

Symbolisation cartographique

Auteurs : Mathieu Strale & Maëlle Vercauteren Drubbel (IGEAT/ULB)

Étape majeure et centrale de la cartographie, la symbologie consiste à choisir la représentation adaptée à la problématique.

Il ne s'agit pas uniquement de choix esthétiques, mais aussi, et surtout de rigueur cartographique. En effet, les choix posés en matière de symbologie conditionnent la lisibilité et la régularité de la carte.

L'auteur d'une carte dispose d'un **nombre restreint de 6 variables visuelles (forme, orientation, couleur, grain, valeur et taille)** qu'il peut faire varier pour réaliser une représentation cartographique. Chacune de ces variables visuelles sont expliquées et détaillées plus bas.

Ces variables visuelles peuvent s'appliquer à trois types de représentation différents (figure 1):

- **ponctuel**: les objets à cartographier sont sans extension (ou du moins la surface qu'ils occupent est considérée comme négligeable à l'échelle choisie).

Exemples d'objets ponctuels: épicentres de séismes, sources, villes.

- **linéaire**: les objets à cartographier n'ont une extension que selon une dimension, la longueur (ou du moins leur largeur est considérée comme négligeable à l'échelle choisie).

Exemple d'objets linéaires: fleuves, routes.

- **aréal ou zonal**: les objets à cartographier ont une extension en surface, dans deux dimensions.

Exemples d'objets aréaux: des régions administratives (pays, provinces,...), des forêts.

