

L'ANIMATION CARTOGRAPHIQUE POUR LA REPRÉSENTATION DE TRAJECTOIRES

Propositions et perspectives

par Loïc Ravenel

Laboratoire ThéMA UMR 6049 CNRS-Université de Franche-Comté
32 rue Mégevand 25030 Besançon Cedex
Courriel : loic.ravenel@univ-fcomte.fr

Armelle Couillet

Laboratoire ThéMA UMR 6049 CNRS-Université de Franche-Comté
32 rue Mégevand 25030 Besançon Cedex
Courriel : armelle.kaufmant-couillet@univ-fcomte.fr

et Raffaele Poli

Institut des sciences du sport
Bâtiment Vidy CH-1015 Lausanne
Courriel : raffaele.poli@unil.ch

Les outils multimédia, maintenant disponibles sur l'ensemble des systèmes d'exploitation informatique, autorisent la communauté des cartographes et des géographes à réaliser des expériences de cartographie animée. Les flux, qui intrinsèquement mettent en œuvre la notion d'espace-temps, constituent un défi de représentation et l'animation semble bien apporter des solutions en permettant l'intégration de la dimension temporelle. Au-delà, c'est l'évolution des NTIC (nouvelles technologies de l'information et de la communication) en général, qui ouvre de formidables champs d'expérimentation.

Dans de nombreuses thématiques, la cartographie animée est entrevue aujourd'hui comme l'une des solutions pour représenter l'information et mieux comprendre les phénomènes étudiés. Poussée par l'émergence rapide de nouvelles solutions techniques et par un potentiel encore peu exploré, cette cartographie fait l'objet de recherches qui s'expriment tant d'un point de vue conceptuel et théorique (Peterson 1995 ; Lobben 2003 ; Chelyan 2007 ; Cauvin *et alii* 2008 ; Kaddouri 2008) qu'envers des applications pratiques (Peterson 2005 ; Poli 2007 ; Charleux et Chardonnel 2009 ; Peterson et Wendel 2006). Il existe ainsi une grande effervescence autour

d'un mode de représentation qui, s'il n'est pas nouveau, acquiert désormais une capacité de mise en œuvre inconnue jusqu'ici. L'existence de plusieurs projets de recherches dans la cartographie française (CARTACTIVE, GCART, CARTOMOUV'...) traduit cet engouement au moment où se multiplient les réalisations du *webmapping*. Cependant, beaucoup de travaux gardent encore une conception de l'animation réductrice en ne proposant qu'une succession de cartes à différentes étapes temporelles. L'animation reprend le principe du cinéma avec un affichage de documents statiques dont le défilement assure la dynamique¹. Elle est un changement d'état qui s'ap-

¹ R. Roncarelli donne d'ailleurs une définition très proche de l'animation en référence au procédé cinématographique : « L'animation peut-être définie comme un procédé de création d'une illusion de mouvement ou de changement grâce à l'affichage rapide d'une succession d'images comme dans un film ou une vidéo », cité par Cauvin et alii 2008, p. 54.

plique au temps, aux variables ou au fond de carte, mais sans réellement prendre en compte les interrelations entre ces trois composantes.

Dans cet article, nous nous intéressons donc plus spécifiquement à ce croisement défini par A. Lobben comme une « *Process Animation* » dans laquelle ces trois composantes deviennent dynamiques et agissent en interaction (Lobben 2003). Ce processus a été implémenté dans le cadre d'une recherche sur la migration des joueurs de football, à la fois pour sa force pédagogique, mais aussi afin d'être en accord avec l'approche circulatoire, au centre de notre problématique. Il s'agit de représenter dans sa totalité un phénomène complexe que la cartographie statique n'exploite pas entièrement. L'animation a donc été développée pour l'analyse des trajectoires individuelles et complète en cela les cartographies classiques de stocks et de flux.

L'article s'articule en trois parties. Dans la première, nous revenons rapidement sur le contexte de recherche de l'Observatoire des footballeurs professionnels. Avec une base de données spatio-temporelle de près de 20 000 joueurs, cet observatoire rend possible l'étude précise des trajectoires de carrières de ces migrants hautement qualifiés. Dans une seconde partie, nous analyserons l'intérêt, mais aussi les limites de la cartographie statique de ces trajectoires avant d'exposer, dans une troisième partie, la formalisation dynamique choisie. Elle utilise les bases de la sémiologie graphique, mais ces dernières sont adaptées au caractère résolument dynamique de l'application. Enfin, dans une conclusion, nous présentons les perspectives engagées à partir de ces travaux.

1 L'Observatoire des footballeurs professionnels²

1.1 Une structure de recherche originale

Le PFPO peut être défini comme un groupe de recherche articulé autour de deux institutions que sont le Centre international d'étude du sport (Neuchâtel, Suisse) et le laboratoire ThéMA (Université de Franche-Comté). Le PFPO gère une base de données sur l'ensemble des joueurs de football évoluant dans les clubs professionnels européens et utilise cette information pour la réalisation d'études et de prestations. Ses principaux part-

naires sont les institutions sportives internationales (FIFA, UEFA...), les clubs professionnels, les médias. Le PFPO participe à la fois à la constitution d'une information pertinente et originale sur le marché des joueurs de football et assure sa diffusion par l'intermédiaire de différents canaux de communications.

