# ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES LÉGENDES TOPOGRAPHIQUES

## Exemple des cartes topographiques IGN et Swisstopo

*par Jérémie Ory*
*Laboratoire LaSTIG, équipe COGIT*
*Institut national de l'information géographique et forestière*
*2 avenue Pasteur 94165 SAINT-MANDÉ*
*jeremie.ory@ign.fr*

*La carte topographique est un produit cartographique populaire et familier, dans lequel les utilisateurs ont confiance. Les cartes topographiques retranscrivent de manière fine les relations existantes entre les objets géographiques grâce à trois principaux processus d'abstraction : la sélection de données qui définit le contenu de la carte, la généralisation qui définit le niveau de détail des objets cartographiques en fonction de l'échelle et la construction de la légende qui définit la codification visuelle utilisée pour représenter les différents thèmes et sous-thèmes de la carte. Il semble que les choix destinés à faire évoluer la codification visuelle des cartes topographiques constituent une des faces cachées de leur conception. Dans cet article, nous analysons l'évolution à travers le temps des légendes topographiques, IGN et Swisstopo, afin d'identifier les similarités visuelles entre les cartes produites à différentes dates.*

## Introduction

La carte topographique est un produit cartographique populaire et familier, dans lequel les utilisateurs ont confiance (Kent et Vujakovic, 2009). En effet, les utilisateurs ne lisent pas les cartes topographiques comme une représentation du territoire, mais comme le territoire lui-même. C'est pourquoi, la communication entre le cartographe et l'utilisateur doit être la plus efficace possible. Pour ce faire, le cartographe s'appuie sur un langage cartographique constitué d'un ensemble de codes visuels (Palsky, 2012). L'efficacité des utilisateurs à lire et interpréter une carte topographique est dépendante de leur familiarité avec le langage cartographique utilisé. A travers le temps, la codification visuelle associé à un langage cartographique évolue (Ory, 2017b). Il semble que les choix qui ont conduit à ces évolutions soient implicites et qu'ils constituent une des faces cachées de la conception des cartes topographiques. Or, les choix associés à l'évolution d'une codification visuelle doivent être effectués en cohérence avec l'expérience des utilisateurs afin d'assurer que la familiarité des utilisateurs avec le langage cartographique soit préservée et ainsi conserver une efficacité dans la transmission de l'information. L'abstraction cartographique est un processus complexe qui implique de nombreux choix de la part du cartographe pour représenter un espace géographique sur une carte. Dans cet article, nous analysons l'évolution à travers le temps des choix d'abstractions effectués par deux producteurs de cartes topographiques, IGN et Swisstopo, afin d'identifier les similarités visuelles existantes des cartes produites à différentes dates et comprendre les éléments constitutifs des deux langages cartographiques IGN et Swisstopo. Nous présentons tout d'abord les différents processus d'abstraction cartographique en jeu dans la conception d'une carte topographique puis nous introduisons la notion de signes graphiques prédominants. Ensuite, nous détaillons le matériel et la méthode choisie pour mettre en place notre analyse sur les légendes topographiques. Enfin, nous discutons des résultats obtenus.

## Des processus d'abstraction cartographique aux signes graphiques

Dans cette section, nous revenons sur les différents processus d'abstraction cartographique en jeu dans la conception d'une carte topographique et nous introduisons la notion de signe graphique prédominant.

### Les processus d'abstraction en jeu dans la conception d'une carte topographique

Concevoir une carte topographique consiste à

mettre en forme et organiser visuellement diverses données géographiques afin de leur donner du sens. Il s'agit de valoriser à la fois la nature de certains objets géographiques et les relations qu'entretiennent les objets géographiques entre eux afin de construire un message cartographique cohérent qui sera transmis aux futurs utilisateurs et leur permettra de comprendre aisément l'espace géographique représenté (Cuenin, 1972). Plusieurs processus d'abstraction cartographique sont nécessaires pour permettre la conception d'une carte topographique : l'abstraction sémantique, l'abstraction géométrique et l'abstraction graphique (Hoarau, 2015 ; Ory, 2017a). Ces différents processus d'abstraction cartographique permettent ensemble de retranscrire une réalité géographique sur une carte à échelle réduite à travers la construction de signes graphiques (fig. 1). L'abstraction sémantique vise à réduire la complexité sémantique de l'information géographique en sélectionnant les données correspondant à un schéma déterminé. L'abstraction géométrique a pour objectif de simplifier le niveau de détail géométrique des données géographiques sélectionnées afin de permettre leur perception à une échelle donnée. La généralisation est un processus clé de l'abstraction géométrique. L'abstraction graphique constitue l'étape de symbolisation des données à travers la construction de légende.

