REPRÉSENTATIONS GÉOSTATISTIQUES ESTHÉTISANTES : LES NOUVELLES MARGES DE MANŒUVRE DU GÉOMATICIEN AU SERVICE DES ENJEUX TERRITORIAUX

par Eric Langlois
UMR Territoires, Université Clermont Auvergne
Site MSH, 4 rue Ledru 63057 Clermont-Ferrand Cedex 1
eric.langlois@uca.fr

La géomatique dépasse aujourd'hui largement le cadre de la simple réalisation cartographique (simulation, 3D, calculs, géolocalisation, programmation…) et elle peut améliorer à la fois l'esthétique et la spatialisation de la donnée. Grâce à de nouvelles techniques d'information géographique et aux capacités des logiciels, la cartographie évolue à la croisée de l'art, de la technique et de la demande sociale avec un pouvoir de communication accru. Certains procédés, parfois détournés de leur application initiale, permettent alors de faire de l'analyse spatiale autrement, tout en améliorant la prise de décision du destinataire de la carte (géographe, élu, aménageur, décideur…). Cet article présente les techniques des anamorphoses et surtout du Modèle Numérique de Terrain détourné en utilisant des données socio-éco-démographiques jointes au nuage de points représentés par les chefs-lieux de commune. Le géographe, aujourd'hui encore formé aux codes de la sémiologie graphique, reste le premier producteur de cartes. Mais, en épousant la géomatique et parce qu'il dispose de la compétence nécessaire pour décortiquer, analyser et expliquer les dynamiques actuelles des territoires, il modernise la cartographie pour mieux faire ressortir les enjeux et discontinuités territoriales des phénomènes et communiquer auprès du public.

Introduction

Si la géomatique dépasse largement le cadre de la simple réalisation cartographique (simulation, 3D, calcul, géolocalisation, programmation…), il faut bien admettre que cette discipline, à travers sa palette d'outils et de logiciels propriétaires et *open source* grandissants, nous offre de multiples procédés qui peuvent améliorer à la fois l'esthétique et la spatialisation de la donnée dans la cartographie thématique de base. Grâce à ces nouvelles techniques d'information géographique et aux capacités toujours plus performantes des logiciels, la cartographie a pu évoluer en devenant tout un art. La capacité de l'esthétique à accroître le pouvoir de communication nous éloigne beaucoup de l'époque où la représentation spatiale des données reposait sur le noir et blanc, les hachures et le semis de points...

En outre, certains procédés, parfois détournés de leur application classique, permettent d'envisager l'analyse spatiale autrement, tout en améliorant, voire en orientant, la prise de décision du destinataire de la carte (géographe, élu, aménageur, décideur…). Il s'agit donc bien ici de parler de distorsions, évoquées dans la thématique de la rencontre « *La face cachée des cartes* », de distorsions issues de choix cartographiques qui influenceront les représentations que les différents acteurs (ici gestionnaires et techniciens, élus et décideurs…) se font de leur territoire ou de tel ou tel phénomène cartographié.

Dans le cadre de cet article, et afin d'analyser les effets de ces nouvelles formes de représentations esthétisantes sur les représentations des chercheurs et acteurs socio-économiques de l'aménagement du territoire, nous présenterons dans un premier temps, deux procédés cartographiques (anamorphoses et Modèle Numérique de Terrain réorienté en utilisant des données socio-éco-démographiques), puis nous verrons quels usages scientifiques et utilisations géopolitiques peuvent être faits de ces cartes à partir d'exemples choisis en Région Auvergne-Rhône-Alpes.

MNT, anamorphoses : le recours à des techniques réorientées

« La face cachée des cartes », c'est tenter de mettre au grand jour l'incroyable nombre de réflexions, gestes et opérations « dissimulés », « non-dits », véritables « boîtes noires », pourtant nécessaires à la réalisation de toute carte géographique » (extrait de l'introduction au colloque « La face cachée des cartes »)[1].

Un procédé bien connu mais utilisé à d'autres fins

L'analyse spatiale, cœur de la cartographie automatique, est déjà, à la base, un processus de traitement de données statistiques visant à en extraire une nouvelle information. La représentation cartographique de la donnée doit alors respecter les règles classiques de sémiologie graphique (symbole pour valeur absolue, plage pour valeur relative, couleurs adaptées…), mais la discrétisation statistique offre différentes méthodes (Jenks, manuelle, quantile ou effectifs égaux, équivalence ou même amplitude…) que le cartographe est libre de choisir pour qualifier au mieux, ou à sa convenance, les objets et phénomènes disposés dans l'espace. Dans le célèbre magazine géopolitique d'Arte, « *Le Dessous des Cartes* », J.-Ch. Victor aimait à dire « *Vous devriez savoir que l'on peut faire dire ce que l'on veut aux chiffres en les présentant d'une manière particulière : c'est exploiter un biais cognitif humain* ». B. Harley (*in* Bailly et Gould 1995) rappelle également que *« Les cartographes et les historiens des cartes ont conscience depuis longtemps que le contenu de leurs cartes a tendance à créer ce qu'ils appellent «des biais», «des distorsions», «des écarts», ou des «abus» par rapport à la réalité »*. Certaines cartes *« présentent des distorsions délibérées, […] à des fins de publicité ou de propagande »* tandis que pour d'autres les distorsions sont *« inconscientes »* issues d'un *« processus subtil par lequel les valeurs de la société qui produit les cartes influent sur leur contenu… »*.

La cartographie automatique, développée depuis longtemps à partir de simples logiciels tels *Cartes et Données,* reliant une base de données à un fond de carte, proposait déjà dans sa technicité simple des choix plus ou moins orientés, détournés de représentation graphique. Les logiciels de SIG qui ont suivi, ont fortement augmenté le choix des procédés, mais la somme d'informations à base territoriale qu'il est désormais devenu possible d'analyser par cartographie informatisée apparaît aujourd'hui quasiment sans limites (De Koninck 2008).

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est utilisé pour représenter la topographie d'une zone terrestre à partir d'une maille de point (cote d'altitude). A partir d'un semis de points dont la variable étudiée est connue, il est alors possible d'extrapoler de façon continue la distribution spatiale de la variable (Langlois, Roussel 2009). Ce type de surface raster d'interpolation, appelé aussi surface statistique, est habituellement utilisé pour représenter les données d'altitude, de précipitations ou d'accumulation de neige avec les estimations faites pour toutes les cellules raster.

