

# Le mètre, les moindres carrés et la régression

Marc Bourdeau

---

Nous verrons dans ce texte les circonstances qui ont vu naître, dans la controverse, la technique fondamentale des *moindres carrés* pour estimer des paramètres inconnus des modèles linéaires. Et aussi comment on en est venu à l'appeler la *régression* aux moindres carrés. Quelques éléments de *leçons de choses* viendront agrémenter ces considérations.

## Les moindres carrés

Nous sommes ici en présence de l'une des principales controverses qui agitent l'Histoire de la probabilité-statistique : qui a inventé la méthode des moindres carrés ?

Dans la foulée révolutionnaire de refondation du monde sur des bases nouvelles et rationnelles, et dans un contexte extrêmement troublé, le gouvernement français décida d'instituer un nouveau système de mesures avec comme fondement un très petit système d'étalons indépendants des mesures nationales et établi sur des phénomènes naturels. En 1791, suite à un rapport de l'Académie des Sciences, le principe du système décimal fut décidé, et on statua de même que la longueur du mètre serait fixée au dix millionnième de la longueur du quart du méridien terrestre qui passait par Paris. Ce système n'appartenant exclusivement à aucune nation, on pouvait espérer le voir adopter par tous. Vaste projet, à la mesure de l'esprit des Lumières<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Après des années d'études et de rencontres internationales, on en vint en 1799 à adopter un mètre étalon qui valait alors trois pieds 11,296 lignes de la toise dite du Pérou... Naturellement l'Angleterre, occupée à organiser blocus, coalitions et complots contre la France, ne participa en rien aux diverses commissions, et conserve encore aujourd'hui ses mesures dites impériales (sic). Ce n'est qu'en 1875 qu'un premier véritable traité international fut signé. Encore aujourd'hui, les anciennes colonies, principalement le Canada et les USA, renâclent encore à la perspective de changer lesdites mesures impériales en faveur de mesures dites françaises... Mais le système international (SI dans toutes les langues semble-t-il) est universellement pratiqué dans toutes les Sciences.

D'une part, il convient de noter qu'à la suite de deux expéditions décidées en 1736 par l'Académie de Sciences, l'une conduite par Maupertuis en Laponie et l'autre par Condamine au Pérou, on constata qu'effectivement, tel que prévu par les lois de Newton, la longueur d'un même arc terrestre était plus grand aux pôles qu'à l'équateur : la Terre était bien un ellipsoïde aplati aux pôles et non une sphère. D'une précision remarquable, ces données permirent de mettre fin à une grande controverse. On avait obtenu une autre preuve des théories de Newton.

D'autre part, en 1795, grâce à une expédition géodésique aux fins de mesurer avec précision le quart du méridien terrestre, on a pu établir les coordonnées (en degrés, minutes et secondes) et les longueurs des arcs de Dunkerque au Panthéon, du Panthéon à Évaux, de Évaux à Carcassonne enfin de Carcassonne à Barcelone. Et il a donc fallu déterminer l'excentricité de l'ellipsoïde et en tirer la longueur du mètre étalon<sup>2</sup>.



FIG. 1 – Portrait de Adrien-Marie Legendre [1752-1833].

---

<sup>2</sup>Géodésie : du grec *Gê* terre, et *daiein* division, qui a donné *geôdaisia* partage de la terre.

C'est alors qu'intervinrent des mathématiciens français, [Adrien-Marie Legendre](#) [1752-1833] au premier chef ainsi que [Monge](#) [Gaspard, comte de Péluse, [1746-1818] fondateur de l'École polytechnique et de l'École normale supérieure, pour assister les chargés du projet, les astronomes Delambre [Jean-Baptiste Joseph, 1749-1822] et Méchain [Pierre-François André, 1744-1804]. Legendre avait déjà été impliqué dans la détermination des positions respectives des méridiens de Greenwich et de Paris (1791). Ce n'est toutefois qu'en 1805 qu'il publia à 53 ans les éléments essentiels de sa méthode en appendice d'un traité intitulé *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes* (Paris : Firmin Didot). Ce traité s'intéresse à l'astronomie, mais son appendice fait avant tout référence à la détermination de l'excentricité de l'ellipsoïde terrestre et donc du mètre. Cette méthode est bien la première publication faisant référence à la *méthode des moindres carrés*, et elle fut désormais connue sous ce nom. C'est la référence de Legendre qui d'ailleurs a été citée assez longtemps.

L'excentricité fut établie à  $1/150$ , et le reste s'en suivit.

Tout semble clair, Legendre est l'inventeur de la méthodes des moindres carrés pour déterminer des paramètres à partir d'observations surdéterminées, et d'un modèle mathématique. Il peut s'être inspiré de travaux antérieurs, mais la chose lui fut attribuée par les utilisateurs (voir aussi la note rapportée à la Figure 3).

Jusqu'ici tout semble clair... mais c'est alors que [Gauss](#) [Carl Friedrich, 1777-1855], peut-être le mathématicien le plus célèbre de son temps, voire de tous les temps, vient mêler les cartes. Dans une note datée de 1799 à une revue savante, les *Allgemeine Geographische Ephemeriden* (A.G.E.), il pointa une erreur dans les mesures du méridien qui ont servi à établir le mètre étalon, une erreur de transcription qui fut finalement confirmée, et qu'il a trouvée grâce à une méthode de calcul qu'il ne précisa pas. Son calcul pour l'excentricité donne  $1/187$  plutôt que  $1/150$ , différence qu'il juge mineure.

Ce n'est qu'en 1809 qu'il publia les détails de sa méthode de calcul dans un travail sur l'astronomie où il détermine l'orbite exacte de la comète Cérès à partir du peu d'observations de sa position. Il y présente dans un contexte de géodésie sa méthode des moindres carrés. Dans ce travail, il développa considérablement les considérations probabilistes sur la précision des calculs des moindres carrés<sup>3</sup>.

Il fonde le tout sur une utilisation savante d'une loi, probablement déterminée à cette occasion, des erreurs probables connue par la suite sous son

---

<sup>3</sup> Sur la détermination de la précision des observations, (*Zeitschrift für Astronomie und Verwandte Wissenschaften*, vol. I, 1809, pp.185 et suiv.



FIG. 2 – Portrait de C.F. Gauss [177-1855]. sur un billet de 10DM. Avec la célèbre « courbe en cloche » et l'Université de Göttingen en fond de billet.

nom, la loi de Gauss, qu'on devrait appeler plus exactement la loi de Laplace-Gauss.

Gauss a d'abord établi le principe que la meilleure valeur à attribuer à une constante devrait être la moyenne arithmétique de ses observations. Partant de là, il aurait « inventé » la méthode de la vraisemblance maximale<sup>4</sup>, technique fondamentale de la théorie des estimateurs, ce qui a produit sa fameuse densité de probabilité, pour enfin aboutir à son exposé de nature probabiliste de la méthode des moindres carrés.

Il est donc allé beaucoup plus loin que Legendre qui s'est contenté de fournir la grandeur étalon du mètre : quand on veut la valeur d'un étalon, on n'a que faire de l'imprécision de la mesure qui l'a fournie...

Mais Gauss voulut également s'arroger la priorité de l'invention, et spécifie qu'il a inventé la méthode des moindres carrés au moins une douzaine d'années plus tôt, qu'il en a parlé à d'autres astronomes bien avant 1805, et que la note dans les A.G.E. fut produite par la méthodes des moindres carrés.

