

Jules Dupuit et ses héritiers

Alain Bonnafous^a

^a Professeur émérite, LAET, UMR n°5593, Université Lumière Lyon 2, ENTPE, E-mail : alain.bonnafous@cnrs.fr

Résumé :

L'ingénieur des Ponts et Chaussées Jules Dupuit s'est trouvé confronté au problème de l'évaluation d'un investissement de transport. Dans la terminologie de son époque, cette problématique de l'évaluation se résumait à la question de savoir si l'utilité d'un pont, d'un canal, d'une route justifiait la dépense publique impliquée par sa construction et son entretien. En y apportant ses réponses, Jules Dupuit a inventé le concept de surplus des usagers et a posé les bases de ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui le calcul économique.

Ce travail doit être cité comme :

Bonnafous A. (2026). Jules Dupuit et ses héritiers. *Encyclopédie en ligne de l'Association Française d'Economie des Transports (AFET)*. Mars 2026.

Les apports de Jules Dupuit (1804-1866) à l'économie sont aujourd'hui bien reconnus par l'histoire de la pensée économique. L'affirmation la plus claire a été formulée par John Hicks, dans une conférence qu'il a donnée à Paris en 1946. Il a dit de l'apport de l'ingénieur des Ponts et Chaussées : « *Ce ne fut l'apanage que d'un très petit nombre d'économistes, même parmi les plus grands, que de pouvoir créer, non pas en transposant la pratique des affaires, mais par la seule intelligence, tel ou tel des concepts économiques fondamentaux. C'est à cette élite qu'appartient Dupuit, en même temps que Ricardo et peut-être Keynes.* »

La paternité du concept de surplus tardivement reconnue

Venant de l'auteur qui devait formaliser par le modèle IS-LM l'analyse keynésienne du marché de la monnaie, une telle affirmation a une saveur particulière. Sa conférence avait pour titre : « *Quelques applications de la théorie des surplus du consommateur* »¹. A sa lecture, il est clair que l'auteur désigne bien le surplus du consommateur en évoquant la création « *par la seule intelligence* » d'un concept économique fondamental. Cette élégance mérite d'être relevée de la part d'un auteur anglais qui prive ainsi Alfred Marshall d'une paternité que celui-ci avait soigneusement cultivée.

Un brin d'histoire de la pensée économique n'est pas inutile pour préciser ce point. La question ne se discute plus depuis la publication du livre de Robert B. Ekelund et Robert B. Hébert (1999) sur « *Secret origins of modern microeconomics: Dupuit and the engineers* ». C'est bien Jules Dupuit qui a établi le concept de surplus du consommateur. Reste seule en cause la question de savoir si Alfred Marshall a délibérément omis la référence à son prédécesseur qui avait proposé, 36 ans avant lui, la même métaphore du pont doté d'un péage variable pour élaborer ce concept.

Alors que Marshall n'évoque pas Dupuit dans la première édition des *Principles* en 1890, après que Francis Edgeworth lui ait fait remarquer l'antériorité de Dupuit et que Stanley Jevons ait cité Dupuit avec déférence, Marshall fera l'effort d'ajouter dans l'édition de 1895 que la « *notion d'une mesure exacte de la Rente des Consommateurs fut publiée par Dupuit en 1844* ». La disparition de cette mention dans les éditions suivantes n'a pas échappé aux historiens de la pensée économique qui la signalent sans se prononcer sur l'élégance de Marshall.

¹ Hicks John, Quelques applications de la théorie des surplus du consommateur. (Traduction en français de Pierre Pujade). In: *Économie appliquée*, tome 1 n°4, 1948. pp. 447-457.
<https://doi.org/10.3406/ecoap.1948.2439>

Ce n'est pas un détail car le rôle de Dupuit n'a été mis au premier plan que tardivement par des économistes ayant lu ses deux articles fondateurs de 1844 et 1849 et qui étaient ainsi en mesure de mesurer leur fertilité conceptuelle. A l'opposé, nombre d'auteurs ne se sont pas référés à Dupuit, même s'ils ont utilisé ses concepts en se trouvant confrontés à la même énigme originelle.

