

Recherche opérationnelle et statistique

Autor(en): **Billeter, Ernst-P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales**

Band (Jahr): **19 (1961)**

Heft 4

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-135345>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Recherche opérationnelle et statistique

Ernst-P. Billeter

professeur à l'Université de Fribourg

Pendant la Seconde Guerre mondiale, il y a donc environ vingt ans, apparut en Angleterre le nouveau terme *operational research* qui, quelque temps plus tard, parvint aux USA sous la forme d'*operations research*. Cette dénomination gagna ensuite l'Europe, il y a quelque cinq ans, et l'on y adopta les expressions de *recherche opérationnelle* en France et de *ricerca operativa* en Italie. Elle s'implanta également en Allemagne sous différentes désignations, telles que *betriebliche Verfahrensforschung* (recherche expérimentale économique), *Verfahrensforschung* (recherche expérimentale), *Unternehmensforschung* (recherche pour l'entreprise), ou encore *operationnelle Forschung* (recherche opérationnelle). Jusqu'à maintenant, aucune désignation unique n'a été trouvée, si bien qu'on a renoncé à toute traduction et qu'on parle le plus souvent simplement d'*operations research*.

Comme l'expression l'indique déjà, on entendait, au début, par cette désignation l'*étude scientifique des opérations militaires*. Ce mode de recherche scientifique existait alors principalement en Angleterre car il s'agissait d'engager, dans ce qui était une guerre d'usure des forces, les armes et les matières premières avec le maximum d'efficacité. La situation générale dans l'Angleterre insulaire était des plus critiques; la pénurie se faisait sentir tant sur le plan des matières premières à fin militaire que sur celui des armes. Lors de la retraite historique de Dunkerque, les troupes s'estimèrent heureuses de s'en tirer saines et sauves, et abandonnèrent une grande partie de leur matériel. Le ravitaillement de la population était également menacé.

De l'autre côté de l'Océan, en revanche, l'Amérique alliée disposait d'une grande disponibilité de ressources militaires, lesquelles faisaient précisément défaut en Angleterre. Pour aider la Grande-Bretagne, il fallait transporter ces matières et ces armes par-dessus l'Océan, ce qui, en raison des efforts de l'ennemi en vue d'interrompre cet apport de ressources, demeurerait extrêmement dangereux.

C'est ainsi que se posa l'un des premiers problèmes de recherche opérationnelle. En voici la donnée: comment effectuer ce transport de marchandises d'Amérique en Angleterre en courant le risque le plus réduit possible? Est-il plus rentable que les cargos abordent l'immense traversée de l'Atlantique seuls et sans la protection de navires de guerre ou bien est-il préférable de réunir un certain nombre de bateaux et de les placer sous la protection de navires de guerre? Il était certain qu'un ensemble de vaisseaux serait plus facilement repéré par l'ennemi et que le risque de perte en serait accru. Pour limiter ce risque, il était indispensable de prévoir une escorte militaire. Mais alors, les unités d'escorte ne pourraient pas être engagées à d'autres tâches, en d'autres lieux, où leur présence aurait pu être plus indispensable encore. C'est ainsi que se posait la question de trouver le rapport le plus favorable entre le nombre des escorteurs et celui des cargos. Il fallait de plus considérer quels types de navires de transport, qui tous sont caractérisés par diverses particularités, comme par

exemple la rapidité, devaient être rassemblés pour un tel convoi, de façon à atteindre le but proposé, à savoir le transport de marchandises avec une proportion de pertes la plus infime possible.

La même question se posait évidemment pour les navires de guerre. Fallait-il engager des contre-torpilleurs, des croiseurs ou même des cuirassés ? Et dans quelle proportion ? Ainsi, un problème, à première vue très simple, soulevait une multiplicité de questions auxquelles il n'était guère facile de répondre.

