



Sur la première carte des flux réalisée avec des flèches (Ravenstein, 1885)

Françoise Bahoken

► To cite this version:

Françoise Bahoken. Sur la première carte des flux réalisée avec des flèches (Ravenstein, 1885). Confins - Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, 2013, 17, 15p. hal-00993933

HAL Id: hal-00993933

<https://hal.science/hal-00993933>

Submitted on 20 May 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Confins

Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia

17 | 2013 :

Número 17

Sur la première carte des flux réalisée avec des flèches (Ravenstein, 1885)

About the first flow map with arrows (Ravenstein, 1885)

Sobre o primeiro mapa produzido com setas de fluxo (Ravenstein, 1885)

FRANÇOISE BAHOKEN

Resumos

Français Portuguais English

La carte intitulée « Currents of migration » réalisée par Ravenstein à l'occasion de la publication des Lois de la migration pour la première fois en 1885, semble être la toute première carte civile des flux qui figure des flèches. Réalisée à partir de données qui portent sur les mobilités britanniques à l'échelle des comtés, la carte est, au premier abord, difficile à interpréter. Au regard de la formalisation de l'approche méthodologique de cartographie des flux que nous proposons, la carte n°5 de Ravenstein apparaît innovante en de multiples aspects qui tiennent au raisonnement sous-jacent et à la mise en œuvre du procédé de la flèche. Nous faisons alors l'hypothèse que l'approche méthodologique mise en œuvre par l'auteur pour illustrer la première de ses lois sur les migrations (selon laquelle la majeure partie des courants migratoires s'effectue sur de courtes distances et vers des centres économiques d'absorption particuliers) vise à représenter de manière continue un phénomène discret. Si le contexte historique de la réalisation de cette carte est celui de la cartographie statistique discrète, Ravenstein propose, en effet, une figure fondée sur des principes physiques qui font écho à la représentation de la dynamique des mouvements. Pour ce faire, il recourt au procédé de la flèche de manière inédite, contribuant ainsi à renouveler la pratique actuelle de la cartographie des flux.

O mapa intitulado “Correntes de Migração” desenhada por Ravenstein por ocasião da publicação das Leis de imigração, pela primeira vez em 1885, parece ser o primeiro mapa civil contendo setas. Feito a partir de dados relacionados com a mobilidade na escala dos condados britânicos, o mapa está no início de difícil interpretação. No que diz respeito à formalização metodológica da abordagem do mapeamento de fluxos que propomos, o mapa n°5 de Ravenstein é inovador em muitos aspectos que refletem a lógica subjacente e a implementação do processo da seta. Fazemos, então, a hipótese que a abordagem metodológica implementada pelo autor para ilustrar a primeira de suas leis de migração (que a maior parte dos fluxos migratórios ocorre em distâncias curtas para centros de desenvolvimento econômico) destina-se a representar de maneira contínua um fenómeno discreto. O contexto histórico da realização deste cartão é a estatística de mapeamento discreta mas Ravenstein oferece, de fato, uma figura baseada em princípios físicos que ecoam a representação do movimento dinâmico. Para fazer isso, ele usa a seta de maneira nova, ajudando a renovar a prática corrente de fluxos de mapeamento.

The map entitled « Currents of Migration » performed by Ravenstein when he published his *Laws of Migration* for the first time in 1885, seems to be the first flow map with arrows. This 5th Ravenstein's map is very particular because it is not called in the text and it has no elements that allow us to understand exactly what movement is depicted and how it is represented. We just know that it illustrates internal migrations laws that are so complex to formulate and to depict. In order to enlighten this first flow map with arrows, we present here an analysis focused on both historical and methodological practices of aggregated flow mapping. In fact, probably made from Origin-Destination census data on United Kingdom mobility (1871-1881), Map no.5 of Ravenstein (1885) breaks new ground in both the graphic process used in the mapping approach and the conceptual implementation we offer. If the historical context of the realization of this map is on discrete statistical mapping, Ravenstein offers a figure which seems based on physical principles. Here, the author is like to have applied a continuous flow mapping process within a spatial approach of statistical cartography. Firstly, the innovation is then to have introduced the idea on an apparently continuous movement mapping approach. Secondly, it is to have implemented in a map the principles of spatial interaction patterns before they were conceptually formulated. Thirdly, Ravenstein apparently uses the arrow process in new ways and even in unusual form for us since it does not seem to connect the centers of both origins and destinations places (with the process of flows that converge to a place): it seems to mark only the administrative transboundary movement between neighboring areas. That is why we can consider this map as likely to renew the current practice of flow mapping.

Entradas no índice

Índice de palavras-chaves : cartographie des flux, matrice Origine-Destination, flow mapping, cartografia de fluxos, matriz origem-destino, flèche, Ravenstein, arrow, origin-destination matrix, seta

Texto integral



[Visualizar a imagem](#)

- 1 La carte intitulée *Courants migratoires*¹ (Figure 1) est publiée pour la première fois en 1885, par Ernst Georg Ravenstein, géographe et cartographe allemand de la *Royal Geographic Society* (RGS) de Londres. Elle semble être la première carte civile des flux réalisée avec des flèches d'où l'intérêt que nous lui portons.

L'auteur

- 2 Ravenstein est né le 30 décembre 1834 à Francfort, au sein d'une illustre famille de graveurs et de cartographes. Il émigre en 1852 à Londres et débute une carrière de cartographe, d'abord au *Topographic Department of the British War Office* (1855-1875) puis à la RGS². Il y consacre une part importante de sa carrière à la cartographie mais aussi à la rédaction d'ouvrages, de guides de voyages. Il s'intéresse aussi au sport, à la natation et à la gymnastique³. Membre actif du conseil de la RGS entre 1894 et 1896, Ravenstein est également rédacteur en chef du *Geographical Magazine* et membre de plusieurs sociétés savantes étrangères et de l'Union Géographique Internationale (UGI).

Photo 1. Portrait de E.G. Ravenstein.



Source. *Royal Geographic Society*, « Exploration et voyages », image n° S0015761 (<http://images.rgs.org>).

