

# Statistique et formation du citoyen

Jean Claude Girard - Iufm de Lyon

La formation d'un citoyen "instruit et éclairé" capable de réfléchir et de décider par lui-même ne peut faire l'économie d'un apprentissage des outils statistiques. Pas plus qu'un citoyen ne saurait être illettré c'est-à-dire incapable de lire et d'écrire, il ne saurait être inapte au maniement des nombres. Malheureusement, le mot qui correspond à illettré pour les nombres fait défaut en français comme si le problème n'existait pas ! Pourtant "l'innombrisme" est au moins aussi répandu que l'illettrisme (bien que l'on ait peu de statistiques sur le sujet !).

Le projet de programme de terminale (mars 2001) justifiait l'importance donnée à la partie « statistique » dans le secondaire par cette phrase : « former les élèves en statistique, c'est leur donner une forme de pensée critique sans laquelle ils seront exclus du débat social et scientifique ».

Cette idée n'est pas neuve puisque H. G. Wells<sup>1</sup>, qui était un visionnaire, écrivait, il y a plus de 50 ans : *Statistical thinking will one day be as necessary for efficient citizenship as the ability to read and write* ce qui peut se traduire par : la pensée statistique sera un jour aussi nécessaire au citoyen que le fait de savoir lire et écrire.

Il est clair, en effet, que les statistiques sont un langage, utilisé dans le débat social aussi bien que scientifique. Si on veut que ce langage ne soit pas une langue étrangère (ni même étrange) pour nos élèves, il doit être, comme la langue maternelle, l'objet d'un apprentissage sur une longue période. Comme tous les langages, on peut l'utiliser pour tromper ou induire en erreur. Le fait que ce langage qui utilise généralement des chiffres plutôt que des mots soit souvent employé comme caution scientifique à des arguments qui peuvent être fallacieux tend à le faire percevoir comme l'expression de la Vérité.

Il faut donc éviter d'avoir une confiance aveugle dans les chiffres, sans pour autant tomber dans le scepticisme absolu à propos de toute information chiffrée. Pour cela, il convient d'être averti des pièges les plus fréquents dans lesquels certains utilisateurs de statistiques peuvent entraîner leurs interlocuteurs, en tordant les chiffres, par mauvaise foi ou par ignorance, dans leur désir de prendre leurs hypothèses pour des réalités.

On se propose donc, à partir de cinq exemples, d'explicitier différents pièges classiques dans le maniement des informations chiffrées, pièges récurrents et sur lesquels il faut attirer l'attention des futurs citoyens que sont nos élèves afin qu'ils disposent des moyens pour juger, critiquer et se forger leur propre opinion.

Les questions posées sont les mêmes pour les cinq documents :

- Formuler clairement la conclusion de l'auteur, c'est-à-dire ce qu'il veut « prouver »
- Quelles critiques peut-on faire aux arguments de type statistique utilisés pour arriver à cette conclusion ?
- Donner d'autres exemples de raisonnements erronés du même type

---

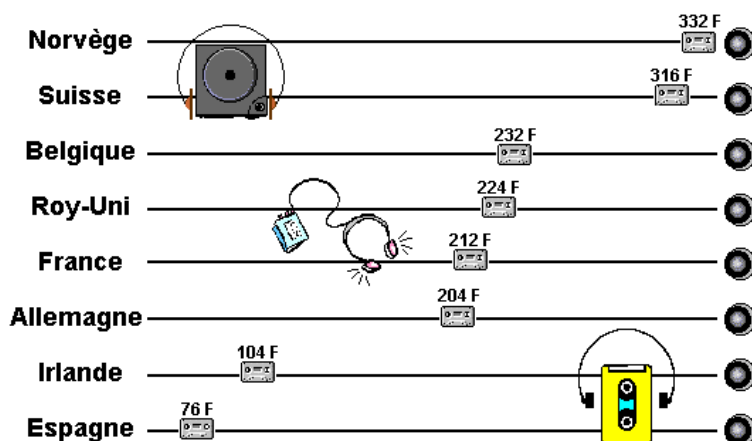
<sup>1</sup> Herbert George Wells (1866-1946), écrivain anglais, auteur en particulier de *La machine à explorer le temps* (1895) et *La guerre des mondes* (1898)

# Document 1

## Les pays les plus mélomanes

Si le Norvégien s'offre annuellement pour 332 F de musique enregistrée (*tous supports confondus, disques laser ou K7*) l'Espagnol en achète quatre fois moins. Le Français est un mélomane de moyenne envergure : il dépense à peu près autant que les Anglais ou les Allemands en la matière.

### Ce que les Européens dépensent en musique par an



Sources : Fédération internationale de l'industrie phonographique

Source : magazine *Quo*, n°3, Janvier 1997.

# Commentaires sur le document 1

- Ce premier document se propose de comparer le goût pour la musique des habitants de différents pays européens. Le commentaire fait ressortir que le Français se situe dans la moyenne (sans plus).

Le problème posé par ce document a trait au choix de la variable étudiée lors d'une étude statistique et aux difficultés de mesure de certaines variables.

La difficulté ici est de mesurer le goût pour la musique. Ce n'est pas possible directement. Il n'existe aucun instrument, aucune unité pour effectuer une telle mesure. On est bien obligé, alors, de choisir une autre variable plus facilement mesurable. La variable choisie ici est la dépense moyenne par habitant en musique enregistrée par an (en francs). Ce choix est pour le moins contestable. En effet, la dépense est évidemment fonction du niveau de vie tout autant que du goût pour la musique ! Un Suisse qui achète un disque 150 F (français) est-il deux fois plus mélomane (si ceci a un sens !) qu'un Irlandais qui achète le même disque 75 F ?

