

# UNE APPROCHE ESTHÉTIQUE POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA COMPOSITION DE GRADIENTS COLORÉS

par Laurent Jégou

Département de géographie-aménagement et environnement et UMR LISST, équipe CIEU  
Université de Toulouse-2 Jean-Jaurès, 31058 Toulouse Cedex 9  
jegou@univ-tlse2.fr

---

*L'article fait l'hypothèse que l'on peut compléter la sémiologie graphique de J. Bertin dans le domaine de l'utilisation de la couleur. L'auteur présente deux outils qui visent à aider aux choix des couleurs dans la composition des cartes thématiques, tout d'abord en décrivant de manière méthodique et visuelle l'organisation des couleurs d'une image de référence, puis en aidant à la création de gradients colorés utilisant les principes d'organisation des couleurs découverts précédemment.*

## Introduction

La sémiologie graphique (Bertin, 1967), base de l'enseignement de la cartographie thématique en France, propose l'emploi de gradients colorés pour exprimer graphiquement des variations spatiales de l'information. Cette idée peut être approfondie en mettant en œuvre un concept plus récent de la sémiotique visuelle : celui de signe plastique implicite. Une carte, notamment parce qu'elle emploie des couleurs, exprime implicitement des idées, des émotions esthétiques, par sa composition plastique elle-même, les harmonies de couleurs qu'elle présente<sup>1</sup>, en plus de l'expression explicite d'informations par l'utilisation de signes normalisés que l'on retrouve en légende. À partir de cette hypothèse, on a exploré la piste des dégradés de couleurs car elle présentait des possibilités de mise en œuvre pédagogique, au travers de méthodes et d'outils. Ces outils, encore expérimentaux, pourraient permettre d'une part de découvrir et de décrire des effets plastiques des dégradés en analysant des images considérées comme esthétiques («belles cartes», œuvres picturales) et d'autre part d'assister la création par l'étudiant de dégradés de couleurs reprenant les principes découverts à l'étape précédente.

## Un constat d'incomplétude

La sémiologie graphique (Bertin, 1967) propose une méthode d'emploi de la couleur au travers de deux variables rétinienne : la teinte et la valeur. J. Bertin insiste sur l'idée que la valeur sera toujours prédominante. La variable visuelle de couleur (teinte) n'est pas considérée comme très efficace pour l'expression de niveaux d'organisation complexes de l'information, elle est plus modestement chargée de marquer la différence entre modalités d'une variable différentielle, mais elle y excelle.

La valeur, exprimée par une gradation de saturation et/ou de luminosité dans une teinte, pourra quant à elle traduire le niveau d'organisation de l'ordre, c'est-à-dire la possibilité de hiérarchiser les modalités de la variable à représenter, cf. fig. 1.

Ainsi, si J. Bertin propose une méthode pertinente d'utilisation des couleurs, couvrant les bases de leur expression sémiotique, elle n'est pas très développée, notamment si on la compare avec le foisonnement de travaux existant en sémiotique visuelle et en histoire de l'art. Depuis la publication de la *Sémiologie graphique*, les recherches ont en effet continué dans le domaine de l'expression du sens par les formes graphiques, dont la couleur, au sein de la sémiotique visuelle. Un ouvrage peut être considéré comme majeur : le *Traité du signe visuel* par le Groupe  $\mu$ , paru en 1992, qui développe en particulier l'idée novatrice de la possibilité d'une **rhétorique** visuelle.

Appliquée à la carte, on peut résumer la justification de cette approche comme suit. D'une part, la carte est une image composée de formes graphiques. Comme le disent Denis Wood et John Fels (Wood, Fels, 1986), « Il n'y a rien de naturel dans une carte ». Dans une carte tout est code, rien n'est directement, naturellement, explicite. Le lecteur de la carte s'attend donc à devoir interpréter toute l'image qu'on lui présente. D'autre part, toutes les formes graphiques expriment du sens et ce sens n'est pas forcément complètement contrôlé par le cartographe, puisqu'il est en définitive formé par le lecteur de la carte (Board, Taylor, 1977 ; Cauvin et al., 2007). La carte est donc composée de formes graphiques qui expriment du sens, de façon explicite par ses signes iconiques, regroupés en légende, et de façon implicite par ses signes plastiques : les idées