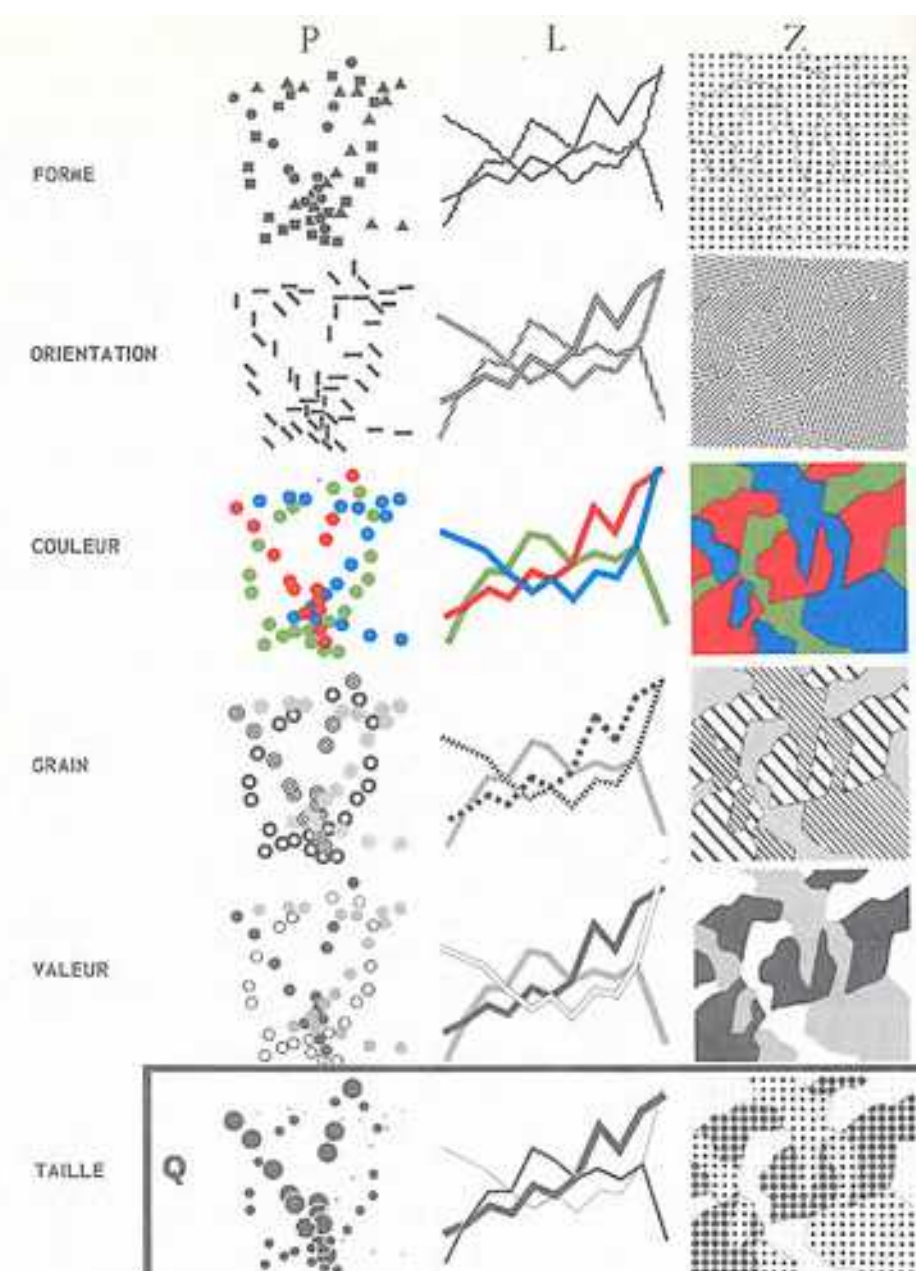


Figure 1 : Les différentes variables visuelles appliquées aux 3 types de géométrie (J. Bertin, 1967)

Ces variables visuelles peuvent avoir quatre types de propriétés visuelles, qui répondront aux différentes exigences de cartographie d'indicateurs (Tableau 1):

1. Associativité

Une variation de la variable visuelle n'altère pas la visibilité du signe

=> variable dissociative = les signes ont des visibilitées différentes

2. Sélectivité

On arrive à isoler spontanément tous les éléments d'une catégorie en faisant abstraction des autres

=> Variable non-sélective = nécessite lecture de la légende point par point

3. Ordre

L'ordre des catégories est évident

4. Proportionnalité (ou quantitativité)

Le rapport entre les signes peut être estimé sans légende

VARIABLE	associative	sélective	ordonnée	proportionnelle (quantitative)
Forme	+	-	-	-
Orientation	+	+/-	-	-
Couleur	+	++	-	-
Grain	+	+	+	-
Valeur	-	++	+	-
Taille	-	+	+	+
Nombre	-	+	+	+

Tableau 1 : Propriétés des variables visuelles

Chaque variable visuelle possède une longueur, c'est-à-dire un nombre de possibilités différentes de variations pouvant être perçues efficacement par l'œil humain. En théorie, toutes les variables visuelles ont une longueur infinie, mais en pratique la perception humaine est plus limitée. Ceci oblige, dans le cas d'un grand nombre de catégories d'objets à représenter, de passer par la discrétisation des variables et par la superposition de différentes représentations graphiques.

La construction des différentes variables visuelles implique de respecter trois seuils liés à la perception visuelle, permettant de réaliser une carte la plus efficace possible (Baron & Boulier, 2006) :

- **le seuil de perception** au-dessus duquel un individu peut percevoir une image et ses détails sans effort. La taille minimale d'un objet ponctuel est de 0,2 mm de diamètre, l'épaisseur minimale d'une

Une forme répétée sur une surface fait apparaître une **trame**.

La **longueur de la variable visuelle** « forme », c'est-à-dire le nombre de solutions visuellement distinguables, est très élevée, en raison de la multiplicité de formes géométriques ou de pictogrammes pouvant être utilisés. Néanmoins, en contrepartie, ceci réduit la sélectivité de cette variable.

2 L'orientation

L'orientation est une variable visuelle qualitative qui consiste à changer l'angle pris par les symboles, sans en changer la taille ou la forme.

C'est une variable **associative**, à taille égale, les symboles ayant des orientations différentes ont une visibilité égale. L'orientation peut être **sélective**, c'est-à-dire que, selon le choix établi en matière d'orientation, l'œil peut isoler une catégorie en faisant abstraction des autres.

Par contre, l'orientation n'est pas ordonnée ou proportionnelle, à taille égale des symboles, l'orientation ne crée pas de hiérarchie entre les symboles ni de proportionnalité entre ceux-ci.

La **longueur de la variable d'orientation**, c'est-à-dire le nombre de solutions visuellement distinguables, est élevée, mais un grand nombre d'orientations différentes d'un même objet réduit la sélectivité. On se limite généralement à cinq.



Figure 3 : Exemples de représentations utilisant l'orientation (réf.)

3 La couleur

La **couleur** est une variable qualitative pouvant s'appliquer tant à des problèmes ponctuels que linéaires ou surfaciques.

Il s'agit d'une des variables privilégiées pour la représentation cartographique, en raison de sa perception facile, de son esthétique et de son attrait.