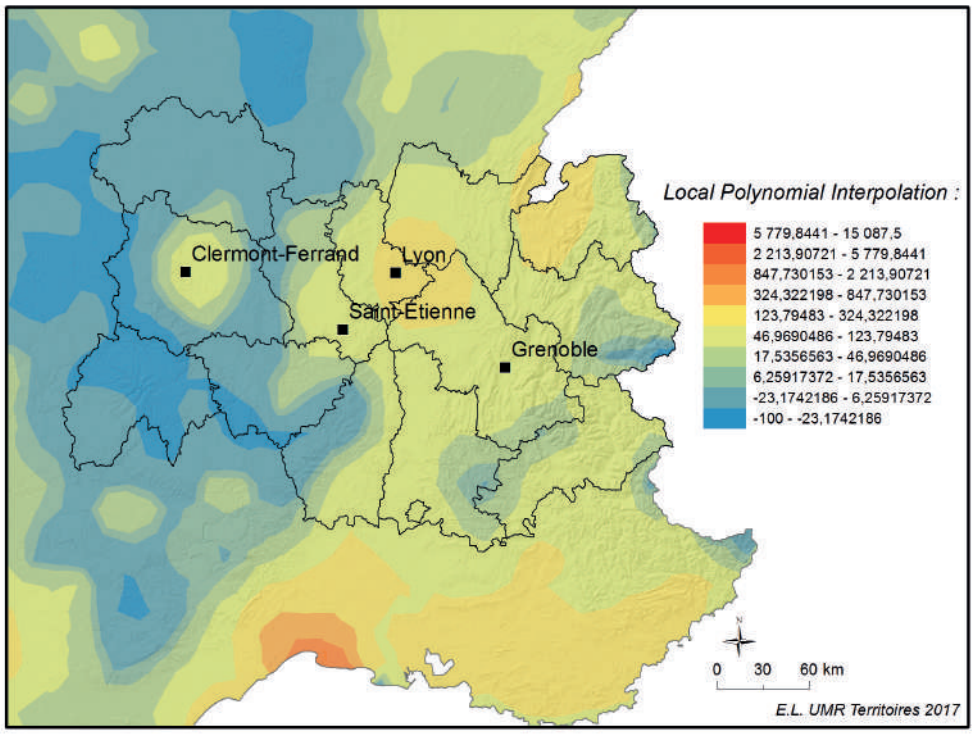
L'idée est ici de détourner cette technique, courante en géographie physique, en utilisant des données socio-éco-démographiques au lieu de l'altitude, des pentes ou des expositions… données jointes au nuage de points représenté par les chefs-lieux de commune remplaçant pour leur part les cotes altitudinales. La description de ce procédé (utilisation du module *Geostatistical Analyst* du logiciel *Arcgis*) permet de dévoiler toute une chaîne d'opérations où les différents choix techniques (taille des pixels, méthode d'interpolation, discrétisation statistique…) sont établis de manière empirique pour obtenir la réalisation cartographique la plus intelligible possible.

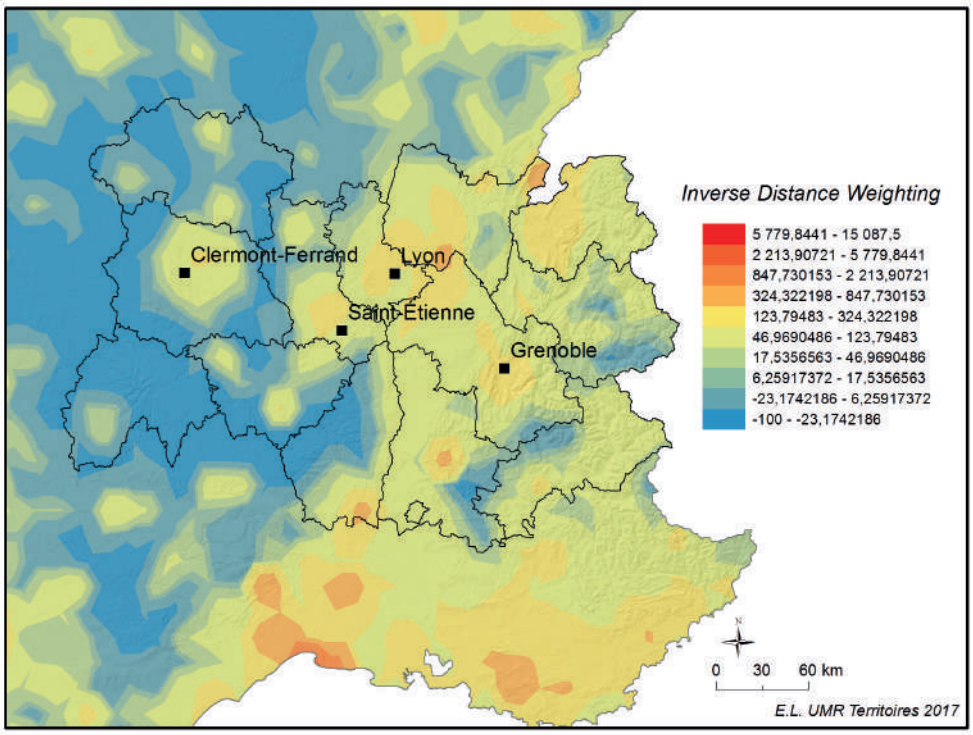
Une affaire de choix…

L'utilisation de l'interpolation dans les champs habituels évoqués précédemment offre déjà une multitude de méthodes. Les plus largement utilisées sont la Pondération par Distance Inverse (IDW) et l'INterpolation Triangulaire (TIN), mais il en existe beaucoup d'autres : Global Polynomial Interpolation, Local Polynomial Interpolation, Radial Basis Functions, Kriging, Kernel Smoothing…

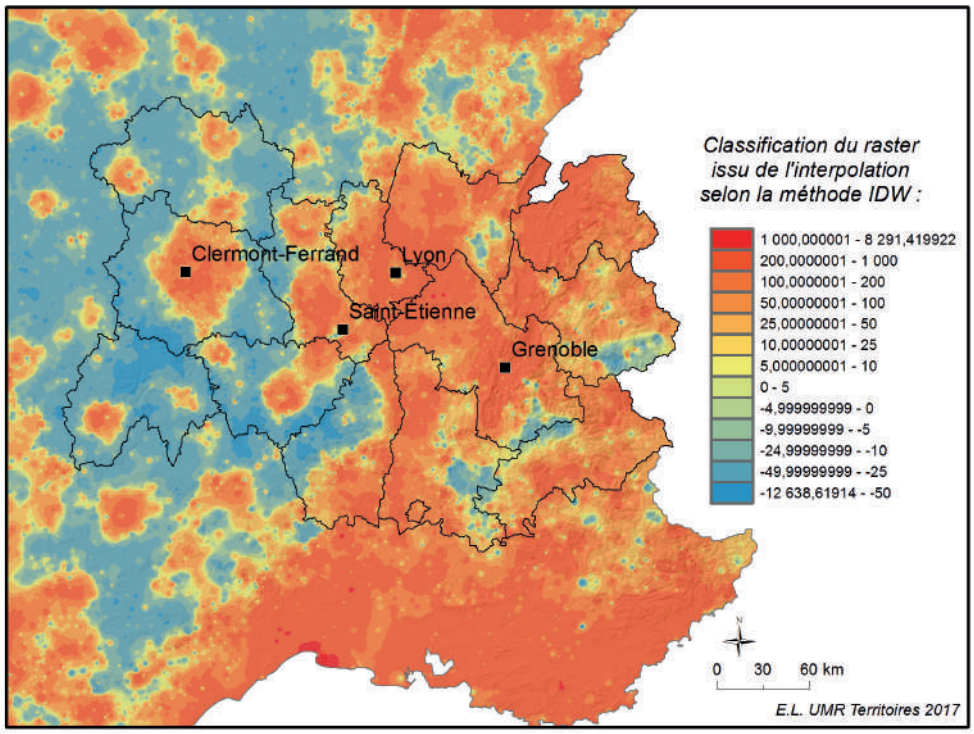
Si l'on reprend le procédé d'interpolation d'un nuage de points pour construire un raster MNT, mais cette fois à partir des données socio-démographiques et au vu des nombreuses méthodes disponibles, on se trouve alors face à une grande variété de nuances dans les résultats (fig. 1a et fig.1b). En fonction du type de variable étudiée et de l'objectif visé, la méthode d'interpolation doit alors être soigneusement choisie, l'idéal étant de comparer plusieurs méthodes et d'évaluer qualitativement (connaissance du terrain, du territoire, démarche experte) et quantitativement (écarts par rapport à des points de contrôle) la qualité des modèles (Langlois, Roussel 2009).