---

<sup>1</sup> Ces émotions esthétiques peuvent bien sûr être positives ou négatives.

exprimées indistinctement par les formes, les textures et les couleurs de la carte, par exemple des couleurs atténuées ou des formes anguleuses. Dans ce contexte, la couleur est un signe iconique et plastique<sup>2</sup> puissant, car perçu facilement et très fortement expressif, lié à des émotions et des interprétations, en bonne partie subjectives et inconscientes (Ware, 2008 ; Gage, 1999). Outre la sémiotique visuelle, l'esthétique et l'histoire de l'art ont exploré ces dimensions expressives de la couleur, on a tenté d'en faire un compte rendu dans le mémoire de thèse publié en 2013 (Jégou, 2013).

On va évoquer ici la poursuite de deux idées issues de ce travail :

- les dégradés ou camaïeux de couleurs expriment plus que la simple relation de différence et d'ordre évoquée par la *Sémiologie graphique*, ils sont aussi la base d'un jugement de goût, esthétique ;
- ils présentent une **structure d'organisation** qui est expressive : limites du dégradé dans ses composantes, sens de la progression entre deux teintes, forme et vitesse de cette progression.

Ces idées ont fait l'objet de développements particuliers en pédagogie de la cartographie thématique, pour tout d'abord identifier des dégradés de couleurs intéressants puis assister leur reconstruction. On espère ainsi avancer dans la mise au point de méthodes de construction de palettes colorées efficaces, basées sur les règles de la sémiologie graphique, mais aussi plus expressives et plus esthétiques. Ces outils sont présentés et leur utilisation est expliquée sur un carnet de recherches en ligne, hébergé par la plateforme Hypothèses.org : <http://couleurs.hypotheses.org>

## Découvrir et décrire un dégradé de couleur

Si l'imitation est la plus sincère forme de flatterie, c'est surtout un moyen simple et efficace pour reproduire des palettes de couleurs expressives et potentiellement esthétiques. Ainsi, dans notre objectif de découverte d'assemblage harmonieux de couleurs pour la cartographie thématique, il est intéressant de pouvoir s'inspirer d'images où de tels assemblages sont espérés, comme des cartes ayant valeur d'exemples ou, pourquoi pas, des œuvres picturales dont la vocation est plus spécifiquement esthétique. Certes il existe des ressources informatiques qui proposent des dégradés de couleurs prêts à l'emploi, voire automatiques<sup>3</sup>, mais on considère qu'il est plus formateur de proposer

une méthodologie, des pistes concrètes pour guider la réalisation, ce qui permettra en outre de produire des compositions colorées plus originales, plus expressives, plus adaptées à l'information à représenter.

L'utilisation de la couleur en cartographie thématique, telle qu'elle est enseignée par la sémiologie graphique, est une approche analytique et inductive: des phénomènes spatiaux sont symbolisés selon leurs caractéristiques d'information et représentés graphiquement sur une carte. C'est une méthodologie pratique, pédagogique, destinée au géographe-cartographe. L'approche complémentaire, synthétique et déductive, part de l'observation de la carte en tant qu'image pour en tirer des informations à partir de la caractérisation et de la distribution des symboles. Cette approche est plus complexe, difficilement automatisable. Dans l'épistémologie de la cartographie, ce second mode d'interrogation est longtemps resté marqué par des méthodes discursives, des commentaires, souvent à un niveau intuitif plus que raisonné.

La question était donc de trouver comment visualiser simplement, de façon accessible, les relations qu'entretiennent les couleurs dans une image, du point de vue des variables rétinienne, pour pouvoir en tenter une description. On a entrepris de traiter ce problème en partant d'un mode de visualisation des couleurs assez simple, courant dans les outils infographiques : le cercle chromatique teinte-saturation-luminosité (TSL), auquel on a associé une méthode de représentation issue de la sémiologie graphique, les symboles proportionnels, qui s'est vu confier la mission de visualiser les proportions de chaque couleur dans l'image. On obtient ainsi une grille d'analyse des composantes colorées de la carte-image, stable et permettant les comparaisons.

