

Fabriquer une carte interactive pour l'édition numérique sans coder : premiers pas du logiciel CartABl et perspectives

par Laurent Pourinet

CNRS, Nantes Université, LETG, UMR 6554, F-44000 Nantes
laurent.pourinet@univ-nantes.fr

Claire Portal

Université de Poitiers, MIMMOC, UR 15072, F-86073 Poitiers
claire.portal@univ-poitiers.fr

Olivier Aubert

Nantes Université, CNRS, LS2N, UMR 6004, F-44000 Nantes
olivier.aubert@univ-nantes.fr

Brice Trouillet

Nantes Université, CNRS, LETG, UMR 6554, F-44000 Nantes
brice.trouillet@univ-nantes.fr

Cyril Pulvin

Nantes Université, Institut de Géographie et d'Aménagement - IGARUN, F-44000 Nantes
cyril.pulvin@univ-nantes.fr

Julie Pierson

CNRS, Université de Brest, LETG, UMR 6554, F-29280 Plouzané
julie.pierson@univ-brest.fr

Mathias Rouan

CNRS, Université de Brest, LETG, UMR 6554, F-29280 Plouzané
mathias.rouan@univ-brest.fr

et Simon Charrier

Nantes Université, Institut de Géographie et d'Aménagement - IGARUN, F-44000 Nantes
simon.charrier@univ-nantes.fr

L'article décrit le principe original et les avancées du logiciel CartABl développé au sein de l'UMR 6554 LETG, dans le cadre du projet éditorial de L'Atlas Bleu, revue cartographique des mers et des littoraux (<https://atlas-bleu.cnrs.fr/>). Dans son interface en ligne, CartABl permet de visualiser et d'identifier les éléments graphiques d'un fichier de dessin vectoriel pour y ajouter des fonctionnalités interactives sans codage (par glisser-déposer). Le résultat est la fabrique d'un fichier téléchargeable embarquant cette interactivité ajoutée. Le document interactif ainsi obtenu est lisible par les navigateurs web les plus courants et peut être publié dans un projet éditorial en ligne. Cet article restitue et complète la présentation du logiciel faite au Festival du Printemps des cartes à Montmorillon en mai 2023.

Mots-clés : *cartographie interactive, édition numérique, développement logiciel, valorisation scientifique*

This article describes the original principle and new features of the CartABl software developed within the LETG lab, as part of the editorial project for L'Atlas Bleu, a cartographic journal of oceans and coasts (<https://atlas-bleu.cnrs.fr/>). CartABl's online interface enables users to view and identify graphic elements in a vector drawing file, and then add interactive functionalities without coding (using drag & drop). The result is a downloadable file embedding the added interactivity. The resulting interactive document is readable by most common web browsers and can be published as part of an online editorial project. This paper reproduces and completes the software presentation given at the Printemps des cartes Festival, Montmorillon (France), in May 2023.

Keywords: *interactive cartography, digital publishing, software development, scientific valorization*

Introduction

La création du logiciel *CartABl* est ancrée dans un projet éditorial d'une revue scientifique en ligne, piloté par le laboratoire Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique (LETG, UMR 6554 du CNRS), dont le site web a été ouvert en mars 2022 : *L'Atlas Bleu, revue cartographique des mers et des littoraux* (<https://atlas-bleu.cnrs.fr/> [cons. le 15/01/2024]). *L'Atlas Bleu* est une revue bilingue de valorisation et de vulgarisation scientifique qui, dans une démarche de science ouverte, propose en accès libre et gratuit, un portrait géographique sans cesse réactualisé des connaissances des mers et des littoraux de « la planète bleue ». La revue publie des contributions sous forme de courts articles à forte composante cartographique.

La production cartographique de *L'Atlas Bleu* a pour première caractéristique d'être très diversifiée, autant en termes de thématiques abordées que d'échelles d'analyse. Les types de données et les sources d'informations géographiques mobilisées, les modalités de traitements de l'information, les formes de restitutions sont elles aussi multiples. Pour assurer une homogénéité et une qualité graphique constante des productions

éditées dans la revue, toute la cartographie des articles est réalisée en co-construction par les cartographes avec les auteur·es des articles, chaque document graphique est systématiquement finalisé à l'aide du logiciel de dessin *Adobe Illustrator*. Ce mode de fabrique cartographique finalement très classique permet, à partir de fichiers vectoriels, d'obtenir des documents sur mesure de haute qualité (sémiologie graphique, précision du dessin, haute résolution, colorimétrie personnalisée) à l'instar de ce qui peut être fait pour la publication d'un atlas papier.

Le projet de développement de *CartABl* – **Cartes** interactives pour *L'Atlas Bleu* – s'appuie largement sur cette expérience d'une fabrique cartographique dédiée à l'édition produite en mode vectoriel. Il a pour objectif d'enrichir les formes de restitution cartographique statiques par l'ajout d'interactivité qu'autorise le format numérique et sa diffusion sur le web. Dit autrement, *CartABl* est un outil graphique d'édition cartographique qui permet à ses utilisateur·rices de réaliser une cartographie interactive inscrite dans une chaîne d'édition numérique. La conception de *CartABl* repose premièrement sur une démarche qui part d'un acte de valorisation scientifique par la cartographie et qui, deuxièmement, intègre l'interactivité au plus près des règles de sémiologie « classique » pour une production éditoriale en ligne. L'invitation des lectrices et lecteurs à interagir sur la carte devient alors une composante supplémentaire de compréhension et d'assimilation de l'information géographique donnée à voir.

