montagne près de Digne et est venu heurter un train qui passait par là. Aussitôt, les fins limiers de l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale sont intervenus, en combinaisons de travail, sous les yeux ébahis des journalistes, notamment de France 3. Il s'agissait en particulier "de procéder à une modélisation 3d de la scène de l'accident afin de figer tout l'environnement pour les besoins de l'enquête".

L'aspect criminel de l'affaire ne fait en effet aucun doute, justifiant l'intervention de l'IRCGN. Les questions essentielles sont :

comment le rocher avait-il été prévenu du passage du train ? Est-ce seulement par les vibrations, ou bien les rochers voisins sont-ils complices ? Comment le rocher a-t-il pu calculer exactement le bon moment pour s'élancer, sachant qu'il n'avait pas au préalable réalisé une modélisation 3d de la scène du crime ? Le rocher aurait-il des aptitudes que l'IRCGN ne possède pas ? Comment le rocher savait-il que le train ne serait pas en retard ce jour-là ? Pourquoi le rocher a-t-il attendu aussi longtemps, alors que le train passe depuis des années ? Pourquoi le rocher a-t-il visé précisément le wagon suivant la locomotive, et non pas l'autre wagon ?

Il faut, de toute évidence, faire une investigation sur le passé des voyageurs qui ont été touchés : peut-être, quelques années auparavant, s'étaient-ils rendus en forêt de Fontainebleau et avaient-ils traité avec mépris les rochers qui s'y trouvent ? Il s'agirait alors d'une vengeance. Comme l'un des passagers décédés est d'origine étrangère, une enquête internationale s'impose.

Les enquêteurs de l'IRCGN ont évidemment examiné les rochers voisins, relevé les empreintes sur la scène de crime et reconstitué la trajectoire suivie par le rocher, avec les diverses accélérations tout au long de la descente. Après avoir intégré une équation différentielle du second ordre, ils sont parvenus à la conclusion que la vitesse était nulle au début et à la fin de la trajectoire, ce qui constitue un indice d'intérêt majeur.

L'IRCGN s'intéresse particulièrement à l'aspect probabiliste de l'affaire, sur lequel il a des compétences particulières : il s'agit d'estimer la probabilité qu'un rocher susceptible de se détacher n'importe quand puisse toucher un train dont la trajectoire est essentiellement déterministe. Les fondements de la théorie applicable ont été apportés par Pierre Dac, dans les années 1970, lorsqu'il a lancé cette question, très similaire dans son approche : "vous arpentez une rue adjacente et vous ne trouvez rien ; quelle est la probabilité que vous ayez perdu quelque chose et que quelqu'un l'ait ramassé avant vous ?".

Une question qui préoccupe particulièrement les gendarmes est celle des antécédents criminels. En d'autres termes, le rocher a-t-il déjà, par le passé, tenté de s'attaquer au train ? La présence, en bas de la vallée, d'un certain nombre d'autres rochers, semblables à celui-là, laisse penser qu'il pourrait s'agir d'un complot, qui jusque là n'aurait pas réussi. Le Procureur de la République a décidé d'ouvrir une enquête pour association de malfaiteurs. Le comportement du coupable, qui n'a pas tenté de s'enfuir à l'arrivée des forces de l'ordre, suscite des interrogations.

L'IRCGN va tenter une reconstitution : ramenant le rocher à sa position initiale et opérant un autre train, dans les mêmes conditions de vitesse, pour savoir si le rocher parvient à le toucher. La question est de savoir si l'IRCGN parvient à faire aussi bien que le rocher.

Il est vraiment heureux que nous ayons maintenant des scientifiques aussi compétents et empressés que ceux de l'IRCGN. En l'an 79 de notre ère, cet illustre organisme n'existait pas encore, et des doutes subsistent sur l'éruption du Vésuve : sa date exacte, son ampleur, et bien d'autres questions encore. L'IRCGN aurait pu autopsier les 16 000 victimes, et essayer de comprendre pourquoi elles se trouvaient à Pompéi à ce moment-là, et pourquoi le volcan les visait.