Le cercle chromatique TSL est le descendant des premières tentatives pour représenter les relations colorées, au XVIII<sup>e</sup> siècle<sup>4</sup>. C'est un moyen efficace pour représenter synthétiquement les composantes d'une couleur sur les deux dimensions du plan, repris par beaucoup de logiciels ayant à proposer le choix de couleurs à leurs utilisateurs. Le cercle TSL utilise un diagramme de type polaire sur lequel la teinte est représentée sur l'axe des angles et une autre composante, saturation ou luminosité, occupe l'axe du rayon. Chaque couleur du spectre peut être complètement définie par une valeur sur ces trois composantes.

Le choix du développement d'un outil web a été motivé par le besoin de rendre l'outil accessible : il n'est

2 Signe plastique : une forme graphique exprime du sens par ses caractéristiques formelles mêmes, en plus de son éventuelle signification iconique, liée à une ressemblance visuelle entre signifiant et signifié.

3 L'un des plus souvent cités est le *ColorBrewer* : <http://colorbrewer2.com/>, (Harrower, Brewer, 2003).

4 L'une des premières utilisations connues est celle d'Isaac Newton en 1666.

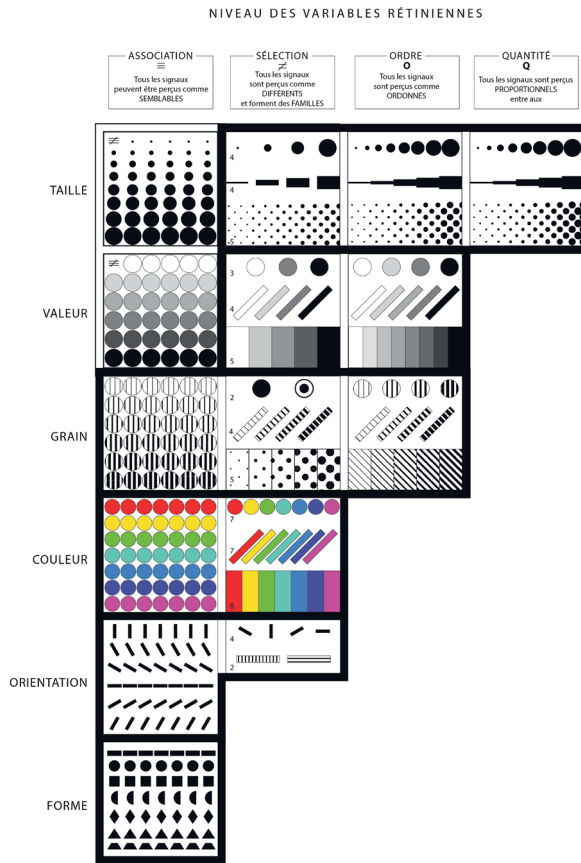


Figure 1 : Niveau des variables rétiniennes, (Bertin, 1967, p. 96)

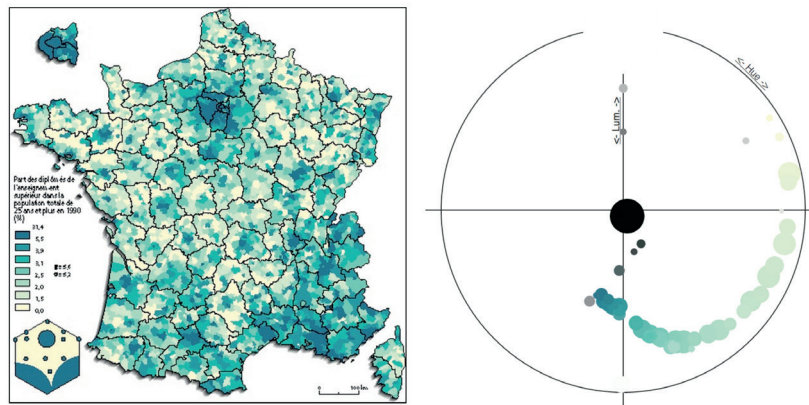


Figure 2 : Analyse d'une carte proposant un dégradé jaune-vert, selon les composantes teinte et luminosité.