Il fut très tôt admis dans les cercles militaires compétents qu'il était nécessaire en ce domaine d'adjoindre aux échelons de commandement supérieurs un état-major de spécialistes. Le fait qu'il était impérieux de considérer un ensemble de questions qui relevaient de disciplines aussi variées que la technique, la physique, l'économie politique, etc., exigeait l'intervention d'un team de savants représentatif de ces domaines différents. C'est ainsi que fut créé le premier groupe de recherche opérationnelle.

Peu de temps après, un nouveau problème se posa. Vers la fin de la Seconde Guerre mondiale, les avions-suicide japonais firent des ravages en Extrême-Orient. Ces avions ne lançaient ni obus ni bombes, qui d'ordinaire n'atteignent leur but qu'avec une probabilité plus ou moins grande, mais leur pilote dirigeait son appareil chargé d'explosifs directement sur l'objectif. Ce mode d'engagement trouve d'ailleurs maintenant son parallèle dans les armes téléguidées qui, grâce à diverses dispositions techniques, ne peuvent manquer leur but et le détruisent avec certitude. Par une recherche purement statistique, il fut alors reconnu que de grandes unités navales pouvaient, en manœuvrant promptement, parer dans une large mesure à l'attaque des « kamikazés ». Pour de petites unités, en revanche, on découvrit qu'il était plus judicieux de manœuvrer le moins possible. Cet exemple souligne l'importance de la *statistique* pour la recherche opérationnelle. On peut, en effet, affirmer sans exagération que les principaux éléments de la recherche opérationnelle sont la *statistique* et le *calcul des probabilités*. S'il est ici question des principaux instruments de recherche, il est bien sûr sous-entendu que d'autres moyens et méthodes d'investigation, qui ne sont pas indiqués ici, doivent aussi être à disposition de la recherche opérationnelle. On peut d'ailleurs affirmer, à propos de la recherche opérationnelle, qu'il s'agit de résoudre des problèmes anciennement connus par des voies et des moyens nouveaux beaucoup plus efficaces. J'aimerais, dans cet article, insister moins sur les méthodes qui sont appliquées à la solution des problèmes de recherche opérationnelle que sur le *but* de cette technique, qui est considéré comme la caractéristique fondamentale de la recherche opérationnelle. Ce but consiste essentiellement à découvrir la solution la meilleure, la *solution optimale*.

Si l'on retient ce point de vue, il n'est évidemment pas tout à fait exact de prétendre que la recherche opérationnelle est apparue seulement lors de la Seconde Guerre mondiale. Certaines annotations anciennes montrent qu'il existait au moyen âge déjà des problèmes présentant une étonnante similitude avec ceux qu'aborde la recherche opérationnelle. C'est ainsi que les commerçants du moyen âge, qui devaient se déplacer d'un lieu de foire à un autre, avaient à résoudre le problème du transport de leurs marchandises sans perte à travers des régions peu sûres. A cette époque déjà, ils trouvèrent la solution du convoi, c'est-à-dire qu'ils s'assemblaient et se déplaçaient en groupes. On constate ainsi que les questions qui ont provoqué la naissance de la recherche opérationnelle, il y a environ une vingtaine d'années, sont en réalité beaucoup plus anciennes. En fait, elles ont existé de tout temps ; c'est uniquement la façon de les aborder qui a changé.

Une importante découverte moderne a sans doute été décisive pour le développement actuel de la recherche opérationnelle. Grâce aux *calculateurs électroniques*, l'intérêt porté

aux possibilités de la recherche opérationnelle s'est considérablement accru. Des problèmes, dont la solution par des moyens traditionnels aurait exigé trop de temps, peuvent maintenant être résolus par de tels calculateurs dans des délais utiles. Ce qui a ouvert la voie, ce fut surtout la capacité d'utiliser pratiquement des « chiffres de hasard » dans les calculateurs. Cette possibilité a élargi le domaine de la recherche opérationnelle, notamment du fait que cette dernière est très étroitement liée à la statistique.

