

## Apprentissage et cartographie 2.0 :

Évaluer la contribution de la cartographie 2.0 sur l'apprentissage des savoirs géographiques au secondaire I

Julien Bachmann  
HEP Vaud  
Université de Lausanne  
julien.bachmann@hepl.ch

**Résumé.** A l'instar des autres branches scolaires, la géographie fait face à une transformation de ses pratiques d'enseignement par l'intermédiaire du numérique. Cette communication propose une étude de la contribution de la cartographie numérique 2.0 sur l'apprentissage des savoirs géographiques. Deux champs de recherche sont mobilisés : didactique de la géographie et géovisualisation. En complément à une démarche qualitative issue des sciences humaines, des méthodes de récolte, de traitement et d'analyse des données issues des Learning Analytics et du « Statistical Learning » ont été mobilisées. Les résultats des analyses d'un échantillon de données récoltées lors de trois activités dans une classe de 11H (option économie) seront présentés.

**Mots-clés.** Apprentissage, cartographie numérique 2.0, géovisualisation, didactique de la géographie, géographie scolaire.

### 1 Introduction

La multiplication des supports en ligne de consultation et de production d'informations géographiques (guichets cartographiques, planisphères, cartes en ligne, etc.) témoigne de la nécessité d'outiller les citoyens de demain et soulève l'enjeu de la littératie (géo-)numérique et de l'éthique. En effet, il s'agit de développer leur regard critique vis-à-vis de ces représentations numériques et des messages qu'elles relayent. En conséquence, cette éducation au (géo-)numérique doit pouvoir s'appuyer sur des recherches qui permettent de rendre compte des apports de la cartographie numérique du point de vue de l'apprentissage chez les élèves. Plus précisément, cette communication traite de la problématique de l'apprentissage des savoirs géographiques au secondaire I<sup>1</sup>.

### 2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

Au sein de la géographie scolaire, l'intégration de la cartographie numérique au secondaire I a majoritairement été abordée du point de vue de l'enseignement (Favier, 2011; Genevois, 2016; Van der Schee, Trimp, Béneker, & Favier, 2015). Ces études soulignent le potentiel de médiation de cet outil numérique. Quant aux rares études liées à l'apprentissage (Favier & Van der Schee, 2014b, 2014a), elles insistent sur la nécessité de poursuivre les investigations à ce sujet. L'objet de cette communication consiste donc à présenter une démarche méthodologique et quelques résultats au sujet de la manière dont la cartographie numérique est susceptible de contribuer à l'apprentissage de la géographie.

La cartographie numérique, réservée auparavant à l'usage exclusif d'entreprises spécialisées, d'États et d'Universités connaît depuis une dizaine d'années une ouverture à un plus large public. Cela se traduit notamment par la cartographie 2.0 qui permet aux internautes de se retrouver à la fois dans le rôle de producteur et de consommateur d'informations géographiques (Fix My Street, Ushaidi, Open Street Map) (Mericskay & Roche, 2011). Outre cette possibilité offerte aux internautes, cela se traduit également par la mise à disposition de bibliothèques de programmation cartographiques en ligne (Leaflet, GoogleMaps, OpenLayers, D3) qui permettent de construire ces interfaces de cartographie 2.0. Les différentes interfaces de cartographie en ligne utilisées dans le cadre de cette communication ont été construites grâce à ces technologies (<https://app.wevis.ch/>).

Les champs de recherche choisis pour étudier la contribution de la cartographie 2.0 à l'apprentissage de la géographie reposent sur l'articulation de deux conceptions de l'apprentissage (socioconstructivisme et cognitivisme). La didactique de la géographie étudie les processus d'enseignement et d'apprentissage du savoir

<sup>1</sup> La transformation des pratiques par le truchement du numérique se situe à des étapes différentes en fonction des pays. Le contexte de l'étude présentée ici se restreint au Canton de Vaud où la transformation des pratiques en est à ses débuts.

géographique (Hertig, 2012). Dans une perspective socioconstructiviste, l'approche de la didactique de la géographie à laquelle nous nous référons considère la cartographie 2.0 comme un outil de médiation de l'apprentissage, soit l'une des composantes à partir de laquelle le savoir géographique se construit. La géovisualisation, s'intéresse au rôle de l'information géographique lors de la construction d'un raisonnement et de connaissances scientifiques (Çöltekin, Janetzko, & Fabrikant, 2018). Dans une perspective cognitiviste, la géovisualisation envisage la cartographie 2.0 comme une interface de visualisation cognitive de perception, de traitement et de mobilisation de l'information.