La **couleur** est une variable **associative**, à valeur égale les couleurs ont une visibilité égale, et **sélective**, les couleurs peuvent être distinguées aisément. Par contre, à valeur égale, les couleurs ne sont ni ordonnées ni proportionnelles.

La couleur correspond aux longueurs d'onde qui sont réfléchies par un objet éclairé. Attention, l'ordre des longueurs d'onde ne peut ne traduit pas visuellement un ordre intuitif.

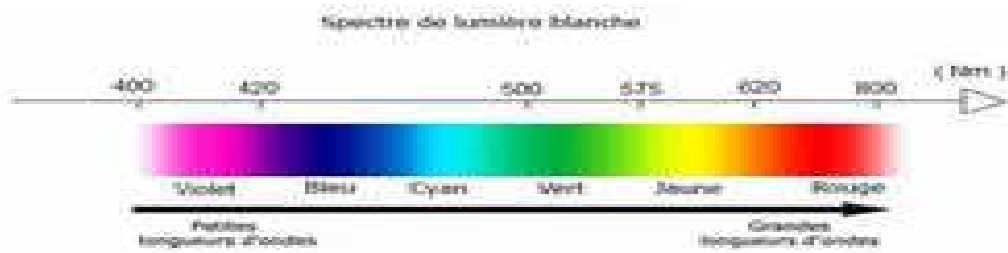


Figure 4 : Couleurs en fonction de leur longueur d'onde (réf.)

La **longueur de la variable** couleur varie généralement de 5 à 10 et dépend de son implantation et de la combinaison de couleurs : pour maintenir une bonne sélectivité, il est préférable de rester autour de 5 classes de couleurs.

Le **choix des couleurs** doit être réfléchi :

- il faut utiliser des couleurs évocatrices : végétation en vert, eau en bleu, désert en jaune...
- c'est sur les représentations surfaciques que les gammes de couleurs peuvent être le mieux distinguées, lorsque les objets représentés sont ponctuels ou linéaires, il faut, d'une part, ne pas choisir de couleurs trop pâles, car elles risquent d'être invisibles, d'autre part réduire la longueur de la variable couleur, car la capacité de perception est plus limitée.
- il existe des conventions de représentation : relief, eau, danger en rouge...
- des couleurs très proches ne sont pas distinguées par l'œil et certaines personnes ont une capacité de distinction limitée (daltonisme).

Une autre problématique de l'utilisation de la couleur est **l'altération de l'information en cas de reproduction en noir et blanc**.

La couleur ne traduit pas d'ordre, pour représenter une variable ordonnée avec des plages colorées et unies, il faut **faire varier la valeur** et la pureté, on parle alors de **teinte**.

La **teinte est la combinaison de trois variables** :

- **la valeur**, qui est le pourcentage de réflexion, fort pour les teintes sombres et faibles pour les teintes claires.
- **la couleur** : variation de l'arc-en-ciel, en fonction de la longueur d'onde réfléchi
- **la pureté ou saturation**, qui est l'intensité d'une teinte spécifique : une teinte hautement saturée a une couleur vive, une teinte moins saturée paraît plus grise (0 % de saturation = gris)

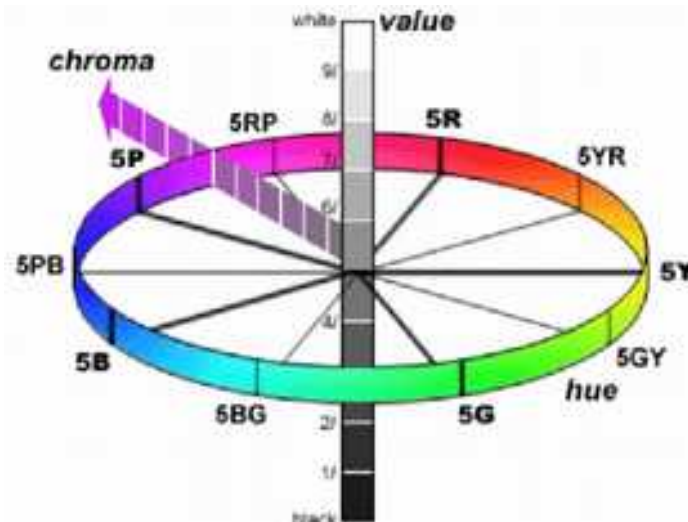


Figure 5 : la teinte en fonction des trois variables : valeur, couleur et pureté (réf.)