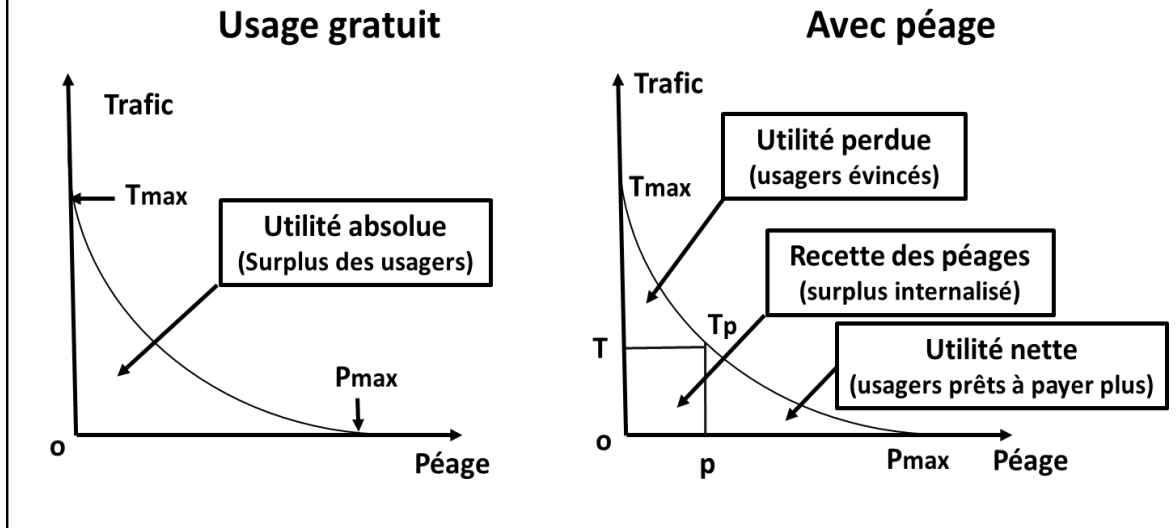
L'énigme initiale

Comme toujours, une découverte majeure s'inscrit dans la négation de ce qui précède. Cela vaut pour la question débattue à l'époque et soumise à l'ingénieur des Ponts et Chaussées qu'était Jules Dupuit : si la puissance publique finance la construction d'un ouvrage d'usage gratuit, comment peut-elle savoir si l'utilité de cet ouvrage justifie la dépense ? La réponse qu'il apporte ne pouvait que se heurter à la pensée dominante du moment qui mêlait la préconisation laissée par un Jean-Baptiste Say décédé en 1830 et les réflexes d'un positivisme strict : une valeur ne pouvait être qu'un prix d'échange dûment constaté et vouloir mener le débat sur une mesure subjective de l'utilité ne pouvait que conduire à des divagations. Il en résultait que l'évaluation la moins erronée de l'utilité d'un pont ne pouvait être que la mesure de ce qu'il avait coûté. On restait ainsi dans le domaine de l'observation des faits et des relations entre les faits conforme au dogme positiviste.

Dans son article de 1844, Jules Dupuit démonte cette position en une phrase : « *Si, par l'habileté d'un ingénieur, le prix d'un pont venait à être réduit de moitié, le pont ne serait pas pour cela deux fois moins utile* ». Il propose alors autre chose en considérant que le consommateur qui envisage l'achat d'un bien confronte l'utilité de celui-ci à l'utilité du montant de monnaie qu'il doit consentir pour l'acheter. Il imagine alors un pont sur lequel peut être imposé un péage qui peut varier de zéro à la valeur maximale (pour laquelle tous les usagers sont dissuadés d'emprunter le pont). La demande, représentée sur la figure ci-après, est évidemment maximale lorsque le péage est nul. Elle devient nulle lorsque le péage est tel que tous les usagers renoncent à utiliser le pont.

La surface sous la courbe de demande représente la recette totale qui pourrait être extorquée aux usagers s'il y avait un moyen de faire payer à chacun le maximum de ce qu'il est prêt à consentir pour utiliser le pont. Dupuit considère que cette recette hypothétique, ce surplus des usagers en cas de gratuité, est la bonne mesure de l'utilité du pont. Il propose là une fiction théorique dont il montrera qu'elle peut devenir un concept opératoire dès lors que la fonction de demande est connue.

