

Fuzzy-set Social Science
Charles Ragin

Notes de lecture au fil de l'eau

Warning

This paper is NOT a working paper. This is a few notes I took while reading Charles Ragin's book on Fuzzy-Set (Ragin [2000]. "*Fuzzy-Set Social Science*", Chicago: The University of Chicago Press). I also selected a few quotations from the book, which seem useful to me. They appear in the text with a left borderline. Please do not quote this document, and check the original book before reusing quotations.

Avertissement

Ce papier N'EST PAS un working paper. Il s'agit de quelques notes prises pendant la lecture de l'ouvrage de Charles Ragin concernant les ensembles flous (Ragin [2000]. "*Fuzzy-Set Social Science*", Chicago: The University of Chicago Press). J'ai également sélectionné dans l'ouvrage quelques citations qui me semblaient utiles. Elles apparaissent dans le texte qui suit avec une bordure à gauche. Ne pas citer ce document, et vérifier l'ouvrage original avant de réutiliser les citations.

Diversity-oriented research. Between complexity and generality

« Social scientists often face a fundamental dilemma when they conduct social research. On the one hand, they can emphasize the *complexity* of social phenomena – a common strategy in ethnographic, historical, and macrolevel research – and offer sensitive, in depth case studies of specific instances. On the other hand, they can make broad, homogenizing assumptions about cases and document *generalities* – patterns that hold across many instances. » (pp21)

« (...) there is a middle ground between the two strategies of depth and breadth. This middle ground emphasizes the study of diversity, an approach that emphasized seeing cases as configurations of aspects and disaggregating populations into types. » (pp.22)

les recherches orientées variables et les recherches orientées plutôt études de cas sont des pôles vivaces en sciences sociales. La preuve : la répartition du nombre d'études selon le nombre de cas considérés dans l'étude suit une loi en U : beaucoup de papiers avec moins de 5 cas, beaucoup de papiers avec plus de 100 cas, mais très peu de papiers entre les deux. Même si rien n'oppose a priori les deux approches (on peut les considérer plutôt comme complémentaires), on a un fossé qui se creuse, souvent encouragé par les institutions académiques et les relations de pouvoir en internes.

Les deux approches se contredisent parfois, comme le montre une étude sur le lien entre le développement économique et l'essor des démocraties. Une étude statistique a montré une forte corrélation, et une étude de cas a montré que le lien n'existait pas, mais que des combinaisons de facteurs sociaux et institutionnels expliquaient l'essor des démocraties. Relier les deux approches n'est donc pas chose facile.

Selon Ragin, une façon de les relier est l'étude de la diversité :

« the concept of *diversity* provides a way to balance the representational concerns of social scientists who lean toward the humanities – case-oriented researchers – and the inferential concerns of those who favor the hard sciences – variable-oriented researchers. Diversity is best understood as a synthesis that transcends these two opposing principles of generality and complexity. » (pp.35)

Qu'est-ce que les diversity-oriented research empruntent aux études de cas :

1. Elles considèrent chaque cas comme un tout à comprendre de manière intime
2. Elles considèrent les populations comme des constructions flexibles et manipulables selon les besoins de la recherche
3. Elles mettent l'accent sur les résultats (c'est de l'investigation : on cherche à identifier les facteurs de changements et les points communs entre les cas)
4. Elles considèrent la causalité comme conjoncturelle et hétérogène (cf. L'explication de l'avènement du capitalisme par Weber)

Evidemment, toutes ces caractéristiques empêchent une utilisation des méthodes statistiques, non adaptées :

« The many obstacles to variable-oriented analysis posed by these practical features of case-oriented work exist for one simple reason : conventional variable-oriented analysis is predicated on very powerful and consequential homogenizing assumptions. These homogenizing assumptions are clearly visible in the understandings of cases, variables, populations, and causes that form the core of the variable-oriented approach, at least as it is conventionally practiced. » (pp.42)

Constituting Populations

« The systematic analysis of cross-case patterns presupposes the delineation of a set of relevant observations. There is a clear tension, however, between defining and delimiting (i.e. « constituting ») populations and studying diversity. » (pp.44)

Comment alors construire son échantillon. Pour celui qui choisit une étude de cas simple, la principale question est « qu'est-ce qu'un cas ? ». Pour celui qui choisit plusieurs cas, les questions sont plus complexes :

« In comparative case-study research, researchers move back and forth between their ideas and their evidence. They form populations by progressively refining the empirical boundary of the set of relevant observations while at the same time clarifying the concepts guiding the investigation. In comparative case-study research, the population relevant to an investigation may not be fully formed and delimited until the research is virtually complete. » (pp.45)