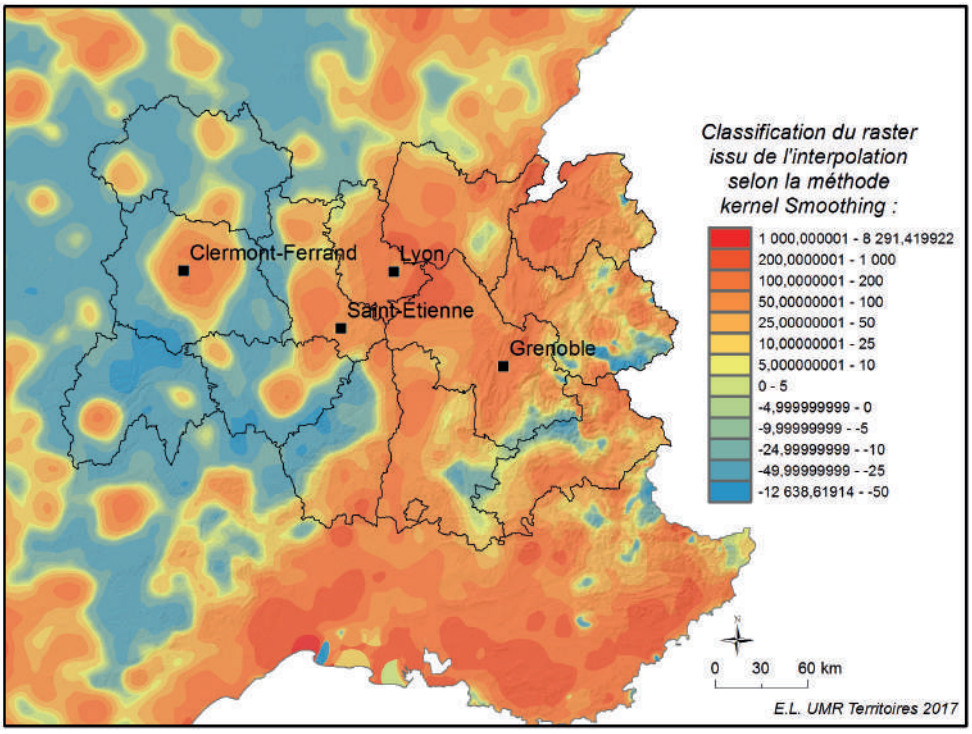
1 Voir *supra*





Figures 1 : Interpolation de la donnée statistique concernant l'évolution de la population entre 1968 et 2013 selon les méthodes Local Polynomial Interpolation (1a) et Pondération par l'inverse de la distance (1b)





Figures 2 : Rasters de résolution 300 dpi issus des interpolations selon la méthode IDW (2a) et Kernel Smoothing (2b) relatives à l'évolution de la population entre 1968 et 2013

Après avoir choisi la méthode d'interpolation, l'étape suivante est l'exportation de la donnée interpolée vers un nouveau raster, une exportation qui sera évidemment très différente selon la méthode choisie (fig. 2a et fig. 2b).

Arrivée l'étape de l'exportation des données, il faut choisir la résolution, c'est-à-dire la taille des pixels, la plus pertinente possible. Si on prend l'exemple de l'interpolation selon la pondération par l'inverse de la distance (IDW), la résolution des pixels influence alors de manière importante l'effet visuel et l'analyse (fig. 3a et fig. 3b).

Pour terminer, la discrétisation statistique, une étape essentielle pour le cartographe dans l'analyse thématique, représente le dernier choix à opérer dans cette succession d'étapes. Cette étape est peut-être le plus important dans le rendu final (fig. 4a et fig. 4b).

On est bien ici dans une succession d'ajustements et de « bricolages » non dévoilés visant à obtenir un résultat dont on connaît les contours en tant que géographe. Entre le choix de la méthode d'interpolation, le niveau de résolution de l'exportation et la discrétisation statistique, les combinaisons s'avèrent nombreuses, offrant une multitude de rendus. Même si nous sommes dans un processus plus élaboré techniquement, on reste bien toutefois dans le domaine de la carte thématique où cette dernière, qui « *vise à représenter un thème particulier de la géographie d'un espace, laisse beaucoup plus de place à l'utilisation d'effets graphiques que la carte topographique et offre ainsi plus de possibilités pour exprimer des propriétés esthétiques.* » (Jegou 2013).

La question de départ est : que souhaitons-nous montrer ? Et pour quel public ? Le géographe est là avec ses éléments de connaissance et de réflexion pour contribuer au meilleur choix à réaliser par rapport à un technicien informaticien qui maîtrise aussi bien, voire mieux, les modèles mathématiques.

L'anamorphose, une autre affaire de curseur

Nous souhaitons évoquer ici la carte par anamorphose dont le facteur de déformation de la carte à partir d'une variable est sous la responsabilité de son auteur, qui peut amplifier ou atténuer à l'envi le phénomène cartographié (fig. 5).