L'analyse séminale de Jules Dupuit ou les effets d'un péage sur le trafic d'un pont



Il reconstitue pour cela une fonction numérique de demande sur le Pont d'Arcole qui a le mérite de lui fournir deux situations observables. Cette passerelle pour piétons construite en 1828 était en effet dotée d'un péage d'un sou (5 centimes de franc-or) qui a été supprimé par le gouvernement provisoire issu de la révolution de 1848. Disposant ainsi de deux niveaux de trafic pour deux niveaux de péage, Dupuit reconstitue une fonction de demande très vraisemblable dans l'article de 1849. Elle lui permet d'établir un tableau des valeurs numériques des variables en fonction d'un péage qu'il fait varier selon un pas de 1 centime jusqu'à sa valeur maximale de 15 centimes. Il calcule ainsi (graphique de gauche) :

- la fonction de demande (courbe **Tmax-Pmax**) reconstituée à partir des deux points connus ;
- le surplus des usagers dans le cas d'un péage nul, soit l'intégrale de **o** à **Pmax** de cette fonction de demande ; il s'agit de l'effet positif du pont, que l'on appellerait aujourd'hui effet externe (positif) dans la mesure où il est externe à la sphère marchande.

Il calcule ensuite pour chaque valeur du péage les trois parts de cette utilité absolue (graphique de droite) :

- l'utilité nette, soit le surplus des usagers qui consentiraient à payer un péage plus élevé que **p** ;
- la recette des péages (**P x Tp**) qui est cette partie du surplus des usagers dont on dirait aujourd'hui qu'elle est « internalisée », au sens où cette part du surplus des

usagers entre dans la sphère marchande.

- l'utilité perdue (ou *dead loss*) qui correspond au surplus dont auraient bénéficié en cas de gratuité les usagers évincés par le péage.

Ce dernier concept est crucial car la minimisation de cette perte sèche constitue, en première analyse, un objectif de rendement social qui semble s'imposer. Ce n'est pas un hasard si cette *Dead Loss* a été au cœur de controverses théoriques dans l'immédiat après-guerre (Fèvre et Mueller, 2023). Hormis cette perte sèche, il reste deux créations de valeur consécutives à la mise en service du pont : le surplus des usagers et la recette des péages. Elles sont à comparer à la destruction de valeur que représentent les coûts de construction et d'entretien.

Le calcul économique en héritage

En reprenant le vocabulaire de Dupuit, sa proposition se résume simplement : dans le cas d'un péage nul, l'utilité absolue du pont est la somme des utilités absolues des usagers. On obtient son utilité relative « *en déduisant les frais d'entretien et l'intérêt du capital dépensé dans la construction* » (Dupuit, 1844). Dans le cas d'un péage non nul, l'utilité du pont est amputée de la perte d'utilité des usagers exclus, l'utilité conservée étant partagée entre la recette du péage et l'utilité relative restant à ceux qui consentent à le payer.

En proposant cette évaluation, Dupuit n'établit rien de moins que ce qui deviendra beaucoup plus tard l'équation fondamentale de l'analyse coût-avantage : la variation d'utilité collective (U) entre une situation de référence sans le pont et une situation avec le pont doté d'un péage s'écrit :

$$\Delta U = \Delta R - \Delta C + \int_P^{P_{max}} T \cdot dP \quad (1)$$

Où ne jouent donc que la recette (R), le coût (C), le trafic (T) et le péage (P).

Posée par Jules Dupuit comme un résultat de bon sens, cette relation ne sera formellement démontrée que 128 ans plus tard par Jacques Lesourne dans la deuxième édition du *calcul économique* (1972). La ruse de Lesourne a consisté à introduire dans le calcul, en sus des biens et services produits et échangés, le temps nécessaire à chaque individu pour ses activités de production, de consommation et, bien sûr, de déplacement. Il en résulte une démonstration formelle de l'équation (1) que l'on peut considérer comme le bouclage de l'intégration du surplus des usagers dans la théorie du rendement social².

² Un bouclage que n'avait pas réalisé Gary Becker (1965).

Les apports de Jules Dupuit seront tout aussi fructueux à partir de cette « utilité perdue » qui semble suggérer que la gratuité maximise l'utilité collective.

Le péage et l'utilité perdue

Jules Dupuit a le tout premier souligné que sa proposition théorique et son application à la mesure de l'utilité d'un pont suggéreraient que celle-ci était maximale dans le cas d'un usage gratuit car cette utilité absolue serait, avec un péage, amputée du surplus dont ne bénéficient plus les usagers évincés.