Positionnement conceptuel et technique

Ce projet s'inscrit dans les réflexions et les innovations foisonnantes menées sur les outils de géovisualisation (i.e. Roth, 2013 ; Saint-Marc *et al.*, 2017 ; Lecomte *et al.*, 2018) et en particulier sur les aspects d'animation et de cartographies dynamiques (i.e. Demoraes *et al.*, 2021 ; Jégou, 2017 ; Oliveau *et al.*, 2018) et des changements éventuels que cela induit en matière de sémiologie graphique (i.e. Cunty *et al.*, 2017 ; Mericskay, 2016). Plus précisément, *CartABl* fait partie de la cartographie multimédia, dynamique et interactive, la carte étant construite par l'utilisateur·rice en temps réel (selon la typologie d'Antoni *et al.*, 2004).

CartABl est un logiciel libre sous licence GPLv3. Son code source est accessible et les utilisateur·rices sont invité·es à signaler des problèmes à partir de son dépôt de développement¹. Sur le positionnement conceptuel, le projet relève de l'autonomisation et de l'émancipation (« *empowerment* ») des utilisateur·rices de l'innovation guidée par eux-mêmes (« *user-lead innovation* », von Hippel, 1986). Dans ce contexte, il s'inscrit aussi dans l'*empowerment* tel qu'évoqué par M. Noucher, renforçant « les capacités des non-experts de la cartographie à se réapproprier le pouvoir de se définir et de se représenter par eux-mêmes » (Noucher, 2017, p. 55).

¹ Le dépôt de code est accessible depuis la page d'accueil du projet <https://igarun.univ-nantes.io/CartABl/>

CartABl vise à proposer une interface accessible, de manière à permettre à une plus grande variété d'utilisateur·rices d'expérimenter dans le domaine de la cartographie d'édition numérique. La grammaire est ainsi volontairement réduite dans les premiers temps, justement dans cette optique de *user-lead innovation*, pour permettre l'émergence d'interactions de plus haut niveau basée sur les besoins effectifs. En ce sens, la démarche s'inscrit dans la lignée de la bibliothèque « Bertin » (Lambert et al., 2023) ou du projet Vega-Lite (Satyanarayan et al., 2017), qui vise à proposer une grammaire d'interactions générale, et plus précisément de Voyager (Wongsuphasawat et al., 2017) qui propose une interface graphique permettant de manipuler ces concepts sans avoir à produire de code.

Sur le positionnement technique, il existe des outils performants, notamment ceux de Mike Bostock (concepteur de d3.js et ObservableHQ) qui offrent une abstraction opérationnelle adaptée pour les utilisateurs capables de produire du code (javascript en l'occurrence). Inkscape propose également d'ajouter des fonctionnalités interactives à du SVG, mais toujours à destination d'utilisateurs·rices capables d'élaborer du code SVG. *CartABl* a pour objectif de fournir les outils nécessaires à l'édition cartographique numérique sans que l'utilisateur·rice n'ait de compétences spécifiques en codage informatique. La feuille de route de *CartABl* est donc claire : proposer une interface accessible permettant à de nombreux utilisateur·rices de s'approprier une première grammaire élémentaire d'interactions possibles, et se baser sur l'expérience concrète (et les frustrations possibles) pour proposer des modalités d'interaction de plus haut niveau, en tirant parti notamment des détournements créatifs de l'outil.

Organisation de l'équipe et mise en route du projet

La structuration de l'UMR LETG comprend dans son organigramme un ensemble d'ingénieur·e-s et technicien·nes aux diverses fonctions d'accompagnement de la recherche (notamment des géomaticien·nes, informaticien·nes, cartographes) regroupé en un Réseau d'accompagnement scientifique et technique de la recherche (RASTeR). Depuis 2017, les rencontres annuelles du RASTeR et les séminaires de travail ont permis d'aborder des questions méthodologiques, d'étudier et de s'emparer de nouveaux outils, d'échanger des expériences dans les différents métiers. L'intégration d'interactivité dans les productions cartographiques a régulièrement fait l'objet de partage de connaissances et de retours d'expériences (développement d'utilitaires de visualisation cartographique dans les processus de recherche en géographie, valorisation scientifique sous forme de *story map*, analyse des formes d'interactivité présentes sur le web pour représenter des données géographiques et aussi plus largement concernant la data-visualisation). C'est dans ce contexte et dans le cadre d'ateliers organisés au sein du RASTeR qu'ont pu être fabriquées et testées les premières productions de cartes interactives ouvrant quelques pistes méthodologiques (avantages techniques des documents vectoriels, potentiel du format *Scalable Vector Graphics*

(SVG), premiers essais en langage *JavaScript* (JS) en lien avec des fichiers *Adobe Illustrator*).

