

UN MONDE D'INTERSTICES

Apport de la logique floue pour l'analyse des cartes interprétatives

par *Clarisse Didelon*

Université du Havre, UMR IDEES – CIRTAI. 26 rue Philippe Lebon, 76 600 Le Havre.
clarisse.didelon@univ-lehavre.fr

Sophie de Ruffray

Université de Rouen, UMR IDEES – MTG, Bâtiment IRED, 7 rue Thomas Becket, 76821 Mont-Saint-Aignan
sophie.deruffray@univ-rouen.fr

Mathias Boquet

Université de Metz, CEGUM, UFR SHA, Ile du Saulcy, 57045 Metz cedex
boquet@univ-metz.fr

Nicolas Lambert

UMS RIATE, Université Paris 7 - UFR GHSS Case 7001, 75205 Paris cedex 13
nicolas.lambert@ums-riate.fr

Cet article propose une méthodologie basée sur la théorie des sous-ensembles flous afin d'analyser des cartes mentales d'un type particulier et réalisées à l'échelle mondiale. À toutes les échelles, et en particulier à l'échelle mondiale, les cartes mentales soulèvent des problèmes particuliers dans leur analyse du fait de l'imprécision des tracés et de l'incertitude liée aux objets dessinés. Ici, nous avons demandé aux personnes interrogées de diviser le monde en régions. La dimension interprétative de cet exercice renforce à la fois l'incertitude et l'imprécision. La logique floue est dès lors mobilisée afin d'analyser en détail les limites des régions mondiales. Elle permet de cartographier l'imprécision des régions frontalières.

Introduction

Afin de comprendre la manière dont le monde est perçu par différents types de public, psychologues spatiaux et géographes ont mené des enquêtes avec des cartes mentales réalisées à l'échelle mondiale. Les protocoles mis en place jusqu'à présent avaient pour objectif de capter une perception cognitive de l'espace, plus qu'une interprétation. Au-delà de leurs résultats et de leurs apports, notre objectif est d'analyser, outre le centrage et la loi de la proxémique, la manière dont les lieux qui composent le monde sont regroupés lors de la réalisation de cartes « interprétatives ». Dans le cadre d'un projet de recherche nous avons mis en place une enquête portant sur la manière dont le monde est perçu. L'originalité réside dans la consigne explicite de le diviser en régions à partir d'une carte en projection polaire. Cette approche, si elle s'inscrit bel et bien dans la tradition des cartes mentales, pose des problèmes méthodologiques spécifiques qui induisent de recourir aux solutions mathématiques proposées par la théorie des sous-ensembles flous, notamment parce que l'objectif est d'identifier et de caractériser les zones interstitielles.

1 Des cartes mentales « interprétatives » à l'échelle mondiale

Afin de questionner la relation entre le territoire, l'identité et la pratique de l'espace en dépassant les échelles intra urbaine (Lynch, 1960 ; Cauvin, 1999) et régionale (Gould & White, 1997 ; Frémont, 1976), les plus souvent étudiées, notre démarche se base sur l'hypothèse que l'échelle mondiale est un espace subjectif. Cette hypothèse peut sembler paradoxale puisque le niveau de connaissance d'un individu sur un espace dépend de l'effort cognitif à fournir qui est réputé important quand la « distance » est grande (Moles & Rohmer, 1978). Le monde serait alors le milieu le plus difficile à connaître. Cette assertion est de plus en plus discutable puisque le monde est connu, « de manière théorique à travers le filtre de l'éducation, de la télévision, d'Internet ou de la presse » (Paulet, 2002) et qu'une connaissance générale sur le monde est désormais tout aussi facile à obtenir que celle de son pays et de sa région (Bauman, 2007). Ainsi, si la connaissance des espaces proches dépend surtout de la pratique, la connaissance des espaces éloignés est facilitée par l'accès à différentes sources d'informations notamment numériques (MacLuhan, 1970 ; Castells, 1998). Notre

approche se positionne à la croisée des concepts et des méthodes des cartes mentales dans l'objectif de « capter » l'interprétation du monde.

1.1 De l'espace subjectif à sa représentation : le concept polysémique de carte mentale

Les psychologues ont été les premiers à s'intéresser à l'espace cognitif en posant l'hypothèse que l'espace est chargé de sens et de valeurs. Ces dernières sont propres à chaque individu, mais étudiées collectivement, il est possible d'en dégager des traits plus ou moins partagés. Sous le vocable de **cartes mentales**, sont rassemblées des productions issues du mouvement de « *cognitive-behaviourism* », né au début des années 1970 aux États-Unis (Gold, 1992), qui mêlait les domaines de la perception et de l'imagination et cherchait à analyser le lien entre représentation et action (Lynch, 1960 ; Gould & White, 1997). Dans la littérature francophone, ce terme recouvre quatre types de concepts et de méthodes.

La carte mentale peut avoir le sens de **carte cognitive** traduisant la connaissance spatiale non représentée d'un individu, c'est-à-dire son espace subjectif (Kuipers, 1978 ; Brunet, Ferras, & Théry, 1993). Celui-ci résulte d'une sélection d'éléments dans le processus de perception de l'espace, d'abord liée aux facteurs physiques qui déterminent les capacités sensorielles des individus mais surtout aux facteurs individuels (genre, caractère) et socioculturels (système de valeurs). Il est donc le résultat de la reconstruction de l'espace à partir de sa perception spatiale et serait un guide pour se mouvoir et agir dans l'espace. C'est à ce titre que l'espace subjectif suscite l'intérêt des géographes : si l'espace contribue à former l'espace subjectif, ce dernier par les pratiques qu'il induit contribue à modeler l'espace. Toutefois, la question de son existence sous forme réellement cartographique dans l'esprit d'un individu est souvent mise en question (Kosslyn, 1980), posant ainsi le problème de son « recueil » et de son analyse. Des outils méthodologiques divers ont été mis en place afin de saisir et d'analyser l'espace subjectif, le plus souvent à l'échelle intra urbaine ou régionale, notamment par l'utilisation de cartes réalisées à main levée.