- 3 Sur le plan scientifique, Ravenstein s'intéresse au préalable à la géographie physique mais sans grand succès (Baigent, 2012). Les méthodes de la géographie humaine qu'il explore et développe, en lien avec l'exploration des terres africaines, lui permettent d'assouvir son intérêt pour l'histoire des découvertes (Ravenstein, 1898) et de ses représentations cartographiques. La carte *A map of part of Eastern Africa, prepared by authority of the Imperial British East Africa Company* (1889) est reconnue d'une qualité exceptionnelle. Elle fait partie de ses plus célèbres réalisations malgré le temps de production qu'elle exigea. L'auteur complète sa pratique de la cartographie par un enseignement méthodologique qu'il dispense, très intéressé par le côté systématique de l'approche (Ravenstein, 1895). C'est ainsi qu'il développe, dans le champ des sciences humaines et en réponse à une remarque du Dr. Farr (Ravenstein, 1885), son intuition sur l'existence de lois sur les migrations humaines ce qui le conduit à réaliser la carte qui nous intéresse ici. Il en publie alors deux textes complémentaires (Ravenstein, 1885, 1889) qui feront date, eu égard aux discussions que le premier suscita (Greenwood & al., 2003). Cette incursion en démographie rapproche Ravenstein des méthodes de cartographie statistique de données issues d'enquêtes par questionnaire, telles qu'elles sont développées en Allemagne. L'auteur contribue ainsi à améliorer considérablement la pratique britannique de cartographie (Baigent, 2012) et il en fut récompensé. Ravenstein décède à Hofheim, en Allemagne, le 13 mars 1913, après avoir reçu la médaille d'or Victoria de la RGS en 1902 pour l'ensemble de son œuvre et un doctorat honorifique de l'université de Göttingen en 1909. Son travail sur les migrations a influencé par son innovation des démographes, des sociologues, des économistes, des géographes et, bien entendu, des cartographes.

La carte numéro 5

- 4 La carte *Courants migratoires* porte le numéro cinq d'un ensemble de douze cartes qui illustrent les *Lois de la migration* de Ravenstein.

Figure 1. Les Courants migratoires, d'après Ravenstein (1885)⁴

CURRENTS OF MIGRATION.



- 5 Cette carte a été publiée sans les informations classiques d'habillage (légende, échelle notes) et de mise en page cartographique, ce qui lui confère un caractère étrange (Tobler, 1995). Cette carte ne fait pas non plus l'objet d'un appel dans le texte, à l'inverse des autres cartes présentes dans ce texte. Pourtant, Ravenstein ne saurait ignorer les règles de la cartographie ni l'importance que revêt une information précise du phénomène représenté puisque l'interprétation de la carte en dépend. La seule information dont dispose le lecteur est le titre : *Courants migratoires* mais celui-ci est source de confusion. La notion de courant migratoire est, en effet, polysémique car elle peut renvoyer indifféremment à des mobilités individuelles ou à des flux agrégés, à des migrations analysées du point de vue des migrants ou de leurs déplacements, les migrations (Courgeau, 1973, 1980). Le lecteur n'est donc pas à même d'identifier avec certitude le type de phénomène migratoire dont il est question et, par conséquent, le type de processus cartographié. On peut donc dire, au premier abord, que cette carte ne respecte pas les principes classiques d'instantanéité de compréhension des graphiques et des cartes.
- 6 Nous faisons alors l'hypothèse d'un parti pris méthodologique original de l'auteur

pour illustrer un processus migratoire et tentons de la valider par une analyse méthodologique de la carte. Pour ce faire, nous présentons, dans un premier temps, la carte dans son environnement et dans la pratique contemporaine de cartographie des flux, ce qui nous conduit à identifier les questions qu'elle soulève sur le plan méthodologique. Nous identifions ensuite le raisonnement de l'auteur au regard d'une formalisation de l'approche de cartographie des flux que nous proposons. Nous soulignons enfin les aspects innovants de la méthode proposée par Ravenstein qui contribuent, à notre sens, à renouveler la pratique actuelle de la cartographie des flux. Celle-ci consiste à représenter la continuité et la dynamique de mouvements individuels en utilisant des méthodes issues de la physique et surtout une astuce pour illustrer le franchissement des limites de zones.

La carte dans son environnement

Sa place dans le texte

- 7 La carte *Courants migratoires* est placée entre les pages 182 et 183 d'une section intitulée *Classification of Migrants* qui propose une typologie des migrants en cinq groupes⁵. La section suivante, qui débute page 184, est consacrée aux *Counties of Absorption and Dispersion*. Elle est notamment illustrée par la Carte n°7 *Migration-map* (pages 186-187) qui représente un indicateur de migration (personnes natives du comté / personnes non natives) en aplats de niveaux de gris à l'échelle des comtés et par une table située page 226 et suivantes. De manière générale, les tableaux qui ont servi à réaliser les cartes sont tous disponibles dans le texte sauf celui ou ceux qui portent sur la carte n°5. Serait-ce parce qu'il s'agit là d'une carte de synthèse ou bien qu'elle n'a pas nécessité la réalisation d'un tableau en amont ? À noter également la carte n°3 (pages 176-177) intitulée *The Irish Element in Great Britain* formée de grands liens inter-îles non orientés superposés sur des aplats en niveaux de gris qui correspondent à différents indicateurs d'émigration. La particularité de la carte n°5 est donc d'avoir été réalisée à l'aide d'un ensemble de flèches de longueurs et d'orientations variables.

Sa position dans la pratique contemporaine

- 8 À l'heure où Ravenstein réalise sa carte, la cartographie statistique est en pleine effervescence. C'est, en effet, « [...] entre 1835 et 1855 que différentes techniques de représentations cartographiques parmi lesquelles celle des mouvements » (Robinson, 1955, p. 1) ont été introduites. La première carte des flux a été réalisée quelques années plus tôt par Harness, en 1837, publiée en 1844. Dès lors, les procédés de représentation n'ont pas cessé d'innover. Ainsi, la fin du XIX^e siècle est particulièrement féconde en matière de cartographie des flux origine-destination (OD). Le procédé classique de représentation est celui des « flux affectés sur réseau », initié par Harness et généralisé par Minard. Il consiste à représenter la taille des tronçons d'un réseau de transport de manière proportionnelle à la valeur du flux. L'habile enchevêtrement des flux représentés par Minard (1862) évoque un réseau d'énergie plus connu aujourd'hui sous le nom de *Sankey Diagram*⁶, du nom de l'ingénieur anglais qui popularisa ensuite le procédé. Sur le plan cartographique, le procédé des flux affectés sur réseau met en évidence le volume des flux (flux entrant et flux sortant) des lieux qui se subdivise ensuite en autant de directions plus ou moins importantes. Ainsi, en introduisant le lien orienté non proportionnel pour représenter des flux, la carte n°5 de Ravenstein se pose ainsi en décalage des

pratiques de ses contemporains.