Autres remarques :

- On peut faire une critique sur le graphique lui-même. L'origine de la graduation a été tronquée et ceci augmente (artificiellement) l'impression d'écart entre les différents pays.
- On pourrait envisager d'autres variables peut-être plus pertinentes c'est-à-dire moins liées au niveau de vie et plus en relation avec le fait d'être mélomane. Par exemple, le nombre de spectateurs à des concerts, le nombre de concerts, le nombre d'instruments de musique vendus par an (relativement à la population totale), etc... Toutes demandent d'être soigneusement étudiées sinon la conclusion sera sans valeur.
- Cette situation est plus fréquente qu'on le pense. Un exemple classique est la mesure de l'illettrisme. Selon l'INSEE, "*plus d'un jeune homme adulte sur dix a des problèmes en lecture*" (Etude faite auprès des appelés lors des "trois jours", *Le Figaro* du Mercredi 10 septembre 1997). Le test consistait à associer un mot à une image. Si on détaille le rapport, les choses sont moins simples.

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 6 % des appelés n'ont pas pu déchiffrer à haute voix les mots qu'on leur proposait séparés sans autre contexte</li><li>➤ 11 % échouent à associer un mot à une image</li><li>➤ 18 % ne parviennent pas à associer un mot à une phrase</li><li>➤ 37 % ne peuvent pas repérer et comprendre un mot sans un texte</li><li>➤ 52 % ne savent pas repérer et comprendre une phrase</li><li>➤ 62 % ont mal compris le sens global d'un texte (incapacité à lui donner un titre)</li></ul> |
|--|

Le pourcentage d'illettrés est donc fonction du critère qui est utilisé pour le mesurer et il ne sert pas à grand-chose de discuter s'il est "réellement" de 10%, 20%, 25% ou plus. Par contre, un critère étant choisi, on peut comparer les évolutions dans le temps, entre les garçons et les filles, dans les différentes catégories sociales, etc...

## Document 2



Article extrait d'*Aujourd'hui en France* du 15 Avril 1999.

## Commentaires sur le document 2

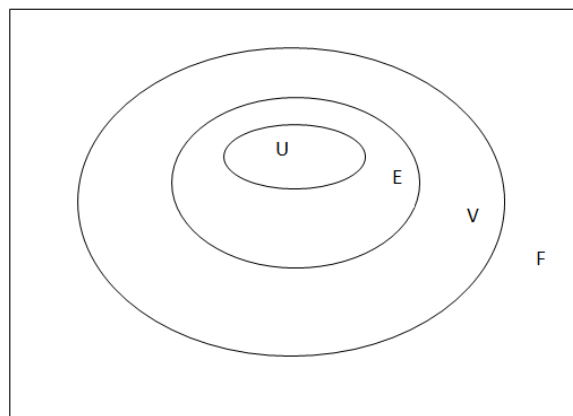
Ce document veut faire ressortir que si la culture américaine nous envahit par petit écran interposé, finalement les français ne sont pas très intéressés par la culture américaine puisque peu d'entre eux visitent les Etats-Unis. Le rapport relativement visible entre les deux pourcentages publiés (4% et 42%) doit renforcer cette impression.

- Ce document pose le problème classique de la définition du référentiel quand on calcul un pourcentage, ainsi que la pertinence de la comparaison de deux pourcentages.

Le premier pourcentage est calculé sur l'ensemble des films passant à la télévision. La variable étudiée est la nationalité du film. Le référentiel qui a servi au calcul du second pourcentage est l'ensemble des français partant en vacances à l'étranger. La variable étudiée est le pays visité. La comparaison des deux pourcentages n'est donc pas très pertinente puisque l'on étudie deux variables différentes sur deux référentiels différents. Cela revient à comparer des carottes et des choux ! Ceci n'est pas le cas lorsque l'on compare la même variable sur deux référentiels ou deux variables différentes sur le même référentiel.

- On peut remarquer, de plus, que le rapport entre les deux pourcentages pourrait être rendu encore plus spectaculaire. En effet, pourquoi ne pas prendre pour référentiel l'ensemble des français partant en vacances ou même l'ensemble des français ? Sachant que 20 % de nos compatriotes qui partent en vacances se rendent à l'étranger, c'est finalement 0,8% des français qui partent en vacances qui vont aux USA et si l'on sait qu'environ 3 français sur 4 seulement partent en vacances, c'est alors 0,6% des français qui vont aux Etats-Unis. On voit que le choix du référentiel permet d'obtenir le rapport souhaité. Autrement dit, donnez-moi le pourcentage que vous voulez obtenir, je vous trouverai le référentiel qui fournira ce pourcentage.

Le schéma est le suivant :



- Si ces critiques n'étaient pas réhivitoires on pourrait faire quelques remarques (d'ordre général) sur la définition des ensembles de référence. Ceux-ci ne sont généralement pas définis avec toute la précision souhaitable. Comme les pourcentages changent suivant l'ensemble choisi, on peut en tirer une mauvaise impression. Par exemple, les "films américains" comprennent-ils les téléfilms ou les films de cinéma seulement, les feuilletons, etc.

On suppose évident que “américain” doit être compris comme venant des Etats-Unis (le drapeau est un indice fort) mais il n’en n’est pas toujours de même dans les statistiques. L’Amérique comprend quelquefois le Canada (?) ou encore tout le continent américain (nord et sud).

