

La méthode comparative en sciences de gestion : vers une approche qualitative quantitative de la réalité managériale

Corentin CURCHOD*

École Polytechnique-Paris

Classification JEL : B490

Correspondance :

Centre de Recherche en Gestion de l'École Polytechnique, Paris

E-mail : curchod@poly.polytechnique.fr

Résumé : Cet article présente une méthode de recherche comparative dépassant le classique clivage entre méthodes qualitatives et quantitatives : la méthode comparative qualitative quantitative. Cette méthode vise à rendre compte de la complexité des phénomènes, par des études de cas qualitatives, tout en offrant une technique de traitement des données fondée sur l'algèbre booléenne, qui rend possible, comme les méthodes quantitatives, la généralisation des résultats au-delà des cas observés. Cette méthode de recherche est bien adaptée aux petites populations – c'est-à-dire à un nombre de cas entre 4 et 50 – ce qui est fréquent en sciences de gestion.

Mots clés : méthodologie – méthode comparative – épistémologie – méthode qualitative – méthode quantitative.

Abstract : This article presents a comparative methodology that questions the usual qualitative vs. quantitative split : the qualitative quantitative comparative method. This method is aimed at taking into account complexity of phenomena, through qualitative case studies, while offering a specific technique to deal with data, based on Boolean algebra, which makes it possible to generalize results beyond particular case studies, like quantitative methods. This research method is well fitted to small N populations – between 4 and 50 cases – which is a very usual configuration in management science.

Key words : methodology – comparative method – epistemology – qualitative method – quantitative method.

* Merci infiniment à Charles Ragin de l'Université d'Arizona pour le temps qu'il a bien voulu consacrer à mon travail, et au programme Fnege-Cefag, pour avoir soutenu ces recherches. Merci aussi à Hervé Dumez, Alain Jeunemaître, Benoît Rihoux et Giselle De Meur, pour les judicieux conseils sur des versions antérieures de ce document, et aux deux rapporteurs anonymes pour avoir aidé à clarifier certains passages de l'article.

Dans les sciences de gestion, comme dans les sciences humaines et sociales en général, le chercheur n'a le pouvoir ni de provoquer le phénomène qu'il souhaite étudier, ni d'en contrôler les différents aspects. Ce rapport particulier de l'investigateur à son objet d'étude éloigne les sciences de gestion des sciences naturelles ou physiques, ce qui pousse à s'interroger sur le caractère « scientifique » ou non du domaine « management » (Marchesnay 1991 ; Porter 1991 ; Thiétart 1999), et sur les approches les plus adaptées : quantitative ou qualitative. Ces interrogations ne sont pas spécifiques à la gestion : au siècle dernier, Claude Bernard se demandait déjà si la physiologie était une science de l'abstrait et de chiffres ou une science du concret et de l'expérimentation. En guise de réponse, il propose une métaphore : « *S'il fallait donner une comparaison qui exprimât mon sentiment sur la science de la vie, je dirais que c'est un salon superbe tout resplendissant de lumière, dans lequel on ne peut parvenir qu'en passant par une longue et affreuse cuisine* » (Bernard 1865, p. 28).

Pour acquérir un statut de sciences, le champ des sciences de gestion, comme celui des sciences économiques ou des sciences sociales, a développé l'utilisation d'outils statistiques de plus en plus sophistiqués, censés reproduire artificiellement la rigueur expérimentale sans expérimentation. Mais ces méthodes tendent à éloigner le chercheur de son objet d'étude en réduisant ce dernier à quelques aspects quantifiables : habitués aux « *salons superbes tout resplendissants de lumière* », les quantitativistes négligent la complexité inhérente aux phénomènes de gestion au profit de la recherche de régularités.

C'est pourquoi les sciences de gestion, comme les sciences sociales en général, ont vu se développer des méthodes d'analyse plus fines fondées sur l'étude de cas, où l'investigateur est très proche de son objet d'étude. Mais le chercheur, en s'impliquant dans la complexité de ses cas, en reste souvent à décrire la spécificité de un à cinq cas, sans pouvoir rigoureusement généraliser ses observations à d'autres cas : trop préoccupé par ce qui se passe dans la « *longue et affreuse cuisine* », le chercheur finit par ne plus pouvoir en sortir.

Dans cet article, nous présentons un dépassement de ce clivage autour d'une méthode comparative qualifiée de « *quali-quantitative* ». Cette méthode est issue de la sociologie et des sciences politiques, et a été développée par le sociologue américain Charles Ragin. Elle est à la fois une démarche et une technique. En tant que démarche, elle permet d'envisager un dialogue entre des faits et des idées tout au long d'un

processus de recherche et, ce, de manière très explicite. En tant que technique, elle mobilise l'algèbre booléenne pour faciliter la comparaison d'un petit échantillon de cas, entre cinq et cinquante, avec un nombre élevé de variables : il s'agit de lister toutes les combinaisons possibles de variables, en termes de présence ou absence, et d'associer à chacune de ces combinaisons des cas analysés. Le chercheur est alors un qualitatifiste, par sa connaissance intime des cas, et un quantitatifiste, puisqu'il doit traduire les paramètres des cas en variables opérationnelles comparables.

La première section pose le débat classique entre les méthodes dites « quantitatives » et les méthodes dites « qualitatives », tout en soulignant la complémentarité entre les deux, puis présente la méthode quali-quantitative comparée qui allie les avantages des deux types d'approches. La deuxième section s'intéresse à la démarche de la méthode. Nous montrons comment elle encourage un dialogue constant entre les faits – analysés en profondeur comme dans les études de cas – et les idées – exprimées sous la forme de variables comme dans les analyses statistiques – et comment elle permet de comparer les différents cas par les variables choisies. La troisième section présente certains aspects techniques de la méthode quali-quantitative comparée, sans pour autant rentrer dans les détails de l'algèbre booléenne sur laquelle elle repose.

1. La synthèse des méthodes qualitatives et quantitatives

En sciences de gestion comme dans beaucoup d'autres sciences de l'homme et de la société, un fossé de plus en plus large se creuse entre les partisans des méthodes quantitatives et les partisans des méthodes qualitatives. Pourtant, loin de s'opposer, ces deux types d'approches sont complémentaires. La méthode quali-quantitative comparée réconcilie ces deux pôles en combinant les avantages de l'un et de l'autre.