De toute façon, il faut ajouter qu'il n'existe aucune science dont la recherche opérationnelle dépende exclusivement. Il n'y a également aucune méthode unique qui seule permettrait la solution des problèmes de recherche opérationnelle. Cette dernière, au contraire, fait appel à des sciences et à des méthodes différentes et ne restreint pas ses choix. Elle n'hésite pas à appliquer les méthodes et les expériences de la statistique, de la technique, des mathématiques, de la physique, de la psychologie, de l'économie politique, de la logique, de la logistique et de bien d'autres encore. Selon l'objet de la recherche et son but, l'une ou plusieurs de ces méthodes extrêmement variées seront appliquées. La méthode ne peut donc pas être considérée comme une caractéristique exclusive de la recherche opérationnelle; c'est le but qui est caractéristique. En quoi consiste-t-il ?

La recherche opérationnelle intervient lorsqu'il s'agit de prendre des *décisions*. Les conséquences de ces décisions peuvent être plus ou moins bonnes. Le principal objet de la recherche opérationnelle consiste précisément à fournir des données qui permettent de retenir la meilleure décision, c'est-à-dire celle dont les effets seront les plus favorables. Mais il faut un critère de choix, ce qui signifie qu'on doit pouvoir, de façon objective, préférer une décision à une autre. Ce critère de choix n'est valable que si les conséquences probables de chacune des décisions peuvent être constatées numériquement, quantitativement. Mais il est alors nécessaire que les influences particulières qui affectent le problème et la solution puissent aussi être exprimées sous une forme quantitative. L'emploi de la statistique est par conséquent indispensable, car dans toute recherche opérationnelle, il faut que les données numériques requises soient rassemblées selon les méthodes statistiques. La recherche opérationnelle est donc finalement impensable sans statistique. Grâce à celle-ci, les données quantitatives pour la formulation du problème peuvent être réunies. Ces données sont ensuite transformées en solutions à l'aide de méthodes scientifiques déterminées. Ces solutions sont ensuite comparées entre elles quant à l'objet à atteindre. L'enchaînement de ces données quantitatives par des méthodes de solution scientifiques constitue le *modèle de recherche opérationnelle*.

Le contenu du modèle détient une place considérable dans la recherche opérationnelle. Le modèle peut être considéré comme une représentation simplifiée et idéalisée d'une situation réelle. Il présente ainsi un état effectif déterminé à un moment donné et se trouve être ainsi, de par sa nature, statistique, c'est-à-dire que l'énonciation acquise sur la base du modèle peut être influencée par des situations effectives appartenant à des moments antérieurs; il s'ensuit que le passé influence le présent. Dans de tels cas, le modèle se dépouille de son caractère statique pour devenir dynamique.

Si donc le modèle représente une image simplifiée et idéalisée d'une situation réelle, la question se pose alors de savoir en quoi consiste cette image. Très souvent, cette représentation de la réalité à un moment donné se fait ainsi: on cherche à reproduire cette réalité dans des *relations mathématiques*. Un tel modèle mathématique se présente sous la forme d'un nombre plus ou moins grand d'équations et d'inéquations qui contiennent un nombre déterminé de paramètres. Ce genre de modèle a évidemment l'avantage de permettre une évaluation mathématique facile.

La formulation mathématique comme telle ne devrait cependant pas être considérée comme la seule caractéristique du modèle. Très souvent en effet, la réalité peut également être représentée *graphiquement*. En ce sens, un tableau peut être conçu comme le modèle d'une situation déterminée empruntée à la réalité. De plus, différents degrés de simplification et d'idéalisation peuvent entrer en ligne de compte.

Pour la recherche opérationnelle, les modèles mathématiques ont une plus grande importance que les modèles graphiques parce qu'ils sont mieux adaptés à une conception quantitative. Cela vaut tout spécialement pour les modèles dénommés *stochastiques*, c'est-à-dire pour les modèles qui essaient de tenir compte de l'influence de variations fortuites de la réalité dans les ordres de grandeur du modèle. Cela n'est cependant possible que sur le plan statistique.

