

## Une discipline citoyenne

Dès le plus jeune âge les notions d'équité et de justice nous confrontent à la maîtrise du hasard, ou tout au moins à sa compréhension. Cela fait belle lurette que, du point de vue de la physique, le monde suit des lois probabilistes. Les sondages, indicateurs, évaluations, classements sont monnaie courante. Et pourtant on cherche trop souvent à identifier des responsables, à trouver des causalités ou, comme disait A. Einstein, « à construire une image simplifiée et intelligible de l'univers et à substituer son propre cosmos au monde de l'expérience. »

Acquérir une intuition probabiliste, accepter le hasard, s'en accommoder est un enjeu de taille car les probabilités et leur langage ne sont pas perçus simplement. Les notions acquises à l'école ne suffisent pas toujours à se forger une opinion dans un débat complexe et bon nombre d'idées ou d'images fausses circulent. Donnons quelques exemples.

- Un pourcentage, seul, veut rarement dire quelque chose et c'est un point important lors d'élections car dans ce cas on ne se réfère ni à la population entière, ni même à celle en âge de voter, mais aux suffrages exprimés. Le résultat du premier tour des présidentielles de 2002 prend un autre sens si on se souvient des abstentionnistes.
- Un classement, comme celui des lycées ou des hôpitaux, n'a pas grand sens. Les incertitudes inhérentes à toute évaluation font qu'on ne peut faire mieux que trois ou quatre très gros paquets. Classer de 1 à 10 000 n'a, en ce regard, aucun sens ... même si c'est plus vendeur.
- Les incertitudes font que certaines données brutes ne se comparent pas directement. Quand un candidat gagne 1% dans les sondages grâce à une gifle, c'est un non-événement. Pourquoi ? Parce qu'il y a fort à parier que, au sein de la population totale, le nombre de ses soutiens est inchangé ! Si je mets 210 billes blanches parmi 2000 billes, puis que je tire 100 billes, il m'arrivera d'en tirer 10 ou 11, et parfois 9 ou 15. Et le fait d'en tirer 10% une première fois, puis, après remise, d'en tirer 11% lors d'un sondage suivant ne change en rien la proportion initiale. Les évolutions des sondages n'obéissent pas à des mécanismes simples.
- Pour revenir aux classements, encore faut-il, pour se faire une idée correcte, que les bonnes questions aient été posées ! Ce lycée amène-t-il au bac tous ceux qui y rentrent ? La composition socio-professionnelle de ses élèves est-elle comparable à un autre ? Souhaite-t-on évaluer l'apport des profs ou autre chose ? Et cet hôpital, quels sont ses patients ?
- Dans un autre registre, il arrive en justice que l'on se laisse aller au sophisme du procureur : confondre « la probabilité qu'un événement survienne » avec « la probabilité d'innocence de l'accusé ». Ce fut le cas en Angleterre lorsque Sally Clark, comme des centaines d'autres femmes, fut accusée à tort d'avoir tué ses deux enfants par l'argument que deux morts subites du nourrisson dans le même foyer est un événement improbable. Fort heureusement deux infanticides aussi sont très improbables !
- Autre exemple de ce sophisme dans le cas des tests ADN. Si la probabilité pour que deux profils ADN soient identiques est environ de 1/1 000 000 et si on trouve un suspect dont le profil ADN est exactement celui trouvé sur la victime, doit-on en déduire qu'on n'a qu'une chance sur 1 000 000 de se tromper en l'accusant ? Absolument pas. Pire ! Plus le fichier de profils ADN est important, plus on a de chances de se tromper de coupable. C'est 2% sur un fichier de 20 000 profils et 86% sur 2 000 000 de profils ...
- La crise financière, quant à elle, n'est pas étrangère à un oubli de la possibilité d'événements extrêmes. Se contenter du comportement moyen alors que le contexte est hors-norme est avant tout une erreur de compréhension mathématique. Et, comme l'écrivit sarcastiquement Stendhal, la bêtise du petit joueur de bourse est une quantité infinie.