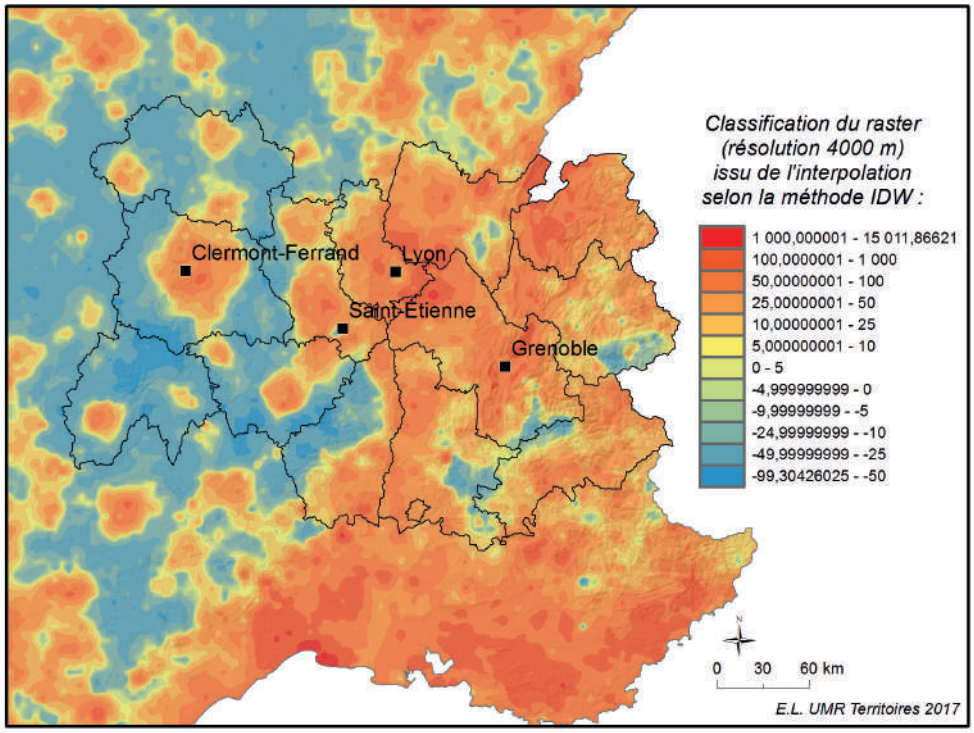
On n'observe pas alors de méthode détournée mais, encore une fois, le choix de forcer la déformation de la carte est totalement empirique (selon l'expérience du chercheur-géomaticien) voire arbitraire (selon des choix personnels orientés). De plus, d'un logiciel à l'autre, la déformation géométrique opérée sur la même variable peut être différente. Deux logiciels libres pratiquant l'anamorphose, *Qgis* avec l'extension *Cartogram* (fig. 6a) et *Scape Toad* (fig. 6b) nous le démontrent. Les polygones que représentent ici les communes de l'Allier montrent une déformation bien différente, même si l'on retrouve la proportionnalité des déformations dans son ensemble, en lien ici avec la population de 2013.

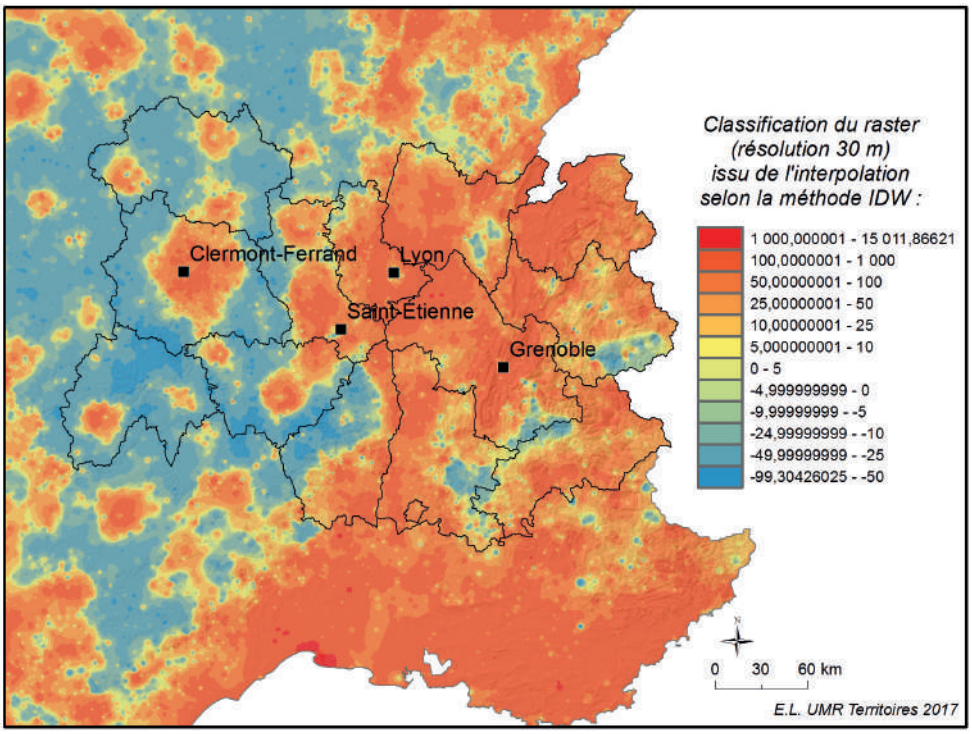
Des cartes à l'épreuve des représentations

Le géographe, aujourd'hui encore formé à tous les codes de sémiologie graphique, reste le premier producteur de cartes. Mais, en épousant la géomatique et parce qu'il a une certaine capacité à décortiquer, analyser et expliquer les dynamiques actuelles des territoires en croisant héritages historiques et mutations socio-économiques qui tendent à s'accélérer, il réinvente ou modernise la cartographie pour mieux faire transparaître les enjeux et les discontinuités territoriales et communiquer auprès d'un large public.

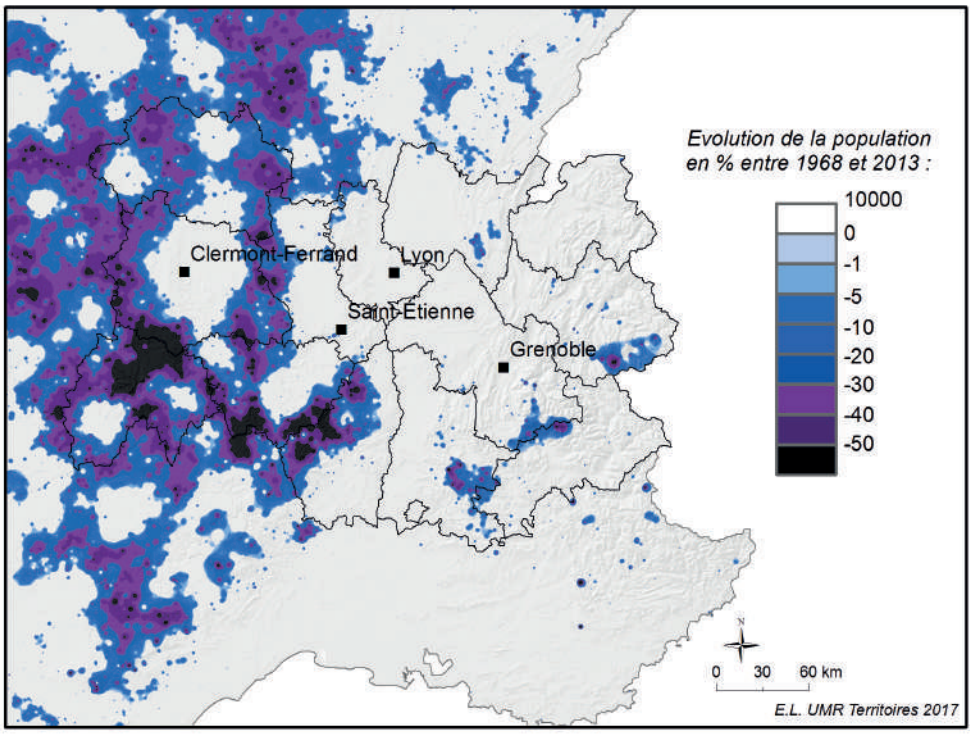
Dans ce contexte, la carte scientifique apparaît à la fois comme un outil de travail et de réflexion visant à répondre aux interrogations, voire aux inquiétudes que suscitent les réformes territoriales en cours (fusion des régions, refonte des intercommunalités, communes nouvelles…). Nous avons ainsi pu répondre à une forte demande de la part des élus et de la société civile de la Région Auvergne, puis de la nouvelle Région Auvergne-Rhône-Alpes, en particulier dans le cadre de demandes des acteurs économiques, des élus régionaux ou de différentes commissions du Conseil Economique, Social et Environnemental où s'exprime la société civile organisée. Nous avons alors cherché à décrypter les enjeux associés au phénomène de métropolisation[2] et aux perspectives de développement des villes intermédiaires et des territoires ruraux. Cette nouvelle et vaste collectivité territoriale[3] pose la question du maintien d'une proximité entre les citoyens et les pôles de commandement et de services (place des villes moyennes et des métropoles). Alors que la Région Rhône-Alpes était attractive, jeune, avec un dense maillage urbain, l'Auvergne ajoute un dynamisme démographique et économique limité au seul bassin clermontois et au