- En résumé, précisons soigneusement les référentiels et comparons ce qui est comparable. Dans le cas contraire, on peut annoncer un jour que le taux d’absentéisme dans l’éducation nationale est de 12 % et le lendemain seulement de 6% comme l’a fait, dans un passé récent, un ministre toujours prompt à tirer sur le « Mammouth »...
- On peut remarquer que ces manipulations de référentiels sont malheureusement monnaie courante, en particulier dans le débat politique. On la retrouve même chez les candidats à l’élection présidentielle. Témoin ce dialogue extrait du débat entre Ségolène Royal et Nicolas Sarkozy à propos des centrales nucléaires (source tf1.fr) :

### La transcription exhaustive du débat 02/05/2007

Ségolène Royal: Savez-vous quelle est la part du nucléaire dans la consommation d'électricité en France?

Nicolas Sarkozy: Oui, mais confirmez-vous ce choix? Nous avons, grâce au nucléaire, une indépendance sur l'électricité de la France à hauteur de la moitié.

Ségolène Royal: Vous défendez le nucléaire, mais vous ignorez la part du nucléaire.

Nicolas Sarkozy: Non. La moitié de notre électricité est d'origine nucléaire.

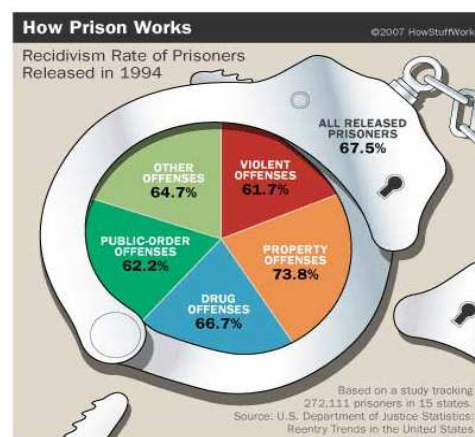
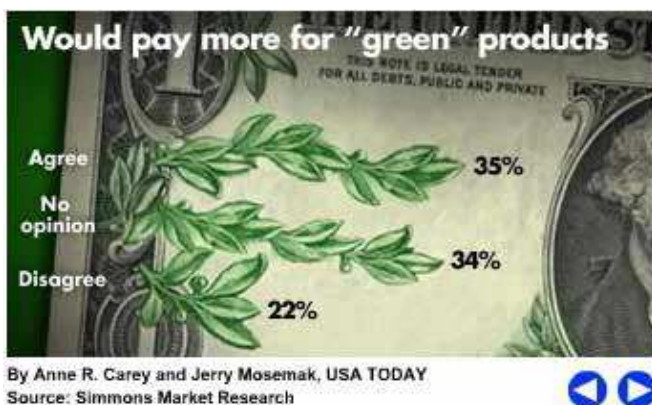
Ségolène Royal: Non, 17% seulement de l'électricité.

Nicolas Sarkozy: Ce n'est pas exact, Madame.

Ségolène Royal: Tout cela se verra. Mais si c'est cela.

En fait, la part de la production du nucléaire dans l'électricité n'est ni de 17% ni de 50%, mais de 78%. Le chiffre de 17% correspond en fait à la **part du nucléaire dans la consommation totale d'énergie en France**. Quant au chiffre de 50%, il ne correspond à rien dans le domaine de la consommation de l'énergie. (Source tf1.fr)

- Le choix du référentiel n’est pas la seule notion mal maîtrisée par les médias. Dans la catégorie du plus mauvais graphique jamais produit, voici deux candidats au premier prix :



## Document 3

### Commentaires et réponses (extraits)

....

En effet, l'augmentation mondiale des accidents aériens (chiffres OACI) est telle que dans ses conclusions l'OACI craint 15 801 morts en l'an 2000, si l'on suivait la courbe 1986, 1987, 1988.

Ces résultats tendraient à montrer que le taux de mortalité deviendrait 1/126 574 passagers transportés alors qu'en 1987 il a été de 1/754 717.

Les années 1986, 1987, 1988 ont été terribles pour le transport aérien, toutes causes confondues.

1988 : 67 accidents : 1655 morts

1987 : 42 accidents : 763 morts

1986 : 27 accidents : 614 morts

....

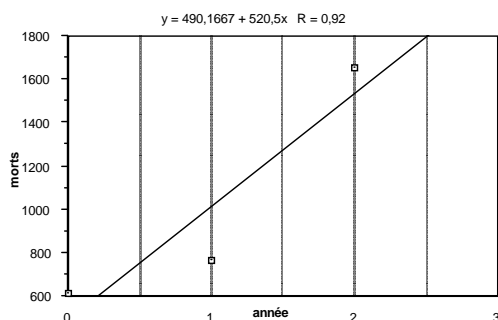
X. B.

vice-président  
du Syndicat national  
des pilotes de ligne,  
chargé des affaires techniques  
et de la sécurité.

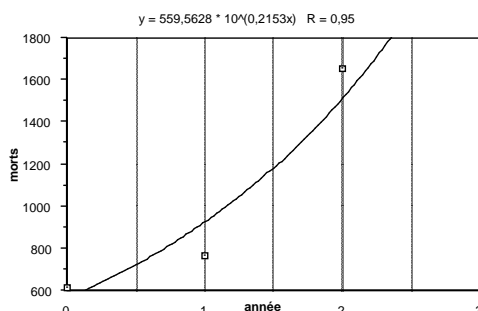
*Le Figaro*, Samedi 18 - Dimanche 19 mars 1989

## Commentaires sur le document 3

- Cet article veut visiblement tirer la sonnette d'alarme à propos de l'augmentation des accidents aériens (sans que l'on fasse d'hypothèse sur les raisons de cette augmentation : trafic en progression, déréglementation, etc...). A partir de la tendance observée en 1986, 1987, 1988, une prévision propre à marquer les esprits est faite pour l'an 2000 : 15801 morts. Le problème posé ici est le passage d'une réalité à un modèle mathématique et le domaine de validité de ce modèle. Une première critique pourrait porter sur la forme de la "courbe". Une méthode classique en statistique est le modèle linéaire donné par la droite des moindres carrés.