Le PFPO est un observatoire : défini comme un ensemble d'indicateurs stables et comparables dans le temps et l'espace, ce concept rend possible le suivi de l'évolution du marché des footballeurs. La base de données gère une information spatio-temporelle sur les joueurs évoluant dans les cinq championnats majeurs européens (Angleterre, Allemagne, Espagne, France et Italie). Chaque joueur est recensé selon l'intégralité de son parcours en tant que professionnel, depuis ses clubs de formation jusqu'à son employeur actuel. Il est donc possible de suivre dans le temps et l'espace la trajectoire des individus et de produire différents types d'indicateurs concernant la démographie, la formation, le recrutement international ou la mobilité. L'information du PFPO est disponible sur un site internet (www.eurofootplayers.org), dans les publications annuelles³ et dans divers articles réalisés par les chercheurs impliqués dans ce projet (par exemple : Poli et Ravenel 2005 ; Poli, Besson et Ravenel 2010).

1.2 Une population migrante hautement qualifiée

Au-delà des aspects techniques et institutionnels, le PFPO s'inscrit dans le cadre d'une recherche débutée sur les migrations des footballeurs africains en Europe (Poli 2008). En observant cette population migrante, nous nous sommes heurtés au manque de références chiffrées pour comparer, évaluer, comprendre sa mobilité spécifique. Si les statistiques sur le football et les joueurs étaient nombreuses, aucune ne s'intéressait d'une manière scientifique aux questionnements posés par la recherche sur les populations migrantes : la validité du concept de division internationale du travail ; l'existence, la forme et la dynamique des réseaux migratoires ; le questionnement plus général sur la globalisation du sport, etc. Le champ de recherche ouvrait de nouvelles perspectives pour appréhender la mondialisation et comprendre les mécanismes qui la sous-tendent.

Cette interrogation scientifique rejoignait aussi des enjeux de régulation. Depuis 1995, suite à une plainte déposée par le footballeur belge Jean-Marc

2 Dans ce texte, nous utiliserons l'acronyme anglais PFPO (Professional Football Players Observatory).

3 *L'Annual Review of the European Football Player's Market* est publié au mois de septembre depuis 2006. Cette publication propose un bilan de la saison pour les clubs du « big five » autour des quatre thématiques principales ; la *Demographic Study of Football Players in Europe* analyse depuis janvier 2009 un marché plus vaste de trente-six ligues européennes.

Bosman, la Cour de justice des Communautés européennes avait décrété la libre circulation pour les sportifs communautaires dans les pays faisant alors partie de l'Union européenne. Par l'arrêt « Bosman » (puis « Malaja » et « Kolpak »), les quotas limitant jusque-là la présence de joueurs possédant le passeport d'un pays membre de l'Union dans les clubs européens avaient été abolis, jetant ainsi les bases d'un accroissement des flux internationaux. Face à ces multiples changements détruisant les bases sur lesquelles la régulation internationale avait été construite, de nombreuses interrogations surgissaient face à l'ampleur des changements intervenus depuis 1995. Se posaient notamment les problématiques concernant l'internationalisation des effectifs, la protection de la formation des joueurs, la préservation des sélections nationales et, plus généralement, la place d'une spécificité sportive dans la régulation européenne et mondiale. Depuis dix ans, le marché des sportifs professionnels avait été dérégulé et l'on s'interrogeait sur les conséquences et les mesures susceptibles d'en limiter les effets.

Pour cette raison, les principaux partenaires du PFPO appartiennent désormais à la sphère institutionnelle qui recherche l'information produite et l'expertise associée afin d'orienter les décisions concernant la régulation de ce marché aux répercussions économiques, mais surtout symboliques importantes.

2 Des migrations à l'approche circulaire

Parmi les choix de représentation disponibles, la cartographie tient une place importante. Le site du PFPO dispose d'un module interactif permettant à l'utilisateur de spatialiser et d'identifier les joueurs expatriés en Europe⁴. La carte propose une lecture originale et pertinente d'une information qui est rarement traitée sur le plan géographique. Entre les fédérations de naissance ou d'origine, les clubs de formation ou de travail, la mise en relation des différents espaces est permanente et constitue un élément du système des transferts. Utilisée par un public de non-géographes, la carte joue aussi un rôle pédagogique fort, présente clairement les enjeux spatiaux et assure la spécificité du PFPO dans un domaine très concurrentiel. Néanmoins, la cartographie se heurte au type de représentation. Si un certain nombre de choix conceptuels et sémiologiques sont habituellement utilisés, ils restent limités car ils n'exploitent pas toutes les possibilités d'une base de données spatio-temporelles.

2.1 Une cartographie des stocks

La première représentation est une cartographie des stocks (fig. 1). Les joueurs sont cartographiés selon leur pays d'origine, c'est-à-dire en fonction du lieu où ils ont appris à jouer au football. La migration est perçue à travers l'origine, la destination étant l'un des cinq championnats analysés. Le lecteur perçoit aisément les grandes zones de « production » que sont l'Europe, l'Amérique latine ou bien l'Afrique de l'Ouest. Il est possible de segmenter l'information selon le championnat de destination et voir apparaître des spécialisations géographiques, comme le recrutement préférentiel des clubs français en Afrique. Néanmoins, la carte ne possède aucune dynamique, reste figée dans l'inscription spatiale des stocks. Les flux reliant les espaces entre eux n'apparaissent pas.