En 2020, la mise en place de la revue *L'Atlas Bleu* a fourni une occasion supplémentaire de travailler sur l'interactivité comme plus-value de la cartographie d'édition dans un cadre concret et opérationnel. En 2021, *CartABl* a bénéficié d'un coup de pouce supplémentaire constitué d'un premier soutien financier mobilisé sur le budget propre du laboratoire. Cette étape cruciale a permis d'organiser un groupe de travail dédié, centré sur l'objectif du développement de cet outil logiciel spécifique et aussi de financer une prestation de développement informatique externe (O. Aubert de l'*Ouvre-Boîtes*) qui constituent les premières avancées significatives du projet.

Principe et fonctionnement du logiciel

Choix du format SVG

Les premiers tests menés au sein du RASTeR nous ont rapidement convaincu de l'intérêt de travailler à partir du format SVG pour l'enregistrement et la modification de productions graphiques interactives. Les avantages de ce format en termes graphiques et éditoriaux sont le redimensionnement des documents sans perte de résolution d'image (format vectoriel), la légèreté des fichiers générés, même pour des dessins complexes, la compatibilité de lecture et d'affichage avec la plupart des navigateurs. Ce format est aussi fréquemment utilisé (enregistrement par défaut ou export) dans les logiciels de dessin mobilisés en cartographie d'édition (*Inkscape*, *Adobe Illustrator*) et dans le domaine des Systèmes d'information géographique. Les avantages en lien avec la création d'interactivité et le développement informatique sont aussi considérables car le SVG peut être manipulé depuis le langage JS et permet le recours au *Cascading Style Sheets* (CSS).

Intégration dans la chaîne graphique

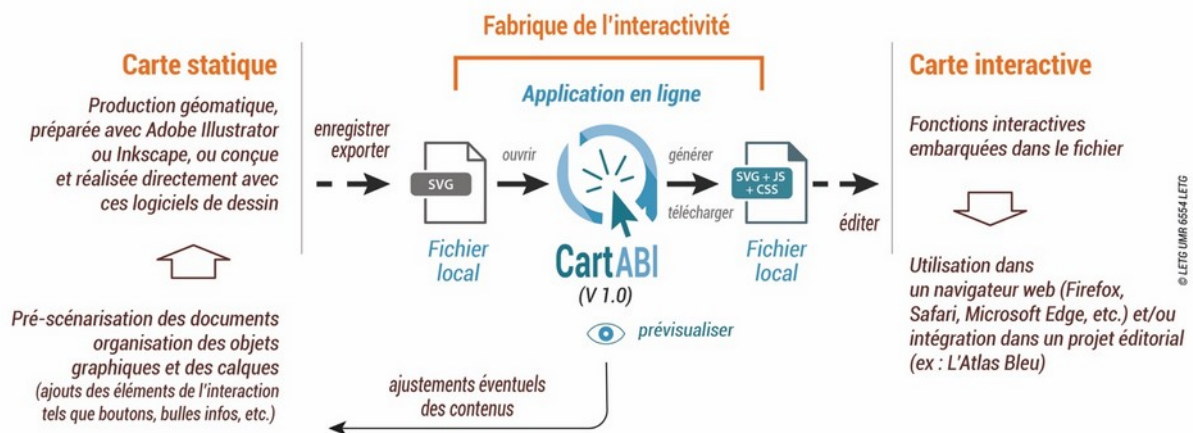


Figure 1 : Insertion de CartABI dans la chaîne graphique et principe de fonctionnement.
Conception & réalisation : LETG.

La figure 1 met en évidence la manière de tirer parti du format SVG et d'intégrer *CartABI* dans la chaîne d'édition graphique. Le travail consiste concrètement à reconditionner le fichier vectoriel pour lui ajouter de l'interactivité et *CartABI* vient épargner à l'utilisateur·rice toutes les tâches de programmation pour y parvenir.