Le problème se pose différemment dans les études statistiques, où les cas sont des échantillons issus d'une population. La définition de l'échantillon et de la population est rarement problématisée : souvent, on considère que l'échantillon va de soi. C'est pourtant une étape importante puisque toute étude statistique repose sur l'échantillon choisi au départ. Les conséquences de cette dépendance sont doubles. Premièrement, l'hétérogénéité d'un échantillon sera expliquée par le fait du hasard (les probabilités), et les cas présentant une faible probabilité d'occurrence seront considérés comme déviants. C'est la *non reconnaissance de l'hétérogénéité*. Deuxièmement, une fois délimitée, un échantillon ne peut pas changer, car il est considéré comme homogène (représentatif). C'est la *non flexibilité*. Par conséquent, les facteurs de causalité sont censés opérer de la même manière pour tous les éléments de l'échantillon. Or, ceci est critiquable :

« When context plays an important part, (...) there is a causal heterogeneity. When there is a causal heterogeneity, the members of the researcher's population are not « substitutable instances of the same thing », at least when it comes to the causal conditions and outcome in question ». (pp.52)

La définition de la population est très différente dans les études de cas :

« In case-oriented research, populations are seen as working hypotheses that may be revised at any point in the research process. Thus, case-oriented work problematizes populations and emphasizes their constituted nature. » (pp.53)

On peut donner quelques étapes dans la constitution d'un échantillon pour des études de cas multiples :

1. « The initial population may be defined as all cases displaying some phenomenon of interest to the investigator » (pp.59)
2. After constituting the category and selecting the relevant cases, the next step in comparative case-study research is to identify the causal conditions that the cases share. » (pp.59)
3. « Once theoretically relevant causal commonalities have been identified, the investigator constructs a composite portrait of the phenomenon under investigation. While this portrait is a common endpoint in comparative case-study work, researchers also may constitute a population of negative cases to compare with the positive cases. » (pp.59)
4. « The examination of negative cases may prompt the investigator to rethink the constitution of his or her population. » (pp.60)

Finalement :

« the constitution of populations in comparative case-study research is a theory-laden, concept-intensive process that often involves an elaborate dialogue between ideas and evidence. Populations may be reconstituted at any phase of the research process : when positive cases are selected, when

positive cases are compared with each other, when negative cases are selected, and when negative and positive cases are compared. In the end, populations and causal arguments coevolve, so much so that they could be described as mutually reinforcing. » (pp.61)

Cette conception de la population est partagée par les recherche orientées vers la diversité.

Studying cases as configurations

Etudier un cas suppose de s'intéresser aux configurations :

« The logic of case study is fundamentally configurational. Different parts of the whole are understood in relation to one another and in terms of the total picture or package that they form. » (pp.68)

Le succès d'une étude de cas repose sur 1) le nombre d'aspects considérés dans le cas, 2) la capacité du chercheur à montrer que son étude englobe tous les aspects qu'il a considérés comme théoriquement pertinents, et 3) 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 chercheurs doit donc utiliser plusieurs perspectives théoriques pour donner plusieurs éclairages du même cas.

La logique d'une étude de cas multiple diffère guère de celle d'une étude de cas simple : les cas sont considérés comme des configurations, ce qui permet de les comparer de manière qualitative :

« Two cases may be similar in most ways but because they differ on one or more key aspects, their difference may be one of kind, not simply one of degree. Furthermore, if two cases do differ qualitatively, it is hazardous to equate their similarities. These configurational notions are foreign to variable-oriented social science, at least as it is conventionally practiced. » (pp.71)

L'étude de la diversité suppose de créer des types :

« In diversity-oriented research, investigators are ever-conscious of the possibility that similarities among cases may be illusory. At first glance, the cases included in a study may seem similar, as different instances of the same general phenomenon. In the course of the research, however, focusing on configurational differences among cases may challenge the initial perception that the cases are all of the same kind. Instead, the researcher may differentiate types of cases. Attending to diversity thus involves careful consideration of the possibility that cases differ by type or kind, not merely by level or degree. » (pp.74)

Les principes de classification remontent à Lazarsfeld [1937] et Barton [1955]. Selon ces auteurs, le chercheur doit définir des « type concepts » qui supposent plusieurs attributs homogènes. L'ensemble des attributs d'un « type concept » constitue un « property space », avec autant de dimensions que d'attributs. Chaque combinaison d'attributs forme un type potentiel.