L'articulation théorique de ces deux champs de recherche a fait l'objet d'un article (Bachmann, 2020). Deux grilles d'analyse des capacités de lecture et de production cartographiques y sont présentées. Celles-ci reposent sur la taxonomie rénovée de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) afin d'illustrer les différents processus cognitifs et niveaux de connaissances mobilisés lors de l'utilisation d'une carte et ainsi pouvoir évaluer la contribution d'une interface cartographique en ligne sur l'apprentissage. Ces grilles ont donc permis de construire les activités, la récolte de données et d'analyser les productions des élèves à travers l'attribution d'un score différencié selon les composantes des capacités cartographiques sollicitées.

L'un des facteurs retenu et présenté ici pour interpréter la contribution de la cartographie 2.0 est l'interactivité. En géovisualisation, l'interactivité recouvre les différentes possibilités de présentation de l'information à disposition de l'utilisateur au sein d'une interface (Crampton, 2002; Edsall, Andrienko, Andrienko, & al, 2009). Par extension, les interactions cartographiques illustrent la relation entretenue par un humain et une carte à travers la médiation offerte par l'outil numérique (Roth, 2012). En conséquence, afin de mesurer et différencier cette contribution selon les fonctionnalités de l'interface mobilisée, une taxonomie des types d'interactions possibles entre l'élève et l'interface a été construite. Elle s'appuie sur les travaux de Roth (2012) et de Crampton (2002), et elle a permis de « coder » et d'analyser les données issues des interactions des élèves avec un outil de cartographie interactive.

### 3 Méthodologie

L'échantillon présenté est issu de trois récoltes de données réalisées entre le mois de novembre 2020 et le mois d'avril 2021, au sein d'une classe d'économie (11H) du secondaire I. La première activité était consacrée au commerce mondial, la seconde à la Silicon Valley et la dernière au négoce des matières premières. Lors de ces trois activités (environ 30 minutes chacune), différents concepts et notions, à la fois économiques et géographiques, ont été abordés à travers l'utilisation de la carte en ligne 2.0. L'un des objectifs de ce dispositif consistait à mettre en évidence les dynamiques géographiques permettant d'expliquer certaines dimensions des phénomènes économiques étudiés.

Trois interfaces de cartographie en ligne ont été construites. Les remarques de l'enseignant partenaire et des élèves ont été prises en compte lors de la construction de ces interfaces. Différentes fonctionnalités de représentation graphique interactives ont été implémentées afin d'évaluer leurs contributions à l'apprentissage des élèves. Chaque prise de données propose des fonctionnalités différentes de visualisation des indicateurs. A partir de la seconde activité, les élèves ont saisi leurs réponses dans l'interface. Afin de garder une trace des interactions des élèves avec ces interfaces, différentes méthodes de tracking - inspirées des pratiques de recherche des Learning Analytics (Romero & Ventura, 2020) - ont été intégrées au site de cartographie en ligne : suivi des mouvements et des clics de la souris, suivi des fonctionnalités utilisées et suivi des interactions utilisateurs-carte.

Les productions des élèves ont été évaluées à chaque activité à l'aide d'une des grilles de capacités cartographiques : lecture et interprétation cartographique. Chaque question était liée à l'une des composantes cartographiques de cette capacité. Ainsi, le score a pu être différencié afin de permettre une analyse plus détaillée.