La recherche opérationnelle ne s'arrête cependant pas au modèle. Du fait que normalement la recherche opérationnelle s'impose surtout quand on doit prendre des décisions complexes, dont les répercussions ne sauraient être négligées, il est nécessaire d'introduire dans le modèle mathématique une modification courante ou variation de chaque paramètre; il faut ensuite soupeser les conséquences qui en résultent. Le modèle rigide commence ainsi à s'animer; on ne cherche plus maintenant en effet simplement à reproduire statistiquement la réalité, mais on s'efforce d'*imiter dynamiquement la réalité*. Le modèle s'introduit ainsi dans la sphère de la *simulation* ou de l'imitation de la réalité. Vus sous l'angle de la recherche opérationnelle, les *modèles* représentent les pierres de construction, tandis que la *simulation* pourrait être définie comme l'œuvre qui en résulte.

Les répercussions particulières résultant de la simulation doivent alors être confrontées entre elles de façon objective et pouvoir faire l'objet d'une graduation quantitative, ce qui se réalise grâce à un « degré d'effet ». Ce dernier, sur la base des données quantitatives du problème, est fonctionnellement lié à la répercussion ou à la solution trouvée. Si ces données subissent une modification, la dimension du « degré d'effet » varie également. On modifiera donc ces données quantitatives, c'est-à-dire qu'on poursuivra la simulation jusqu'à ce que le degré d'effet le plus favorable soit atteint. Il faut cependant, parmi ces données quantitatives, distinguer celles qui sont influencées par nous-mêmes et qui peuvent être modifiées, de celles qui échappent à notre influence et représentent des valeurs constantes du système. Notons que par « système », on entend la tranche de la réalité actuellement étudiée.

De ce qui a été dit jusqu'ici, il ressort que la recherche opérationnelle vise à trouver les solutions les plus économiques, c'est-à-dire à atteindre le succès envisagé avec les frais les plus limités possibles. La recherche opérationnelle ne peut pas être incluse dans l'étroite conception d'une simple méthode, mais elle représente le but général d'une solution.

Cependant, à côté de cette description assez large de la recherche opérationnelle, il existe, aux USA principalement, une conception plus limitée. L'élément prédominant est constitué par les *méthodes*. Mais si des méthodes déterminées sont appliquées à la solution d'un problème à l'exclusion de toute autre, on est bien forcé alors de définir la recherche opérationnelle d'une manière beaucoup plus limitative. Cette approche conduit à une conception trop restreinte et erronée de la recherche opérationnelle, qui la confond avec une ou des méthodes déterminées.

Peu après la Seconde Guerre mondiale, il a été démontré que la recherche opérationnelle pouvait être appliquée avec succès à des *problèmes non militaires*, c'est-à-dire surtout à des *problèmes économiques*. C'est ainsi qu'une firme qui vend différentes marchandises, dont la fabrication nécessite un certain temps, dispose ordinairement d'un stock afin d'éviter des retards dans les livraisons. Il s'agit, dans ce cas, de déterminer l'importance de ce stock.

S'il est trop petit, des clients mécontents par des délais d'attente trop longs, s'approvisionneront auprès de maisons concurrentes, avec pour résultat que ces clients seront perdus. Par contre, un stock trop grand provoquera des frais élevés qui pèseront sur la rentabilité. Un volume optimum de stock est donc d'une grande importance pour le chef d'entreprise. La recherche opérationnelle lui indiquera la voie vers la meilleure solution, dans un domaine où, en raison de l'influence particulièrement marquée des variations fortuites de la demande, l'approche stochastique s'impose.

Un autre exemple illustrera encore ce qui précède: une maison de commerce doit exécuter régulièrement des livraisons à domicile pour ses clients. Quelle est la solution la plus avantageuse: transport des marchandises par chemin de fer ou par véhicule particulier? Si la distribution des marchandises par véhicule devait apparaître plus rentable, la question se poserait alors de connaître le nombre optimal de véhicules à engager. De plus, on peut également se demander si la location temporaire de véhicules n'est pas préférable à leur achat. Peut-être pourra-t-on encore se demander également comment ces véhicules doivent être mis en service et quels parcours doivent leur être attribués, de manière à réduire le plus possible les frais de transport.