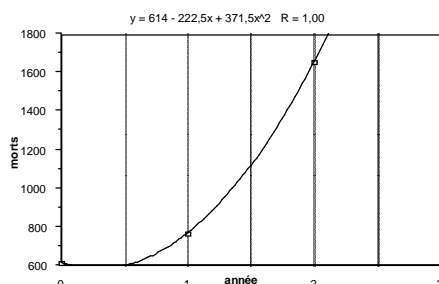


L'année 1986 est prise pour origine. La prévision pour 2000 (année 14) est de 7382 morts. Un coefficient de corrélation de 0,92 est généralement considéré comme bon mais ceci ne veut pas dire que l'on a trouvé le meilleur modèle. La disposition des points fait d'avantage penser à une exponentielle qu'à une droite. N'importe quelle calculatrice moderne donne la meilleure courbe.



La prévision pour l'an 2000 est alors d'environ 578 000 morts !!!

On peut également calculer l'équation de la parabole passant par ces trois points.



L'ajustement est alors parfait et la prévision pour l'an 2000 est d'environ 70 000 morts. Quel modèle l'auteur a-t-il utilisé pour obtenir la prévision annoncée de 15 801 morts ?

- Il y a plus grave évidemment. Même avec l'ajustement parfait (parabolique), le principe d'une prévision à partir d'une observation sur trois années est plus que contestable. Trois points définissent beaucoup de courbes différentes. De plus, extrapoler à l'année suivante un modèle calculé sur un grand nombre d'années pourrait se concevoir mais prolonger son domaine de validité à 12 ans est parfaitement ridicule. Encore plus de donner le résultat à une unité près !



# Document 4

theNewspaper.com  
*A journal of the politics of driving*

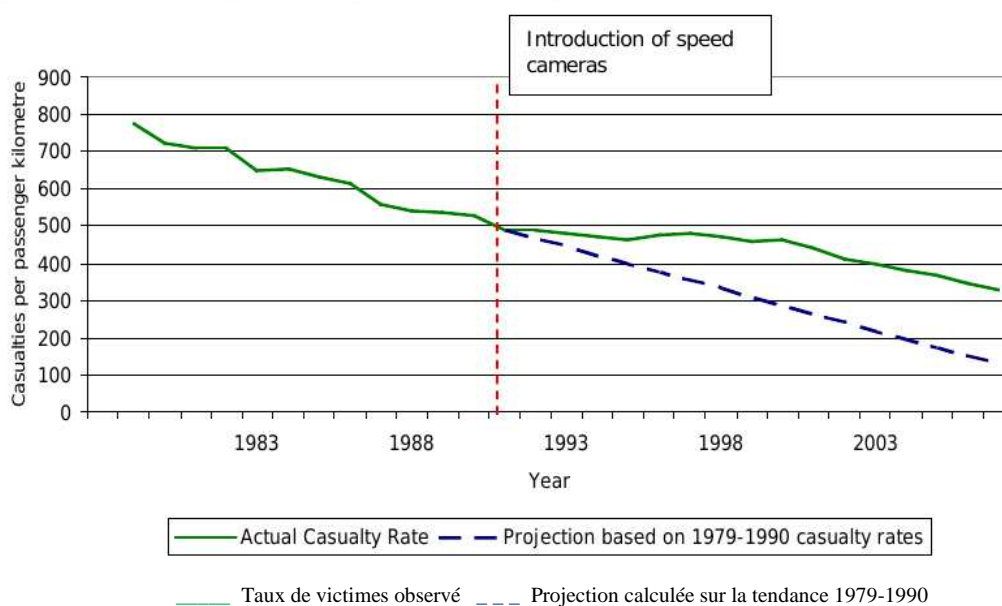
2

Royaume-Uni : les radars routiers remettent en cause l'amélioration de la sécurité routière

Deux associations<sup>3</sup> ont calculé dans une note<sup>4</sup> du 12/07/2010 que les radars routiers du Royaume-Uni ont rapporté 87 368 227 £ en contraventions pour l'année fiscale 2009 sans faire apparaître d'amélioration pour la sécurité. Depuis leur installation en 1991, les routes britanniques sont plus dangereuses qu'elles ne l'auraient été sans cela, si on en croit leur rapport.

D'après cette étude, « le taux de victimes de la route<sup>5</sup> » a diminué plus lentement depuis l'installation des radars de vitesse dans le début des années 90 » et « on peut estimer d'après les taux observés entre 1978 et 1990 qu'il y a eu 1 555 244 victimes supplémentaires entre 1991 et 2007 par rapport à ce qui aurait dû être observé si la tendance avait continué » ...

Graph 2: Actual casualty rate and predicted casualty rate



... Le taux de victimes par milliard de passagers-kilomètres<sup>6</sup> a ainsi chuté de 773 en 1979 à 331 en 2007. Mais la diminution avait été beaucoup plus importante dans la période précédant l'installation des radars.

Les deux associations estiment que le taux serait descendu à 128 en 2007 si les radars n'avaient pas été installés ...

<sup>2</sup> On trouvera l'article original à l'adresse <http://www.thenewspaper.com/news/31/3198.asp>. Traduction JCG

<sup>3</sup> The TaxPayers' (Alliance [www.driversalliance.org.uk](http://www.driversalliance.org.uk)) et Drivers' Alliance ([www.taxpayersalliance.com](http://www.taxpayersalliance.com))

<sup>4</sup> Research Note 3 <http://www.thenewspaper.com/rlc/docs/2010/uktaxpayer.pdf>

<sup>5</sup> Le rapport utilise le terme « casualties » qui englobe, d'après le « Department for Transport » de Grande-Bretagne, les tués, les blessés graves et les blessés légers.