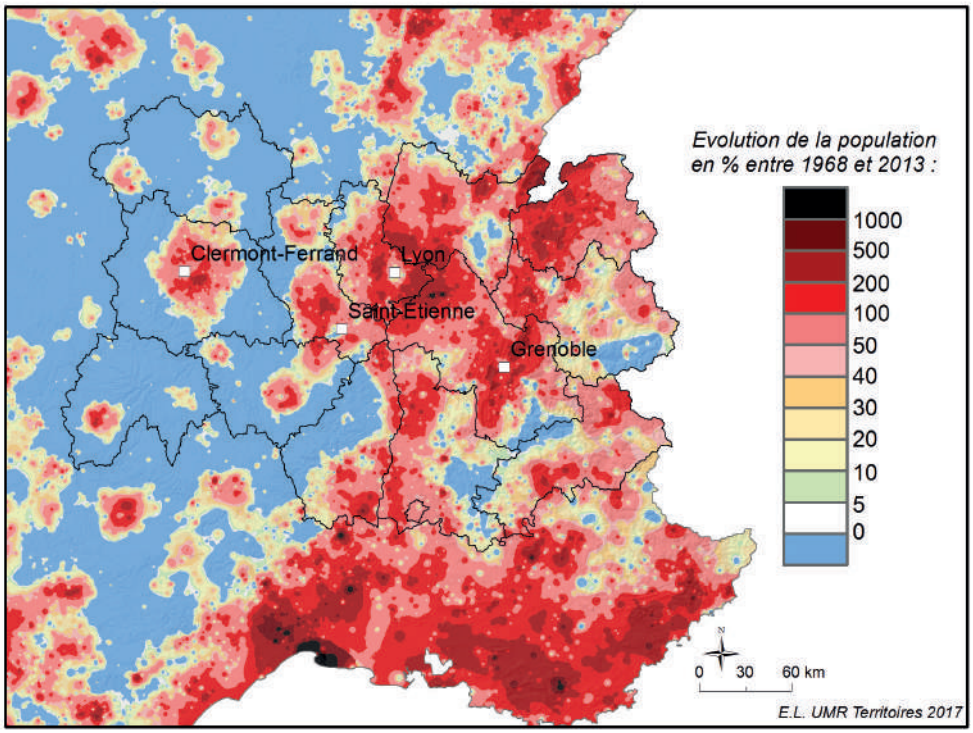
2 La nouvelle Région comprend plusieurs métropoles de taille inégale avec Lyon, Grenoble, Saint-Etienne, voire Clermont-Ferrand, et le bassin genevois.
3 Près de 70 000 km2, 12 départements et 7 700 000 habitants.





Figures 3 : Rasters de résolutions 4000 dpi (3a) et 30 dpi (3b) issus de l'interpolation IDW relative à l'évolution de la population entre 1968 et 2013





Figures 4a/4b : Classification manuelle du raster de résolution 30 dpi issu de l'interpolation IDW relative à l'évolution en pourcentage de la population entre 1968 et 2013

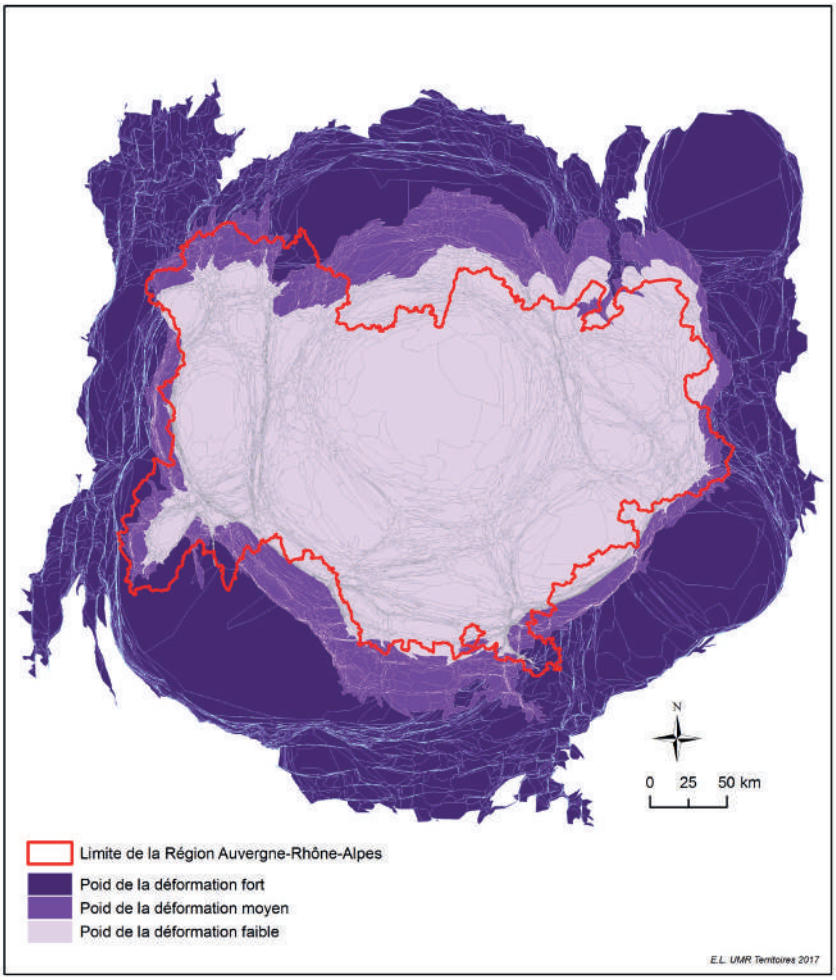
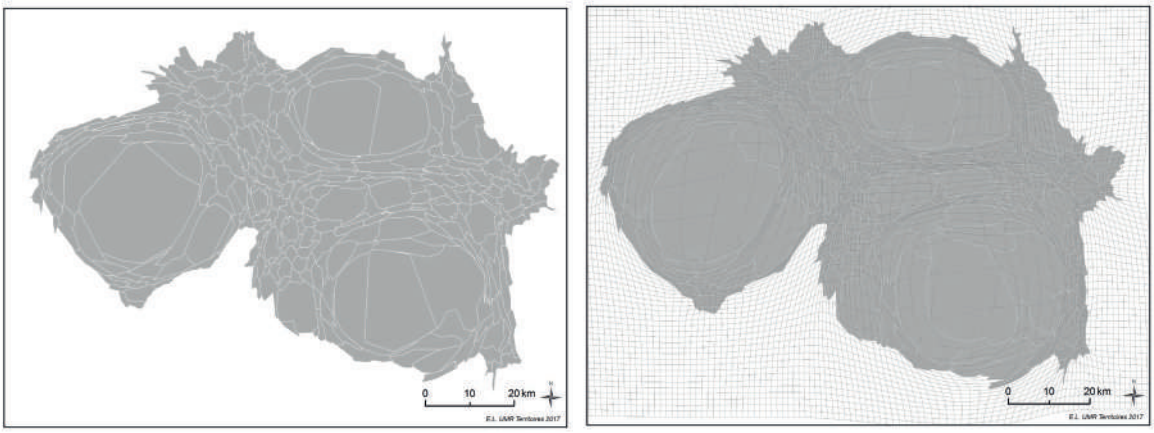