1.1. Un clivage persistant entre deux méthodes complémentaires

Les deux principales stratégies de recherche en sciences de gestion sont l'approche par les variables et l'approche par les cas. Entre ces deux stratégies s'est établie une rupture de plus en plus profonde. L'opposition entre « quantitatistes » et « qualitatistes » n'est pas spécifique des sciences de gestion, et se retrouve dans l'ensemble des sciences sociales. Bien entendu, d'autres stratégies existent, mais cette opposition constitue les deux extrémités d'un axe de référence allant des études sur de très grands échantillons aux études de un à quelques cas. Très peu de travaux se situent au milieu de l'axe (De Meur et Rioux 2002, p. 26). L'opposition entre les démarches quantitatives et qualitatives trouve ses racines dans des traditions de recherche héritées respectivement d'Amérique du Nord, avec le courant béhavioriste, et d'Europe, plus ancrée dans les sciences sociales (Thiétart 1999). La sophistication croissante des méthodes et l'utilisation d'outils informatiques complexes pour traiter les données quantitatives ou qualitatives obligent une spécialisation plus forte des chercheurs dans l'une ou l'autre des méthodes, ce qui contribue à renforcer cette opposition pourtant souvent dénoncée (Langley 1999 ; Thiétart 1999). Pourtant, ces deux approches sont complémentaires. Un passage en revue des avantages et des inconvénients de chacune d'elles permet de s'en rendre compte.

La stratégie de recherche centrée sur les cas part du postulat qu'il existe des entités distinctes qu'il faut comprendre dans leur globalité et leur complexité. Chaque entité est choisie à dessein pour ses particularités, et constitue le point de départ de l'analyse. Le dialogue entre les faits et les idées est à l'avantage des faits, et c'est pourquoi l'étude de cas est souvent assimilée à une méthode inductive ou exploratoire. Cette assimilation a largement été remise en cause (Yin 1994) et la diversité des recherches par étude de cas montre un panel allant de l'étude très qualitative sous la forme de recherche ethnographique longue (Schouten et McAlexander 1995), fondée sur l'observation (Arnaud 1996) ou sur la participation (Berry 1995), à l'étude quasi-quantitative avec une fragmentation des cas en variables opérationnelles (Eisenhardt 1989). La principale limite à cette stratégie est la difficulté de généraliser les résultats trouvés, en particulier lorsque le chercheur n'étudie qu'un seul cas (La Ville (de) 2000). En effet, considérer

les phénomènes de management comme contingents et complexes suppose de n'étudier qu'un nombre limité de cas pour pouvoir rentrer dans leur complexité. Le chercheur reste donc dans une approche contextualisée, riche en données, mais peu parcimonieuse, comme le remarque Langley.

La stratégie de recherche centrée sur les variables part du postulat que les observations empiriques sont des représentations partielles ou impures de principes théoriques sous-jacents. La plupart du temps, cette stratégie vise à tester des hypothèses issues de théories. Comme le chercheur se doit d'amasser un grand nombre de cas afin d'appliquer les outils statistiques adéquats et d'aboutir à des résultats significatifs, la connaissance concrète des cas ne dépasse pas la définition et l'opérationnalisation des variables. Chaque cas devient un élément relativement anonyme et substituable d'un échantillon que l'on souhaite « représentatif », duquel on extrait des données chiffrées. Le dialogue entre les faits et les idées est alors à l'avantage des idées, et c'est pourquoi les études centrées sur les variables sont souvent assimilées à des méthodes déductives et quantitatives, même si des méthodes inductives et qualitatives centrées sur les variables existent également. À partir du moment où les variables sont spécifiées et où la population est définie, les discussions portent avant tout sur le traitement des données, et le vocabulaire statistique domine l'ensemble du processus de recherche. La principale limite à cette stratégie est la difficulté de rentrer dans le détail des cas choisis. La volonté de disposer d'un échantillon le plus large possible rend difficile une analyse en profondeur : la complexité et la contingence des faits stratégiques ne sont pas vraiment prises en considération, et la parcimonie obtenue, qui permet une généralisation, est parfois trop grande pour que les résultats soient réalistes. De plus, la nécessité de constituer des échantillons se heurte souvent, dans le cadre d'une étude sur les stratégies des organisations, à la diversité limitée dans la réalité.

Ainsi, le chercheur, qu'il adopte une méthode centrée sur les variables ou sur les cas, est confronté aux limites de son choix. Quand il cherche la généralisation, il doit laisser de côté des aspects essentiels au profit d'une simplification qui peut paraître abusive, et quand il cherche à étudier en profondeur un terrain, il se heurte à un objet si complexe et contingent qu'il peut difficilement généraliser ses résultats à d'autres cas.

1.2. De la combinaison des méthodes à la synthèse

On peut penser que les deux méthodes sont adaptées à des phases différentes de la recherche. La démarche centrée sur les cas serait ainsi plutôt réservée à la phase « inductive », alors que la démarche centrée sur les variables serait plutôt « déductive ». Ce schéma d'induction-déduction, censé caractériser le dialogue entre les théories et les faits dans les sciences, est repris invariablement depuis Aristote pour expliquer le processus général de recherche. Pourtant, nombre de chercheurs en sciences sociales ont montré que la démarche réelle des chercheurs, loin de suivre une voie tracée par le cercle vertueux de l'induction-déduction, s'apparentait plus à un constant dialogue entre les faits et les idées. Les démarches centrées sur les cas sont généralement à la fois déductives et inductives, de même que les démarches orientées variables. Il en est de même pour l'idée selon laquelle les études de cas sont à réserver à une phase exploratoire et les traitements de données à une phase confirmatoire. Selon nous, la complémentarité entre les deux démarches ne consiste pas en une succession qui formerait une sorte de « routine » de recherche. Les conventions de démarches et les routines s'accordent d'ailleurs assez mal avec la recherche en sciences sociales (Becker 1998, p. 6-7) et plus particulièrement en sciences de gestion : « *Dans le domaine de la recherche sur la gestion et les organisations, il est clair que les événements inattendus et dignes d'intérêt sont propres à bouleverser n'importe quel programme, et que la vraie question n'est pas celle du respect du programme, mais celle de la manière de saisir intelligemment les possibilités d'observation qu'offrent les circonstances* » (Girin 1989, p. 1).

Études de cas et traitements de variables peuvent être coordonnés tout au long du processus de recherche de manière à profiter des avantages des deux démarches. Cette coordination passe souvent par une « triangulation », c'est-à-dire par l'utilisation de méthodes différentes pour étudier la même dimension d'un problème de recherche (Allix-Desfautaux 1998). Mais l'utilisation conjointe d'études de cas et de statistiques, si elle ne peut qu'enrichir la recherche, se heurte aux limites des deux méthodes : l'impossibilité d'appréhender la complexité conditionnelle d'un phénomène et la difficulté de comparer un petit nombre de cas à partir de cette complexité (Ragin 1987, p. 78).