- 9 La carte des *Courants migratoires* est réalisée en noir et blanc (Figure 1), sur un fond de carte extrêmement précis du contour des îles britanniques. On y distingue un maillage administratif interne supposé être des limites de comtés. Certaines localités sont représentées par des cercles blancs, parfois assorties d'un toponyme. La carte est formée par un ensemble de flèches qui peuvent être organisées en deux grands groupes. Le premier est celui des courtes flèches, fines et parfois fortes, qui représentent selon les cas un flux intra- ou inter-comtés. Le second groupe est celui des flèches longues qui illustrent un mouvement inter-îles.

La mise en œuvre du procédé de la flèche

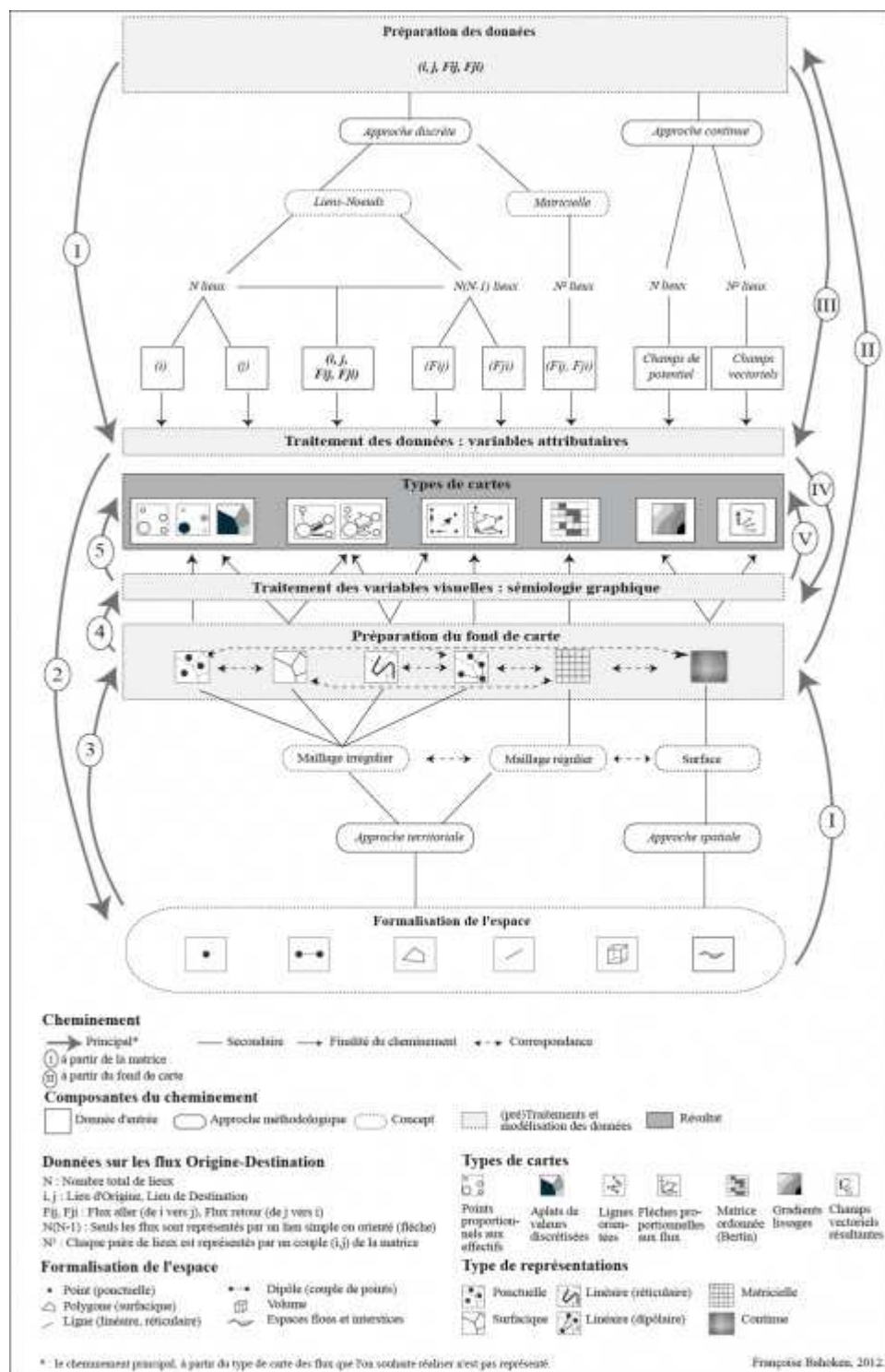
- 10 L'allure générale de la carte de Ravenstein est celle d'un ensemble de flèches dont on ne sait pas exactement à quoi elles correspondent. La présence des limites supposées des comtés est censée nous éclairer sur l'échelle de représentation du phénomène et donc sur le type de mouvement (mobilités locales, régionales...) mais ce n'est pas le cas. Les flèches indiquent tantôt un déplacement interne (intra-comtés), tantôt un déplacement externe (inter-comtés) ce qui suggère :i) la possibilité d'une lecture des mouvements à différentes échelles ;ou ii) la représentation concomitante de différents mouvements à une même échelle. Un premier groupe de flèches semble, en effet, illustrer des mobilités locales à courte distance inter-comtés (Tobler, 1995 : 329) illustrées par le franchissement des limites de zones. Un second groupe semble représenter des flux internes, caractérisées par l'absence de franchissement de limite. Un troisième groupe de flèches est formé par des flux inter-états (entre l'Irlande et l'Angleterre) qui suggère des mobilités à plus longue distance.
- 11 Ces trois groupes de flèches peuvent ainsi être appréhendées comme l'illustration des échelles de la mobilité interne du Royaume-Uni. Ils collent, en effet, plus ou moins parfaitement avec la typologie proposée dans la section du texte qui précède la carte. Les courants migratoires sont alors des déplacements de migrants. Les flèches illustreraient les trajectoires migratoires plus ou moins longues en fonction des temps de parcours. Cependant, nous observons que plusieurs flèches impliquent des zones voisines et de manière bilatérale par endroits, sans pour autant que le procédé soit systématisé. Certaines d'entre elles sont ainsi orientées vers des localités d'émission ou de réception des flux. Elles marquent ainsi la présence et soulignent le rôle de certains lieux particuliers dans le système migratoire britannique. La carte ne semble pourtant pas illustrer de flux principaux, ni de flux dominants depuis ou vers ces localités. Au contraire, il semble plutôt que ne soient représentés, à l'échelle de la carte, que les petits flux, c'est-à-dire des flux qui se sont produits à courte distance, mais encore une fois, cette assertion n'est pas valable pour l'ensemble de la carte.
- 12 Les petites flèches voient leurs corps, en apparence identique, varier localement, mais cette assertion n'est pas généralisable. Cependant, l'absence d'indications de légende et de variation nettement visible de la taille des flèches nous conduit à éliminer l'hypothèse d'une représentation de l'intensité des mouvements. La carte serait alors bien celle de trajectoires individuelles. Mais pourquoi une telle variation de forme et de longueur des flèches ? Est-ce à dire que Ravenstein a souhaité souligner certains flux par rapport à d'autres ? La carte semble pourtant illustrer une tendance générale de mouvements à la manière des champs vectoriels rompue par la présence de plus grandes flèches. Celles-ci, au tracé parfois interrompu, semblent illustrer des trajectoires sur plus longue distance entre des lieux d'origine et de destination précis. Les grandes flèches qui partent des littoraux suivent des trajectoires particulières. Un premier groupe d'entre elles, situé dans la partie sud de la carte, présente une série d'étapes ; un second groupe, situé plus au nord, relie