<sup>6</sup> Le passager-kilomètre ou kilomètre-passager est une unité de mesure du trafic aérien correspondant à 1 passager transporté sur une distance de 1 kilomètre (Dictionnaire Larousse)

## Commentaires sur le document 4

De nombreuses voix commencent à s'élever en Grande Bretagne pour demander la suppression des radars routiers (ou au-moins la diminution de leur nombre) considérés comme une nouvelle source d'impôt et sans réel influence sur l'amélioration de la sécurité routière.

Une des références utilisées et qu'on retrouve dans différentes sources est la courbe d'évolution du taux de victimes de la route (voir document 4) qui n'a pas continué à diminuer depuis l'introduction des radars sur la même tendance que les années précédant leur mise en service.

D'autres arguments ont été avancés concernant l'accroissement de la distraction des conducteurs liée aux radars (annoncés ou aperçus). Des enquêtes et des expérimentations ont été conduites sur ce sujet.

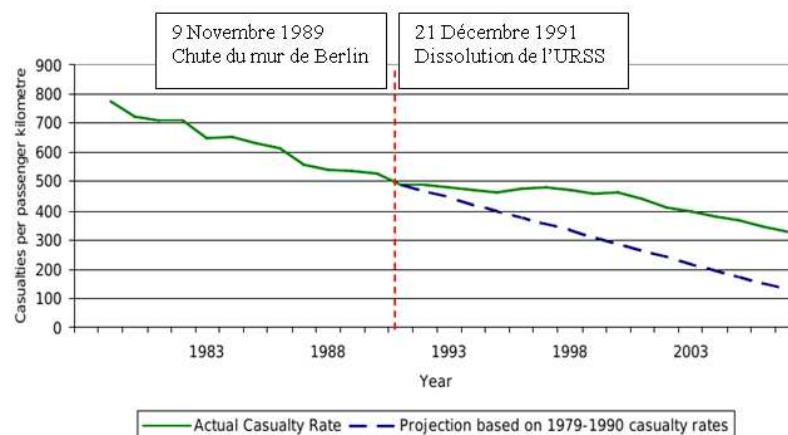
*Selon un sondage publié par The Liverpool Victoria Insurance Company les automobilistes du Royaume-Unis conduisent de façon plus imprévisible en présence d'un radar. L'enquête a montré que 81 % des conducteurs quittaient la route des yeux pour regarder leur compteur de vitesse dès qu'ils apercevaient un radar. (Source : The Newspaper.com)*

Ce lobbying a été couronné de succès puisque des comtés anglais ont commencé à supprimer certains radars et la contagion s'est répandue à d'autres comtés.

*La campagne anti-radars a trouvé un écho auprès des Tories. Dans son manifeste électoral, le Parti conservateur a promis de mettre un terme à la "guerre contre l'automobiliste"...La région d'Oxfordshire est la première à en avoir tiré les conclusions, en supprimant 72 caméras. Elle ne sera pas la seule à le faire. Le comté de Buckinghamshire a d'ores et déjà fait savoir à être le prochain à retirer les radars automatiques (Source Radio Nederland Wereldomroep)*

On peut se réjouir (ou se lamenter) de l'efficacité des arguments statistiques pour faire évoluer les décisions politiques mais le graphique utilisé n'est pas exempt de critiques.

- Horizontalement, chaque année semble se situer entre deux graduations successives, ce qui est assez inhabituel.
- Le titre de l'axe vertical devrait être en victimes par milliard de passagers-kilomètres.
- On ne sait pas comment on peut calculer un nombre de passagers-kilomètres pour des voitures particulières (il semble que ce soit par sondage).
- Si on s'appuie sur la période 70-90, l'évolution semble effectivement être modifiée mais la cause en est-elle la mise en place des radars ? Il s'est passé beaucoup de choses autour de 1990. Peut-on dire celui qui explique ce changement ? Personne ne serait convaincu si le graphique avait été le suivant :

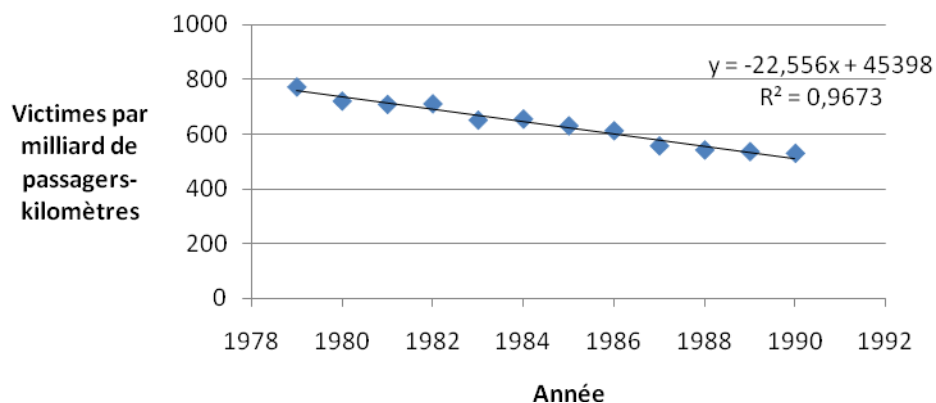


L'interprétation est fantaisiste, bien sûr, mais elle l'est peut-être tout autant pour les radars.