Pour diffuser un message cartographique cohérent aux utilisateurs à travers le temps, les producteurs de cartes topographiques développent des pratiques cartographiques méthodiques s'appuyant sur des spécifications générales et techniques (Ruas, 2007). Ces spécifications déterminent les paramètres de chacun des processus d'abstraction cartographique et produisent des signes graphiques aux propriétés visuelles théoriquement proches dans le temps. Ce constat nous amène à proposer la notion de signe graphique prédominant.

### Les signes graphiques prédominants : se familiariser avec un langage cartographique

Le caractère prédominant d'un signe graphique est conditionné par la similarité visuelle qu'il entretient avec un autre signe graphique représentant la même information mais dans une carte topographique d'une version antérieure. Il s'agit donc du même signe graphique mais sa présentation graphique a évolué avec le temps.

**Les signes graphiques « route principale »** : la représentation des tronçons de route en rouge est très ancienne et est représentative de la manière de représenter les routes principales dans les cartes topographiques IGN à travers le temps. La présence de formes géométriques particulières, telles que la courbure des ronds-points et des échangeurs, sont des éléments très représentatifs de la manière de généraliser les routes principales dans les cartes topographiques IGN à travers le temps (fig. 2).

**Les signes graphiques « bâtiment individuels »** : la représentation en noir des bâtiments individuels est très ancienne et est représentative de la manière de représenter le thème bâti dans les cartes topographiques IGN à travers le temps. Les bâtiments individuels possèdent des formes géométriques et une distribution spatiale qui semblent similaires dans le temps à cause de la paramétrisation des processus de généralisation (fig. 2).

Grâce aux similarités visuelles existantes entre les signes graphiques à travers le temps, les utilisateurs peuvent facilement apprendre la codification visuelle associée à un langage cartographique. Les signes graphiques prédominants facilitent donc cet apprentissage. De même, certaines relations spatiales sont constantes dans le temps telles que l'alignement de bâti (Christophe et Ruas, 2002) qui a pour objectif de faciliter la perception de l'information aux utilisateurs. Ces derniers connaissent bien ce type de relations spatiales et s'attendent normalement à les retrouver lors de la lecture d'une carte topographique.

## Analyse de l'évolution des légendes IGN et Swisstopo

Cette partie décrit l'étude mise en place, qui vise à identifier les similarités visuelles existantes entre les signes graphiques des cartes topographiques IGN et Swisstopo. Notre étude est basée sur la conception de continuums cartographiques spatio-temporels, *i.e.* des assemblages de cartes produites à différentes dates. Nous cherchons à identifier les similarités visuelles entre les signes graphiques des différentes cartes composant le continuum topographique.

### Méthode : conception d'un continuum topographique

Pour comparer les légendes topographiques à travers le temps, nous proposons la construction d'un continuum topographique. Ce dernier a pour objectif de fournir une vision d'ensemble des cartes topographiques produites à différentes dates et de faciliter ainsi l'identification des similarités visuelles entre les signes graphiques à travers le temps et par conséquent l'identification des signes graphiques prédominants.