Prenons donc la question de savoir quel est le nombre le plus favorable de véhicules dont une maison de livraison doit disposer pour répondre aux exigences de sa clientèle. Il est clair que le chef d'entreprise ne peut pas débiter par l'engagement expérimental d'un seul véhicule, considérer ensuite le développement de son activité commerciale, puis faire l'acquisition d'un second véhicule, attendre encore le résultat de l'expérience... et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il ait trouvé le nombre idéal de véhicules. D'autre part, il ne lui est pas plus possible de déterminer arbitrairement un chiffre, sans que ce dernier soit justifié. Comment procédera-t-il?

Il peut simuler son activité de livraison, en ce sens qu'il conçoit statistiquement la demande et qu'il admet une certaine hypothèse pour la fréquence des pièces à livrer, hypothèse selon laquelle par exemple cette fréquence se réalise selon la distribution normale. Un sondage fortuit lui indiquera quelles sont les variations par rapport à la valeur moyenne (nombre moyen de la fréquence des pièces), c'est-à-dire l'influence stochastique. A cette fin, il se sert d'un tableau des déviations fortuites normales. Encore une fois, on remarquera l'étroite relation entre la statistique d'une part et la recherche opérationnelle d'autre part. Le principe pour ce processus a d'abord été développé en vue de la solution d'équations différentielles de la physique théorique et désigné, dans le *Journal de l'Association américaine de statistique* (septembre 1949), par expression de « Méthode Monte Carlo ».

Dans toute recherche opérationnelle concernant le secteur économique et sociologique, l'être humain, qui agit consciemment ou inconsciemment, détient une position centrale; comme son comportement n'est pas régi par des lois, mais qu'il peut être enregistré statistiquement, il est par conséquent évident que la statistique est le fondement de toute recherche opérationnelle. Mais la vraie caractéristique de cette dernière est qu'elle cherche une solution optimale, qu'elle aspire à un optimum.

Les problèmes qui sont résolus grâce à la recherche opérationnelle se rapportent généralement à des questions exigeant des décisions déterminées. Mais de tels problèmes ont existé depuis longtemps, sans qu'il en ait été beaucoup parlé. Pourquoi donc leur a-t-on accordé autant d'intérêt depuis peu de temps? La raison en est que la solution de ces problèmes a été grandement facilitée par l'utilisation de calculateurs électroniques. Ce n'est, en effet, pas par hasard que la recherche opérationnelle s'est développée au moment même où les premiers calculateurs se trouvaient au point pour une utilisation pratique. Le premier

emploi de ces appareils a été lié à la solution de problèmes de recherche opérationnelle sur le plan militaire. L'avantage de ces appareils était qu'ils permettaient d'acquérir les données nécessaires à une décision dans un temps extrêmement bref, grâce à leur rapidité de calcul. C'est ainsi que des calculateurs électroniques modernes exécutent jusqu'à deux cent mille additions par seconde.

Cependant, ces appareils ne sont pas caractérisés seulement par leur rapidité de calcul très élevée et ce n'est pas uniquement ainsi qu'ils apportent leur aide à la solution des problèmes de recherche opérationnelle. En plus de cela, ils sont très souples, c'est-à-dire qu'ils s'adaptent aux tâches les plus diverses. Afin de mettre mieux en évidence cette propriété, qu'il soit seulement mentionné que ces appareils électroniques traduisent d'une langue dans une autre, qu'ils simulent des trajectoires de fusées spatiales, calculent les salaires d'une entreprise et peuvent même composer de la musique (*Illiac*, suite).

