

# Queste de savoir

La cartographie : rendre visible l'invisible

---

15 juin 2020



# Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introduction à la cartographie</b>  | <b>4</b>  |
| 1.1. Réflexion cartographique : son utilité et son but  | 4         |
| 1.2. Un peu d'histoire sur la cartographie  | 6         |
| 1.2.1. À l'origine de la cartographie : de l'Antiquité au Moyen-Âge   | 6         |
| 1.2.2. Les Grandes découvertes : essor de la cartographie   | 8         |
| 1.2.3. « La géographie, ça sert d'abord à faire la guerre » (Y. Lacoste) : de Cassini aux cartes d'État-major | 8         |
| 1.2.4. La carte comme outil de communication : apport de la <i>Sémiologie</i> de Bertin                       | 8         |
| <b>2. Traiter l'information géographique</b>  | <b>10</b> |
| 2.1. Résumer et analyser des données  | 10        |
| 2.2. Les méthodes de discrétisation   | 11        |
| 2.2.1. Le scalogramme ou discrétisation avec seuils naturels/discontinuité                                    | 12        |
| 2.2.2. Discrétisation en classes d'amplitude égale  | 12        |
| 2.2.3. Discrétisation avec moyenne et écart type  | 12        |
| 2.2.4. Discrétisation en progression géométrique  | 12        |
| 2.2.5. Discrétisation par quantiles ou par effectif égaux   | 13        |
| <b>3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte</b>   | <b>14</b> |
| 3.1. Les éléments d'une carte et sa mise en page  | 15        |
| 3.1.1. Fond de carte  | 15        |
| 3.1.2. Habillage  | 16        |
| 3.1.3. L'importance de la mise en page  | 18        |
| 3.2. Le fond de carte   | 18        |
| 3.2.1. Choix de la projection   | 18        |
| 3.2.2. Emprise et orientation   | 19        |
| 3.2.3. Généralisation   | 20        |
| 3.2.4. Maillage   | 20        |
| 3.3. Introduction à la sémiologie graphique : choix des éléments graphiques                                   | 21        |
| 3.3.1. Construire une carte à un caractère  | 21        |
| 3.3.2. Construire une carte à deux ou trois caractères  | 23        |
| 3.3.3. Jeux de cartes, construire une collection de cartes  | 24        |
| 3.3.4. Construire une carte de superposition et cartes complexes  | 25        |
| 3.4. Bonne ou mauvaise carte ?  | 26        |
| 3.5. Un peu de pratique : construisons une carte !  | 28        |
| 3.5.1. Exercice : concours miss clémentine !  | 29        |
| 3.6. Documents et données de travail  | 29        |
| Contenu masqué  | 33        |
| <b>4. Pratiques cartographiques avancées</b>  | <b>41</b> |
| 4.1. Les cartes en anamorphose et cartogrammes  | 41        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2. Discontinuités et cartes carroyées . . . . .                          | 44        |
| 4.3. La représentation du réseau et son utilisation . . . . .              | 45        |
| 4.4. Représenter au delà de la carte : la matrice de Bertin . . . . .      | 47        |
| 4.5. Construire des cercles aux aires proportionnelles . . . . .           | 48        |
| <b>5. TP : réaliser une carte</b>  | <b>50</b> |
| 5.1. Consignes de l'exercice . . . . .                                     | 50        |
| 5.2. Quelques idées . . . . .  | 51        |
| 5.2.1. Les ressources . . . . .  | 51        |
| 5.3. Les données . . . . .   | 51        |
| 5.4. Quelques outils pour réaliser des cartes thématiques . . . . .        | 51        |
| <b>6. Pour aller plus loin : les systèmes d'informations géographiques</b> | <b>53</b> |
| 6.1. Qu'est-ce que la géomatique ? . . . . .                               | 53        |
| 6.2. Qu'est-ce qu'une donnée SIG ? . . . . .                               | 53        |
| 6.2.1. Les tableaux . . . . .  | 53        |
| 6.2.2. Les vecteurs . . . . .  | 54        |
| 6.2.3. Les rasters . . . . .   | 54        |
| 6.3. Une organisation par couches . . . . .                                | 54        |
| <b>7. Histoire de la cartographie</b>                                      | <b>57</b> |
| <b>8. L'origine de la sémiologie graphique</b>                             | <b>58</b> |
| <b>9. Faire des cartes de nos jours</b>                                    | <b>59</b> |
| <b>10. Cartographie et statistiques</b>                                    | <b>60</b> |
| <b>11. Réalisation cartographique</b>                                      | <b>61</b> |
| <b>12. Réflexion autour de la cartographie</b>                             | <b>62</b> |
| <b>13. Fond cartographique</b>   | <b>63</b> |
| <b>14. Cartogramme et anamorphose</b>                                      | <b>64</b> |
| <b>15. Autres outils de visualisation de données</b>                       | <b>65</b> |

La carte est un élément qui nous est tous familier : qui d'entre nous, durant son cursus scolaire, a pu échapper au dessin de cartes *ad nauseam*? On voit des cartes régulièrement dans les journaux pour nous expliquer tel ou tel phénomène, une élection, une guerre... cette carte, bien que familière, on la connaît finalement assez peu.

Une carte, tout d'abord, c'est quoi ? C'est un **document visuel**, qui souhaite représenter un espace. Pourtant, on ne se contente généralement pas d'une représentation simple de la réalité : on tente aussi, à travers les cartes, d'**interpréter** le réel.

La carte n'est donc pas un objet neutre : l'auteur, à travers ce document, veut transmettre un discours. La cartographie doit donc répondre à des règles précises afin d'être abordable et compréhensible pour son lecteur.



Il existe deux types de cartes. La carte topographique, typiquement celle utilisée pour faire la randonnée et la carte thématique, typiquement utilisée pour montrer des statistiques. On va apprendre à faire la seconde !

Ce cours est à considérer comme une introduction à la cartographie ; une introduction, en effet, car le monde des cartes, en plus d'être passionnant, est fort complexe. C'est normal, puisqu'il n'est pas évident de représenter les méandres d'un monde incroyablement sophistiqué d'une manière simple et graphique.

Le but de ce tutoriel est double. Tout d'abord, donner des outils, une méthode cartographique, afin de faire des cartes cohérentes, lisibles... bref, faire un travail de qualité. Le deuxième but est de réhabiliter le travail du cartographe, considéré à tort comme un simple graphiste.

Pour les prérequis, c'est extrêmement simple : un peu de curiosité, et oublier tout ce que vous avez appris avant !



Pressé ? La lecture de la partie III « La sémiologie graphique : donner du sens à la carte » concentre le minimum vital pour faire des cartes !

# 1. Introduction à la cartographie

« Il n'y a rien que l'homme soit capable de vraiment dominer : tout est tout de suite trop grand ou trop petit pour lui, trop mélangé ou composé de couches successives qui dissimulent au regard ce qu'il voudrait observer. Si ! Pourtant, une chose et une seule se domine du regard : c'est une feuille de papier étalée sur une table ou punaisée sur un mur. L'histoire des sciences et des techniques est pour une large part celle des ruses permettant d'amener le monde sur cette surface de papier. Alors, oui, l'esprit le domine et le voit. Rien ne peut se cacher, s'obscurcir, se dissimuler. » Bruno Latour, *Culture technique*, 14, 1985 (cit par Christian Jacob dans *L'Empire des cartes*, Albin Michel, 1992).

Une carte, pour quoi faire ? La carte est un objet étrange, intrigant, mal compris. Cette partie est une réflexion sur l'origine et l'objectif des cartes me semble pertinent. Deux éléments majeurs nourriront notre réflexion : la place de la subjectivité dans la création des cartes ainsi que l'évolution du rôle de la carte au cours des siècles !

## 1.1. Réflexion cartographique : son utilité et son but

Reposons donc notre interrogation : à quoi sert la cartographie ? Ce questionnement est primordial, car définir le but d'un objet c'est, d'une certaine manière, influencer sur sa réalisation.

N. Lambert nous fournit une piste de réflexion en affirmant que « la conception d'une carte a pour but de rendre visible l'invisible ». Cette mission combine deux fonctions différentes (cf schéma ci-dessous) :

- informer, ce qui met en jeu la capacité de l'auteur à être objectif ;
- convaincre, ce qui implique la subjectivité de l'auteur ;

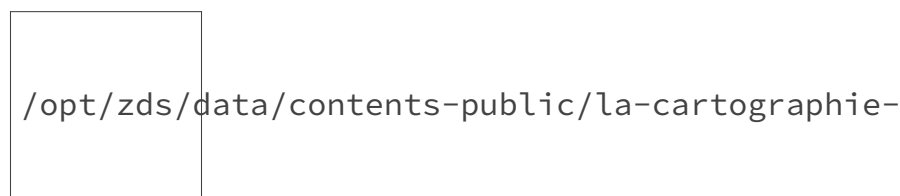


FIGURE 1.1. – source : [\(Neo\)cartographie](#) ↗

Le premier procédé, correspondant à la fonction d'information, consiste à répondre à un questionnement. Le cartographe sélectionne donc des informations, qu'il traite sous forme cartographique. Notez bien que ce procédé est objectif et neutre.

Le second procédé a pour but de transcrire un message sous forme cartographique. Il va donc y avoir un travail de mise en scène important.

## 1. Introduction à la cartographie

Selon Philippe Rekacewicz, un cartographe français, il est **impossible de représenter la réalité de manière cartographique** [↗](#). La carte est un produit de l'esprit : comme il sera impossible au cartographe de prendre en compte la totalité des informations existantes, elle sera partielle. Elle sera également partielle, car il faudra choisir les informations à intégrer. À travers une carte va donc s'exprimer une vision du monde, que le cartographe en soit conscient ou non.

Quel que soit le procédé choisi (heuristique ou discursif), la première étape d'une cartographie consiste à choisir les éléments qui figureront plus tard sur la carte. Comme on l'a dit, le choix de ces éléments n'est pas neutre, loin de là !

Au-delà du choix des éléments, on peut douter de la pertinence du caractère « graphique » de la carte. En effet, les éléments scientifiques ont beau être fiables, si la représentation est mauvaise, le message passera mal. Une réflexion autour de la représentation est donc nécessaire, afin de permettre une communication efficace.

La subjectivité de l'auteur, tant dans le choix des données que dans leur représentation, a une influence importante au sein même de la discipline. Il faut savoir que la géographie sociale et humaine se divise en deux courants :

- la **géographie quantitative** : son rôle est de mettre en évidence des invariants dans l'organisation spatiale. Elle cherche à comprendre le monde par modèles théoriques universels et valables à toutes les échelles. Sa cartographie se base sur les statistiques et va chercher à montrer des faits de manière rigoureuse (enfin..., elle va essayer !). Malgré leur aspect rigoureux, les statistiques ne sont pas la panacée : elles peuvent en effet comporter de nombreux biais.
- En réaction, est née la **cartographie radicale** (aussi appelée cartographie critique ou contestataire), représentée dans le monde anglophone par [E. Soja](#) [↗](#) ou [D. Harvey](#) [↗](#) ou en France par [P. Rekacewicz](#) [↗](#), postulant que les inégalités sociales sont le fait de structures et des acteurs, et donc dépendent beaucoup du terrain. Ainsi, il n'existe pas de lois universelles (les riches habitent en bas de vallées, les pauvres sur les flancs de montagne) mais tout dépend du contexte local. La géographie radicale est donc plus engagée, car elle peut dénoncer un fait considéré comme injuste, les inégalités, typiquement.

De ce fait, selon notre grille de lecture, quantitative ou critique, le message véhiculé sera différent. La différenciation se fera dans les choix des différents outils utilisés, mais aussi, et surtout dans la représentation, influençant le message transmis !

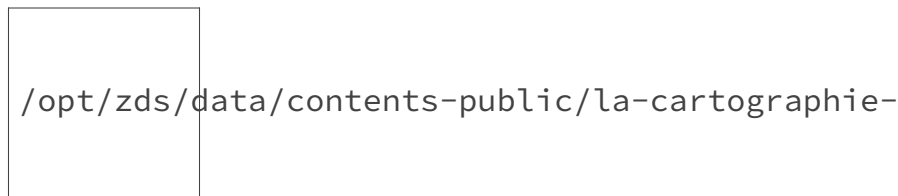


FIGURE 1.2. – Sahara occidental : un territoire, une multitude d'appellations, Philippe Rekacewicz

La carte ci-dessus vous montre bien que la perception d'un problème donné peut varier selon les géographes. Et encore, ici, ce n'est qu'une question de toponymie<sup>1</sup> !

---

1. La dénomination des lieux.

## 1. Introduction à la cartographie

En bref, la cartographie doit être un outil pour transmettre un message, transformant des données en une représentation visuelle spatialisée. Néanmoins, le choix des données et de leur représentation est forcément partiel et partiel. La qualité de ce travail, ainsi que de sa représentation, est donc essentielle afin que la carte soit à la fois pertinente et esthétiquement agréable.

### 1.2. Un peu d'histoire sur la cartographie

La cartographie remonte depuis au moins la période antique : outil essentiel pour les sociétés, son usage a évolué avec le temps.

#### 1.2.1. À l'origine de la cartographie : de l'Antiquité au Moyen-Âge

Dès l'Antiquité, les civilisations ont voulu cartographier le « monde connu ». La plus ancienne carte connue, la carte de Bedolina, a été retrouvée dans le nord de l'Italie, et date de plus de 40 000 ans !

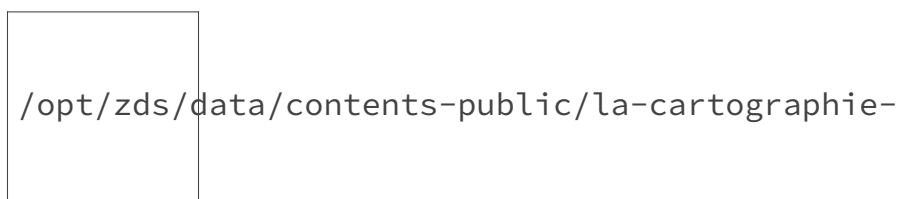


FIGURE 1.3. – Carte de Bedolina – Wikipédia

Plus proche de nous, les cartes babyloniennes représentant la cité antique, avec l'Euphrate, fleuve majeur se trouvant à proximité.

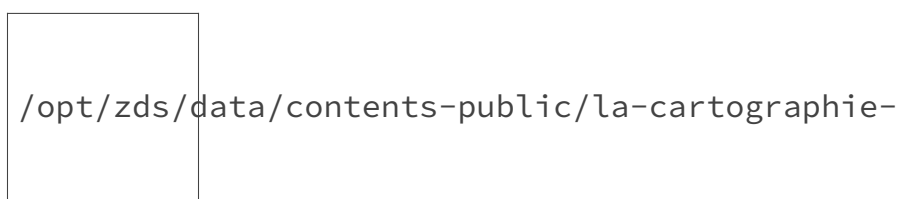


FIGURE 1.4. – Carte babylonienne du monde – Wikipédia

La carte babylonienne ci-dessus est intéressante, car elle décrit des itinéraires et détaille des côtes. C'est donc à la fois une représentation du monde, mais aussi un objet utilitaire, servant à se repérer.

Un jour, un Grec, Anaximandre de Milet, publia une carte du monde connu à l'époque. Ce document est intéressant, car il dépeint un monde très méditerranéen.



## 1. Introduction à la cartographie

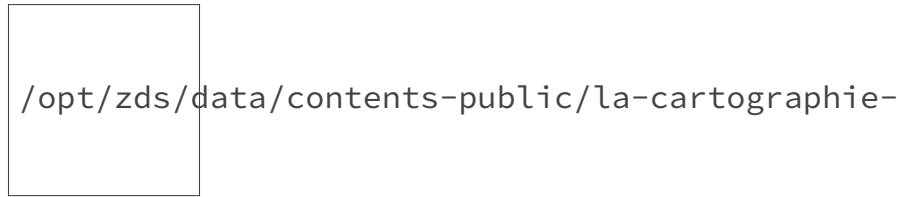


FIGURE 1.5. – Carte d'Anaximandre

Puis vint un Grec d'Alexandrie, Ératosthène : il étudia<sup>1</sup> la circonférence de la Terre à partir de différentes ombres portées, en divers lieux. Il en déduit donc, par divers calculs d'angles, l'inclinaison zénithale, et de ce fait, la rondeur de la Terre.

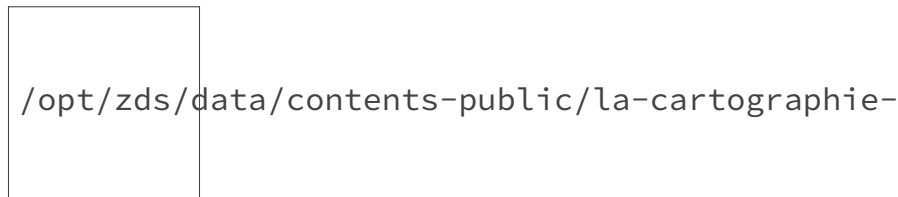


FIGURE 1.6. – Eratosthène et la mesure de la circonférence terrestre

Au deuxième siècle de notre ère, Ptolémée produisit de nombreuses cartes. Ces dernières seront redécouvertes plus tard, à la Renaissance, et seront reproduites, avec de nombreuses erreurs.

Les romains n'ont pas vraiment laissé beaucoup de cartes, sauf la Table de Peutinger. C'est une carte routière, montrant que toutes les routes mènent à Rome ! On ne voit pas de paysage, mais bien un réseau. Wikipédia possède une [version en haute définition](#) [↗](#), dans lequel on peut se perdre durant des heures !

Au [Moyen-Âge](#) [↗](#), les cartes représentent souvent en leur centre Jérusalem. La plus connue est certainement la *Mappa Mundi*. Quelques cartes furent dessinées, notamment pour Guillaume le Conquérant, afin de déterminer la redevance de chaque vassal.