Quand cela serait vrai, peut-être ces astronomes n'ont pas bien compris : le problème, en effet, est qu'aucun ne l'a cité, qu'ils ont plutôt cité Legendre dans leurs travaux. Mais en plus aucune des tentatives pour retrouver les calculs des moindres carrés ne produit les résultats de la note de Gauss aux

<sup>4</sup>Il semble bien toutefois que bien des idées à ce sujet aient été formulées par [Daniel Bernoulli](#) [1700-1782] explicitement en 1778, et même avant dans un manuscrit daté de 1769. Voir Stephen M. Stigler, *Statistics on the table*, Cambridge Mass. : Harvard University Press, 1999, 302-319. Il ne faut pas confondre les membres de la célèbre famille Bernoulli, les pères, les fils les petits-fils, les oncles, les cousins, tous ayant laissé des traces dans l'Histoire, dont plusieurs ont fourni des contributions majeures à la probabilité.

A.G.E.

Stigler, qui a fait une étude exhaustive de toutes ces tentatives et qui est lui-même l'auteur de plusieurs d'entre elles, rapporte les détails de cette controverse, les données du problème ainsi que plusieurs des vaines tentatives pour retrouver les résultats de Gauss<sup>5</sup>. Il conclut « *If there was any single scientist who first put the method within the reach of the common man, it was Legendre.* »

**Petite leçon de choses : les pères et les fils.** Dans ce cas comme bien souvent dans l'Histoire des sciences, il arrive que les circonstances, la nécessité historique, génèrent la même idée indépendamment, presque au même moment, chez plusieurs individus. Rien d'étonnant à cela finalement. Stigler cite cette jolie phrase de Alfred North Whitehead<sup>6</sup> « *Everything of importance has been said before by somebody who did not discover it.* »

Voici à cet égard, une note à l'Académie Royale des Sciences qui semble attribuer la technique des moindres carrés à une idée de Laplace [Pierre-Simon, Marquis de, 1749-1827], qui lui aussi, à vrai dire, pourrait mériter avec Gauss le titre de meilleur mathématicien de son temps.

**Petite leçon de choses : l'ordre nouveau de Newton.** La théorie de la gravitation de Newton [Sir Issac, 1642-1727] énoncée de façon magistrale et définitive en 1687 a fini par s'imposer, comme l'œuvre scientifique majeure de l'époque dite moderne<sup>7</sup>, laquelle a commencé à la Renaissance. Entretemps, il avait montré la décomposition de la lumière blanche, construit le télescope à miroir parabolique, développé des lois de la thermodynamique. Mais c'est son œuvre sur la gravitation qui l'a le plus occupé<sup>8</sup>.

<sup>5</sup>*Op.cit.* pp.320-331.

<sup>6</sup>Whitehead [Alfred North, 1861-1947], l'auteur avec Bertrand Russell [3rd Earl Russell of Kingsston Russell, Viscount Amberley of Amberley and Ardsalla, 1872-1970] — également Prix Nobel de ...littérature en 1950! — du plus grand traité de logique mathématique les *Principia mathematica* (1910-1913), cité dans Stigler, *op.cit.* p. 8. Stigler est lui même l'auteur de la loi d'éponymie : « *No scientific discovery is named after its original discoverer.* » Incidemment l'auteur de ces lignes fut particulièrement sensible dans sa jeunesse à l'essai de B. Russell *In praise of Idleness* — pas de plaisir et de pensées personnelles et réelles sans ...« oisiveté » —, de même que *Education and the good life*, en sus bien sûr de l'œuvre qui lui a valu le Prix Nobel : *Skeptical Essays*.

<sup>7</sup>*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Voir le site [suivant](#) pour l'œuvre au complet en fac-similé-pdf.

<sup>8</sup>Il a aussi beaucoup écrit sur la chimie, l'alchimie — il avait encore un pied au Moyen-Âge... — et encore plus sur la théologie. À noter que sa vision unitairienne de la divinité alors qu'il était attaché au *Trinity College* de la *Cambridge University*, lui a valu d'être

SUR LA DÉTERMINATION  
DE L'ORBITE DES COMÈTES.

LE problème de la détermination de l'orbite des Comètes a occupé presque tous les Géomètres depuis Newton. En cherchant à connoître la parabole que décrit une Comète dont on a trois observations, on n'a réellement à résoudre qu'une équation algébrique déterminée; mais le travail des éliminations nécessaires pour parvenir à cette équation, celui qu'il faudroit faire ensuite pour avoir une valeur approchée de sa racine, ont été regardés avec raison comme impraticables.

Comme jusqu'ici aucune des méthodes qui n'emploient rigoureusement que trois observations, n'a paru assez simple aux Astronomes, M. de la Place en propose une où l'on détermine l'orbite d'après un plus grand nombre d'observations; cette idée devoit se présenter naturellement. Mais alors le problème est plus que déterminé; si les observations étoient rigoureuses, on auroit le même résultat qu'avec trois observations, & comme elles ne peuvent l'être, on seroit conduit à un résultat absolument faux; aussi ce n'est pas en employant directement cette méthode qu'on peut réussir, c'est en regardant comme autant d'indéterminées indépendantes, des quantités qui sont liées entr'elles par des conditions, & en choisissant ces quantités de manière que les connoissant une fois, on en puisse déduire d'une manière facile les véritables quantités que l'on cherche. Il faut même une adresse de plus, toutes les observations sont sujettes à des erreurs, ces erreurs influent d'autant plus dans les résultats, que les observations sont plus voisines les unes des autres, & cette influence augmente ou diminue suivant le choix des observations & en

*Hist.* 1780.

F.

FIG. 3 – Extrait d'un compte rendu de l'*Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, année M.DCC.LXXX, p.41 : on renvoie à Laplace pour l'origine de la méthode des moindres carrés.

Newton a trouvé les intuitions fondamentales de la gravitation pendant la grande peste de Londres (1665-1666) où il a dû se réfugier à la campagne, et il les a travaillées et approfondies pendant plus de vingt ans, presque en secret semble-t-il, maladivement peut-être, inventant au passage le calcul différentiel et intégral, dont la puissance l'étonnait tellement qu'il a essayé longtemps de s'en passer, incrédule devant ce formalisme. Il a fini par publier son immortel traité en 1687, à 45 ans, où il développe toute l'ampleur de son génie. On pense ici à toute l'organisation moderne de la Science qui érige en principe absolu le « publier ou périr », et dont les conséquences sont la

---

ostracisé au point qu'il a fini par quitter l'université pour devenir un haut fonctionnaire : d'abord *Warden of the Mint* puis *Master of the Mint*, il se préoccupa alors beaucoup de la répression des faussaires..., comme il se doit à ce qu'on appelle aujourd'hui le Directeur de la Banque centrale d'un pays. Newton était d'un caractère bien difficile, aimant peu, donc peu aimable, il s'est brouillé avec de nombreuses personnes. Son côté assez secret l'a porté à travailler en solitaire, développant de la sorte presque sans interférence, toute la mesure de son immense génie.



précipitation, la superficialité, la confusion et l'erreur. Que serait-il arrivé à un Newton moderne ?