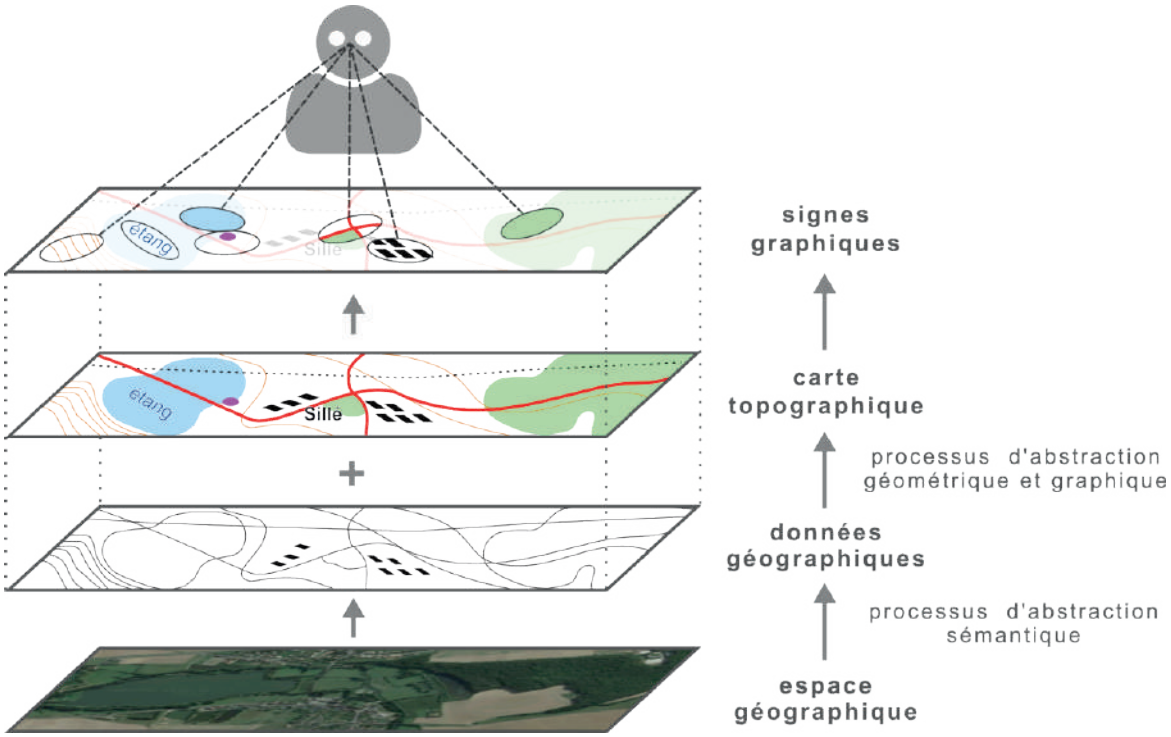



*Figure 1 : Processus de construction des signes graphiques dans les cartes topographiques.*

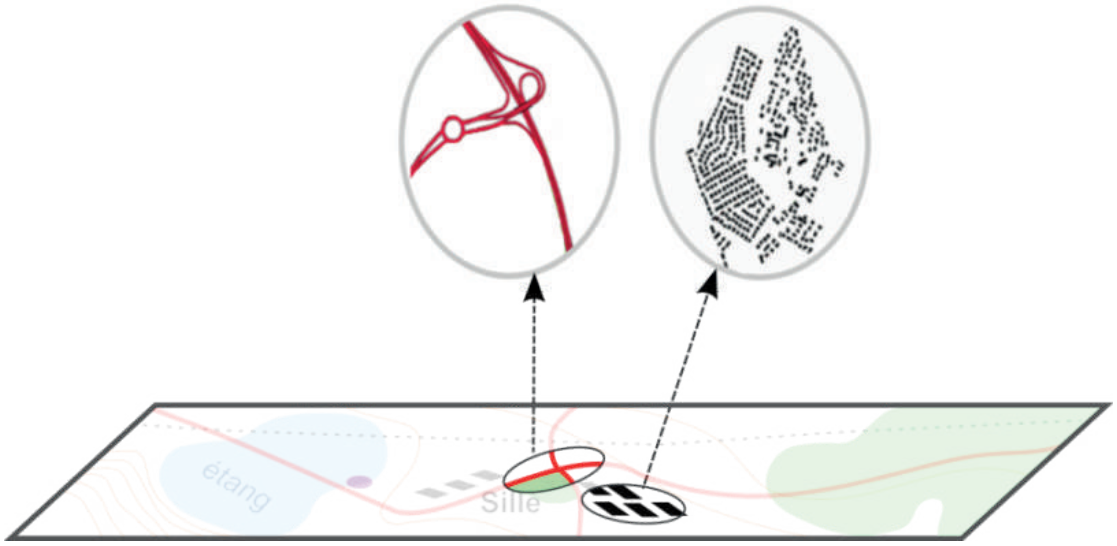



*Figure 2 : Exemples de signes graphiques prédominants au sein d'une carte topographique IGN.*

## Principes de conception d'un continuum topographique : assemblage de légendes cartographiques issues d'un même producteur de cartes