La carte mentale peut aussi être une « **carte à main levée** » (*sketch map*), réalisée dans le cadre d'une méthode d'enquête consistant à faire dessiner un espace sur une page vierge. L'objectif est le plus souvent d'étudier des itinéraires ou la manière dont un individu se positionne dans l'espace. Le chercheur essaie d'identifier et d'expliquer le niveau de connaissance ou d'appréciation des composantes de l'espace en mettant à jour les filtres de la perception. Pour analyser les cartes à main levées réalisées par les individus, C. Cauvin (2007) propose de

construire des indices rendant compte du niveau de connaissance à l'échelle intra urbaine. L'analyse peut aussi passer par la mise en place de modèles explicatifs de type gravitaire (Pinheiro, 1998 ; Clump, 2005). Ils sont basés sur l'hypothèse de la proxémique qui énonce que plus on est proche d'un lieu, plus on reçoit de l'information sur ce lieu (Moles & Rohmer, 1978) et introduit également des éléments sur les caractéristiques des individus enquêtés. L'une des grandes difficultés de cette méthode réside dans l'interprétation des cartes (Cauvin, 1999), puisqu'il faut veiller à différencier la connaissance de l'espace de la compétence des individus à en rendre compte. De plus, la mise en place d'une méthodologie d'analyse est souvent compliquée par le fait que les points de repère, et les échelles des cartes produites sont rarement comparables, rendant difficile la synthèse des représentations individuelles de l'échantillon étudié.

Le troisième type, que nous nous proposons d'appeler « **cartes interprétatives** », se distingue par le fait que la consigne posée lors de l'enquête porte non seulement sur un espace, mais sur l'appréciation d'un phénomène dans cet espace. On ne cherche pas à voir comment un individu dessine l'espace, ni quel en est son niveau de connaissance, mais comment il circonscrit un phénomène particulier dans un espace dont on lui fournit le fond de carte. L'analyse est plus facile car l'espace « réel » peut être comparé à l'espace « interprété » par les individus enquêtés. Ce type d'approche est souvent utilisé lorsque l'on cherche à analyser la perception des risques (Bonnet, 2004 ; Glatron & Beck, 2010 ; Matei, Ball-Rokeach & Qiu, 2001). Certes, la connaissance et l'affect ne sont sans doute pas absents de la réalisation, mais la délimitation d'un espace sur une carte permet d'en éliminer une partie et va, à notre sens, plus loin que la simple connaissance ou que la projection d'un affect sur un lieu.

Enfin, par extension, une **reconstruction cartographique** des résultats individuels d'une enquête portant sur l'espace (Paulet, 2002) est souvent appelée carte mentale. Cette reconstruction peut se faire à partir d'un questionnaire d'enquête classique qui interroge l'individu sur les lieux qu'il apprécie ou qu'il connaît. La carte mentale est alors la synthèse des réponses et représente cartographiquement des indicateurs de connaissance ou d'appréciation

1.2 Les cartes mentales à l'échelle mondiale

Les recherches initiées par T. F. Saarinen, sur les cartes mentales à main levée à l'échelle du monde ont souvent été réalisées pour démontrer qu'il existait une grande diversité de points de vue sur le monde, et/ou pour tester les connaissances géographiques de certains segments de la population mondiale (Saarinen & Mac Cabe, 1995). Le matériel, souvent abondant, recueilli lors

des enquêtes, est traité de deux principales manières. La première, concentre l'analyse sur le centrage du monde des étudiants en fonction de leur pays de résidence (Saarinen, 1987). La seconde approche, plus répandue, analyse la qualité des cartes mentales, c'est-à-dire le nombre de pays présents, leurs proportions relatives, leur localisation, etc. Ici les auteurs sont nombreux et les lieux d'enquêtes variés avec par exemple, Saarinen & Mac Cabe en Finlande (1989) en Allemagne (1990), aux USA (1995), Pinheiro (1998) au Brésil, Boyowa (2003) en Afrique, etc. Au-delà de l'aspect descriptif, certains auteurs expliquent la fréquence d'apparition des lieux dessinés à l'aide de modèles statistiques basés sur des hypothèses gravitaires. Même si les auteurs font des hypothèses sur les facteurs qui expliqueraient les différences de perception et de connaissance, le lien avec la production d'information scolaire, médiatique, etc., sur le monde est rarement approfondi et les facteurs explicatifs sont le plus souvent envisagés successivement. Par ailleurs, si elles ont apporté beaucoup sur le plan théorique, ces recherches sont souvent décevantes sur le plan méthodologique puisque le très riche matériel accumulé est souvent sous-exploité. Au-delà de la construction de modèles statistiques, les auteurs n'ont jamais produit de carte du monde synthétisant leur résultat et permettant de donner une image de la représentation du monde du public enquêté.

1.3 Problèmes posés par une enquête interprétative à l'échelle mondiale

L'enquête que nous avons réalisée se place dans la catégorie des cartes mentales de type interprétatif. La question posée (diviser le monde en régions et leur donner un nom) conduit les enquêtés à réfléchir sur le monde afin de constituer les régions et donc à rendre compte de leur vision du monde et non pas de sa simple connaissance. En effet, en regroupant les lieux qu'il juge ressemblants, en en séparant d'autres qu'il juge dissemblables, l'enquêté nous livre son interprétation du monde. Cependant, ces cartes posent des problèmes spécifiques en termes théoriques et méthodologiques.

Contrairement aux cartes mentales classiques, le point de départ de la réflexion n'est pas l'individu (sa pratique, sa connaissance), mais l'espace étudié qu'il faut appréhender dans sa globalité pour réaliser l'exercice. De plus, quelle que soit l'échelle choisie, la combinaison de l'interprétation et d'une connaissance incomplète mène à des cartes mentales imprécises et incertaines. En outre, le niveau mondial étant le plus éloigné des pratiques, un exercice à cette échelle accroît l'imprécision dans le tracé des régions.

