

Delphi et analyses d'interactions

Gilbert Ducos (1)

La plupart des méthodes d'analyse, de prévision et de prospective font, à des degrés divers, appel à des « experts ». Ceux-ci sont généralement choisis pour leur compétence vis-à-vis du domaine étudié et/ou pour leur connaissance des éléments constitutifs de l'environnement.

Parmi les techniques de prévision et d'évaluation dans lesquelles l'intuition et les connaissances d'experts sont largement utilisées, la plus célèbre et la plus employée est sans doute la méthode Delphi. Dérivée de la technique « Vatican » (2), elle a donné naissance à une variante : le Mini-Delphi, et a été à l'origine d'une nouvelle famille de techniques d'analyse, de prévision et de prospective : les analyses d'interactions probabilistes (3).

Gilbert Ducos nous donne ici un aperçu de ces techniques.

(1) GREMAQ, Université de Toulouse I.

(2) La méthode « Vatican » a été brièvement décrite par P.F. Ténière-Buchot en 1972 in *Le Progrès scientifique*, n° 156-157, septembre-octobre 1972.

(3) Probabilist cross-impact analysis. L'expression « cross-impact » a donné lieu à différentes traductions :

— P.F. Ténière-Buchot traduit « cross-impact » par « interdépendance » (cf. R. Saint Paul et P.F. Ténière-Buchot, — *Innovation et évaluation technologique*. — Entreprise moderne d'Édition, 1974).

— J. Cl. Duperrin, M. Godet, J. Eymard et, d'une manière générale, les équipes de recherche du CEA, de l'EDF, de la SEMA et de l'Aéroport de Paris, traduisent littéralement « cross-impact » par « impacts croisés » (cf. J.C. Duperin et M. Godet. — « Prospective des systèmes et construction de scénarios à partir d'une nouvelle méthode d'impacts croisés : SMIC » 74. — *Metra*, vol. 13, n° 4, 1974. Et J. Eymard. — « Modèle markovien d'impacts croisés ». *Metra*, vol. 14, n° 2, 1975).

— J.P. Florentin et J.M. Isaac Doguin utilisent le terme « interaction » (cf. J.P. Florentin et J.M. Isaac Doguin — « L'utilisation de l'analyse d'interaction dans la prévision et la planification stratégique ». — Thèse, Université Paris IX Dauphine, 1973), qui désigne par définition une « influence réciproque ». C'est l'appellation que nous retenons (G.F. Ducos. — « Les analyses d'interactions probabilistes, méthodologie et applications ». — Thèse d'Etat ès Sciences économiques, Université de Toulouse I, mai 1979).

La technique Delphi

Le mot «Delphi» (4) est la traduction anglaise de la ville de Delphes, célèbre par son oracle. Dérivée de la méthode Vatican, elle a été créée par O. Helmer et N. Dalkey (5). Elle a ensuite été notamment appliquée par O. Helmer et T.J. Gordon à une importante étude de prévision à long terme effectuée avec la Rand Corporation (6).

A partir d'opinions divergentes d'experts, la méthode Delphi vise à atteindre un consensus, à l'aide de questionnaires successifs. Le plus souvent, elle sert à déterminer une date, une probabilité ou la grandeur d'une variable caractéristique.

Trois de ses éléments fondamentaux sont l'anonymat, la rétroaction et l'extraction simultanée des données. L'anonymat amène les experts à considérer les estimations et objections des participants dans un environnement libre de contraintes engendrées par les personnalités. La rétroaction et l'extraction simultanées des données répondent à un souci d'efficacité.

Une fois définis les objectifs recherchés, il convient de trouver un certain nombre d'experts capables de répondre au questionnaire que l'on va établir. La sélection doit être guidée par le but que l'on recherche, le minimum de connaissances requises et la nature du sujet abordé (spécialisé ou multi-disciplinaire). Pour les sujets très spécialisés, les experts sont souvent choisis par une analyse systématique des publications relatives au domaine étudié.

Une des originalités du Delphi réside dans le fait que les experts sont isolés les uns des autres. Le but visé est d'essayer d'instaurer un débat qui soit le plus enrichissant possible, à partir d'une enquête anonyme effectuée par correspondance. Il importe donc de trouver plusieurs dizaines d'experts indépendants, ce qui, pour des analyses portant sur des techniques de pointe, est pratiquement impossible à l'échelle d'un pays, et relativement difficile au niveau européen, et même mondial, où les spécialistes se connaissent souvent.