Cette pratique qui conduit à penser que si deux événements se succèdent, cela implique que le premier soit la cause du second est l'illustration du fameux sophisme *Post hoc, ergo propter hoc* c'est-à-dire « à la suite de cela, donc à cause de cela »<sup>7</sup> à partir duquel sont construits les croyances, les superstitions et les dictons populaires (jamais deux sans trois, par exemple) mais qui n'épargne pas les scientifiques si on en croit Claude Bernard<sup>8</sup> :

*Pour conclure avec certitude qu'une condition donnée est la cause ... d'un phénomène, il ne suffit pas d'avoir prouvé que cette condition précède ou accompagne... le phénomène ; il faut encore établir que, cette condition étant supprimée, le phénomène ne se montrera plus. Si l'on se bornait à la seule preuve de présence, on pourrait à chaque instant tomber dans l'erreur et croire à des relations de cause à effet quand il n'y a que simple coïncidence. Les coïncidences constituent ... un des écueils les plus graves que rencontre la méthode expérimentale ... C'est le post hoc, ergo propter hoc ... auquel on peut se laisser très facilement entraîner, surtout si le résultat de l'expérience ou de l'observation favorise une idée préconçue.*

- En revanche, on sait que les années précédant la mise en service des radars, la construction d'autoroutes, l'amélioration des autres routes, la meilleure sécurité active et passive sur les véhicules et, peut-être, la sensibilisation des conducteurs au nombre d'accidents mortels ont pu contribuer à la baisse importante constatée. Toutes ces améliorations ont continué après 1990 mais peut-être pas au même rythme, ce qui pourrait donc expliquer en partie cette « baisse de la diminution » du nombre de victimes.
- La tendance a été calculée sur les années 79-90 par une régression linéaire.



La prévision pour le taux en 2007 est alors de 128 comme indiqué dans l'article mais on peut remarquer que dans ce modèle le taux devrait devenir négatif dès l'année 2013 ce qui montre que la validité du modèle est contestable bien avant !

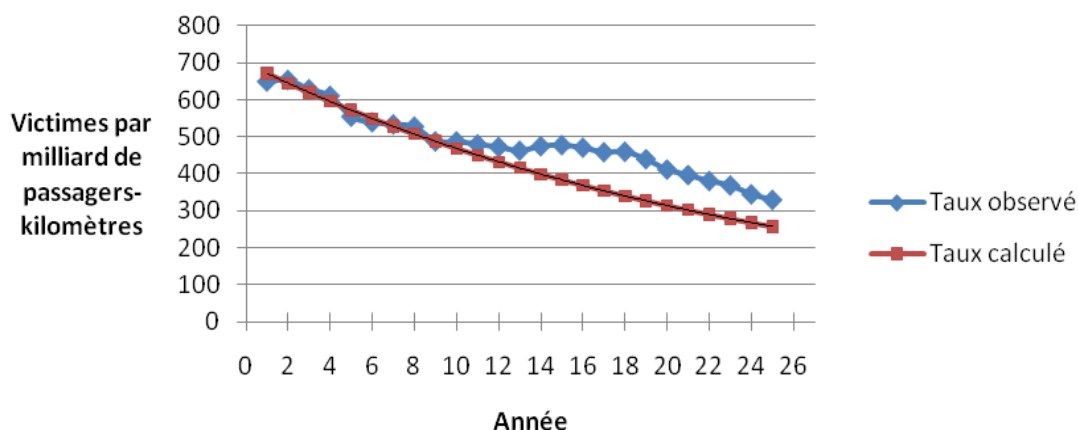
D'autres part, il y a beaucoup d'autres façons de trouver une « tendance » par exemple sur une période plus longue puisqu'on dispose de données depuis 1950 ou, au contraire, sur une période plus courte précédant immédiatement la mise en place des radars pour prendre en compte un changement de tendance déjà amorcé.

L'équation obtenue par une régression exponentielle sur les années 83-90, par exemple, est alors  $y = 689,37e^{-0,036x}$  avec  $R^2 = 0,9266$  en renumérotant les années de 1 (1983) à 8 (1990). L'ajustement est moins bon mathématiquement mais plus réaliste car personne n'espère que le nombre de victimes tombe à 0 dans un proche avenir ...

<sup>7</sup> Souvent nommé en abrégé « raisonnement post hoc »

<sup>8</sup> Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, 1865, Ch 2 § VIII, version électronique [http://www.ac-grenoble.fr/PhiloSophie/file/bernard\\_medecine\\_exp.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/PhiloSophie/file/bernard_medecine_exp.pdf)

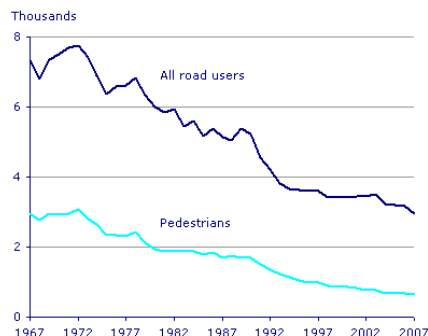
La prévision pour 2007 (année 25) est de 280 c'est-à-dire plus proche du taux réellement observé et la comparaison de la courbe des taux observés avec celle du modèle est la suivante :



L'adéquation entre les valeurs observées et calculées est donc assez satisfaisante et on peut remarquer que pour les dernières années, les valeurs tendent à se rapprocher ce qui remet en cause une partie des arguments avancés.

- Selon l'ancien ministre des Transports Alan Johnson, dont le mandat s'est caractérisé par une prolifération des radars, les autorités feraient preuve d'irresponsabilité et commettraient une grossière erreur en supprimant ces radars : *"Quiconque a fait une analyse de la situation dit que les radars ont considérablement amélioré la sécurité routière. Le nombre de morts dus à des accidents de la circulation a baissé, en Grande-Bretagne, de 25% par rapport aux années soixante* » (Source : The Newspaper.com)

Cette fois, l'argument est sous-estimé. Entre 1950 et 1990 (date d'introduction de radars !) le nombre de morts sur la route en GB est resté supérieur à 5000 par an. En 2007, il est tombé en dessous de 3000. La baisse est donc supérieure à 46 % entre ces deux périodes.