Parmi les teintes, l'œil distingue deux types d'ordres :

- celui induit par la valeur associée à la couleur : un camaïeu de couleurs de plus en plus foncées (ou claires) sera interprété comme un ordre implicite des classes sur une carte.
- les ordres liés à la combinaison de couleurs et de valeurs différentes ou **gradation harmonique** :
 - l'ordre des couleurs chaudes : jaune, orange, rouge
 - l'ordre des couleurs froides : vert, bleu, violet.

La gradation harmonique est moins efficace que la camaïeu et plus ambiguë, car elle nécessite que la couleur suivante de la gamme soit toujours plus foncée.



Figure 6 : Camaïeux et gradations harmoniques (Baron & Boulrier, 2006)

Le choix des teintes suit également plusieurs conventions de symbologies :

- Une opposition de phénomènes se représente préférentiellement par une opposition de camaïeux froids et chauds ou par une opposition de gammes harmoniques froides et chaudes.
- Si une variable ordonnée est représentée par un camaïeu, on associe la valeur la plus faible à la teinte la plus claire et la valeur la plus élevée à la teinte la plus sombre.
- Les tons chauds sont généralement associés à des phénomènes positifs quand les tons froids sont associés aux valeurs négatives, en particulier dans une opposition.
- Une progression dans le rouge peut être interprétée comme un phénomène positif pour le fait cartographié (couleur chaude) ou comme un phénomène négatif (danger associé au rouge) ; ce choix doit donc être bien réfléchi.

Enfin, si la teinte peut traduire un phénomène **ordonné**, elle n'est pas quantitative, l'œil ne peut pas

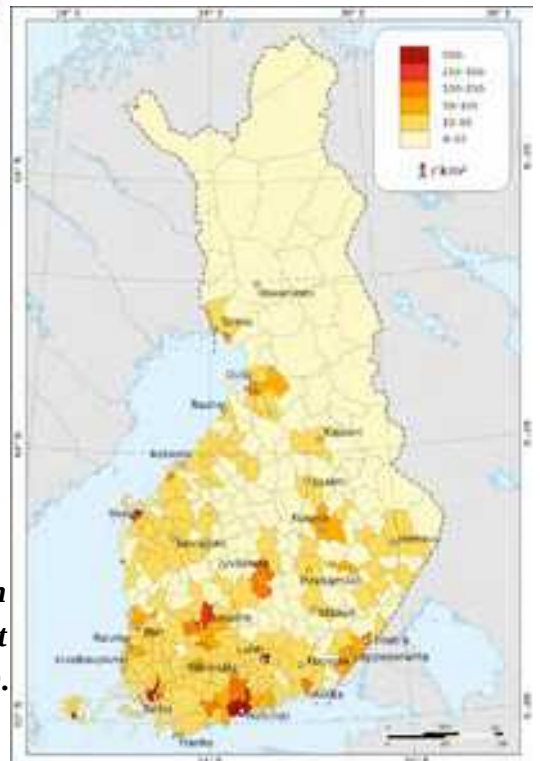
faire le rapport entre deux couleurs. Néanmoins, elle est régulièrement utilisée pour représenter des faits quantitatifs.

Exemples de représentations utilisant la couleur ou la teinte



Figure 7.1 : Un fait qualitatif, la langue parlée dans les territoires suisses, représentés par une variation de couleur (dont la valeur reste constante). (Wikipedia)

Figure 7.2 : Un fait quantitatif, la densité de population en Suède, représentée par une variation de teinte (valeur et couleurs varient dans une gamme harmonique chaude). (Wikipedia)



4 Le grain

Le **grain** est une variable **qualitative** et correspond à l'épaisseur des éléments constitutifs d'une trame, d'un symbole ponctuel ou linéaire à équilibre de noir et blanc ne soit rompu.

Le grain est une variable **associative**, à grain ayant une valeur égale, les symboles ont une visibilité similaire, et **sélective**, les classes de grain peuvent aisément être distinguées. Bien que le grain ne fasse pas varier le rapport blanc/noir, l'œil peut associer au grain des propriétés **ordonnées**, en particulier aux trames. Par contre, le grain n'est pas proportionnel.

La longueur de la variable grain est limitée par les capacités visuelles humaines, généralement autour de 5 classes. **Une combinaison de l'orientation et du grain** permet d'augmenter le nombre de classes pouvant être représentées et de superposer efficacement des représentations aréales.