Le problème est que très souvent, un grand nombre de combinaisons ne trouvent aucune réalisation empirique. C'est pourquoi il est possible de réduire les dimensions à celles qui existent. Cette réduction très simple est appelée réduction fonctionnelle (Lazarsfeld [1937]). L'idée sous-jacente est que la réalité présente une diversité limitée :

« The observation that property spaces often have an abundance of hypothetical combinations underscores the simple fact that social phenomena typically exhibit « limited diversity ». Researchers confront limited diversity whenever they are unable to locate instances of all the types contained within their property spaces. Limited diversity stems from the confounded nature of social phenomena and is exacerbated by the tendency for social characteristics to occur in syndrome-like clumps – to harmonize. » (pp.81)

La limite à la diversité ne doit pas rester inexpliquée : les cases vides expliquent souvent beaucoup sur la nature d'un système social, ou sur le thème envisagé. La réduction booléenne permet de simplifier les combinaisons manquantes, et ainsi de faciliter les explications.

Causal complexity

La généralisation d'un phénomène observé suppose que la cause identifiée soit nécessaire (toutes les grèves sont précédées de l'introduction de nouvelles technologies contestées par les travailleurs) ou

suffisante (dès qu'une nouvelle technologie est contestée par les travailleurs, cela mène à une grève). Dans « *A System of Logic* » [1843], John Stuart Mill évoque ce point en présentant la méthode indirecte de la différence. Selon cette méthode, le chercheur examine les cas où le phénomène observé est précédé de la même condition (il évalue la nécessité d'une cause), puis il regarde les différentes occurrences de la condition pour voir si toutes aboutissent au phénomène observé (il évalue la suffisance d'une cause). L'idée était de reproduire pour les sciences sociales la rigueur de la méthode expérimentale.

Mais la causalité est souvent très complexe en sciences sociales :

« In fact, causation is often complex in character because social phenomena are remarkable in their diversity, even phenomena that merit the same label, like *strikes*. Causes may be sufficient but not necessary, and they may be necessary but not sufficient. Furthermore, in many arenas of social scientific research causes may be neither necessary nor sufficient. In fact, this type of causation may be the most common form of social causation. » (pp.93)

La méthode doit alors être adaptée :

« Research strategies appropriate for uncovering and assessing social diversity must permit maximum causal complexity, and the most complex form of causation involves conditions that are neither necessary nor sufficient » (pp.93)

Cause	suffisante	Non suffisante
Nécessaire	1 technology => strikes	2 techno.wages => strikes
Non nécessaire	3 techno + wages => strikes	4 techno.wages + overtime.sourcing => strikes

Soit le tableau de causalité suivant :

Résultat :	Cause absente	Cause présente
Présent	0, 0, NP	N, N, N
Absent	NP, NP, NP	0, NP, 0

0= aucun cas, N= des cas, NP= non pertinent

- Un chercheur testant le caractère nécessaire et suffisant doit avoir le premier élément de chaque case (ligne 1 pour la nécessité, colonne 2 pour la suffisance, la case 3 n'importe pas)
- Un chercheur testant le caractère nécessaire seulement doit avoir le second élément de chaque case (seule la ligne 1 importe)
- Un chercheur testant le caractère suffisant seulement doit avoir le troisième élément de chaque case (seule la colonne 2 importe)
- Un chercheur testant le caractère ni nécessaire ni suffisant doit avoir des cas dans chaque case.

Le tableau n'est alors pas d'une grande utilité :

« If, indeed, the most common form of social causation involves causes that are neither necessary nor sufficient, then the assessment of the cross-tabulation of a single cause with the outcome in question provides little useful information. Instead (...) the investigator should cross-tabulate the outcome against *combinations* of causes. This shift in analytic strategy is the first step on the road to the analysis of causal complexity, defined here as a situation where no single cause is either necessary or sufficient » (pp.99)

Pour évaluer le caractère nécessaire, suffisant, ou les deux, d'une combinaison de causes, on reprend le tableau précédent en remplaçant « cause » par « combinaison de causes ». Si on trouve que la combinaison est nécessaire, alors toutes les causes qui la composent sont nécessaires. Si la combinaison est suffisante, on ne peut rien dire sur la suffisance de chacune des causes. Quand on a plusieurs combinaisons *différentes* de causes qui produisent le même résultat, alors aucune combinaison n'est nécessaire, donc aucune des causes qui la compose n'est nécessaire (attention : les combinaisons sont *différentes*). En revanche, chacune des combinaisons sera suffisante (l'impact de toute autre combinaison étant ignoré par l'étude).