Il a révolutionné toutes les sciences par ses méthodes déductives. Il a franchement établi dans son grand traité, en effet, que la Science devait être déductive, reposer sur des principes simples, et où les faits qui en découlent apportent des confirmations s'ils sont avérés, des infirmations dans le cas contraire. Il a ainsi déduit les lois de Kepler sur les mouvements des planètes. Et bien d'autres déductions faites à partir de sa théorie et ses méthodes furent avérés, comme celle que la Terre avait une forme ellipsoïdale ainsi qu'on l'a vu plus haut. À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les moyens conceptuels et mathématiques mis au point d'abord par Newton pouvaient venir à bout de presque toutes les difficultés dans les observations des nouveaux faits des sciences physiques.

La Science du Moyen-Âge qui était inductive, donnait des lois en quelque sorte empiriques, où aucun autre fait que ceux expliqués ne peuvent en découler : pas de contre-faits possibles, pas de Science<sup>9</sup>.

Notons également que les calculs les plus précis possible des orbites des corps célestes, la géodésie, sont toutes issues des nécessités pratiques du monde moderne d'alors, cartographie, navigation, *etc.* D'une façon, ce sont les nécessités du monde moderne d'alors qui ont engendré les théories scientifiques. Les meilleurs esprits ont été mis à contribution, mais il faudrait aussi parler des contextes sociaux dans lesquelles se sont inscrites ces découvertes (voir page 20).

---

<sup>9</sup>Pendant qu'on est sur la question des théories, des hypothèses et des faits, les théories scientifiques modernes ne définissent pas les mêmes *faits* qu'on trouvait dans les époques pré-scientifiques, les faits étant souvent fonction de la théorie qui les engendrent. On trouve dans l'actualité de cet été 2003, une brillante illustration politique de cette constatation dans les propos de Paul Wolfowitz, le numéro deux du Pentagone, tirés d'une entrevue rapportée dans *Le Monde* (le 19 juillet 2003, p2) : « Dans le métier du renseignement, les personnes qui suivent une certaine hypothèse vont voir un certain nombre de faits que d'autres ne remarqueront pas. » Grande vérité ! Cela expliquant bien sûr le plus grand mensonge d'État de l'Histoire : la justification de la deuxième guerre contre l'Irak par l'existence d'armes de destruction massive. Toujours introuvables... Il est vrai qu'on doit aujourd'hui, après ce terrible XX<sup>e</sup> siècle, justifier moralement les guerres !

## La régression

It is a universal rule that the unknown  
kinsman in any degree of any specified man,  
is probably more mediocre than he.  
Francis Galton, 1886.

Avant d'en arriver à comprendre cette « règle universelle » (on verra qu'elle n'a rien d'universelle) du phénomène de régression dans les modèles obtenus par moindres carrés, il a fallu à Francis Galton quelques décennies de réflexion, mais il est peu de concepts qui ont donné lieu à autant d'interprétations métaphysiques ...et donc fausses !

Galton [Sir Francis, 1822-1911] est un de ces Anglais excentriques dont l'Angleterre a le secret ! Il était le cousin de Darwin [Charles, 1809-1882] par son grand-père maternel, Erasmus Darwin [1731-1802] qui s'était fait le propagandiste de la théorie fausse du transformisme. Cette théorie professe que les organismes se transforment par adaptation « volontaire » à leur environnement, une forme de lamarckisme [Lamarck, Jean-Baptiste Monet, Chevalier de, 1744-1829]. Il en est resté quelque héritage spirituel dans l'intérêt qu'ont porté les petits-fils et cousins à la question de la transmission des caractères : la question, fondamentale à l'époque, de l'hérédité. Les deux cousins étaient indépendants de fortune (autre héritage) et ont consacré leur énergie à des quêtes désintéressées de connaissances.

Charles Darwin a marqué la biologie par son livre *On the origin of species*, qu'il publia à cinquante ans (1859), et qui vint couronner deux décennies de réflexion commencées lors de son voyage sur le *Beagle* de 1832 à 1836 où il s'était embarqué comme naturaliste de service (sans émoluments !) et que tout le monde connaît. Il était déjà un scientifique très respecté avant la publication de son œuvre principale sur laquelle il travaillait, plus ou moins en secret. Il ne pouvait s'arrêter de peaufiner ses idées et de trouver de nouveaux arguments pour son *principe de sélection naturelle* auquel il était arrivé depuis 1844, semble-t-il. Il comprenait fort bien, ayant été formé à l'école de la *Divinity*<sup>10</sup>, que ses idées allaient à l'encontre de tout ce que monde contenait d'autorité morale —lire religieuse...

---

<sup>10</sup>Séjour à la *Cambridge University* de 1827 à 1831, où il a laissé le souvenir d'un étudiant bien plus intéressés aux plaisirs de la chasse et de l'équitation qu'à la théologie...



Ce n'est que l'imminence de la publication par son concurrent Wallace [Alfred Russell, 1823-1913], très célèbre lui aussi et à juste titre, dont les idées étaient voisines des siennes qui força Darwin — et forcer est le terme juste —, à l'instigation des ses amis<sup>11</sup>, à faire connaître publiquement ses théories. La commotion fut en effet immense !

Dans l'autre branche de la famille, Francis Galton, on le verra, a vite compris que les idées de son cousin rendaient caduques une bonne partie de la théologie morale et ouvraient la porte à la possibilité d'améliorer la nature humaine. Et réciproquement, Darwin à son tour a été influencé par les idées de son cousin.

Indépendant de fortune comme son cousin, Francis Galton a étudié longtemps, notamment les mathématiques, et il s'est finalement décidé à devenir médecin comme son grand-père et ses oncles Darwin. Il a aussi beaucoup voyagé, et finalement, ayant hérité et après avoir jeté sa gourme, il s'est consacré à des activités qu'on pourrait qualifier de philanthropiques. Ses premiers écrits, des récits de voyage, des considérations sur la météorologie<sup>12</sup>, l'ont rendu assez célèbre pour qu'il soit admis dans les sociétés savantes anglaises : il est devenu *Fellow* de la *Royal Society of London*, s'est impliqué dans la *British Association for the Advancement of Science*, etc.

Donc recherches et intérêts assez désintéressés : le plaisir de la connaissance à son meilleur. Un vrai *gentleman* anglais...

En 1969, à 47 ans, dans son livre *Hereditary Genius : an inquiry into its laws and consequences* (London : Macmillan), il avance des arguments à l'effet que les hommes dits *éminents* ont des descendants qui ont tendance à l'être eux aussi, que le talent, comme on dit parfois, court dans les familles<sup>13</sup>. Constatation qu'on est tous à même de faire, mais que seule l'oisiveté, pour ainsi dire, permet de creuser jusqu'à ses dernières limites... L'*eugénisme*<sup>14</sup>,

---

<sup>11</sup>Dans cette entreprise d'une grande difficulté sociale, Darwin fut aidé par celui qu'on appela son *bulldog*, son grand ami le naturaliste et essayiste T. H. Huxley [1825-1895] qui répondit, réplique qui passa à l'Histoire, à l'évêque Wilberforce, dans un débat public qui s'est avéré crucial pour l'avenir de la théorie de l'évolution, qui lui demandait s'il descendait des primates par sa mère ou son père, qu'il préférerait avoir un primate pour ancêtre qu'un riche évêque qui prostituait son talent. T. H. Huxley eut des descendants célèbres dont son petit fils l'écrivain Aldous Huxley [1894-1963] qui marqua son époque. Encore un exemple de grandes familles... Et le contexte social joue ici aussi son rôle que nous explorerons plus loin (voir page 20).

<sup>12</sup>On lui doit le terme *anticyclone* ainsi que les cartes météorologiques encore en usage partout.