2.2 Une cartographie origine et destination

La cartographie des stocks peut être complétée par l'ajout de la destination. La migration est alors représentée par une relation entre deux lieux. La sémiologie indique l'idée de flux, mais se heurte rapidement à une limite visuelle en raison de la superposition des flèches. Il faut alors réduire les lieux de destination, ce qui rend la carte des stocks tout aussi efficace. Selon le même procédé cartographique, nous pouvons représenter une synthèse des étapes (fig. 2).

Une agrégation de joueurs est ici réalisée à partir de tous les transferts observés pendant une période donnée. Dans cet exemple, des liens forts se tissent avec l'Angleterre qui apparaît comme le moteur des migrations entre les grands championnats européens. Néanmoins, la trajectoire du joueur est réduite, dans le premier cas, à une origine et une destination, sans qu'apparaissent les étapes intermédiaires. Un joueur brésilien, évoluant dans le championnat français, a pu passer d'abord plusieurs saisons au Portugal. Dans le deuxième cas, la synthèse des flux observés entre des lieux fait disparaître la dimension spatio-temporelle de la trajectoire.

2.3 Une cartographie des trajectoires

Malgré les critiques émises, les cartes précédentes remplissent leurs objectifs. Elles décrivent le phénomène étudié par la géographie des zones de production et l'organisation des principaux flux. De par leur caractère agrégé, elles envisagent le marché des joueurs d'un point de vue structurel pertinent,

4 <http://carto-pfpo.iad-informatique.com/modules/carto/map.php?&lg=en>

mais aussi limité. En effet, elles ne rendent pas visibles la dimension circulatoire de l'approche migratoire, pourtant essentielle dans l'appréhension du marché des footballeurs. Ce contexte théorique considère que le migrant n'est pas seulement décrit par une origine et une destination, mais aussi par un déplacement avec des étapes de durée variables. Le mouvement s'organise selon des itinéraires dans lesquels les migrants se déplacent, circulent (Arab 2008). Cette circulation se recompose très rapidement en fonction des opportunités, des réglementations et des relations qui s'établissent entre les acteurs. Dans le football, le rôle des agents est ainsi particulièrement révélateur de la mise en circulation des individus, parfois contre leur gré (Poli 2010).

D'un point de vue cartographique, la prise en compte de la circulation nous oblige à percevoir l'ensemble de la trajectoire d'un joueur avec son lieu de formation, de travail ainsi que toutes les étapes intermédiaires qui l'ont conduit de son origine vers sa destination. Cet objectif peut être réalisé selon un niveau agrégé ou individuel. L'agrégation d'individus facilite le repérage d'une organisation de la migration, à condition de définir une sélection pertinente des populations sous une même problématique, comme celle des joueurs africains rejoignant l'Angleterre (fig. 3).

Chacune des trajectoires est matérialisée par une origine (un pays africain) et une destination finale (l'Angleterre) avec la mise en relation des pays de transition. On remarque ainsi facilement le rôle que joue la France comme pays relais pour atteindre l'Angleterre (Poli 2007). La trajectoire individuelle est complémentaire car elle identifie le parcours précis des joueurs (fig. 4). Outre les lieux d'origine et de destination, cette trajectoire décrit les étapes, leur durée, soit la circulation de l'individu durant l'ensemble du parcours étudié. Néanmoins, une telle représentation individuelle atteint rapidement ses limites car elle peut aboutir à une superposition de l'information qui rend illisible le document. Si l'une des solutions consiste à réaliser une collection de cartes (avec autant de cartes que de trajectoires), la dimension temporelle, pourtant essentielle, n'y est pas, ou peu, considérée. De plus ce mode de représentation perd de sa lisibilité lorsque les parcours se complexifient.

À partir de ce constat, appuyé par la réalisation de documents n'assumant pas toute la problématique du phénomène concerné, la cartographie animée des trajectoires individuelles nous apparaît comme une solution. Ce choix ne remplace pas la

démarche synthétique entreprise jusque-là, mais la complète par un mode de visualisation que nous détaillons désormais.

3 La représentation des trajectoires par l'animation

Alors qu'une représentation statique rend difficile l'appréhension du temps, à moins de surcharger la cartographie d'indications à lire, l'animation la facilite car elle permet de limiter le nombre de signes et d'influer directement sur la perception du lecteur pour aboutir à une compréhension correcte du phénomène. Nous proposons, dans cette troisième partie, plusieurs pistes pour adapter la sémiologie graphique communément utilisée sur des supports statiques (Josselin et Fabricant 2003 ; Kaddouri 2008). Pour cela, nous utiliserons des exemples de phases d'animations (<http://thema.univ-fcomte.fr/L-animation-cartographique>) ainsi que deux applications complètes concernant les migrations des footballeurs africains et brésiliens évoluant en Angleterre (<http://thema.univ-fcomte.fr/Essais-de-cartographie-animee>)⁵.

3.1 La représentation du déplacement

Un déplacement est un mouvement qui fait passer un individu ou un objet d'un endroit à un autre (Klein et Cauvin 2009). Un trajet peut être constitué de plusieurs déplacements ponctués d'étapes intermédiaires, de retours en arrière, de zones de transit et de rebonds plus ou moins longs (Arab 2008). Sur des cartes statiques, l'origine, la destination et les étapes intermédiaires sont reliées par un segment dont une flèche placée à l'une des extrémités informe sur le sens. L'animation supprime l'usage de la flèche puisque la ligne qui figure le déplacement se déroule sous les yeux du lecteur (fig. 5). L'œil suit l'extrémité du trait en mouvement et l'observateur reçoit instantanément les informations de direction et de sens.