Figure 5 : Différents degrés de déformation de la région Auvergne Rhône Alpes selon le critère de population en 2013



Figures 6 : Anamorphose du département de l'Allier opérée avec Qgis (6a) et Scape Toad (6b)

Val d'Allier. Quelles peuvent être alors les formes de polarisation développées à partir des fonctions tertiaires supérieures dans le cadre de la nouvelle Région ? Peut-on s'attendre à un renforcement de la métropole lyonnaise au détriment des autres pôles métropolitains ? L'espace rural risque-t-il d'être « siphonné » par les territoires les plus compétitifs ? Les questions sont essentielles pour le chercheur, l'aménageur ou le décideur.

Plusieurs cartes, dont la « fabrication » a été dévoilée précédemment, permettent, à travers des indicateurs statistiques très classiques (évolution de la population et du solde migratoire, de l'emploi au lieu de travail, de la création d'entreprises…) croisés avec les isochrones (courbes du temps d'accès à partir d'un point) centrés sur les trois aires métropolitaines de Clermont, Lyon et Grenoble, de mieux comprendre ce phénomène de métropolisation et de réaliser, au final, un état des lieux des dynamiques actuelles. On soulignera notamment que les représentants du monde économique et les élus des deux anciennes régions ont pu mieux saisir, à partir de telles cartes, l'évident processus de métropolisation et ses effets d'entraînement (gains de populations et d'emplois à plus de 60 minutes, voire plus d'une heure trente des pôles métropolitains…), mais aussi les fragilités des villes petites et moyennes (singulièrement en Auvergne) et les risques de « décrochage » de certaines zones plus éloignées et mal reliées (nombreuses en Auvergne, mais aussi dans certaines périphéries sud et est de Rhône-Alpes). Les élus ont ainsi pu prendre conscience de l'intérêt de maintenir des politiques de péréquation au sein de la nouvelle Région (surtout à l'échelle de bassins de vie, souvent ruraux et polarisés par une petite ville) et de soutenir le développement de pôles de services[4] et notamment des métropoles. Les cartes confirment alors que la métropole clermontoise peut équilibrer le réseau urbain de la nouvelle Région vers l'ouest, parallèlement à l'émergence d'un pôle genevois, centré lui sur la partie orientale du territoire.

La figure 7 montre clairement un effet de métropolisation associé à une croissance significative de la population et de l'emploi entre 1999 et 2011 autour des trois grandes aires urbaines régionales, même si d'autres processus peuvent être individualisés (effet « vallée du Rhône » associé au dynamisme du grand axe de communication rhodanien, zones touchées par les difficultés économiques et l'inégale reconversion industrielle à l'image du bassin stéphanois…).

Cet effet de métropolisation trouve ses limites dans la distance-temps par rapport au cœur de ces grandes villes et la fluidité des échanges, mais aussi dans les héritages économiques locaux et la capacité d'adaptation/innovation des territoires considérés. La différence de taille de la métropole conduit aussi à un plus ou moins grand effet de « tache d'huile ». Ainsi, en matière de dynamiques démographiques (fig. 7), la capacité d'entraînement de Lyon dépasse l'isochrone des 90 minutes alors que celle de Clermont est plutôt limitée à la courbe des 60 minutes.

Dans le domaine de l'emploi (fig. 8), les distances-temps motrices sont plus réduites (1 h pour Lyon ou Grenoble, mais guère plus de 30 minutes pour Clermont) mais, même si l'auréole est un peu plus modeste, il ne fait guère de doute que Clermont joue également un rôle de locomotive à l'échelle de l'Auvergne et notamment de l'axe du Val d'Allier. Le rayonnement direct de Lyon est quant à lui limité et circonscrit à l'est de la Haute-Loire, voire aux marges orientales du Puy-de-Dôme, se heurtant alors très vite à l'éloignement géographique et à la barrière des Bois Noirs et des monts du Forez. On voit bien alors que le pôle métropolitain clermontois peut construire un scénario d'évolution visant à conforter les interactions avec Lyon tout en préservant son autonomie relative, par exemple pour son offre de services supérieurs.

À l'échelle de l'Auvergne, il est aussi essentiel de constater le rôle décisif des villes intermédiaires qui sont à l'origine de petites auréoles d'attractivité, y compris pour l'emploi. Sans soutien à ces villes petites et moyennes, on voit que seul le Val d'Allier bénéficierait d'une dynamique de métropolisation positive.

En matière de solde migratoire (fig. 9), le cœur des agglomérations est souvent répulsif tandis que les aires périurbaines bénéficient de nombreuses arrivées jusqu'à une heure de temps de trajet domicile-travail, ou davantage. Les campagnes en déficit migratoire sont alors circonscrites à certaines zones périphériques, de confins, notamment dans la montagne auvergnate, mais aussi, de façon plus surprenante dans la partie orientale de Rhône-Alpes (haute vallée de l'Arve, massif du Mont-Blanc, Maurienne, Vanoise…).

Au total, ces cartes combinées soulignent à la fois le rôle clé des métropoles et la grande sensibilité de l'Auvergne rurale et de ses villes secondaires, un processus associé à de forts enjeux d'attractivité et d'aménagement du futur territoire régional à l'échelle globale et à celle des villes moyennes et des campagnes en particulier.

4 Villes dont la position géographique optimale peut être appréciée par les cartes isochrones afin de limiter les futurs déplacements des citoyens.