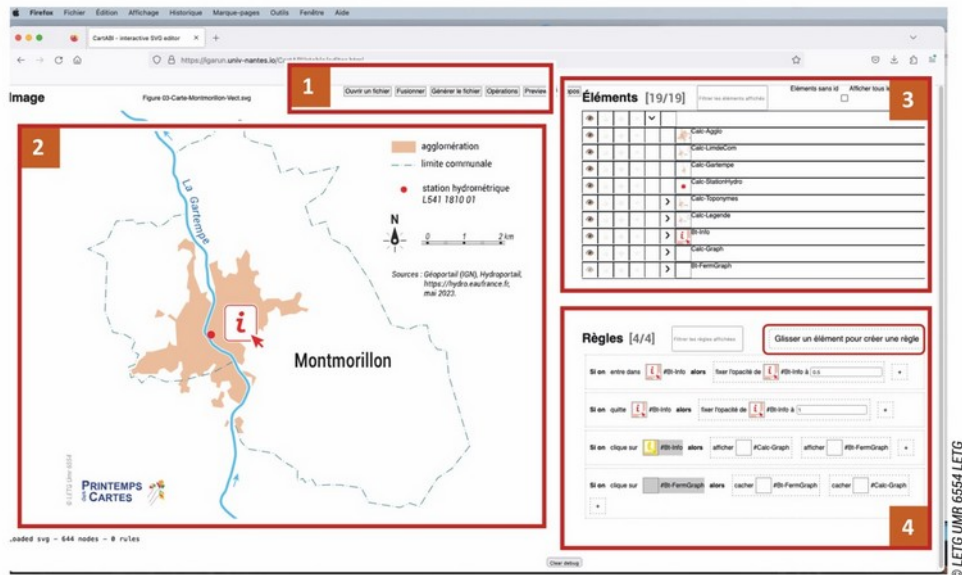
Pour la ou le cartographe, l'adjonction de caractéristiques interactives s'effectue de manière transparente en prolongeant la logique du dessin, c'est-à-dire en restant concentré sur la manipulation des objets graphiques et des calques pour les rendre interactifs, avec la possibilité de prévisualiser le résultat, le tout sans aucun codage. Dans le travail de construction de cartes interactives de *L'Atlas Bleu* par exemple, cette manière de travailler reste présente d'un bout à l'autre de la fabrique cartographique. La méthode de travail consiste à agir sur les éléments graphiques pour réaliser un document de valorisation scientifique (éditable en ligne) dont le but primordial est de favoriser une construction rigoureuse, la clarté du document donné à voir, et, finalement la compréhension du lecteur et de la lectrice. Ce processus s'en trouve même renforcé lors de l'utilisation de *CartABI* puisqu'il permet de prévisualiser le bon fonctionnement de l'interactivité d'un document au cours de sa construction et de retourner à la phase de dessin assez aisément. Ainsi, on peut facilement revenir dans *Adobe Illustrator/Inkscape* pour adapter-ajouter des objets graphiques (boutons, éléments de carte à cliquer, etc.) servant l'interactivité, réorganiser des calques et redéfinir la pré-scénarisation de l'interactivité. La fluidité de cette boucle de rétroaction en forme d'ajustement de contenus graphiques présente une dimension heuristique indéniable. La production de documents cartographiques interactifs restant encore très empirique, tout ce qui est de nature à favoriser la créativité ne peut être que de bon augure...

Fonctionnement et interface du logiciel

L'objectif de s'intégrer à une chaîne éditoriale existante a stimulé l'élaboration d'un certain nombre de principes tant dans la définition du format de fichier produit que dans l'ergonomie de l'interface de l'outil d'édition associé. Le fichier produit est ainsi un fichier SVG (format ouvert), auquel ont été ajoutées sous forme de métadonnées des règles d'interaction exprimées dans un format déclaratif. Ces règles sont interprétées par un noyau logiciel (« *runtime* ») implémenté en javascript et injecté dans le SVG. Ainsi, tout navigateur web (la cible principale) peut interpréter les règles définies. De plus, leur déclaration en tant que métadonnées permet de les réinjecter dans une nouvelle version du SVG statique, en cas de réédition du document d'origine (fig. 1). L'éditeur a également été conçu avec des principes d'économie d'espace et de familiarité avec l'existant. Ainsi, l'arbre de visualisation des éléments graphiques (fig. 2, zone 3) s'inspire directement de l'outil équivalent dans *Adobe Illustrator*, afin de limiter la désorientation lors du passage d'un outil à l'autre. Les règles sont définies par « glisser-déposer » des éléments impliqués dans l'action en tant que source d'action ou objet d'action, et une bibliothèque d'actions permet de sélectionner celle à effectuer. Les actions sont pour l'instant très élémentaires, nous envisageons la constitution d'un catalogue d'interactions plus évoluées basé sur les retours d'expérience. Là encore, le principe du logiciel *CartABI* tourné vers la valorisation et l'édition reste indéfectible. Il s'agit de permettre à l'utilisateur-riche, en quête d'interactivité pour sa réalisation cartographique, de pouvoir y parvenir sans avoir à gérer de code informatique, donc de lui épargner des tâches connexes complexes.



Embarquer
de l'interactivité
dans vos cartes
et documents
graphiques
en quelques
clics



- 1 - Boutons des commandes principales
(ouverture du fichier .svg, prévisualisation de l'interactivité, téléchargement du fichier final, etc.)
- 2 - Visualisation du document graphique ouvert
- 3 - Identifiants (ID) des éléments (objets graphiques et calques) du document
- 4 - Ajout d'interactivité par glisser-déposer des éléments depuis la zone 3 et choix des événements et des actions à leur attribuer
(ex : si on clique sur "Bt-Info", alors afficher "Calc-Graph")

Figure 2 : Principe de fonctionnement de l'interface de CartABL.
Conception & réalisation : LETG.

Fabrication d'une carte interactive simple : démonstration

L'exemple décrit ci-après a été l'objet d'une présentation au Festival du Printemps de cartes en mai 2023 à Montmorillon. Le but était de proposer une démonstration de « mise en interactivité » d'un document cartographique avec *CartABI*, en détaillant les différentes étapes de sa construction. L'idée initiale est de produire une carte interactive de Montmorillon permettant de donner à voir les débits mensuels de la Gartempe et leur évolution dans le temps pour étayer une question sur les régimes hydrologiques des rivières en France. Cet exemple s'inspire de l'actualité, et rappelle les sécheresses climatiques du printemps et de l'été 2023. Le cours d'eau traverse la commune du sud au nord et coupe en deux l'agglomération montmorillonnaise. Une station de mesure hydrométrique est située au cœur de la ville. Les sources mobilisées sont l'IGN (<https://www.geoportail.gouv.fr/> [cons. le 15/01/2024]) pour la construction du fond de plan et l'Hydroportail (<https://hydro.eaufrance.fr/> [cons. le 15/01/2024]) pour l'obtention des statistiques des débits mensuels de la Gartempe (moyennes mensuelles 1955-2023 et valeurs des mois de janvier 2022 à avril 2023). La cartographie est entièrement réalisée (dessinée) dans *Adobe Illustrator*.