L'élaboration du questionnaire est sans doute une des étapes les plus importantes de la méthode. La qualité des résultats dépend en effet, en premier lieu, de celle du questionnaire. Les questions quantifiables doivent être

(4) Cf. R. Saint Paul et P.F. Ténière-Buchot, *op. cit.* et G.F. Ducos. — «Delphi et Mini-Delphi. Deux méthodes de prévision et d'évaluation». — Faculté des Sciences économiques, Université de Toulouse I, cahier n° 52 février 1978.

(5) N. Dalkey et O. Helmer. — «An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts». — *Management Science*, 9, 1963.

(6) O. Helmer. — «Analysis of the Future: the Delphi Method» in J.R. Bright. — *Technological Forecasting for Industry and Government*. — New Jersey, Prentice Hall, 1968. (p. 116).

précises. De plus, pour pouvoir soumettre les résultats à un traitement statistique et les interpréter facilement, il est fort utile que les questions soient indépendantes. Dans la pratique, cependant, les évaluations sont souvent plus ou moins liées, et la non prise en compte explicite des relations potentielles existant entre les prévisions, constitue une des faiblesses de la technique Delphi.

La méthode Delphi proprement dite s'effectue théoriquement en cinq phases : quatre phases d'enquête et une phase de dépouillement et d'exploitation. Mais dans la pratique, les phases d'enquête sont souvent ramenées au nombre de trois.

Décrivons brièvement ces diverses étapes.

Après avoir été testé, le questionnaire est envoyé par la poste à une centaine de personnes retenues lors de la constitution du groupe d'experts. Une note explicative indique les buts et l'esprit du Delphi, les conditions pratiques de déroulement de l'enquête et les délais de réponses accordés. L'anonymat des participants et des réponses est assuré et, aux Etats-Unis, une prime de dédommagement est généralement promise. On demande par ailleurs à chaque spécialiste de ne répondre qu'aux questions où il s'estime le plus compétent ou, ce qui est mieux, d'évaluer son propre niveau de compétence vis-à-vis de chaque question. Pour cette dernière procédure, on se sert en principe de l'échelle de valeur suivante :

1. Très compétent
2. Compétent
3. Au courant du sujet
4. Peu au courant
5. Incompétent

La plupart du temps, les réponses correspondant à une note égale à 5 ne sont pas retenues. Cependant, chaque cas doit être examiné : certains experts ayant tendance à se surestimer, d'autres à se sous-estimer.

Une quinzaine de jours après l'envoi du premier questionnaire, les organisateurs achèvent le dépouillement des réponses et calculent la médiane et l'intervalle interquartile à partir des données des experts qui acceptent de continuer l'expérience.

L'objectif est alors, comme l'écrit P.F. Ténrière-Buchot (7), de «diminuer l'espace interquartile tout en précisant la médiane». Pour cela, on transmet les résultats aux participants et on leur demande de donner une nouvelle réponse en indiquant, s'ils maintiennent leur estimation en dehors de l'inter-

(7) P.F. Ténrière-Buchot in *Le Progrès scientifique*, n° 156-157, septembre-octobre 1972.

valle interquartile, les raisons qui les font agir ainsi. Parfois certaines questions sont rajoutées ou modifiées en fonction des réponses apportées.

Lorsque les réponses au deuxième questionnaire ont été reçues, on calcule les nouvelles valeurs de la médiane et de l'intervalle interquartile. Les

**Théories et méthodes de la prospective,
déjà paru dans la revue *Futuribles***

Théories et méthodes de la prospective. Conférences à l'école Normale Supérieure de P. Barret, C. Lacour, G. Ribeill. Numéro spécial de la revue *Futuribles*, 1977. (Avant propos de J. Durand).

Beck, Paul, W. — «La planification d'entreprise dans un avenir incertain». — *Futuribles*, n° 59, octobre 1982.

Bruckmann, Gerhart, — «Les modèles mondiaux». — *Futuribles*, n° 59, octobre 1982.

Charpin, Jean-Michel. — «Les projections macroéconomiques quantifiées». — *Futuribles*, n° 70, octobre 1983.

Godet, Michel. — «Pour un véritable pluralisme des prévisions». — *Futuribles*, n° 29, décembre 1979.

Hauchecorne, Jean. — «Les prévisions glissantes détaillées du BIPE». — *Futuribles*, n° 29, décembre 1979.

Hottovy, Tibor. — «Prévision et planification à long terme en Suède». — *Futuribles*, n° 9, hiver 1977.

Jouvenel, Hugues de. — «La prospective pour une nouvelle citoyenneté». — *Futuribles*, n° 59, octobre 1982.

Lattes, Robert ; Ferrari, Achille. — «Prévoir le passé». — *Futuribles*, n° 16, juillet-août 1978.

Lesourne, Jacques. — «La notion de système et les sciences sociales». — *Futuribles*, n° 23, mai 1979.