directement des lieux d'origine et de destination en se scindant parfois au cœur de la mer d'Irlande en autant de bras que de destinations. Ces trajectoires directes du nord figurent des liens inter-îles particuliers qui empruntent vraisemblablement des « routes migratoires » identifiées. En Irlande-du-Nord, par exemple, un lien particulier présente quatre destinations : si deux d'entre elles sont situées en Écosse, les deux autres sont localisées au nord-ouest de l'Angleterre via le nord ou le sud de l'île de Man. Cette variabilité dans la longueur et le type de lien, direct ou indirect, serait-elle liée à la géographie des zones OD ? Est-elle également à relier à la typologie temporelle des migrants proposée dans le texte qui précède ? Si tel est le cas, pourquoi n'avoir pas, à l'instar des autres cartes du texte, figuré cinq niveaux de flèches correspondant à la typologie ? La présence sur la carte des différents groupes de flèches identifiés coïncide avec les deux approches méthodologiques de cartographie des flux.

Proposition d'une formalisation générale du processus de cartographie des flux

13 Sur le plan méthodologique, la représentation des mouvements à l'aide des flèches, telle qu'elle est réalisée par Ravenstein, rompt avec les pratiques de ses contemporains et avec les nôtres. Si les cartes des flux immatériels suivent généralement le modèle dit des « Atlas » (Müller, 1991), le procédé de Ravenstein semble suivre un tout autre modèle. Celui-ci peut être appréhendé de trois manières en fonction des données d'entrée, comme autant de cheminements principaux (Figure 2). La réflexion d'ordre cartographique⁷ sur la réalisation d'une carte des flux peut, en effet, être menée du point de vue des données – Figure 2, lecture de haut en bas – soit la matrice des flux ; en fonction du fond de carte de la zone d'étude – voir Figure 2, lecture de bas en haut – ou encore du type de carte que l'on souhaite réaliser, une carte avec des flèches, par exemple – voir Figure 2, lecture à partir du centre –. Le type de carte étant, par ailleurs, le résultat du produit données*fond de carte et les trois possibilités de cheminement méthodologiques sont nécessairement articulées entre elles. L'un des objectifs de la cartographie des flux (F) est de représenter la structure des mouvements aller (F_{ij}) et/ou retour (F_{ji}) qui se sont produits entre des lieux d'origine (i) et de destination (j) d'un espace d'étude, sur une période donnée. Les données d'entrée de la carte de Ravenstein sont, d'après les Lois de la migration, d'une part, les recensements de population de 1871 (ou de 1881⁸) et d'autre part, l'espace du Royaume-Uni, formé par l'Angleterre, l'Écosse et Irlande. Les autres îles britanniques telles que Man ne sont donc pas concernées par la carte.

Figure 2. Proposition d'une formalisation générale du processus de cartographie des flux origine-destination.



Crédits. Françoise Bahoken, 2012.

Considérons le sens de lecture de la Figure 2 de haut en bas. Nous disposons de données organisées en matrices de flux OD que nous pouvons appréhender selon deux approches : l'approche discrète et l'approche continue. L'approche matricielle est considérée comme pseudo-continue (ou pseudo-discrète) car elle procède des graphiques mixtes de flux (Bahoken, 2011).