Développée par Charles Ragin en sciences politiques et en sociologie, la *Qualitative Comparative Analysis* permet d'aller plus loin

qu'une combinaison des deux approches classiques : elle rend possible le traitement d'un nombre intermédiaire de cas tout en prenant en compte la complexité des phénomènes, elle conduit à des résultats simples selon la règle de parcimonie, elle est capable de spécifier et d'étudier les parties puis de les combiner pour comprendre le tout, et elle constitue un cadre d'analyse formalisé et répliquable. Cette capacité à synthétiser les atouts des méthodes qualitatives et quantitatives explique pourquoi elle est également appelée « *méthode quali-quantitative comparée* » (De Meur et Rihoux 2002), terme que nous reprenons ici. Elle est l'héritière des méthodes comparatives classiques, en particulier la méthode des similitudes et des différences théorisée par John Stuart Mill (Mill 1843 – 1^{ère} éd., 1967), qu'elle formalise et étend par l'utilisation de quelques règles simples d'algèbre booléenne, c'est-à-dire de logique pure. Elle est également inspirée des méthodes expérimentales classiques, pour l'aspect comparatif sur des variables déterminées. Elle est d'ailleurs qualifiée par Charles Ragin de méthode « *quasi-expérimentale* »¹.

La méthode quali-quantitative comparée a déjà été appliquée au management, en particulier par Kogut (2000), qui s'interroge sur la possibilité et la pertinence d'exporter un modèle de management dans une autre région du monde. Une des phases de son travail est de comparer différents modèles de management selon un certain nombre de critères. Kogut choisit comme critères les trois principes de dualité d'Aoki selon lequel la force des entreprises japonaises repose sur la présence conjointe d'un système bancaire intégré (A), d'un système incitatif de hiérarchie de grades (B), et de coordination horizontale entre les unités opérationnelles (C). Chaque variable peut avoir deux modalités : présence et absence. Kogut applique ce modèle à plusieurs pays comparables, et trouve deux autres combinaisons (tableau 1). Cet exemple simple et les conclusions qui en sont tirées par son auteur seront plus amplement discutés dans la suite de l'article.

¹ Mais il ne faut ni la confondre avec l'expérimentation physiologique théorisée par Claude Bernard, dont la vocation est de trouver des causes produisant des mêmes effets, ni avec l'expérimentation en sciences humaines (psychologie expérimentale) ou en sciences économiques (économie expérimentale), dont l'objectif est de reproduire des configurations simplifiées de la réalité et de constater les comportements des acteurs dans ces configurations.

Tableau 1 – *Méthode quali-quantitative comparée appliquée aux trois principes de dualité d'Aoki*

« 1 » indique la présence de la condition, « 0 » indique son absence

	A	B	C
Japon	1	1	1
Corée	1	0	1
France	0	1	0
États-Unis	0	1	0

Source : d'après Kogut 2000, p. 13.

2. Le constant dialogue entre les faits et les idées : la méthode quali-quantitative comparée comme démarche

Dans la lignée des méthodes comparatives classiques, la méthode quali-quantitative comparée s'appuie sur des faits, ou cas, établis en profondeur. La compréhension des faits est facilitée par les idées, ou théories, et s'effectue par un dialogue entre les deux. Le constant aller-retour permet de définir des variables pertinentes de comparaison des cas, et d'établir des relations entre ces variables et les phénomènes observés. Ces relations ne sont pas des relations de causalité, mais des relations de contingence ou de nécessité.

2.1. Les faits

Pour comprendre en profondeur un phénomène, la meilleure méthode est l'étude de cas, qui permet de répondre à la question « comment ? » (Ragin 1999, p. 10). Les critères d'une bonne étude de cas varient selon les auteurs. Dans la logique de l'analyse comparative, le succès d'une étude de cas repose sur au moins trois critères (Ragin 2000, p. 69) : le nombre d'aspects considérés dans le cas, la capacité du chercheur à montrer que son étude englobe tous les aspects qu'il a considérés comme théoriquement pertinents, et la reconnaissance par les pairs que tous les aspects pertinents ont été envisagés. De plus, les aspects doivent être envisagés en relation, car ce qui importe est la compréhension du cas comme un tout. Les différents aspects renvoient à différentes théories, et le chercheur doit donc utiliser plusieurs perspectives théoriques pour donner plusieurs éclairages du même cas.

L'étude de cas est donc un mélange de faits et d'analyse. Il est alors important pour la rigueur de distinguer ce qui relève du fait de ce qui relève de l'analyse.

En sciences de gestion, nous sommes amenés à considérer un troisième niveau, comme le souligne Dumez (1988) : l'analyse des faits par les acteurs eux-mêmes. Selon lui, nous pouvons avantageusement distinguer le matériau au sens propre – les faits bruts, pratique des acteurs, que l'on appréhende plus facilement par recueil de traces écrites – la donation de sens par les acteurs – les organisations fourmillent de discours, d'interprétations et d'explications, que l'on recueille dans la durée plutôt par des entretiens formels ou informels – et la donation de sens par le chercheur, qui met en perspective et confronte aux théories disponibles². La narration permet au cas d'être agréable à lire, ce qui est une condition de réussite du cas citée par Yin, et peut également se révéler un outil de réflexion et d'analyse : l'étude de cas devient alors une « narration analytique » à la manière des historiens qui racontent un événement pour mieux le comprendre (Bates et *al.* 1998).

La sensibilité aux cas que suppose la méthode quali-quantitative comparée peut être critiquable : le chercheur doit considérer chaque cas individuellement, attribuer un poids égal à chaque combinaison de conditions du phénomène observé, qu'elles aient été observées pour vingt cas ou pour un seul. Cette non-prise en considération des fréquences est une force de la méthode (Ragin 1987 ; Becker 1998 ; De Meur et Rihoux 2002) : alors que les techniques statistiques classiques se concentrent sur une explication principale soutenue par une majorité de cas, la méthode quali-quantitative comparée pousse le chercheur à traiter les cas déviants non comme une exception à sa théorie, mais comme un phénomène insoupçonné jusqu'alors, qui recevra sa propre explication.