Lesourne, Jacques. — «L'exercice Interfuturs : réflexions méthodologiques» (1 & 2). — *Futuribles*, n° 26, septembre 1979, n° 27, octobre 1979.

Richardson, John, M. — «Les modèles mondiaux dans les années 1980». — *Futuribles*, n° 54, avril 1982.

Ténière-Buchot, Pierre-Frédéric. — «L'analyse de système». — *Futuribles*, n° 20, février 1979.

«USA : Les modèles économétriques en question». — *Futuribles*, n° 45, juin 1981.

renseignements sont ensuite envoyés avec un résumé des arguments défendant les positions extrêmes.

Une nouvelle estimation est en même temps demandée ainsi qu'une critique des arguments qui ne paraissent pas pertinents et qui défendent soit la conception opposée à celle de l'expert, soit les positions extrêmes.

Un autre tour est théoriquement possible. Il consiste à envoyer aux participants les nouveaux résultats ainsi qu'un résumé des contre-arguments afin d'obtenir une quatrième et dernière réponse. Mais cette étape est souvent supprimée lorsque l'on assiste à une cristallisation des réponses à la fin du troisième questionnaire ou lorsque les organisateurs manquent, de temps pour faire un tour supplémentaire. L'expérience, qui montre que dans bien des cas les informations les plus intéressantes apparaissent durant les trois premières phases, tend à justifier une telle procédure.

Une fois les résultats du dernier questionnaire rassemblés et interprétés, ceux-ci sont habituellement envoyés confidentiellement aux experts et transmis pour exploitation, à l'établissement pour lequel la méthode a été appliquée.

Le principal intérêt d'un Delphi réside dans le consensus auquel il aboutit grâce à une procédure qui préserve à la fois l'anonymat des experts et des réponses. Le consensus permet, à partir de questions quantifiables, de faire le point sur un sujet déterminé. L'anonymat évite les influences dues aux personnalités.

Parmi les différentes attaques dont a fait l'objet la méthode Delphi, certaines ont trait à la lenteur de la procédure et à son incapacité à exécuter un grand nombre d'itérations ; d'autres portent sur la non prise en compte des liens pouvant exister entre les prévisions. Les premières ont donné naissance à une simple variante : le Mini-Delphi, les secondes ont conduit à la création d'une nouvelle famille de techniques de prévision et d'évaluation : les analyses d'interactions probabilistes.

Tout en reprenant et développant quelque peu ces critiques, nous allons indiquer les principes généraux du Mini-Delphi.

Le Mini-Delphi

A la différence de la méthode Delphi, le Mini-Delphi (8) implique que les experts ne doivent pas être isolés mais au contraire rassemblés dans un même lieu. Une fois les questions quantifiables formulées, la procédure comprend cinq étapes :

— Chaque spécialiste répond par écrit, de manière indépendante, aux questions posées.

(8) O. Helmer. — «Cross-Impact Gaming». — *Futures*, juin 1972, p. 160.

— Les bulletins sont ensuite rassemblés et la médiane et l'intervalle interquartile sont calculés. Les résultats sont alors indiqués aux experts en respectant l'anonymat des réponses.

— Un court débat a lieu destiné à faire apparaître et discuter les arguments en faveur des positions extrêmes. Certaines questions peuvent être à l'occasion reformulées ou rajoutées.

— Les experts écrivent, de manière indépendante, leurs nouvelles estimations.

— Les bulletins sont regroupés et la médiane calculée est acceptée comme choix du groupe.

L'attrait essentiel du Mini-Delphi, par rapport au Delphi, réside dans sa vitesse d'exécution. Celle-ci lui donne la possibilité d'effectuer, le cas échéant, plus de deux itérations successives dans une même journée. De plus, la procédure utilisée permet d'éclairer et parfois de préciser les questions. D'une manière générale, elle constitue une formule d'échange d'informations plus souple.

Toute amélioration des méthodes de prévision et d'évaluation destinée à pallier certains défauts ou insuffisances, s'accompagne habituellement, en contrepartie, de nouveaux inconvénients plus ou moins importants. Face à un problème donné, le choix d'une ou plusieurs méthodes est donc fonction à la fois des résultats désirés et des moyens dont on dispose. En rassemblant les experts pour diminuer les temps de réponse, le Mini-Delphi maintient l'anonymat le plus important : celui des réponses, mais supprime celui des personnes. Une partie des facteurs psychologiques, sources potentielles d'influences, que la technique Delphi cherchait à éviter est donc réintroduit (9). Par ailleurs, en dépit de l'étude de N. Dalkey (10), on peut se demander dans quelle mesure le temps de réflexion accordé aux spécialistes est suffisant et n'est pas susceptible de nuire parfois à la qualité des résultats.