« The analytic strategy – the examination of the sufficiency of combinations of causal conditions – is the preferred tactic for the study of causal complexity. This strategy makes no assumptions about the empirical scope or power of the causes examined in social research. It assumes neither causal uniformity (the same causes are involved in each instance of the outcome) nor causal additivity

(causes act independently on the outcome) in the analysis of cross-case empirical evidence. The analysis of relevant empirical evidence may reveal these patterns (i.e. causal homogeneity or additivity), but they are not assumed to exist at the outset of the investigation, as in most quantitative social research today. » (pp.103)

A cette analyse théorique de la complexité, on confronte la réalité du terrain qui obéit bien souvent, comme dit précédemment, à une diversité limitée. Que dire en effet si certaines combinaisons causales n'existent pas ?

« Conventional quantitative social science, for the most part, does not recognize the impact of limited diversity. In this approach, existing combinations of conditions are typically seen as the relevant universe of conditions (i.e., values are usually seen as « fixed »). Furthermore, these techniques usually privilege parsimony : the most parsimonious model is treated as the best.(...) The more parsimonious conclusion (...) involves assumptions about the outcomes that hypothetical combinations would display, if in fact they did exist. Many implicit assumptions are hidden in the typical quantitative analysis, not only from investigators, but also from their audiences. » (pp.106-107)

En plus de la diversité limitée, il faut prendre en considération le fait qu'un phénomène étudié peut obéir à des causes plus hasardeuses que prévues, qui échappent à tout schéma théorique. Que peut-on alors conclure ? Par exemple, considérons que l'introduction d'une nouvelle technologie est suffisante pour déclencher une grève. Supposons un cas d'usine où un travailleur charismatique explique à ses collègues les vertus de la nouvelle technologie, et les convainc de ne pas faire grève. Doit-on éliminer pour autant la cause « nouvelle technologie » ?

« There are many such minor, obscure, or random factors that might interfere with the expected connection between a cause and an effect. It is virtually impossible to construct social scientific models that take account of every possible factor that might influence some action or outcome. » (pp.108)

D'autres problèmes peuvent survenir dans la réalité : les erreurs qui se glissent dans les données, les difficultés de définition (qu'est-ce qu'une grève ? Comment définir une nouvelle technologie ? etc.), les erreurs de codage (« what if the assistant in charge of entering the data into the computer just had fight with his or her lover ? » pp.108). Le traitement statistique supporte ces imperfections, car il raisonne en termes de probabilités. Ainsi, on peut considérer des causes non plus absolument nécessaires, mais « plutôt nécessaires », « souvent nécessaires », « presque toujours nécessaires », en attribuant à ces qualificatifs des probabilités d'occurrences (0,5 ; 0,65 ; 0,8). On peut effectuer des tests de vraisemblances des proportions constatées :

« Using the probabilistic techniques, it is possible to assess causal complexity while making allowances for the randomness and error inherent in both human social life and the work of social scientists » (pp.115)

On distingue alors deux méthodes pour vérifier si une cause est suffisante ou non. La méthode statistique, qui permet l'existence de cas non conformes, et qui laisse le chercheur libre de fixer le seuil à tester et le degré de signification du test ; et la méthode dite « *veristic* », qui ne permet pas les cas non conformes. Pour cette seconde méthode, le chercheur peut fixer un niveau de fréquence (a *frequency threshold*) en deçà duquel la combinaison causale n'est pas considérée comme suffisante. Le problème de l'approche statistique est qu'elle suppose implicitement que chaque cause est suffisante (on pose la question : telle variable augmente-t-elle la probabilité d'obtenir le résultat, toute chose égale par ailleurs) et ne considère presque jamais les combinaisons de causes (il faudrait considérer chaque combinaison comme une variable). De plus, elle considère que chaque cause a un effet comparable dans tous les cas : elle suppose une homogénéité des cas. Ces caractères la rendent peu adaptée à une étude de la diversité sociale.

Finalement, qu'est-ce que permet une approche orientée vers la diversité ?