<sup>13</sup>On a bien vu plus haut le cas de la célèbre famille Bernoulli.

<sup>14</sup>Du grec *eu-*, bon, et *genos*, race ou naissance, ce qui fait à peu près *bonne naissance*, voire aristocratique chez les Grecs.



FIG. 4 – Portrait de Francis Galton [1822-1911] à l'époque de ses études à Cambridge.

consacrée à l'amélioration de la race humaine, terme qu'il forgea plus tard en 1883, constitua dès lors l'œuvre de sa vie, et eut de nombreux ...descendants.

Dans ce livre, il énonce aussi, pour la première fois mais de façon uniquement verbale, sa conception de la *régression vers la moyenne* qui fit l'objet d'une longue maturation avant d'en arriver à une définition quantitative. Du participe latin *regressum* « retourné vers », on tient ici l'origine du terme *régression* qu'on applique presque universellement aujourd'hui comme technique d'ajustement aux moindres carrés sur un modèle linéaire, sans souvent compléter par *régresser vers la moyenne*, et on en perd le sens : on confond là l'effet avec la méthode, et cet effet est loin d'être universel, et même quand on l'observe, il est un effet purement mathématique (ou statistique), n'a aucunement une interprétation liée à la sémantique du modèle ajusté.

L'effet de régression est l'idée centrale de Galton. Comme il l'écrit déjà en 1869 : « *If a man breeds from strong, well-shaped dogs, but of mixed pedigree, the puppies will be sometimes, but rarely, the equals of their parents. They will*

*commonly be of a mongrel, nondescript type, because ancestral peculiarities are apt to crop out in the offspring* (1869, *op. cit.* p.64). » Le passage de l'animal à l'Homme est immédiat : dans ce même livre, il proposa un système social de mariages arrangés de sorte que des hommes de *distinction* soient mariés à des femmes riches pour éventuellement produire « *a gifted race* », le phénomène de régression s'exerçant alors à des niveaux plus élevés. Voir aussi à cet égard l'étude de Galton sur les jumeaux, probablement la première d'une longue série d'études utilisant les jumeaux<sup>15</sup> : F. Galton, *The history of twins as a criterion of the relative powers of nature and nurture*, Nature, vol. **13**, 1875, p.59.

Il est à noter que Darwin, son célèbre cousin, s'était limité aux espèces animales dans ses considérations sur l'évolution des espèces : il était alors assez réticent à passer de la nature à la nurture. La prudence de Darwin était presque malade, et il savait déjà assez merci quel tollé avaient provoqué ses idées sur l'évolution. Évidemment pas un mot sur l'Homme dans son livre *On the origin of species* (1859). Mais Galton a rapidement généralisé sa pensée.

Darwin en vint toutefois par la suite à apprécier les idées de Galton. À la suite de la lecture de *Hereditary Genius*, il lui écrit : « *You have made a convert of an opponent in one sense for I have always maintained that, excepting fools, men did not differ much in intellect, only in zeal and hard work.* ». Et dans son livre, *Descent of Man* (1871), Darwin cite son cousin à plusieurs reprises. Les promesses d'amélioration de la race humaine ont fini par faire passer les idées évolutionnistes de Darwin dans l'Angleterre victorienne (voir quelques éléments de la descendance plutôt sombre de ces idées, page 18).

Le chemin fut long toutefois avant que la grande idée de Galton ne trouve un énoncé quantitatif qui fasse appel à la technique de l'estimation de paramètres par moindres carrés — ce qui lui a d'ailleurs largement échappé.

---

<sup>15</sup>Galton a semble-t-il en effet inauguré là l'utilisation des jumeaux qui a eu bien des descendants... En particulier, de triste mémoire, Cyril Burt [Sir Cyril Lodowic, 1883-1971], psychologue spécialisé dans les tests d'intelligence, qui a laissé en statistique le concept de matrice de Burt, a étudié des jumeaux identiques séparés à la naissance pour montrer que la bonne naissance était essentielle : l'intelligence devenait un fait essentiellement génétique. Avec les conséquences qu'on comprend sur les classes sociales dont les déterminants sont ainsi essentiellement ...héréditaires ! Le problème est qu'on a pu mettre au jour après sa mort, à l'examen de ses cahiers de notes, que Sir Cyril avait trafiqué ses chiffres pour en arriver à ses conclusions : quand les faits ne correspondent pas à vos hypothèses, trafiquez-les ! Rappelons aussi, mémoire rapprochée celle-là, ces autres descendants : Richard J. Herrnstein & Charles Murray, *The bell curve*, New York : The Free Press, 1994, autre fumisterie du même tonneau qui a fait un tabac dans certains milieux états-uniens de droite !

Mais alors on put fonder les interprétations sur des démonstrations mathématiques, leur donnant par là une grande autorité.

L'éminence n'étant pas très bien définie, Galton se concentra à la suite de son livre de 1869 à des mesures plus anatomiques et ...objectives. Et c'est là qu'on va trouver ses découvertes les plus importantes issues de l'anthropométrie, où il en vint à examiner non plus des individus en tant que tels, longuement et de plus en plus finement observés, mais des groupes d'individus, des types. Des individus il passe aux populations<sup>16</sup>.

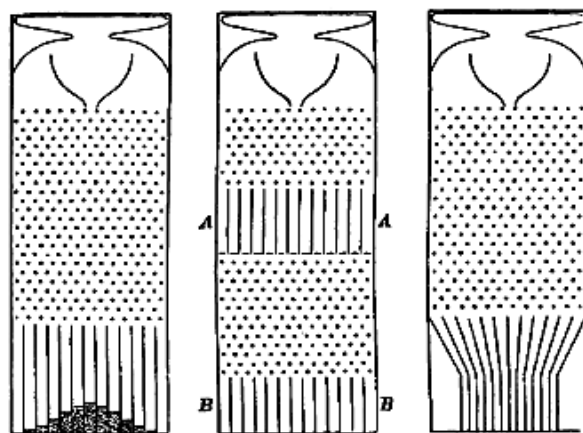


FIG. 5 – Le jeu du quinquonce : appareil inventé par Galton pour montrer le phénomène de *régression* dans les variations de la loi gaussienne. Tiré de F. Galton, *Natural Inheritance*. London : MacMillan, 1889, p.63.

En passant des individus aux populations, on conçoit qu'il en vînt à devoir utiliser des tables de fréquences, des percentiles, et autres mesures concrètes de la rareté des observations. La loi dite *normale* l'a ainsi beaucoup intéressé, et, au passage, il invente le premier outil de simulation de la loi de Laplace-Gauss, le *quincunx* dont il reste aujourd'hui un jouet pour enfants, et qui n'est autre qu'un appareil illustrant physiquement, entre autres le triangle de Pascal et que nous nommerons en français : le jeu des quinquonces<sup>17</sup>.

<sup>16</sup>L'anthropométrie, littéralement la mesure de l'humain, a eu, rappelons-le, de sinistres descendants. C'est ainsi qu'on a voulu lier la forme du crâne à des caractéristiques mentales, et même raciales des individus : c'est l'objet de cette science bizarre, la phrénologie (du grec *phrên*, intelligence!). On est loin des populations... Et la nazis ont fait beaucoup de chemin dans cette direction!