Les analyses d'interactions probabilistes

De toutes les critiques qui ont été faites sur la méthode Delphi, la plus importante a sans doute trait à l'indépendance des questions. En effet, quel

(9) Pour illustrer les inconvénients du non-anonymat des personnes, on cite souvent :

- l'influence des spécialistes les plus réputés ou de ceux qui parlant « bien » et fort ont tendance à se montrer les plus convaincants ;
- l'effet « boule de neige » dû à plusieurs interventions successives en faveur d'une même opinion.

(10) N.C. Dalkey. — « The Delphi Method : an Experimental Study of Group Opinion ». — RM. 5888. PR. The Rand Corporation, juin 1969.

L'auteur a essayé de montrer expérimentalement que l'exactitude des réponses des experts n'augmentait pas de manière significative après une minute de réflexion, sauf si on leur accordait un jour ou plus.

que soit le domaine étudié et bien que les organisateurs s'efforcent généralement de poser des questions indépendantes pour faciliter l'interprétation des résultats, les prévisions sont souvent plus ou moins liées. Or, la méthode n'amène pas les experts à analyser explicitement les relations qui peuvent exister entre les événements à prévoir. Elle tend, au contraire, à les leur faire ignorer. C'est la raison pour laquelle une nouvelle famille de techniques de prévision et d'évaluation a été créée, privilégiant les relations susceptibles d'exister entre des variables de même nature ou de natures différentes. Ces méthodes sont les analyses d'interactions probabilistes, qui offrent des possibilités particulièrement intéressantes.

Face à un avenir incertain, elles visent à identifier les développements (événements et/ou tendances) considérés comme importants eu égard à un domaine d'étude, qui ne peuvent se produire qu'une fois dans un intervalle de temps Δt . Ces développements pouvant être de natures différentes (technique, politique, économique, sociologique, écologique, psychologique...), les analyses d'interactions probabilistes sont utilisables dans des domaines très variés et ont, d'une manière générale, une grande souplesse d'emploi.

De plus, elles sont caractérisées par deux traits principaux :

- elles conduisent à estimer et utiliser des probabilités subjectives ; c'est-à-dire des probabilités qui ne peuvent être considérées comme des limites de fréquences relatives ;
- la recherche des probabilités des développements est fondée sur l'étude des interactions (c'est-à-dire des influences réciproques) qui existent entre les développements.

Depuis le premier modèle d'interactions probabilistes, conçu il y a à peine un peu plus de 10 ans par T.J. Gordon et H. Hayward (11) pour tenter de supprimer le principal défaut de la technique Delphi, ce type de méthode a beaucoup évolué. Les objectifs que les utilisateurs de ces dernières peuvent aujourd'hui viser sont les suivants :

— *Evaluer*, à l'aide d'estimations d'experts, en prenant en considération les liens qui existent entre les développements jugés importants eu égard au domaine d'étude, en aidant les personnes consultées à effectuer leurs estimations, et en essayant de tenir compte de la fiabilité de leurs réponses, les probabilités statistiquement cohérentes (12) ci-après :

- les probabilités de survenance de chacun des développements ;
- les probabilités de réalisation de tous les futurs qu'il est possible de former à partir de ces développements.

(11) T.J. Gordon, H. Hayward. — «Initial Experiments with the Cross-Impact Matrix Method of Forecasting». — *Futures*, December 1968, 1 (2), pp. 100-116.

Cette dernière série de probabilités permet non seulement d'identifier parmi les avens ainsi formés les plus probables et les moins probables, mais également de connaître les probabilités des futurs souhaités et redoutés.

— *Repérer* les développements dont il pourrait être intéressant de chercher à favoriser ou à défavoriser la survenance.

— *Simuler* et tester diverses prises de décision face à différentes situations futures afin de déterminer les stratégies envisageables.

Les modèles complémentaires MIP_1 et MIP_2 (13) que nous avons proposés (14) permettent notamment d'atteindre ces objectifs.

(13) MIP : Modèle d'Interactions Probabilistes.

(14) G. Ducos. — « Two Complementary Cross-Impact Models : MIP_1 et MIP_2 ». — *Futures*, October 1980, pp. 405-419.

SRI International

Conseil en Stratégie d'Entreprise
et Recherche et Développement

Ses 2000 Consultants répartis dans le monde sont experts en :

- *Planification Stratégique*
- *Audits et Stratégie R & D*
- *Etudes Sectorielles*
- *Options Technologiques*
- *Redéploiement industriel*
- *Développement Produits*



SRI-France

17 avenue Hoche 75008 Paris
Tél.: 563 05 66