



L'art de rédiger et de présenter un rapport scientifique

par Bernard Beauzamy

exposé fait le 13 mars 2018

1. La perception de la science par la société

Avant d'aborder le sujet principal de cet exposé, la rédaction des rapports scientifiques, je vais dire quelques mots sur la question des rapports entre la science et la société. Elle n'est pas nouvelle ; en témoigne cette citation attribuée à Alphonse de Rothschild dans les années 1870 : "Il existe trois manières de se ruiner : le jeu, les femmes et les ingénieurs. Les deux premières sont les plus agréables, la troisième est la plus sûre." Déjà en 1870, les ingénieurs (on dirait aujourd'hui les "scientifiques") étaient considérés avant tout comme un poste de dépense.

Vous vous dites peut-être que, depuis, les choses se sont améliorées : nous sommes dans une ère d'innovation, ce qui signifie de la science partout ; de ce fait, semble-t-il, on a de plus en plus besoin de scientifiques en général.

Malheureusement, cette analyse superficielle n'est pas correcte. J'ai à peu près 40 années d'expérience de ces questions (16 comme Professeur des Universités, 23 comme PDG de la SCM) et j'ai constaté une lente dégradation au fil des années. L'événement le plus marquant a été le "Grenelle de l'Environnement", qui a consacré l'abandon de toute approche scientifique. Avant le Grenelle, la validité d'une théorie n'était reconnue que si elle était en accord avec les faits, les données, les observations. Si ce n'était pas le cas, on devait changer la théorie. Depuis le Grenelle, les choses ont pris une tournure complètement différente : sur un sujet scientifique quelconque, on met des gens autour d'une table, et on recueille leurs avis ; en fonction de la majorité, on édicte des lois ou des décrets. Les faits, les observations, les données, sont devenus inutiles, et les scientifiques aussi. La question n'est pas qu'une substance soit ou non dangereuse, mais simplement qu'une certaine proportion de gens pensent qu'il en est ainsi.

Un tel état d'esprit n'aide certainement pas les entreprises à bien utiliser leurs scientifiques ; elles auront tendance à les remplacer par de la "comm", mieux perçue par la presse et par les citoyens. De leur côté, les scientifiques se sentent délaissés : dans beaucoup de cas, la Direction Générale de l'entreprise est incapable de formaliser convenablement ses besoins, et les chercheurs sont livrés à eux-mêmes. Je renvoie ici à mon livre [MGR].

L'exemple le plus récent est en cours : Airbus ferme son Centre de recherche à Suresnes, fin juin 2018. Par le passé, je m'y suis rendu à plusieurs reprises. Par curiosité, j'ai demandé au responsable de l'une des équipes de recherche de bien vouloir m'expliquer ses thèmes de travail : il s'agissait de transfert d'énergie sans contact. Le responsable m'a montré des articles, rédigés de manière technique et incompréhensible pour un non-spécialiste. Je vois une corrélation entre le fait que les travaux ne sont pas compréhensibles et le fait que Airbus ferme le centre de recherche.

Les deux camps sont certainement à blâmer ; je ne suis pas ici pour décerner des bons et des mauvais points. Mais le but de mon exposé est clair : si les chercheurs voulaient bien améliorer la manière dont ils s'expriment, oralement et par écrit, ils seraient mieux compris.

2. Le rôle du scientifique

Je vais suivre un déroulement complètement logique ; cependant on constatera à chaque étape une contradiction complète avec les idées communément adoptées. Cette constatation est amusante en soi : comment avons-nous pu en arriver là ?

Le premier point qu'il faut bien comprendre, c'est qu'un chercheur n'est pas un avocat.

L'avocat de la défense, lors d'un procès d'assises, est aux côtés de l'accusé, qui a droit à un défenseur, quels que soient les crimes qu'il a pu commettre. A l'opposé, le Ministère public plaide à charge. Un jury et des juges écoutent les plaidoiries et tranchent en dernier ressort. L'avocat de la défense n'est pas censé être neutre : il représente son client.

Si maintenant vous êtes scientifique, ingénieur, chercheur, salarié d'une entreprise quelconque, vous n'êtes pas là pour prendre la défense de l'entreprise, vous êtes là pour lui faire connaître les Lois de la Nature, ce qui n'est pas du tout la même chose.