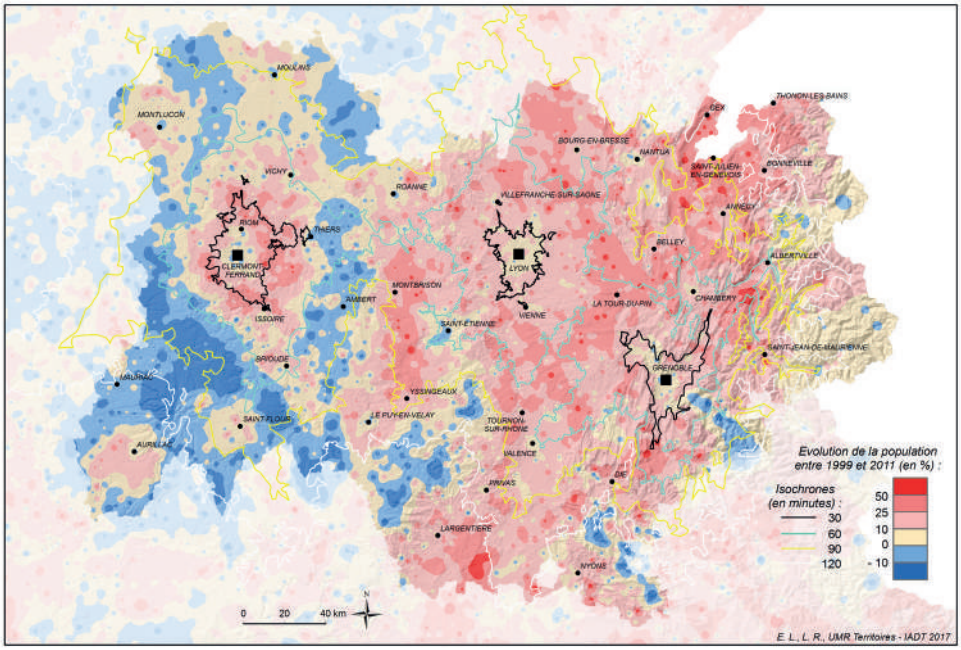


Figure 7 - Evolution de la population entre 1999 et 2011 en Auvergne-Rhône-Alpes et isochrones en voiture en direction de Lyon, Clermont-Ferrand et Grenoble

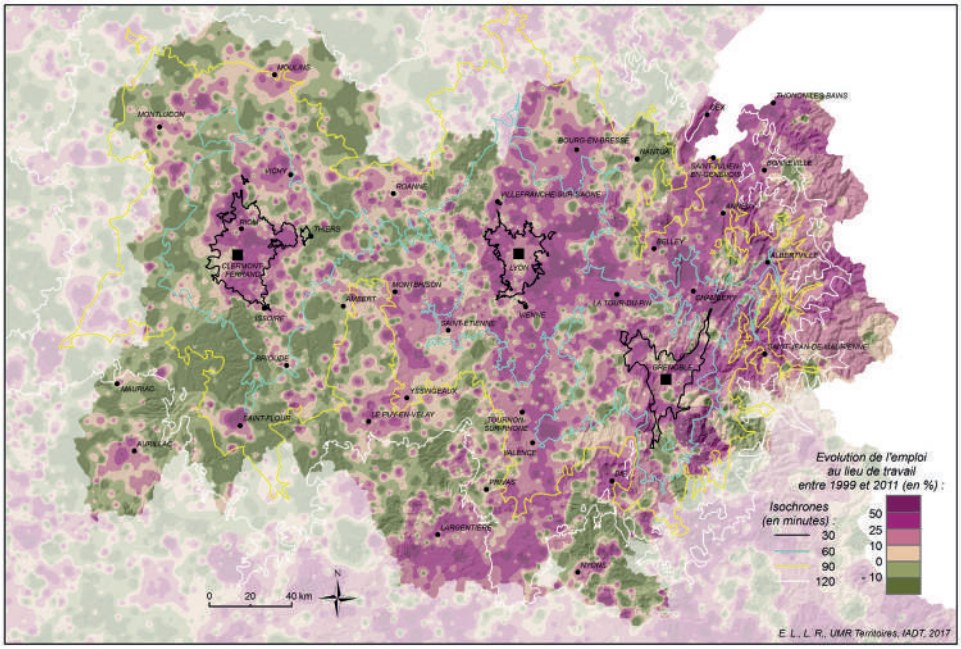


Figure 8 : Evolution de l'emploi au lieu de travail entre 1999 et 2011 en Auvergne Rhône-Alpes et isochrones en voiture vers Lyon, Clermont-Ferrand et Grenoble

Une dernière illustration cartographique viendra de l'utilisation du procédé de l'anamorphose pour présenter, volontairement, la nouvelle région en mettant l'accent sur le grand déséquilibre que l'on constate entre l'Auvergne d'une part et Rhône-Alpes de l'autre. Si cette technique d'anamorphose qui se cache derrière la méthode originale évoquée plus haut est difficile à automatiser, le principe de la représentation est finalement assez simple. Il s'agit alors de déformer les territoires cartographiés pour que leur aire ne reflète plus la réalité géographique mais une variable statistique particulière, ici la population. Sur la carte 10 qui a été transformée en fonction de la population de 2014, les communes de Lyon, Clermont-Ferrand, Grenoble ou encore Saint-Etienne ont ainsi été grossies, tandis que les communes rurales ont été réduites à hauteur de leur poids démographique. On a ensuite colorié selon la méthode classique de l'analyse thématique les communes en fonction du nombre de critères de fragilité issus de 12 données facilement mobilisables et fiables (Rieutort, Langlois et Bonnard 2017). Hormis Clermont-Ferrand et ses environs, se dessine alors une ancienne région Auvergne étriquée et assombrie par la présence de nombre de ces communes fragiles. L'effet visuel est sans appel, par rapport à une région Rhône-Alpes nettement plus dynamique, même si les espaces fragiles n'y sont pas absents (Sud Drôme notamment).

Si de telles représentations peuvent amener le chercheur à se poser des questions et à rechercher des corrélations statistiques entre les phénomènes constatés, ce genre de carte améliore aussi la prise de conscience chez les décideurs et les aménageurs. Nous l'avons constaté alors que la Région Auvergne-Rhône-Alpes prépare son Schéma Régional d›Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET). En outre, l'anamorphose simplifie la lecture de la carte en faisant ressortir la corrélation entre deux phénomènes, ici la fragilité territoriale et le volume de population. La lecture visuelle et très graphique du document permet alors de dégager rapidement quelques lignes de force autour des enjeux de fracture territoriale, ce qui conduit d'ailleurs le CESER régional à motiver ainsi son avis sur le SRADDET le 11 juillet 2017:

> *« La carte […] en anamorphose des critères de fragilité (combinant des données de population, d'emploi, de revenu, de logement, d'accès aux services) est encore plus spectaculaire. Elle déforme l'espace en donnant à chaque commune une surface proportionnelle à sa population. Outre l'opposition entre l'ouest et l'est de la Région, la déformation en anamorphose révèle les risques de marginalisation des zones fragiles (zones en dégradé de bleu), qui sont souvent de faible ou très faible densité, ce qui accroît encore les risques de fracture territoriale. De nombreux facteurs peuvent encore aggraver les fractures territoriales et sociales : accès au très haut débit numérique, manque de coopération entre acteurs, lenteur et retards des investissements dans les réseaux de transport, connexions insuffisantes entre système de formation et PME… Pour le CESER, le SRADDET, outil au service d'une prospective à l'horizon 2030 en Auvergne-Rhône-Alpes, doit dégager une dynamique pour :*
>
> *- Valoriser les points forts,*
>
> *- Réduire les fragilités,*
>
> *- Développer les synergies entre les deux ex-régions ».*

Pour autant, si ces méthodes peuvent faciliter la prise de décision des destinataires/commanditaires des réalisations, il existe aussi un risque de manipulation dans l'observation, l'analyse voire l'interprétation. En termes d'observation, on peut s'interroger sur le poids relatif de chaque variable ou sur l'amplification de certains phénomènes perçus. En termes d'analyse, d'autres cadres d'évaluation des processus socio-économiques ou des politiques publiques peuvent être nécessaires avant toute prise de décision. En termes d'interprétation enfin, la prudence s'impose quant à la signification causale d'associations observées ou à la difficulté d'attribuer un quelconque effet à une seule politique publique quand on sait que de multiples actions intersectorielles façonnent un territoire au fil du temps.