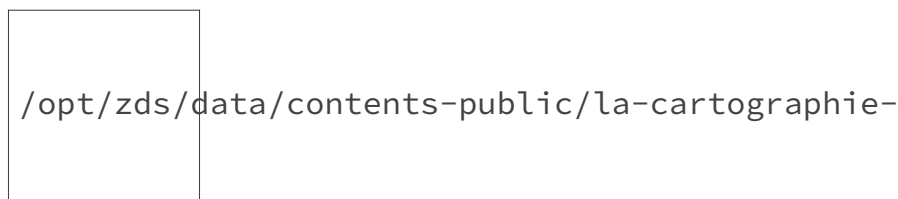


FIGURE 1.7. – Mappa Mundi — Wikipédia

Mais n'oublions pas non plus la cartographie arabe :

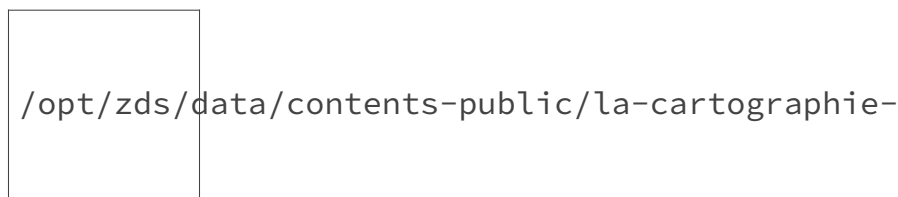


FIGURE 1.8. – Le monde d'al-Idrīsī orienté sud/nord (v. 1160) — Wikipédia

---

1. [Eratosthène — Un bâton et un chameau pour mesurer la Terre](#) [↗](#) de Bruce Benamran (e-penser).

### 1.2.2. Les Grandes découvertes : essor de la cartographie

Les grandes découvertes et l'essor des voyages au travers des océans forcent à créer des cartes pour se repérer. Les navigateurs comme Colomb ou Magellan redécouvrent au XV<sup>e</sup> siècle les travaux de Ptolémée.

Un cartographe, Mercator, cherche à projeter sur une surface plane une surface sphérique : il invente la projection de Mercator.

On l'a dit, les cartes connaissent un développement inouï grâce à l'exploration du monde : comme le besoin se fait sentir, on peaufine les traits de côtes, l'intérieur des terres (*via* les fleuves)...

### 1.2.3. « La géographie, ça sert d'abord à faire la guerre » (Y. Lacoste) : de Cassini aux cartes d'État-major

En monarque d'un État centralisé, Louis XIV a souhaité faire un état des lieux, afin de connaître ses ressources, savoir où taxer pour renflouer les caisses, etc. Un cartographe, Cassini<sup>2</sup>, fut mandaté par le roi de France pour dresser une carte du royaume. Cette collection de cartes fut finie, après moult péripéties, à la Révolution. Ces cartes ont la particularité d'avoir été composées par triangulation géodésique : grâce à cette technique et à d'autres (amélioration des lunettes, etc.), les cartes deviennent encore plus précises. Les reliefs ne sont pas vraiment exacts, mais les distances, si !

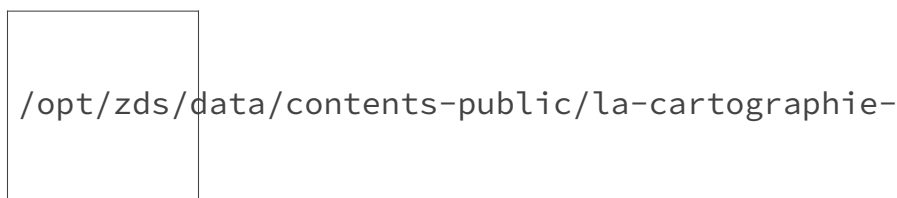


FIGURE 1.9. – Carte de Cassini – Wikipédia

À force d'être de plus en plus précises, les cartes servent à l'armée : c'est la carte d'État-major. Du coup, on va essayer d'améliorer la représentation du relief, qui peut être décisif sur un champ de bataille. De ces cartes furent établies celles de l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) à partir de 1940.

### 1.2.4. La carte comme outil de communication : apport de la *Sémiologie de Bertin*

Les progrès techniques ont permis de rendre les cartes très précises : cependant, même si cette précision a des avantages (comprendre concrètement le terrain, etc.), elle n'est pas dénuée d'inconvénients. En effet, lorsque l'on veut représenter des phénomènes, on peut perdre en lisibilité. Donc une question se pose : comment représenter des données sur une carte ?

---

2. [Les cartes de Cassini](#) ↗ – Château de Versailles

## 1. Introduction à la cartographie

Comme on l'a dit plus tôt, la carte, en plus d'être un outil militaire, est un outil scientifique, puisqu'elle permet de comprendre et visualiser le monde. Charles-Joseph Minard (1781–1870) a proposé diverses manières de visualiser l'information.

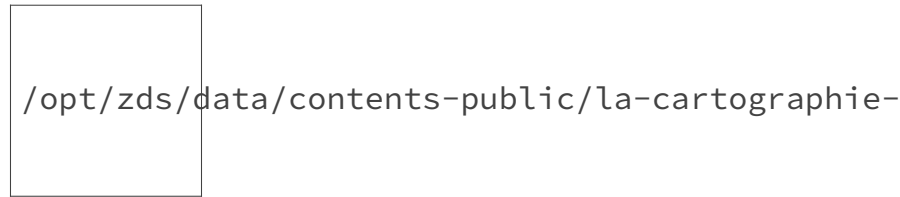


FIGURE 1.10. – Carte des poids des bestiaux venus à Paris

L'enjeu est le suivant : permettre au lecteur de comparer facilement différentes données. C'est le début d'une aventure pour représenter l'information.

En 1967, un cartographe français, Jacques Bertin, propose d'étudier et de standardiser la représentation. La motivation centrale est toujours la même : favoriser la lisibilité. En examinant les défauts des cartes du XIX<sup>e</sup> et du XX<sup>e</sup> siècles – très souvent illisibles, notre ami Jacques a mis au point toute une série de règles permettant l'unité visuelle d'une carte. Malgré les avancées technologiques, nombreuses de ses règles restent encore d'actualité aujourd'hui !

---

Après ces quelques éléments de culture générale nous allons passer au cœur du sujet : la réalisation d'une carte 🍌 !

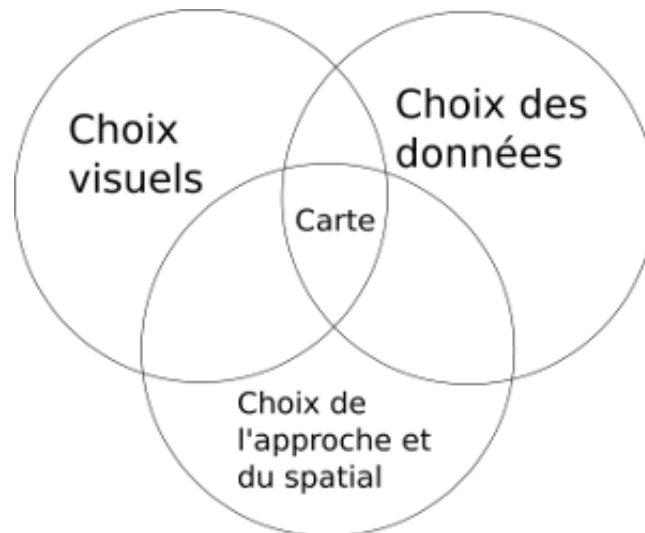


FIGURE 1.11. – Synthèse

## 2. Traiter l'information géographique

*Les données géographiques ne sont pas fournies par Dieu, mais par tel géographe qui, non content de les appréhender à une certaine échelle, les a choisies et classées dans un certain ordre ; un autre géographe étudiant la même région ou abordant le même problème à une autre échelle fournirait probablement des données différentes. – Yves Lacoste*

Pour réaliser des cartes statistiques, il faut pouvoir utiliser des données : le but de ce chapitre est d'apprendre à récolter, trier, exploiter ces données. Bref, penser le travail en amont de la cartographie à proprement parler !

*i*

**Information géographique** : une valeur couplée à une localisation géographique. Exemple, le PIB par pays.

*i*

Une grosse partie du traitement de l'information se base sur des notions de statistiques (maximum, minimum, moyenne, médiane, écart-type, quartiles...). Je ne souhaite pas faire un cours dessus : si vous souhaitez mieux vous documenter, je vous conseille le livre de Béguin et Pumain (cf Bibliographie) ou même n'importe quel cours sur le traitement de données. Ci-dessous, vous trouverez uniquement quelques éléments de base pour vous aider dans votre travail cartographique !

!

Une donnée n'est pas neutre, elle ne tombe pas du ciel. Restez critique !

### 2.1. Résumer et analyser des données

Comment avoir une vue d'ensemble des données ? En les résumant. On va donc faire connaissance avec nos valeurs en cherchant un certain nombre d'informations, afin d'en tirer des caractéristiques.

Ainsi, on va voir les **paramètres de position**, pour voir des valeurs. Usuellement, les valeurs sont classées en 2 types : les valeurs spécifiques (minimum, maximum...), représentatives dans un domaine (quota ou seuil par exemple<sup>1</sup>) et les valeurs centrales, permettant de voir la série. Elles sont de trois ordres :

- La **moyenne** se calcule par la somme des valeurs divisée par le nombre de valeurs (unité géographique dans notre cas). Prenons un exemple : je cherche à obtenir une moyenne de l'âge d'une population : 67, 38, 12, 18, 55, 82, 28. Je vais donc additionner les différents

## 2. Traiter l'information géographique

âges, 300, que je divise par le nombre de personnes, 7, nous donnant en arrondissant à 43 ans. La moyenne d'âge est donc de 43 ans. Ce système montre **ses limites** [↗](#). En effet, si on a une population de 30 souris de 30g et un éléphant de 1T, on aura une moyenne de 3255g, soit une souris de 3kg, ce qui est absurde : le résultat est faussé en présence de valeurs extrêmes. Pour résoudre ce problème, on va utiliser une médiane.

- La **médiane** (ou Q2), c'est quand on partage une série de chiffres en deux parties avec le même nombre d'éléments. Ainsi, en dessous de ce chiffre, 50% des individus s'y retrouvent. On va trier dans l'ordre nos données, et diviser en deux la série : 12, 18, 28, **38**, 55, 67, 82. Ici, on voit que la médiane est de 38 : on rectifie les valeurs extrêmes causées par les retraités. Ou les enfants. Les quartiles utilisent le même principe : Q1 a pour limite le premier quart et Q3 la délimitation est au troisième quart.
- Le **mode**, c'est la valeur dominante, la plus récurrente dans une série. Par exemple, si je vous donne la série suivante : 9, 12, 29, 33, 33, 33, 45, 45, 67, 34, notre mode est 33, car on le retrouve trois fois. Elle peut être unimodale, c'est-à-dire que l'on retrouve essentiellement qu'une valeur récurrente, ou multimodale, car on retrouve plusieurs modes. Ici, on retrouve un second mode, avec 45 apparaissant deux fois. Le mode est très pratique pour voir une surreprésentation de valeurs, et de ce fait se demander pourquoi elle est représentée.

On regarde aussi les **paramètres de dispersion**, c'est-à-dire la l'étalement par rapport à une valeur centrale (moyenne, médiane, mode). Pour cela on va utiliser :

- l'**écart-type** pour voir la dispersion liée à une moyenne : si l'écart-type est supérieur à la moyenne, on retrouve avec une dispersion forte. Dit autrement, on ne voit pas de concentration de données sur une valeur précise, la répartition étant de ce fait aléatoire. Dit autrement, l'écart-type mesure le désordre : plus l'écart est grand, et plus c'est le bazar !
- l'**Écart interquartile**, calculé à partir des [quartiles](#) [↗](#), sert à observer une dispersion liée à la médiane : Son calcul est très simple :  $ÉI = Q3 - Q1$ .

Une fois ces calculs réalisés (sur un tableur généralement), on va faire un diagramme de distribution, pour voir la répartition des données. Autrement dit, on compare la valeur de la médiane par rapport à la moyenne, pour voir si on trouve une symétrie. La forme de la distribution permet de trouver la meilleure manière de discrétiser.

### 2.2. Les méthodes de discrétisation

Pour réaliser une carte, on a souvent besoin de créer des classes : le fait de passer à une série de nombres à un regroupement en classes s'appelle justement une discrétisation. Plusieurs méthodes existent et comportent chacun des avantages et des inconvénients ; le choix est important, car il contribue à la qualité de l'information.



Par commodité graphique, on essaye d'avoir 6 à 9 classes maximum. Pour calculer le nombre de classes nécessaires, deux formules peuvent nous aider, où N est le nombre de valeurs que l'on possède :  $k_1 = 1 + 3,3 \log^{10}(N)$  et  $k_2 < 5 \log^{10}(N)$

---



1. Typiquement, si on étudie la production laitière au sein de l'Union européenne, on va se baser sur les quotas laitiers.

## 2. Traiter l'information géographique



### 2.2.1. Le scalogramme ou discrétisation avec seuils naturels/discontinuité

| Objectif   | Méthodologie   |  |  |
|--|--|---|---|
| Faire un regroupement « naturel », en se basant sur les discontinuités | On trace une droite graduée avec notre valeur minimale et maximale. On marque les points correspondants à nos valeurs. On regroupe ensuite par « paquet » selon les discontinuités qui apparaît. | Utile dans distribution des zones ont leur dispersion caractéristique               | Méthode très incertaine, pas toujours pertinente, comparaison difficile.            |

### 2.2.2. Discrétisation en classes d'amplitude égale

| Objectif                       | Méthodologie  |  |        |
|--------------------------------|---|---|---|
| Valoriser les valeurs extrêmes | Étendue de l'échantillon : $\frac{\text{valeur maximale} - \text{valeur minimale}}{\text{nombre de classes}}$ | Simple à réaliser. Très courant, facilement interprétable                           | Idéal pour des distributions uniformes, mais inefficaces pour des effectifs déséquilibrés |

### 2.2.3. Discrétisation avec moyenne et écart type

| Objectif                             | Méthodologie  |  |  |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Utile pour comparer plusieurs cartes | La moyenne est la classe centrale. L'étendue est un écart type. Ainsi, la classe 1 est le premier quartile, la classe 2 le second quartile... | Méthode efficace pour comparer, et simple à mettre en œuvre                           | Adaptation mal aux distributions dissymétriques (« poids » d'un extrême)              |

### 2.2.4. Discrétisation en progression géométrique

| Objectif | Méthodologie |  |  |
|----------|--------------|---|---|
|----------|--------------|---|---|

## 2. Traiter l'information géographique

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Traiter la distribution comme une suite géométrique | On détermine le nombre de classes :<br>raison = $\frac{\log_{max} - \log_{min}}{\text{nombre de classes}}$<br>puis $classe1 =$<br>valeur minimale $\times$<br>raison, $classe2 =$<br>$classe1 \times$ raison,<br>$classe3 =$<br>$classe2 \times$ raison | Adaptation aux distributions dissymétriques | Pas conseillé pour les comparaisons et pas simple à mettre en oeuvre |
|---|---|---|--|

### 2.2.5. Discrétisation par quantiles ou par effectif égaux

| Objectif  | Méthodologie | 😊  | 😞   |
|---|--------------|--|---|
| Attribuer le même nombre d'unités géographique aux classes de la classe |              | Simple à réaliser et adapté pour les cartes comparatives | Valeurs extrêmes noyées dans des zones avec différents ordres de grandeur. Utile quand c'est négligeable. |

Bien sûr, selon la méthode choisie, les résultats seront différents. Pour ne pas trop s'embêter, on utilise souvent la **méthode de Jenks**, qui discrétise selon la ressemblance/dissembance entre les individus : par un jeu algorithmique, elle cherche à minimiser la variance intraclasse tout en maximisant celle extraclasse. Dit autrement, cette méthode recherche des valeurs homogènes à l'intérieur d'une classe : c'est donc une manière automatisée d'appliquer la méthode des seuils naturels. Néanmoins, bien que passe-partout, cette méthode ne permet pas de comparer les cartes entre elles : en effet, nos classes auront des bornes différentes.

Désolé si cette partie est peu trop mathématique, mais elle m'a semblé plus que nécessaire, l'idée étant juste vous donner quelques pistes pour traiter vos données avant de cartographier. Maintenant que nous avons acquis tout ce savoir théorique, pourquoi pas faire un petit exercice pratique ?



FIGURE 2.1. – Synthèse

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

*Les couleurs utilisées sur les cartes européennes sont parfois elles-mêmes l'expression d'un rapport de force. Si les pays du sud ont tendance à utiliser des couleurs chaudes comme le rouge pour exprimer les valeurs fortes connotées positivement, les pays du nord utiliseront plutôt des couleurs froides (bleu, vert), le rouge étant réservé au danger et aux situations alarmantes. Mais quand l'Union européenne construit elle-même des cartes, elle ne peut concilier les deux visions.*

*Dans les faits, elle optera souvent pour la vision des pays du nord de l'Europe... De manière générale, de par leur dimension symbolique et culturelle, les couleurs sont des armes redoutables dans les mains du cartographe. Elles permettent de capturer l'imagination du spectateur –*

Nicolas Lambert

Comme on l'a vu plus tôt, la carte permet de représenter n'importe quelle donnée en rapport avec le spatial : on ne peut donc y échapper, notamment en période électorale ! Néanmoins, mal conçue, une carte peut transmettre une mauvaise information, et d'une certaine manière, mentir. De ce fait, il faut avoir un œil critique sur la carte, tant sur le fond (la source des données) que sur la forme. La **sémiologie graphique**, c'est-à-dire « *l'ensemble des règles d'un système graphique de signes pour la transmission d'une information* », a été formalisée par Jacques Bertin, un cartographe. L'apprentissage des règles principales de la sémiologie graphique permet d'éviter de tomber dans quelques pièges. Néanmoins, ce travail de transmission graphique, bien qu'encore valable de nos jours, est un peu daté. Je vais donc tenter d'amender ces travaux avec les dernières avancées, ainsi que vous faire part de problématiques soulevées par cette discipline.

La sémiologie graphique pose un certain nombre de règles, afin de garantir la lisibilité des cartes : il est donc possible de déterminer, à l'aune de ces règles, les caractéristiques d'une bonne carte et celles d'une mauvaise :

- La mauvaise carte, c'est celle qu'on lit : elle présente des informations très précises (chiffres, mots...) et empêche *de facto* d'avoir une vue d'ensemble. Par cette lecture, on obtient donc une vision du détail : on sait seulement qu'à tel endroit, il y a telle chose, sans pouvoir prendre plus de recul.
- Une carte à voir, elle, est efficace : on a une vision globale, permettant d'un coup d'œil de repérer des informations essentielles. Après avoir jeté un regard global sur la carte, on peut regarder cette dernière plus en détail. On a donc à la fois une vision globale et de détail : une bonne carte permet donc de passer aisément entre les différentes échelles.