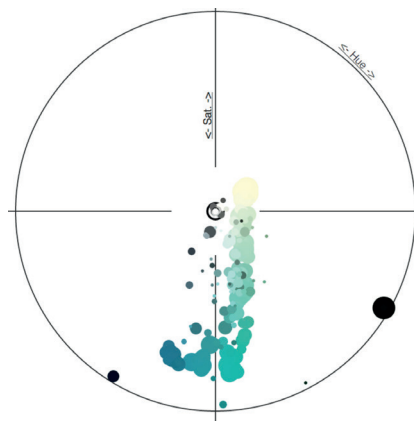


Figure 3 : Analyse de la carte de la figure précédente selon les composantes teinte et saturation.

pas nécessaire d'installer un logiciel, de travailler avec un système d'exploitation particulier et le code source est directement lisible (en langage JavaScript). L'outil travaille de plus avec des images raster (pixelisées) localement, c'est-à-dire sans avoir à les envoyer en ligne sur un serveur, ce qui évite les problèmes de lenteur et la crainte d'une perte de contrôle de ses données.

Pour représenter une série de couleurs, comme dans une palette ou un dégradé, il est donc possible de les disposer sur le cercle TSL et de visualiser ainsi les relations qu'elles peuvent présenter selon leurs composantes, pour créer une sorte de synthèse colorée d'image. Un dégradé d'une teinte faisant varier la luminosité ou la saturation des couleurs qui le composent apparaîtra comme une ligne sur le graphe polaire résultat de l'analyse. L'ajout de la représentation de la quantité de chacune des couleurs de l'image en utilisant des symboles proportionnels permet de rendre cette synthèse plus représentative de l'image, plus ressemblante.

La méthode de regroupement des couleurs trouvées dans l'image en un certain nombre de classes, motivée par le besoin de simplifier la visualisation, utilise un algorithme intuitif de seuillage : on fixe un seuil de différence minimale de couleur (mesuré selon l'unité de l'espace colorimétrique en cours) entre deux classes<sup>5</sup>. L'utilisation d'espaces colorimétriques adaptés à la vision humaine (tels que les espaces CIE Lab et CIE Luv<sup>6</sup>), permet de produire des palettes où les positions relatives des couleurs seront correctes dans le contexte de la vision humaine.

Enfin, l'outil permet en outre de repérer la localisation dans l'image d'un groupe de couleurs sélectionné dans le résultat de l'analyse et éventuellement de remplacer ce groupe par une autre couleur au choix, pour tester une variation de l'image colorée différemment (un dégradé qui se termine différemment, par exemple).

### Exemple d'utilisation sur une carte

Dans l'analyse de la carte de la figure n°27, on remarque que le dégradé suit une courbe spirale régulière pour aller d'un jaune très lumineux vers un vert bleu assez sombre, d'une façon progressive, sans qu'une couleur soit dominante sur une autre du point de vue de sa proportion dans l'image. Ainsi, les deux composantes de la teinte et de la luminosité sont en

évolution conjointe et régulière dans le dégradé. On note aussi l'extension totale assez longue du dégradé sur l'axe des teintes, ce qui explique les plages de couleurs nettement distinctes dans la légende de cette carte choroplèthe.

Lorsque l'on paramètre la visualisation pour observer, cette fois-ci, la répartition de la composante de la saturation dans l'image (fig. 3), on remarque une variation croissante quasi linéaire entre les quatre premières classes de la légende (du jaune clair au vert moyen) puis un brusque arrêt de cette augmentation de la saturation pour se stabiliser dans des valeurs élevées pour les trois dernières classes (du vert moyen à un vert bleuté sombre). Il est aussi possible de représenter les trois composantes des couleurs en même temps pour former une représentation en trois dimensions, mais cette dernière est logiquement un peu plus difficile à interpréter et à manipuler.