L'animation renforce la perception de la réalité car l'individu se déplace entre deux lieux comme il est censé le faire d'un point de vue théorique. L'observateur constate une adéquation entre ce qu'il voit sur la carte et le phénomène représenté. Néanmoins, cette « réalité » n'est qu'une modélisation car, dans le cas des joueurs de football, le déplacement n'est pas réel : le trait indique un changement de club dans la carrière du footballeur et non l'exacte reproduction du voyage entre ces deux lieux. En terme plus clair, quand Claudio Caçapa est transféré de l'Atletico Mineiro (Brésil) à l'Olympique lyonnais (fig. 5), nous ne savons pas exactement si le voyage a été direct ou si d'autres étapes intermédiaires se

5 Ces exemples sont consultables aux adresses indiquées.

sont déroulées pendant cette période (transit, vacances, ...).

Cette représentation est particulièrement efficace pour appréhender les allers et retours entre deux espaces (Fabrikant 2009). Devenant rapidement illisible dans le cadre d'une cartographie statique, ce phénomène important traduit une forte connexion qui se révèle par la fréquence des mouvements. Ainsi, dans le cas des footballeurs sud-américains, ces trajectoires alternantes entre l'Amérique du Sud et l'Europe sont constitutives de leur type de circulation (Ravenel Besson Poli 2009). Le déplacement d'un individu peut être également signifié sans faire apparaître de ligne (Caquart 2001). Cette méthode est sans conteste très efficace dès que la carte doit montrer des mouvements sur un itinéraire fixé à l'avance : un figuré ponctuel évolue le long d'une ligne. Elle l'est moins quand les tracés possibles sont démultipliés comme dans le cas des réseaux de migration.

3.2 Les étapes et leur durée

Dans une approche circulatoire, les étapes doivent être traitées de façon prioritaire dans la représentation cartographique. Les clubs dans lesquels évoluent les joueurs sont des étapes de leur carrière et ils y exercent leur activité professionnelle avec plus ou moins de succès. Ils sont des lieux d'acquisition d'expériences professionnelles et personnelles, des lieux de contact qui vont influencer le choix des destinations suivantes. De par les relations personnelles entre les dirigeants, les managers, les entraîneurs et les agents, les clubs sont aussi insérés dans des réseaux qui assurent la circulation des individus. L'expérience acquise, la capacité à se faire remarquer dans une compétition, sont des qualités associées aux étapes qui renforcent leur rôle dans la compréhension de la trajectoire finale (Poli 2010).

Sur le plan cartographique, la durée des étapes est assimilée à une quantité, « naturellement » exprimée par des cercles proportionnels. Plus un joueur passe de temps dans un club, plus le cercle est grand. Ce procédé s'adapte parfaitement à l'animation car il rend compte du temps qui passe : le cercle s'accroît alors même que le temps défile. La durée est symbolisée par l'augmentation d'une surface qui cumule le temps passé dans le club (fig. 6).

Une fois l'étape terminée, le cercle disparaît rapidement avant le début d'une nouvelle étape en un autre lieu. Cette disparition permet aussi de résoudre le problème de superposition dans les espaces restreints, en fonction de l'échelle du document. En effet, certaines étapes peuvent se succéder sur de très petites distances qu'il est impossible de visualiser. Pour signi-

fier à l'observateur que l'individu change de lieu, un cercle s'accroît et disparaît pour laisser la place à un autre cercle situé au même endroit. Ce procédé est utilisé dans l'animation des joueurs brésiliens car beaucoup d'entre eux, avant de partir pour l'Europe, sont recrutés par les clubs concurrents des grandes métropoles (São-Paulo, Rio de Janeiro). À l'échelle continentale, l'animation remplace la création de plusieurs cartons sur ces espaces de très forte densité footballistique comme le montre la trajectoire de Mineiro, footballeur brésilien.

3.3 Les décalages temporels

Si les trajectoires se différencient dans l'espace, elles se distinguent également par leur double décalage temporel. Tout d'abord, la durée totale du parcours est indiquée par le temps que met le joueur pour arriver à sa destination finale. Pour certains, l'arrivée en Angleterre se fait très rapidement ; pour d'autres, le parcours est plus long, sans qu'il y ait nécessairement plus d'étapes. Ainsi, deux joueurs partant en même temps de leur pays d'origine montrent un décalage lors du franchissement de la dernière frontière.

À l'autre bout de la chaîne, les trajectoires peuvent débuter de façon décalée. Sur une carte statique, cette différence temporelle est indiquée par une date figurant au lieu de départ et la comparaison s'effectue par une lecture des chiffres positionnés. Ici encore, l'animation simplifie la représentation dans la mesure où il suffit de faire apparaître la première étape de chacun des individus les uns après les autres en fonction de la date de référence. La réalité des départs décalés et des durées variables des parcours des joueurs est prise en compte par la représentation cartographique animée.