Finalement, la carte est un instrument visuel, avec ses propres codes et son propre langage, qu'il est nécessaire d'appréhender et de comprendre afin de réaliser des cartes efficaces et compréhensibles, le but étant de dépasser le statut de simple illustration.

Dans cette partie, je me contenterai d'aborder les bases de ce langage, avec trois objectifs :



### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

1. apprendre à se poser de bonnes questions pour construire des cartes efficaces,
2. réfléchir pour choisir le meilleur traitement graphique,
3. intégrer la sémiologie dans une démarche didactique et scientifique.

## 3.1. Les éléments d'une carte et sa mise en page

Une carte se compose de différents éléments.

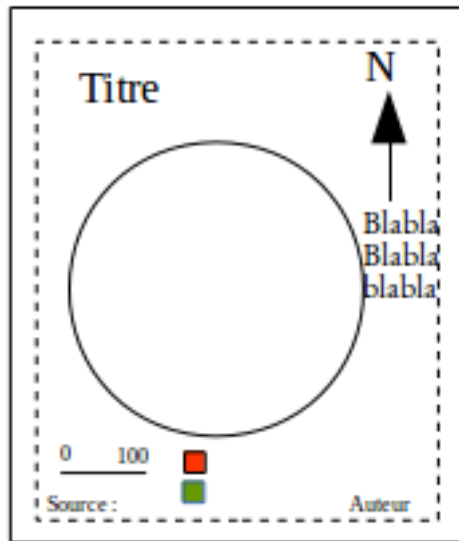


FIGURE 3.1. – Les éléments d'une carte.

### 3.1.1. Fond de carte

Le fond de carte nous sert de trame pour la réalisation de la carte. Il faut l'adapter selon la précision spatiale des données : plus le format est grand, plus on peut rajouter du détail, comme les traits de côte, par exemple. *A contrario*, si le format diminue, on doit la simplifier, en faisant des traits rectilignes, des formes anguleuses. Dans tous les cas, un fond de carte doit être discret : les traits doivent être fins et la valeur de sa couleur faible (comme un noir 50 % ou des pointillés).

*i*

**Valeur** : variable visuelle désignant la variation de la proportion de noir, de blanc ou de couleur sur une surface. Typiquement, une valeur de 0 % signifie aucune couleur, et 100 % une couleur vive. Pour expliquer autrement, on fait varier l'opacité!

0%



100%

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

#### 3.1.2. Habillage

L'habillage est l'ensemble des éléments autour de la carte, permettant au lecteur de se repérer et de comprendre la carte. Il se compose de différents éléments.

##### 3.1.2.1. Titre

Le titre doit être simple, précis et concis. Il doit comprendre le thème, le lieu, et l'année, afin de répondre aux questions « quoi », « où » et « quand ». Néanmoins, on doit penser à exclure toute unité de mesure, comme les km<sup>2</sup> ou les pourcentages. Typiquement, un titre à bannir est *Répartition en pourcentage de l'élevage bovin*. Un titre efficace peut être *L'élevage bovin en France en 2015*, ou mieux, être problématisé, en posant un questionnement, comme *Où se trouve l'élevage bovin dans la France de 2015 ?*.

##### 3.1.2.2. Orientation

L'orientation permet au lecteur de se repérer. Il n'est pas nécessaire de faire une [rose des vents à 32 directions](#) [↗](#), une simple flèche pointant vers le nord est largement suffisante !

##### 3.1.2.3. Échelle

L'échelle est un élément essentiel. Elle permet d'avoir un ordre de grandeur, pour savoir si la carte représente des mètres, des kilomètres... On doit privilégier l'échelle graphique, car elle permet de garder un ordre de grandeur quand on redimensionne. De plus, on doit privilégier les valeurs rondes, comme 1 km, et éviter des hérésies comme des échelles à 37,5 km.

i

**Échelle graphique** : C'est une correspondance entre une droite tracée sur la feuille et



une distance :

**Échelle numérique** : C'est un rapport entre deux valeurs. Par exemple, pour 1/50 000, 1 cm sur le papier vaut 50 000 cm dans la réalité, soit 500 m.

?

**Petite ou grande échelle ?** Une échelle d'une carte indique un rapport de réduction entre distances réelles et sa représentation sur le papier. Plus le dénominateur de la fraction est grand, et plus l'échelle est petite. En effet, la fraction 1/25 000 est mathématiquement plus grande que 1/50 000. Ainsi, une carte à petite échelle représentera une portion de l'espace plus importante qu'une carte à grande échelle. C'est contre-intuitif, car dans le langage courant, on parle souvent de « projet à grande échelle » pour désigner un projet couvrant une large portion du territoire. Petit truc mnémotechnique, une carte à grande échelle présentera plus de détails (car couvrant une portion du territoire plus petite) qu'une carte à petite échelle.

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

#### 3.1.2.4. Légende

La légende est l'emplacement où vont être déposés les figurés et leurs significations. Sa conception doit être achevée avant l'exécution de la carte. Quelques points pour faire une belle légende :



- Évitez le superflu, ne marquez pas le mot légende.
- Autre point important, le figuré doit toujours être représenté à gauche et son identifiant à sa droite. Ainsi, on voit un figuré, et on cherche sa correspondance.
- De plus, et cela semble évident, le figuré de la légende doit être la même que celui de la carte, tant en forme, qu'en couleur et en taille.

Il existe plusieurs types de légendes :

- Le premier type est le type cartographique, utilisé notamment par l'IGN : la légende se subdivise en quelques rubriques principales, avec une organisation par type de figurés (ponctuel, linéaire et zonal).
- On peut aussi faire une légende par type géographique, avec une organisation thématique (villes, reliefs).
- Autre possibilité : la légende problématisée, qui fournit, à travers un questionnement, une clé de compréhension à la carte. Les titres de parties sont les mêmes que ceux d'une dissertation !

#### 3.1.2.5. Nomenclature

La nomenclature est le fait d'inscrire le nom des lieux sur la carte. Le choix n'est pas neutre, car il consiste à nommer de lieux jugés importants ; par ailleurs, lorsque certains lieux ne font pas consensus, le cartographe doit choisir son camp. Il ne faut pas oublier qu'on rajoute du noir, et de ce fait, on noircit la feuille, influençant l'esthétisme. On doit prêter une attention toute particulière à la taille des lettres, à leur valeur et à leur nombre. Concrètement, comment inscrire le nom du si joli village gallois *Llanfairpwllgwyngyllgogerychwyrndrobwlllantysiliogogoch* ?

Il faut également se questionner sur un possible ordre hiérarchique : certaines localités sont-elles plus importantes que d'autres ? On doit répondre à cette question tout en gardant à l'esprit qu'il ne faut mettre que ce qui est essentiel à la compréhension du thème. Un problème se pose avec les circonscriptions administratives, généralement numérotées : la numérotation peut se faire selon un quadrillage imaginaire ou selon l'ordre alphabétique. Dans chacun des deux cas, une certaine dynamique de lecture émerge. La première consiste à regarder la carte puis à chercher le nom du lieu en légende. Le second consiste à chercher le « c'est où par chez moi ? », c'est-à-dire chercher en légende le nom de notre localité, puis regarder sur la carte. Au cartographe de faire le choix le plus pertinent selon le public visé. Ainsi, si on veut faire un document d'analyse, on préférera la solution carte → légende. Mais si on doit cartographier

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

pour un public chauvin (typiquement les élus locaux 🍊), on choisira légende → carte. Des alternatives à la numérotation sont possibles : on peut aussi faire des flèches, reliant le nom à la circonscription. Cependant, les traits et les noms doivent être horizontaux.

#### 3.1.2.6. Source

La carte doit être sourcée, notamment pour les données. Cela est essentiel, car cela aide à être critique sur le document ! On trouve aussi une **datation** de la carte.

#### 3.1.2.7. le carton

On trouve parfois un **carton** : c'est une petite carte complémentaire à la grande carte, qui peut être un zoom sur un point ou une carte de localisation.

### 3.1.3. L'importance de la mise en page

La mise en page permet de « scénariser une carte » pour raconter une histoire. On doit faire attention à la connotation des mots employés selon le destinataire : journal, décideur politique, revue scientifique... Une carte, au-delà de l'informatif, doit être aussi esthétique, pour qu'elle soit agréable à regarder. Au-delà du respect primordial de la sémiologie, le style de la carte peut changer l'angle d'approche !

*i*

Si vous voulez vous amuser à étudier la mise en page cartographique, regardez les cartes du *Monde diplomatique* ou de [visionscarto.net](https://visionscarto.net) ↗, et notamment les cartes de Philippe Rekacewicz !

## 3.2. Le fond de carte

Le fond de carte est fondamental dans la création d'une carte, car il en est le support. La carte est définie par 4 éléments : la **projection** (mise à plat du géoïde terrestre), l'**emprise et l'orientation** montrant le choix de l'espace étudié, la manière dont le fond de carte est dessiné (**généralisation**), et le **maillage**, c'est-à-dire l'objet géographique étudié (les communes, une région...). Le choix n'est pas neutre, le message transmis sera différent.

### 3.2.1. Choix de la projection

Il faut savoir qu'à la base, toutes les projections cartographiques déforment. En effet, il est impossible, mathématiquement, de représenter une sphère sur une surface plane. Voici [quelques projections](#) ↗ très connues qui le montrent bien.

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

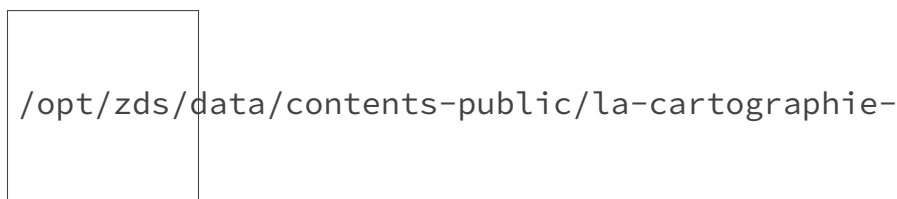


FIGURE 3.2. – Projection de Cassini

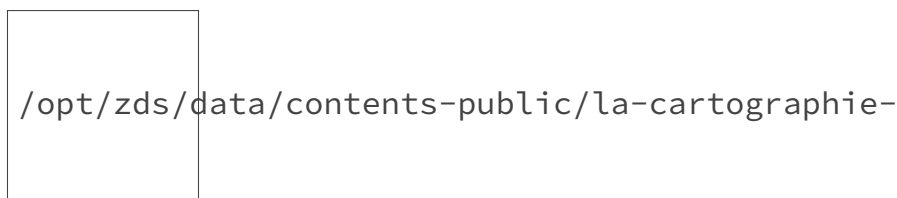


FIGURE 3.3. – Projection de Peters

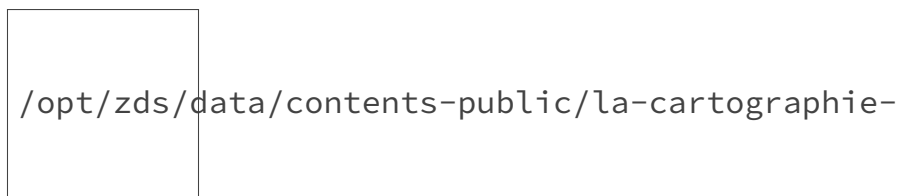


FIGURE 3.4. – Projection de Lambert

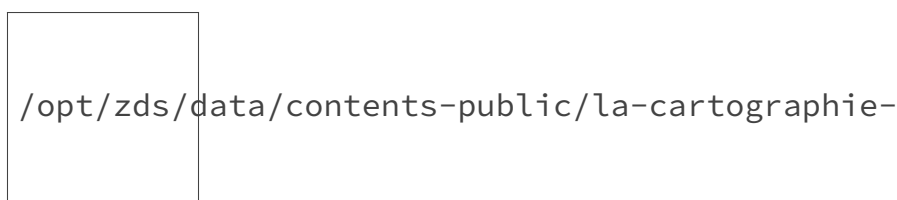


FIGURE 3.5. – Projection Natural Earth

Juste à titre de comparaison, la Russie est deux fois plus petite que l’Afrique et le Groenland fait la taille de l’Algérie<sup>1</sup>. Voyez-vous ça ? Le choix n’est pas anodin. La projection de Mercator surestime les dimensions européennes, contrairement à la projection de Peters, parfois utilisée par les altermondialistes, qui rend plus importants les pays du Sud. De leur côté, les Nations-Unies utilisent beaucoup la projection polaire (vue depuis le pôle nord). Encore quelques petits exemples : aux États-Unis, l’Amérique est au centre et, en Australie, la carte est orientée vers le sud avec le pays des koalas en haut !

#### 3.2.2. Emprise et orientation

L’emprise, c’est le cadrage, qui peut cacher un enjeu politique. Par exemple, sur une carte de l’Europe, doit-on inclure la Russie, la Turquie ? De même, l’orientation est aussi un choix. Jusqu’au Moyen-Âge, le haut de la carte n’était pas le nord, mais l’est. On peut casser cette convention pour montrer un fait inhabituel. Songeons à la carte australienne orientée plein sud !

---

1. Si vous voulez vous amuser un peu, je vous recommande [thetruesize.com](http://thetruesize.com) !

### 3.2.3. Généralisation

Une carte est une reproduction de l'espace à échelle réduite. Or qui dit réduction dit simplification : en effet, une carte avec de trop nombreux détails serait surchargée et donc sera illisible. Cette généralisation passe par trois phases :

1. **sélection** d'éléments graphiques sur la carte. Doit-on conserver le tracé des îles de taille inférieure à telle valeur ?
2. **schématisation** : simplification géométrique des tracés, mais aussi conceptuelle en regroupant certains objets.
3. **harmonisation** générale du fond de carte pour avoir un même niveau de généralisation.

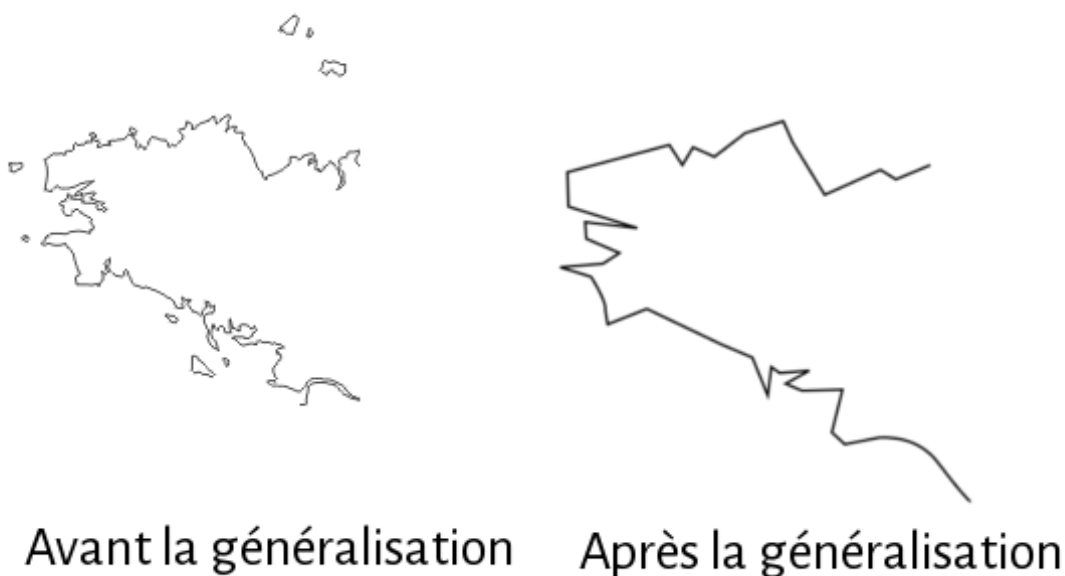


FIGURE 3.6. – Généralisation de la Bretagne

### 3.2.4. Maillage

Le maillage, c'est le découpage d'une carte en unité de base : la région, le département, la commune. Selon le maillage, la grille de lecture sera différente, car le filtre sera différent : la taille des unités joue donc un rôle dans la compréhension du phénomène. Si on regarde les résultats électoraux selon une maille municipale ou une autre régionale, on comprendra différemment

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

certains phénomènes. On verra à l'échelle municipale que les centres urbains votent pour tel candidat, alors qu'à l'échelle régionale, on ne verra que de grandes tendances (à l'ouest on vote untel, mais pas au sud).

## 3.3. Introduction à la sémiologie graphique : choix des éléments graphiques

### 3.3.1. Construire une carte à un caractère

La carte représente un caractère statistique : c'est la transcription visuelle d'un tableau à double entrée avec, pour chaque caractère, une donnée chiffrée correspondante. Par exemple, le nombre de mangeurs d'agrumes par circonscription administrative. La carte étant une image, elle doit être conçue pour permettre une double vision : la vision globale, répondant à la question « Où se trouve tel caractère ? », et la vision du détail répondant à la question « À tel endroit, il y a quoi ? »

Afin de construire une carte, on doit définir ce que l'on veut représenter. Pour ce faire, il est nécessaire de passer par deux phases : tout d'abord une phase choisir les paliers numériques (en discrétisant les valeurs) puis faire correspondre les paliers numériques à des paliers visuels.

*i*

**Palier numérique** : on ne peut pas représenter de manière continue une suite de nombres (1, 5, 7, 10, 17 par exemple). On va donc les regrouper par catégorie. Par exemple, on peut les regrouper par dizaines.

*i*

**Discrétisation** : méthode de regroupement pour constituer un palier numérique.

Pour discrétiser des valeurs, de nombreux procédés sont possibles, comme des méthodes mathématiques (égale étendue, progression arithmétique ou géométrique...), statistiques (écart-type, médiane ou quantiles) ou graphiques, grâce aux seuils par discontinuité, que l'on a vue plus tôt dans le cours. Néanmoins, comme les résultats peuvent changer selon la méthode de discrétisation, on doit toujours indiquer celle utilisée.

*i*

**Figuré** : Pour aider le lecteur, on va choisir un figuré qui soit intuitif : un rouge vif correspondra à une valeur plus élevée qu'un rouge pâle (par exemple, une concentration plus importante en Césium 137). Un gros cercle pourra indiquer une densité de population forte par rapport à un petit cercle.