- « 1. It treats the constitution of populations as an ongoing process laden with potential for obscuring diversity.
2. It sees cases as complex configurations and recognizes the possibility that a single difference between two cases may signal a difference in kinds.
3. It allows for maximum causal complexity in social processes, especially for the possibility that no single causal condition may be either necessary or sufficient for an outcome. » (pp.119)

The logic of Diversity-oriented research

L'application de QCA comporte trois phases distinctes :

- (1) sélectionner les cas et construire la property space qui les définit
- (2) tester la nécessité et la suffisance des variables causales trouvées
- (3) évaluer les résultats, en particulier par rapport aux hypothèses simplificatrices

Les études de cas doivent être réalisées de manière holistique :

« In every social scientific investigation, the selection of cases and attributes to study is dependent on the substantive and theoretical interests of the researcher and his or her intended audiences. Sometimes a research literature is especially well developed, and the selection of cases and attributes is relatively unproblematic. In other situations, however, the researcher can formulate a worthwhile selection of attributes only through an in-depth analysis of cases. Sometimes researchers must constitute relevant cases and their key aspects through a systematic dialogue between ideas and evidence, as described in chapter 2. Researchers progressively refine their understanding of relevant cases and their key aspects as they sharpen the concepts appropriate for studying them. » (pp.122).

« In QCA, once a set of causally relevant aspects has been identified, the researcher constructs a table listing the different logically possible combinations of these attributes (« configurations ») along with the cases that conform to each configuration. As explained in chapter 3, this table can be seen as a « property space ». (...) By examining the cases that conform to each configuration, represented as a row of the table, it is possible for the investigator to evaluate whether the best set of attributes has been identified. For each configuration, the researcher asks, Do these cases go together? Are they comparable instances, in the context of the present investigation? Thus, the configurational understanding of cases focuses on the equivalence of cases as the level of the configuration, not simply at the more global, population-wide level. » (pp.123)

Avec 4 variables, on trouve par exemple 16 combinaisons possibles. Pour chaque combinaison, on doit d'abord examiner en détail les cas concernés, et se demander s'il est raisonnable de les considérer comme cas similaires dans le cadre de l'étude. Sinon, il faut envisager d'ajouter des variables ou en remplacer certaines par d'autres, afin de séparer les cas dissemblables. On doit ensuite examiner pour chaque combinaison les cas concernés, en se demandant s'ils aboutissent vraiment à un résultat identique. N'a-t-on pas « forcé » le résultat ? Si les résultats sont contrastés, il faut examiner les cas en profondeur et reformuler les variables causales de manière à rendre compte de ce contraste. Mais il ne s'agit pas de capturer toutes les variables causales ou de rentrer dans un grand niveau de détail : il s'agit d'éviter les erreurs grossières. Le cas reste l'unité d'analyse (et non les variables causales), et l'objectif est d'aboutir à une cohérence entre cas. Cette cohérence est obtenue grâce au résultat que l'on se fixe :

« The larger point is that the examination of outcomes is a central part of constructing a property space and generating configurations, especially when it comes to the selection of causally relevant aspects of cases. This interplay between theory and data analysis leads to a progressive refinement of the understanding of relevant cases and to a more nuanced elaboration of the ideas guiding the research » (pp.126)

Vient ensuite la deuxième étape. Une table de quatre variables, donc 16 combinaisons, donne un nombre de groupes égal à 80 : 16 groupes comprenant des combinaisons de 4 variables, 32 de 3 variables, 24 de 2 variables, et 8 de une seule variable. C'est à partir de ces groupes que l'on évalue la suffisance des combinaisons causales. Évaluer la nécessité ne pose pas de problème : il suffit de regarder si la variable résultat est liée à une des variables causales. Comme expliqué précédemment, on peut utiliser des critères veristiques ou probabilistes. Évaluer la suffisance est plus problématique. L'utilisation de tests statistiques est possible, mais il faut prendre en compte les 80 groupes (et non les 16 combinaisons), pour refléter la complexité causale. L'utilisation de critères veristiques aboutit à des résultats généralement moins parcimonieux. Il n'y a pas de meilleure méthode :

« In social science, different techniques almost always result in different portraits of the phenomenon. Which approach is « best » depends on the criterion applied. For example, if the criterion is « no false positive », then the veristic approach may be best. If the criterion is « makes allowance for imperfect evidence », then the probabilistic approach may be best. As a general rule, when the number of cases is small and researchers can gain in-depth knowledge of cases, the first criterion is more important. When the number is large, the second criterion is more important. » (pp.139)

Quoi qu'il en soit, la méthode doit éclairer au mieux la compréhension des cas : des représentations larges constituent des guides, ou des cartes, aidant le chercheur dans la difficulté du terrain. Cela permet de discipliner sa réflexion sur des phénomènes complexes.