Mais il relève aussitôt qu'il n'y a pas à considérer la seule utilité des usagers avec ces propos d'une étonnante modernité : *« Il est entendu que pour traiter la question de savoir s'il faut ou non établir des péages, il faut examiner par quels impôts il faudrait les remplacer et quels seraient les effets de ces impôts ; ce serait rien de moins qu'une théorie générale de l'impôt. Je n'ai point la prétention de traiter ici une question aussi vaste ; je me bornerai à faire remarquer que les impôts présentent aussi des inconvénients, et qu'ils en présentent de deux espèces : les uns tiennent à leur répartition, les autres à leur influence sur la production ».*

Cette phrase suggère un programme de recherche qui n'a été mis en œuvre que plus d'un siècle après sa rédaction. La question est en effet de savoir ce que peuvent être les effets de distorsion sur l'économie d'une taxe additionnelle. Elle est désignée dans la littérature comme celle du « coût marginal social des fonds publics » (en anglais *MCPF* « *marginal cost of public funds* »). Le calcul de ces effets nécessite un modèle d'équilibre général calculable permettant de simuler les conséquences de telle ou telle variation de taxe.

Des travaux menés depuis un demi-siècle sur ce thème, retenons que dans une évaluation il conviendrait de remplacer tout montant X de fonds publics par le montant corrigé $(1+\lambda)X$. Retenons également que les estimations qui ont pu être proposées de ce facteur révèlent une grande dispersion : pour ne prendre qu'un exemple qui concerne la France, un travail de Mickael Beaud et al. (2013) propose une fourchette comprise entre 0,95 et 2,16.

Dans la réalité des pratiques d'évaluation et des textes qui les prescrivent, tout se passe comme si les valeurs recommandées de $(1+\lambda)$ étaient un coefficient de rareté des fonds publics établi comme une valeur tutélaire par les gouvernements. Ainsi, les textes en vigueur en France depuis 2014 prescrivent-ils une valeur de 1,25 avec des justifications peu explicites. Retenons-en que l'équation (1) qui synthétise l'innovation méthodologique proposée par Jules Dupuit devient :

$$\Delta U = (1 + \lambda)(\Delta R - \Delta C) + \int_P^{P_{max}} T \cdot dP \quad (2)$$

Dupuit ne l'a pas formulé mathématiquement mais il a expliqué de manière très claire, dans l'article de 1844, que l'utilité perdue du fait d'un péage modéré pouvait être plus que compensée par une recette qui a une plus grande utilité que sa valeur nominale en raison des effets de distorsion des taxes ainsi évitées. On peut du reste établir, avec une formalisation contemporaine, ce que l'on peut dénommer « un péage à la Dupuit » (Bonnaïfous, 2024).

A ces considérations, Dupuit ajoute un argument de bon sens selon lequel un péage peut être utile si, à défaut « *il est probable que l'ouvrage n'aurait jamais été exécuté, faute de ressources suffisantes pour en couvrir les frais* ». C'est précisément dans cet esprit qu'a été votée en France la loi qui instaura le péage en 1955³, à un moment où notre réseau autoroutier ne comptait que quelques dizaines de kilomètres et en dépit de fortes réticences politiques à l'idée même de péage. Ces réticences sont exprimées dans la première phrase de l'article 4 de cette loi : « L'usage des autoroutes est en principe gratuit ». La suite autorise cependant le principe de concession et autorise ainsi « le concessionnaire à percevoir des péages en vue d'assurer le remboursement des avances et dépenses de toute nature... ».

Dans une terminologie du XXI^{ème} siècle, nous dirions que Jules Dupuit avait compris avant beaucoup d'autres les termes de la répartition du financement entre l'utilisateur et le contribuable et tout l'intérêt qu'il y avait à solliciter le second en réduisant si possible l'utilité perdue du fait du péage. C'est sur ce dernier point qu'il a ajouté une contribution aussi importante que celles qui précèdent.

La minimisation de l'utilité perdue et la différenciation des tarifs

C'est dans l'article de 1849 que Dupuit évoque un dispositif de différenciation tarifaire qui a le double mérite de réduire l'utilité perdue et d'accroître la recette des péages : il utilise pour cela le récit d'une passerelle construite, financée et exploitée par un entrepreneur qui pratique un tarif unique de 5 centimes et fait ainsi faillite, trop peu d'utilisateurs ayant les moyens de payer un tel prix. Le repreneur a l'idée de ne faire payer aux « cols bleus » du petit matin qu'un centime, en conservant le tarif de 5 centimes pour les « cols blancs » qui passent plus tard dans la journée. Sur la base des ordres de grandeur proposés par l'auteur, ce nouveau

³ Loi n° 55-435 du 18 avril 1955 portant statut des autoroutes.

dispositif permet au repreneur de faire une bonne affaire et aux usagers d'être plus nombreux à bénéficier de l'ouvrage.