*i*

**Paliers visuels** : transcription graphique des paliers numériques.

Seulement après avoir défini les classes (c'est-à-dire nos paliers numériques), on peut passer à la représentation graphique. Cette étape consiste à choisir des paliers visuels et à les classer de la

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

valeur la plus faible à la plus forte. Néanmoins, une règle doit prévaloir : seul un figuré doit varier. Par exemple, si on veut montrer une répartition d'individu dans un espace donné, on peut faire varier proportionnellement la taille des cercles. Mais attention, on ne doit pas en plus faire varier la couleur de ces cercles, car cela fausserait l'interprétation (ajout d'une information supplémentaire).

Par ailleurs, on choisit les paliers numériques selon la pertinence de la représentation. Cependant, on doit aussi tenir compte des contraintes — notamment visuelles — du choix des paliers, relativement à la taille de la carte sur le support (une feuille de papier ou un écran). Par exemple, il faut pouvoir distinguer les départements de l'Île-de-France et ne pas confondre les différents paliers. Généralement, on en choisit 5 ou 6 : au-delà, il est difficile de comparer tandis qu'en deçà, la carte est généralement trop simplifiée. Le format papier contribue aussi à limiter le nombre de paliers de couleurs : à l'impression, deux teintes de couleur trop proches peuvent se confondre et donc poser des problèmes d'interprétation.

#### 3.3.1.1. Variables visuelles et nature des données

Afin de choisir la meilleure représentation, il faut se poser une question : *Quel type de relation mes données transcrivent-elles et quelle est la variation la plus pertinente ?*

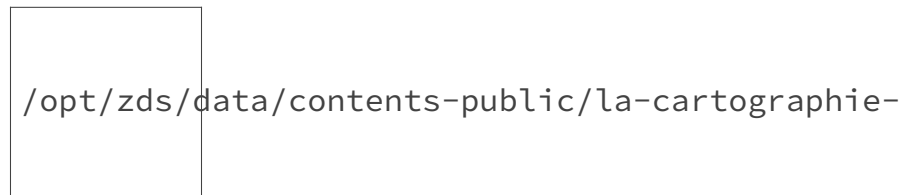


FIGURE 3.7. – Variables visuelles

Un autre tableau, sûrement plus visuel :

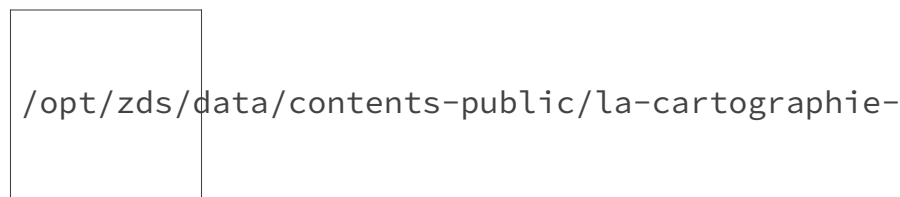


FIGURE 3.8. – Tableau de Sémiologie Graphique – Bertin

Voici quelques paramètres que l'on peut faire varier :

- **Taille** : consiste à faire varier la taille d'un figuré.
- **Valeur** : consiste à faire varier la quantité de noir ou d'une autre couleur pour un figuré donné (c'est-à-dire prendre du rouge 0 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 %). Une infinité peut exister, mais la contrainte majeure est celle liée à la capacité de l'œil à distinguer les différentes classes la variation est monochrome et l'on fera attention à ne pas mélanger les figurés ou les couleurs, le but étant de permettre une bonne perception, en se disant « même couleur, mais de valeur différente = même caractère, mais avec des quantités différentes ». N.B : on peut faire varier l'épaisseur de hachures verticales d'une même



### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

couleur et de même valeur si on est sur une feuille de papier, pour compenser la difficulté de faire varier la valeur.

- **Grain** : variation à 3 paliers maximum. Concrètement, le grain est une photographie prise à différente échelle, plus ou moins près.
- **Couleur** : choisir des couleurs différentes, mais de même valeur.
- **Orientation** : faire varier l'orientation d'un figuré. À proscrire : la version des aires avec les hachures, car inefficace visuellement. En effet, la lecture est difficile et on s'embrouille rapidement !
- **Forme** : Consiste à faire des formes distinctes, mais avec des aires, des couleurs et des valeurs identiques. On fera bien attention à prendre des formes réellement différentes pour qu'il soit facile de les distinguer. Tous les figurés, quelle que soit la forme, doivent avoir la même aire : du coup, l'épaisseur de la croix est moitié moins que celui du bâton, le triangle est constitué des deux moitiés d'un rectangle coupé en diagonale et mises bout à bout, etc. Pour les valeurs surfaciques, on obéit aux mêmes principes : les points, hachures, carreaux... doivent avoir même quantité de noir.

*In fine*, le tableau ci-dessus est une vraie aide pour représenter graphiquement des données. Appliquons ce que nous venons d'apprendre à ces quelques exemples :

- Le type de régime politique : il y a une relation de différence, donc on peut faire varier le grain, la couleur, l'orientation ou la forme.
- L'IDH (indicateur du développement humain) dans le monde : il y a une relation d'ordre, donc on peut faire varier la taille, la valeur ou le grain.
- Le nombre d'abstentionnistes parmi une population donnée : il y a une relation de proportionnalité, on peut donc choisir une variation de taille.

#### 3.3.1.2. Variables visuelles, nature des données et type d'implantation

Un autre facteur est à prendre en compte : la représentation des données diffère selon le type d'implantation (zonale, linéaire ou ponctuelle). Voici un petit tableau de synthèse :

| Nature des données | Ponctuelle     | Linéaire       | Zonale  |
|--------------------|----------------|----------------|---------|
| Ordre              | Taille, Valeur | Taille         | Valeur  |
| Différence         | Couleur, Forme | Couleur, Forme | Couleur |
| Quantités          | Taille         | Taille         | Taille  |

N.B : Dans notre légende, on fait toujours des classes concernant les ordres, mais jamais pour les quantités ou les différences !

#### 3.3.2. Construire une carte à deux ou trois caractères

Une carte à deux ou trois caractères, c'est une carte représentant plusieurs données sur une même carte. Ainsi, on peut avoir le taux de natalité par région, couplé avec la quantité de naissance à cette même période.

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

Un cas particulier est celui présentant à la fois des **valeurs positives et négatives**, comme la température. C'est un cas bizarre dans un tableau de donnée, car on doit distinguer les valeurs positives des valeurs négatives. On va donc considérer qu'on possède deux caractères : les valeurs positives et les valeurs négatives. On va faire donc une discrétisation pour d'une part les valeurs numériques positives, et d'autre part les valeurs numériques négatives. Pour le 0, on va prendre une couleur « neutre », comme le zéro, tandis qu'on pourra mettre pour les valeurs négatives du rouge et du bleu pour les valeurs positives (ou d'autres couleurs). On fait une seule colonne, en allant du plus fort au plus faible.

Les autres cas sont assez simples. Ainsi, on peut représenter une quantité ponctuelle couplée à un ordre zonal. Par exemple, on fera varier la taille d'un cercle et la valeur de la couleur de la région.

#### 3.3.3. Jeux de cartes, construire une collection de cartes

Dans le cas d'une représentation zonale avec plusieurs entrées, il est impossible de tout représenter sur une carte unique. On peut donc construire une carte à un caractère pour chaque critère, pour déboucher sur le traitement d'une collection de n cartes à 1 caractère. Comme toujours, cette collection de carte doit permettre deux visions : celle globale et celle de détail. Chaque carte à 1 caractère fournit une vision globale et de détail à chaque endroit et la collection de carte doit proposer, dans son ensemble, ces deux visions simultanées. Deux cas se présentent.

- la **collection de carte synchronique** : c'est la représentation d'une situation à un même moment. Par exemple, on aura différentes cartes montrant l'élevage bovin, ovin, équin, aviaire en l'an 2000. On va chercher à trier les cartes selon un principe géographique. Ainsi, on va trouver de grandes tendances régionales : au nord, on voit surtout des élevages bovins, donc on va placer en haut de notre collection les cartes correspondantes. Les élevages équins sont plus à l'ouest, donc on les positionnera à gauche... Ce rangement géographique lié à ce bon positionnement des cartes débouche une interprétation de cette collection de cartes.

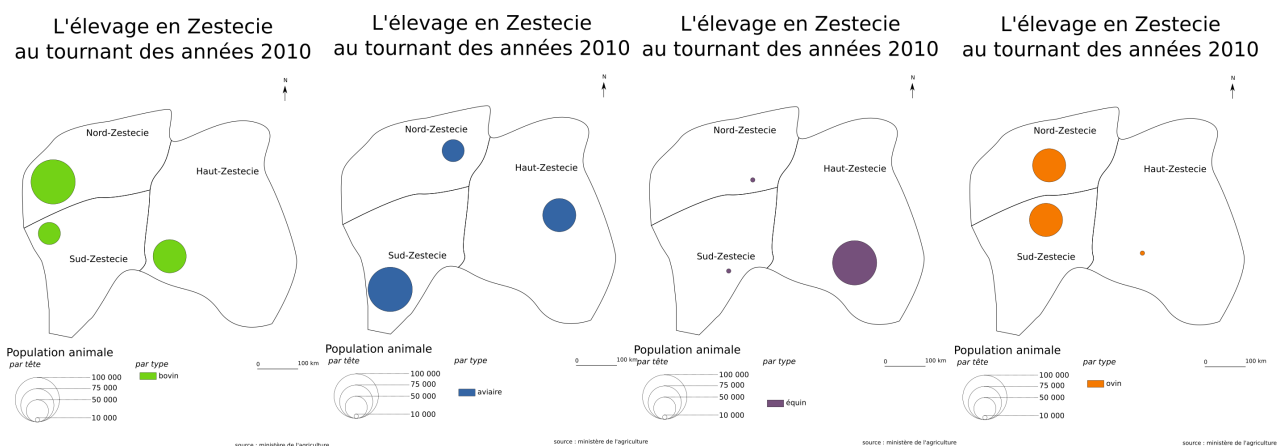


FIGURE 3.9. – Exemple de carte synchronique

- la **collection de cartes diachronique** : le temps constitue la deuxième entrée du tableau mesurant un seul phénomène. On traite les phénomènes par ordre chronologique. La collection de cartes devient un film cartographique. À chaque date correspond une carte à un caractère : le rangement linéaire unique (vertical ou horizontal) débouche

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

donc sur une vision globale et immédiate, puis secondaire. Un jeu de carte constitué de telle manière permet de répondre aux questions : « Quelles sont les caractéristiques dans chaque période ? », « Où ce phénomène a-t-il commencé et comment ? », « Où s'est-il poursuivi et de quelle manière ? », « Quand s'est-il achevé, où et comment ? » On a la compréhension globale du phénomène, en étudiant l'évolution, mais aussi du détail, en regardant chaque carte une à une.

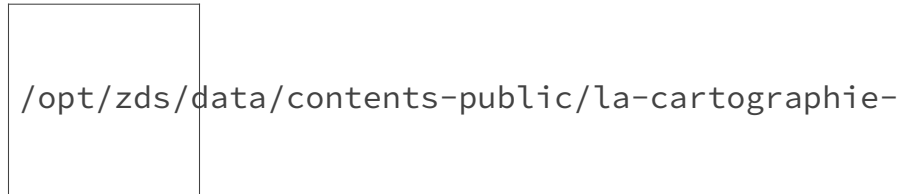


FIGURE 3.10. – Exemple de carte diachronique — Comment le climat de la France s'est réchauffé depuis 1900 — lemonde.fr

#### 3.3.4. Construire une carte de superposition et cartes complexes

La carte de superposition, ou croquis régional, carte thématique... est une carte superposant plusieurs natures de données, avec plusieurs types d'implantation, le tout sur un même fond de carte. Concrètement, chaque calque correspond à une donnée, que l'on va superposer. On peut faire une collection de cartes, mais une carte de superposition est complémentaire, dans le cas d'une démonstration par exemple. Cette carte doit, encore une fois, permettre la vision globale (où ce caractère est-il présent ?), mais aussi du détail (à tel endroit, qu'y a-t-il ?). Plusieurs éléments sont importants. Tout d'abord, le fond de carte doit être sobre. Ensuite, il faut aussi réfléchir à la quantité de figurés représentés. Un œil peut-il vraiment distinguer la répartition de 60 phénomènes différents ? Non, le seuil maximal se trouve vers les 20 ou 30 caractères. Il faut donc trier, regrouper, supprimer. Enfin, le choix des figurés est aussi essentiel. Concernant l'implantation zonale, ce dernier commande le reste de la carte. Afin qu'elle ne soit pas prédominante, on doit choisir des valeurs faibles. En clair, on choisit des couleurs claires, sinon on ne verra que cette information !

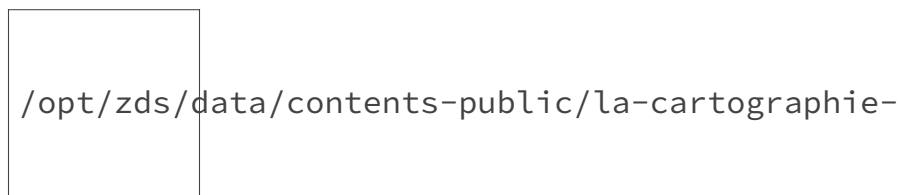


FIGURE 3.11. – exemple de carte de superposition

Pour pas surcharger une carte, on peut retraiter les informations pour faire apparaître les grandes tendances.

### 3.4. Bonne ou mauvaise carte ?

Nous allons maintenant étudier quelques cartes, pour voir les points forts et les points faibles de chacune, afin de comprendre quelles sont les erreurs à ne pas reproduire !

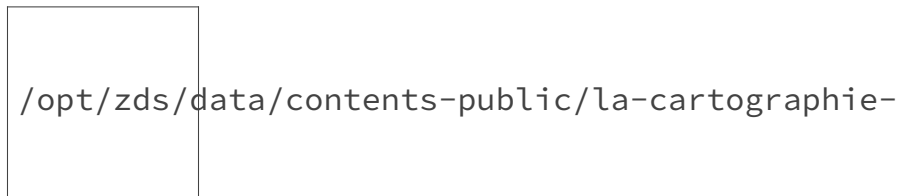


FIGURE 3.12. – Nuit Debout Place de la République — Slate.fr

- **Type de carte** : carte de superposition
- **Points forts de la carte** : synthétise une dynamique complexe.
- **Points faibles de la carte** : Manque de nombreux éléments d’habillage comme l’échelle, ou le fond de carte trop complexe visuellement, car basé sur une photographie aérienne. Mais le point important est l’utilisation de pictogrammes trop complexes.
- **Pistes d’amélioration** : Simplifier le fond de carte et les pictogrammes (cercles, points...), ainsi que rajouter des éléments d’habillage.

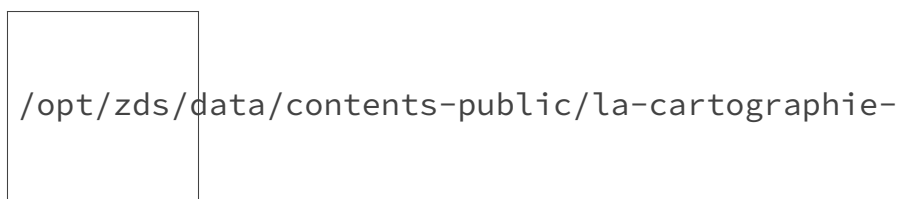


FIGURE 3.13. – Les rapports de forces au premier tour des régionales 2015 en France — humanite.fr

- **Type de carte** : carte de superposition
- **Points forts de la carte** : aucun
- **Points faibles de la carte** : utilisation de graphiques sur la carte rendant impossible la comparaison, la transformant en une carte à lire. Absence de l’orientation, de l’échelle...
- **Pistes d’amélioration** : faire une collection de cartes, avec variation de valeur pour chaque parti.

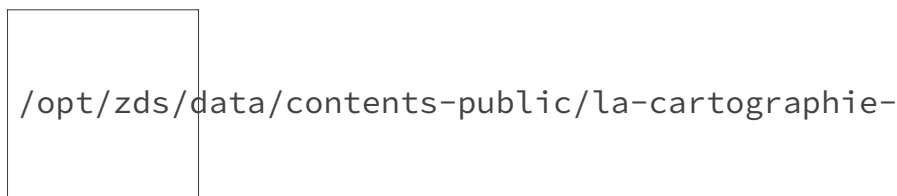


FIGURE 3.14. – Prix des accès internet dans le monde — Visiocarto.net

- **Type de carte** : Carte à deux caractères ordonné et différent zonale
- **Points forts de la carte** : présence de nombreux les éléments d’habillage et bon respect de la sémiologie graphique.
- **Points faibles de la carte** : absence d’échelle et l’orientation.

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

- **Pistes d'amélioration** : on peut mettre en une seule colonne les différentes classes.

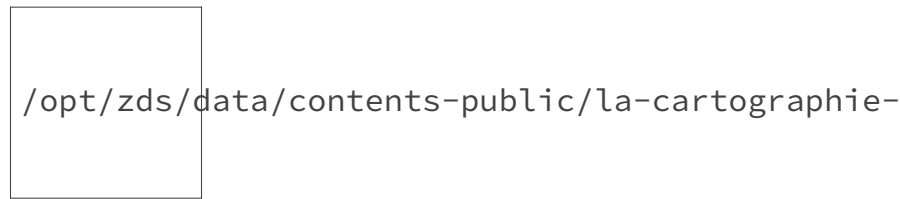


FIGURE 3.15. – Le vote FN aux européennes 2014 — Slate.fr

- **Type de carte** : carte à un caractère ordonnée zonale. On reparlera de l'anamorphose un peu plus tard.
- **Points forts de la carte** : carte à voir, on voit directement les grandes tendances.
- **Points faibles de la carte** : absence d'éléments d'habillage.
- **Pistes d'amélioration** : mettre les éléments d'habillage.