<sup>17</sup>Il s'agit d'un appareil où on laisse tomber des billes au centre en haut du jeu dans un treillis établi en quinquonce. Le terme *quincunx* est le mot latin qui désigne une pièce de monnaie de cinq onces. En français, *en quinquonce* se dit d'objets disposés par groupes

En cliquant sur l'icône à droite, on aura une animation du jeu des quincunx.

On comprend l'arrière-pensée de Galton, en fait l'origine de sa pensée, dans la construction du jeu des quincunx. Le monde *normal* de l'hérédité se décompose en dérives qui peuvent toutes se ramener à la première étape. Chaque étape de la bille le long du *quincunx* est une métaphore des jeux de l'hérédité, qui peut être considérée comme un nouveau point de départ, même éloigné horizontalement de la position d'origine au centre du jeu. Les billes toutefois, arrivées au bas du jeu, se répartissent bien selon une seule loi de Laplace-Gauss. Et, en remontant toute bille de son casier de destination le long de son trajet (régression), on s'attend (une *espérance*...) à trouver plus probablement que les autres points de départ le centre du jeu, soit la *moyenne* de la loi de Laplace-Gauss observée au bas du jeu.

Dans la partie centrale de la Figure 5, on simule, sur moins de « générations », des départs décentrés, donc en dérive par rapport à leur moyenne. Au bas du jeu des lois gaussiennes décentrées mais moins dispersées. Le tout restant bien sûr toujours une loi gaussienne.

Voilà la première étape dans ce long chemin qui mène de la régression aux moindres carrés : le retour vers la moyenne.

En 1886 à 64 ans, il publia dans les *Philosophical Transactions of the Royal Society* 40 : 42-73, un article intitulé *Family likeness in stature*, dans lequel il rapporte les tailles de 928 personnes adultes, les  $y_i$ , ainsi que la moyenne des tailles de leurs parents, les  $x_i$ . En représentant ces paires de points dans un plan cartésien, il calcule des sortes d'ellipses d'égale fréquence (un peu de lissage est toutefois nécessaire). À partir d'un système de droites parallèles à l'axe des «  $x$  », il détermine les points de fréquences maximales sur chacune d'entre elles. Il est aidé ici par ses expériences avec la loi *normale* unidimensionnelle dont le mode est aussi la moyenne et les points de fréquence maximale. Ces points, il le constate, sont sur une droite, et, en représentant la droite diagonale des valeurs de la variable pour les parents nous voilà en présence de la droite de « régression vers la moyenne » puisque cette dernière est plus éloignée de la moyenne que la droite représentant les moyennes des enfants (FIG. 6 ).

de cinq dont quatre aux sommets d'un carré et le cinquième au centre. Chaque bille en jeu parcourt un trajet de part et d'autre de chaque élément du treillis. Un ensemble de billes se répartit ainsi dans des petits casiers au bas de l'appareil selon une loi de Laplace-Gauss tel qu'illustré sur la Figure 5 : ce jouet illustre aussi la première forme de la loi des grands nombres due à Jakob Bernoulli [1655-1705], un des nombreux membres de la célèbre famille de mathématiciens et de physiciens suisses. On pense au livre de Galton *Hereditary Genius*... On était sur le chemin, long chemin, du plus célèbre théorème des probabilités : le théorème central de la limite.



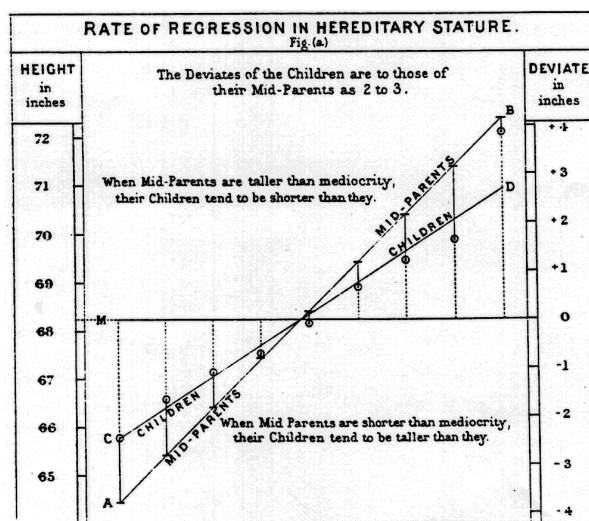


FIG. 6 – On constate sur ce diagramme le moindre éloignement des moyennes des tailles des enfants que les valeurs de leurs parents : c'est le phénomène de régression. Tiré de F. Galton, 1886 : *Regression toward Mediocrity in Hereditary Status*. Journal of the Anthropometric Institute **15**, 246-263. Plate IX.

Le graphique de la FIG. 7 est aussi tiré de cet article. Elle illustre de façon plus obscure le même phénomène. On y voit une ellipse d'égale probabilité d'une loi bi-gaussienne, son axe principal, et la droite des probabilités maximales qui définit la droite des moindres carrés, que Galton n'a pas compris et qui fut explicité entre autres par K. Pearson.

Dans un article daté de 1888, à 66 ans, et dans son livre publié l'année suivante, il appelle la valeur de cette pente *the index of co-relation*<sup>18</sup>.

On trouvera en cliquant l'icone ci-joint une étude de cas construite sur les données mêmes de Galton qui explore et montre en détails l'effet de régression (et le double effet de régression) dans ce cas particulier, et qui décrit en détails la construction de la FIG. 7.

La régression vers la moyenne devient un fait mathématique. Galton a terminé son parcours, il peut maintenant écrire, avec toute la certitude qui découle des mathématiques : « *However paradoxical it may appear at first sight, it is theoretically a necessary fact, and one that is clearly confirmed*

<sup>18</sup>Francis Galton, *Co-relations and their measurement, chiefly from anthropological data*, Proceedings of the Royal Society of London, 1889, **45** : 135-145.  
Francis Galton, *Natural Inheritance*, London : MacMillan, 1889

**Travail  
manuel**





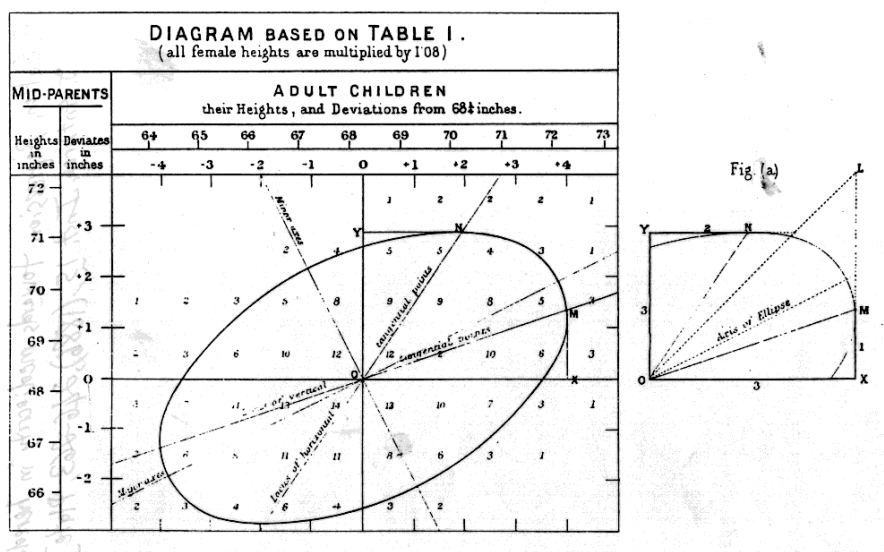


FIG. 7 – Un graphique qui illustre le concept de régression vers la moyenne tel qu'élaboré par Galton sur ses données de tailles des parents et des enfants.

by observations, that the Stature of the adult offsprings must on the whole, be more mediocre<sup>19</sup> than the stature of their parents. » (*Natural Inheritance*, op.cit., p.95.)