Le dégradé de couleurs qui a été utilisé ici par l'auteur de la carte est donc organisé pour que la variable visuelle de valeur, traduisant l'ordre, soit exprimée à la fois par la luminosité et la saturation, tandis que la variable visuelle de couleur, en théorie inutile ici, est utilisée subtilement, dans un dégradé régulier et progressif, pour renforcer la différence entre les classes de la légende, leur sélectivité.

Ainsi, grâce à cette analyse, on a pu mettre en valeur visuellement quelques structures d'organisation du dégradé de couleurs utilisé pour représenter l'information et en expliquer le fonctionnement du point de vue des composantes. Ces structures, la spirale de teinte / luminosité et la ligne se terminant en crochet pour la saturation, peuvent être ensuite réutilisées dans d'autres cartes et potentiellement sur d'autres teintes. Elles constituent des types, que l'on pourra progressivement assembler en une typologie par une recherche systématique de structures dans un corpus d'images sélectionnées.

### Exemple d'utilisation sur une œuvre picturale

L'autre source potentielle de structures d'organisation de dégradés de couleurs est bien sûr celle que constituent les œuvres picturales présentant des gammes de couleurs coordonnées, ou présentées comme telles par les critiques. C'est par exemple le cas de certaines œuvres de Paul Cézanne (1839-1906) où l'on peut remarquer des contrastes colorés forts et expressifs, reliés à la distinction

5 Ce fonctionnement permet de n'utiliser qu'un seul paramètre pour le repérage des groupes de couleurs et évite les soucis que peuvent poser les algorithmes de type K-means, itératifs, qui ont besoin d'être relancés un grand nombre de fois pour aboutir à un résultat stable et sont donc beaucoup plus longs à exécuter.

6 Deux modèles de représentation des couleurs développés en 1976 par la Commission internationale de l'éclairage pour une utilisation dans l'industrie audiovisuelle

7 Cette carte, choisie uniquement pour sa coloration, représente la part des diplômés de l'enseignement supérieur dans le total de la population âgée au moins de 25 ans en 1990 (source RGP INSEE), est issue de Brocard, Hérin, 1997.

entre couleurs chaudes et couleurs froides relancée par Eugène Delacroix et Paul Signac (Signac, 1899).

Prenons par exemple la montagne Sainte-Victoire, une huile sur toile datée de 1902-1904. En première analyse, ce tableau présente un net contraste entre trois groupes de teintes : les oranges des toits et des terrains, les bleus mauves du ciel et de la montagne et les verts qui semblent partagés entre des verts clairs assez chauds dans le village et les verts plus sombres et froids des bois. L'outil d'analyse va nous permettre de mieux visualiser ces relations entre grandes familles de couleurs et on peut espérer y repérer d'éventuelles structures d'organisation des dégradés de couleurs. On analyse ici la composition colorée générale du tableau, la totalité de l'image, mais une œuvre picturale peut aussi présenter des dégradés de couleurs localisés (par exemple dans un ciel, l'habit d'un personnage, ...), que l'outil permet d'étudier précisément sur un transect dans l'image au cœur du dégradé intéressant.

Comme pressenti, on retrouve dans l'analyse de cette œuvre (fig. 4), un groupe de bleus opposé à un groupe d'oranges. Mais ce qui est intéressant, c'est l'opposition exacte entre les teintes, se situant sur une ligne de part et d'autre du centre du cercle chromatique TSL, ce sont donc des couleurs complémentaires. Les oranges sont plus concentrés dans leur saturation que les bleus, s'étalant des bleus clairs peu denses du ciel à des bleus denses et sombres que l'on trouve sur la montagne elle-même. La répartition des verts est elle aussi intéressante : si un groupe important de verts assez saturés est reconnaissable sur l'analyse, on trouve dans sa périphérie des groupes plus réduits, correspondant à des zones situées dans le bas du tableau : tirant sur le jaune et assez peu denses, dans les zones claires, ou plus sombres et très denses, dans les zones boisées.