Vous travaillez chez Bouygues ou chez Vinci et on vous demande de construire un pont : rien que très normal. Vous n'êtes pas là pour discuter de l'utilité du pont : favorisera-t-il l'activité économique ? Par contre, si vous apercevez que le pont est mal conçu, qu'il n'y a pas assez d'arches ou qu'il va s'enfoncer, vous devez le dire. Le fait que vous soyez salarié de l'entreprise ne change rien à votre devoir.

Je vais l'illustrer cette situation par une comparaison très frappante et indiscutable ; elle nous servira de référence tout au long de l'exposé.

Supposez que quelqu'un soit propriétaire d'un champ qu'il veut vendre. Il fait appel à un géologue pour savoir s'il y a du pétrole dans le champ : si c'est le cas, la valeur à la revente en sera accrue. De la même façon, si le champ recèle une pollution, la valeur sera diminuée. Le géologue fait ses investigations, utilise ses appareils, et à la fin il remet un rapport qui conclut à la présence ou à l'absence de pétrole. Le géologue est évidemment payé par le propriétaire, mais il lui est interdit de s'associer à celui-ci, de prétendre qu'il y a du pétrole si ce n'est pas le cas, et de partager avec lui le bénéfice ainsi réalisé. Cela s'appellerait escroquerie en bande organisée.

La situation d'un scientifique dans une entreprise est exactement de la même nature : il est payé par l'entreprise, et son travail consiste à comprendre les lois de la Nature et à les restituer de la manière la plus compréhensible et utilisable par l'entreprise.

Ici, nous tombons sur une première contradiction, complètement évidente, avec l'idéologie ambiante. On lit partout que les chercheurs doivent déclarer leurs liens de subordination ou de rémunération ; ceux qui auraient des liens avec une entreprise seraient bannis par principe. Comme m'a dit un jour un ami qui travaille chez Total, "on nous reproche des études qui, sans nous, n'existeraient pas".

En réalité, cette doctrine de pseudo-indépendance, très malsaine dans son principe même, a été lancée par les chercheurs du public, qui cherchent à bannir ce qui vient du privé, pour conserver leur hégémonie. Mais, comme a dit Bertolt Brecht "la terre est à celui qui la cultive", et les études sont à ceux qui les font.

Face à une situation nouvelle, par exemple la construction d'un pont, le scientifique peut dire "oui, il tiendra", "non, il ne tiendra pas", mais il peut aussi réclamer des études complémentaires, s'il estime par exemple que les données géologiques sont insuffisantes pour conclure. Le scientifique a vocation à guider le recueil des données, pour lui permettre à la fin de donner sa conclusion.

Il peut arriver que l'employeur ne soit pas honnête : il n'accepte pas votre indépendance d'esprit et veut bafouer les lois de la Nature. Il a grand tort : c'est Satan qui les a conçues. En ce cas, veillez bien à ce que vos rapports soient clairs, mentionnent bien les conclusions que vous avez obtenues, et si l'employeur veut passer outre, quittez l'entreprise : elle ne vivra pas longtemps, même si elle s'inscrit dans un vaste mouvement politiquement correct. Quelles que soient les circonstances, n'abandonnez jamais votre rigueur intellectuelle. Je renvoie ici à la présentation de Richard Feynman devant les étudiants du Caltech [Feynman].

3. La rédaction d'un rapport

Après cette longue introduction, j'en viens à la rédaction du rapport, objet de l'exposé. Craignant d'être en désaccord avec son employeur, l'ingénieur rédige souvent un rapport complètement incompréhensible, d'où aucune conclusion claire ne ressort. Il se dit qu'on le laissera en paix et que, appuyé sur ce rapport, l'employeur ou le politique peuvent faire ce qu'ils veulent : manière de se défausser. Mais alors à quoi bon payer le salaire de quelqu'un dont les résultats sont incompréhensibles ? Par le passé, en invoquant Nicolas Boileau, j'ai écrit un petit texte sur cette question ([BB1]).

Je vais ici distinguer deux parties : le corps du rapport et le résumé opérationnel.