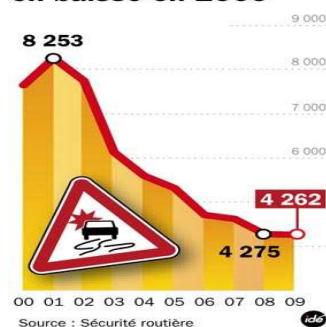
Personnes tuées (en milliers) dans des accidents de la route en Grande-Bretagne entre 1967 et 2007 (piétons et tous usagers).

Source: Department for Transport

<http://www.statistics.gov.uk/cci/nugget.asp?id=1208>

A titre de comparaison, il y a eu encore plus de 4000 morts en 2009 en France bien qu'il y ait une baisse importante ces dernières années (- 48 % entre 2001 et 2009).

### Les tués sur les routes en baisse en 2009



Infographie France-Info « Toujours autant de tués sur les routes » (7/1/2010)

Sur l'ensemble de l'année 2009, le nombre de tués sur les routes de France est resté stable par rapport à l'année 2008. Ce chiffre marque un inquiétant coup d'arrêt dans la lutte contre l'insécurité routière, après une diminution de l'ordre de 50 % du nombre de personnes tuées entre 2001 et 2008.

Source : sécurité routière

[http://www.preventionroutiere.asso.fr/accidentologie\\_securite\\_routiere.aspx](http://www.preventionroutiere.asso.fr/accidentologie_securite_routiere.aspx)

## Document 5

### Lettre ouverte aux sondeurs pour qu'ils se taisent une fois pour toutes (extraits)

Je vous accuse, messieurs, d'abus de confiance et de trafic d'influence....

Abus de confiance : parce qu'ils sont exprimés en chiffres, parce qu'ils ont une apparence mathématique, vos sondages sont prétendus scientifiques. Vous n'avez que ce mot à la bouche : scientifique, méthode scientifique. Et vous faites prendre des pourcentages et des courbes pour des lanternes...

Si vos sondages étaient <<scientifiques>>, tous les <<instituts>>, puisque c'est ainsi que se nomment vos officines, donneraient les mêmes résultats. Si vos sondages étaient <<scientifiques>>, vous ne seriez pas obligés de procéder à ce que vous appelez pudiquement des <<corrections>>, des <<redressements>>, des <<rajustements>>, qui ne sont rien que des <<coups de pouce>> donnés aux chiffres rapportés par vos enquêteurs, et cela en fonction de critères particuliers ; il y a là-dedans de l'arbitraire...

Il y a, paraît-il, une commission de contrôle des sondages. Une récente déclaration de cette commission est à encadrer : <<Dès lors que la différence est entre deux et trois pour cent, rien n'autorise à dire que le candidat arrivant en tête devance celui qui le suit>>...

Maurice Druon.

*Le Figaro*, Samedi 29 - Dimanche 30 Avril 1995.

## Commentaires sur le document 5

Ce dernier document veut clairement faire apparaître les sondages comme une tromperie, aux antipodes d'une méthode rigoureuse et scientifique.

Malheureusement, l'auteur fait preuve d'une inculture manifeste sur le sujet (en espérant que ce n'est pas de la mauvaise foi !).

D'après lui, si les sondages étaient sérieux et scientifiques, ils devraient tous trouver le même résultat. C'est méconnaître les fluctuations d'échantillonnage, c'est-à-dire la part qui revient au hasard.

En effet, le principe même de la constitution d'un échantillon fait que les personnes interrogées ne sont pas les mêmes et il n'y a aucune raison pour que les résultats soient identiques d'un échantillon à l'autre. Ce n'est pas parce que 25 % des ménages possèdent un ordinateur personnel que tout échantillon de 1000 ménages comprendra exactement 250 possesseurs de ce bien d'équipement. Et ceci ne doit pas remettre en cause le sérieux de l'institut de sondage ou la représentativité de l'échantillon. Prenons un exemple qui ne souffre d'aucune subjectivité. Mettons dans un chapeau les chiffres de 0 à 9 en 100 exemplaires chacun et tirons (au hasard, bien sûr !) 100 chiffres. Les échantillons contiendront-ils tous 50 chiffres pairs ? Evidemment non, c'est ce qu'on appelle les fluctuations d'échantillonnage. Le hasard fait partie de la méthode. Le nier, c'est montrer que l'on n'a rien compris. On a simulé 100 fois cette expérience sur ordinateur avec les résultats suivants (donnés sur un graphique en tiges et feuilles<sup>9</sup>)

```
3 4
3
3
4 11
4 22233
4 444444555555
4 66667777777
4 888888999999999999
5 000000000111111111
5 22222333333333
5 4444444444455
5 666
5 99
6 00
6 3
```

Explications : on a trouvé un minimum de 34 % de chiffres pairs dans un échantillon, un maximum de 63 %. On a trouvé 9 fois 50 %, 3 fois 56 %, etc...

---

<sup>9</sup> Pour plus d'explications sur ce type de graphiques, voir par exemple, *Enseigner la Statistique du CM à la Seconde. Pourquoi ? Comment ?*, Groupe Probabilités et Statistique, IREM de Lyon, Mars 1998.

La théorie montre qu'avec des échantillons d'effectif 100 la proportion trouvée dans l'échantillon a une probabilité de 95 % de se trouver à moins de 10 % de la proportion réelle c'est-à-dire ici entre 40 % et 60 %. Dans notre simulation, un seul échantillon a donné un résultat qui n'est pas dans cet intervalle.

