

# JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

E. CHEYSSON

## La statistique géométrique

*Journal de la société statistique de Paris*, tome S26 (1886), p. 135-141

[http://www.numdam.org/item?id=JSFS\\_1886\\_\\_S26\\_\\_135\\_0](http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1886__S26__135_0)

© Société de statistique de Paris, 1886, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (<http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

# LA STATISTIQUE GÉOMÉTRIQUE

Par M. E. CHEYSSON

ANCIEN PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ (1)



L'emploi de la statistique graphique comme auxiliaire de l'économie politique est aujourd'hui tellement répandu qu'il a cause gagnée et que personne n'en conteste plus aujourd'hui les avantages. M. Cheysson a pensé que ces procédés graphiques pouvaient encore rendre de signalés services pour l'étude et la définition des questions économiques, comme pour la solution des problèmes industriels, et tel a été le sujet de la communication qui a ouvert la quatrième journée.

Les diagrammes et cartogrammes, qui servent à illustrer et à commenter les travaux des économistes, se bornent à traduire pour les yeux les données d'un tableau numérique, sans y rien ajouter que l'élégance, la clarté et le relief. Mais ils ne donnent que ce que contenait déjà le tableau, et l'on conçoit qu'un esprit très sagace puisse à la rigueur se passer de leur secours, comme un habile danseur de corde peut se passer d'un balancier. L'application que M. Cheysson a en vue n'a de commun avec ces diagrammes que le point de départ. C'est en effet l'observation qui lui fournit les éléments des premières constructions graphiques ; mais, sur cet échafaudage, il vient ensuite en édifier d'autres qui s'en déduisent d'une façon rigoureuse.

Le réseau des courbes est donc en partie expérimental, en partie géométrique, et fait apparaître, par ses points d'inflexion, de rebroussement, ou ses intersections, des particularités caractéristiques, liées à la solution de ces problèmes quotidiens que pose la pratique industrielle et qui sont résolus moins par la science que par l'instinct. Convenablement maniés, les procédés graphiques mettent ainsi aux mains de l'économiste et de l'industriel une sorte de fil conducteur qui les empêche de s'égarer dans l'obscur dédale des faits.

On se méprendrait sur cette application, si l'on y voyait une simple méthode d'interpolation graphique, c'est-à-dire le prolongement hypothétique d'une courbe au delà de ses éléments connus, en supposant la continuité de son allure. Cette méthode a des emplois légitimes et fructueux, par exemple, dans les mains de

---

(1) A défaut de la communication entière de M. Cheysson, qui fournira la matière d'un volume, nous sommes heureux de pouvoir en reproduire une analyse succincte, mais suffisante néanmoins pour faire comprendre le mécanisme et la portée de la méthode de notre savant confrère.

(Note de la Rédaction.)

M. Juglar pour éclairer la marche des crises, ou dans celles de l'historien qui, suivant le mot de Thucydide, « demande au passé des lumières sur l'avenir ». Mais ce n'est pas cette méthode que vise la communication de M. Cheysson. La *statistique géométrique*, comme il l'a dénommée, ne laisse nulle place à la conjecture, à l'hypothèse : ses données sont empruntées à l'expérience et ses conclusions au calcul graphique. Elle n'est donc pas autre chose qu'un moyen, — mais un moyen puissant, — de mettre en œuvre ces données empiriques et réalise, par rapport aux simples ressources du raisonnement, le même avantage que l'algèbre, dont les équations conduisent droit au but.

Elle ne saurait d'ailleurs encourir les reproches qu'on fait d'ordinaire à l'emploi des mathématiques pures dans les questions économiques, trop complexes, dit-on, pour tenir dans une formule.

Ce serait à coup sûr une prétention vaine que de vouloir mettre en équation les problèmes où l'homme est directement en jeu avec sa nature ondoiyante et diverse. La plupart des objets sur lesquels spéculé l'économie politique ne se laissent, comme l'a dit Bastiat, « ni peser ni mesurer » ; ils n'ont pas de « mètre » et, dès lors, échappent à la prise des mathématiques. Mais il existe certains objets qui appartiennent au domaine de ces dernières, tels que les prix, les quantités, les monnaies... Pour ceux-là, le calcul graphique peut les atteindre utilement, à la condition de n'agir que sur des données empiriques et de se borner à une sorte de manipulation commode et rapide, qui abrège et simplifie les opérations, prévienne les erreurs et fasse apparaître les solutions non seulement à l'esprit, mais aux yeux.