Le corps du rapport doit être absolument complet. Les nouvelles technologies font que la place ne nous est plus comptée ; il ne s'agit pas de la rédaction d'un article scientifique pour laquelle une revue vous allouera dix pages au maximum. Prenez 200 pages, 500 pages si nécessaire ; renvoyez vers d'autres études, vers des graphiques, des données externes, etc.

La règle d'or est celle-ci : votre rapport doit pouvoir être relu, cinq ans après, par un scientifique nouvellement embauché par l'entreprise. Cette situation est fréquente : les entreprises ont

toujours un certain "turnover", et il y a le renouvellement des générations. Votre rapport doit pouvoir être "exhumé" plusieurs années après, et doit pouvoir être lu par quelqu'un qui découvre ce sujet à ce moment : "pourquoi diable avons-nous fait cela de cette manière à cette époque ?". Veillez donc bien à définir complètement le contexte (pourquoi la question s'est posée), mais aussi (ce qui se fait rarement) à expliquer pourquoi telle solution a été retenue, telle autre rejetée. Cinq ans après, ce ne sera évident pour personne. Dites-vous aussi que votre rapport peut tomber en de mauvaises mains : des opposants vont chercher à le contester.

Nous arrivons immédiatement à une seconde contradiction avec l'idéologie ambiante. Il résulte de ce que je viens de dire que tout est dans la qualité du rapport : est-il complet ? fait-il convenablement l'analyse des données disponibles ? les raisonnements sont-ils absolument logiques ? Si oui, parfait ! Mais alors, on constate ceci, véritablement étonnant : la qualité de l'étude est indépendante du nom du signataire. A la limite, le rapport pourrait même être anonyme !

Ceci est proprement stupéfiant : la quasi-totalité des gens considèrent que la signature d'un prix Nobel, d'un membre d'une Académie, d'un nom prestigieux, est une garantie. Mais ce n'est absolument pas vrai : la qualité de l'étude tient au fait qu'elle respecte les règles fondamentales de la recherche scientifique, telles que Feynman les définit. Rien de plus, rien de moins. L'étude doit pouvoir être lue et critiquée ; en sciences, l'argument d'autorité n'existe pas.

Bien entendu, nous retrouvons ce point déjà mentionné : la qualité d'un rapport est indépendante du mode de financement. Une étude a la même valeur, qu'elle soit financée par Sainte Thérèse de Lisieux ou par Satan. A la SCM, nous préférons de beaucoup les études commanditées par Satan, car Sainte Thérèse n'avait qu'une connaissance très limitée des lois de la Nature.

Le Résumé Opérationnel a vocation à être lu par des non-spécialistes. Deux règles s'imposent :

- Vous devez faire relire votre rapport par votre grand'mère, ou quelqu'un de cette génération, et vérifier qu'elle comprend bien ce que vous dites. Il est inutile de faire appel à votre voisin de bureau : il est trop proche de vous.
- Vous devez être bien conscient du fait que votre rapport sera utile à l'organisme qui vous emploie, et pas seulement à votre supérieur hiérarchique. Vérifiez que l'utilité de votre travail pour l'entreprise (ou l'organisme) apparaît clairement, en vous référant au problème de base qui s'est posé.

Prenons un exemple concret. Nous travaillons actuellement pour l'ANDRA (Agence Nationale pour les déchets radioactifs) à propos des capteurs qui seront utilisés dans le futur site "CIGEO". Notre contrat porte sur des aspects extrêmement techniques : la définition et l'emplacement de certains capteurs, nécessaires à la bonne surveillance du site. Nos rapports font plusieurs centaines de pages. Néanmoins, le résumé opérationnel doit dire clairement à l'ANDRA si nous estimons ou non que la surveillance du site est effectuée de manière satisfaisante. Et nous parlons du principe que notre rapport sera rendu public et sera critiqué : il est là pour cela.

Si votre étude porte sur un problème de logistique, vous concluez clairement qu'une nouvelle organisation doit permettre de livrer davantage de clients : c'est là que se situe le besoin fondamental, et ce besoin doit être rappelé.