« Ainsi suivant selon que vous adopterez tel ou tel système de péage, le pont pourra se faire ou ne pas se faire, il sera une bonne ou une mauvaise affaire pour le constructeur, il sera utile ou inutile pour le public ». L'utilité « regagnée » dans ce récit n'est évidemment rien d'autre qu'une réduction de l'utilité perdue du fait de dispositions tarifaires adaptées aux usagers selon leur consentement à payer.

Jules Dupuit n'a pas inventé la différenciation tarifaire qui était pratiquée de longue date dans le domaine des spectacles ou des transports mais il a jeté les bases théoriques d'une tarification qui réduirait la perte sociale : dans une configuration idéale qui n'existe pas concrètement mais qui permettrait de soutirer à chaque usager la totalité de ce qu'il est prêt à payer pour bénéficier du service offert, la recette serait de même montant que l'utilité absolue, soit le surplus des usagers dans le cas de gratuité et aucun usager n'est évincé.

Il s'agit tout simplement de la base théorique du "*Yield Management*". Les tarifs, ainsi différenciés selon les consentements à payer, peuvent s'interpréter comme une économie appliquée de la métaphore du propriétaire de la passerelle à péage. Une économie dont la fonction objectif est une maximisation de la recette nette et qui peut conduire à vendre des sièges vides à bas prix dès lors que ce prix dépasse le coût marginal de l'utilisateur supplémentaire et à réduire ainsi « l'utilité perdue ».

Dans ce même article de 1849, Dupuit s'attaque aussi au problème de la tarification optimale d'un service public, prenant en compte la question de la couverture des coûts qui s'ajoute à celle de l'optimisation du surplus des usagers. Il lui est reconnu, même s'il n'utilise pas le terme, le mérite d'avoir jeté les bases de la tarification au coût marginal et d'avoir noté qu'elle pouvait conduire à ne pas couvrir les coûts, en particulier les coûts fixes (dont Yves Breton et Gérard Klotz, éditeurs en 2009 des œuvres complètes de Dupuit, notent qu'il est le tout premier auteur à en souligner le rôle et l'importance). Il propose de recourir à la différenciation tarifaire pour combler ce déficit en créant une classe particulière pour les usagers les plus aisés, suggestion qui fait songer à une classe "business première" qui a été ajoutée en 2019 à la Première classe des TGV.

Lorsque l'on aperçoit toute la richesse de cet héritage, on ne peut faire l'impasse sur ce que les successeurs de Dupuit ont pu reconnaître.

Les héritiers

Les historiens de la pensée économique s'accordent pour s'étonner que les apports de Jules Dupuit ont été réduits après sa mort à quelques notes de bas de page. On peut y voir l'effet des controverses qui l'ont opposé soit aux universitaires le plus souvent soumis aux anciennes analyses de Jean-Baptiste Say, soit à plusieurs de ses camarades du corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées, controverses dans lesquelles ses écrits avaient une capacité destructrice à la mesure de sa rigueur. On peut y voir aussi l'effet de la confiscation par Alfred Marshall de la paternité du concept de surplus.

Mais, avec le développement des travaux théoriques de l'économie publique à partir de l'entre-deux guerres, Dupuit devait retrouver sa juste place. Et dans l'immédiate après-guerre cette place a été clairement établie lors de conférences qui ont marqué, en 1945, le centenaire du premier des deux articles fondateurs⁴. Par exemple, René Roy, l'un des pères de ce qui devait devenir l'économétrie, y souligne l'importance de son concept d'utilité « notion qui a engendré les travaux de l'école psychologique et d'une manière générale ce que nous désignons sous le nom de marginalisme ». François Divisia, pionnier de l'usage des mathématiques dans l'économie monétaire, n'est pas moins laudatif lorsqu'il écrit que Dupuit « fonde l'économie publique ».