2.2. *Les idées*

Un débat méthodologique porte sur la nécessité d'avoir une revue de littérature complète avant de s'intéresser aux faits *versus* la nécessi-

² Cette distinction peut exister également dans la rédaction elle-même, avec des formats d'écriture différents selon le point de vue adopté. Nous nous référons ici au cas « Aramis », qui, en 240 pages, mélange de manière visible par un jeu de polices et de caractères, des extraits d'entretiens, des documents, des faits bruts, des réflexions de l'auteur, et de la narration (Latour 1993).

té de connaître les faits avant de s'intéresser à la littérature (Berry 1999). Une revue de littérature trop poussée expose au risque du conventionnalisme des idées (Becker 1998, p. 7), alors que l'analyse du terrain sans revue de littérature expose au danger de la réinvention d'idées existantes. Dans la méthode quali-quantitative comparée, ce type de question ne se pose pas puisque les deux se font simultanément : la littérature fait évoluer les études de cas, et les études de cas orientent la revue de littérature, et ce tout au long du processus de recherche.

Un autre débat concerne la nécessité de se situer dans un cadre théorique bien défini pour étudier des cas *versus* faire émerger une théorie nouvelle de l'étude de cas, à la manière des théories fondées (Strauss et Corbin 1994). Dans la méthode quali-quantitative comparée, encore une fois, ce type de débat n'a pas de sens puisque le cadre théorique est, certes, bien défini, mais il peut être multiple, il évolue au fur et à mesure de la recherche et peut s'enrichir d'idées nouvelles issues des cas.

Notons enfin que la distinction entre les « faits » et les « idées » peut paraître artificielle. La discussion du statut à accorder à la réalité et aux théories est absente de l'œuvre de Ragin, qui se situe sur un plan essentiellement méthodologique. Toutefois, cette distinction pose un problème épistémologique puisque dans les sciences les faits sont en partie « construits » par le chercheur, en particulier par l'expérimentation, et les théories sont loin de représenter une réalité qui existerait « en soi ». En parlant d'aller-retour entre faits et idées, le chercheur peut être taxé de positivisme naïf, surtout quand il affirme vouloir étudier la « complexité ». En effet, les épistémologies constructivistes ont largement critiqué la modélisation analytique – donc plutôt positiviste – des phénomènes complexes, pour proposer une modélisation systémique reposant sur la compréhension de la finalité du phénomène complexe (Le Moigne 1994 et 1995). La méthode quali-quantitative comparée ne s'inscrit pas dans un paradigme « pur » : elle n'est ni purement constructiviste à cause de cette distinction entre cas et théories, ni purement positiviste puisqu'elle permet de construire des théories sur des cas qui, eux aussi, sont construits. Le résultat théorique est alors à la fois le fruit de l'imagination du chercheur et de la discipline imposée par la méthode, et l'objectif n'est pas de construire des théories globales mais des théories de moyenne portée donnant du sens aux phénomènes (Weick 1989). Quoi qu'il en soit, le débat entre cons-

tructivisme et positivisme est largement valide sur un plan philosophique, mais semble bien stérile dès que l'on se place au niveau de la pratique de recherche, comme le montre une étude sur un échantillon de thèses ouvertement constructivistes en sciences de gestion (Charreire et Huault 2001), concluant que ces recherches font de larges emprunts au paradigme positiviste, en particulier dans les références citées à l'appui des thèses défendues, et dans les méthodes et outils utilisés. La « pureté » épistémologique semble bien hors de portée.

2.3. *Les variables*

La confrontation des cas et des théories va permettre la définition de paramètres qui pourront déjà être sous la forme de variables opérationnelles s'ils sont issus de la littérature, ou qui devront être précisés pour en faire des variables opérationnelles s'ils émergent des études de cas. Ce travail « d'opérationnalisation » suppose à la fois une simplification des paramètres, et un travail de définition des termes. Il faut noter que les variables telles que définies dans la méthode quali-quantitative comparée sont de type qualitatif, c'est-à-dire qu'elles peuvent se résoudre à une dichotomie « présence-absence ». Il n'y a donc ni valeur moyenne ni variance autour de la moyenne : une des caractéristiques de la méthode est qu'elle ne peut traiter que des variables binaires.

On peut considérer que cette caractéristique constitue une importante limite de l'outil : si le chercheur dispose de variables d'intervalle ou ordinales, la dichotomisation s'accompagne d'une importante perte d'information. Mais ces critiques peuvent être nuancées (De Meur et Rihoux 2002). Tout d'abord, la dichotomisation est une forme particulière de simplification qui est, en tant que telle, tout à fait légitime dans le cadre d'une démarche scientifique. Ensuite, si la dichotomisation fait perdre de l'information sur les variations à l'intérieur des dimensions retenues par le chercheur, elle n'enlève rien de la complexité des interactions entre les différentes dimensions du phénomène. Enfin, en forçant le chercheur à fixer un seuil de dichotomisation, la méthode le pousse également à expliciter son choix par des références aux cas et aux théories, et par-là même à instaurer une transparence dans sa recherche. Notons pour terminer sur ce point que, en réponse à la difficulté parfois rencontrée de présenter les variables sous la forme binaire, une méthode de construction d'une échelle de valeurs allant de « absent » à « présent » a été développée, et permet également de com-

parer des cas en prenant en compte une plus grande diversité des situations. Cette méthode, qui dépasse le cadre de cet article, est appelée *fuzzy-set social science* (Ragin 2000).

Dans les méthodes orientées variables, le chercheur identifie une variable « dépendante », c'est-à-dire une variable qui varie selon les cas choisis – un niveau de satisfaction de la clientèle, un niveau de performance des firmes par exemple – et a pour objectif d'expliquer pourquoi cette variable varie comme elle varie. La causalité est alors établie à partir des covariances entre variables « indépendantes », ou variables explicatives, et variables « dépendantes ». Si une des variables « indépendantes » est fortement corrélée avec la variable « dépendante », le chercheur pourra supposer un lien de causalité. Avec la méthode qualitative comparée, le chercheur n'établit pas de corrélations entre des variables, mais repère à travers les cas étudiés des régularités : des aspects récurrents, se traduisant par des combinaisons de variables que l'on retrouve dans les différentes occurrences du phénomène étudié. Dans une logique explicative, on distinguera les conditions et le résultat, afin de comprendre quelles combinaisons de conditions sont associées à un résultat positif, ou « présent », et quelles combinaisons sont associées à un résultat négatif, ou « absent ». Dans une logique descriptive, il n'est pas nécessaire d'avoir deux types de variables clairement identifiés : la variable de sortie peut être tout simplement le phénomène étudié, et ne pas varier à travers les cas.