Pour mieux être compris, M. Cheysson expose successivement à l'assemblée un certain nombre de spécimens, qui permettent d'apprécier la fécondité de la méthode et la variété de ses applications.

Partant des images classiques présentées par Turgot et J. B. Say pour la pyramide représentative des fortunes dans un pays, M. Cheysson arrive à la notion de la courbe des consommations eu égard aux prix de vente, qu'il appelle la *Courbe des débouchés*.

Cette courbe des débouchés joue en industrie un rôle capital et se prête, quand on la possède, à la solution des problèmes les plus vitaux. Elle diffère d'ailleurs pour chaque produit et affecte les formes les plus variées.

Si le débouché est en raison inverse des prix, elle est figurée par une hyperbole équilatère ; elle devient une ligne droite, si la réduction des débouchés est proportionnelle à celle des prix. Mais ce sont là des cas théoriques dont la pratique peut s'éloigner notablement, de sorte qu'il faut étudier la courbe particulière à chaque produit individuel.

Celle du blé a été établie dans une petite zone par différents auteurs, tels que Davenant, Porter, Took..., et montre la rapide croissance des prix avec la rareté de la récolte. S'il s'agit d'un produit dont la consommation soit limitée, la baisse des prix est sans influence sensible sur leur consommation. L'exemple des cercueils est classique pour illustrer cette catégorie. Au contraire, il est tel autre service, comme celui des transports, qui peut recevoir une très vive impulsion par suite de l'abaissement des tarifs. La courbe se relève alors avec une très grande rapidité pour les prix modérés et plonge, quand le prix augmente, jusqu'à couper la ligne de terre, dès que le prix dépasse une certaine limite et devient ainsi prohibitif.

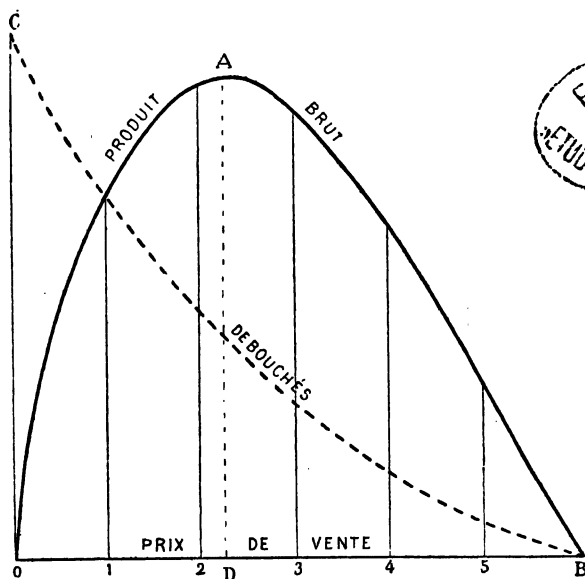
En un mot, cette courbe des débouchés existe pour chaque cas particulier. Elle

sera plus ou moins difficile à déterminer ; mais cette difficulté ne saurait prévaloir ni contre sa réalité, ni contre son caractère expérimental. Elle n'est pas théorique, ne procède pas de la géométrie abstraite ; elle est pratique, fournie par l'observation et sort directement du fait qu'elle traduit. C'est de la statistique appelant à son aide la géométrie : c'est de la « statistique géométrique ».

Une fois en possession de cette courbe, l'économiste et l'industriel peuvent en tirer parti pour étudier et résoudre, comme on l'a déjà dit, de nombreuses questions du plus haut intérêt.

Elle permet d'abord de déterminer immédiatement, par une construction graphique assez simple, la courbe du *produit brut*, égal, comme on sait, à la somme obtenue en multipliant la consommation par le prix de vente (voir la figure ci-dessous).

Ce produit brut part de zéro quand le prix est nul et aboutit à zéro quand la consommation est nulle. Il passe donc par un maximum qui correspond au point A et au prix de vente OD. C'est ce prix qui est le plus avantageux au point de vue du produit brut.



Si la consommation variait en raison inverse des prix, le produit brut serait constant, de telle sorte que le prix de vente serait indifférent ; si elle décroissait proportionnellement aux prix, la courbe du produit brut serait une parabole et le prix du maximum serait égal à la moitié du prix prohibitif.