Étape 1. Conception et construction du document cartographique statique, pré-scénarisation de l'interactivité

La première étape consiste à créer une carte vectorielle statique dans *Adobe Illustrator* (numérisation des limites de la commune de Montmorillon, emprise de l'agglomération, Gartempe, localisation de la station hydrométrique, colorisation, échelle, orientation, légende). Les données des débits sont visualisées par un graphique à doubles barres verticales (comparaison des moyennes mensuelles 1955-2023 et celles de l'année écoulée) lui aussi réalisé directement dans *Adobe Illustrator* à l'aide de l'outil graphique approprié. À ce stade de la construction, la pré-scénarisation de l'interactivité à mettre en place peut être imaginée et les objets graphiques, les calques, organisés.

Le scénario interactif envisagé se résume à :

- 1) La carte s'affiche à l'écran. Un bouton « i » bien visible au centre de la carte invite implicitement le lecteur-riche à cliquer dessus pour obtenir des informations supplémentaires.
- 2) Au survol, ce bouton change d'aspect pour signifier l'interactivité.
- 3) L'internaute clique sur le bouton.
- 4) Le graphique apparaît dans une fenêtre.
- 5) La fenêtre du graphique peut être refermée par un bouton conventionnel « x », permettant de revenir à la carte.

Conformément à ce scénario, les objets graphiques de la carte vont être ventilés dans différents calques ainsi qu'indiqué sur la figure 3. Les calques *Bt-FermGraph* et *Clac-Graph* (partie centrale de la fig. 3) seront masqués avant enregistrement du fichier au format SVG, puisque les éléments graphiques qu'ils contiennent n'apparaissent pas à l'ouverture de la carte, et restent en attente d'un clic de l'internaute sur le bouton « i » pour apparaître. À l'issue de cette première phase de construction, le document prêt à être repris dans *CartABl* est enregistré localement en format SVG.

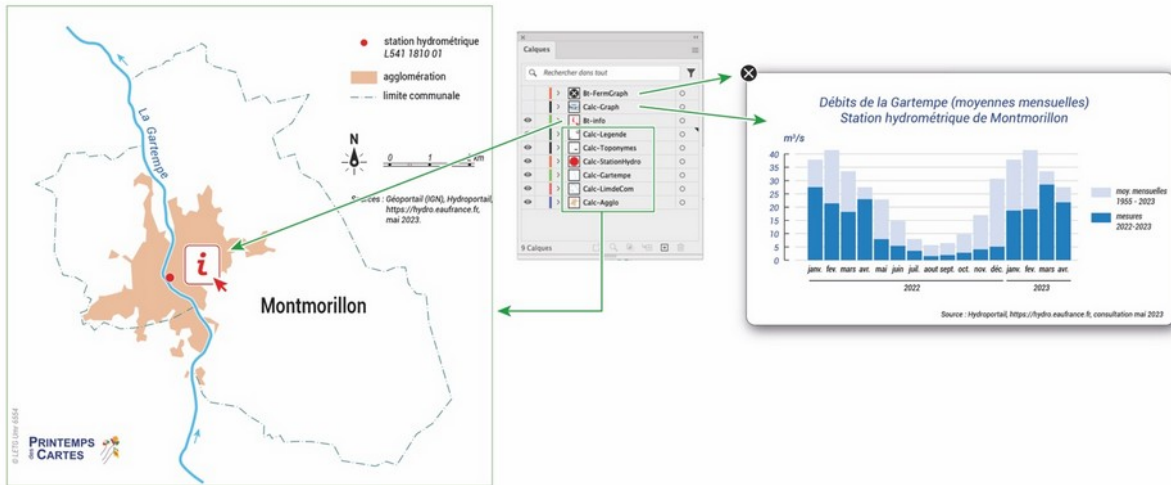


Figure 3 : Organisation des calques et des éléments graphiques de la carte statique pré-scénarisée construite dans Adobe Illustrator.
Conception & réalisation : LETG.

Étape 2. Construction de l'interactivité dans CartABI

Le logiciel *CartABI* étant ouvert en ligne depuis un navigateur (*Firefox, Safari, Chrome, Edge*), la commande « ouvrir un fichier » (fig. 2, zone 1) permet d'afficher la carte de Montmorillon (fig. 2, zone 2) et la liste des éléments qui la composent (fig. 2, zone 3), y compris les calques cachés, identifiés automatiquement par *CartABI*. La mise en interactivité est alors simple et intuitive puisqu'il suffit de « glisser-déplacer » depuis la liste les éléments mobilisés pour l'interactivité vers celle dédiée à la fabrication des règles (fig. 2, zone 4) et raisonner en terme d'événements (ex : « si je clique », « si j'entre », etc.) et d'actions déclenchées (ex : « afficher », « changer l'opacité de », etc.). Un ensemble d'événements et d'actions peuvent ainsi être sélectionnés pour les appliquer à tout élément graphique ou calque (donc ensemble d'objets) du document, être combinés et enchaînés. La figure 4 montre les règles qui ont été appliquées pour fabriquer l'interactivité du document ayant fait l'objet de la démonstration.