La dernière étape consiste en l'évaluation des résultats. Cette évaluation passe par l'examen en détail des hypothèses simplificatrices issues de la diversité limitée. Ainsi conclure :

Large.growing + fluent.wealthy => ethnic political mobilization

Alors qu'aucun cas n'est référencé sous la combinaison (C) :

Large.fluent.wealthy.growing

Qui est comprise dans

Large.growing

Suppose que le chercheur a émis l'hypothèse que s'ils existaient (ou s'ils étaient trouvés), les cas correspondant à la combinaison (C) apporteraient des preuves suffisantes de mobilisation ethnique. Cette extrapolation ne pose pas de problème dans une approche de type statistique, où les variables sont considérées indépendantes, mais pose un problème de fonds dans une approche configurationnelle où une simple différence entre deux cas peut traduire une différence de type de cas :

« Once an equation showing sufficient combinations of conditions has been derived, therefore, the researcher should examine the simplifying assumptions it incorporates to see if these assumptions are warranted. This evaluation, in turn, should be based on the investigator's substantive and theoretical understanding of the outcome in question. If the simplifying assumptions are not warranted, then the equation should be reformulated excluding the configurations that involve unwarranted assumptions. » (pp.141)

Il faut noter que tout au long de l'étude, la constitution de l'échantillon peut être remodelée, selon le résultat trouvé, le cadre de l'étude, les variables causales, etc. Il y a une réévaluation et une reconstruction continue du « property space » qui définit les types de cas.

Fuzzy sets and the study of diversity

La diversité comprend deux aspects : une différence de nature des cas, et une différence entre des cas de même nature dans le "degré de conformité" à cette nature. La méthode comparative permet de saisir le premier aspect de la diversité. La méthode fuzzy set permet de saisir également le second aspect :

« The basic idea behind fuzzy sets is to permit the scaling of membership scores and this allow partial or fuzzy membership. A membership score of 1 indicates full membership in a set ; scores close to 1 (e.g., .8 or .9) indicate strong but partial membership in a set ; scores less than .5 but greater than 0 (e.g., .2 and .3) indicate that objects are more "out" than "in" a set, but still weak members of the set ; a score of 0 indicates full nonmembership in the set. Thus, fuzzy sets combine qualitative and quantitative assessment : 1 and 0 are qualitative assignments ("fully in" and "fully out", respectively) ; values between 0 and 1 (noninclusive) indicate degree of membership. » (pp.154)

On peut avoir des fuzzy sets plus ou moins fournis, comprenant par exemple 3 (0, .5 et 1), 5 (0, .25, .5, .75, 1), 7 (0, .17, .33, .5, .67, .83, 1) ou une infinité de (ensemble continu entre 0 et 1) valeurs.

Comment passer d'un concept à une échelle de x valeurs ?

« In any operationalization of a concept as a fuzzy set, it is important for the fuzzy-membership scores generated by the investigator's procedures to be as faithful as possible to the concepts they reference. That is, the correspondence between theoretical concepts and the measurement of set memberships decisively important. The researcher must pay careful attention to the meaning of the concept, the empirical evidence used to index membership, and the criteria used to establish qualitative breakpoints. Thus, investigators who use fuzzy sets must maintain a much tighter coupling of theory and analytic technique than is typical of empirical social science. » (pp.161)

Il y a alors trois points clés pour opérationnaliser des concepts "à la fuzzy-set" :

« The first is that the fidelity of membership scores to concepts is very important. Scores should show, as closely as possible, the degree to which cases belong to the sets that are implicated in the concepts used in theoretical statements (e.g., “early states”). The second is that researchers must use qualitative anchors to establish a close correspondence between raw measures (such as GNP per capita in dollars and state age in years) and membership in fuzzy sets (such as “rich countries” and “early state formation”). Qualitative anchors truncate irrelevant variation and establish criteria for determining whether cases are more in or more out of sets. The third and most important feature (...) is that fuzzy sets are fundamentally *interpretive tools* – they operationalize theoretical concepts in a way that enhances the dialogue between ideas and evidence. » (pp.162)

L'opérationnalisation par fuzzy set est très différente d'une opérationnalisation de type statistique. Premièrement pour montrer que les pays riches sont stables politiquement, une étude statistique montrera la corrélation entre le PNB par habitant et une variable mesurant la stabilité politique. Une étude par fuzzy set définira un « set » pour le concept de “pays riches”, et transformera la variable PNB par habitant en degré d'appartenance à ce set par un travail de troncature.¹ Deuxièmement, si la même étude statistique veut également montrer que les pays pauvres sont économiquement dépendants des pays riches, elle montrera la corrélation entre la même variable “PNB par habitant” et une variable de dépendance. Une étude par fuzzy set définira un autre “set” pour le concept de pays pauvres, car de manière logique, l'ensemble “pays pauvres” n'est pas le négatif de l'ensemble “pays riches”.