2.4. La causalité en question

Notons que l'objectif premier n'est pas de trouver les « causes » d'un phénomène. La méthode qualitative comparée, comme l'expérimentation, permet au chercheur d'approfondir sa connaissance d'un sujet de recherche, et ainsi de construire au fur et à mesure du dialogue entre les faits et les idées un « portrait composite » du phénomène étudié (Ragin 1994). Le chercheur pourra toujours en déduire des relations de causalité, mais nous préférons parler de « conditions » plutôt que de « causes ». Le chercheur pourra déceler des conditions nécessaires du phénomène – les aspects invariants à travers les cas – et des conditions suffisantes – les aspects contingents du phénomène – et ainsi répondre à la question « comment » plutôt qu'à la question « pourquoi », souvent délicate en sciences de gestion, et plus généralement en sciences sociales (Becker 1998, p. 58), à cause de la com-

plexité des phénomènes et de l'importance du contexte. Cette complexité ne doit pas empêcher la recherche de relations entre les paramètres retenus, mais il s'agit plus de définir un cadre dans lequel le phénomène étudié a lieu ou n'a pas lieu – la compréhension de la cohésion du cadre en question permet d'expliquer le phénomène – plutôt que de rechercher des lois dites causales. Nous rejoignons sur ce point la conception de Gurvitch en sociologie : « *Il est fort douteux qu'il soit possible de formuler en sociologie des lois dites « causales », étant donné la discontinuité trop grande entre cause et effet. Entre l'antécédent et le conséquent intervient ici une marge d'incertitude trop intense pour affirmer la répétition des mêmes causes et à plus forte raison de présupposer qu'elles vont produire les mêmes effets dans des cadres et des circonstances essentiellement variables et fluctuants* » (Gurvitch 1962, p. 243).

La difficulté d'exprimer des relations causales claires et immuables ne vient donc pas d'une prudence excessive de la part des chercheurs ou du manque d'outils mathématiques adéquats à leur disposition, comme l'affirme Pearl (2000, p. 357), mais bien de la spécificité de l'objet en sciences humaines et sociales. Si causalité il y a, elle ne peut être que « singulière », pour reprendre la dénomination de Gurvitch, c'est-à-dire liée à la particularité du phénomène que l'on étudie. Le besoin de trouver des lois causales dans le monde social peut d'ailleurs conduire à la conception par la pensée scientifique de « sociétés closes », pour reprendre le terme utilisé par Popper, et à encourager des comportements dogmatiques (Popper 1979). Gould exprime la même pensée lorsqu'il se demande ce qui se passerait si nous rembobinions la grande cassette de l'évolution biologique sur la terre, et si nous la lisions de nouveau (Gould 1989). Passerait-elle à l'identique ? Les espèces évolueraient-elles de la même manière ? Sa réponse est non : le monde est ouvert. Ces considérations posent des questions sur la notion de « connaissance objective » pour reprendre un terme de Popper, et sur l'évolution des sciences (voir en particulier Blanchot 1999). Nous nous en tiendrons à la portée de la méthode quali-quantitative comparée : elle n'explique pas des mécanismes entre les variables, elle ne décrit pas un processus, mais elle décrit simplement les conditions qui sont présentes ou absentes lors de la présence ou de l'absence d'un phénomène. Pour résumer, elle rend compte d'une situation. L'identification des causalités, si elle s'avère nécessaire au chercheur,

doit être effectuée par lui-même et sous sa responsabilité, sans que la méthode ne puisse lui fournir un alibi.

3. Le souci d'arbitrer entre respect de la complexité et parcimonie : la méthode quali-quantitative comparée comme technique

L'analyse quali-quantitative comparée offre un outil de comparaison de cas en fonction de variables dichotomiques. Nous ne rentrons pas ici dans les détails des techniques booléennes d'analyse des données – quelques notions figurent en annexe – mais insistons sur trois aspects du traitement de la diversité pouvant intéresser la recherche en gestion : la diversité limitée dans la réalité, la définition des conditions constitutives et contingentes, et la construction de typologies.

3.1. La question de la diversité limitée

Reprenons le tableau 1. Comme le souligne Kogut, les trois principes de dualité d'Aoki impliquent $2^3 = 8$ configurations : {1 1 1} {1 0 1} {0 1 0} {1 0 0} {0 0 1} {1 1 0} {0 1 1} {0 0 0}. Mais seules, les trois premières configurations sont représentées ici. De plus, la similitude des deux derniers cas, France et États-Unis, pose des questions sur l'existence d'une variable cachée : soit les deux cas sont effectivement similaires pour le phénomène observé, ce qui est contestable, soit un paramètre différenciateur pertinent a échappé au chercheur, et son travail est de l'explicitier, de le transformer en variable à introduire dans l'expérience. Si une telle variable est trouvée – et Kogut propose une variable institutionnelle sur le rôle des marchés financiers dans le financement des entreprises – alors le nombre total de variables est porté à quatre, et le nombre de configurations à $2^4 = 16$. Que se passe-t-il si toutes les configurations n'existent pas dans la réalité ? La diversité limitée oblige le chercheur à émettre des hypothèses qu'il justifie, explicite, par des fondements théoriques ou par sa connaissance empirique du phénomène, selon deux grandes étapes.

La première étape consiste à donner une interprétation des combinaisons manquantes. Cette interprétation est facilitée par le caractère explicite des combinaisons de variables « introuvables », et implique un retour à la littérature, donc la poursuite du dialogue entre les faits et

les idées. Ainsi Kogut obtient $P = ABC + AbC + aBc$, équation booléenne indiquant les combinaisons de variables liées à des firmes performantes, et $p = abc + Abc + abC + ABc + aBC$, équation booléenne indiquant les combinaisons de variables non observées (voir annexe pour les règles de base en algèbre booléenne). L'équation de P peut être réduite : $P = AC + aBc$, avec AC implication première de ABC et AbC , de même que l'équation de p , avec $p = abc + Ac + aC$.