Conclusion

Quelles que soient les méthodes d'analyses utilisées, plus ou moins orientées par l'auteur, le cartographe dispose finalement d'une grande et lourde responsabilité dans le rendu final de ses travaux à travers les cartes qu'il peut produire. Le monde de la géomatique lui offre une palette grandissante d'outils qui a considérablement augmenté son pouvoir de rendu technique, mais aussi - et surtout - sa capacité à jouer sur l'esthétique. Derrière cette dimension esthétique qui a changé de nature, en étant fondée sur des visuels de plus en plus recherchés et expressifs, voire percutants, la part de l'artistique et du « bricolage » fondé sur l'empirique a donc fortement progressé. Pour autant, si de tels procédés peuvent influer sur la compréhension des phénomènes voire améliorer la prise de décision des destinataires, les risques d'une manipulation de l'information existent. Ils doivent être limités par une interprétation scientifique rigoureuse.

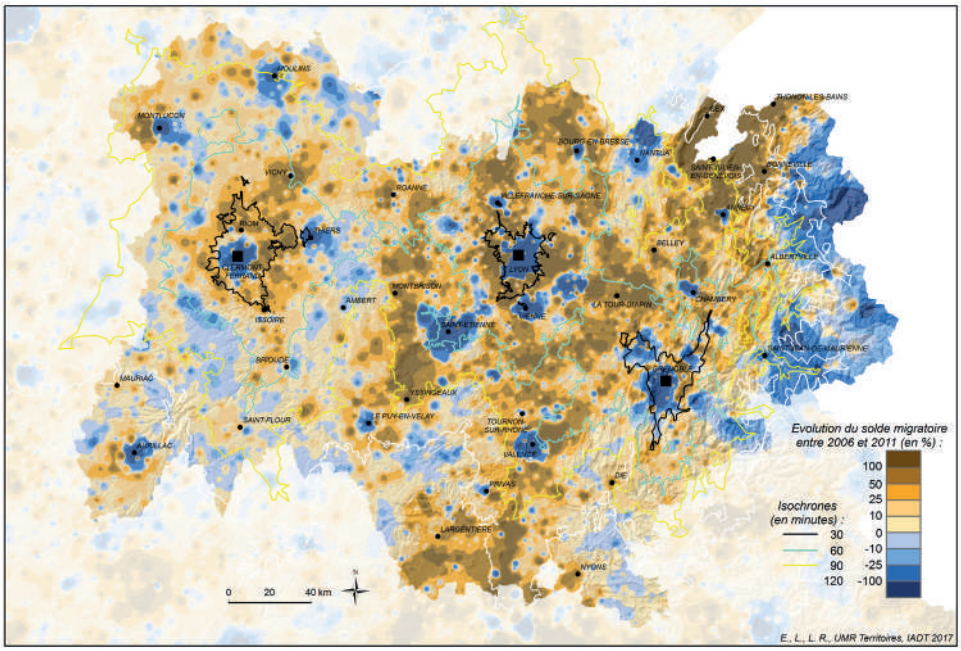


Figure 9 : Evolution du solde migratoire entre 2006 et 2011 en Auvergne-Rhône-Alpes et isochrones en voiture vers Lyon, Clermont-Ferrand et Grenoble

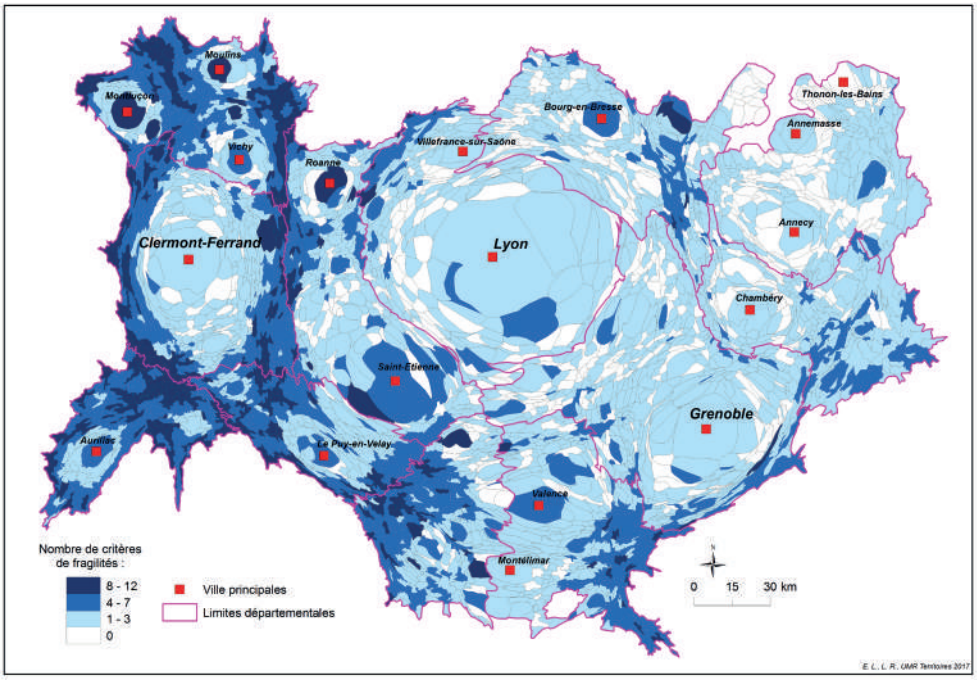


Figure 10 : Fragilité territoriale et anamorphose sur la population en 2014

Bibliographie

CESER Auvergne-Rhône-Alpes, 2017, *Le schéma d'aménagement Auvergne-Rhône-Alpes : ambitions et défis*, *Contribution n°2017-12 du 11 juillet 2017*, Lyon, CESER, 62 p.

De Koninck R., 2008, *Profession Géographe*. , Montréal, Presses de l'Université de Montréal. Coll. Profession 74 pages

Harley, B., 1995, *Le pouvoir des cartes : Brian Harley et la cartographie*, textes éd. par Peter Gould et Antoine Bailly, Paris, Anthropos 120 p.

Jégou L., 2013, Vers une nouvelle prise en compte de l'esthétique dans la composition de la carte thématique : proposition de méthodes et d'outils. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, 455 pages

Langlois E., Roussel E., 2009, « Tutorial Surfer 8 : création de MNT et interpolation de données issues d'Arcgis ». Clermont-Ferrand, Maison des Sciences de l'Homme, document interne non publié, 13 pages.

Rieutort L., Langlois E., Bonnard L., 2017, « Les espaces « fragiles » en France : des trajectoires complexes » dans Roth H. (dir) *Espaces fragiles. Construction scientifique, dynamiques territoriales et action publique*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, collection Territoires 1, p. 33-73.