Pour autant, nombre d'auteurs s'abstiennent de le citer, même lorsqu'ils s'inscrivent dans une problématique « à la Dupuit », à l'image d'un auteur qui établit les conditions d'un optimum sans citer, le plus souvent, Wilfredo Pareto. On peut illustrer cela en examinant les références bibliographiques de deux publications majeures qui s'inscrivent dans l'héritage de Dupuit : d'une part, l'article fondamental de Marcel Boiteux (1956) où est établie la tarification dite « à la Ramsey-Boiteux » qui généralise la proposition de Dupuit consistant à combler les déficits en sollicitant les usagers en fonction de leur consentement à payer ; d'autre part, « *Le calcul économique* » de Jacques Lesourne dont nous avons vu qu'il comporte la démonstration achevée de la mesure de l'utilité proposée par Dupuit. Ni Boiteux ni Lesourne ne citent Dupuit, tous deux ne remontant qu'à 1938 pour citer l'article séminal de Harold Hotelling (1938) sur la tarification optimale d'un service public. Les premières lignes de Hotelling excusent cette omission : « *Dans cet article, nous présenterons, sous une forme révisée, un argument dû essentiellement à l'ingénieur Jules Dupuit, selon lequel l'optimum du bien-être général correspond à la vente de toute chose au coût marginal* ».

⁴ Roy, R., Boutet, D. & Divisia, F. (1945). Jules Dupuit et son œuvre économique, séance commémorative en l'honneur de Jules Dupuit à l'occasion du centenaire de son premier mémoire " De la Mesure de l'utilité des travaux publics". École nationale des Ponts et Chaussées.

Conclusion

Ces péripéties bibliographiques et ces reconnaissances sporadiques caractérisent ce qu'a été l'héritage de Jules Dupuit. C'est peut-être un propos du prix Nobel Maurice Allais (1989) qui le résume le mieux : « *Jules Dupuit, un précurseur trop longtemps méconnu, a fait preuve d'une perspicacité extraordinaire dans ses deux mémoires de 1844 et 1849 sur les infrastructures de transport, et a ouvert une voie royale à la pensée économique. J'aurais gagné beaucoup de temps si j'avais connu plus tôt ses écrits* ».

Références bibliographiques

- Allais M. (1989). « L'économie des infrastructures de transport et les fondements du calcul économique », *Revue d'économie politique*, 99^e année, n°2.
- Beaud, M., Blayac, T., Bougette, P., Khoudmi, S., Mahenc, P., & Mussard, S. (2013). *Estimation du coût d'opportunité des fonds publics pour l'économie française*, LAMETA et Université Montpellier 1-Etude pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie).
- Becker G. (1965). 'A theory of the allocation of time', *Economic Journal*, vol. 75(299), pp. 493–517.
- Boiteux, M. (1956). Sur la gestion des monopoles publics astreints à l'équilibre budgétaire. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 22-40.
- Bonnafous, A. (2024). A new theoretical approach to highway tolls: a Jules Dupuit toll. https://shs.hal.science/halshs-04426303/file/LAET_Working_Paper_2024_02.pdf
- Breton Y., & Klotz G. (2009). Jules Dupuit Œuvres Economiques Complètes, Economica.
- Dupuit J. (1844), « De la mesure de l'utilité des travaux publics », *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e série, Mémoires et Documents, n°116, t. VIII, pp. 332-375
- Dupuit J. (1849), « De l'influence des péages sur l'utilité des voies de communication », *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e série, p. 170-248.
- Ekelund, R. B., & Hébert, R. F. (1999). *Secret origins of modern microeconomics: Dupuit and the engineers*. University of Chicago Press.
- Fèvre R., & Mueller T. M. (2023). Toward a "Prodigious Revival of French Economics"? Allais, Debreu, and the Dead Loss Controversy (1943–51). *History of Political Economy*, 55(1), 1-38.
- Hicks John, Quelques applications de la théorie des surplus du consommateur. (Traduction en français de Pierre Pujade). In: *Économie appliquée*, tome 1 n°4, 1948. pp. 447-457.
- Hotelling, H. (1938). The general welfare in relation to problems of taxation and of railway and utility rates. In *The collected economics articles of Harold Hotelling* (pp. 141-165). Springer New York.
- Lesourne J. (1972), *Le calcul économique*, Dunod
- Roy, R., Boutet, D. & Divisia, F. (1945). Jules Dupuit et son œuvre économique, séance commémorative en l'honneur de Jules Dupuit à l'occasion du centenaire de son premier mémoire " De la Mesure de l'utilité des travaux publics". École nationale des Ponts et Chaussées.