3.4 L'interactivité

Si les structures élémentaires de la cartographie statique (ici le trait et le cercle) sont facilement transposables dans l'animation, donner la possibilité à l'observateur d'intervenir sur le déroulement du scénario est indéniablement un plus. Comme le rappelle Colette Cauvin, « le grand défi est d'associer à des demandes intuitives, émises par l'utilisateur, qui n'est pas nécessairement un spécialiste des réponses cartographiques visuelles efficaces, reposant sur une application informatique très structurée et intégrant toutes les règles de la cartographie » (Cauvin *et al.* 2008, p.47). Parmi les éléments de l'interactivité spécifique à l'animation, la gestion du temps par l'utilisateur s'ajoute à la représentation collective ou individuelle des joueurs.

L'animation réalisée sur les trajectoires des joueurs brésiliens donne la possibilité de stopper le processus

à n'importe quel moment. L'utilisateur a la capacité d'observer posément des instants clefs qu'il peut lui-même choisir. L'interactivité autorise donc une analyse supplémentaire de la carte et, pourquoi pas, une décomposition image par image. Elle permet une désagrégation spatio-temporelle de l'information. L'interaction s'établit avec des outils spécifiques dans la légende (le « stop » ; les boutons de lancement des joueurs) mais aussi avec la barre de défilement temporel (sélection d'une année spécifique pour la représentation).

Toujours dans cet exemple, nous proposons des séquences à scénarii préconstruits (Cauvin *et ali.* 2008) : l'utilisateur peut afficher l'ensemble des individus ou seulement l'un d'entre eux, afin de mettre en évidence le mouvement général des trajectoires ou, au contraire, examiner l'une d'entre elle de façon plus pointue. Le choix de représentation est différent. Dans le premier cas, les traits et cercles qui figurent la durée des étapes disparaissent au fur et à mesure du déroulement de l'animation, sinon, à la fin du scénario, la carte deviendrait illisible, à l'instar d'une carte statique. Dans le second cas, l'ensemble des figurés reste apparent pour une meilleure mémorisation du trajet réalisé.

Enfin, rappelons que toute cette interactivité doit être pensée d'une manière ergonomique face à l'utilisateur. Il doit pouvoir se repérer dans le temps comme il doit aussi se situer dans l'espace, et pouvoir utiliser une échelle temporelle présentée sous des formes variées, comme une horloge, un compteur, un curseur qui se déplace sur une ligne (Cauvin *et ali.* 2008). Ici le choix du curseur, avec une mise en surbrillance des années, est en adéquation avec la linéarité du temps. Toutefois, il mériterait d'être agrémenté d'un signal sonore (passage d'une année, date en cours) afin que l'utilisateur puisse se concentrer sur la trajectoire du joueur sans avoir à suivre en même temps le défilement temporel.

Pour conclure

Dans cette conclusion, nous évoquerons trois grandes perspectives envisagées autour de la cartographie animée dans ce domaine de recherche. La première est technique et concerne l'implémentation d'un tel mode de représentation. Les exemples proposés ont été réalisés avec une solution Adobe Flash. Le logiciel produit une animation graphique fluide, de bonne qualité, et supporte l'interactivité. Néanmoins, il ne s'agit que d'un « dessin animé » sur un fond cartographique. L'animation ne dispose donc d'aucune propriété de référencement spatial ou de géolocalisation, en dehors de son propre système de coordonnées. Tout le processus doit être réalisé

manuellement et, si les résultats expriment nos attentes en matière de représentation, la mise en œuvre lourde ne peut être automatisée. C'est pourquoi, suite aux travaux de Peterson sur le trafic aérien (Peterson et Wendel 2006), nous nous engageons désormais vers l'utilisation de la plateforme *Google Earth*. La géolocalisation des étapes, l'existence d'un fond de carte planétaire et l'interface de navigation associée apportent un confort d'utilisation indéniable. À plus long terme, l'objectif est d'automatiser tout le processus à partir de la base de données spatio-temporelle du PFPO.

Au-delà des nombreux problèmes techniques, la sémiologie graphique de l'animation est perfectible, notamment par l'ajout d'éléments supplémentaires pour la compréhension des trajectoires. Au concept de migration circulaire, nous souhaitons ajouter celui de migration ascendante (ou descendante). En effet, la carrière d'un joueur peut se modéliser par trois composantes dont seules le temps et l'espace sont traités dans cette application. Il manque la dimension induite par le niveau du club. Le joueur est attiré par la rémunération, le défi sportif, la capacité à rebondir vers d'autres destinations qui sont des éléments participant à la création de ce niveau. La carrière est alors envisagée comme la capacité d'un joueur à progresser (migrations ascendantes) ou, au contraire, à stagner ou régresser dans la hiérarchie des équipes (Poli *et al.* 2009). Plusieurs solutions sémiologiques sont offertes, de la variation de l'intensité d'une trame à l'intégration de la 3D (Klein 2007 ; http://www.geogra.uah.es/carto-thematique-hermes/images/V5Ch2_28_jpg.jpg). En complémentarité, la dimension sonore nous paraît une importante piste à creuser, notamment pour la simplification de la légende (Müller et Scharlach 2001).