Un espace géographique est sélectionné en s'assurant qu'il contient des éléments géographiques représentatifs de l'ensemble des éléments présents sur le territoire cartographié par l'agence nationale de cartographie. Le continuum représente l'espace géographique sélectionné grâce à un ensemble de cartes topographiques produites à différentes dates formant une continuité spatiale. La construction du continuum s'effectue selon plusieurs règles, les cartes topographiques choisies doivent :

1 être produites par le même producteur de cartes ;

2 posséder la même échelle de représentation ;

3 être produites à différentes dates, i.e. appartenir à des séries topographiques différentes ;

4 représenter une continuité spatiale, i.e. que les différentes cartes composant le continuum représentent un espace géographique de manière ininterrompue.

## Matériel : les cartes topographiques au 1 : 25 000

Après avoir mené une série d'entretiens avec des experts en cartographie auprès des deux agences de cartographie IGN et Swisstopo, il apparaît que les cartes topographiques au 1 : 50 000 et au 1 : 25 000 sont les plus représentatives des pratiques cartographiques de chacune des deux agences nationales de cartographie. Pour notre étude, nous avons choisi les cartes topographiques au 1 : 25 000.

### Continuum topographique IGN : la carte au 1 : 25 000

Nous détaillons ici les différents types de légendes cartographiques que nous avons sélectionnés pour la construction du continuum topographique IGN (fig. 3). L'espace géographique représenté est une zone rurale au nord de Bourges dans le département du Cher. De haut en bas, le continuum assemble les trois types de légendes topographiques au 1 : 25 000 - type 22, type 72, type 2010 - appartenant à la carte de base IGN.

**Légende de type 22** : Cette légende a été utilisée pour la construction des cartes topographiques au 1 : 25 000 à partir de 1922. La construction de ces cartes topographiques était entièrement faite à la main par des opérateurs cartographes (Chappart et Reynard, 2007). À l'époque, cette carte topographique a été créée pour combler le retard cartographique français au regard de la cartographie allemande à la suite de la Première Guerre mondiale.

**Légende de type 72** : Cette légende a été utilisée pour la construction des cartes topographiques au 1:25 000 à partir de 1972. Les premières versions de ces cartes topographiques sont réalisées à la main. Dans les années 90, grâce à la numérisation des planches mères sous forme de scans, les mises à jour sont apportées de manière numérique. Certains thèmes cartographiques de cette légende possèdent une représentation graphique moins détaillée que celle présente sur le type 22. Il s'agit de profiter des avancées techniques pour accélérer la production cartographique.

**Légende de type 2010** : Cette légende s'inscrit dans la suite du type 93 (non présent sur le continuum cartographique de la figure 3). Le type 93 incarne la production de cartes topographiques au 1:25 000 à partir de bases de données géographiques numériques de type BD Topo (Maugeais *et al.*, 2011). Le type 2010 est une modernisation de la légende type 93 pour tenir compte des évolutions des bases de données et des techniques cartographiques numériques.

### Continuum cartographique Swisstopo : la carte au 1 : 25 000

Nous détaillons ici les types de légende cartographique au 1 : 25 000 sélectionnés pour construire le continuum topographique Swisstopo (fig. 4). Les extraits de cartes pour construire le continuum topographique sont tirés de l'application « Voyage dans le temps »[1] proposée par le guichet cartographique en ligne de l'agence de cartographie Swisstopo.

Historiquement, la carte Dufour constitue la première carte topographique de l'ensemble du territoire Suisse au 1 : 100 000 basée sur des mesures géométriques précises (Jeanrichard, 1986). Par la suite, il y eut la mise en œuvre de la Carte Siegfried, qui incarne les premières cartes topographiques à des échelles plus grandes : 1 : 25 000 et 1 : 50 000 de l'ensemble du territoire Suisse (Rickenbacher, 2013). La carte Siegfried fut produite entre 1870 et 1926. Elle est représentée au 1 : 25 000 pour le plateau suisse, les Préalpes, le Jura et le sud du Tessin, et au 1 : 50 000 pour les Alpes. Uniquement trois couleurs ont été utilisées pour la conception et l'impression de

1 https://map.geo.admin.ch/

la carte Siegfried : le brun pour les courbes de niveau, le bleu pour les surfaces hydrographiques et le noir pour le reste de l'information géographique. La carte Siegfried a été mise à jour jusqu'en 1949. À partir des années 1950, elle fut remplacée par les nouvelles cartes de la Suisse, toujours en vigueur actuellement.