Autre enseignement important de cette analyse des saturations des couleurs de ce tableau : il est possible de réaliser un double dégradé de teintes opposées (complémentaires) sans pousser les saturations dans des valeurs élevées, en utilisant une désaturation (des gris sombres) comme valeurs intermédiaires. Autrement dit, l'utilisation de saturations moyennes, maîtrisées, est tout à fait possible, la distinction des nuances est claire, tout en produisant une expression plus douce, moins tonitruante que les palettes saturées proposées souvent par défaut par les logiciels de cartographie. On trouve quelques exemples de ce principe de composition dans des ouvrages où un soin important a été apporté à la conception graphique, par exemple *l'Atlas des futurs du monde*, dirigé par V. Raison et T. El Aktaa, publié en 2010, caractérisé par ses couleurs désaturées et expressives.

L'analyse teinte-luminosité de la figure 5 montre, quant à elle, une retenue des luminosités, qui ne sont pas exprimées jusqu'à l'extrême clarté (mais cela peut aussi être dû en partie aux limites de la photographie de l'œuvre utilisée ici). La structure intéressante à relever concerne l'utilisation des verts entre les oranges et les bleus, les valeurs intermédiaires étant assombries. Ce type de double dégradé centré sur des gris très sombres pourra par exemple s'utiliser sur des cartes (ou des mises en pages) à fond noir.

En utilisant cet outil sur des cartes et plus généralement sur des images présentant une utilisation de dégradés de couleur riches et originaux, on va pouvoir progressivement enrichir la typologie des structures de composition de dégradés évoquée précédemment. Cette typologie comprendra des formes permettant de créer des assemblages efficaces de couleurs distinctes et progressives, pouvant exprimer les caractéristiques de variables quantitatives sur des cartes choroplèthes, mais surtout on peut espérer mieux comprendre des formes de dégradés qui vont pouvoir exprimer en plus des propriétés esthétiques, des idées plus complexes, basées sur des relations signifiantes entre teintes, saturations et luminosités. L'hypothèse centrale est celle d'une amélioration de l'efficacité de la représentation par l'utilisation de variables visuelles, coordonnées et riches dans leurs interprétations conjointes.

Du point de vue pédagogique, la méthode vise à utiliser la curiosité des étudiants pour la découverte de relations colorées originales, aidée par l'accessibilité et la relative facilité d'emploi de l'outil : même si de nombreux paramètres sont présents, il suffit en général d'adapter l'échantillonnage à la taille de l'image et le seuil de détection à la quantité approximative de groupes de couleurs présents. Une fois ces paramètres entrés, les étudiants peuvent les faire varier facilement et tester diverses modalités de visualisation : choix des composantes, mode 2D ou 3D, taille et opacité des symboles. Il faut ensuite songer à assister la création de tels dégradés, à partir de ces structures de compositions, c'est l'objet de l'outil suivant.

## Assister la création de dégradés expressifs

Le deuxième outil d'assistance à l'utilisation de palettes de couleurs pour la cartographie thématique concerne donc l'aide à la création concrète de ces palettes. Lors de l'utilisation de ce type de logiciels, l'utilisateur qui cherche à composer un dégradé de couleurs doit le plus souvent choisir parmi une liste de palettes prédéfinies ou, plus rarement, spécifier les couleurs extrêmes du

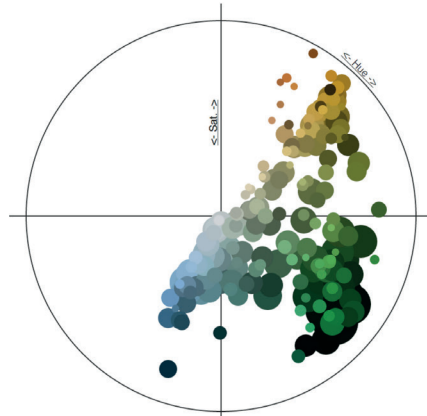


Figure 4 : Paul Cézanne, Montagne Sainte-Victoire, 1902-1904 et son analyse selon les composantes de teinte et de saturation