La seconde étape réside dans l'arbitrage entre respect de la complexité et souci de parcimonie. Une étude centrée sur la complexité des phénomènes s'en tiendra aux combinaisons existantes sans les simplifier, alors qu'une étude cherchant la parcimonie va simplifier les combinaisons existantes et sera amenée à faire des suppositions sur les combinaisons non observées. Ainsi, dans l'exemple précédent, le chercheur peut choisir de garder toute la complexité des cas, avec $P = AC + aBc$, ou décider, selon le principe de parcimonie, de simplifier cette équation. Par exemple, il peut être tenté d'affirmer que la variable B n'est pas pertinente dans l'explication du phénomène observé, puisqu'elle n'apparaît que dans une des deux combinaisons, et de réduire l'équation précédente en $P = AC + ac$. Mais il doit pour cela supposer que la combinaison non observée abc aurait été associée, si elle avait été observée, à une efficacité managériale P . Il pourrait alors conclure que face au modèle japonais de système bancaire intégré et de coordination horizontale (AC) existe un autre modèle également efficace de contrôle par le marché de manière très décentralisée et de coordination hiérarchique (ac). Cette procédure formalise ce que les adeptes des études de cas font naturellement quand ils réalisent des comparaisons nécessairement incomplètes. Mais, comme ils ne le font pas explicitement, ils sont accusés de favoriser une certaine interprétation sur d'autres. La méthode quali-quantitative comparée permet donc de gagner en transparence dans la discussion des cas et la simplification des résultats. La technique est la même lorsque des cas présentant une même configuration de variables aboutissent à des résultats contradictoires sans qu'une variable cachée ne puisse être identifiée.

Le recours à des configurations non observées pour aboutir à des résultats plus parcimonieux est parfois dénoncé comme un éloignement dangereux du chercheur par rapport à son objet d'étude, puisqu'il spéculer sur des cas qui peut-être n'existeront jamais. Cette critique n'est pas pertinente, et ce pour plusieurs raisons (De Meur et Rihoux 2002, p. 123). Tout d'abord, le chercheur ne donne pas vie à des cas fictifs

qu'il traiterait comme des cas réels, mais y recourt de manière ponctuelle au cours de l'analyse, en particulier, comme dans l'exemple ci-dessus, lors de la phase de minimisation booléenne. Ensuite, le recours à des cas non observés ne fait aucunement « mentir » les cas observés : ils n'induisent rien mais libèrent de l'espace pour obtenir une solution plus parcimonieuse. Enfin, notons que si le chercheur se limite aux cas observés, il ne pourra en tirer d'autres enseignements que ceux déjà contenus dans ces cas : il n'y a donc pas de progrès dans une telle démarche si ce n'est une description des cas observés. La démarche d'inférence, qui consiste à aller au-delà des données observées vers ce qui n'est pas directement observé, est caractéristique des méthodes scientifiques, qu'elles soient expérimentales, statistiques, ou autres, mais se fait bien souvent de manière non explicite.

3.2. La question des conditions nécessaires et conditions suffisantes

Dans une étude de management sur les processus d'organisation au sein des équipes dirigeantes, Romme (1995) compare différentes traditions de recherche en utilisant la méthode quali-quantitative comparée. Un de ses résultats concerne l'existence d'actions autonomes par rapport à l'équipe dirigeante, et consiste en l'équation suivante : $HP + T + F = A$, avec H désignant la perception de l'équipe dirigeante qui devient de moins en moins homogène, P l'apparition de nouveaux problèmes pour l'équipe dirigeante, T l'assouplissement du contrôle et/ou la diminution du rayon d'action de l'équipe dirigeante, F un décalage de plus en plus grand entre les problèmes rencontrés et les moyens d'action de l'équipe dirigeante, et A , variable résultat, l'apparition d'actions autonomes par rapport à l'équipe dirigeante.

Cette équation identifie trois combinaisons de variables qui sont liées à l'émergence d'actions autonomes. T et F peuvent être considérées comme des conditions suffisantes du phénomène. HP est une combinaison suffisante de conditions, mais aucune des conditions H et P n'est suffisante individuellement. Enfin, aucune condition dans ce résultat n'apparaît comme nécessaire. Une condition aurait été jugée nécessaire si elle était apparue dans chacune des combinaisons de conditions liées au phénomène observé. Dans la réalité de gestion, comme dans la réalité sociale, il est rare qu'une condition seule soit nécessaire ou suffisante, ou les deux. La complexité des phénomènes

pousse à considérer des combinaisons de conditions. C'est ce que souligne Ragin : « *En effet, si la forme la plus répandue de causalité sociale implique des causes ni nécessaires ni suffisantes, alors la prise en considération d'une seule cause que l'on mettrait en relation avec le résultat étudié semble peu porteur d'information (...). Le chercheur doit plutôt prendre en considération une combinaison de causes, et mettre cette combinaison en relation avec le résultat. Ce changement dans la stratégie d'étude des phénomènes est le premier pas vers l'analyse de la complexité causale, que nous définissons comme une situation où aucune cause seule n'est nécessaire ni suffisante* » (Ragin 2000, p. 99).

Notons également que la méthode quali-quantitative comparée ne peut articuler chronologiquement les conditions entre elles dans la formule minimale : l'identification des processus de gestion dépasse donc le cadre strict de la méthode. Ceci ne signifie pas que la compréhension de la dynamique d'un phénomène est incompatible avec la méthode quali-quantitative comparée, mais que la méthode en elle-même ne permet pas d'en saisir les aspects. C'est au chercheur d'identifier la dynamique, par ce travail d'allers-retours entre les cas et les théories. Un exemple éclairant de cette créativité du chercheur pour saisir des dimensions dynamiques dans le cadre de cette méthode est donné par le travail de Rihoux concernant les occurrences d'adaptations organisationnelles dans les partis écologistes en Europe (Rihoux 2001). Au terme d'une analyse comparative, il trouve une formule minimale qui comprend une condition bien précise intervenant assez régulièrement. En revenant aux cas de manière qualitative, il observe que cette condition intervient en dernier lieu dans la séquence d'événements aboutissant à l'occurrence d'une adaptation organisationnelle. Il en conclut, entre autres, que cette condition agit comme un déclencheur final du processus. La dynamique est donc bien appréhendée, mais en dépassant le cadre de la méthode.

3.3. De la comparaison à la construction de typologies

La construction de typologies en sciences sociales est d'une grande utilité car elle aide à la compréhension de la diversité qui existe au sein d'un phénomène étudié. Nombre d'approches en sciences de gestion consistent, justement, à construire des typologies de consommateurs, d'investisseurs, de stratégies, etc. Mais les processus conduisant aux

typologies sont souvent peu explicites. La méthode quali-quantitative comparée offre une procédure explicite de construction de typologies. Ainsi l'équation précédente de Romme permet de distinguer trois catégories de mouvements autonomistes par rapport aux équipes dirigeantes dans les organisations, chacune définie par sa combinaison de conditions. Les critères de construction de la typologie étant explicites, le chercheur peut interpréter sa typologie. On pourra par exemple dire que les trois catégories de mouvements autonomistes sont les mouvements par dilution de l'équipe dirigeante face à un environnement plus complexe (*HP*), les mouvements par démission de l'équipe dirigeante face à ses responsabilités (*T*), et les mouvements par inadaptation de l'équipe dirigeante à l'environnement de l'entreprise (*F*).