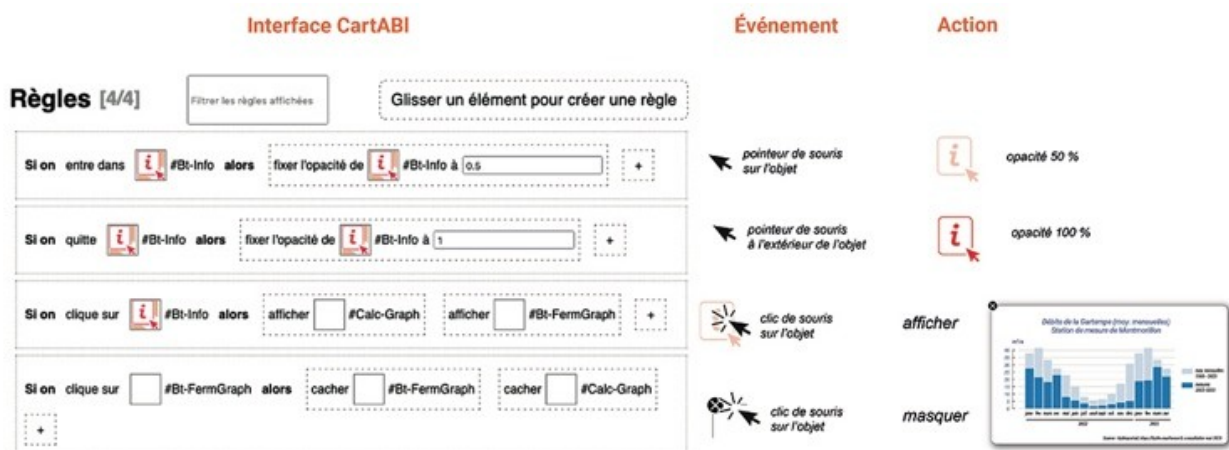


Figure 4 : Interactivité ajoutée au document avec CartABl, interface, événements et actions.
Conception & réalisation : LETG.

Dès lors, le résultat final peut être prévisualisé et téléchargé localement sur l'ordinateur de l'utilisateur·rice (fig. 2, zone 1). La carte interactive réalisée dans cette démonstration est disponible à l'adresse suivante : <https://igarun.univ-nantes.io/CartABl/examples/montmorillon.svg> [cons. le 15/01/2024]. Le·la lecteur·rice pourra la télécharger et l'ouvrir à partir de son navigateur afin de visualiser le résultat.

Bilan et perspectives

Les travaux menés par le groupe de travail *CartABl* et les développements informatiques réalisés depuis fin 2021 aboutissent aujourd'hui à un prototype de logiciel. Son utilisation dans un cadre éditorial en conditions réelles constitué par *L'Atlas Bleu* débouche d'ores et déjà sur une production de cartes publiées et accessibles en ligne². De manière occasionnelle, pour l'instant, quelques cartes ont également été produites hors *L'Atlas Bleu* (ex. : Atlas des sports <https://atlas-des-sports.science/index.php?id=599> figure 3 [cons. le 11/02/2024], *Observatoire régional des risques côtiers*, <https://or2c.univ-nantes.fr/projet-coastsnap> document non publié) qui constituent des cadres d'utilisation différents. En janvier 2023, dix « bêta testeurs » de laboratoires de recherche ont été mobilisés pour éprouver la robustesse du logiciel. Il s'agissait de recueillir les retours d'expériences : prise en main du logiciel, conditions d'utilisation et documents réalisés, anomalies constatées, propositions d'amélioration, fonctionnalités supplémentaires attendues. Des tests d'utilisation ont aussi être organisés ponctuellement auprès d'étudiant·es de M2 Géographie et de doctorant·es dans un contexte pédagogique et de formation à la cartographie d'édition. Ces retours d'expérience nous ont permis de confirmer la robustesse et la vélocité de *CartABl* et ont enrichi les pistes de développement. Une série de travaux est actuellement en cours afin de perfectionner cette première version de *CartABl* :

- correction des quelques bugs ;
- amélioration et augmentation des fonctionnalités ;

² Quelques cartes interactives publiées dans *L'Atlas Bleu* :

<https://atlas-bleu.cnrs.fr/eutrophisation-des-eaux-cotieres-dans-le-golfe-de-californie-mexique-et-developpement-spatial-de-la-crevetticulture-cas-du-delta-du-rio-fuerte/> [cons. le 15/01/2024] ;

<https://atlas-bleu.cnrs.fr/les-paysages-du-sel-a-aveiro-portugal-du-patrimoine-cartographique-au-patrimoine-salicole/> [cons. le 15/01/2024] ;

<https://atlas-bleu.cnrs.fr/repartition-des-principales-forces-navales-dans-le-monde/> [cons. le 15/01/2024] ;

<https://atlas-bleu.cnrs.fr/espaces-littoraux-les-plus-densement-peuples-de-la-planete-en-2015/> [cons. le 15/01/2024].