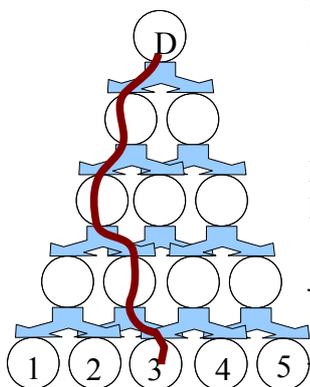
C'est parce que les phénomènes complexes se décrivent souvent mieux dans un cadre probabiliste et qu'ils sont donc souvent mal compris tant au niveau de la recherche fondamentale qu'à celui du public, des médias ou des politiques, que treize laboratoires de recherche en chimie, physique, statistiques, sociologie etc. ont créé un Groupement d'Intérêt Scientifique « Climat-Environnement-

Société » afin de soutenir et coordonner des recherches interdisciplinaires sur le changement climatique et ses conséquences sur la société et l'environnement. Ce groupement soutient des projets comme celui que j'ai monté en partenariat avec un climatologue. Nous nous y demandons quelles vérités émergent du doute, si toute controverse scientifique n'est finalement que querelle d'experts, si la vulgarisation n'est qu'une forme d'endoctrinement et si la population doit s'appropriier la science, et comment.

Pour nous, communiquer n'est pas informer un public anonyme. Il n'est pas non plus nécessaire d'apprendre les mots des scientifiques pour pouvoir échanger avec et partager leurs regards. Car, même si le langage technique permet l'avancée de la connaissance, il accroît l'incommunicabilité et donne l'illusion de vérités uniques. Ce n'est pas le cas, même en mathématiques ! Mais pour autant les opinions ne sont pas arbitraires. Le sens se construit. Certains événements sont impossibles, on peut écarter certains arguments. Prenons l'exemple de la marche : on apprend assez tôt ce qu'il ne faut pas faire, on se débrouille pour ne plus tomber et finalement pour marcher. Mais apprend-on la meilleure façon de marcher ? Y en a-t-il une ? De même construit-on le sens, les réponses aux questions complexes. Il y a beaucoup d'essais et d'erreurs dans la construction du sens, et cela nécessite la convergence de plusieurs disciplines. Les mathématiques permettent, entre autre, de donner un sens au hasard, de s'en faire un allié. Et de ne pas lui faire dire n'importe quoi.

Prenons l'exemple du climat. Qu'est-ce que veut dire un accroissement de 2° de la température ? Ce n'est certainement pas quelque chose d'uniforme et de permanent : non, la température ne va pas juste grimper de 2° partout et à tout instant. Il y aura des endroits où elle va baisser, beaucoup, d'autres où elle va monter, beaucoup. Parfois ce sera différent selon les saisons. Le point majeur est que 2°, c'est énorme. Imaginez combien d'énergie il faut pour chauffer un ballon d'eau chaude et pensez que pour la Terre c'est la mer qu'il faut chauffer, soit environ un milliard de fois les ballons de chaque foyer du monde (à supposer qu'ils aient tous un ballon d'eau pour se chauffer ...). Alors que représente réellement cette moyenne ? Rien d'immédiatement visible, c'est avant tout beaucoup d'effets indirects : une fréquence plus élevée des ouragans par exemple, ou plus de cancers de la peau.

C'est parce que les phénomènes sont complexes que les débats le sont. Il faut croiser les regards. Et on ne peut se faire une opinion seul. Il faut être nombreux et il faut du temps. On ne peut répondre à ces questions en quelques jours. Il faut aussi du temps pour analyser les opinions des autres et c'est pourquoi je milite pour que collectivités, associations et entreprises développent des centres de modélisation indépendants (c'est-à-dire non interdépendants) pour réfléchir aux choix de société. Afin que ce soit possible, il faut sensibiliser le public et les enfants à ces questions. Il faut aller sur le terrain pour faire toucher du doigt ces questions. Rompre les envies de trop simplifier, de retomber dans des schémas de causalité inadéquats. Et, sur le terrain, le jeu permet tout cela.