Un deuxième problème concerne la régionalisation : un individu n'a « pas naturellement une conception géo-

graphique des limites (celles-ci sont floues ou inconnues) » (Paulet, 2002). Les régions sont définies en terme « de texture visuelle, d'activité typique, de composition ethnique et d'autres caractéristiques qui ne sont pas à proprement parler liées à la cognition spatiale » (Kuipers, 1978). Au final elles ne sont **pas forcément localisables avec précision**, surtout si plusieurs critères sont utilisés. La régionalisation du monde induit de ce fait de l'imprécision et de l'incertitude en elle-même. Les mécanismes à l'œuvre dans le regroupement des espaces sont analysés par les noms donnés aux régions qui nous permettent d'avoir une idée des critères mobilisés.

Enfin, le passage de l'individuel au collectif repose sur l'hypothèse qu'au-delà de la multiplicité des représentations particulières, il existe des mécanismes communs dans la connaissance et la perception. En effet, l'enquête, même s'il est unique et si sa relation au monde l'est également, est toujours socialisé ce qui suppose une certaine concordance dans ses schémas mentaux. Le passage de l'individuel au collectif est facilité par le choix délibéré de la carte interprétative pour laquelle des consignes claires et un fond de carte ont été imposés. Si les représentations prises individuellement peuvent avoir un bon niveau de précision (les limites des tracés sont nettes), **le passage à un niveau collectif introduit systématiquement de l'imprécision.**

2 La logique floue : une réponse méthodologique pour l'analyse de cartes mentales interprétatives

2.1 L'imprécision et l'incertitude des cartes mentales interprétatives

La spécificité d'une carte mentale interprétative réside dans le caractère délibérément indéfini des objets spatiaux que l'on demande de dessiner. **L'incertitude** des régions est liée aux capacités propres à l'observateur de traiter les informations selon sa formation, sa perception, sa personnalité, sa culture, son histoire... D'une part, ce dernier peut hésiter ou douter face à la difficulté de la réalisation de la carte mentale. **L'imprécision** relève de la composition des régions du monde produites par les cartes mentales interprétatives. En effet, il est difficile, voire impossible de définir une région du monde, comme un ensemble d'éléments qui lui appartiennent, sans aucune ambiguïté. D'autre part, la localisation des régions du monde n'obéit pas à une appréciation objective des distances géographiques, mais plus à des perceptions grossières de proximité ou de voisinage. Enfin, la morphologie des régions obtenues est souvent soumise à des déformations importantes, notamment par

l'usage du trait de crayon. Ainsi, **la carte mentale interprétative d'un ensemble d'individus** (fig. 1) peut-être formalisée comme un espace géographique flou (Rolland-May, 2000).

Compte tenu des objectifs de l'analyse, la théorie des sous-ensembles flous (Zadeh, 1965) et des possibilités se prête bien à cette investigation. En effet, elle formalise la subjectivité, l'incertitude et l'imprécision, conformément à la perception, à l'imagination et au raisonnement humain à partir de modèles ou de représentations (Bouchon-Meunier, 1995). De plus, le concept de sous-ensemble flou a été introduit pour traiter des catégories aux limites mal définies, des situations intermédiaires, le passage progressif d'une propriété à une autre, des valeurs approximatives et des classes en évitant l'utilisation arbitraire de limites rigides.

2.2 Formalisation et intérêt d'une régionalisation floue

Chaque région dessinée par un groupe d'individus représente un espace géographique flou qui implique, pour chaque composante spatiale de l'espace géographique, c'est-à-dire l'unité élémentaire spatiale correspondant ici à une maille de la grille, la définition d'une fonction d'appartenance comprise dans l'intervalle $[0,100]$ (Zadeh, 1965) (fig. 2).

Si cette fonction d'appartenance est nulle la maille de la grille considérée n'est incluse dans aucune région interprétative, c'est-à-dire qu'elle fait partie des zones spatiales non perçues ou, en tout cas, non représentées par les enquêtés.

Si cette fonction d'appartenance est égale à « 100 », l'unité élémentaire spatiale considérée est toujours incluse dans une région interprétative du monde, sans pour autant que cette région soit toujours la même.

Dans la plupart des cas, la fonction d'appartenance de l'unité élémentaire est comprise dans l'intervalle $[0,100]$ qui traduit une forme d'intensité d'intégration à une région interprétative quelconque.

Cette approche permet de prendre en compte trois caractères majeurs : la différenciation, l'imprécision des limites et leur caractère recouvrable. **La différenciation** interne de l'espace géographique s'évalue par la valeur d'appartenance à une région du monde. En effet, un espace est différencié lorsque les mailles lui appartiennent à des degrés divers, ainsi l'exemple de l'Europe (fig. 4). Le cœur est une zone homogène de complète appartenance. La différenciation de l'es-

pace introduit la notion de gradient spatial. **L'imprécision de ses limites** avec son environnement est la deuxième caractéristique fondamentale de l'espace géographique flou. D'un point de vue théorique, la limite d'un espace flou n'est pas définie, ce qui conduit à élaborer des modèles de délimitation. La borne inférieure représente une limite qui peut être discutée selon des valeurs de seuil variables. Dans notre exemple, la cartographie des seuils permet de visualiser les zones les plus mal connues ou mal perçues du monde. Si les espaces non flous sont disjoints, le principe du tiers exclu est nié dans un espace flou, car un élément peut appartenir, à des degrés divers, à plusieurs espaces géographiques. **L'espace est ainsi recouvrable** ce qui permet de représenter les zones interstitielles, qui caractérisent des lieux de multi-appartenance. Par définition, une zone peut appartenir à plusieurs régions floues en même temps. La combinaison de ces deux types d'espace peut être illustrée par la Turquie ou le Mexique, souvent partagés entre plusieurs régions du monde.