La mesure de l'appartenance à un “set” suppose donc de la part du chercheur une solide compréhension des concepts sous-jacents à son étude. Cette mesure se fait en plusieurs étapes :

étape	intitulé	détail
1	To specify the relevant domain of the assesment	Concerne le choix des cas. Le chercheur doit répondre à la question : « Que concerne mes cas ? » La théorie aide dans la définition du domaine d'étude.
2	To define the fuzzy sets that follow from the concepts guiding the investigation	A la différence d'une procédure analytique par variables (du type “revenu des ménages”), il s'agit de définir des ensembles (du type “ménages à l'aise financièrement”)
3	To determine the type of fuzzy set that is feasible for each concept	Certains concepts sont plus adaptés à une échelle à trois valeurs, d'autres à une échelle continue... Pour le savoir, il faut définir les ensembles et les preuves d'appartenance que le chercheur a à sa disposition.
4	To determine the likely range of fuzzy membership scores	Il s'agit de répondre aux questions : certains cas sont-ils en dehors de l'ensemble ? Certains sont-ils dedans ? Quel est le score maximum d'appartenance ? Quel est le score minimum ? Y a-t-il plus de cas en dedans ou en dehors de l'ensemble ? Où placer le point médian .5 ?
5	To identify empirical evidence that is appropriate for indexing fuzzy membership scores	Ce peut être une variable quantitative, plusieurs variables, ou des preuves qualitatives, une connaissance en profondeur des cas, des questionnaires, des études ethnographiques, etc.
6	To translate empirical evidence into scores	Il s'agit de connecter des scores bruts en labels de type « dehors », « plutôt dehors », « plus ou moins dehors », « no dehors ni dedans », « plus ou moins dedans »...

Le chercheur peut effectuer des opérations sur ses ensembles :

Opération logique	Formule	exemple
négation	Non A = 1 - A	Ville V dans « villes divisées ethniquement » : 0.35 Ville V dans « villes non divisées ethniquement » = 0.65
et	A et B = min (A,B)	Pays P dans « démocraties » : 1 Pays P dans « pays pauvres » : 0.1 Pays P dans « démocraties et pays pauvres » = 0.1
ou	A ou B = max (A,B)	Pays P dans « démocraties ou pays pauvres » = 1

¹ Si l'on dit « à partir de \$18000 par habitant, le pays est riche », cela ne sert à rien de calculer les dispersions pour les valeurs de PNB supérieures à 18000.

concentration	$C(A) = A^2$	Pays P dans « pays riches » : 0.9 Pays P dans « pays très riches » : 0.81
dilution	$D(A) = A^{1/2}$	Pays P dans « pays riches » : 0.36 Pays P dans « pays plus ou moins riches » : 0.6

La concentration et la dilution suppose de revoir les valeur extrêmes attribuées aux cas (les cas proches de l'inclusion ou de l'exclusion, et les cas exclus ou inclus).

On peut ensuite composer, et trouver des scores pour des ensembles complexes du type :
« Pays très capitaliste et ethniquement divers ou pays plus ou moins capitaliste et pas très démocratique »

Using fuzzy sets to constitute cases and populations

Dans l'approche comparative comme dans l'approche fuzzy-sets, les cas sont considérés comme des configurations. Toutefois, l'esprit général des cas diffère :

« In fuzzy-set social science, the idea that "a single difference between two cases may constitute a difference in kind" still holds, but the definition and constitution of "difference in kind" involve fuzzy-set criteria. In the crisp-set approach, a potential difference in kind is easy to identify. If two cases do not have the same exact combination of crisp set membership scores (1s and 0s), then they are potentially different kinds of cases. In the fuzzy-set approach, however, no two cases may have the same exact combination of membership scores. At first glance, therefore, it appears that there are many, many potential differences in kind in the fuzzy-set approach because each case may differ in some way from all other cases in their membership profiles. However (...) most cases have a maximum membership value in only one crisply defined property-space location. From the perspective of fuzzy-set social science, cases that have maximum membership scores in different crisply defined locations are potentially different kinds of cases ; cases that have maximum membership scores in the same crisply defined location can be considered the same "kind" of case. » (pp.188)

Comment alors construire des échantillons. Le processus diffère dans l'approche comparative classique et dans l'approche fuzzy-set :