Si votre rapport se réfère aux besoins fondamentaux de l'être humain, il sera mieux compris. Je prendrai pour exemple le texte de Victor Hugo "dans les caves de Lille", où il étudie les salaires dans le nord de la France : sujet en apparence très technique, sur lequel un ingénieur multiplierait les graphes et les statistiques, sans parvenir à emporter la conviction, tant le sujet est polémique. Mais Victor Hugo, avec très peu de données, emporte la conviction "c'est un enfant qui dit à sa mère : j'ai faim". Voir [Hugo].

4. La présentation orale

Elle est beaucoup plus difficile et, dans l'immense majorité des cas, elle est très mal faite. L'ingénieur se précipite sur sa propre contribution, qu'il expose à grand renfort de "Power Point" dans une salle obscure, endormie depuis longtemps. Malheureusement, les jeunes scientifiques, et surtout les thésards, n'ont pas le recul suffisant : ils croient que la science est née avec leur directeur de thèse et n'ont pas les connaissances nécessaires quant à l'origine des questions posées. Je renvoie pour plus de développements à mon article [BB2].

Je vais donner quelques règles simples.

Quel que soit votre temps de parole (un quart d'heure, une demi-heure, une heure), décomposez-le en trois tiers. Consacrez le premier tiers à exposer l'origine du problème (pourquoi est-ce important ?), le second tiers à l'état de l'art (comment procède-t-on actuellement ?) et seulement le troisième tiers à votre propre contribution.

La plupart des scientifiques négligent les deux premiers tiers et se précipitent vers le troisième, d'où l'incompréhension générale de l'auditoire.

Même si vous disposez d'une heure pour faire votre exposé, vous ne pouvez pas espérer présenter les 200 pages de votre rapport en détail ; il faut donc en faire un résumé, suffisamment intéressant pour que l'auditoire ait envie de regarder le rapport écrit. Votre présentation, en son dernier tiers, ne peut donc être autre chose qu'une introduction à vos travaux.

Rappelez-vous bien que la logique humaine est linéaire. On voit des films avec quantité de "flashbacks" ; peut-être est-ce acceptable dans un film, mais pas dans une conférence scientifique. Posez bien vos hypothèses et déroulez vos raisonnements dans un ordre logique. Evitez en particulier de montrer des tableaux : un tableau est, par définition, bi-dimensionnel et donc difficile à comprendre. Bien sûr, vous pouvez mettre des tableaux dans le rapport écrit, mais évitez-les à l'oral. Vous pouvez mettre des graphes et des figures, s'ils se comprennent facilement.

Beaucoup de scientifiques se plaignent, lorsqu'ils font un exposé, de ne pas avoir l'attention de leur public. Ils projettent quantité de calculs dans une obscurité propice au sommeil, et l'auditoire en profite pour somnoler, lire ses emails, consulter son portable, etc. Comment retenir l'attention de l'auditoire ?

Je vais vous donner un exemple, absolument remarquable, qui n'est pas de nature scientifique. C'est une émission de radio d'Orson Welles, diffusée sur la côte Est des USA le dimanche 30 octobre 1938, jour d'Halloween, à 20 h. Ce jour-là, par tradition, on fait des farces, et le public doit s'attendre à des nouvelles absurdes diffusées par la radio.

Orson Welles choisit le thème "les Martiens ont débarqué", suivant en cela le livre de H. G. Wells "la guerre des mondes", qui est un classique. Vous n'imaginez pas un instant qu'une personne sensée puisse prendre une telle nouvelle au sérieux, un jour d'Halloween, d'autant que Welles explique lui-même en début d'émission qu'il suit le livre.

L'émission dure une heure. Mais au bout de 18 minutes, il se produit ceci : près de deux millions d'auditeurs réagissent, en proie à la plus fantastique terreur des temps modernes. Dans une étude publiée l'année suivante, un professeur de Princeton, Hadley Cantril, a établi que six millions de gens ont écouté l'émission, dont 1,7 million ont cru à la réalité du phénomène ; parmi eux, 1,2 million ont eu très peur.

Tous les standards de la région ont été saturés, et la nouvelle a atteint San Francisco, sur la côte Ouest des USA, avec le même résultat : partout des gens dans les rues, cherchant à s'enfuir avec des masques sur la figure et des mouchoirs pour échapper aux gaz lancés par les Martiens. La police a essayé de faire interrompre l'émission mais trop tard : les gens ne croyaient plus aux démentis.