L'approche discrète conduit à deux types de figures. Le premier est celle du diagramme de flux de type liens-nœuds, plus connu sous le terme de graphe ou de carte des flux si la position des lieux à un sens (Bahoken, 2011). Les liens représentent la valeur du flux aller (F_{ij}) et/ou retour (F_{ji}) et les nœuds représentent les lieux d'origine (i) ou de destination (j). L'approche discrète de la cartographie des flux consiste donc à représenter sur la même carte : les effets des flux sur la distribution des N lieux (i, j) par des points, éventuellement proportionnels à un indicateur (le volume migratoire, la migration nette) ; ainsi que les valeurs des liaisons entre les N^2 lieux par un lien (volume des flux, par exemple),

éventuellement orienté (solde des flux, par exemple) et dont la taille est, elle aussi, éventuellement proportionnelle à la valeur du flux, ou à l'indicateur sélectionné. Cette vision discrète de la cartographie des flux correspond à la seconde approche suggérée par Courgeau (1980) pour réaliser une analyse quantitative des migrations sous l'angle des interactions spatiales. L'auteur recommande, en effet, le recours préalable à un certain nombre d'indices pour éliminer l'effet d'hétérogénéité du maillage spatial. Le second type de figure est le diagramme matriciel. Il prend la forme d'un tableau carré (i,j) composé de cases de tailles régulières sur lesquelles sont portées les valeurs des flux (F_{ij} , F_{ji}). L'agencement des différentes cases de la matrice est obtenu après ré-ordonnancement à la manière de Bertin (1967). En fonction de l'échelle, cette approche matricielle peut donner l'impression d'une continuité sans pour autant en être. Deux présentations du résultat sont envisageables : i) la matrice ordonnée où l'espace n'est pas à proprement représenté ; ii) le transfert du ré-ordonnancement de la matrice qui conduit généralement à une régionalisation, sur un fond de carte discret.

17 L'approche continue vise à représenter les flux sur un espace assimilé à une surface. Elle s'oppose à la version discrète fondée sur l'utilisation d'un maillage territorial et à l'approche matricielle fondée sur un carroyage qui, toutes deux, consistent à partitionner l'espace. L'effet des flux sur la distribution des lieux sera ainsi représenté, à titre d'exemple, par un gradient de potentiel d'attractivité décroissant autour des lieux. Les valeurs de flux entre les lieux seront représentées, par exemple, par des champs vectoriels ou par une densité de flux (Rae, 2009).

18 Les procédés de cartographie à mettre en œuvre, dès lors que les deux types de données ont été (pré)traitées sont, quant à eux, très variés. Ils dépendent de l'approche choisie mais également de la manière dont l'espace est formalisé. Des principes de cartographie bien établis s'appliquent ensuite à la représentation des flux (Bertin, 1967 ; Beguin, Pumain, 2003) en fonction des types d'implantation spatiale et processus représentés, selon qu'il s'agisse notamment d'un état, d'un flux, d'un rapport ou d'une variation.

19 De ce point de vue méthodologique général, la multitude de petites flèches représentées sur la carte de Ravenstein suggère, au premier abord, la mise en œuvre conjointe des deux grandes approches de la cartographie des flux. Sur le plan des données, seule la partie des mouvements qui porte sur les liens entre les N^2 lieux est représentée par des flèches, moyennant une sélection fondée sur un critère de distance. L'effet des flux sur la distribution des N lieux est, quant à lui, disponible sur les autres cartes réalisées par Ravenstein. Sur le plan graphique, l'effet local de tourbillon (Rosental, 1997) suggère une vision spatiale ou continue des mouvements et une représentation cartographique du type des champs vectoriels. Et pourtant, le maillage administratif, témoin d'une acceptation discrète des mouvements, semble avoir tout de même été utilisé comme fond de carte, ce qui suggère une représentation du type linéaire (réticulaire) ou dipolaire. La manière classique de représentation du franchissement des frontières, figurées par des lignes ou des zones, caractéristique des cartes de flux à l'aide de flèches est présente par endroits. Elle soutient par conséquent l'hypothèse d'une vision territoriale des mouvements.

La cartographie des flux selon Ravenstein

20 Dans la mesure où Ravenstein a eu accès à des données censitaires, nous faisons l'hypothèse qu'il a très probablement représenté ses courants migratoires selon une approche discrète qui s'appuie sur le maillage territorial irrégulier des comtés.

Représenter l'apparente continuité des mouvements...

- 21 En indiquant que les flux migratoires sont représentés sur la carte de Ravenstein tels des courants hydrologiques qui déterminent un système hydrographique (Rosental, 1997) composé « *des fleuves et des courants déposant leurs limons* » (Le-Bras, 2000, p. 124), les auteurs suggèrent que l'approche mise en œuvre serait réticulaire (donc discrète) et/ou fondée sur une approche continue. Rosental (1997) mentionne d'ailleurs la vision « *continuiste* » (Rosental, 1997, p. 78) de l'auteur dans sa représentation des mouvements migratoires. Le flux migratoire ainsi représenté serait alors la tendance d'un mouvement brownien qui concernerait plusieurs comtés et n'aurait pas de direction particulière ou bien aurait simultanément plusieurs directions. Dans l'ensemble, l'idée d'une continuité des mouvements est bien perceptible sur la carte, tant au niveau des flux inter-îles représentés par les trajectoires, qu'à celui des mobilités internes illustrées par les petites flèches. Pour obtenir ce rendu, Ravenstein aurait utilisé plusieurs astuces graphiques parmi lesquelles le resserrement des flèches et la courbure de leurs corps, témoignant ainsi de ses talents de cartographe. L'effet de tourbillon suggéré par Rosental (1997) illustre l'ampleur de certains flux locaux qui contraste avec l'emprise spatiale des plus grands flux. Ainsi, sans indiquer le type, la valeur ou l'intensité des mouvements, Ravenstein est parvenu à donner l'impression d'une continuité et d'une dynamique des mouvements en jouant à la fois sur la fréquence des flèches, que sur leur orientation et sur leur longueur.