« Using crisp-set techniques researchers can constitute and reconstitute populations in the course of their research. In this approach, the researcher first constructs a property space using theory and substantive knowledge as guides. The property space is composed of attributes or aspects, which in turn, are used to specify different combinations of crisp set memberships. Each combination of memberships - each property-space location – is viewed, in effect, as a different kind of case. Thus, in the initial stages of the research, there is not a single population but many subpopulations – many different kinds of cases. » (pp.190)

La définition du "property-space" est un processus long et intératif. Le chercheur devra construire plusieurs grilles avant d'en choisir une en particulier. Une fois les cas choisis et la grille cohérente, le chercheur s'intéresse au résultat, en se posant la question : les cas donnés comme similaires par la grille sont-ils également similaires eu égard au résultat ? Si des discordances importantes apparaissent, le chercheur devra reconsidérer sa grille et/ou ses cas et/ou le résultat.

L'approche fuzzy-set apporte trois nouvelles possibilités pour la constitution des populations.

1) Plutôt que de considérer des cas "parfaits" comme l'approche classique, elle permet une plus grande hétérogénéité. On évalue donc le degré de conformité avec les cas parfaits, pour créer des catégories de cas relativement homogènes :

« In some respects, each corner of a property space can be seen as a different ideal-typic case, and each empirical case's degree of membership in a corner (i.e., in a crisply defined location) can be interpreted as its degree of conformity to the ideal type defined and represented by each corner. Researchers use the fuzzy-set principles of negation and intersection to compute measures of the conformity of each case to the ideal-typic instance that is represented by each crisply defined location. » (pp.192)

2) Des discordances entre des cas homogènes eu égard au résultat ne signifient pas forcément que la grille est mal construite. Dans l'approche fuzzy-set, on peut tolérer des discordances de degré.

3) L'approche fuzzy-set permet d'évaluer le degré d'appartenance à une population, ce qui enrichit le travail de constitution de population :

« In fuzzy-set social science, the differing degrees to which empirical cases belong to a domain can be included as a relevant features of cases, both in the construction and evaluation of the property space and later in the analysis of outcomes. In other words, it is not necessary to assign all cases a membership score of 1.0 in the domain – the de facto convention in both variable-oriented research and crisp configurational analysis. Instead, cases can be assigned various scores, depending on their degree of membership in the domain, and these scores can be included in all phases of the investigation. (pp.196)

l'approche fuzzy-set présente non pas des types "parfaits" mais des zones d'homogénéité entre les cas, par rapport aux variables choisies dans la grille. Elle autorise donc la diversité limitée, comme l'approche classique. Si une des zones de la grille est vide, alors le chercheur est en situation de diversité limitée. Le traitement de cette diversité limitée est la même que dans l'approche comparative classique.

Fuzzy sets and necessary & sufficient conditions

De même que dans l'approche classique, il est possible de déterminer des conditions ou des combinaisons de conditions nécessaires ou suffisantes. On raisonnera alors en termes de sous-groupe :

« The key is to understand that when fuzzy membership scores in the outcome are less than or equal to fuzzy membership in the cause, then it is possible to argue that instances of the outcome are a subset of instances of the cause. When researchers find this pattern, they may cite this evidence as support for an argument of causal necessity. As always, the claim that a causal condition is necessary must be supported with corroborating arguments and evidence » (pp.217)

« The key is to understand that when fuzzy membership scores in a cause or causal combination are less than or equal to fuzzy membership in the outcome, then it is possible to argue that instances of the cause are a subset of instances of the outcome. When researchers find this pattern, they may cite it to support the argument that the causal condition or combination of causal conditions is sufficient for the outcome. » (pp.238)

- La cause peut être multiple : il faut alors lister les combinaisons possibles et trouver les valeurs associées par les règles de calculs énoncées plus haut.
- L'imperfection des mesures peut se traiter en réduisant l'exigence dans les sous groupe (au lieu d'avoir « inférieur ou égal » pour la condition nécessaire par exemple, on aura « inférieur ou égal à $X + 0,1$ »).
- Si peu de cas ne rentrent pas dans le cadre de la nécessité ou de la suffisance, alors que de toute évidence la cause considérée est nécessaire ou suffisante, on peut ajuster avec un traitement statistique (on dira par exemple que la proportion observée est plus élevée que 0,65).

On peut représenter graphiquement la nécessité et la suffisance d'une cause de la manière suivante :

Degré d'appartenance au sous-groupe résultat R



Degré d'appartenance au sous-groupe cause C

La cause C est nécessaire

Degré d'appartenance au sous-groupe résultat R



Degré d'appartenance au sous-groupe cause C

La cause C est suffisante