Nous trouvons plusieurs avantages à l'utilisation de la méthode quali-quantitative comparée dans la construction de typologies. Tout d'abord, la méthode booléenne est flexible et peut aboutir à des résultats plus ou moins fins selon le type de typologie recherchée – typologie reflétant la complexité du phénomène ou typologie obéissant au principe de parcimonie – et ceci de manière toujours très explicite. Ensuite, un retour sur les cas peut permettre d'en identifier certains qui chevauchent plusieurs types, ce qui conduit à nuancer la représentativité de la typologie par rapport à la réalité. Enfin, l'utilisation de la loi de Morgan (voir annexe) permet de trouver une « contre typologie » et ainsi d'exprimer clairement les incompatibilités structurelles avec le phénomène observé.

Les exemples choisis sont, par souci de clarté, très simples : ils impliquent peu de variables et peu de cas. Dans une configuration de trois variables, il n'est pas difficile, sans avoir recours aux techniques booléennes, de comparer les cas et d'en déduire une typologie. Dans la réalité d'une recherche, le nombre de variables sera souvent plus élevé, et le nombre de cas restera limité. La méthode quali-quantitative comparée par utilisation de l'algèbre booléenne trouve toute sa force dans de telles configurations, où le nombre de combinaisons possibles est très élevé – une liste de 6 variables suppose $2^6 = 64$ combinaisons – et où le nombre de cas à la disposition du chercheur est limité. Le recours au logiciel de traitement booléen « fs/QCA » se révèle alors indispensable³.

³ Téléchargeable sur le site <http://smalln.spri.ucl.ac.be/>

Conclusion

En tant que démarche de recherche, la méthode quali-quantitative comparée a de nombreux avantages : elle réconcilie deux courants méthodologiques dominants entre lesquels le fossé se creuse, elle offre un cadre rigoureux pour étudier des phénomènes complexes, elle s'accommode de la diversité limitée dans la réalité, et elle permet d'étudier les combinaisons de conditions qui aboutissent à un même phénomène. Elle est donc bien adaptée à l'étude des phénomènes de gestion.

En tant que technique, la méthode quali-quantitative comparée est à la fois d'une grande rigueur, d'une grande clarté, et d'une grande souplesse. Fondée sur le raisonnement logique formalisé, ou algèbre booléenne, elle constitue un cadre solide de traitement de l'information. Mais « cadre » ne doit pas être confondu avec « routine » : il ne s'agit pas de rentrer dans une boîte noire appelée « processus booléen » des variables et des cas pour constater le résultat obtenu et éventuellement le commenter. La méthode quali-quantitative comparée se nourrit d'un aller-retour constant entre les cas empiriques et les théories, et le fait de manière très explicite. Les cas manquants ou les résultats incertains sont clairement identifiés, et le chercheur est amené à émettre des hypothèses, à justifier ses choix, et à ne pas privilégier une solution plutôt qu'une autre. Les résultats pourront toujours être soumis à discussion, grâce justement à la grande clarté du processus, et pourront être réfutés par la découverte de nouveaux cas contradictoires. Enfin, la souplesse du processus autorise le chercheur à choisir entre des résultats très proches des cas observés, reflétant la complexité de la réalité et peu généralisables, et des résultats plus en recul par rapport aux observations, obéissant à la règle de parcimonie et plus facilement généralisables, ce qui implique d'émettre des hypothèses sur les cas contradictoires ou non observés.

La méthode quali-quantitative comparée est une méthode ouverte : elle ne prétend pas se substituer aux autres méthodes, elle ne prétend pas aboutir à des lois générales expliquant les phénomènes sociaux et humains, et elle respecte la complexité et la contingence du monde. C'est aussi une méthode exigeante : elle se fonde sur une connaissance intime des cas, sur une maîtrise de la littérature existante, sur des allers et retours entre les cas et la littérature qui peuvent remettre en cause les certitudes, sur la capacité du chercheur à expliquer ses cas, à justifier

ses choix, et à expliciter toutes les étapes de sa démarche. C'est enfin une méthode prometteuse : loin des débats stériles entre quantitativistes et qualitativistes, elle offre un cadre de description, d'explication et d'analyse des phénomènes humains et sociaux, *a fortiori* des phénomènes que tentent d'approcher les sciences de gestion.

Bibliographie

- Allix-Desfautaux C. (1998), « Triangulation : vers un dépassement de l'opposition qualitatif/quantitatif », *Économies et Sociétés, Sciences de Gestion*, n° 24, février, p. 209-226.
- Arnaud G. (1996), « Quelle stratégie d'observation pour le chercheur en gestion ? Prolégomènes à toute recherche in situ », *Économies et Sociétés, Sciences de Gestion*, n° 22, octobre, p. 235-264.
- Bates R.H., *et al.* (1998), « Introduction », in R.H. Bates *et al.* (Eds.), *Analytic Narratives*, Princeton University Press.
- Becker H.S. (1998), *Tricks of the Trade*, University of Chicago Press.
- Bernard C. (1865), *Introduction à la médecine expérimentale*.
- Berry M. (1995), « Research and the Practice of Management : A French View », *Organization Science*, vol. 6, n° 1, January-February, p. 104-116.
- Berry M. (1999) « Le thésard et son terrain », in *Séminaire Gresup*, Paris.
- Blanchot N. (1999), « La connaissance objective de Karl Popper : principales thèses et apports pour les recherches en gestion », *Finance Contrôle Stratégie*, vol. 2, n° 3, septembre, p. 25-62.
- Charreire S. et Huault I. (2001), « Le constructivisme dans la pratique de recherche : une évaluation à partir de seize thèses de doctorat », *Finance Contrôle Stratégie*, vol. 4, n° 3, septembre, p. 31-55.
- De Meur G. et Rihoux B. (2002), *L'analyse quali-quantitative comparée*, Academia Bruylant.
- Dumez H. (1988), « Petit organon à l'usage des sociologues, historiens, et autres théoriciens des pratiques de gestion », *Économie et Société, série Sciences de Gestion*, vol. 12, août, p. 173-186.
- Eisenhardt K.M. (1989), « Building Theories from Case Study Research », *Academy of Management Review*, vol. 14, n° 4, p. 532-550.
- Girin J. (1989) « L'opportunisme méthodique », in *La recherche-action en action et en question*, École Centrale, Paris.