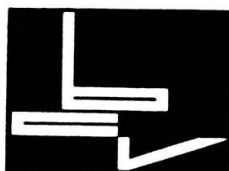
D'autre part cependant, le calculateur le plus puissant et le plus efficace n'est d'aucune utilité si le problème n'a pas été exactement posé. Cette exigence, selon laquelle la question doit être formulée de façon exacte et exhaustive, est souvent trop peu prise en considération et des méthodes mathématiques subtiles sont appliquées à des problèmes très superficiellement conçus. C'est pourquoi on peut affirmer sans exagération que la démarche de base de toute recherche opérationnelle consiste à poser le problème avec clarté et précision. Comme en statistique, le sens et le but de toute recherche doivent être exactement circonscrits. Dans la recherche opérationnelle, il est d'importance capitale que le problème à résoudre soit approfondi et judicieusement délimité; chaque répercussion possible de la solution sur le système (entreprise) doit aussi être prise en considération. Toute recherche opérationnelle est impossible ou d'avance vouée à l'échec, si l'on n'a pas consacré suffisamment de temps et de soin à l'exacte définition de la question à résoudre: une question exactement posée a déjà reçu la moitié de sa réponse.

La recherche opérationnelle et la statistique sont donc très étroitement liées. La statistique livre à la recherche opérationnelle les données quantitatives nécessaires, tandis que la recherche opérationnelle utilise surtout des méthodes statistiques. La statistique s'efforce de caractériser de la meilleure façon des états de fait en calculant des ordres de grandeur statistiques. La recherche opérationnelle se propose comme but de trouver les meilleures solutions à des problèmes complexes. Cette aspiration vers l'« optimum » se retrouve également dans la statistique. Ainsi l'interpolation d'un graphique statistique par une fonction mathématique, sur la base de la méthode du plus petit carré de déviation, représente un problème optimum. Le choix d'un plan de sondage peut aussi être considéré comme un problème optimum, en ce sens qu'on cherche à atteindre une valeur d'énonciation maximale sur la base d'une information limitée (sondage) ou aussi une valeur d'énonciation précise sur la base d'une information minimale (sondage). Envisagée sous cet angle, la planification d'une enquête par sondage, soit l'établissement d'un plan de sondage, représente une tâche de recherche opérationnelle. Le plan de sondage peut être considéré comme le modèle, sur la base duquel les meilleures solutions possibles seront déduites des informations peu abondantes disponibles.

L'apport de la statistique à la recherche opérationnelle est encore plus prononcé depuis l'ébauche de la *théorie des décisions statistiques*. Cette théorie repose sur le principe déjà proposé par Neyman et Pearson selon lequel toute expérience statistique devrait être appréciée d'après ses conséquences. Ce principe a été appliqué pour la première fois volontairement par les deux statisticiens mentionnés dans leur théorie de l'examen des hypothèses statistiques. Wald a ensuite proposé, en 1939, d'étendre ce principe à tous les problèmes

statistiques. Il faut dans ce domaine faire mention de son livre, *Statistical Decision Functions*, paru en 1950. Il y est démontré que cette théorie des décisions statistiques représente un cas particulier du modèle général de la *théorie du jeu*, modèle qui fut déjà généralisé en 1921 par le mathématicien français Borel et en 1928 par le mathématicien von Neumann. Le modèle de la théorie du jeu, tel qu'il a été développé dans le livre de von Neumann et Morgenstern, intitulé *Theory of Games and Economic Behavior* (1944), a conquis une grande importance dans la recherche opérationnelle, surtout dans les applications à des fins militaires.

Ces quelques indications brèves et incomplètes laissent entrevoir qu'un développement nouveau et prometteur du secteur statistique débouche sur la recherche opérationnelle. Ainsi existe-t-il, tant en théorie qu'en pratique, une étroite parenté entre la statistique et la recherche opérationnelle.



**BANQUE
CANTONALE
VAUDOISE**

Fondée en 1845

*L'Etablissement financier auquel chacun peut
s'adresser en toute confiance.*

Siège central à **Lausanne**

40 agences et bureaux