Dans les trois semaines qui ont suivi, 12 500 articles de journaux ont analysé l'émission et ses conséquences. Une commission d'enquête parlementaire a été nommée dès le lendemain. Elle a conclu que Orson Welles n'avait rien à se reprocher, mais elle a définitivement interdit ce type d'émission : on n'a jamais entendu rien de semblable depuis, ni aux USA, ni en France, ni ailleurs.

Comment est-il possible que, un soir tranquille d'Halloween, des gens tout à fait sensés prêtent foi à une histoire aussi absurde que "les Martiens ont débarqué" et se précipitent pour fuir, et tout ceci en 18 minutes seulement ? C'est tout l'art d'Orson Welles et vous noterez, en appui aux paragraphes précédents, que sur ces 18 minutes, Orson Welles consacre le tiers à la diffusion de morceaux de musique, parce que c'est ce que les gens veulent entendre un dimanche soir. Il les prend dans l'état où ils se trouvent et les amène progressivement à suivre son histoire. Voir [Wells] pour l'histoire et pour télécharger l'émission.



La "une" du New York Times le lendemain de l'émission

5. Références

[MGR] Bernard Beauzamy : Comment décider et gérer un programme de recherche scientifique ? Manuel pratique à l'usage des entreprises. Ouvrage édité et commercialisé par la Société de Calcul Mathématique SA, ISBN 2-9521458-1-4, ISSN 1767-1175, mars 2005.

[Feynman] <http://scmsa.eu/archives/Feynman.pdf>

[BB1] http://scmsa.eu/Grand_public/BB_2005_art_rapport.pdf

[Hugo] http://www.scmsa.eu/archives/Hugo_Caves_de_Lille.pdf

[BB2] http://scmsa.eu/Grand_public/1999_Deformation_par_la_recherche.pdf

[Wells] [https://en.wikipedia.org/wiki/The_War_of_the_Worlds_\(radio_drama\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_War_of_the_Worlds_(radio_drama)) et
https://www.amazon.fr/The-War-of-the-Worlds/dp/B01DKC8V32/ref=sr_1_4?ie=UTF8&qid=1521469809&sr=8-4&keywords=orson+wells+war+of+the+worlds

6. Remerciements et diffusion de l'information

Tous nos remerciements à Alain Sibille, Professeur à Telecom ParisTech, qui a diffusé l'annonce de l'exposé auprès des doctorants, qui sont évidemment les premiers concernés.

Nous avons envoyé par deux fois cette annonce à l'association Bernard Gregory, qui s'occupe de l'emploi des doctorants ; l'ABG ne nous a jamais répondu et n'a pas publié l'information sur son site.

Voici d'autres réactions, émanant du monde académique :

Je reçois depuis quelque temps vos messages. Je ne me suis jamais inscrit à la liste d'information de votre société de prestation de service. La loi vous oblige à offrir un lien de désabonnement dans vos messages. Puisqu'il n'y en a pas, je vous écris par mail et vous demande d'arrêter immédiatement. Quant à mes étudiants ingénieurs rennais, ils n'ont pas besoin d'une conférence parisienne ambiguë pour apprendre à rédiger.

Christophe CUDENNEC, Professeur / Professor, Agrocampus Ouest, Rennes

Merci de m'effacer de votre liste de spams. J'en ai marre de recevoir des pubs pour vos pseudo-formations.

Philippe Duchon, Combinatoire et Algorithmique, LaBRI (Bordeaux)

Merci d'ôter mon email de votre liste de diffusion commerciale. J'émet le souhait de ne plus entendre évoquer la personne de M. Beauzamy qui a l'habitude de tenir des propos erronés et ridicules sur le réchauffement climatique ou les liens vitesse/mortalité sur les routes: je n'ose imaginer ce qu'il peut raconter sur d'autres sujets. J'espère que vous n'avez pas ciblé tous les mails des chercheurs parisiens pour diffuser votre publicité malvenue.

Pierre Fouilhoux, Maître de Conférences en Informatique, Université de Paris 6