Mais cette recherche du produit brut ne présente qu'un intérêt médiocre au producteur qui se préoccupe avant tout du *produit net*. Que lui importe, en effet, le maximum de la recette brute, si elle ne donne pas le maximum du bénéfice, but et raison d'être de l'industrie ?

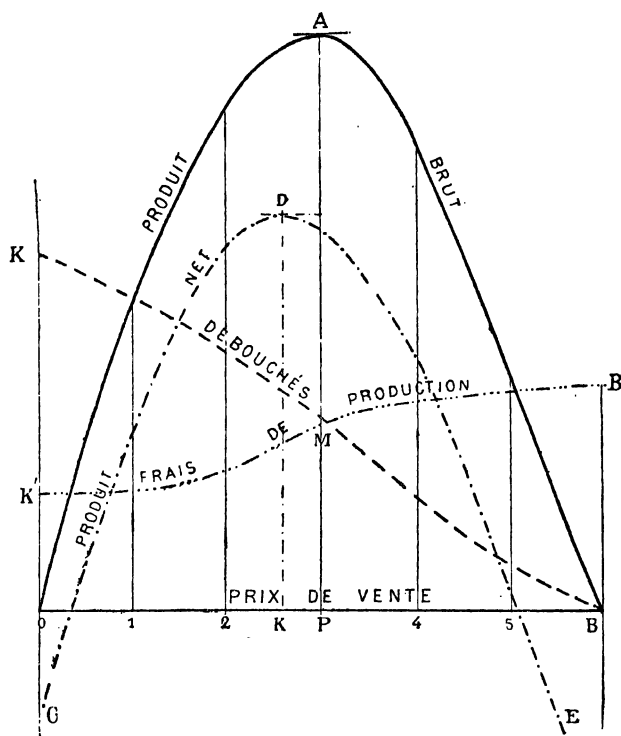
C'est dire que, pour déterminer le prix de vente correspondant au maximum du produit net, il faut faire entrer en ligne de compte les frais de production et les retrancher du produit brut.

Ici M. Cheysson étudie les frais de production et leur allure par rapport à l'intensité de la production elle-même, suivant les différentes branches du travail.

Ces frais peuvent être proportionnels au produit brut, croître moins vite ou plus vite que lui. Ramenés à l'unité produite, ils sont constants dans le premier cas, décroissants dans le second et croissants dans le dernier. Ces trois cas sont analysés en détail avec traduction graphique à l'appui, sous les noms de *rendement proportionnel*, *sur-proportionnel* et *sous-proportionnel*.

En même temps que sa courbe des débouchés, chaque industrie, on devrait dire chaque usine, a sa courbe des frais de production, qui peut aussi s'établir expérimentalement et qui, combinée avec la première, permet à l'industriel de résoudre cette question, importante entre toutes, du tarif le plus avantageux.

Vaut-il mieux pour ce filateur se contenter d'un bénéfice moindre sur chaque unité, afin de vendre plus d'unités, ou faire le calcul inverse? Cette compagnie de navigation, de chemins de fer, a-t-elle intérêt à élever ou à réduire ses tarifs? Retrouvera-t-elle en supplément de trafic ce qu'elle abandonnera sur sa recette par tête ou par tonne? Grave et difficile problème dont la solution, suivant qu'elle sera bonne ou mauvaise, fera le succès ou l'échec de l'entreprise. On l'aborde généralement à tâtons, tandis que la méthode graphique le résout avec sûreté, comme on le voit sur la planche ci-dessous.