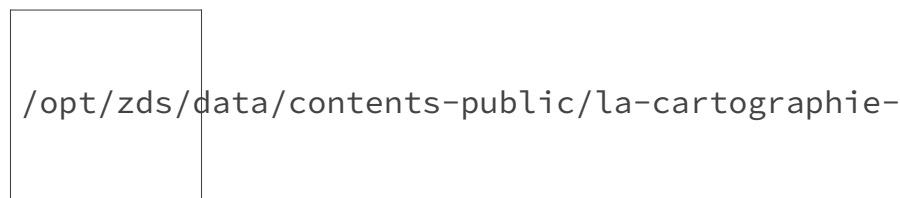


FIGURE 3.16. – Comment le climat de la France s'est réchauffé depuis 1900 - lemonde.fr

- **Type de carte** : collection de cartes à deux caractères ordonnées zonale
- **Points forts de la carte** : carte simple et efficace, carte à voir. Les contours sont simplifiés.
- **Points faibles de la carte** : absence d'échelle et d'orientation. Il faut soit mettre en ligne, soit mettre en colonnes.
- **Pistes d'amélioration** : corriger les points faibles. On peut faire une vidéo pour représenter l'évolution.

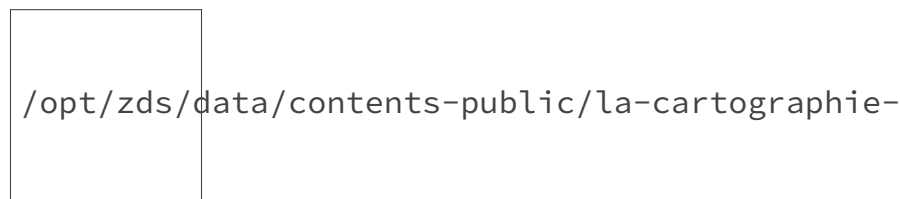


FIGURE 3.17. – Densité de population en Égypte en 2010 — Wikipédia

- **Type de carte** : carte à un caractère ordonné zonale
- **Points forts de la carte** : carte simple et efficace, carte à voir. Les contours sont simplifiés.
- **Points faibles de la carte** : pas du tout d'habillage. Pire, il y a plusieurs couleurs alors qu'on doit uniquement varier les valeurs. L'œil perçoit plusieurs caractères au lieu d'un seul.
- **Pistes d'amélioration** : Réduire le nombre de classes pour permettre une variation de valeur et habiller un peu mieux la carte.

### 3.5. Un peu de pratique : construisons une carte !

On va passer à la pratique, en réalisant cette carte. Même si la carte à réaliser sera la même pour tous les lecteurs, il y aura autant de représentations qu'il y aura de cartographe. Ce travail pratique n'aura donc pas de correction particulière, simplement quelques éléments de réflexion. Si vous voulez, vous pouvez poster vos travaux dans les commentaires du cours : je les commenterai pour éventuellement les améliorer ! Je pourrais par contre donner en corrigé quelques éléments méthodologiques.

Voici donc les consignes, présentées sous la forme d'une « marche à suivre ».

Avant de nous précipiter sur la réalisation de la carte, questionnons-nous d'abord sur le type de données et sur la manière de les représenter.

1. Déterminer sur la relation de données (relation d'ordre, de différence ou de proportionnalité?) et leur nature (zonale, linéaire, ponctuelle).
2. À l'aide des éléments déterminés durant l'étape 1, choisir une ou plusieurs variables visuelles en adéquation.
3. Définir, si besoin, des classes; en annexe, se trouve, pour vous aider, une présentation de différents types de discrétisation.
4. Construire une légende avec nos différents éléments.
5. Réaliser la carte, en pensant notamment à l'habillage (titre, légende, orientation, échelle, nomenclature) et la méthode de discrétisation.

La carte peut être réalisée avec un logiciel de dessin vectoriel (Adobe Illustrator, Inkscape, Libreoffice Draw), un logiciel de dessin matriciel (Paint, Gimp...) ou même à la main.

Il faut, en plus de faire une jolie carte, savoir justifier le choix de la relation, la nature de données (« j'ai une donnée différence zonale, parce que ça correspond à ça, et donc j'ai prit tel type de variable visuelle ») et la méthode de discrétisation (en une phrase, typiquement « on trouve une dysmétrie, du coup j'ai choisi telle méthode »).

S'il faut absolument faire un barème de notation sur 10 pour évaluer un travail (en autocorrection?), je vois bien quelque chose de ce genre-là :

| Points | Critères   |
|--------|--|
| 2,5    | Présence des éléments d'habillage (0,5 pour chaque élément)        |
| 2      | Choix judicieux des variables visuelles                            |
| 1      | Choix judicieux de discrétisation                                  |
| 3      | Clarté dans la réalisation (carte lisible, compréhensible, propre) |
| 0,5    | Clarté dans la transmission du message                             |

Ce barème, bien qu'indicatif, permet de voir les éléments importants dans la réalisation d'une carte. J'ai essayé de valoriser la partie sémiologique, technique, la forme, plutôt que le fond, le message, vu que ce dernier vous a été donné dans la consigne. Le but n'est pas que je vous note, mais bien de permettre une auto-évaluation.

### 3.5.1. Exercice : concours miss clémentine!

## 3.6. Documents et données de travail

Et si on faisait un peu de géographie électorale? À Zesteland, il y a eu des élections pour désigner la plus belle clémentine! La gagnante? Clem! Mais qui a voté pour elle?

i

Je vous donne les données « brutes », c'est-à-dire par nombre de votants au concours. Vous pouvez les transformer en pourcentage si vous voulez!

| Région  | nombre de votants ayant voté pour Clem | Total des votants | % pro-Clem |
|---|--|-------------------|------------|
| Plage de Développement  | 1804                                   | 2050              | 88%        |
| Région du Volcan  | 21                                     | 54                | 39 %       |
| Port des Smoothies  | 2351                                   | 5152              | 45 %       |
| Forêts aux agrumes  | 1662                                   | 2182              | 76 %       |
| Désert d'Internet   | 4515                                   | 5000              | 76 %       |
| Quartier des Cailloux pas plats et qui font mal quand on marche dessus, surtout dans une grotte | 0                                      | 1337              | 0 %        |

Pour vous aider, voici une carte de Zesteland :

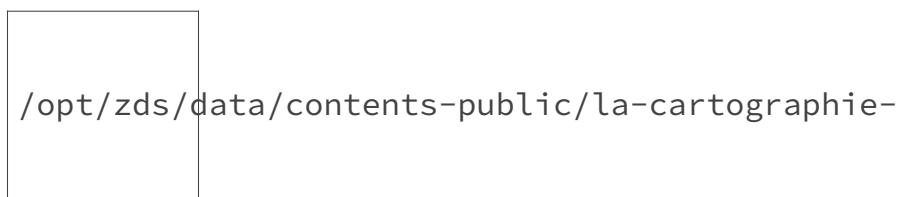


FIGURE 3.18. – ZesteLand

Pour ce travail, je vous fournis un fond de carte, aux formats [PNG](#) et [SVG](#) (voir code en dessous). Ainsi, vous pourrez décider d'utiliser un logiciel de traitement d'image matriciel, vectoriel, ou faire à la main. Au boulot!

Pour ce travail, je vous fournis un fond de carte, un au format l'autre au format SVG (voir code en dessous). Ainsi, vous pourrez décider d'au choix utiliser un logiciel de traitement d'image matriciel, vectoriel, ou faire à la main. Au boulot!

Le fichier SVG

© Contenu masqué n°1

### 3.6.0.1. Correction

Ce que je vous propose n'est pas LA solution ultime, mais une proposition. Prenons étape par étape.

**3.6.0.1.1. Définir nos données** Nos données sont zonales, car chaque nombre vote/pourcentage correspond à une région.

Nous avons deux types de données disponibles : les proportions, pouvant être ordonnées (on classe alors les régions ayant le moins de voix pro-Clem à celles ayant le plus) ou les quantités brutes. Si on choisit les proportions, il est judicieux de jouer sur une variation, un gradient de couleurs ; si on préfère la quantité brute, on jouera sur la taille : cercles proportionnels ou carte en anamorphose (où on change la taille des régions proportionnellement, cf carte n°4 de la sous-partie précédente). Comment décider de choisir tel ou tel type de représentation ? Il suffit de regarder le tableau un peu plus haut !

Selon les données utilisées, le message va être radicalement différent : en effet, le choix des proportions va montrer quelles régions sont les plus favorables à Clem, tandis que le choix de la quantité montrera où, en valeur absolue, les électeurs sont les plus nombreux. Mais allons plus loin : quel que soit le type de données analysées, on pourra déterminer si l'électorat de Clem est plus urbain ou rural, par exemple ; par ailleurs, il est tout à fait possible de représenter les deux éléments et faire, au choix, une collection de cartes ou bien une carte à deux caractères. Cependant, dans un but de simplicité, on choisira de représenter des données ordonnées, et donc de faire une [carte choroplèthe](#) [↗](#) .

**3.6.0.1.2. Discrétisation de nos données** Passons maintenant à la discrétisation : plusieurs procédés sont possibles. Nous allons tester chacun des procédés pour voir le résultat obtenu à chaque fois. Inutile de commenter les avantages et inconvénients de chaque méthode : ils se trouvent dans la section dédiée à la discrétisation. On fera attention à ne pas prendre trop de classes (4 maximum). Les cartes présentées sont incomplètes, mais ce n'est pas important : l'intérêt de cet exercice est de les comparer.

Discrétisation avec seuils naturels

La méthode est simple : sur une droite graduée, on place nos points.

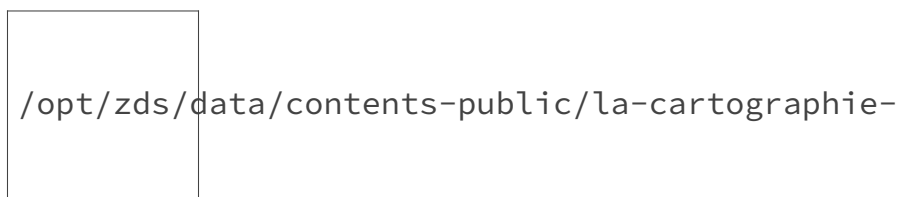


FIGURE 3.19. – Scalogramme



### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

On voit ici 3 groupes : 0 % ; 39%-45% ; 76%-88%

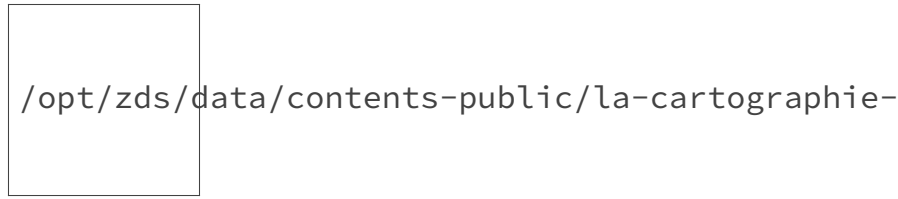


FIGURE 3.20. – Seuil nat

Discrétisation en classes d'amplitude égale

$$\frac{88 - 0}{4} = 22$$

Nos classes sont : 0%-21% ; 22%-43% ; 44%-87% ; 88 % — 100%<sup>1</sup> ;

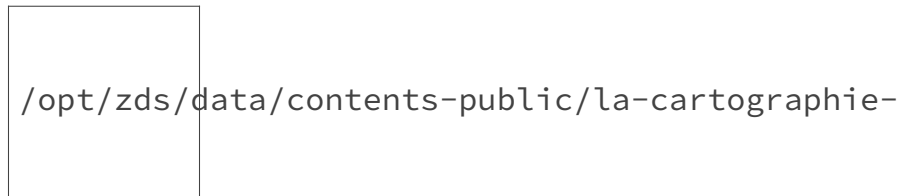


FIGURE 3.21. – Amplitude égale

Discrétisation avec moyenne et écart type

Notre moyenne : 54

Notre écart type (=ecarttypep() dans le tableur) : 28

Nos classes sont : -2 — 26 ; 26-54 ; 54-82 ; 82-100<sup>2</sup> ;

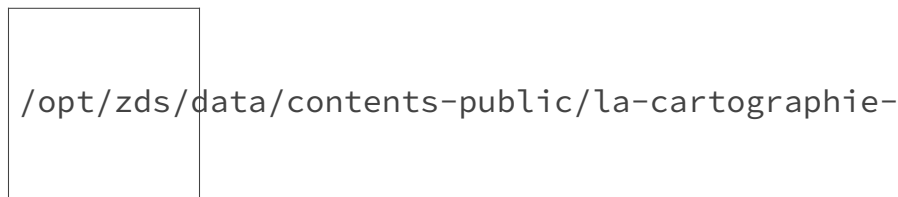


FIGURE 3.22. – Moyenne

Discrétisation par quantiles ou par effectif égaux

Classes : 0-39 ; 45-76 ; 76-88 ;

---

1. En théorie, la classe serait 88-110%, car  $88+22=110$ .

2. En théorie, la classe serait 82-110%, car  $82+28=110$ .

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

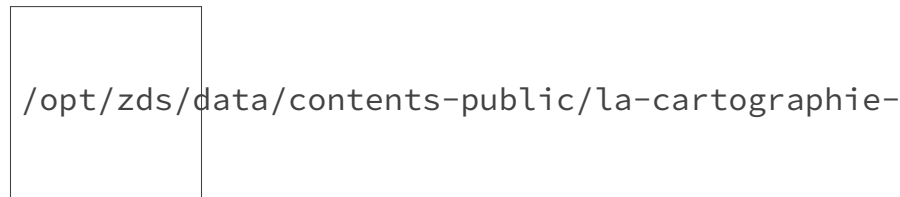


FIGURE 3.23. – Effectifs égaux

*i*

ici, une région à 76 se trouve dans une classe et l'autre dans une deuxième classe. J'ai départagé en mettant chacune dans une classe. Je voulais être rigoureux dans la méthodologie, pour montrer la limite de cette méthode.

Le TP est déjà terminé ! J'espère que vous avez pu représenter de manière correcte les données : si le résultat ne vous satisfait pas, vous pouvez toujours recommencer ! Quoi qu'il en soit, on ne fait jamais quelque chose de parfait du premier coup : après plusieurs essais, vous commencerez à avoir le coup de main 🍊 !

J'espère vous en avoir convaincu, la sémiologie graphique est essentielle : elle permet de créer des cartes compréhensibles au premier coup d'œil. Un de mes professeurs disait qu'en regardant simplement une carte 5 secondes, on devait en retirer les informations essentielles : cela est possible grâce à la sémiologie. Malheureusement, de nombreuses cartes sont mal conçues, de par la méconnaissance de cette discipline. Le mot d'ordre est donc **sobriété** et **simplicité**.

J'espère vous avoir suscité l'envie d'avoir un œil critique sur les cartes, notamment diffusées dans les médias. Bien sûr, il faut aussi, face à une carte, questionner d'autres éléments que sa simple exécution : l'origine des données, la méthode de discrétisation de ces dernières, la pertinence de diffuser telle ou telle information... Néanmoins, on rentre dans le domaine de la statistique et des sciences de l'information, qui sont aussi des domaines intéressants à étudier. Si on doit retenir une seule chose à la lecture d'une carte, c'est le fait de se poser cette question : *quel message veut me faire passer l'auteur, et pourquoi ?*

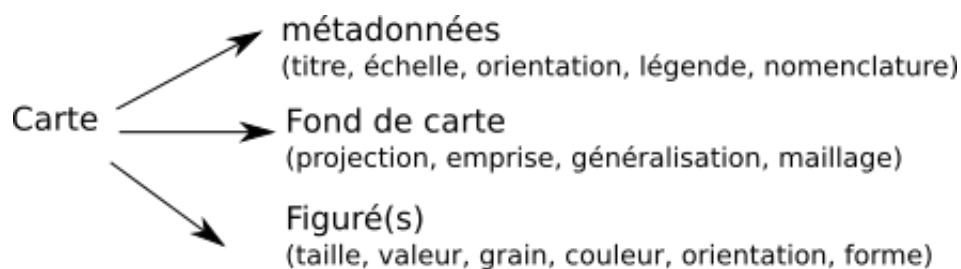


FIGURE 3.24. – Synthèse

## Contenu masqué

### Contenu masqué n°1

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
2 <!-- Created with Inkscape (http://www.inkscape.org/) -->
3
4 <svg
5   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
6   xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#"
7   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
8   xmlns:svg="http://www.w3.org/2000/svg"
9   xmlns="http://www.w3.org/2000/svg"
10
11     xmlns:sodipodi="http://sodipodi.sourceforge.net/DTD/sodipodi-0.dtd"
12     xmlns:inkscape="http://www.inkscape.org/namespaces/inkscape"
13     width="297mm"
14     height="210mm"
15     viewBox="0 0 1052.3622 744.09448"
16     id="svg2"
17     version="1.1"
18     inkscape:version="0.91 r13725"
19     sodipodi:docname="zesteland.svg"
20     inkscape:export-xdpi="43"
21     inkscape:export-ydpi="43">
22 <defs
23   id="defs4">
24   <inkscape:path-effect
25     effect="skeletal"
26     id="path-effect4189"
27     is_visible="true"
28     pattern="M 0,0 1,0"
29     copytype="single_stretched"
30     prop_scale="1"
31     scale_y_rel="false"
32     spacing="0"
33     normal_offset="0"
34     tang_offset="0"
35     prop_units="false"
36     vertical_pattern="false"
37     fuse_tolerance="0" />
38 <marker
39   inkscape:stockid="Arrow1Lstart"
40   orient="auto"
41   refY="0.0"
42   refX="0.0"
43   id="Arrow1Lstart"
44   style="overflow:visible"
```

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
44     inkscape:isstock="true">
45     <path
46         id="path4161"
47
48         d="M 0.0,0.0 L 5.0,-5.0 L -12.5,0.0 L 5.0,5.0 L 0.0,0.0 z "
49
50         style="fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1pt;stroke-
51         transform="scale(0.8) translate(12.5,0)" />
52     </marker>
53     <inkscape:path-effect
54         effect="skeletal"
55         id="path-effect4155"
56         is_visible="true"
57         pattern="m 0,308.26772 1,0"
58         copytype="single_stretched"
59         prop_scale="1"
60         scale_y_rel="false"
61         spacing="0"
62         normal_offset="0"
63         tang_offset="0"
64         prop_units="false"
65         vertical_pattern="false"
66         fuse_tolerance="0" />
67     <inkscape:path-effect
68         effect="skeletal"
69         id="path-effect4147"
70         is_visible="true"
71         pattern="m 0,308.26772 1,0"
72         copytype="single_stretched"
73         prop_scale="1"
74         scale_y_rel="false"
75         spacing="0"
76         normal_offset="0"
77         tang_offset="0"
78         prop_units="false"
79         vertical_pattern="false"
80         fuse_tolerance="0" />
81     <inkscape:path-effect
82         effect="skeletal"
83         id="path-effect4143"
84         is_visible="true"
85         pattern="m 0,308.26772 1,0"
86         copytype="single_stretched"
87         prop_scale="1"
88         scale_y_rel="false"
89         spacing="0"
90         normal_offset="0"
91         tang_offset="0"
92         prop_units="false"
93         vertical_pattern="false"
```