Mais évidemment, il a fallu encore attendre quelques années pour que les bons estimateurs des valeurs numériques de la *co-relation* soient produits, et retrouvent les quantités issues de l'estimation aux moindres carrés inventées au début du même siècle. Ce fut là l'œuvre de Francis Ysidro Edgeworth [1845-1926], George Udny Yule [1871-1951], et surtout de son disciple Karl Pearson [1857-1936], qui a laissé son nom au concept : on parle parfois en français de la corrélation de Pearson<sup>20</sup>.

Tout cela est bel et bon, mais... on se trouve encore ici dans un autre cas de la loi d'éponymie de Stigler : ce serait le Français Auguste Bravais [1811-1863] qui aurait développé dès 1846 les formules de la corrélation dans le contexte de ses études des erreurs en astronomie et en géodésie<sup>21</sup>. Ainsi

<sup>19</sup>Il utilise ici le terme *mediocre* dans son sens latin de « moyen ». On remarque que les scientifiques anglais ont souvent utilisé des racines grecques et latines pour créer les néologismes décrivant leurs nouveaux concepts, au contraire des Américains qui ont plutôt utilisé des expressions imagées assez souvent plutôt obscures. Question de culture générale...

<sup>20</sup>En anglais : *Pearson product moment correlation*.

<sup>21</sup>Auguste Bravais, *Analyse mathématique sur les probabilités des erreurs de situation d'un point*. Mémoires à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, 1846, 9, 255-332.

que le dit T.M. Porter<sup>22</sup> dans *The Rise of Statistical Thinking 1820-1900* (New Jersey : Princeton University Press, 1986, p.273) : « *There was hidden within the method of least squares a mathematical definition of correlation, which appeared in astronomy as the opposite of independence under the title "entanglement of observations".* » Quand des lois gaussiennes ne sont pas indépendantes, on trouve, dans le cas bi-dimensionnel, une densité conjointe représentable sous forme d'un volume en forme d'une double-cloche gaussienne non circulaire et dont les coupes selon des plans parallèles au plan «  $x, y$  » sont des ellipses. Ces ellipses ont des surfaces qui sont évidemment fonction de la hauteur de la coupe, mais ce qui est conservé c'est l'angle du grand axe de l'ellipse dans le plan «  $x, y$  ». On trouve dans l'article de Daniel J. Denis la Figure 8 tirée de l'article de Bravais. Les formules mathématiques sont bien là, bien là la définition de la corrélation.

On explique en détails vers la fin de l'exercice sur l'effet de régression (cliquer l'icône à droite) la construction de la FIG. 8 .

Travail  
manuel

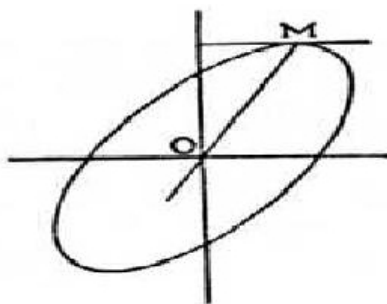


FIG. 8 – Une coupe d'une loi gaussienne bi-dimensionnelle parallèle au plan de définition. La droite centrée  $OM$  est la droite des moindres carrés du modèle linéaire de «  $x$  » sur «  $y$  ». Sa pente dans le plan «  $y, x$  » (attention !) est la corrélation entre les deux variables. Tiré de Bravais, 1846, *op.cit.*

Quant à Galton, il a, par la même occasion, inventé aussi le concept de ce qui s'est appelé plus tard les composantes de la variance, ainsi que celui des axes principaux de variation, lesquels ont fini par donner lieu à l'analyse factorielle. On connaît la ...descendance éminente de ces concepts.

<sup>22</sup>Voir aussi : Daniel J. Denis, 2000 : *The origins of correlation and regression : Francis Galton or Auguste Bravais and the error theorists*, 61<sup>e</sup> Congrès annuel de la Société canadienne de psychologie, 2000.

Galton a laissé sa fortune à son *Eugenics Laboratory* du *University College London*. À sa mort, c'est Karl Pearson<sup>23</sup> qui en a repris la direction de 1911 à 1933, et c'est R. Fisher [Sir Ronald Aylmer, 1890-1972] qui lui succéda de 1933 à 1943, avant de devenir *Professor of Genetics* à la *Cambridge University* jusqu'à sa retraite en 1957.

L'œuvre de sa vie cependant est la propagation de ses idées sur l'amélioration de la race humaine (« *human betterment* »). Le premier Congrès mondial de la Society for Eugenics se tint à Londres en 1911, le second à New York en 1921, le troisième à ...Berlin en 1931, en pleine Allemagne dérangée par le nazisme !



FIG. 9 – Galton à l'âge de 87 ans, photographié avec son disciple Karl Pearson.

On peut plaider l'indulgence pour des idées qui ont aisément des relents de darwinisme social, voire de racisme : quand on n'a pas de théorie

---

<sup>23</sup>Karl Pearson a écrit la biographie de son mentor : *The Life, Letters, and Labours of Francis Galton*. Three volumes in four parts, Cambridge : Cambridge University Press, 1914-1930. Il s'est partiellement expliqué, partialement à vrai dire, sur les distinctions qui s'imposent entre les conceptions de Galton et celle de Bravais : K. Pearson, *Notes on the History of Correlation*, *Biometrika*, 1920, **13**, 25-45.

génétique convenable pour expliquer l'hérédité et la transmission des caractères génétiques<sup>24</sup>, les différences innées des traits génétiques restent d'origine obscure, et les différences de classes sociales et de richesse des individus peuvent bien apparaître comme fortement corrélées à l'intelligence, toutes stupidités qui hélas ont encore cours dans bien des milieux. La question des déterminismes sociaux et de la relative liberté humaine dans son milieu est, encore aujourd'hui, bien ouverte.

Les idées de Galton étaient probablement plus nobles<sup>25</sup> : l'aristocratie de l'intelligence et de sa transmission, l'amélioration de la race humaine, qu'on qualifie aujourd'hui d'eugénisme positif, qui peut être contre ? Éviter que de grands handicapés viennent au monde, et les autres questions afférentes font aujourd'hui partie des dilemmes quotidiens de la *bioéthique*. Le terme d'eugénisme est toutefois totalement tombé en désuétude, mais les questions restent.

Les excès auxquels a donné lieu l'eugénisme ont laissé un très mauvais souvenir. La plupart des États américains ont voté des lois autorisant la stérilisation forcée des éléments « défectueux » de la société ; des dizaines de milliers de femmes ont été stérilisées à leur insu dans plusieurs pays, dont les pays scandinaves et certaines provinces anglophones (eh ! oui) canadiennes ; sans parler des excès nazis...