La troisième perspective est celle de l'impact d'une telle cartographie. Jusque-là, les cartes proposées dans cet article ont fait l'objet de présentations envers deux grands types de public : les universitaires, à l'occasion de publications, de colloques ou de séminaires de recherche, et les acteurs du football. Dans les deux cas, l'animation nous a semblé jouer un rôle très pédagogique permettant d'explicitier la problématique de la circulation pour ces migrants hautement qualifiés et de formaliser les éléments intuitifs connus par les acteurs. Néanmoins, cet impact n'a pas encore été véritablement mesuré au-delà des échanges informels. Se pose aussi la question de l'utilisation de l'animation dans le processus de recherche. Jusqu'ici, cette utilisation a davantage été portée vers l'illustration pédagogique ou la communication. La segmentation opérée sur la population des joueurs résulte d'une appréhension antérieure, par d'autres méthodes, que la carte animée vient

illustrer à l'aide d'exemples types. Avec son intégration dans la base de données s'ouvrirait en revanche la perspective d'une analyse exploratoire. La visualisation de la trajectoire d'un ou plusieurs joueurs, sélectionnés selon les nombreux paramètres disponibles (ex : les footballeurs ayant évolué dans un club x) serait un élément participant à la réflexion et à la mise en œuvre de modèle de compréhension.

Bibliographie

- Arab C.**, 2008, « La circulation migratoire : une notion pour penser les migrations internationales », *E-Migrinter*, n° 1, p. 20-25.
- Caquard S.**, 2001, *Cartographie multimédia, participation publique et gestion de l'eau*, thèse de doctorat de géographie, Université J. Monnet, Saint-Etienne.
- Cauvin C., Escobar F., Serradj A.**, 2008, *Cartographie thématique 5 : des voies nouvelles à explorer*, Paris, Hermès (Collection IGAT).
- Charleux L., Chardonnel S.**, 2009, « Génération automatisée et visualisation animée des trajectoires de mobilité quotidienne : proposition graphique pour l'exploitation de données individuelles », *Journée Cartactive du GDR MAGIS "Mouvements et objets mobiles : nouveaux enjeux pour la cartographie ?"*, Paris, http://magis.ecole-navale.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=79:jcart2009&catid=27:catcartactive&Itemid=73
- Cheyran J.-P.**, 2007, « Les processus spatio-temporels : quelques notions et concepts préalables à leur représentation », *Mappemonde*, n° 87, <http://mappemonde.mgm.fr/num15/articles/art07303.html>.
- Çöltekin A., Heil B., Fabrikant S.I.**, 2008, « Evaluating the effectiveness of interactive map interface designs : a case study Integrating usability matrices with with Eye-Movement Analysis », *Cartography and geographic Information Science*, vol.36, n°1, p. 5-17.
- Josselin D., Fabrikant S.**, 2003, « Cartographie animée et interactive », *Revue internationale de géomatique*, Hermès, vol.13, n°1.
- Kaddouri L.**, 2008, « Réflexion sur la sémiologie graphique animée des flux », *Mappemonde*, n° 89, <http://mappemonde.mgm.fr/num17/articles/art08104.html>
- Kelin O.**, 2007, *Modélisations et représentations spatio-temporelles des déplacements quotidiens urbains : application à l'Aire urbaine de Belfort-Montbéliard*, thèse de doctorat de géographie, Université Louis Pasteur, Strasbourg.
- Klein O., Cauvin C.**, 2009, « Movements representations: what opportunities, what solutions? Towards a heuristic grid to support the map representation », *Journée Cartactive du GDR MAGIS "Mouvements et objets mobiles : nouveaux enjeux pour la cartographie ?"*, Paris, http://magis.ecole-navale.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=79:jcart2009&catid=27:catcartactive&Itemid=73
- Lobben A.**, 2003, « Classification and Application of Cartographic Animation », *The Professional Geographer*, n° 55, p. 318-328.
- Müller J.C., Schralach, H.**, 2001, *Maps and sounds*, Ruhr-University of Bochum, Section geomatics, Bochum, CD-ROM.
- Peterson M.**, 1995, *Interactive and Animated Cartography*, New-Jersey, Prentice Hall Professional.
- Peterson M., Wendel J.**, 2006, *Animated Atlas of Air Traffic over North America*, UNO Cartography and GIS Lab, DVD & 65 p., <http://maps.unomaha.edu/AnimatedFlightAtlas/>
- Poli R., Ravenel L., Besson R.**, 2009, *Annual review of the European football player's labour market*, Neuchâtel, Centre international d'étude du sport, 96 p.
- Poli R., Besson R., Ravenel L.**, 2010, « Migrations globales : les footballeurs africains dans le monde », *Afrique contemporaine* (à paraître).
- Poli R.**, 2007, « Migrations de footballeurs et mondialisation: du système-monde à une approche relationnelle », *Mappemonde*, n° 88, 12 p.
- Poli R.**, 2008, *Production de footballeurs, réseaux marchands et mobilités professionnelles dans l'économie mondiale : le cas des joueurs africains en Europe*, thèse de doctorat de géographie, Université de Neuchâtel/Université de Franche-Comté.
- Poli R.**, 2010, *Le marché des footballeurs : réseaux et circuits dans l'économie globale*, Berne, Peter Lang.
- Ravenel L., Besson R., Poli R.**, 2009, « Migração dos jogadores sud-americanos de futebol profissional para a Europa : uma abordagem geográfica », dans *12th encontro de geógrafos de America latina*, Montevideo, Uruguay.