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
92     fuse_tolerance="0" />
93   <inkscape:path-effect
94     effect="skeletal"
95     id="path-effect4139"
96     is_visible="true"
97     pattern="m 0,308.26772 1,0"
98     copytype="single_stretched"
99     prop_scale="1"
100    scale_y_rel="false"
101    spacing="0"
102    normal_offset="0"
103    tang_offset="0"
104    prop_units="false"
105    vertical_pattern="false"
106    fuse_tolerance="0" />
107 </defs>
108 <sodipodi:namedview
109   id="base"
110   pagecolor="#ffffff"
111   bordercolor="#666666"
112   borderopacity="1.0"
113   inkscape:pageopacity="0.0"
114   inkscape:pageshadow="2"
115   inkscape:zoom="0.49497475"
116   inkscape:cx="591.9726"
117   inkscape:cy="501.21103"
118   inkscape:document-units="px"
119   inkscape:current-layer="layer3"
120   showgrid="false"
121   inkscape:window-width="1920"
122   inkscape:window-height="1018"
123   inkscape:window-x="-8"
124   inkscape:window-y="-8"
125   inkscape:window-maximized="1" />
126 <metadata
127   id="metadata7">
128   <rdf:RDF>
129     <cc:Work
130       rdf:about="">
131       <dc:format>image/svg+xml</dc:format>
132       <dc:type
133         rdf:resource="http://purl.org/dc/dcmitype/StillImage" />
134       <dc:title />
135     </cc:Work>
136   </rdf:RDF>
137 </metadata>
138 <g
139   inkscape:label="échelle + Orientation"
140   inkscape:groupmode="layer"
141   id="layer1"
```

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
142     transform="translate(0,-308.26772)"
143     sodipodi:insensitive="true"
144     style="display:inline">
145     <path
146
147         style="fill:#000000;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none;stroke-opacity:1"
148         d="m 15.714286,989.50506 c 30.476191,0 60.952383,0 91.428574,0"
149         id="path4137"
150         inkscape:path-effect="#path-effect4139"
151         inkscape:original-d="m 15.714286,989.50506 91.428574,0"
152         inkscape:connector-curvature="0" />
153     </path>
154
155     style="fill:#000000;fill-rule:evenodd;stroke:none;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none;stroke-opacity:1"
156     d="m 937.14286,365.21934 c 0,22.85714 0,45.71429 0,68.57143"
157     id="path4141"
158     inkscape:path-effect="#path-effect4143"
159     inkscape:original-d="m 937.14286,365.21934 0,68.57143"
160     inkscape:connector-curvature="0" />
161     </path>
162
163     style="fill:#000000;fill-rule:evenodd;stroke:none;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none;stroke-opacity:1"
164     d="m 932.85714,433.79077 c 0,-34.28571 0,-68.57143 0,-102.85714"
165     id="path4145"
166     inkscape:path-effect="#path-effect4147"
167     inkscape:original-d="m 932.85714,433.79077 0,-102.85714"
168     inkscape:connector-curvature="0" />
169     </path>
170
171     style="fill:#000000;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none;stroke-opacity:1"
172     d="m 947.14286,342.3622 c 0,24.28571 0,48.57143 0,72.85714"
173     id="path4153"
174     inkscape:path-effect="#path-effect4155"
175     inkscape:original-d="m 947.14286,342.3622 0,72.85714"
176     inkscape:connector-curvature="0" />
177     </path>
178     <text
179     xml:space="preserve"
180
181     style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-height:1.2"
182     x="13.571429"
183     y="978.79077"
184     id="text4485"
185     sodipodi:linespacing="125%"><tspan
186     sodipodi:role="line"
187     id="tspan4487"
188     x="13.571429"
189     y="978.79077">0</tspan></text>
190     </text>
```

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
185     xml:space="preserve"
186
187         style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-height:1.2"
188         x="105"
189         y="977.36218"
190         id="text4489"
191         sodipodi:linespacing="125%"><tspan
192         sodipodi:role="line"
193         id="tspan4491"
194         x="105"
195         y="977.36218">42 km</tspan></text>
196 </text>
197     xml:space="preserve"
198
199         style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-height:1.2"
200         x="942.14288"
201         y="332.36218"
202         id="text4493"
203         sodipodi:linespacing="125%"><tspan
204         sodipodi:role="line"
205         id="tspan4495"
206         x="942.14288"
207         y="332.36218">N</tspan></text>
208 </g>
209 <g
210     inkscape:groupmode="layer"
211     id="layer2"
212     inkscape:label="Carte"
213     sodipodi:insensitive="true">
214 <path
215     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none"
216     d="m 738.92383,561.10938 c -2.20812,-0.13366 -4.41375,-0.30724 -6.61938,-0.54091"
217     id="path4507"
218     inkscape:connector-curvature="0" />
219 <path
220     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none"
221     d="m 297.44922,492.62109 146.83594,-67.09765 0.11328,-0.10938 c 0.11328,-0.10938 0.22656,-0.21876 0.33984,-0.32814"
222     id="path4523"
223     inkscape:connector-curvature="0" />
224 <path
225     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;stroke-dasharray:none"
226     d="m 474.11328,568.65039 -37.49023,-139.625 -139.17383,63.5957 c 0.11328,-0.10938 0.22656,-0.21876 0.33984,-0.32814"
227     id="path4587"
228     inkscape:connector-curvature="0" />
```

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
227 <path
228
229     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;
230     d="m 773.74023,290.2207 -0.88281,0.30274 -50.71484,24.28515 -170,79
231     id="path4606"
232     inkscape:connector-curvature="0" />
233 <path
234
235     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;
236     d="m 573.57227,220.88086 a 61.07143,56.07143 0 0 0 -4.32032,0.14062
237     id="path4216"
238     inkscape:connector-curvature="0" />
239 <path
240
241     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;
242     d="m 448.60742,81.283203 c 0.33893,1.325584 0.7252,2.640721 1.05469,3.9
243     id="path4538"
244     inkscape:connector-curvature="0" />
245 <path
246
247     style="fill:none;fill-rule:evenodd;stroke:#000000;stroke-width:1px;
248     d="m 664.28516,45.523438 -35.71485,54.285156 -21.58203,-2.220703 -14
249     id="path4497"
250     inkscape:connector-curvature="0" />
251 </g>
252 <g
253     inkscape:groupmode="layer"
254     id="layer3"
255     inkscape:label="Nomenclature"
256     style="display:inline">
257 <flowRoot
258     transform="translate(22.942055,-25.560752)"
259     xml:space="preserve"
260     id="flowRoot4509"
261
262     style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
263     id="flowRegion4511"><rect
264     id="rect4513"
265     width="160.61427"
266     height="18.182758"
267     x="616.19305"
268     y="618.83557" /></flowRegion><flowPara
269     id="flowPara4515">plage de
270     Développement</flowPara></flowRoot> <flowRoot
271
272     style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
273     id="flowRoot4525"
```



### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
267     xml:space="preserve"
268     transform="translate(-508.37268,-404.99876)"><flowRegion
269         id="flowRegion4527"><rect
270             y="618.83557"
271             x="616.19305"
272             height="18.182758"
273             width="160.61427"
274             id="rect4529" /></flowRegion><flowPara
275         id="flowPara4531">Région du Volcan</flowPara></flowRoot>
                <flowRoot
276     transform="translate(2.7390041,-23.540447)"
277     xml:space="preserve"
278     id="flowRoot4540"
279
                style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
280     id="flowRegion4542"><rect
281         id="rect4544"
282         width="131.42859"
283         height="18.57143"
284         x="669.28571"
285         y="82.665909" /></flowRegion><flowPara
286     id="flowPara4546">Ports des
                Smoothies</flowPara></flowRoot>    <flowRoot
287     transform="translate(22.942055,-25.560752)"
288     xml:space="preserve"
289     id="flowRoot4570"
290
                style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
291     id="flowRegion4572"><rect
292         id="rect4574"
293         width="167.85715"
294         height="20"
295         x="789.28571"
296         y="386.95163" /></flowRegion><flowPara
297     id="flowPara4576">Forêt aux agrumes</flowPara></flowRoot>
                <flowRoot
298     xml:space="preserve"
299     id="flowRoot4589"
300
                style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
301     transform="translate(-403.79111,-35.357701)"><flowRegion
302         id="flowRegion4591"><rect
303             id="rect4593"
304             width="220.71425"
305             height="59.285675"
306             x="465"
307             y="491.95163" /></flowRegion><flowPara
308     id="flowPara4595">Quartier des Cailloux pas plats et qui
                font mal quand on marche dessus, surtout dans une
                grotte</flowPara></flowRoot>    <flowRoot
```

### 3. La sémiologie graphique : donner du sens à la carte