... en utilisant des méthodes issues de la physique

- 22 La méthode cartographique mise en œuvre par Ravenstein tient également de l'approche discrète de la cartographie des flux. L'auteur s'est, en effet, appliqué à tracer de nombreuses petites flèches comme s'il reliait des couples de lieux situés à une échelle infra-comté. Le maillage des comtés semble à première vue ne servir qu'à l'habillage de la carte. Ravenstein aurait, en réalité, été influencé par les travaux de ses contemporains physiciens pour représenter un phénomène discret de manière apparemment continue. La carte des *Courants migratoires* fait, en effet, directement écho au caractère physique de la dynamique du mouvement. Nous faisons l'hypothèse qu'elle témoigne très probablement de la première tentative de transfert des notions de champs vectoriels de pression depuis la physique vers la cartographie statistique. Cette analogie directe entre des mouvements migratoires et des phénomènes physiques a d'ailleurs été inspirée par ceux de Farr mentionné à la première phrase du texte de Ravenstein (1885) : « *It was a remark made by the late Dr. William Farr [1876], to the effect that migration appeared to go on without any definite law [...]* » (Ravenstein, 1885, p. 167). L'idée serait ainsi à l'origine d'une recherche de Lois sur la migration.
- 23 Malgré cela, le caractère empirique des travaux de Ravenstein a fait l'objet de vives critiques et remarques dont une sélection des plus saillantes est présentée dans le rapport de Greenwood et Hunt (2003, p. 9-12). Son apport à la cartographie des flux n'en demeure pas moins indéniable car à l'époque où il réalise sa carte, l'analogie des mouvements spatialisés avec les lois de la gravitation n'a pas encore été formalisée. On sait par ailleurs que le transfert de notions physiques à la cartographie des flux opéré par Ravenstein se révélera particulièrement fécond puisqu'il permettra notamment à Thornwaite⁹ (Thornwaite, 1934, cité par Tobler, 1994, 1995 ; Wheeler, 2002), puis à Tobler (1987) de les mettre en pratique pour réaliser des cartes des mouvements qui feront ensuite date.

24 L'intérêt du recours à des méthodes physiques pour représenter les flux tient dans la visualisation de la dynamique d'un processus observé empiriquement de manière discrète. Ravenstein a ainsi présenté une carte résolument innovante pour son époque, selon une approche qu'on dirait aujourd'hui spécifiquement spatiale en ce sens qu'elle ne tient apparemment pas compte des limites territoriales des comtés. Cependant, il a représenté précisément une multitude des mouvements¹⁰ dont le nombre, entre des zones voisines, pose question. L'innovation porte donc également sur le procédé graphique mis en œuvre, ce qui contribue, à notre sens, à contribuer à renouveler la pratique actuelle de la cartographie des flux.

... et une astuce graphique

25 La cartographie des flux est traditionnellement réalisée selon le modèle graphique de la flèche. Dans la majeure partie des cas, les flux sélectionnés pour la représentation mettent en relation les centres géographiques des zones d'origine et de destination. Ils ont une forme droite ou curviligne pour tenter de limiter les chevauchements. Les principes de sémiologie graphique (Bertin, 1967) imposent le respect d'un certain nombre de règles de représentation, notamment la figuration d'un effet de convergence ou de divergence des flux, depuis ou vers les centres des zones. Ainsi, indépendamment de leur forme, les liens ont pour objet de représenter le déplacement – défini par un franchissement de zone – en reliant les centres des zones. Hors, Ravenstein n'a pas figuré ce franchissement de la manière classique puisqu'il n'a pas relié les centres.

26 Sur le plan esthétique, Ravenstein n'a représenté que l'endroit du franchissement de la limite par de courtes flèches et non l'intégralité du lien entre les couples de lieux. Les multiples petites flèches illustrent ainsi davantage les points de passage des mouvements plutôt que la liaison entre les lieux. L'auteur a, en outre, systématiquement appliqué des angles au tracé de ses flèches afin de représenter de manière dynamique le mouvement. Le recours au procédé de la petite flèche courbe lui permet de marquer le flux, ainsi que sa direction, tout en évitant l'épineux problème du chevauchement des liens. Ravenstein a par conséquent réussi l'exploit de réaliser une carte des flux sans avoir à gérer les chevauchements : aucune des flèches qui illustrent des mouvements internes ne se superpose, tout comme celles des flux inter-îles, à l'exception des endroits de bifurcations, mais c'est là un cas particulier.

27 Toujours sur le plan graphique, la carte de Ravenstein a très certainement fait l'objet d'une simplification afin d'assurer la lisibilité des petits et des grands mouvements car le problème de la longueur des flèches s'est très probablement posé dans la réalisation de cette carte même si l'auteur n'en fait pas état. Il a, en effet, soulevé au début de son texte les lacunes des données et les contraintes qu'elles ont impliquées dans la réalisation de ses cartes, notamment la prise en compte de la distance qui sépare les lieux. Ainsi, même s'il n'est pas directement question de la carte n°5, l'auteur a mentionné la difficulté engendrée par l'hétérogénéité du maillage des comtés. Les variations de tailles des zones donnent ainsi l'impression qu'un « [...] *"migrant" crossing a county boundary with a move of 25 miles in one instance, whereas in another a move of 95 miles may not cross a county line* ». La distance¹¹ entre les lieux fut effectivement l'une des notions auquel il s'intéressa pour l'élaboration de sa seconde Loi sur les migrations. Nous supposons qu'il en a été de même pour la réalisation de sa carte des *Courants migratoires*. Cependant, Ravenstein a très probablement souhaité rendre compte de l'effet de la distance sur les courants migratoires, de manière graphique, mais sûrement pas en usant d'artifices. Cette hypothèse justifie très certainement le recours aux petites flèches courbes, mais pas seulement. L'auteur s'est alors trouvé devant le problème de l'hétérogénéité du maillage spatial qu'il convenait de

dépasser. La pratique classique de cartographie des flux, par la liaison des centres des zones, pour être commode privilégie visuellement les zones de grande taille qui se voient donc affublées d'un gros voire grand lien, entrant ou sortant. Ce principe général assimile l'ensemble de la population des zones d'origine et de destination à leur barycentre, ce qui n'est pas le cas dans la réalité : un centre récepteur ou émetteur peut être théoriquement situé en tous points de la zone concernée. Cette pratique introduit aussi une distorsion générale dans la perception de la distance parcourue par le flux, tendant à favoriser les grandes zones au détriment des plus petites. Elle complique également l'appréhension de la structure des flux par la variation des longueurs des liens par rapport à la distance qui sépare les centres des couples de zones. Pour éviter les écueils liés à la prise en compte de la distance sur un maillage hétérogène, nous supposons que Ravenstein a souhaité traiter les couples de zones contigües, car il s'agit là de migrations locales, de la même façon qu'elle que soit leur taille. C'est la raison pour laquelle il a préféré recourir au placement de courtes flèches courbes aux seuls points de franchissement des limites inter zones, indiquant la tendance du mouvement. De la sorte, les petites flèches courbes de la carte *Courants migratoires* représentent, à notre sens, des flux transfrontaliers locaux qui se sont produits soit entre comtés, soit entre des localités proches. L'auteur a de la sorte réservé l'utilisation des longues flèches, comme nous l'avons vue, aux flux inter-îles qui représentent des trajectoires particulières. Concernant le tracé des longues flèches, Ravenstein a utilisé le modèle de la trajectoire interrompue en différents points centraux plutôt que multiplier les petites flèches, renseignant ainsi sur la catégorie de sa typologie des migrants liée aux trajectoires à étape, ce qui aurait conduit à une surcharge de la figure. Au-delà de la trajectoire, il s'agit là probablement de la mise en œuvre du procédé de Minard – sans variation de taille – où les liens les plus importants se scindent en plusieurs bras. Ces grandes flèches illustrent des flux qui se produisent effectivement sur de très longues distances, vers des centres industriels et commerciaux en illustration de l'un des déterminants de ses courants migratoires.