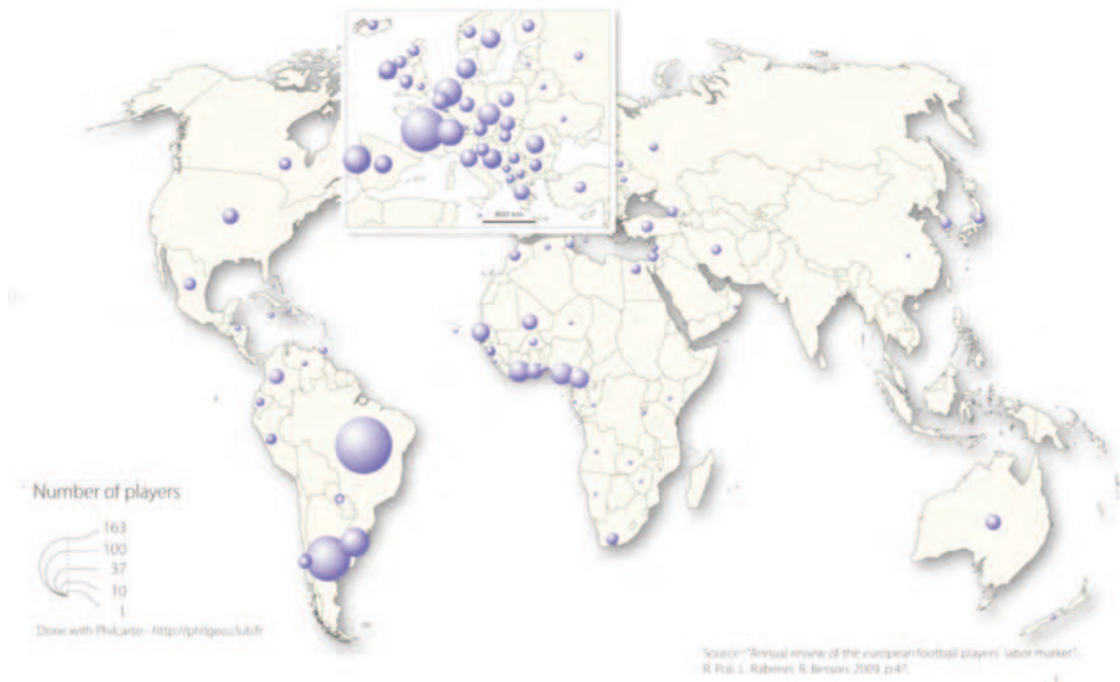


Figure 1 : L'origine géographique des joueurs expatriés dans le Big5 (2008/2009)



Figure 2 : Une cartographie des flux entre les cinq championnats majeurs (2008-2009)

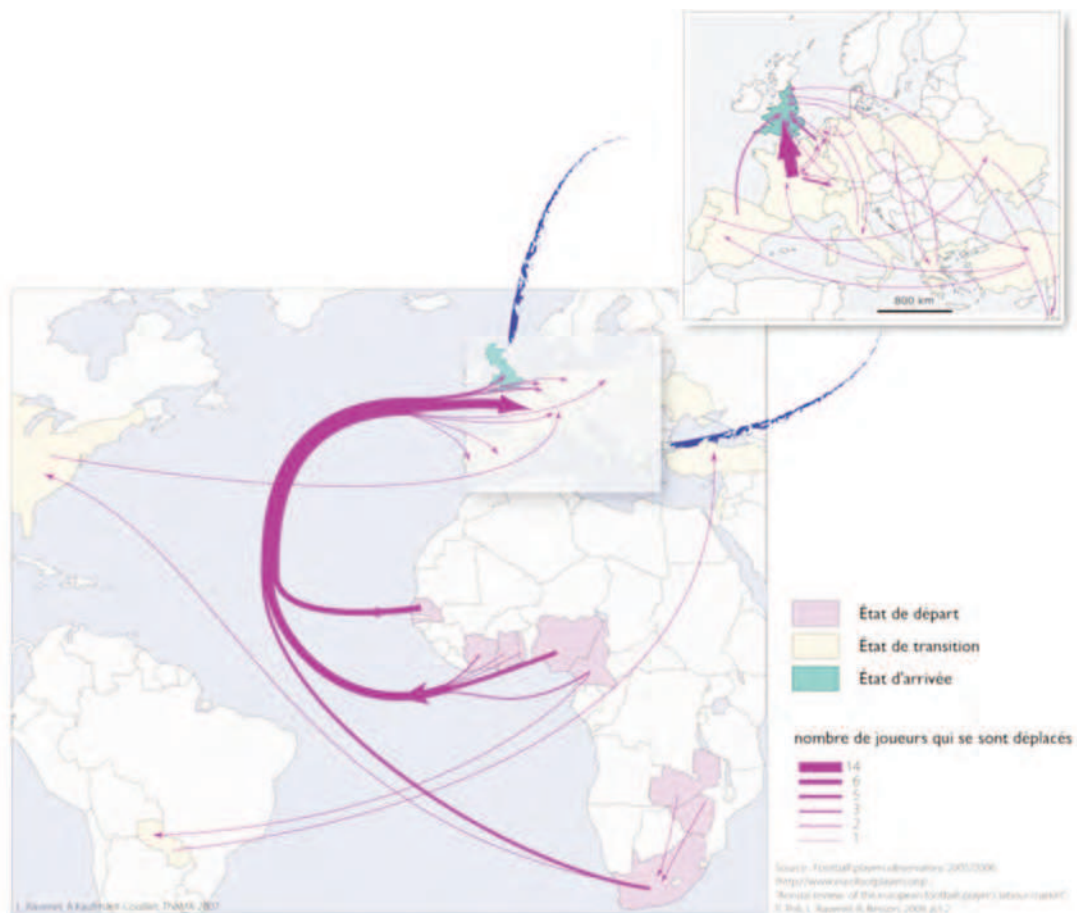


Figure 3 : La trajectoire des Africains évoluant en Angleterre (2005-2006)