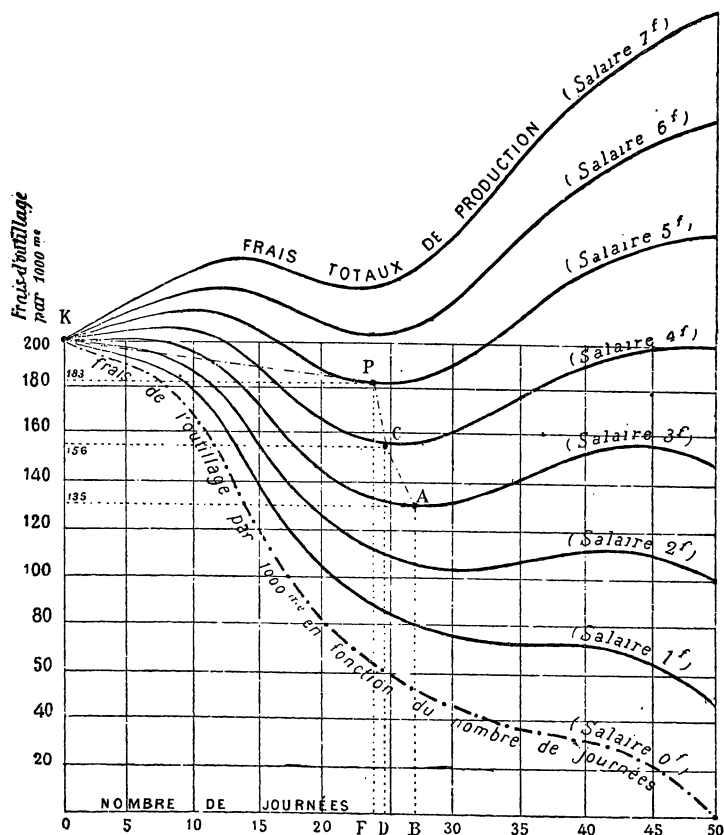


La courbe de produit net CDE s'obtient en déduisant de celle du produit brut OAB celle des frais de production K'MB'. Son maximum correspond au point D et à l'ordonnée DK ; de telle sorte que le tarif le plus avantageux, qui était égal à OP pour le produit brut, devient égal à OK, du moment où l'on considère le produit net.

Cette même méthode se prête encore à l'étude de la plupart des questions très variées que pose la pratique industrielle. A titre de nouveaux spécimens, M. Cheysson cite « la détermination de l'outillage » et « le choix des produits à fabriquer ».

On sait combien il est délicat de fixer l'exacte proportion à observer en industrie entre le capital fixe et le capital circulant. Avec un outillage rudimentaire, les frais généraux seront faibles, et les frais de fabrication élevés. L'inverse aurait lieu après la transformation du matériel et l'installation de machines coûteuses. C'est encore la courbe des débouchés qui se chargera de trancher les hésitations de l'industriel, en lui montrant jusqu'à quelle limite il doit aller pour faire une opération fructueuse.

Un des éléments les plus décisifs en cette matière est le taux de la main-d'œuvre. Telle machine serait tout à fait rationnelle dans un pays de salaires élevés, et très onéreuse ailleurs. Il existe entre le niveau des salaires et le rôle de l'outillage mécanique un rapport étroit qu'ont affirmé tous les économistes et que précise la figure ci-après :



On a représenté sur cette figure les frais de l'outillage pour extraire 1,000 mètres cubes de terrassement, suivant que l'on passe des outils les plus simples, comme la pelle et la pioche qui exigent, par exemple, 50 journées de manœuvre, aux engins les plus compliqués, comme les puissantes dragues de l'isthme de Panama qui ne réclament que quelques heures d'ouvrier pour le même travail.

Les frais totaux de production seront égaux à la somme des frais de l'outillage

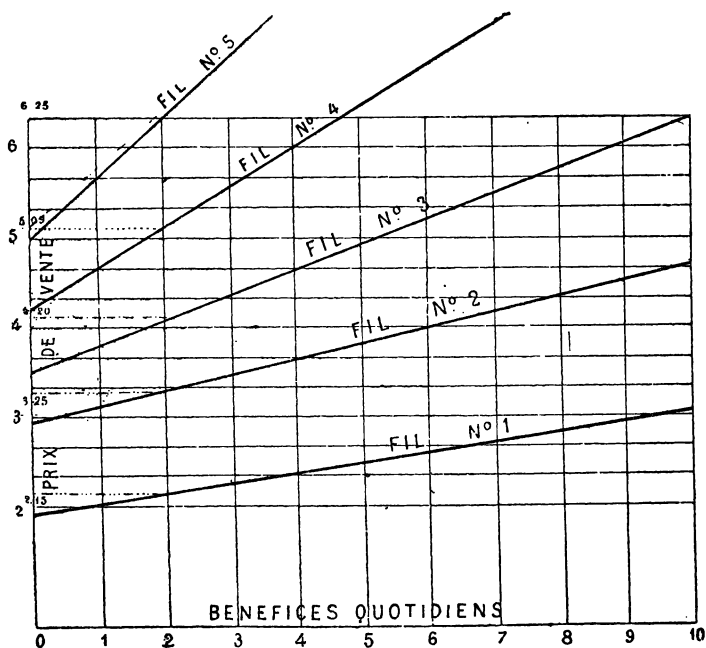
et de la main-d'œuvre. Ils varieront ainsi selon le taux des salaires et sont exprimés sur la figure par des courbes en éventail pour des salaires variant de 0 à 7 fr. (1).