- constitution d'une bibliothèque d'interactions courantes pouvant être remobilisées ;
- amélioration de l'ergonomie de l'interface et de son design graphique ;
- finalisation de la documentation d'utilisation ;
- ouverture d'un site de présentation du logiciel et galerie d'exemples de productions.

L'éditeur *CartABl*, toujours en cours de développement, est accessible à l'adresse <https://igarun.univ-nantes.io/CartABl/> [cons. le 15/01/2024]. Nous encourageons d'ores et déjà l'utilisation de la version actuelle dans notre entourage académique moyennant mention de son utilisation et de retours d'expérience, notamment ceux acquis dans un contexte de valorisation et de vulgarisation scientifique. Notons également qu'il est tout à fait possible d'utiliser *CartABl* pour apporter de l'interactivité à un document autre qu'une carte, par exemple un graphique, ou bien à un document combinant cartes, graphiques, images, la seule contrainte étant que ce document en entrée soit au format vectoriel SVG.

Du point de vue des perspectives, l'utilisation de *CartABl* nous a aussi permis de forger et d'enregistrer une expérience de production de cartes interactives pour l'édition et la valorisation scientifique. Ce travail ouvre de nouvelles pistes méthodologiques de la fabrique cartographique dans ce contexte.

Lors de la réalisation d'une carte statique l'objectif est de faciliter l'appropriation rapide de contenu par le·la lecteur·rice en donnant à voir directement et de manière facilement intelligible l'information géographique déjà traitée. En d'autres termes, la carte additionne les connaissances et l'expertise scientifique en offrant une représentation « prête-à-visualiser » : toute l'information est livrée dès la consultation du document. L'intégration d'interactivité vient percuter cette approche puisque la découverte, la lecture de la carte et la compréhension de son contenu reposent, au moins en partie, sur le déclenchement d'événements (un survol de pointeur, clic de souris, etc.) qui vont permettre de révéler des pans d'information. Au sein de ces documents graphiques, l'ensemble du contenu n'est pas entièrement dévoilé dès le regard du lecteur·rice posé sur la carte. Celui-ci est incité à agir sur les éléments pour accéder à l'information, puis à des informations complémentaires et/ou plus complexes qui vont pouvoir s'afficher de manière progressive ou fragmentée. Il en découle des processus de conception et de réalisation cartographique différents du mode habituel. Il s'agit d'imaginer la manière de livrer les informations que renferme la carte, son mode narratif en quelque sorte, et d'imaginer un scénario (ou des scénarios) de manipulation de la carte par le·la lecteur·rice pour guider son accès à l'information, en s'appuyant sur sa participation. De manière caricaturale, cela revient à stocker des informations en coulisses (un graphique masqué que le lecteur pourra faire apparaître dans le cas de la carte de Montmorillon présentée plus haut) puis à trouver les manières d'inciter le·la lecteur·rice à agir sur la carte pour accéder à ces informations (le bouton « i » bien

visible au centre de la carte qui change d'aspect au survol de souris sur lequel le·la lecteur·rice va pouvoir cliquer).

Concrètement la conception cartographique continue ici de mobiliser la sémiologie graphique de Bertin pour représenter les informations (traitement des données, choix du mode de visualisation, etc.). Viennent s'y ajouter des problématiques de navigation dans l'espace graphique (l'interface graphique en fait) que constitue directement la carte. A minima des solutions sont à rechercher dans le design d'icône pour mettre au point un système de symboles graphiques dédiés à la navigation inclus dans la carte (voire d'en élaborer une charte graphique). Mais plus largement, et sans aller plus loin ici puisque l'expérimentation ne fait que débiter de ce point de vue, l'intégration efficace d'interactivité au sein de cartes pousse à chercher des réponses dans le champ conceptuel des interfaces graphiques de navigation (*Graphical User Interface*) de l'ergonomie d'interface et de l'UXD (*User eXperience Design*)...

Conclusion

Le projet *CartABl* décrit dans cet article s'accompagne d'un double constat tiré d'une longue expérience de travail d'édition cartographique, tourné vers la valorisation scientifique. D'une part, l'évolution de grande ampleur, depuis les années 1990, des modes et systèmes de diffusion de l'information et des savoirs a propulsé l'édition scientifique dans l'ère du numérique. Nombre de revues sont aujourd'hui passées du papier au site web pour accroître leur diffusion et profiter des réseaux physiques et sociaux, même si cela s'est aussi fait parfois, et souvent malheureusement, pour des raisons de contraintes économiques (coûts et temps de production et de diffusion de versions papier). D'autre part, le créneau beaucoup plus étroit de l'édition cartographique n'a pas forcément tiré parti des potentiels du support lui-même : nous distinguons ici, comme Bord (2013), cartographie et géomatique et leurs évolutions sur le temps. Les modes de restitution cartographique mobilisés restent encore dans la plupart des cas très conventionnels (cartes statiques mises en ligne). Le champ du numérique est difficile d'accès sans recours à des traitements informatiques dédiés (développements spécifiques pour servir une cartographie animée et/ou interactive) ou l'appropriation d'outils logiciels complexes dans le domaine de la communication (animation graphique, montage vidéo).