3 Une régionalisation floue du monde

L'intérêt d'utiliser de la logique floue pour analyser les cartes interprétatives recueillies lors de notre enquête (réalisée dans 43 villes de 18 pays) est illustré à partir de l'échantillon des étudiants parisiens.

3.1 Les approches topologique et toponymique

Afin de sélectionner les régions que nous allons analyser, deux approches sont possibles. **L'approche topologique**, sélectionne un lieu précis et/ou un pays sans tenir compte des dénominations qui peuvent être très différentes afin de représenter les zones qui l'incluent. La carte (fig. 3) représente alors une indétermination cognitive, liée aux qualificatifs utilisés par les enquêtés, l'intérêt est aussi de déterminer la plus ou moins grande concentration spatiale d'une région. Le tracé est centré autour de la région européenne, il inclut parfois l'Amérique du Nord ou la Russie, rarement d'autres espaces.

L'approche toponymique sélectionne les régions en fonction des noms qui leurs ont été attribués. Le caractère d'hétérogénéité apparaît dans les limites de l'espace cartographié. La figure 4 représente la région floue nommée « Europe », l'intérêt est de représenter la forme des limites et des discontinuités. Le cœur de la zone Europe présente une forte discontinuité au sud (détroit de Gibraltar) tandis que vers l'est, les valeurs d'appartenance diminuent progressivement.

Pour réaliser une cartographie d'un monde flou nous avons procédé par sélection toponymique. Nous avons analysé la fréquence des noms donnés aux régions dessinées et conservé 6 « régions » dont la fréquence d'utilisation des noms est la plus importante. Ces régions les plus fréquemment nommées correspondent de manière frappante à une vision continentale du monde (Grataloup, 2010) puisque l'on retrouve l'Europe, l'Afrique, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Asie et l'Océanie (fig. 5). Malgré le caractère relativement précis de la sélection par les noms, nous pouvons constater que les tracés des régions sont très variables et que les recouvrements sont nombreux.

3.2 Un monde d'interstices

Afin de mettre en évidence une intersection entre deux régions, la théorie des sous-ensembles flous propose un ensemble d'opérateurs, les T-normes qui permettent de réaliser des intersections, c'est-à-dire de représenter les points qui appartiennent à des ensembles simultanément. La T-norme de Zadeh [$T = \min(x,y)$] qui donne la valeur d'appartenance minimale commune aux régions qui sont intersectées ainsi que la T-norme probabiliste [$T = x*y$] qui multiplie les valeurs d'appartenance illustrent l'analyse des intersections par la représentation de deux opérateurs très différents. Pour chacun, nous avons représenté, les quatre zones de recouvrement dont la valeur de la T-norme était la plus élevée ainsi qu'une carte représentant l'ensemble des valeurs afin de donner une vision globale des zones de recouvrement.

La T-norme de Zadeh (fig. 6 & 7) propose une vision minimaliste des intersections. Sa représentation met en valeur les zones d'intersection les plus fortes. Ainsi, la zone de recouvrement la plus intense en ce qui concerne notre échantillon est localisée sur le Mexique partagé entre l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord ainsi que sur la Méditerranée partagée entre l'Europe et l'Afrique. Ces zones de recouvrement sont relativement peu étendues, mais leur centre est intense et surtout les discontinuités sont très marquées illustrant ainsi des appartenances franches de certains espaces essentiellement dans la direction sud-nord : les États-Unis ne font, en aucun cas, partie de l'Amérique du Sud, L'Europe ne fait, en aucun cas, partie de l'Afrique. Dans la direction nord-sud, les gradations plus larges traduisent l'hésitation sur l'appartenance du Mexique, de l'Amérique centrale et de la zone Caraïbe à une région « Amérique du Nord », ou de l'Afrique du Nord à une région « Europe ». La zone d'intersection entre l'Europe et l'Asie est plus étendue, puisqu'elle couvre l'ensemble de l'Eurasie, mais son centre, basé sur la

Russie est beaucoup moins intense. Les appartenances entre les deux espaces sont donc moins franches et la zone d'indétermination plus vaste. La représentation de l'ensemble des T-normes (fig. 7) montre que seuls trois espaces ne sont absolument pas marqués par une indétermination d'appartenance au sein de l'échantillon parisien : l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud et l'Afrique sub-saharienne.

La T-norme probabiliste (fig. 8 & 9) met en valeur les intersections où les valeurs d'appartenance à deux zones (ou plus) sont proches et élevées et donc véritablement les zones de forte hésitation. En effet, si une unité spatiale a une valeur d'appartenance de 50 pour l'Europe et de 50 pour l'Asie, la valeur de la T-norme sera de 2500. Mais si elle a une valeur d'appartenance de 5 pour l'Europe et de 90 pour l'Asie, la valeur de la T-norme ne sera que de 450. Ici la valeur maximale de la T-norme se trouve à l'est de la Méditerranée, plus précisément au niveau de la Crète entre la Turquie et la Grèce, marquant le point de chevauchement maximum de trois régions d'appartenance héritées de la vision européenne classique du monde (Grataloup, 2010) : l'Afrique, l'Asie et l'Europe. Comme pour la représentation de la T-norme précédente, les zones d'indétermination les plus fortes se situent dans des régions de fortes discontinuités de développement avec des ruptures nettes en direction du nord et plus imprécises en direction du sud. Cette T-norme met par contre l'accent sur une forte indétermination de l'Australie et des espace qui l'entourent.

4 Conclusion & perspectives

Ces premiers résultats de l'utilisation de la logique floue dans l'analyse de cartes interprétatives du monde nous semblent particulièrement prometteurs, même appliquée à un échantillon aussi homogène que celui d'étudiants parisiens. Elle nous permet d'identifier les « continents durs et les continents mous » (Grataloup, 2010) dont les valeurs d'appartenance à une seule et unique zone sont fortes mais aussi de localiser et caractériser les zones d'interstices et d'indétermination. Cette approche paraît particulièrement pertinente à mettre en œuvre pour comparer les résultats qu'elle produit à des représentations de divisions du monde plus nettes et plus figées telles que celle produite par S. Huntington. Elle nous semble d'autant plus intéressante que les zones de forte indétermination que nous avons identifiées semblent correspondre à des zones de fortes tensions (au niveau migratoire en particulier) ou, en tous cas, d'enjeux importants (l'appartenance de la Turquie à un espace européen par exemple).