Sans aller aussi loin dans l'horreur, on trouve le *darwinisme social*, alliant sociologie et biologie, fondé par Herbert Spencer [Angleterre, 1820-1903], dont la maxime fondatrice « *the survival of the fittest* » est passée dans le langage courant<sup>26</sup>. Les adeptes de cette philosophie croient que la stratification sociale est le résultat des inégalités naturelles ; que l'individu est le moteur du progrès ; que celui-ci doit être laissé absolument libre pour le contrôle de la « propriété » ; que toute planification collective est le mal absolu ; que les *bons* vont triompher si on les laisse faire. Les riches dans cette optique sont

---

<sup>24</sup>Dans *génétique*, on a *gène* dont la découverte devait attendre de nombreuses décennies. C'est au fond la découverte de l'ADN en 1953 qui a permis le grand bond en avant dans cette discipline.

<sup>25</sup>Encore qu'on pourrait se mettre dans l'époque où l'Angleterre était dominante par sa richesse, et ses descendants nord-américains, états-uniens surtout mais aussi ses épigones canadiens, ont su depuis prendre la relève. Quand on est presque la seule puissance mondiale, il est aisé de croire à une « *manifest destiny* » due à d'autres causes que des aléas de l'Histoire, mais à des vertus de caractères et d'intelligence...

<sup>26</sup>« Liberty, inequality, survival of the fittest », est la devise que Andrew Carnegie [1835-1919], industriel états-unien, multi-millionnaire de l'acier — et pour l'époque... —, aurait bien voulu imposer aux États-unis sur le modèle de la devise française. Il s'est voulu essayiste : ses œuvres principales sont *Triumphant Democracy* (1886), et *the Gospel of wealth* (1900). On sent bien sûr ici l'influence du darwinisme social. N'entend-on pas ce genre de discours mur à mur chez la nouvelle droite américaine ?...

déterminés par la qualité intrinsèque des individus, elle-même transmissible à leurs descendants, et donc les pauvres sont ceux qui sont *unfit for survival*. Ne croit-on pas entendre le discours de toutes les droites de la terre ?

La descendance des Darwin et Galton, ne serait sans doute pas reconnue de leurs ancêtres, leur éminence est hautement douteuse<sup>27</sup>...

**Petite leçon de choses : la Révolution et l'aristocratie.** il est intéressant de souligner deux éléments en conclusion de ce parcours historiques. L'un et l'autre se rejoignent d'une certaine façon.

Dans la France post-révolutionnaire, époque pleine de contrastes, d'agitation, de troubles majeurs, et pour laquelle on doit porter des jugements avec la plus grande prudence et circonspection, on constate tout de même que la grande mutation qui résulta de la Révolution a laissé, comme souvent en pareilles circonstances, dans cet élan fondateur plein de cette pétulance propre à la jeunesse, la plus grande place à la Science et aux connaissances dans tous les domaines. À bas les privilèges, vive les connaissances et les mérites vrais ! Il y a eu place pour de grandes innovations dans les institutions sociales et politiques, les meilleurs talents, furent appelés au service de leur société. Révolution bourgeoise soit, mais il y a eu coupure avec l'ancien Régime, qui en réalité fut aboli. La Révolution française est bien fille des Lumières.

Beaucoup de jeunes talents, même sans naissance et venant de milieux modestes<sup>28</sup>, ayant ainsi été mis à contribution ont laissé des marques profondes dans leur société et même le monde entier. Des révolutions comme celle-là, fondées sur la philosophie des Lumières aux valeurs reposant non pas tant sur la richesse que sur la progression de la liberté, l'égalité et la

---

<sup>27</sup>On peut penser que le vieux débat opposant l'inné et l'acquis, qui remonte au moins à Aristote, à la suite du dialogue « Le Phédon » de Platon, et tel qu'il s'est exprimé ces dernières années est particulièrement lassant, et penser qu'on devrait le relayer aux oubliettes sans plus de façon : ce serait une fausse question, une *meaningless question*, puisque l'un et l'autre terme sont inséparables. C'est du moins l'opinion exprimée par [H. Allen Orr](#), professeur de biologie à l'Université de Rochester dans son compte rendu « *What's Not in Your Genes* » (*New York Review of Books*, vol. L, août 2003, p.38-40) au sujet d'un livre récent qui renouvèle quand même quelque peu le sujet : Matt Ridley, *Nature via Nurture : Genes, Experience and What Makes us Human*, New York : Harper-Collins, 2003. C'est faire fi de l'importance accordée au sujet par les *Neocons* (nouveaux conservateurs) américains qui en font grand cas, et qui, rappelons-le, ont le pouvoir aux États-Unis et sans doute pour de nombreuses années (voir notes et ).

<sup>28</sup>Beaucoup de jeunes aristocrates ont aussi pu faire preuve de grands talents, mais les universités et grande écoles furent accessibles aux plus méritants.

fraternité, permettent à la jeunesse « bien née, dont la valeur n'attend pas le nombre des années » de s'illustrer, de briller. La jeunesse est l'avenir du monde. Pourvu qu'on la mette dans un cadre politique adéquat.

L'Angleterre de la révolution industrielle, qui vint à maturité tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle, au point que le soleil ne se couchait jamais sur le *British Empire*, a engendré dans ce cas également une atmosphère de grand optimisme. Fille des Lumières elle aussi mais beaucoup moins radicale, la révolution anglaise, après un XVIII<sup>e</sup> lui aussi troublé, mais ressemblant bien plus à une guerre de religions qu'à une authentique révolution sociale, a mis de l'avant les connaissances pour le bonheur de l'humanité.

Des hommes de premier plan aux talents considérables ont eu une influence considérable, comme en France. On n'a montré ici que très sommairement tous les liens dans l'intelligentsia anglaise de tous les secteurs de la pensée, de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup>, l'étroite imbrication des réseaux intellectuels de l'époque victorienne, au point qu'on a parlé à leur égard de *l'aristocratie de l'esprit*.

La plupart cependant étaient issus des pouvoirs de l'argent, de l'aristocratie justement dans son sens étymologique. L'aristocratie ancienne a d'ailleurs conservé l'essentiel du pouvoir en Angleterre jusqu'à tout récemment. Il n'y a pas eu de révolution en Angleterre comme en France où l'aristocratie a été renversée et ... exécutée en bonne partie. En Angleterre, la bourgeoisie s'est mêlée étroitement à la vieille aristocratie, les idées anciennes ont perduré, l'empire a fleuri gommant tous les problèmes sociaux. La richesse s'est accumulée. Le XIX<sup>e</sup> est le siècle anglais, le XX<sup>e</sup> l'états-unien. Les empires passent, le concept pas.

**Petite leçon de choses : et la société dans tout cela.** Nous ne voudrions pas terminer ce qui est devenu finalement un tour d'horizon succinct de la vie intellectuelle de deux pays, de deux époques, sans évoquer le rôle absolument déterminant de conditions sociales dans la pensée véhiculée de part et d'autre. Les idées mènent le monde, c'est entendu, mais la qualité ne s'exprime pas également dans tous les milieux...

C'est ainsi que la vie des Salons en France comme en Angleterre aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, associée aux universités aux grandes écoles, aux grands mouvements tels les Académies et l'Encyclopédie en France, le *Lunar Society* en Angleterre<sup>29</sup> ont joué un rôle de ferment social et intellectuel incomparable.

---

<sup>29</sup>Ainsi appelée en Angleterre parce que ses réunions, se déroulant en soirée, devaient se tenir les soirs de pleine lune.



En France, on pense aux grands salons aristocratiques, tels ceux, les plus célèbres, de Madame du Deffand [Marie, marquise du, 1697-1780], de son aînée Madame de Tencin<sup>30</sup> [Claudine Alexandrine Guérin, marquise de, 1682-1749], qui reçurent dans leurs salons les esprits les plus fins et les plus brillants de leur temps. L'esprit français, l'art de la conversation — source de tant d'idées —, l'esprit des Lumières... Les idées mènent le monde : la nécessaire révolution en fut la culmination.