```
309     transform="translate(-9.3828265,-5.3577011)"
310     xml:space="preserve"
311     id="flowRoot4608"
312
313         style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
314     id="flowRegion4610"><rect
315         id="rect4612"
316         width="137.85715"
317         height="18.571428"
318         x="700"
319         y="221.95163" /></flowRegion><flowPara
320     id="flowPara4614">Désert d'Internet</flowPara></flowRoot>
321     <flowRoot
322         style="font-style:normal;font-weight:normal;font-size:12.5px;line-h
323     transform="translate(-112.14286,-66.428572)"><flowRegion
324     id="flowRegion4220"><rect
325         id="rect4222"
326         width="152.14285"
327         height="17.142857"
328         x="647.14288"
329         y="270.52307" /></flowRegion><flowPara
330     id="flowPara4224">Mont Olympe</flowPara></flowRoot> </g>
331 </svg>
```

[Retourner au texte.](#)

## 4. Pratiques cartographiques avancées

*Les cartes sont d'abord de merveilleuses images pour rêver.* – Gaston Rébuffat

La partie précédente présentait seulement les bases de la cartographie : choix de bons figurés, d'une bonne variable visuelle, etc. Tout cela nous donne déjà énormément de possibilités pour faire un nombre incalculable de cartes. Cependant, certaines situations complexes ont donné lieu à des pratiques encore plus poussées et tout aussi intéressantes.

### 4.1. Les cartes en anamorphose et cartogrammes

On a vu jusqu'ici différentes représentations graphiques mettant toutes en jeu des figurés qui se superposaient au-dessus d'un fond de carte. Néanmoins, on pourrait se dire qu'il est plus pertinent de modifier directement ce fond de carte. C'est le cas des anamorphoses et des cartogrammes.

*i*

**Anamorphose** : déformation de l'image, de telle sorte qu'un processus (déformation, réflexion dans un miroir, etc.) soit nécessaire pour la rendre normale.

Un des cas les plus fameux de l'anamorphose est le tableau *Les Ambassadeurs*, de Hans Holbein le Jeune.

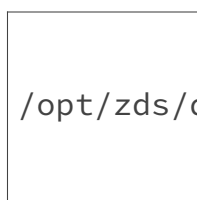


FIGURE 4.1. – Les Ambassadeurs, Hans Holbein le Jeune

Vous voyez l'objet bizarre, au pied des ambassadeurs ? C'est un crâne, visible sous sa forme normale lorsqu'on regarde le tableau dans un angle précis !

De même, on est obligé de déformer certains éléments sur une carte : par exemple, sur les cartes routières, les routes sont bien plus larges que la réalité, pour qu'elles soient bien visibles ! D'ailleurs, la largeur desdites routes dépend de leur importance : une autoroute sera plus large qu'une départementale et ainsi de suite.

On utilise ce procédé de déformation en cartographie, notamment en statistique. C'est ce qu'on appelle le cartogramme.

i

**Cartogramme** : carte dont le fond de carte ne se base pas sur la surface des territoires étudiés, mais de la variable étudiée. Par exemple, plus la population est élevée à un endroit, et plus cet endroit sera graphiquement étendu. Il existe deux types de cartogrammes : le premier est basé sur une variation de surface, le second sur une variation de distance. Prenons un exemple pour clarifier : dans le premier cas, on va agrandir ou réduire une surface selon nos données (la carte de nos continents un peu plus bas). Dans le second cas, on va réduire la distance entre plusieurs points (la carte du réseau ferroviaire, elle aussi un peu plus bas).

Un cartogramme peut être simple ou complexe à réaliser : nous commencerons, nous, avec un cas simple. On définit un carré de base, par exemple 1 cm sur 1 cm, correspondant à une valeur, 50 millions d’habitants ; le nombre de petits carrés représente la population totale. Ainsi, on a une relation entre des données quantitatives et une surface.

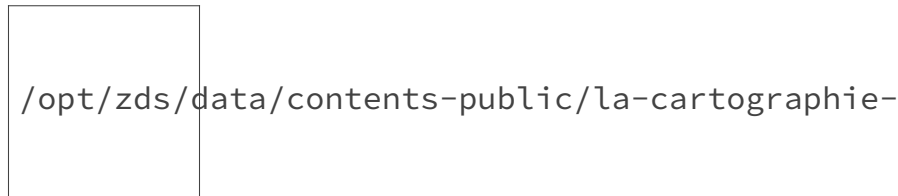


FIGURE 4.2. – Trois siècles d’évolution de la population mondiale — visionscarto.net

Il existe des variantes, comme le cartogramme de Dorling, remplaçant les carrés par des cercles proportionnels aux variables (voir annexe pour les calculs) :

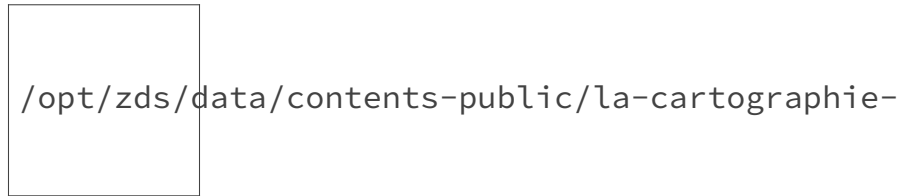


FIGURE 4.3. – Dorling cartogram : Olympic medal count — esri.com

Malgré, cette méthode, bien qu’assez esthétique, rend la carte difficilement lisible : on identifie mal l’espace de départ (pays, région, etc.) et, *de facto*, on est obligé de nommer les cercles. Néanmoins, on perçoit bien les différentes quantités.

Dans cet exemple, on fait varier l’étendue. On peut aussi faire varier les distances :

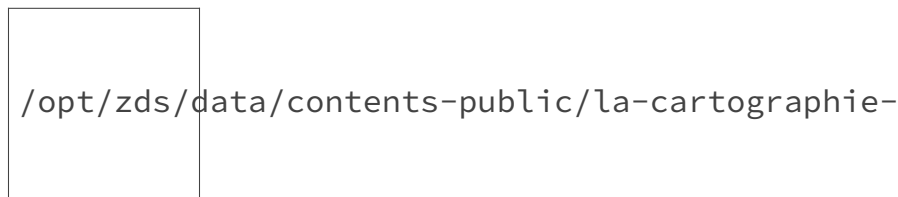


FIGURE 4.4. – Déformation de distance par rapport à la capitale – P. Langlois & JC Denain

#### 4. Pratiques cartographiques avancées

Un désagrément de cette méthode est de rendre la carte difficilement interprétable : on a moins de facilité à lire les valeurs.

On peut imaginer faire des cartes où les éléments proches graphiquement sont ceux qui ont un temps de trajet court, tandis que ceux éloignés graphiquement sont ceux avec un temps de trajet long. On verrait des distorsions de l'espace. Dans ce cas, on pourra réaliser un cartogramme pour représenter ce phénomène. Attention néanmoins : ici, il ne faudra pas mettre une échelle spatiale, car la notion de distance n'est pas pertinente : on privilégiera une échelle temporelle par exemple.

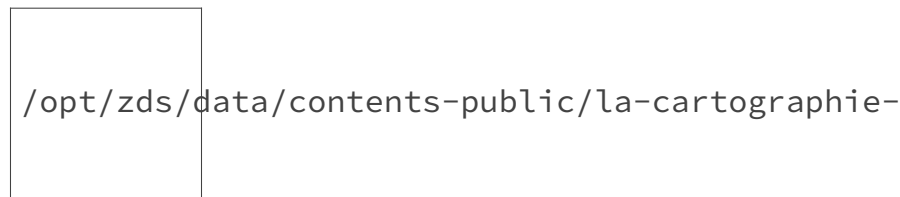


FIGURE 4.5. – La France depuis Paris en train — philippe.gambette.free.fr

On peut aussi complexifier la chose et jouer à partir d'un fond de carte préexistant, en « gonflant » certains espaces. Ici, on fait varier l'étendue, mais cette fois sur un fond de carte préexistant.

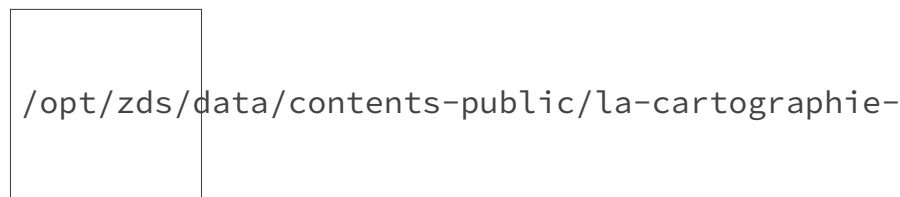


FIGURE 4.6. – Répartition de la population dans les États membres de l'UE – Wikipédia

Cette dernière carte semble être le meilleur choix. En effet, on garde l'aspect carte, en ayant une bonne visibilité de l'information. Néanmoins, elle peut être difficilement lisible pour un néophyte et ardue à réaliser sans informatique.

On a mis longtemps à trouver le bon algorithme pour créer des cartogrammes (la page [anglophone Wikipédia](#) [↗](#) en dresse une typologie), car plusieurs problèmes se posaient, par exemple la superposition de différents polygones. N'étant pas expert en mathématique, je ne pourrais que difficilement vous expliquer les différentes méthodes : du moins, de ce que j'ai compris, une méthode couramment utilisée est de superposer une grille à un fond de carte. En déformant la grille, on déforme le fond de carte.

Dans la pratique, on fait comment ? On peut réaliser une carte simple, cartogramme classique avec des carrés ou des cercles à la main ou à l'aide d'un logiciel de dessin. On peut aussi utiliser un logiciel de SIG (système d'information géographique) qui fera les calculs pour nous. À la fin du tutoriel se trouve une bibliographie, avec un cours dédié à cette pratique, pour ceux que ça intéresse ! Il existe aussi le logiciel *ScapeToad* [↗](#) pour faire rapidement ce genre de cartes.

Jusqu'ici, on a vu la déformation des mailles comme méthode de représentation. Néanmoins, on peut aussi voir le problème autrement, et redessiner les mailles de notre carte : c'est le but du carroyage.

## 4.2. Discontinuités et cartes carroyées

Le carroyage, c'est découper l'espace en carrés via un quadrillage pour ne plus dépendre d'un découpage administratif, variable selon les instituts (administrations étatiques et privées) ou de l'évolution temporelle des frontières. On le fait généralement de manière automatisée.

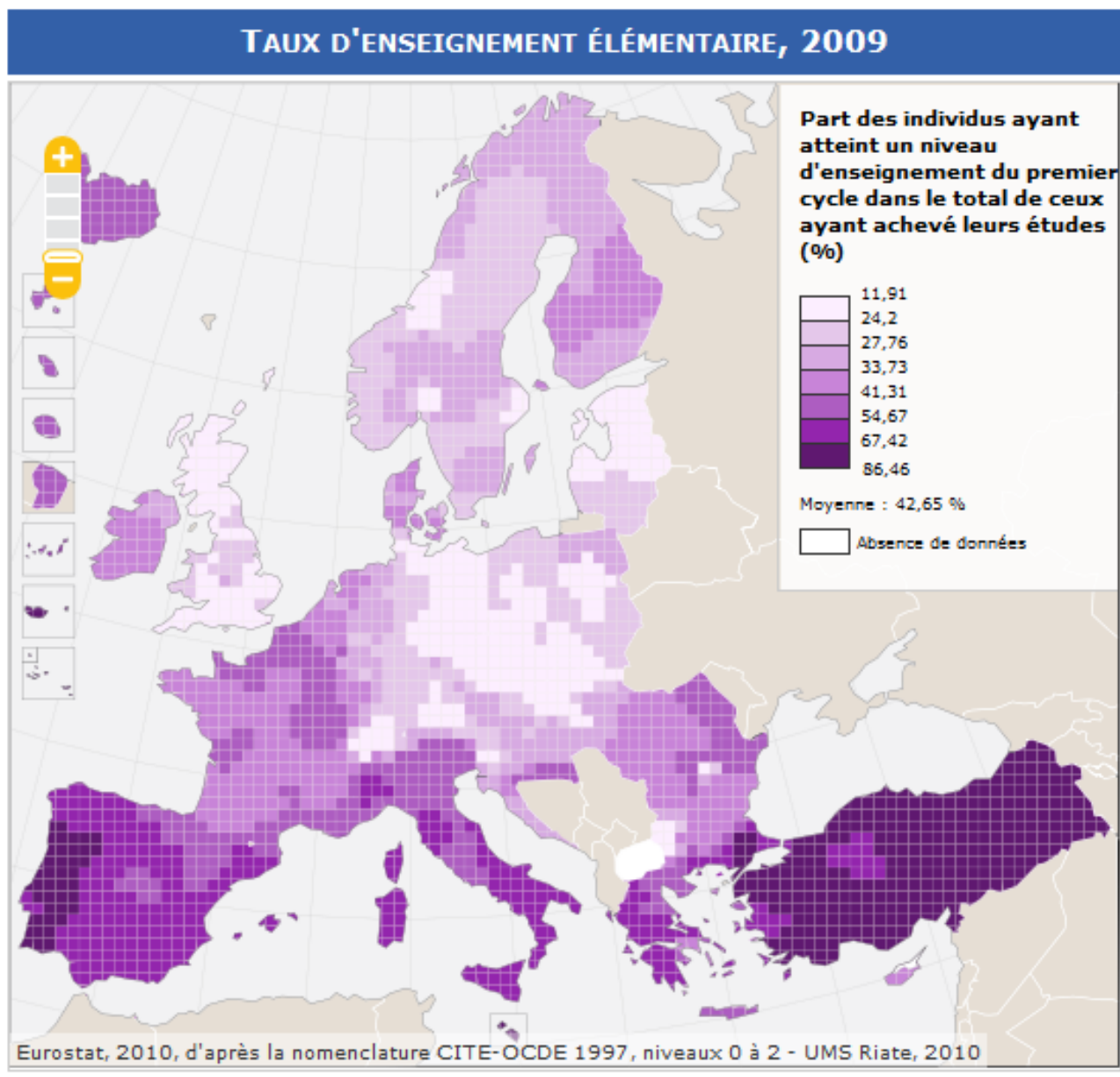


FIGURE 4.7. – Carte carroyée — aire.ums-riate.fr

Concrètement, comment réaliser une carte carroyée ? On prend un fond de carte, et par-dessus on applique un quadrillage (250 × 250 km par exemple).

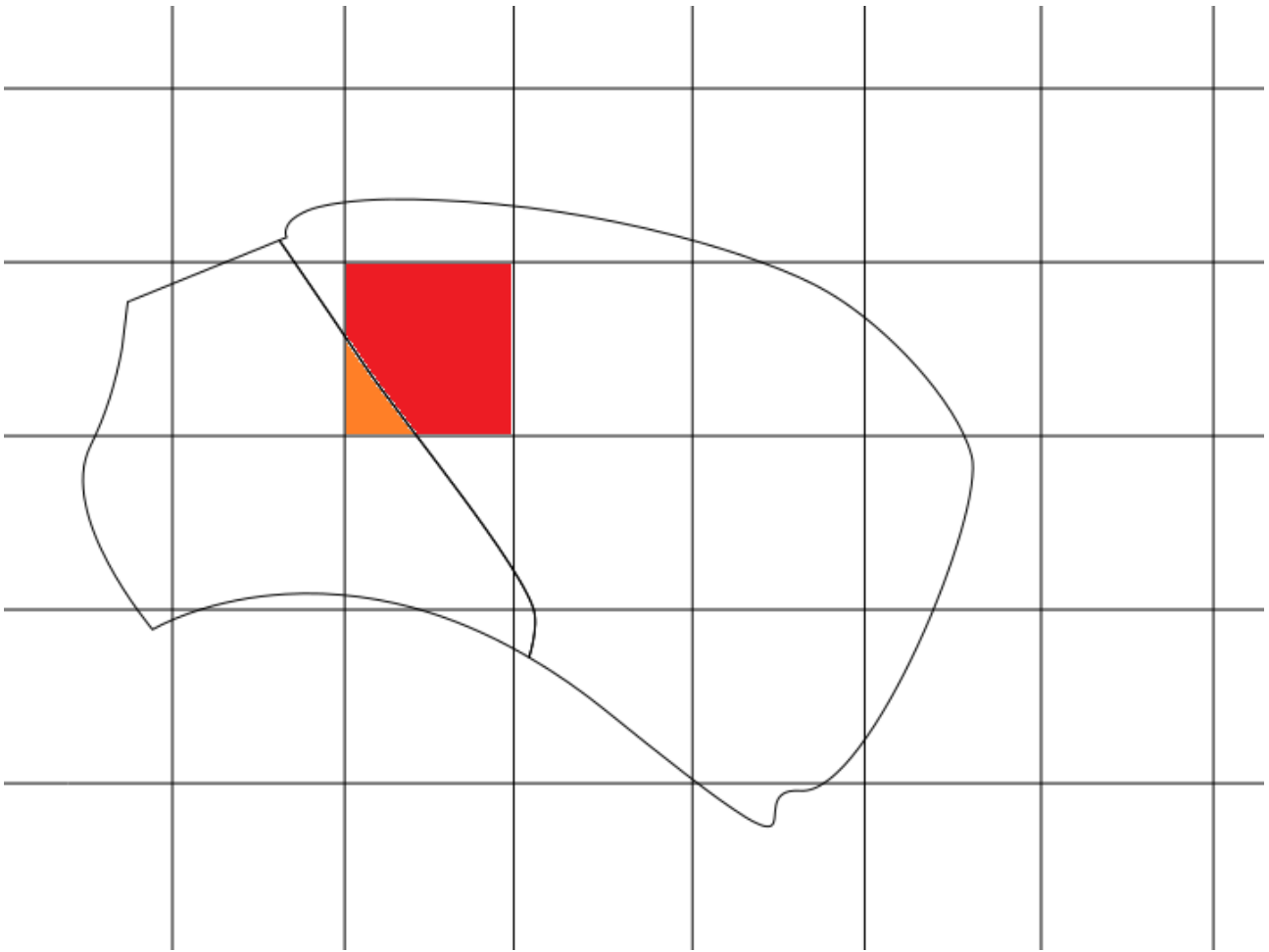


FIGURE 4.8. – carte carroyée

On voit, dans la partie colorée, un problème : le carré enjambe une frontière, avec 20 % pour la partie orange et 80 % pour la partie rouge. Pour déterminer la valeur du carré, on va faire  $A \times 0,2 + B \times 0,8$ . Attention, on ne peut faire ça qu'avec des valeurs quantitatives absolues !

Pour les discontinuités, on va non pas découper l'espace en carrée, mais on va faire une division par lieux de ruptures, de tensions (inégalité de richesse, rupture climatique...). Pour y arriver, on va chercher des statistiques d'un maillage assez fin.

### 4.3. La représentation du réseau et son utilisation

Dans la plupart des cas présentés précédemment, on se contentait de représenter de manière fixe les choses. On prenait une photo à un instant T et c'était une affaire classée ; à la rigueur, on faisait une collection de cartes à différents moments. Pourtant, cette méthode ne peut pas s'appliquer sans inconvénient lorsque l'on veut représenter quelque chose en mouvement. Et justement, puisqu'un objet en mouvement c'est un flux, nous allons parler de la représentation des flux.



**Flux** : déplacement de marchandises, de biens, de personnes, de capitaux, d'idées...

#### 4. Pratiques cartographiques avancées

Mais complexifions encore la chose : pourquoi n'y aurait-il qu'un seul flux de représenter ? Lorsque plusieurs flux sont combinés, on parle de **réseau** : c'est tout un système de circulation qui passe par ces réseaux. On ne représente plus une carte de manière à représenter l'espace en tant que territoire, mais en tant que réseau. Ici, on ne va plus représenter par exemple la distance entre un point A et B, mais plutôt la nature de cette relation, comme le temps de déplacement ou la quantité d'objets traversant en un temps donné.

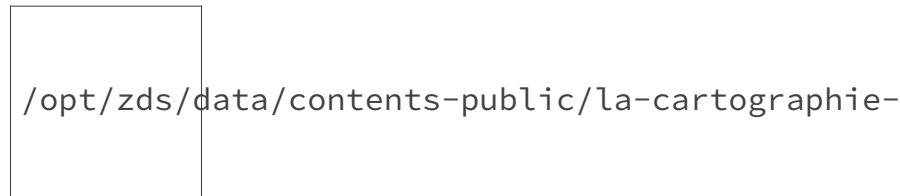


FIGURE 4.9. – Carte de connexion – datavizcatalogue.com

Dans la carte ci-dessus, on représente le déplacement d'un point A à un point B, de manière spatialisée.

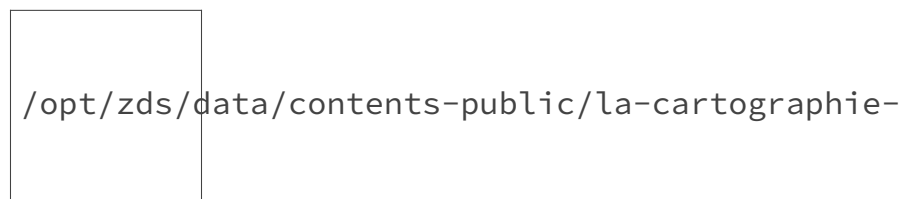


FIGURE 4.10. – Routes menant à Rome – moovellab.com

Dans la carte ci-dessus, on représente l'infrastructure routière et non son utilisation.

Il est aussi possible de traiter, non pas de l'infrastructure en tant que telle (routes, câbles...), qui est fixe, mais de l'utilisation qui en est faite (trafic). Un réseau doit comporter 2 caractéristiques importantes : la connexité, c'est-à-dire qu'à partir de n'importe quel point du réseau on peut aller à un autre (*tous les chemins mènent à Rome*), et la connectivité, c'est-à-dire le nombre de possibilités alternatives, sa redondance, sa résilience.

En fait, l'élément central, dans cette sous-partie, est le réseau, et non la carte : en effet, on peut choisir de s'affranchir des distances, du spatial, pour mieux se focaliser sur les flux. On peut donc faire une carte sans avoir de notion de distances, c'est-à-dire sans fond de carte, schématiquement.

On va donc cartographier le réseau de manière schématique, sans fond de carte.

Un exemple simple : pour représenter les trajets de bateaux de port en port, il suffit de tracer une droite graduée, sur laquelle on place les différents ports. Ensuite, il suffit de relier les ports par des arcs pour représenter les trajets en question. Si, en plus, il est nécessaire de montrer un flux quantitatif, on prendra comme variable visuelle la taille de mon arc ! Nous nous sommes donc affranchis des contraintes spatiales : qu'importe si Shanghai se trouve ou non à côté d'Amsterdam, il suffira de relier les deux points si le trajet est direct !



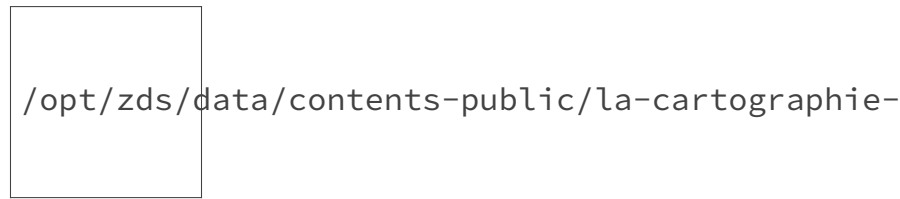


FIGURE 4.11. – Diagramme en arc – datavizcatalogue.com

## 4.4. Représenter au delà de la carte : la matrice de Bertin

Cette méthode-ci a pour principe central la lisibilité de la carte : le document graphique doit être compris en un coup d’œil et non être lu.

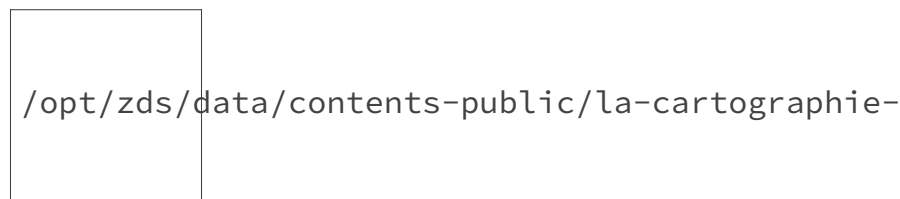


FIGURE 4.12. – Matrice ordonnable — Jacques Bertin

Il se peut que pour collecter une information, nous devions faire un tableau, sous forme matricielle. Ainsi, si on étudie différents espaces (A à P), on peut noter la présence (en noir) ou non (en blanc) d’un certain nombre d’attributs (en l’occurrence, des bâtiments et des infrastructures). Mais vous pouvez vous-même vous rendre compte que la lecture n’est pas pratique : aucune tendance ne se dégage en un coup d’œil. Il faut donc réorganiser tout ça.

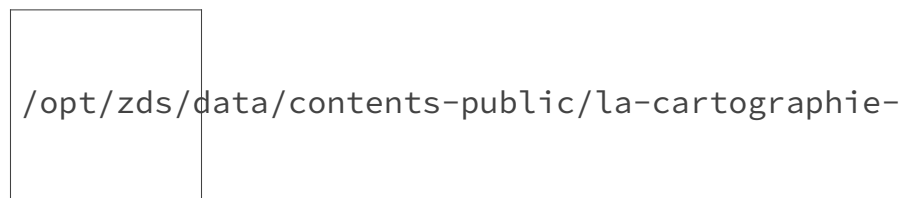


FIGURE 4.13. – Matrice ordonnable — Jacques Bertin

On va donc ordonner de manière verticale et horizontale les différentes données :

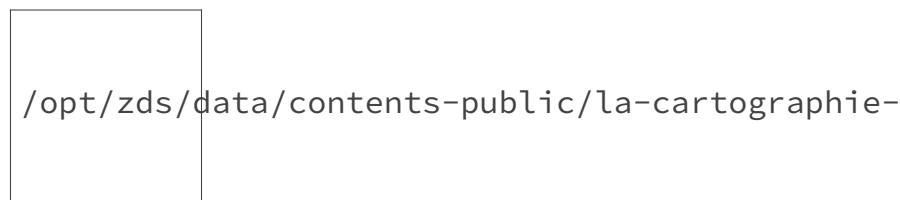


FIGURE 4.14. – Matrice ordonnable — Jacques Bertin

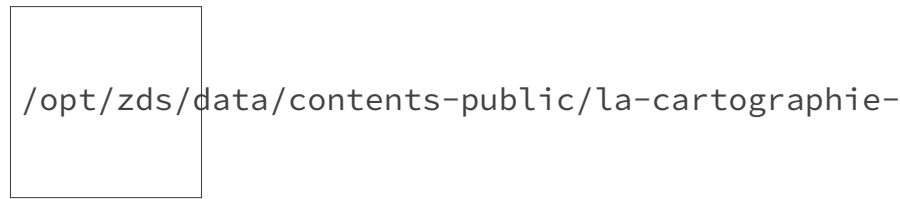


FIGURE 4.15. – Matrice ordonnable — Jacques Bertin

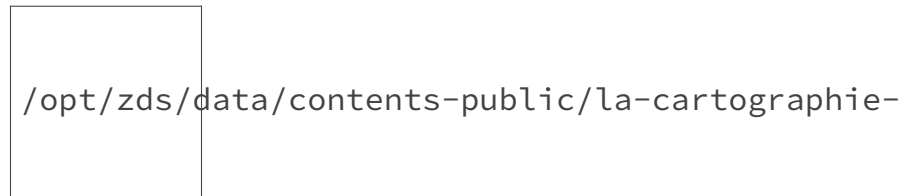


FIGURE 4.16. – Matrice ordonnable — Jacques Bertin

On voit se dégager différents ensembles, que l'on va organiser et classier selon leur nature :

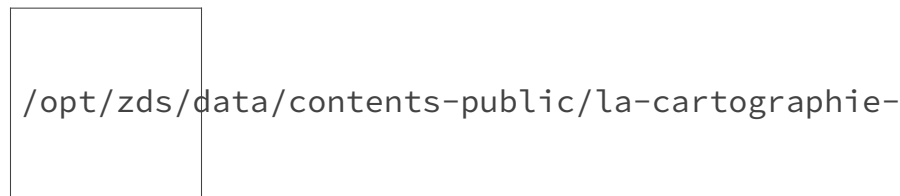


FIGURE 4.17. – Matrice ordonnable — Jacques Bertin

Dit comme ça, vous allez me demander le rapport à la cartographie (et vous avez raison !). En fait, la matrice de Bertin peut-être utile dans divers cas liés à la cartographie : pour traiter et comprendre les informations de manière préliminaire, afin de découvrir des pistes de réflexion. Cependant, on pourra utiliser notre matrice remodelée en guide de légende, pour guider le destinataire dans la compréhension de la carte.