Ainsi, cette méthode ouvre des perspectives particulièrement intéressantes à la fois d'un point de vue thématique et méthodologique. Elle s'avère pertinente pour traiter le corpus important de cartes interprétatives recueillies lors du projet de recherche EuroBroadMap qui donne les points de vue d'étudiants de 18 pays sur le monde. Mais cette approche

nous semble également pouvoir être encore approfondie sur le plan méthodologique avec l'introduction de coefficients d'incertitude représentant les noms des régions, mais aussi en ce qui concerne la réalisation de cartes de synthèse plus efficaces, qui rendraient compte à la fois de l'appartenance et des zones d'indétermination.

Bibliographie

- Bauman Z.**, 2007, *Le présent liquide : peurs sociales et obsessions sécuritaires*, Paris, Seuil.
- Bonnet E.**, 2004, « Risques industriels : les territoires vulnérables de l'estuaire de la Seine », *M@ppemonde* (76).
- Bouchon-Meunier B.**, 1995, *Logique floue et applications*, Paris, Addison Wesley.
- Boyowa C. A.**, 2003, "Pattern of representation of countries in cognitive maps of the world with special reference to Africa", *Journal of environmental psychology* (23), p.427-437.
- Brunet R., Ferras R. & Théry H.**, 1993), *Les mots de la géographie*, Paris, la Documentation française.
- Castells M.**, 1998, *L'ère de l'information, La société en réseau* (vol 1), Paris, Fayard.
- Cauvin C.**, 1999, « Pour une approche de la cognition spatiale intra-urbaine, *Cybergéo* (72).
- Cauvin C.**, 2002, "Cognitive and cartographic representations : towards a comprehensive approach", *Cybergeo*.
- Clump M. A.**, 2005, "Where did you say that state was ? The effect of availability on a student's knowledge of the United States", *College Student Journal*.
- Cross J. A.**, 1987, Mar/Apr., "Factor associated with students's place location knowledge", *Journal of geography*, 86 (2).
- Didelon C., & Grasland C.**, 2006, *Europe in the World, Final report*.ESPON, Project 3.4.1. . www.espon.eu.
- Frémont A.**, 1976, *La région, espace vécu*, Paris, Armand Colin.
- Glatron S. & Beck E.**, 2010, « Information préventive et représentations des risques industriels par les Mulhousiens», *M@ppemonde* (97).
- Gold C. M.**, 1992, The meaning of neighbour", dans A. Frank, I. Campari, & U. Fomentini, *Theories and methods of spatial-temporal reasoning in geographic space* (p. 220-235), Berlin, Springer.
- Gould P. & White R.**, 1997, *Mental maps* (2nd edition), Routledge.
- Grataloup C.**, 2010, *L'invention des continents*, Paris, Larousse.
- Kosslyn S. M.**, 1980), *Image and mind*, Cambridge, Harvard University Press.
- Kuipers B. J.**, 1978, "Modeling spatial knowledge", *Cognitive science*, 2, p.129-153.
- Lynch K.**,1960, *The image of the city*, MIT Press.
- MacLuhan H. M.**,1970, *Guerre et Paix dans le village planétaire*, Paris, Ed. Robert Laffont.
- Matei S., Ball-Rokeach S. J. & Qiu J. L.**, 2001, August, "Fear and Misperception of Los Angeles Urban Space, A Spatial-Statistical Study of Communication-Shaped Mental Maps", *Communication Research*, 28 (4), p. 429-463.
- Moles A. & Rohmer E.**, 1978, *Psychologie de l'espace*, Paris, Casterman, collection "synthèses contemporaines".
- Paulet J.-P.**, 2002, *Les représentations mentales en géographie*, Paris, Anthropos.
- Pinheiro J.**, 1998, "Determinant of cognitive maps of the world as expressed in sketch maps", *Journal of environment psychology* (18), p. 321-339.
- Rolland-May C.**, 2001, « Périphériques, bordures, marges territoriales : sous les mots, les concepts, » dans G. D. Ritma, *Regards croisés sur les territoires de marge(s)* (p. 39-60), Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg.
- Rolland-May C.**, 2003, « Limites, discontinuités, continu : le paradoxe du flou », *L'information géographique* (1).
- Ruffray (de) S.**, 2007, *L'imprécision et l'incertitude en géographie. L'apport de la logique floue aux problématiques de régionalisation*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Paris 7.
- Saarinen T. F.**, 1987, Centering of mental maps of the world. *Discussion paper*. Tucson, Arizona: Department of geography and regional development.
- Saarinen T. F.**, 1998, "Centering of mental maps of the world", *National geographic research* (4), p.112-127.
- Saarinen T. F. & MacCabe C.**, 1995, "World patterns of geographic literacy based on sketch map quality", *The professional geographer* (47), p.196-204.
- Saarinen T. F. & MacCabe C. L.**, 1989, "The Finish image of the world and the world image of Finland", *Terra*, 101, p. 81-93.
- Saarinen T. F. & MacCabe C. L.**, 1990, "The world image of Germany", *Erdkunde* (44), p. 206-267.
- Zadeh L. A.**, 1965, "Fuzzy sets", *Information and controls*, 8, p. 338-353.