Voici un exemple que je fais pratiquer dans les écoles ou dans le secondaire. Traçons sur le sol un parcours et demandons à chaque joueur d'une équipe d'atteindre, en s'en remettant au hasard, une case (numérotée) qui lui a été attribuée. On constate en jouant que les chances de parvenir au but ne sont pas les mêmes pour toutes les cases. On propose alors aux joueurs un joker permettant de contrecarrer, une fois seulement, le hasard. Ils doivent décider entre eux à qui le donner (ou combien en donner à chacun s'il y a plusieurs jokers).

La première envie est de rétablir les déséquilibres et de donner ce joker au joueur le plus défavorisé. C'est la façon la plus simple de penser la justice et l'équité : faire en sorte que chacun ait les mêmes chances. Ce n'est pourtant pas aussi simple ! Si les gains sont partagés, c'est l'inverse qu'il vaut mieux faire ! Pour faire comprendre cette situation, imaginons que le déséquilibre des chances soit dû à des compétences différentes (le parcours représente une orientation professionnelle en vue d'un métier, les cases l'attraction qu'on peut avoir pour ce métier), alors autant favoriser ceux qui ont envie d'exercer ces compétences ! Le lot est alors le gain de l'équipe, ici de la société. Mais que se passe-t-il si le lot est d'abord donné à celui qui atteint sa case ? Le partagera-t-il équitablement, conscient que l'équipe lui

a donné des chances supplémentaires ou en gardera-t-il plus, voire la totalité, arguant que c'est lui qui le méritait le plus de toute façon ? Si la société donne les moyens à certains de faire fructifier leurs compétences, peuvent-ils garder leurs gains sans en rendre compte ? Voilà des questions où se mêlent calculs de probabilités et questions de société.

---

Bibliographie :

- <http://gisclimat.fr/projet/hasards>

François Sauvageot, , in Actes des Rencontres Jules Verne, *Le partage du savoir*, École Centrale de Nantes, 24 et 25 janvier 2008, Coiffard Libraire Éditeur 2008. Voir aussi :

<http://www.mathom.fr/mathom/sauvageot/Recherche/Publis/JV08.pdf>

François Sauvageot, Voitures et machines à coudre ... Une vision très subjective des marchés financiers ! *Images des Mathématiques*, CNRS, 2009. En ligne, URL :

<http://images.math.cnrs.fr/Voitures-et-machines-a-coudre.html>

François Sauvageot , **Pouvez répéter la question ?**. *Images des Mathématiques*, CNRS, 2009. En ligne, URL : <http://images.math.cnrs.fr/Pouvez-repeter-la-question.html>

François Sauvageot , Évaluation. *Images des Mathématiques*, CNRS, 2009. En ligne, URL :

<http://images.math.cnrs.fr/Evaluation.html>

François Sauvageot , **Classement**. *Images des Mathématiques*, CNRS, 2008. En ligne, URL :

<http://images.math.cnrs.fr/Classement.html>

François Sauvageot , **Espérance de vie**. *Images des Mathématiques*, CNRS, 2008. En ligne, URL :

<http://images.math.cnrs.fr/Espérance-de-vie.html>

François Sauvageot , **Partage**. *Images des Mathématiques*, CNRS, 2008. En ligne, URL :

<http://images.math.cnrs.fr/Partage.html>

François Sauvageot , **Vulgarisation**. *Images des Mathématiques*, CNRS, 2008. En ligne, URL :

<http://images.math.cnrs.fr/Vulgarisation.html>

---

Auteur :

François Sauvageot, Mathématicien et acteur de science populaire, Maître de conférences hors-classe, Professeur au lycée Clemenceau (Nantes) en Math. Sup. MPSI.