Figure 4 : Une ébauche de collection de trajectoires individuelles

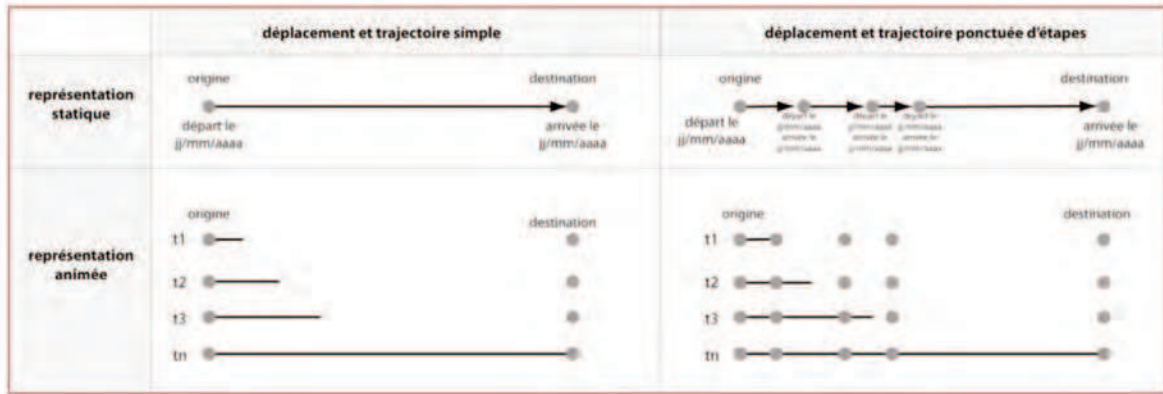


Figure 5 : Déplacement et trajectoire

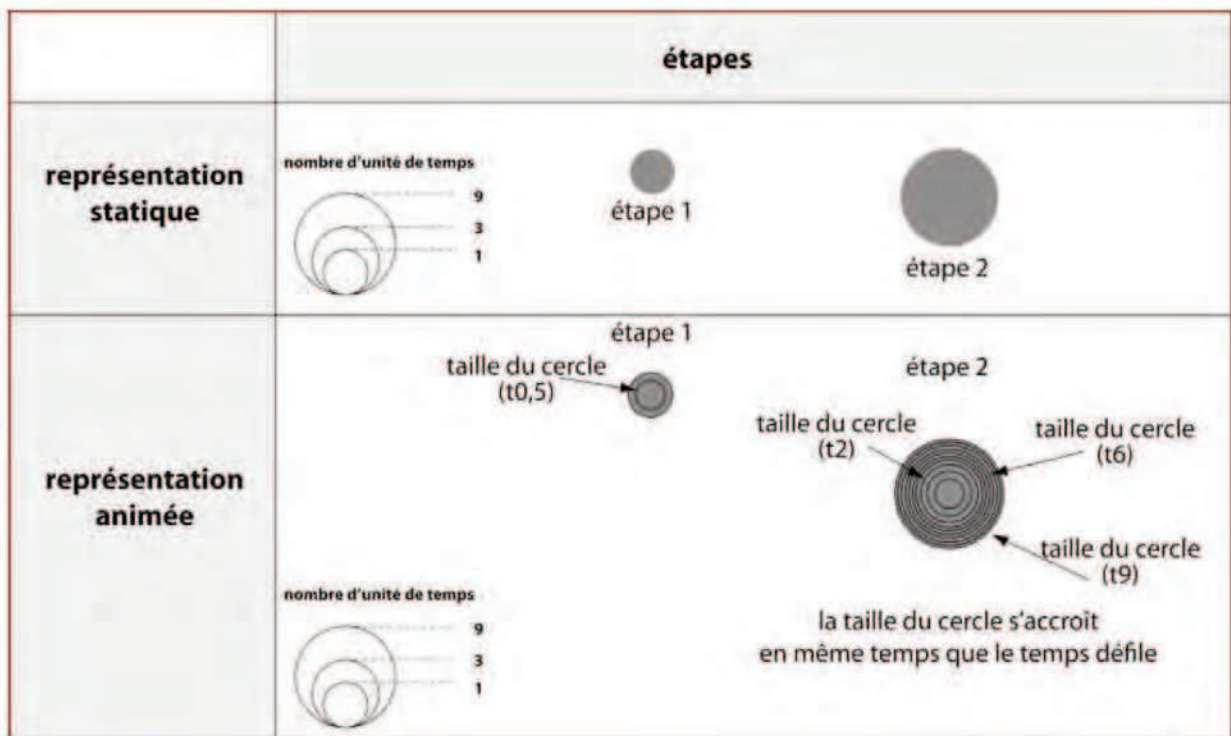


Figure 6 : Étapes et durée