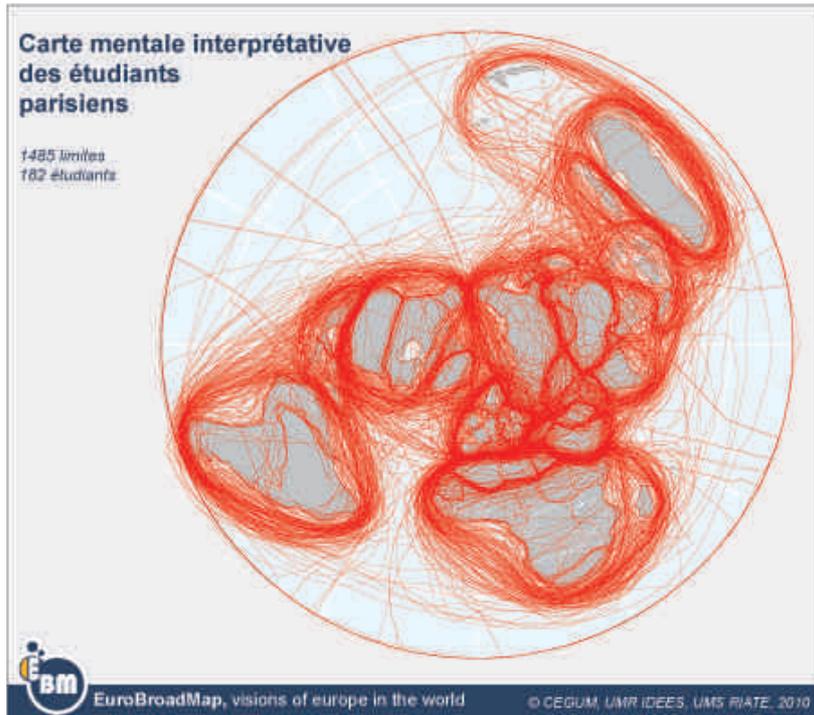


Figure 1 : Carte mentale interprétative

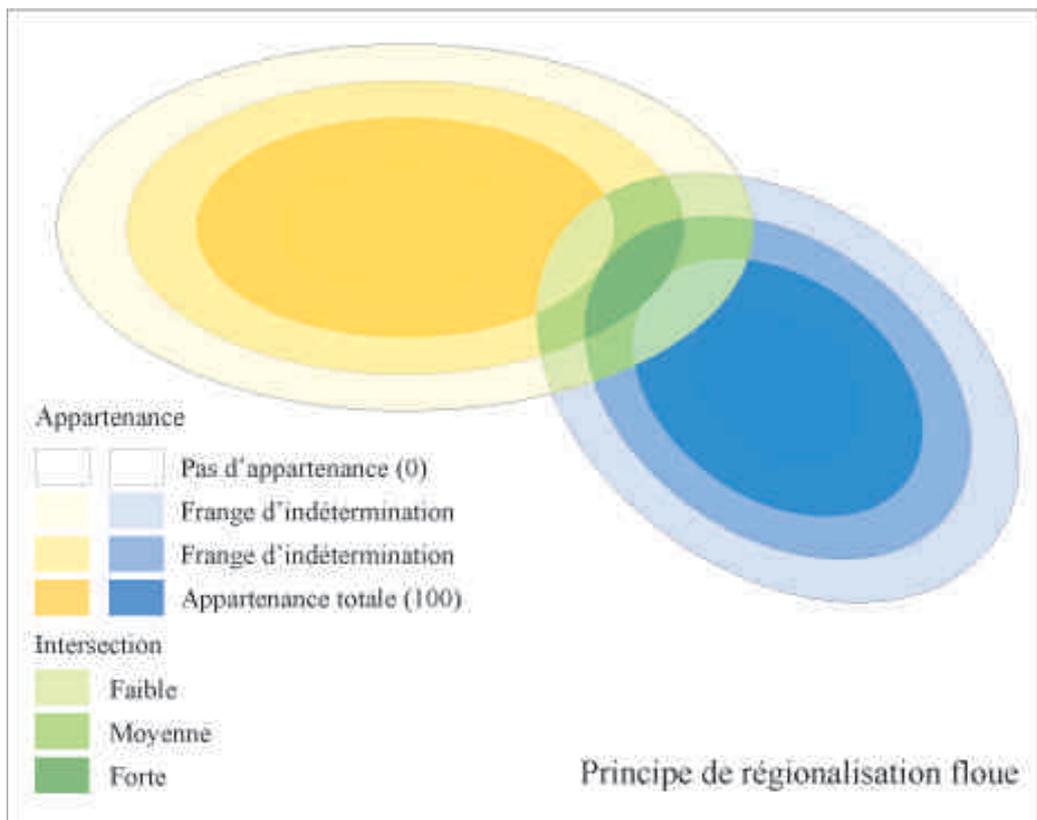


Figure 2 : Représentation de sous-ensembles flous

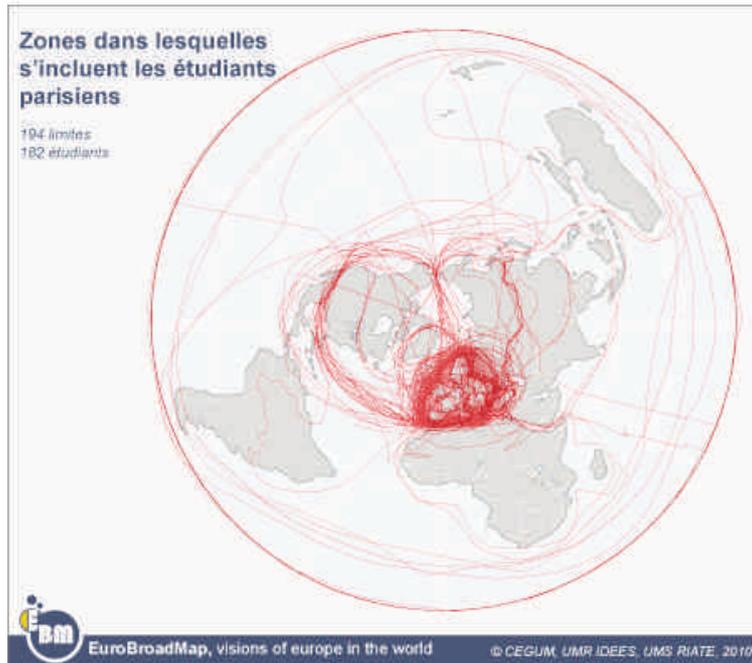


Figure 3 : Représentation d'une région du monde par topologie