Réciproquement, si l'on cherche à estimer la vraie valeur  $p$  (c'est-à-dire la valeur dans la population) à partir du résultat trouvé  $\hat{p}$  dans un échantillon (un seul) la théorie fournit un intervalle  $[\hat{p}-10\%;\hat{p}+10\%]$  dans lequel on dit que l'on a une confiance de 95 % qu'il contienne la bonne valeur  $p$ . Par exemple un résultat de 48 % dans l'échantillon conduit à l'intervalle [38 % ; 58 %] qui contient effectivement la bonne valeur 50 %.

Avec des échantillons d'effectif 1000, la précision (en plus ou en moins) est d'environ 3 % dans les cas les plus défavorables (c'est-à-dire quand la fréquence réelle est proche de 50 %). L'intervalle de confiance devient alors  $[\hat{p}-3\%;\hat{p}+3\%]$  au niveau de 95 %. La précision varie en  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  (où  $n$  est la taille de l'échantillon), autrement dit pour diviser l'erreur par deux, il faut multiplier l'effectif de l'échantillon par quatre. Les sondages devraient donc annoncer cette marge d'erreur comme il est obligatoire de le faire dans de nombreux pays étrangers et comme on peut le lire dans les sondages Paris Match-B.v.a.

*Les résultats doivent être lus en tenant compte des marges d'erreur propres à tout sondage et liées à la taille de l'échantillon. Ces marges d'erreur sont : de 2 à 3 points pour les résultats d'ensemble ; de plus ou moins 4 à 5 points pour les résultats par grandes familles politiques.*

C'est cette marge d'erreur qui explique le paradoxe (pour le lecteur non averti et pour Maurice Druon) que le deuxième dans un sondage peut être le premier dans la population si l'écart dans les sondages est inférieur à la marge d'erreur.

Le procédé de redressement d'échantillon peut paraître malhonnête et entaché d'arbitraire. Encore faut-il savoir quelle est la raison de cette pratique. Prenons un exemple simple. Dans un sondage politique, on demande aux personnes interrogées pour qui elles vont voter. On sait que les électeurs des parties extrémistes (front national, par exemple) n'osent pas toujours dire leur intention aux enquêteurs, aussi le pourcentage trouvé dans l'échantillon pour ce parti sera faux (et, par conséquent, les autres aussi !). Il faut donc effectuer un redressement c'est-à-dire appliquer des coefficients multiplicatifs (plus grand que 1 pour ce parti, plus petits que 1 pour les autres) pour avoir des résultats plus proches de la vérité. Il y a effectivement une part d'arbitraire dans le choix de ces coefficients puisqu'ils varient d'un institut de sondage à l'autre mais chacun essaye de faire pour le mieux à partir des sondages et des résultats aux élections précédentes. Ceci est donc loin de la "magouille" et n'a pour but que la correction de biais dus à la complexité des comportements humains.

## Conclusion

Ces exemples de (mauvais) traitements statistiques, pris dans la presse, avaient pour but d'illustrer en quoi devrait consister l'objectif de « développer une culture numérique » au niveau secondaire pour, en particulier, « développer chez les élèves la capacité à comprendre, analyser et critiquer l'information chiffrée ». Ils ont été choisis pour illustrer certaines difficultés parmi les plus classiques dans l'utilisation et la compréhension des statistiques :

- Les différents types de variables statistiques, la difficulté pour les choisir et les mesurer. Exemple d'analyse de résultats obtenus pour une variable quantitative (parce ce que c'est plus facile à mesurer) conduisant à des conclusions abusives à propos d'une autre (qualitative) (document 1)

- L'importance de l'ensemble de référence dans les calculs de pourcentages ou dans leur comparaison. Exemple de manipulation dans le choix du référentiel (ou dans la définition de la variable) pour obtenir le pourcentage souhaité. Pertinence (ou non) de la comparaison de deux pourcentages (document 2)

- Le passage d'une réalité à un modèle mathématique : pertinence du modèle, domaine de validité. Exemple de modélisation sur un nombre très restreint de données et de prévisions très éloignées de l'intervalle d'observation (document 3)

- La différence entre observation et expérimentation. Plus précisément, le fait que l'observation de la succession de deux événements n'est pas suffisante pour affirmer que le premier soit la cause du second. Pour établir une relation de cause à effet, une étude contrôlée doit être mise en place pour exclure le hasard ou un éventuel facteur inconnu (document 4)

- L'idée de variabilité dans les résultats d'une épreuve aléatoire reproductible (document 5)

Il me semble qu'un élève qui quitterait le lycée sans avoir rencontré (et approfondi) ces notions serait mal armé aussi bien dans ses futures études que dans sa vie de citoyen.

## Bibliographie

*Statistique au lycée*, vol.2, Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités, Brigitte Chaput et Michel Henry, éd., Brochure **163**, APMEP, Paris, 2007

*Statistique au lycée*, vol.1, Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités, Brigitte Chaput et Michel Henry, éd., Brochure **156**, APMEP, Paris, 2005

*Probabilités au lycée*, Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités, Brigitte Chaput et Michel Henry, éd., Brochure **143**, APMEP, Paris, 2003

*Attention, statistiques ! Comment en déjouer les pièges*, Joseph Klatzmann, La Découverte, 1992.

*La cité des chiffres ou l'illusion des statistiques*, dirigé par Jean-Louis Besson, Editions Autrement, 1992.

*Innumeracy. Mathematical illiteracy and its consequences*, John Allen Paulos, Penguin Books, 1988, traduction : La Peur des chiffres - L'illettrisme en Mathématiques et ses conséquences, Éditions Ergo press, 1989Ergo Press, 1989