Tant que le salaire est inférieur à 2 fr., l'entreprise a intérêt, dans les conditions hypothétiques du dessin, à faire tout le travail à bras, en consommant 50 journées pour 1,000 mètres cubes. Si le salaire atteint 3 fr., il devient avantageux de s'outiller pour réduire ce nombre de journées à 27. Si le salaire s'élève à 5 fr., le nombre des journées d'ouvrier descend encore, tandis que la part de l'outil augmente. Enfin, à partir du salaire de 6 fr., c'est la machine qui doit décidément être employée à l'exclusion des bras.

La dernière application que nous citons dans ce résumé, parmi les exemples produits en séance, a pour objet de guider l'industriel dans le choix des divers produits que son atelier peut fabriquer indifféremment.

Ainsi un filateur, un tisserand, sont libres de faire sur leurs métiers des fils plus ou moins fins, des tissus plus ou moins serrés. Leur fabrication présente ainsi une certaine élasticité, dont ils doivent user pour réaliser le plus grand produit net, en mettant à profit les fluctuations du cours des matières premières et des produits fabriqués.

Si l'on porte : verticalement, les prix de vente ; horizontalement, les bénéfices quotidiens à obtenir par la fabrication d'un fil donné eu égard à son prix de revient et à la production totale de la filature, chaque numéro de fil va fournir une ligne plus ou moins inclinée, qui exprimera la progression des bénéfices en fonction des prix de vente de ce fil. (Voir le dessin ci-après.)



Ce barème permet de régler la fabrication d'après le prix de vente. Il montre, par exemple, que l'on a le même avantage à vendre le fil n° 5 à 6 fr. 25 c. que le fil

(1) Pour un salaire nul, la courbe totale des frais de production se confond avec celle de l'outillage.

n° 4 à 5 fr. 09, le fil n° 3 à 4 fr. 20, le fil n° 2 à 3 fr. 25 et le fil n° 1 à 2 fr. 15. Le filateur est donc à même, suivant les cours, d'adopter la combinaison la plus lucrative.

Si le prix de revient, au lieu d'être immuable, subissait le contrecoup de la variation des salaires ou du prix des matières premières, il faudrait dresser de nouveaux barèmes correspondant à chaque nouvelle solution et on les interrogerait de même que le premier.

Sans multiplier davantage ces exemples, M. Cheysson croit en avoir assez dit pour montrer l'utilité que peuvent offrir ces procédés graphiques, chaque fois qu'on est placé entre des influences contradictoires, entre des éléments qui ont une allure inverse. Ils ont leur place marquée dans les arbitrages financiers ou industriels, où le profit dépend des fluctuations des divers éléments, qui se croisent, s'enchevêtrent et dont le simple raisonnement aurait peine à démêler les réactions réciproques, tandis que le dessin les dégage et les met en relief.

La technologie a certes une haute importance ; mais il s'en faut qu'elle suffise. L'ingénieur aura beau déployer tout son talent pour diminuer les frais de fabrication, améliorer l'outillage, augmenter le rendement : ses efforts resteront impuissants, si, à côté de lui, l'on achète et l'on vend mal, si on lui donne à fabriquer les produits les moins avantageux, si, en un mot, la direction commerciale paralyse la direction technique.

C'est pour conjurer ce fâcheux résultat que M. Cheysson conseille l'emploi des procédés graphiques. Ils sont d'une application facile, quand on en connaît le maniement. Chaque industriel devrait dresser à son usage les barèmes qui concernent sa propre usine et qui seront entre ses mains un gouvernail à la fois sensible et puissant.

Le jour où ils seront généralement appliqués, ces procédés constitueront pour le commerce un progrès équivalent à celui d'une amélioration d'outillage pour l'industrie. Ce sera un nouveau service à inscrire à l'actif de la statistique sur la liste déjà si longue de ses bienfaits.