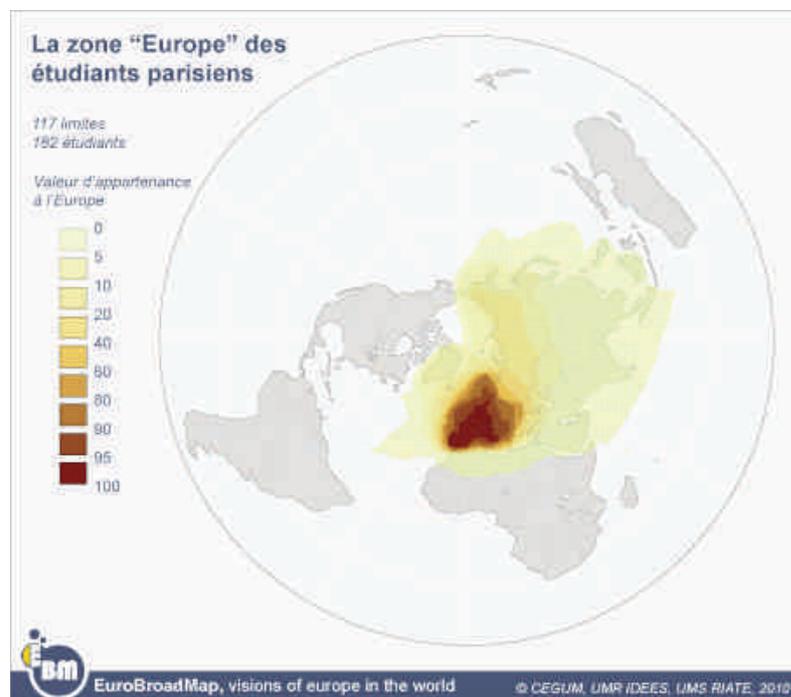


Figure 4 : Représentation d'une région du monde par toponymie

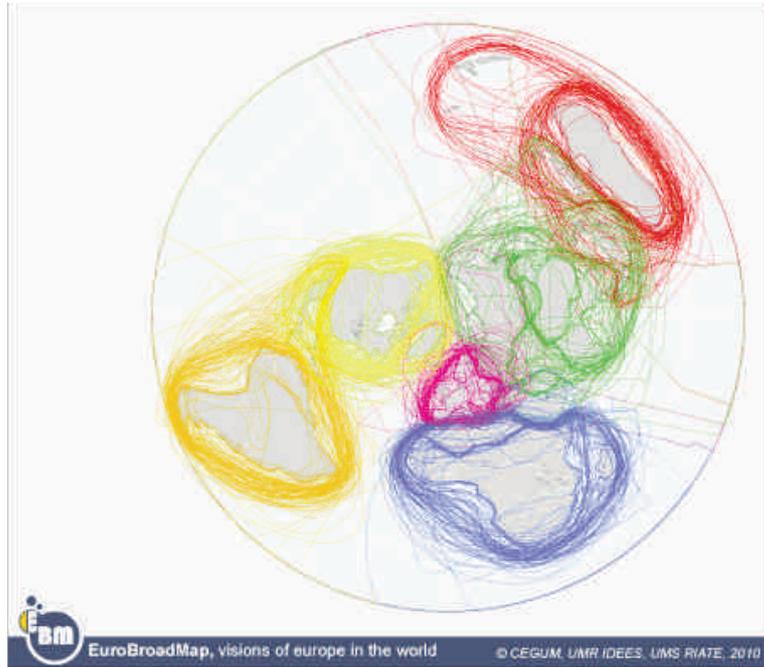


Figure 5 : Les zones choisies de manière toponymique

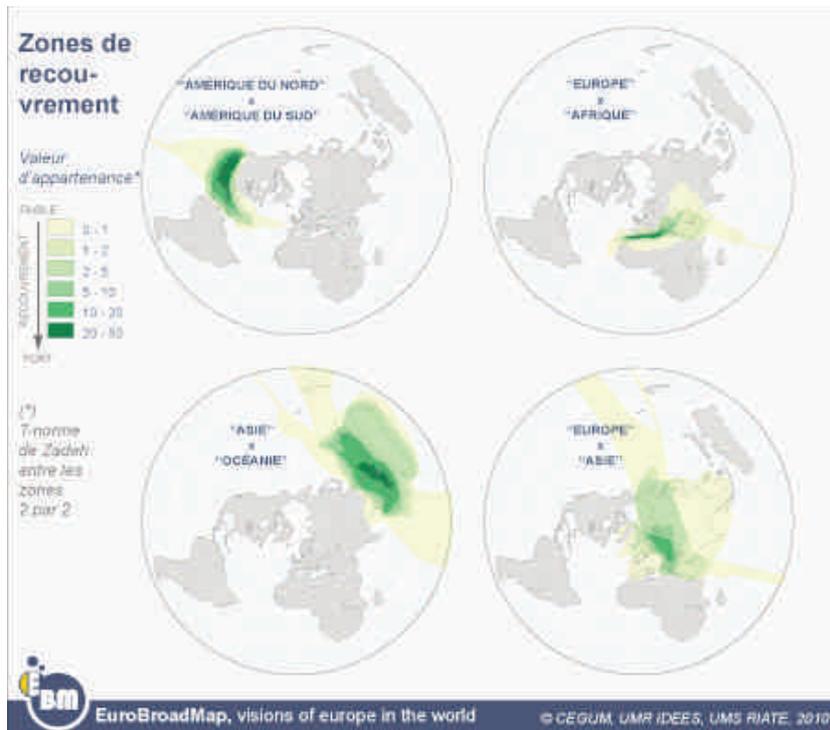


Figure 6 : Principales zones de recouvrement avec la T-norme de Zadeh