- Gould S. J. (1989), *Wonderful World : The Burgess Shale and the Nature of History*, W.W. Norton.
- Gurvitch G. (1962), « Les règles de l'explication en sociologie : les variations des formules du déterminisme sociologique », in G. Gurvitch (éd.), *Traité de Sociologie*, PUF.
- Kogut B. (2000) « The Transatlantic Exchange of Ideas and Practices : National Institutions and Diffusion », in *The New American Challenge : Firm's Strategies and European Policies*, Institut Français des Relations Internationales, Paris.
- Langley A. (1999), « Strategies for Theorizing from Process Data », *Academy of Management Review*, vol. 24, n° 4, p. 691-710.
- Latour B. (1993), *Aramis ou l'amour des techniques*, La Découverte.
- La Ville (de) V.I. (2000), « La recherche idiographique en management stratégique : une pratique en quête de méthode ? », *Finance Contrôle Stratégie*, vol. 3, n° 3, septembre, p. 73-99.
- Le Moigne J.L. (1994 et 1995), *Le constructivisme, tomes 1 et 2*, ESF.
- Marchesnay M. (1991), « De la théorisation en sciences de gestion », *Économies et Sociétés, Sciences de Gestion*, vol. 17, n° 4, avril, p. 195-209.
- Mill J.S. (1843 (1^{ère} éd.), 1967), *A System of Logic : Ratiocinative and Inductive*, University of Toronto Press.
- Pearl J. (2000), « Epilogue : the Art and Science of Cause and Effect », in J. Pearl (ed.), *Causality*, Cambridge University Press
- Popper K. (1979), *La société ouverte et ses ennemis*, Seuil.
- Porter M.E. (1991), « Towards a Dynamic Theory of Strategy », *Strategic Management Journal*, vol. 12, p. 95-117.
- Ragin C.C. (1987), *The Comparative Method*, University of California Press.
- Ragin C.C. (1994), *Constructing Social Research : The Unity and Diversity of Method*, Pine Forge Press.
- Ragin C.C. (1999), « The Distinctiveness of Case-Oriented Research », *Health Services Research Journal*, vol. 34, n° 5, December, p. 1137-1152.
- Ragin C.C. (2000), *Fuzzy-Set Social Science*, University of Chicago Press.
- Rihoux B. (2001), *Les partis politiques : organisation en changement. Le test des écologistes*, L'Harmattan.

Romme A. Georges L. (1995), « Self-Organizing Processes in Top Management Teams : A Boolean Comparative Approach », *Journal of Business Research*, n° 34, p. 11-34.

Schouten J.W. et Mc Alexander J.H. (1995), « Subcultures of Consumption : An Ethnography of the New Bikers », *Journal of Consumer Research*, vol. 22, n° 1, June, p. 43-61.

Strauss A. et Corbin J. (1994), « Grounded Theory Methodology : An Overview », in N.K. Denzin et Y.S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*, Sage.

Thiétart R.A. (1999), *Méthodes de recherche en management*, Dunod.

Weick K.E. (1989), « Theory Construction as Disciplined Imagination », *Academy of Management Review*, vol. 14, n° 4, p. 516-531.

Yin R.K. (1994), *Case Study Research : Design and Methods*, Sage.

Annexe : Notions de technique booléenne

Quelques généralités sur l'algèbre booléenne

- L'algèbre booléenne est la soumission du raisonnement logique à des règles de calcul.
- Les variables sont *binaires*, avec deux valeurs possibles : vrai, ou présence, ou 1, versus faux, ou absence, ou 0. Une condition *C* sera notée dans les calculs en majuscule « *C* » si sa valeur est 1, donc si elle est présente, et en minuscule « *c* » si sa valeur est 0, donc si elle est absente.
- La représentation des données s'effectue dans une table des configurations (*truth table*) comprenant autant de lignes que de combinaisons possibles pour les variables binaires. Si nous avons trois variables, le nombre de combinaisons possibles en termes de présence-absence est de 2^3 , soit 8. Le tableau comprendra donc 8 lignes.

Quelques règles de calculs de base

- Addition : elle est équivalente à l'opérateur logique « ou ». Ainsi, $A + B = Z$ signifie « si *A* vaut 1 ou *B* vaut 1, alors *Z* vaut 1 »

Multiplication : elle est équivalente à l'opérateur logique « et ». Ainsi $Abc = Z$ signifie « si *A* vaut 1, et si *B* vaut 0, et si *C* vaut 0, alors *Z* vaut 1 »

- Combinaison logique : la valeur 0 et la valeur 1 ont la même valeur logique. Dans l'expression $Abc = Z$, il ne faut pas en déduire que A seule est la condition de Z . $B = 0$ et $C = 0$ sont *également* importants. L'absence d'une condition a la même importance que sa présence.
- Réduction : si deux expressions booléennes diffèrent en une unique condition, et produisent toutefois le même résultat, alors la condition causale qui distingue les deux expressions peut être considérée comme non pertinente et, à ce titre, être retirée dans un souci de simplification de l'expression. Ainsi, $Abc + AbC = Z$ est équivalent à $Ab = Z$.
- Implication : une expression booléenne en implique une seconde si la seconde constitue un sous-ensemble de la première. Ainsi, l'expression Ab implique Abc et AbC . On dit que Ab est l'implication première (*prime applicant*) de Abc et AbC .

Quelques outils de l'algèbre booléenne

- La loi de Morgan : quand on a l'équation réduite d'une variable résultat Z , on peut trouver l'équation réduite de son contraire z à partir de la première équation. Les éléments 1 seront codés 0, les éléments 0 seront codés 1, les multiplications deviendront des additions, les additions deviendront des multiplications. Ainsi, la loi de Morgan appliquée à l'équation $Z = AC + Bc$ donne $z = (a + c)(b + C) = ab + aC + bc$.
- Factorisation : la factorisation booléenne est utile dans la mise en valeur d'une condition nécessaire. Ainsi, $Z = AB + AC + AD \Rightarrow Z = A(B + C + D)$ et A est une condition nécessaire de Z .

Conditions nécessaires, conditions suffisantes

- Dans l'équation $Z = AC + Bc$: aucune condition n'est nécessaire ou suffisante.
- Dans l'équation $Z = AC + BC$: la condition C est nécessaire mais pas suffisante.
- Dans l'équation $Z = AC$: les conditions A et C sont nécessaires mais pas suffisantes.
- Dans l'équation $Z = A + Bc$: la condition A est suffisante mais pas nécessaire.
- Dans l'équation $Z = B$: la condition B est nécessaire et suffisante.