Le continuum topographique fournit une vision d'ensemble du territoire et des différentes cartes, qui facilite la comparaison des signes graphiques contenus dans chacune d'elles. Nous nous intéressons tout particulièrement à l'analyse des choix associés aux processus d'abstraction cartographique suivants : la sélection de données géographiques, la généralisation cartographique et la construction de légende.

## Résultats, analyse et discussion

Pour chacun des continuums topographiques, nous évaluons les similarités visuelles entre les signes graphiques des différentes cartes topographiques. La même approche est utilisée pour le continuum topographique IGN et le continuum topographique Swisstopo.

Tant sur le continuum topographique IGN que sur celui de Swisstopo, nous observons que la sélection de données est constante aux différentes dates. En effet, les cartes topographiques représentent les mêmes thèmes cartographiques, à savoir : le réseau routier, le bâti, l'occupation du sol, l'hydrographie, le relief, la toponymie et les limites administratives. Par ailleurs, les niveaux d'abstraction des cartes d'un continuum sont assez constants à travers le temps, délivrant quatre types de similarités visuelles détaillées ci-dessous : la forme, la couleur, la texture et la typographie.

### La forme

La forme des objets cartographiques est une composante majeure du niveau d'abstraction puisqu'elle facilite la reconnaissance et la compréhension des structures spatiales pour une échelle de perception. L'utilisation de niveau d'abstraction constant à travers le temps délivre des formes possédant des similarités visuelles : formes du bâti et du réseau routier notamment. De manière générale, les formes rectilignes appartiennent aux milieux urbains, notamment aux aménagements humains : le bâti (les encadrés de couleur verte des figures 3 et 4) et les réseaux de transport (les linéaires jaunes des figures 3 et 4). Inversement, les formes plus irrégulières appartiennent aux milieux naturels : les forêts (les encadrés noirs des figures 3 et 4), les réseaux hydrographiques (les encadrés de couleur orange des figures 3 et 4), le relief, etc. La forme des objets géographiques contenus dans les cartes est dépendante de deux processus d'abstraction cartographique : la sélection de données et la généralisation. La sélection de données conditionne la présence ou non d'une information géographique au sein d'une carte, la généralisation impacte leurs formes finales. Par exemple, les opérations de simplification et de caricature accentuent ou suppriment certaines caractéristiques des objets cartographiques sélectionnés. Les choix associés à ces processus d'abstraction sont assez constants dans le temps.

### La couleur

La couleur pour représenter les différents thèmes cartographiques pour chacun des deux continuums topographiques est assez constante dans le temps. À titre d'exemple, la couleur noire est utilisée pour représenter les infrastructures humaines (les bâtiments, les chemins de fer, etc.), le vert pour représenter la végétation (les zones boisées, les vergers et les vignobles), le bleu pour représenter les surfaces hydrographiques. Étudiés individuellement, nous observons au sein des deux continuums, une utilisation constante de certaines couleurs à travers le temps. Les encadrés de couleur jaune, orange, vert et noir des figures 3 et 4 représentent ces constances de l'utilisation des couleurs à travers la représentation des thèmes cartographiques : réseau de transport (les encadrés de couleur jaune), bâti (les encadrés de couleur verte), végétation (les encadrés de couleur noire) et hydrographie (les encadrés de couleur orange). Le choix des couleurs apparaît être un paramètre de similarité visuelle important entre les cartes.