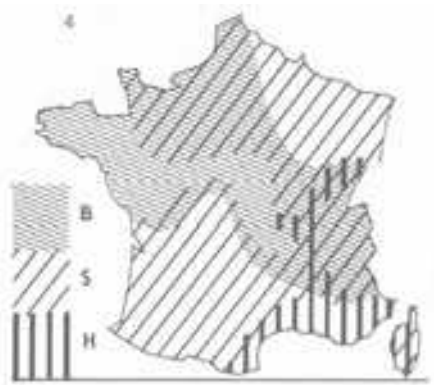
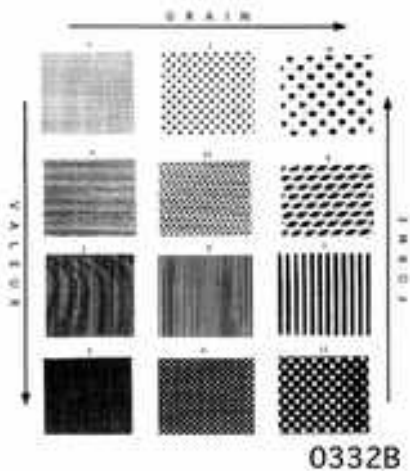


Figure 8 : Exemple de superposition de couches faisant varier le grain et l'orientation.(J. Bertin, 1967)

En faisant varier le **grain** et **valeur**, ainsi que la forme ou l'orientation pour des représentations aréales, on obtient une variable secondaire, **la texture**.

La **texture est ordonnée**, mais pas proportionnelle. Elle correspond à une hiérarchie de **trames** implicite, et dispose d'une longueur élevée, pouvant s'approcher de dix catégories, tout en conservant une bonne sélectivité.

CLASSEMENT DES TRAMES SELON LES VARIABLES VISUELLES



Figures 9 : Exemples de trames basées sur différentes textures.(J. Bertin, 1967)

5 La valeur

La **valeur** est une variable ordonnée et correspond à la relation entre la quantité de noir et de blanc sur une surface donnée, elle s'applique à tout type de problématique (ponctuel, linéaire ou aéral).

La variation de valeur correspond donc à une variation d'intensité, du plus clair au plus foncé. Le noir a la plus grande valeur.

Il s'agit d'une variable très utilisée en cartographie, car elle **particulièrement adaptée et efficace pour les problèmes ordonnés**.

La valeur n'est **pas associative**, des objets représentés avec des valeurs plus ou moins élevées auront une visibilité différente, elle est **ordonnée**, il y a une hiérarchie implicite entre les symboles

de valeur différente, et **sélective**, on distingue aisément des objets ayant une valeur différente. Elle n'est par contre pas proportionnelle, l'œil ne peut construire un rapport entre deux objets de valeur différente.

L'œil ne peut percevoir qu'un **nombre limité de paliers** de valeur, 7 ou 8 pour des problématiques aérales, 4 pour des implantations ponctuelles ou linéaires.

L'insertion d'une catégorie blanche, de valeur nulle, dans une progression de valeur pour une problématique aérale peut suggérer l'absence de données pour cette catégorie, on peut lui préférer une valeur très faible, mais non nulle.

Une progression de valeur doit être constante visuelle, sauf si l'on veut induire une rupture entre deux valeurs ou deux groupes de valeurs.

La valeur peut être utilisée seule, en variant du blanc ou noir, **ou associée** à des couleurs, on parle alors de **teinte**, et du grain, il s'agit alors de la **texture**.

6 La taille

La **taille** est une variable **quantitative**, qui correspond à la superficie du symbole linéaire, ponctuel ou aéral. En représentation ponctuelle, il s'agit de changer la taille du symbole, en représentation linéaire, il s'agit de l'épaisseur du trait. En représentation aérale, on ne peut changer la taille de la surface représentée, par contre les figurés internes de la trame peuvent voir leur taille changer.

La taille est seule variable visuelle disposant de la propriété de **proportionnalité**. L'œil est capable d'établir un rapport entre deux objets de taille différente. La taille est également nécessairement **ordonnée**, et **sélective**. Par contre, elle **n'est pas associative**, puisque des objets de taille différente ont une visibilité différente également.

La taille peut varier de façon discrète (réduite en classe) ou continue.

Pour les classes de taille, il faut être vigilant tant aux **seuils de visibilité** en dessous desquels les objets ne peuvent être distingués par l'œil qu'aux **seuils de différenciation ou de sélectivité**, en dessous desquels deux objets de taille différente ne peuvent être distingués.