La vie intellectuelle — la France a inventé la figure de l'intellectuel —, avec son importante composante sociale, continua cependant en France aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles en grande partie par d'autres canaux que les Salons, notamment les cafés : on pense ainsi au quartier Latin, au Saint-Germain-des-Prés de l'après-guerre<sup>31</sup>. Quel adolescent francophile de mon âge, destiné aux études, n'a rêvé de devenir un de ces intellectuels germanopratin ? Ces lieux de rencontres sont des chaudrons de sorcières qui demandent tout de même une matière première fort éduquée et assez ...irrévérencieuse ! Ils restent extrêmement riches et influents.

En Angleterre, on trouve les clubs<sup>32</sup>, notamment le célèbre club des *Apostles* fondé à la *Cambridge University* à la fin des années 1820 pour la discussion des *serious questions*.

La *Fabian Society* de son côté a animé la vie politique de gauche pendant des décennies en Angleterre, depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, jusqu'à tout récemment. On trouve également au début du XX<sup>e</sup> siècle le *Bloomsbury group*, du nom du quartier de Londres à proximité du *British Museum* où habitaient Clive et Vanessa Bell chez qui se réunissait une coterie composée des meilleurs esprits du temps presque tous issus d'ailleurs du *Trinity College* de la *Cambridge University*. Vanessa Bell était la soeur de Virginia Woolf. Tout ce que le début du vingtième siècle britannique compte d'esprits originaux et

---

<sup>30</sup>Pour la petite Histoire, Madame du Tencin fut la mère de Jean le Rond d'Alembert [1717-1783] qu'elle abandonna sur le parvis de l'église de Saint-Jean-le-Rond de Paris, d'où son nom, mais qu'elle reconnut par la suite et propulsa dans les meilleurs milieux. Le père de d'Alembert, le Chevalier Destouches vit toutefois à son éducation dans les meilleures écoles (vu son talent), et à son entretien. D'Alembert fut l'un des principaux auteurs et animateur avec Denis Diderot [1713-1784] de l'Encyclopédie (1751-1772), de son nom complet *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences des arts et des techniques*, qui joua un rôle primordial dans la diffusion des connaissances, notamment techniques. L'esprit des *Lumières* leur doit presque tout... Pas étonnant que cette œuvre et ses auteurs eurent maille à partir avec le régime politique du temps, régime d'autant plus autoritaire qu'il devenait fragile, mésadapté face aux exigences du monde moderne...

<sup>31</sup>On parle ainsi communément de la deuxième guerre mondiale 1939-1945, mais beaucoup d'autres se sont déroulées depuis...

<sup>32</sup>Les Salons à Paris se sont appelés à l'anglaise des *clubs* pendant une bonne partie du XVIII<sup>e</sup> siècle... et on les retrouve encore aujourd'hui.

très irrévérencieux ont fréquenté les salons des Bell, et des Woolf, dont bien sûr Lytton Strachey, G.E. Moore, A.N. Whitehead, Bertand Russell, John Maynard Keynes, Aldous Huxley, E.M. Forster, *etc.*

Les universités, les Salons, les *clubs*, tant en France qu'en Angleterre, et maintenant les nombreuses revues, les journaux, les médias électroniques et l'Internet, sont les véhicules essentiels de la pensée, des idées qui mènent le monde. Mais les lieux de rencontre des intellectuels sont essentiels. Les intellectuels sont à la source du principe d'ordre des sociétés, et son bouillonnement est un processus essentiellement social. Les lieux où fleurissent les nouvelles idées sont des lieux d'élite — pas d'élite dont on prend le plus grand soin, notamment pour leur éducation, pas d'élite et de lieux où elle s'épanouit, pas d'idées, pas d'innovation, pas de progrès—, l'élite donc, où la parole, la conversation, l'échange, la discussion, le choc des idées dans l'oralité, plus que par l'écriture, sont des techniques pour l'invention et la mise au point de la pensée commune. Ce sont presque toutes techniques sociales. Du moins dans les sociétés démocratiques...

L'écrit est nécessaire quand on veut vraiment mettre les choses au point, en faire le tour. L'oralité est essentielle pour le frottement, l'étincelle, la propagation.

**En guise de conclusion.** Les Lumières se sont incarnées différemment dans les deux sociétés : une aristocratie figée renversée sur le continent, une aristocratie plus souple sans pouvoir absolu, plus démocratique depuis plus longtemps en Angleterre. Les deux ont marqué le monde par leurs idées, par leurs hommes éminents, par les progrès qu'elles ont engendrés.

Enfin, notons qu'un peu partout dans le texte nous avons mentionné les âges des découvreurs au moment de la production de leurs chefs-d'œuvre. On pense souvent que les grandes découvertes, surtout scientifiques, sont le fait de personnes jeunes. Cela n'est pas du tout évident... Les grandes œuvres du passé, sont le fait de longues maturations, le plus souvent par des individus assez isolés. Ce vide relatif serait-il une condition nécessaire au déploiement du génie ? Dans le calme et la lenteur, à l'abri des petites gens, des jalousies, des querelles de clocher, à l'abri aussi du besoin...

**Références.** Les Encyclopædia Universalis et Britannica ont été grandement mises à profit dans cet exposé, de même que les ressources Internet.

Ralph deLaubenfels (2006), « The Victory of Least Squares and Orthogonality in Statistics », *The American Statistician*, **60**(4), 315–321.

Nicole Dhombres & Jean Dhombres (1989), *Sciences et savants en France : naissance d'un nouveau pouvoir, 1793–1825*, Paris : Payot.

A. Hald (1998), *History of Mathematical Statistics. From 1750–1930*, New York NY : Wiley.

C. C. Heyde & E. Seneta (2001), éditeurs, *Statisticians of the Centuries*, New York NY : Springer-Verlag, 2001.

M.G. Kendall & R.L. Plackett (1977), éditeurs, *Studies in the History of Statistics and Probability, Vol. 2*, London UK : Charles Griffin.

E.S. Pearson & M.G. Kendall (1970), éditeurs, *Studies in the History of Statistics and Probability, Vol. 1*, London UK : Charles Griffin.

R.L. Plackett (1972), « The Discovery of the Method of Least Squares », *Biometrika*, **59**, 239–251.

Stephen M. Stigler (1986), *The measurement of Uncertainty before 1900*, Cambridge MA : Belknap Press of Harvard University Press.

Stephen M. Stigler (1999), *Statistics on the table. The History of Statistical Concepts and Methods*, Cambridge Mass. : Cambridge University Press.

Un certain nombre d'interprétations n'engagent que l'auteur.

**Remerciements.** Ce texte et les autres sur l'histoire de la régression ont été rédigés alors que l'auteur était en congé sabbatique au Cnam-Paris à l'invitation du Professeur Gilbert Saporta, titulaire de la chaire de Statistiques appliquées du Cnam. Un environnement intellectuellement, culturellement, et spirituellement extrêmement stimulant, où l'auteur s'est senti entièrement libre, avec un rapport au temps détaché complètement des impératifs quotidiens de l'universitaire habituel, n'est-ce pas là une situation rêvée !

**Remerciements au Professeur Saporta  
et à l'École Polytechnique de Montréal.**