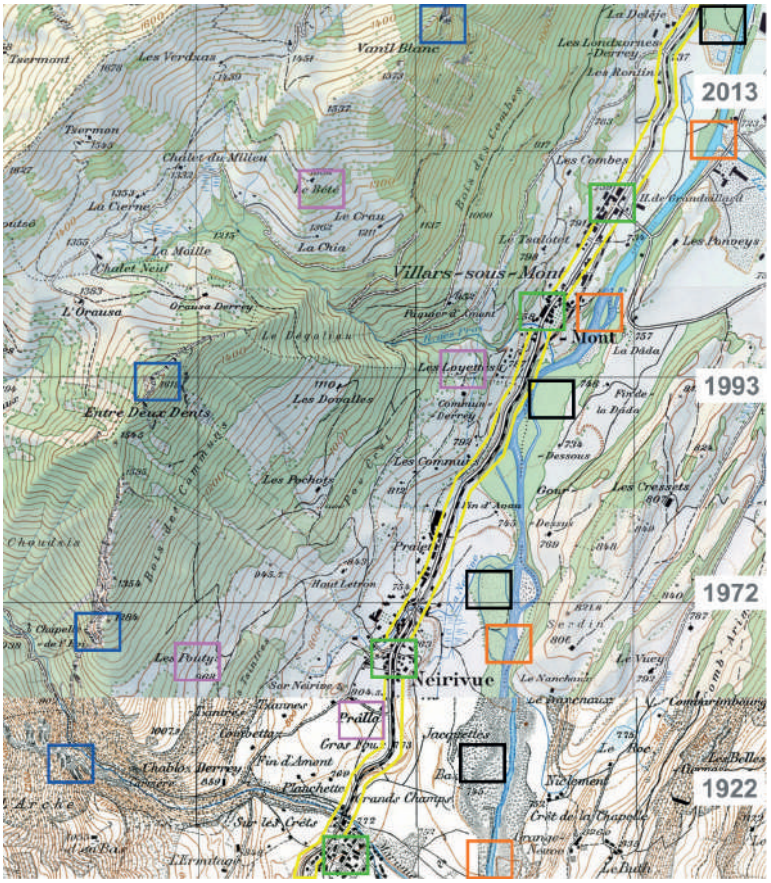
### La texture

Les textures sont utilisées pour représenter différentes natures d'occupation du sol : arboriculture, rocher, etc. (les encadrés bleus des figures 3 et 4). Au sein des cartes topographiques IGN, on note la présence de textures construites à partir de petits pictogrammes dont la distribution est aléatoire. Inversement au sein des cartes topographiques Swisstopo, les textures sont construites avec des distributions régulières de linéaires. Les motifs constitutifs des textures sont assez constants à travers le temps pour les cartes topographiques IGN et Swisstopo.

### La typographie

La typographie correspond à la manière de représenter les toponymes, en s'appuyant sur des polices de caractères. L'agence de cartographie IGN

*Figure 3 : Continuum topographique représentant différents types de légende IGN au 1 : 25 000 : type 22, type 72, type 2010 (IGN® copyright).*


2013
1993
1972
1922
Villars-sous-Mont
Mont
Néirivue
Vanil Blanc
Les Verdeaux
Tsermon
Chalet du Milieu
La Cerne
Le Moille
Chalet Neuf
L'Orausa
Le Bété
Le Creu
La Chia
Entre Deux Dents
Les Pochots
Les Foulys
Les Combes
Les Londeurnes
Les Ronlin
Les Parveys
Les Loyettes
Les Commaz
Les Cressets
Le Vuey
Le Nanchaux
Le Pommeaux
Prallé
Jacquelles
Nicolement
Crêt de la Chapelle
Le Dudi
Sur les Crêts
Le Roc
Les Belles
Chablos
Planchette
Grands Champs
Pin d'Amont
Sur Nérive
Combettaz
Gray Roc
Tannes
Pralla
Sedin
Le Pré
Le Tuaïlotet
Les Dovalles
Les Pâtures
Les Pâtures
Les Pâtures

utilise une police de caractères sans empattement et l'agence de cartographie Swisstopo utilise une police de caractères avec empattement. Les encadrés roses des figures 3 et 4 montrent que l'utilisation de ces polices de caractères semble être constante à travers le temps aussi bien pour les cartes topographiques IGN que Swisstopo.

L'impression visuelle d'ensemble délivrée par les continuums topographiques nous a permis d'identifier certaines similarités visuelles entre les signes graphiques des différentes légendes topographiques produites par les producteurs IGN et Swisstopo à travers le temps : similarités de forme, de couleur, de texture et de typographie. Ces similarités visuelles sont le fruit de pratiques cartographiques constantes qui s'inscrivent dans une longue tradition cartographique, notamment dans les choix associés aux processus d'abstraction cartographique. Ces similarités visuelles à travers le temps rendent certains signes graphiques prédominants et reconnaissables par les utilisateurs comme la marque de fabrique du producteur de cartes. C'est le cas notamment des signes graphiques contenus dans les thèmes : bâti, réseau routier, surfaces hydrographiques, végétation et toponymie.