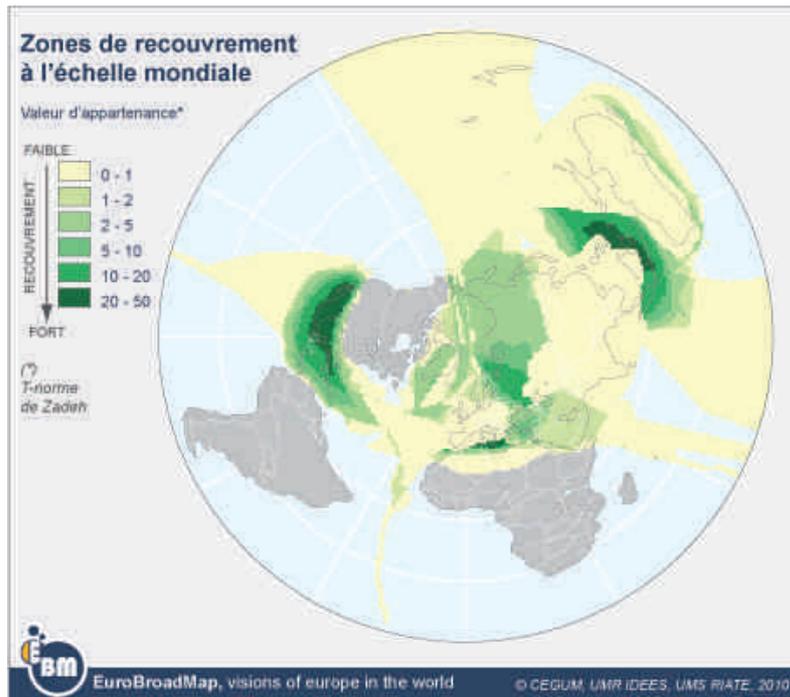


Figure 7 : Un monde d'interstices (T-norme de Zadeh)

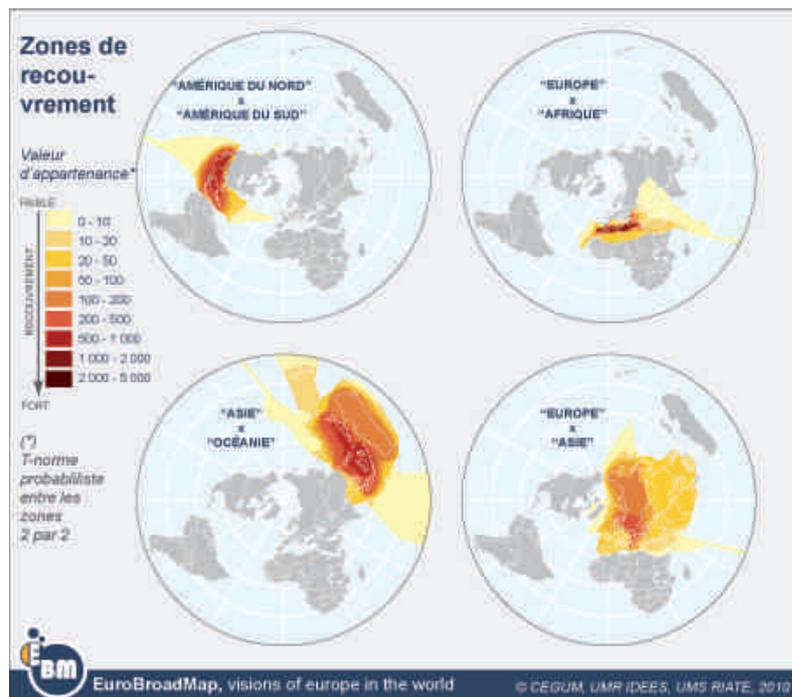


Figure 8 : Principales zones de recouvrement avec la T-norme probabiliste

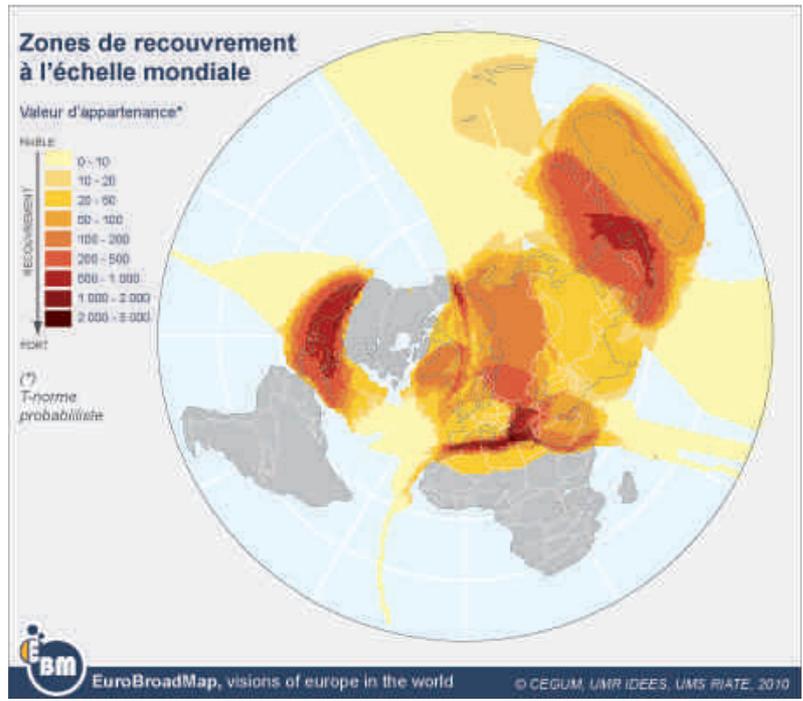


Figure 9 : Un monde d'interstices (T-norme probabiliste)