Un premier traitement des mouvements de la souris a été réalisé par un algorithme de « spatio-temporal clustering » - ST-OPTICS (Ansari, Ahmad, Khan, Bhushan, & Mainuddin, 2020) utilisé dans le domaine de l'apprentissage statistique. Cette opération de regroupement permet de mieux faire ressortir la manière dont les élèves ont interagi avec la carte en ligne en supprimant les mouvements isolés. Les différentes données issues du tracking ont été « codées » grâce à la taxonomie des types d'interactions mentionnées plus haut (cf. section 2). Les interactions ont été rattachées à chacune des fonctionnalités mises à disposition des élèves. Suite à ces opérations de traitement des données, le nombre d'évènements lié aux différents trackings des trois activités est d'environ un million et demi.

L'étape suivante consiste à comparer les différents scores obtenus et les types d'interaction sollicités par les élèves. Il s'agit ici de modéliser leurs relations éventuelles à l'aide de méthodes statistiques adaptées (analyse en composante principale et régressions). Lorsque cette étape sera terminée, les résultats de cette analyse seront confrontés à l'interprétation des focus group réalisés en présence des élèves suite aux trois activités.

## 4 Résultats et discussion

Sur le plan didactique, l'un des premiers résultats de cette recherche sur la cartographie numérique réside dans la mise à l'épreuve d'une taxonomie des capacités cartographiques reposant sur la taxonomie rénovée de Bloom (Bachmann, 2020). Son utilité n'est pas limitée à cette étude. En effet, elle peut être mobilisée par des enseignants afin de construire des activités qui mobilisent des supports cartographiques interactifs ou statiques.

L'élaboration de ces trois activités en partenariat avec l'enseignant a permis de souligner certains enjeux liés à l'intégration numérique en classe (liste non exhaustive) :

- logistique : qualité du wifi, matériel à disposition, modalités d'accès ;
- savoir-faire : difficultés des élèves lors de la prise en main de l'outil mis à disposition ;
- didactique : construire des indicateurs cartographiques adaptés au contenu du cours et au niveau des élèves, tout en donnant du sens aux activités proposées ;
- recherche : mettre à disposition différents types de fonctionnalités interactives sans surcharger l'interface, assurer le bon fonctionnement de la récolte du tracking.

Les premiers constats au sujet de la contribution du site de cartographie en ligne sont encourageants. Du point de vue de l'enseignement et de l'apprentissage, l'outil cartographique en ligne a permis selon les propos des élèves et de l'enseignant partenaire de mettre en lien les dimensions des thématiques économiques et de favoriser ainsi une meilleure appropriation des savoirs économiques. En outre, la succession d'activités cartographiques en ligne similaires, selon les remarques d'une majorité d'élèves, a favorisé une amélioration de leur capacité à extraire des informations d'une carte et à les mobiliser dans le cadre d'une réflexion.

Brièvement, l'observation de l'évolution des scores permet de constater des difficultés de la part des élèves au sujet de la capacité à mettre en lien différentes informations liées à l'interprétation d'indicateurs. La capacité à problématiser a également soulevé des difficultés auprès des élèves. Néanmoins, leurs scores liés à ces capacités ont augmenté au cours des trois activités. Dans l'ensemble, les scores ont suivi une progression plus marquée entre la première et la seconde activité.

Les premières analyses du tracking, issues des ACP et des régressions, mettent en lumière une nette amélioration de la maîtrise technique de la part des élèves. En effet, le nombre d'évènements total par activité chute considérablement entre la première et la dernière activité, alors que le nombre de type d'interactions moyen reste stable. Les interactions liées aux déplacements au sein de la carte (mouvements de la souris, zoom, changement de périmètre) sont d'abord élevées puis diminuent au fil du temps. Cet effet est vraisemblablement dû au besoin initial des élèves d'explorer l'interface de l'outil cartographique. Une fois pris en main, son utilisation est plus efficace. Par ailleurs, il semble que le score obtenu par les élèves lors des activités augmente, dans une certaine mesure, avec le recours à certaines manipulations. Une utilisation trop importante de ces mêmes manipulations tend à entraîner un score plus faible.