Dès lors, il s'agit d'utiliser un outil simple qui permette de se focaliser sur la manière de restituer l'information en concentrant l'effort à la fois sur les modes de représentation (sémiologie) et sur la manière de tirer profit des possibilités techniques du format numérique pour la restitution et l'édition d'une carte ou de tout autre document graphique. Pour alléger la tâche, il s'agit donc en même temps de s'affranchir du travail de codage informatique relevant d'autres métiers et de profiter des réflexions pluridisciplinaires (géographie, cartographie, informatique, géomatique, etc.) relatives

aux moyens techniques à mettre en œuvre pour plus d'efficacité. Ce travail d'équipe, essentiel, montre l'importance d'une approche croisant les différents langages utilisés par des disciplines diverses mais ayant la cartographie comme point commun (i.e. MacEachren et Kraak, 2001). L'utilisation de *CartABl* et les premières cartes interactives produites dans un cadre éditorial approprié (*L'Atlas Bleu* mais sans exclusivité) offre un champ d'expérimentation mêlant retour aux règles cartographiques « de base » et potentiel numérique encore peu mobilisé. Plus largement et en sens inverse, élargie à d'autres formes envisageables (animation graphique, vidéo), gageons que la promesse du numérique investie de cette façon puisse permettre de défricher, tester, faire évoluer les formes de restitutions au service de la diffusion de l'information géographique.

Bibliographie

- Antoni J.-P., Klein O., Moisy S., 2004, « Cartographie interactive et multimédia : vers une aide à la réflexion géographique », *Cybergeo*, n° 288. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.2621> [cons. le 18/01/2024].
- Bord J.-P., 2013, « Cartes & géomatique », *Revue du CFC*, n° 218. <https://www.lecfc.fr/new/articles/218-article-5.pdf> [cons. le 15/01/2024].
- Cunty C., Mathian H., Groupe Cartomouv, 2017, « Les pratiques de cartographie animée pour représenter le changement », *Mappemonde*, n° 120. <https://doi.org/10.4000/mappemonde.2602> [cons. le 15/01/2024].
- Demoraes F., Bouquet M., Mericskay B., 2021, « L'efficacité visuelle des cartogrammes animés en question. Une piste d'amélioration à travers l'exemple de la ségrégation à Bogotá(1993-2005) », *Mappemonde*, n° 131. <https://doi.org/10.4000/mappemonde.5813> [cons. le 15/01/2024].
- Jégou L., 2017, « Une carte animée du trafic des transports en commun de grandes villes du monde », *Mappemonde*, n° 122. <https://doi.org/10.4000/mappemonde.565> [cons. le 15/01/2024].
- Lambert N., Giraud T., Viry M., Ysebaert R., 2023, « Cartographe pour le web avec "Bertin" », Conférence internationale francophone en géomatique et en analyse spatiale, SAGÉO 2023, Université de Laval, Québec, Canada. fhal-04130990 [cons. le 05/02/2024].
- Lecomte C., Vallée J., Le Roux G., Commenges H., 2018, « Le Mobiliscope, un outil de géovisualisation des rythmes quotidiens des métropoles », *Mappemonde*, n° 123. <https://doi.org/10.4000/mappemonde.522> [cons. le 15/01/2024].
- MacEachren A. M., Kraak M.-J., 2001, "Research Challenges in Geovisualization", *Cartography and Geographic Information Science*, 28:1, 3-12, DOI: [10.1559/152304001782173970](https://doi.org/10.1559/152304001782173970)
- Mericskay B., 2016, « La cartographie à l'heure du Géoweb : retour sur les nouveaux modes de représentation spatiale des données numériques », *Cartes & Géomatique*, 37-50. halshs-01468314 [cons. le 05/02/2024].

- Noucher M., 2017, *Les Petites Cartes du Web. Analyse critique des nouvelles fabriques cartographiques*, Éditions Rue d'Ulm / Presses de l'École normale supérieure, Paris, 65 p.
- Oliveau S., Doignon Y., Blöss-Widmer I., 2018, « DemoMed – une cartographie interactive des populations en Méditerranée », *Mappemonde*, n° 123. <https://doi.org/10.4000/mappemonde.490> [cons. le 15/01/2024].
- Roth R. E., 2013, "Interactive maps: What we know and what we need to know", *Journal Of Spatial Information Science*, n° 6, 59–115, <https://doi:10.5311/JOSIS.2013.6.105>
- Saint-Marc C., Villanova-Oliver M., Davoine P.-A., Capoccioni C.-P., Chenier D., 2017, "User testing of dynamic geovisualizations: lessons learned and possible improvements for cartographic experiments", *International Journal of Cartography*. <https://doi.org/10.1080/23729333.2017.1301347>, [cons. le 15/01/2024].
- Satyanarayan A., Moritz D., Wongsuphasawat K., Heer J., 2017, "Vega-Lite: A Grammar of Interactive Graphics," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23, no 1, 341-350. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2599030>, [cons. le 05/02/2024]
- von Hippel E., 1986. "Lead Users: A Source of Novel Product Concepts". *Management Science*, 32, 7, 791-805. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.7.791>, [cons. le 15/01/2024]
- Wongsuphasawat K., Qu Z., Moritz D., Chang R., Ouk F., Anand A., Mackinlay J., Howe B., Heer J., 2017, "Voyager 2: Augmenting Visual Analysis with Partial View Specifications", *ACM Human Factors in Computing Systems (CHI)*. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025768> [cons. Le 12/02/2024]