Conclusion

28 Le procédé mis en œuvre par Ravenstein, pour représenter ses courants migratoires, est considéré, à notre sens, comme l'illustration générale de la première Loi des migrations (1885) ainsi présentée : la majeure partie des courants migratoires s'effectue sur de courtes distances, à une échelle intra-comtés et vers des centres d'absorption particuliers. Les courants migratoires sont les trajectoires spatiales d'un nombre de migrants considéré comme significatif ou représentatif du processus. Plus précisément, nous supposons que l'auteur représente des trajectoires entre différents lieux à différentes échelles temporelles en fonction de la distance parcourue, en illustration de la typologie des migrants qu'il propose par ailleurs. Cette représentation de différentes échelles temporelles et spatiales donne ainsi l'effet premier d'une répercussion des mouvements à plusieurs niveaux. Les flèches de longueurs variables sont ainsi supposées traduire d'abord un temps de déplacement, en illustration de la typologie des migrants proposée, puis une distance parcourue. Un élément complémentaire d'explication qui a très probablement été aux yeux de Ravenstein important d'illustrer par les petites flèches est le sens des trajectoires locales de migrants. Nous comprenons à la lecture du texte l'importance d'une répétition des figurés pour illustrer des mouvements qui se sont réalisés majoritairement depuis des espaces ruraux vers des centres urbains bien localisés aux caractéristiques économiques « d'absorption ». Les migrations de travailleurs vers des centres industriels et commerciaux sont, en effet, pour Ravenstein, l'un des déterminants essentiels des

flux migratoires qui se produisent, soit à courte distance, soit à très longue distance. Les localités de destination, mentionnées sur la carte, sont très probablement les plus attractives compte tenu de la convergence et de la fréquence des trajectoires qui y conduisent. À l'inverse, l'effet d'émissivité, apparaît avoir moins d'importance que celui d'attractivité car il émane des espaces ruraux.

29 Si Ravenstein n'apporte pas d'informations autre que son titre à sa carte, c'est sans doute parce qu'il la considère comme partie intégrante du texte. Elle n'a probablement pas vocation à être extraite – comme nous l'avons fait –, de son contexte et c'est un comble pour une carte. Seule une lecture attentive du texte nous a, en effet, permis d'en savoir plus sur les intentions de l'auteur que nous avons tenté de décrypter. Ravenstein aurait donc adopté une approche territoriale de la cartographie des flux, tout en donnant l'impression d'une approche spatiale pour représenter la continuité et la dynamique des mouvements. Pour ce faire, il a eu recours à une astuce qui consiste à ne tracer que le franchissement des limites de zones. C'est en ce sens que nous considérons que la méthode mise en œuvre dans la carte n°5 de Ravenstein peut contribuer à renouveler la pratique actuelle de cartographie des flux.

Bibliografia

Bahoken, F., Cartographier les flux de population et les mobilités spatiales : état de l'art des procédés graphiques, Séminaire GRANIT de l'UMR ADES sur la « production, le traitement, l'analyse et la représentation des mobilités », Talence, 8 Juin 2010.

Bahoken, F., Représentation graphique des matrices : graphe et/ou carte de flux », *Concepts, Documents du Groupe de Travail f.m.r. (flux matrices réseaux)*, 13 p., 2011.

[En ligne] http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/64/17/33/PDF/fmr9_representations.pdf

Bahoken, F., Gauvin A., À la recherche de représentations carto-graphiques des trajectoires résidentielles des migrants internationaux. Communication au colloque « 20 ans de recherche sur les migrations internationales », UMR 6588 Migrinter, Poitiers, 2006.

Baigent, E., Ravenstein, Ernst Georg (1834-1913), *Oxford Dictionary of National Biography*, Oxford University Press, 2 p., 2012.

[en ligne] <http://oxforddnb.com/view/article/41114>.

Le Bras, H., *Essai de géométrie sociale*, Odile Jacob, 320 p., 2000.

Courgeau, D., Migrants et migrations, *Population*, INED, n° 28, pp. 95-129, 1973.

Courgeau, D., Le concept de migration, Actes du quatrième colloque de démographie africaine : Migrations – État civil – Recensements Administratifs, Ouagadougou, p. 27-33, 1975.

Courgeau, D., *Analyse quantitative des migrations humaines*, Masson, Collection d'Anthropologie physique, Paris, 225 p., 1980.

Greenwood, M. J., Hunt, G., L., *The Early History of Migration Research Revisited*, Research paper, Department of Economics, University of Colorado, Boulder, CO and Department of Economics, University of Maine, Orono, ME, 61 p., 2003,

[en ligne] <http://www.colorado.edu/Economics/courses/fall11-4292-001/Migration%20Research%20History.pdf>

Minard, C.-J., *Carte figurative et approximative représentant pour l'année 1858 les immigrants du globe*, Bibliothèque de l'École nationale supérieure des Ponts et chaussées, 1862.

Müller, J.-C., Le problème de visualisation des migrations inter-États aux États-Unis, *Espace, populations, sociétés*, n°3, p. 459-465, 1991.

Rae, A., From spatial interaction data to spatial interaction information ? Geovisualisation and spatial structures of migration from the 2001 UK Census, *Computers, Environment and Urban Systems*, n°33, p. 161-178, 2009.

Ravenstein, E., G., The Birthplace of the People and the Laws of Migration, *The Geographical Magazine*, n°3, p. 173-177, p. 201-206, p. 229-233, 1876.