# Conclusion et perspectives

Nous avons observé que certains choix associés aux processus de sélection de données, de généralisation et de construction de légende, sont assez invariables dans le temps, produisant des signes graphiques possédant des similarités visuelles : forme, couleur, texture et typographie. Les résultats de cette étude ont servi à la mise en place d'un test visuel dont l'objectif était d'évaluer les signes graphiques permettant la reconnaissance d'un style topographique (Ory *et al.*, 2015). Les connaissances acquises par cette étude de cartes et le test visuel ont été utilisés au sein d'un modèle de conception cartographique intégrant l'expérience utilisateur (Ory, 2018). L'enjeu est de prendre en compte l'expérience cartographique des utilisateurs dans les choix destinés à faire évoluer la codification visuelle et ainsi préserver la familiarité des utilisateurs avec les codes visuels qu'ils ont appris au cours du temps. L'objectif est d'aider les producteurs à effectuer les choix les plus pertinents pour faire évoluer la codification visuelle de leurs cartes. De la même manière, nous envisageons d'utiliser ces connaissances pour proposer aux utilisateurs des outils d'aide à la conception cartographique. L'objectif est de proposer des outils en ligne permettant aux utilisateurs de personnaliser des cartes topographiques en fonction de certains usages tout en s'assurant que la codification visuelle reste compréhensible et reconnaissable pour les autres utilisateurs.

# Bibliographie


Chappart, G., et Reynard, N., 2007, « La carte topographique française de 1887 à nos jours », *Le Monde des Cartes- Revue du Comité Français de Cartographie*, n° 191, Mars 2007, p. 53-67.

Christophe, S., et Ruas, A., 2002, « Detecting Building Structures for generalisation purposes », *In proceedings of the 10th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'02)*, 9-12 July 2002, Ottawa, Canada.

Cuenin, R., 1972, *Cartographie générale : Notions générales et principes d'élaboration*, *Vol. 1*, Paris, Eyrolles.

Hoarau, C., 2015, Représentations cartographiques intermédiaires : Comment visualiser une carte et une orthophotographie pour naviguer entre abstraction et réalisme ?, Thèse de doctorat en Sciences et Technologies de l'Information Géographique, Université Paris-Est, IGN / COGIT.

Jeanrichard, F, 1986, « L'Office fédéral de topographie de G.-H. Dufour à nos jours», *Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural*, 4(88), p. 128-135.

Kent, A. J., et Vujakovic, P., 2009, « Stylistic Diversity in European State 1:50 000 Topographic Maps », *The Cartographic Journal*, 46(3), p. 179-213.

Maugeais, E., Lecordix, F., Halbecq, X., et Braun, A., 2011, « Dérivation cartographique multi échelles de la BD Topo de l'IGN France : mise en œuvre du processus de production de la nouvelle carte de base », *Proceedings of the 25th International Cartographic Conference (ICC'11)*, 3-8 July 2011, Paris, France.

Ory, J., Christophe, S., Fabrikant, S., et Bucher, B., 2015, « How Do Map Readers Recognize a Topographic Mapping Style? », *The Cartographic Journal*, 52(2), p. 193–203.

Ory, 2017a, « De l'objet au figuré : l'abstraction en cartographie », *Géoconfluences*, 2017 URL : http://geoconfluences.ens-lyon.fr/programmes/outils/objet-figure-cartographie

Ory, 2017b, « Les cartes topographiques ont du style ! », *Carte à la une de Géoconfluences*, 2017 URL : http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/carte-a-la-une/les-carte-topo-ont-du-style

Ory, 2018, Modèle de conception intégrant l'expérience utilisateur, *CIST 2018, 4ème colloque international, Représenter les territoires*, 22-24 mars 2018, Rouen, France.

Palsky, G., 2012, « Map design VS sémiologie graphique : Réflexions sur deux courants de la cartographie théorique », *Cartes et Géomatique - Revue du Comité Français de Cartographie*, n° 212, Juin 2012, p. 7-12.

Rickenbacher, M., 2013, « Journeys through time with the Swiss national map series », *In proceedings of the 26th International Cartographic Conference (ICC'13)*. 25-30 August 2013, Dresden, Germany.

Ruas, A., 2007, « Recherche en automatisation de processus cartographiques », *Le Monde des Cartes - Revue du Comité Français de Cartographie*, n° 191, Mars 2007, p. 99-110.