Bien sûr, cela peut sembler étrange de voir cette représentation sur un cours sur les cartes. Néanmoins, le rapport y est : on représente des données spatialisées et l'on met en évidence un certain nombre d'informations. Ajouter de la complexité, en mettant des données quantitatives (donc variation de valeur), pour compter le nombre de collèges ou autre dans un lieu, peut être une piste d'utilisation. Des fois, il peut être plus pertinent de montrer à l'utilisateur final une matrice qu'une carte. À vous de choisir ce qui est le plus compréhensible et le plus pertinent !

## 4.5. Construire des cercles aux aires proportionnelles

On peut, pour représenter des quantités de données, faire des cercles aux aires proportionnelles. Si on veut représenter un cercle de valeur 100 et un autre de valeur 1 000, il doit avoir un rapport de 10 entre ces deux cercles. Mais dans le cas d'une grosse disparité (rapport de 1000 par exemple), il est impossible de faire cela : on va donc utiliser un coefficient multiplicateur pour calculer la taille de nos cercles.

1) On calcule notre coefficient.

#### 4. Pratiques cartographiques avancées

On va donc utiliser la formule  $K = \frac{Q}{R^2}$

où Q est la quantité à cartographier et R le rayon du cercle de référence (généralement le plus grand ou le plus petit) que l'on souhaite attribuer.

Exemple : On a une ville de 200 000 habitants, et on veut un rayon de 5 cm.

$$k = \frac{200000}{5^2} = \frac{200000}{25} = 8000$$

Notre coefficient vaut donc 8 000.

2) On applique ce coefficient à toutes les valeurs de la série.

$$R^2 = \frac{Q}{K} \equiv R = \sqrt{\frac{Q}{K}}$$

Si on a une ville de 25 000 habitants, on fait :  $R = \sqrt{\frac{25000}{8000}} = 2,5$

pour Paris :  $R = \sqrt{\frac{2200000}{8000}} = 33,16$

---

*In fine*, nous avons quelques pratiques cartographiques avancées, qui permettent de surmonter un certain nombre d'obstacles ; cela sert également à diversifier les cartes possibles. C'est ça qui est enthousiasmant avec la cartographie : vous n'avez aucune limite, si ce n'est la lisibilité ! Tant que la pertinence est là, vous pouvez tout faire 🍊 .

## 5. TP : réaliser une carte

*Aucune carte du monde n'est digne d'un regard si le pays de l'utopie n'y figure pas.* – Oscar Wilde

Vous êtes journaliste pour le *Journal de Clem*, et vous devez réaliser une carte! Attention, les plus belles cartes seront exposées dans son journal!

### 5.1. Consignes de l'exercice

1. **Choix du thème** : choisir un thème (la pauvreté, l'élevage bovin), une échelle (le monde, l'Europe, la France, le Cantal) et un maillage (ville, région, pays).
2. Acquisition des éléments :
  - a) **Acquisition des données** : Télécharger des données correspondant au maillage choisi.
  - b) **Acquisition du fond de carte** : Prendre un fond de carte avec un bon maillage, sur le site de l'IGN ou autre.
3. **Traitement du fond de carte** : nettoyer et simplifier en généralisant.
4. **Traitement des données** : déterminer sur la relation de données (relation d'ordre? De différence? De proportionnalité?) et la nature des données (zonale, linéaire, ponctuelle), de la méthode de discrétisation, et faire des classes.
5. **Choix sémiologique** : choisir une figuration adéquate : proportionnalité, choix de la colorimétrie...
6. Réaliser la carte.
7. Mettre l'**habillage** nécessaire, en gardant une harmonie esthétique. Rédiger un titre percutant.
8. Réfléchir sur la mise en scène et le message transmis. Le fond de carte est satisfaisant ou faut-il le changer? La sémiologie est correcte? Trouve-t-on des éléments superflus? Que faire pour améliorer la compréhension du message? Recommencer si nécessaire!
9. Écrire un petit texte explicatif pour commenter la carte (mise en contexte, données importantes, choix méthodologique (« j'ai une donnée différence zonale, parce que ça correspond à ça, et donc j'ai prit tel type de variable visuelle », méthode de discrétisation), éléments percutants sur la carte, analyse).

Les éléments suivants seront pris en compte :

- La pertinence de la maille par rapport à ce qu'on veut montrer ;
- La qualité du traitement graphique du fond de carte. Attention à une carte trop ou pas assez généralisée! ;

## 5. TP : réaliser une carte

- Le traitement des données : Une bonne méthode de discrétisation ? ;
- La sémiologie : un choix judicieux sur la relation et la nature des données ? Une figuration cohérente ? ;
- L'habillage : présence de tous les éléments ? ;
- L'esthétique : une carte jolie et agréable à regarder ? Une carte pas trop chargée ? ;

Certains éléments sont objectifs (présence ou pas d'éléments, type de représentation), d'autres subjectifs. N'hésitez pas à mettre en commentaire du cours et à commenter les cartes de vos camarades, pour exercer votre œil !

## 5.2. Quelques idées

Il peut être difficile de trouver des idées. Voici quelques pistes pour trouver des données avec des fonds de cartes ! Libre à vous de changer le fond de carte !

*i*

Pour les plus geeks d'entre nous, pourquoi ne pas utiliser [D3.js](#) pour réaliser nos cartes ?

- **Le PIB par habitant dans le monde**, [données](#) , [carte](#) ;
- **Le prix de l'électricité en Europe**, [données](#) , [carte](#) ;
- **La France des divorces**, [données](#) , [carte](#) ;

### 5.2.1. Les ressources

## 5.3. Les données

- [OpenData France](#)
- [INSEE](#)
- [eurostats](#)
- [Banque mondiale](#)

### 5.3.0.1. Les fonds de carte

- [site de l'académie d'aix-Marseille](#)
- [Cartothèque de Science-po](#)
- [IGN](#)

## 5.4. Quelques outils pour réaliser des cartes thématiques

Pour vous aider dans votre tâche de cartographie thématique, vous pouvez vous aider de quelques outils en ligne. J'en recommande deux :

- [Magrit](#) : mise à disposition par le CNRS, il offre de nombreux choix de représentations, dont en gaufre et en semis.

## 5. TP : réaliser une carte

- [Karthis](#)  : mise à disposition par Sciences Po. Un peu plus classique, il est également disponible en hors-ligne.

Sur leurs sites respectifs, il est disponible une documentation permettant une prise en main du logiciel.

---

Après moult péripéties, votre carte est enfin terminée. Elle n'est sûrement pas parfaite, mais c'est en cartographiant qu'on devient cartographe !

## 6. Pour aller plus loin : les systèmes d'informations géographiques

On a fait de belles cartes sous un logiciel de dessin vectoriel. C'est bien, mais il est possible d'aller plus loin dans la cartographie : découvrons les systèmes d'informations géographiques.

### 6.1. Qu'est-ce que la géomatique ?

Le système d'information géographique (SIG) ou géomatique (si vous vivez encore dans les années 1980) peut se définir comme : « un système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques. » ([Wikipédia ↗](#)).

Vous l'avez compris, le SIG est une version boostée aux stéroïdes de la cartographie classique. Concrètement, on va prendre diverses données (statistiques, géographiques, photos aériennes) que l'on va mixer pour donner une belle carte. Mais ce n'est pas tout ! On peut également l'utiliser pour traiter ces données : calcul de superficie, calculer des courbes de niveau, faire de l'analyse spatiale...

Les principaux logiciels sont :

- en libre : QGIS, GvGIS, GRASS GIS, SAGA GIS (ces trois derniers sont inclus dans QGIS) ;
- en propriétaire : ArcGIS, MapInfo.

### 6.2. Qu'est-ce qu'une donnée SIG ?

Comme vous l'avez certainement compris, les SIG permettent de traiter les données SIG. Il en existe plusieurs sortes.

#### 6.2.1. Les tableaux

Ces données sont ouvrables dans un tableau (le plus souvent, c'est un *csv*). Ce tableau peut contenir tant des données géographiques (la position, cela peut être la longitude+latitude, ou un identifiant permettant de faire une *jointure* avec un fichier vectoriel, comme typiquement un code INSEE pour les communes), que non-géographiques (une date, un attribut...).

|           |          |        |      |
|-----------|----------|--------|------|
| Longitude | Latitude | Animal | Date |
|-----------|----------|--------|------|

## 6. Pour aller plus loin : les systèmes d'informations géographiques

|        |          |         |            |
|--------|----------|---------|------------|
| 12.101 | -10.1020 | Corbeau | 01/06/2019 |
| 9.3350 | 0.43904  | Renard  | 02/06/2019 |
| 3.3439 | 12.3493  | Lama    | 03/06/2019 |
| 1.102  | 93.349   | Loup    | 04/06/2019 |

### 6.2.2. Les vecteurs

Les vecteurs sont la base d'un SIG. Concrètement, c'est l'association d'un figuré (point, trait, polygone) à une base de données (avec des attributs, comme la date ou un nom). Comme ce sont des vecteurs, on peut facilement zoomer sans perdre en qualité. Les formats sont le *shapefile* et le *geopackage*.

### 6.2.3. Les rasters

Les rasters sont des images avec des pixels. Il en existe plusieurs sortes : modèles numériques de terrain (pour l'altitude), photos satellites ou aériennes, numérisation de cartes papier... Il faudra le plus souvent les géoréférencer. Les formats sont ceux des images classiques : *jpeg*, *png*, *tiff*...

On peut passer du raster à un vecteur, ou faire l'opération inverse.

## 6.3. Une organisation par couches

Dans un SIG, chaque donnée est représentée par une couche. Ainsi, on pourra avoir une couche pour les villes, une couche pour les rivières, une couche pour l'occupation des sols... Ces couches se superposent, pour donner une carte.



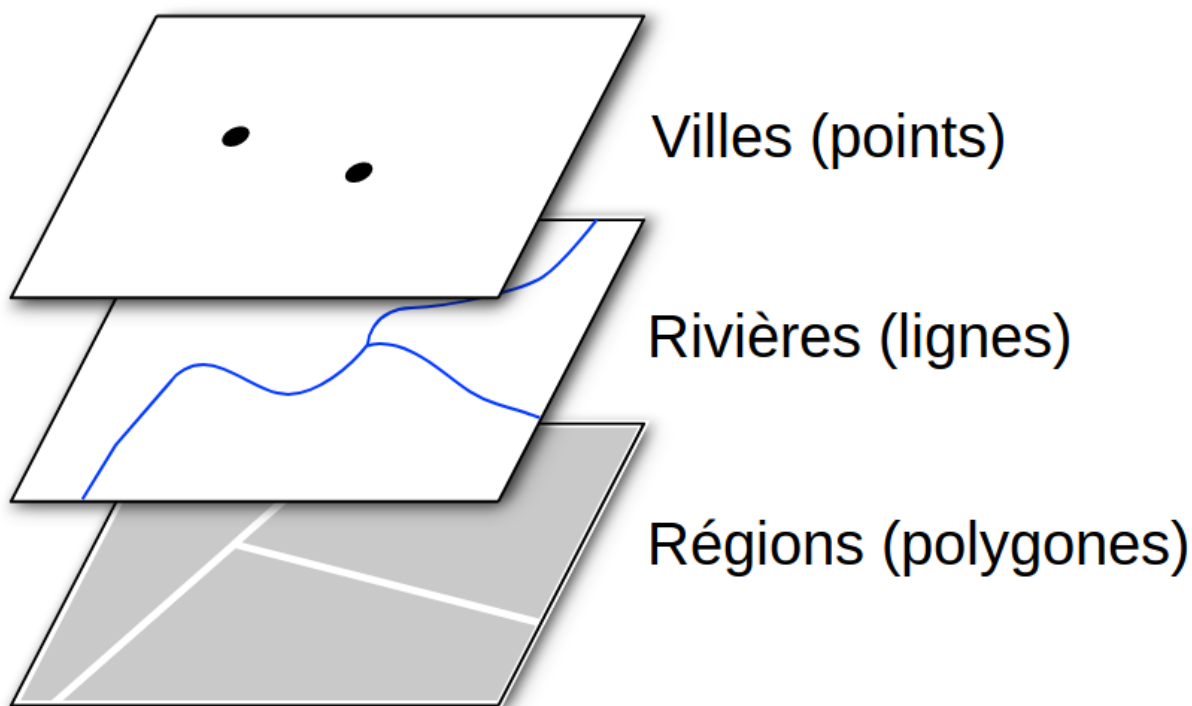


FIGURE 6.1. – Source : pôle ARD, adess (domaine public), in [Tutoriel QGIS](#)

---

Cette brève introduction avait pour but de vous faire découvrir le potentiel des SIG. Un des logiciels les plus utilisés est un logiciel libre : [QGIS](#). Si vous souhaitez prendre en main ce logiciel, je ne peux que vous conseiller ce [tutoriel](#), qui est une référence dans le monde francophone !

---

Dans ce cours d'introduction, nous aurons donc vu plusieurs éléments fondamentaux de la cartographie. Nous avons étudié des éléments de débats, des données historiques, qui montrent bien que la discipline cartographique est issue d'un long cheminement intellectuel, mais aussi esthétique. Ensuite, nous avons étudié la sémiologie cartographique, les pratiques cartographiques alternatives et le traitement des données. Ça en fait, des connaissances acquises, hein 🍊 ?

Même si vous n'allez pas construire des cartes au quotidien, vous serez certainement confrontés à ce type de support : restez donc critiques, tant sur la forme que sur le fond, car il est facile de (se) tromper, même de manière involontaire, et de mal interpréter un document !

*i*

Si vous voulez un avis sur vos cartes, vous pouvez toujours me contacter, soit par les commentaires de ce cours, soit par messagerie privée !

---

Je souhaite remercier chaleureusement [Dwayn](#) pour sa relecture attentive, ainsi qu'[atragis](#) pour sa validation !

*6. Pour aller plus loin : les systèmes d'informations géographiques*

---

Vous voulez aller plus loin dans la cartographie ? Voici quelques pistes.

## 7. Histoire de la cartographie

- *Histoire de la cartographie — les précurseurs*, Le cartographe ☞
- *Histoire de la cartographie — Le développement de la cartographie moderne (XV-XVIIIème siècle)*, Le cartographe ☞
- *Histoire de la cartographie — La cartographie moderne (XIX-XXème siècle)*, Le cartographe ☞
- *Les cinquante cartes de Charles-Joseph Minard* ☞
- *Aux sources de la sémiologie graphique*, Gilles Palsky et Marie-Claire Robic ☞
- *Représentations visuelles : cartographier les terres “barbares” de 1837!*, Martin Grandjean ☞
- *Cartographie, c’est pas sorcier* ☞

## 8. L'origine de la sémiologie graphique

- *la graphique et le traitement graphique de l'information* de Jacques Bertin
- *initiation à la graphique* de Serge Bonin
- *La Graphique*, Sciences-Po [↗](#)
- *Tableau synthétique de Bertin*, Jacques Bertin [↗](#)

## 9. Faire des cartes de nos jours

- *Manuel de cartographie, Principes, méthodes, applications*, de Nicolas Lambert et Christine Zanin, Armand-Colin

## 10. Cartographie et statistiques

- *La représentation des données géographiques : statistiques et cartographie*, Michèle Béguin et Denise Pumain, Armand-Colin
- *Cartographie numérique : précis de discrétisation pour les nuls*, Raphi, [m0le.net](http://m0le.net) ↗
- *Traitement statistique de l'information : La discrétisation*, Martin Paegelow ↗

# 11. Réalisation cartographique

- *R et espace*, Groupe ElementR, Framasoft ↗
- *Tutoriel QGIS*, ADES ↗
- *D3.js* ↗

## 12. Réflexion autour de la cartographie

- *[BILLET] Concevoir une carte c'est rendre visible l'invisible, (néo)cartographie* ↗
- *La carte, un objet graphique, Vacarme* ↗
- *De l'usage contestataire des cartes, (néo)cartographie* ↗
- *[Billet] Les deux dimensions de la carte, (néo)cartographie* ↗
- *Géographie du capitalisme, La vie des idées* ↗
- *Rebattre les cartes, Lévy Jacques, Maitre Ogier, Romany Thibault* ↗
- Un numéro du *Cartography and Geographic Information Science* consacré à Jacques Bertin ↗



## 13. Fond cartographique

— [Visions Carto](#) ↗

## 14. Cartogramme et anamorphose

- *[COURS] Les anamorphoses cartographiques*, Neocarto [↗](#)
- *L'intérêt de l'usage des cartogrammes : l'exemple de la cartographie de l'élection présidentielle française de 2002*, Dominique Andrieu [↗](#)
- *Cartographie en anamorphose*, Patrice Langlois et Jean-Charles Denain [↗](#)
- *Cartogramme*, Jacques Lévy [↗](#)
- *ScapeToad*, Choros [↗](#)

## 15. Autres outils de visualisation de données

— [Datavizcatalogue.com](https://datavizcatalogue.com) ↗