Ravenstein, E., G., The Laws of Migration, *Journal of the Statistical Society of London*, Vol. 48, n°2, p. 167-235, 1885, and Second Paper, Vol. 52, n°2, p. 241-305, 1889.

Ravenstein, E., G. (ed.), *Philips' Systematic Atlas, Physical and Political specially designed for the use of Higher Schools and Private Students containing over 250 maps and diagrams, in 41 (or 52) plates*, Philip, London, 49 p., 1894, 1895.

Ravenstein, E., G., *A journal of the first voyage of Vasco da Gama, 1497-1498. By an unknown writer. Translated from the Portuguese, with an introduction and notes, by Ernest George Ravenstein.*, *Hakluyt Society, Works XCIX*, London, 1898.

Robinson, A., H., The 1837 maps of Henry Drury Harness, *The Geographic Journal*, Vol. 121, n°4, p. 440-450, 1955.

Rosental, P.-H., Les formalisations spatiales de la mobilité : fragments pour l'histoire longue d'une non-réception, Dossier : « Sciences Sociales improbables ? », *Genèses*, Vol. 29, n° 29, p. 75-98, 1997.

Tobler, W., Experiments in movement mapping by computer. *The American Cartographer*, vol. 14, n°2, p. 155-163, 1987.

Tobler, W., Migration: Ravenstein, Thorntwaite, and beyond, *Urban Geography*, Vol. 16, n°4, p. 327-343, 1994, 1995. [En ligne] , http://www.geog.ucsb.edu/~tobler/publications/pdf_docs/movement/migration/Ravenstein.pdf

Wheeler, J., O., Stanley, D., Brunn, An urban geographer before his time: C. Warren Thornthwaite's 1930 doctoral dissertation, *Progress in Human Geography*, n°26, p.463-486, 2002.

Notas

1 Le titre original en anglais est « Currents of Migrations ».

2 Ravenstein a refusé le titre de cartographe en chef de la *Royal Geographic Society* car la permission de fumer dans les locaux lui avait été refusée.

3 Ravenstein fonde en 1861 la *German Gymnastic Society* puis occupe la présidence du club de natation de Londres, contribue à l'Association nationale olympique qui accueille les Jeux olympiques de Londres (1866) et ceux de Birmingham (1867).

4 La carte originale est d'une qualité insuffisante pour pouvoir être présentée dans une revue en ligne. Aussi l'avons-nous entièrement redessinée en tentant de respecter autant que possible l'originale.

5 La typologie est la suivante : local migrant, short-journey migrants, migration by stages, long-journey migrants, temporary migrants.

6 Ce procédé fait l'objet de plusieurs sites internet : <http://www.sankeydiagrams.com> ; <http://sankey-diagrams.com> et consulté le 11/01/2012.

7 La réalisation d'une carte des flux peut également être menée dans le cadre de raisonnements liés au traitement des données : s'agit-il de décrire, d'expliquer ou de prédire les flux ? au choix de la partie de la matrice à analyser : la carte portera t'elle sur l'ensemble des flux ou bien sur une sélection d'entre eux ? ou encore sur la focale de la matrice : la carte portera-t'elle sur les flux totaux ou sur un indicateur d'entre eux, la migration nette, par exemple ? Ces autres possibilités ne sont pas présentées ici.

8 Ravenstein a, en effet, analysé la migration nette et les durées de présence dans chacune des localités concernées par le recensement de la population britannique de 1881. Les figures qui illustrent ses lois de la migration – à l'exception de la carte n°5 – représentent les zones d'absorption (migrations entrantes nettes) et celles de dispersion (migrations sortantes nettes) des migrants. Certaines d'entre elles proposent en outre une analyse des courants migratoires du point de vue du genre.

9 Les 52 pages de monographie que Thornwaite réalise au début de sa carrière d'enseignant à l'université d'Oklahoma sont ainsi truffées de cartes innovantes, notamment sur les flux migratoires, qui font écho aux notions de physique électrique de champs de pression, de gradients et de potentiel.

10 Ravenstein a représenté les processus d'accumulation liés aux mouvements tels que les effectifs aux zones d'origine et de destination dans les autres figures qui accompagnent ses Lois de la migration.

11 Outre la distance entre les lieux, les deux autres notions mentionnées dans la seconde Loi des migrations de Ravenstein sont liées à l'attractivité des localités au regard de leur dynamisme économique ainsi qu'à la dépendance des flux par rapport à la masse des lieux d'origine et de destination. Ces trois notions, couplées à celles des deuxième et troisième lois sur le caractère *push-pull* des migrations entre les espaces ruraux et urbains seront à l'origine de la formulation gravitaire des modèles d'interaction spatiale (Ravenstein, 1885, p. 186-187).

Tabela das ilustrações

	Título	<i>Photo 1. Portrait de E.G. Ravenstein.</i>
	Créditos	<i>Source. Royal Geographic Society, « Exploration et voyages », image n° S0015761 (http://images.rgs.org).</i>
	URL	http://confins.revues.org/docannexe/image/8187/img-1.png
	Arquivo	image/png, 13k
	Título	<i>Figure 1. Les Courants migratoires, d'après Ravenstein (1885)⁴</i>
	URL	http://confins.revues.org/docannexe/image/8187/img-2.png
	Arquivo	image/png, 295k
	Título	<i>Figure 2. Proposition d'une formalisation générale du processus de cartographie des flux origine-destination.</i>
	URL	http://confins.revues.org/docannexe/image/8187/img-3.png
	Arquivo	image/png, 278k

Para citar este artigo

Referência electrónica

Françoise Bahoken, « Sur la première carte des flux réalisée avec des flèches (Ravenstein, 1885) », *Confins* [Online], 17 | 2013, posto online em 16 Março 2013, Consultado o 20 Maio 2014. URL : <http://confins.revues.org/8187> ; DOI : 10.4000/confins.8187

Autor

Françoise Bahoken

Université Paris-Est, IFSTTAR, UR SPLOTT, UMR Géographie-Cités, Equipe PARIS, Groupe Cartomouv', francoise.bahoken@ifsttar.fr

Direitos de autor

© Confins