Bien entendu, il s'agit ici de premiers résultats qui devront être contextualisés et investigués à l'aide de l'ensemble des données récoltées. Néanmoins, ceux-ci offrent un premier aperçu de la contribution de la cartographie numérique à l'apprentissage de savoirs à la fois économiques et géographiques.

## 5 Conclusion

L'étude de la contribution de la carte 2.0 à l'apprentissage soulève des enjeux liés à la littératie et à l'éthique numérique et d'intégration du numérique en classe. En effet, afin de traiter ces enjeux, la formation des citoyens de demain requiert une connaissance plus approfondie des processus d'apprentissage lors de l'utilisation d'un outil numérique. Pour y parvenir, cette recherche articule deux champs de recherche – didactique de la géographie, géovisualisation - complémentaires par leurs méthodes et leurs perspectives théoriques respectives, notamment de l'apprentissage (respectivement socioconstructivisme et cognitivisme) vis-à-vis du support cartographique. Cette

articulation est concrétisée par deux grilles de capacités cartographiques qui mettent en lumière le rôle de médiation et de cognition de la carte (2.0).

La méthodologie mise en place illustre également cette articulation grâce à l'élaboration de plusieurs activités en prenant en considération des critères didactiques et liés à la géovisualisation, lors de l'élaboration des interfaces cartographiques.

Outre une meilleure connaissance des facteurs qui contribuent à l'apprentissage des élèves lors de l'utilisation d'une carte numérique, la recherche en cours débouchera sur la mise à disposition d'outils destinés aux enseignants :

- un outil didactique de construction des activités cartographiques qui révèlent et distinguent les capacités cognitives et les dimensions de connaissance susceptibles d'être mobilisées lors de la lecture et de la production de cartes - un résultat disponible dans Bachmann (2020) ;
- des recommandations de pratiques pour l'utilisation de supports cartographiques interactifs en classe construits à l'aide des résultats obtenus de l'analyse des différentes données.

## Références

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing : A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Ansari, M. Y., Ahmad, A., Khan, S. S., Bhushan, G., & Mainuddin. (2020). Spatiotemporal clustering : A review. *Artificial Intelligence Review*, 53(4), 2381-2423.
- Bachmann, J. (2020). Cartographie 2.0 et géographie scolaire : Une démarche théorique et méthodologique d'évaluation de l'apprentissage. *Géo-Regards*, 13, 29-47.
- Çöltekin, A., Janetzko, H., & Fabrikant, S. (2018). Geovisualization. *Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge*, 2018(Q2).
- Crampton, J. W. (2002). Interactivity Types in Geographic Visualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 29(2), 85-98. <https://doi.org/10.1559/152304002782053314>
- Edsall, R., Andrienko, G., Andrienko, N., & al. et. (2009). Interactive maps for exploring spatial data. Dans *Manual of geographic information systems* (pp. 837-858).
- Favier, T. T., & Van der Schee, J. A. (2014a). Evaluating Progression in Students' Relational Thinking While Working on Tasks with Geospatial Technologies. *Review of International Geographical Education Online*, 4(2), 155-181.
- Favier, T. T., & Van der Schee, J. A. (2014b). The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking. *Computers & Education*, 76, 225-236.
- Hertig, P. (2012). *Didactique de la géographie et formation initiale des enseignants spécialistes : Conception et première évaluation du nouveau dispositif de formation initiale des enseignants de géographie du Secondaire supérieur à la HEP Vaud*. Lausanne: Institut de géographie - Université de Lausanne.
- Mericskay, B., & Roche, S. (2011). La cartographie 2.0 au service de l'intelligence territoriale : De nouveaux outils et de nouvelles méthodes pour la production de connaissances hybrides sur les territoires. Dans *1ère Conférence Intercontinentale d'Intelligence Territoriale "Interdisciplinarité dans l'aménagement et développement des territoires"* (p. 15). Gatineau, Canada.
- Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics : An updated survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355.
- Roth, R. (2012). Cartographic Interaction Primitives : Framework and Synthesis. *Cartographic Journal The*, 49, 376-395.