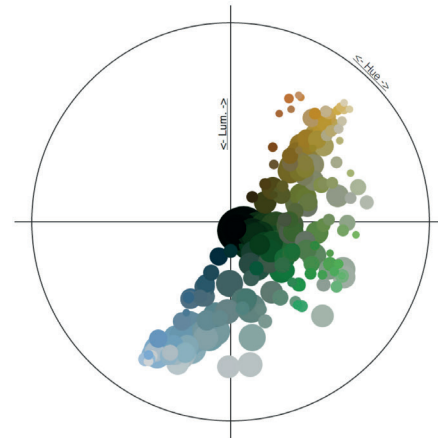


Figure 5 : Paul Cézanne, Montagne Sainte-Victoire, 1902-1904 et son analyse selon les composantes de teinte et de luminosité



Figure 6a : Dégradé de jaune clair à vert bleuté sombre, avec une saturation croissante, issu de la carte de la fig. 2



Figure 6b : Dégradé précédent modifié en ajoutant une inflexion à partir de la classe n°5 vers des bleus plus sombres et moins saturés



Figure 7 : Dégradé d'un orange clair peu saturé à un rouge-orangé un peu plus sombre et saturé, issu du tableau de la fig.4



Figure 8 : Dégradé d'un bleu très pâle vers un bleu sombre et saturé, issu du ciel du tableau de la fig. 4



Figure 9 : Double dégradé du bleu vers l'orange en passant par un gris très sombre

dégradé<sup>8</sup>, les couleurs intermédiaires étant calculées selon une progression linéaire. Ce fonctionnement peut être amélioré en offrant à l'utilisateur une plus grande liberté de création, pour mieux adapter ses couleurs au phénomène précis qu'il cherche à représenter. L'outil qui a été développé se présente lui aussi sous la forme d'une page web, pour les mêmes raisons d'accessibilité. Le fait d'avoir une ressource en ligne permet en outre de pouvoir plus facilement échanger entre utilisateurs et concepteurs sur des supports Internet comme un carnet de recherche ou un forum.

On retrouve la définition des couleurs selon leurs caractéristiques de teinte, saturation et luminosité, utilisées dans l'outil précédent, auxquelles s'ajoute la possibilité de préciser un niveau de transparence. Cette variable rétinienne de la transparence a été rendue beaucoup plus facile à mettre en œuvre par les outils informatiques et le support écran, elle est notamment proposée par MacEachren (1995). Assez logiquement, l'outil permet de choisir précisément les composantes des couleurs extrêmes du dégradé (ainsi que la couleur d'inflexion si l'on veut, par exemple, créer un double gradient ou un gradient complexe), calcule les couleurs intermédiaires et visualise directement le résultat. On peut ensuite enregistrer un fichier texte contenant les informations de la palette ainsi générée ou directement son image. La mise en œuvre pratique des structures d'organisation de dégradés telles que celles repérées plus haut est ainsi possible, voici quelques exemples (fig. 6 à 9).

Ces dégradés sont linéaires, c'est-à-dire que la progression des valeurs des composantes d'une couleur à l'autre suit une ligne. Ce concept de forme de la progression est assez abstrait et plus difficile à comprendre pour les étudiants, c'est pourquoi l'outil en propose une visualisation interactive, utilisant des graphiques en courbes classiques. Par exemple, pour le dégradé jaune-vert de la figure 6a, on obtient les graphiques suivants (fig.10).

La teinte, la saturation et la luminosité montrent bien une évolution linéaire lorsque l'on examine les couleurs du dégradé. Lorsque l'on combine ces courbes deux à deux, on obtient des diagrammes polaires affichant des spirales régulières. Cette forme rappelle bien celle obtenue sur l'outil de synthèse colorée sur les mêmes couleurs (fig. 2), ce qui indique visuellement, simplement, que le dégradé obtenu correspond bien à celui de la carte analysée.

La visualisation graphique simplifiée de l'évolution des composantes des dégradés peut amener à réfléchir à un approfondissement de la recherche de structures d'organisation. En effet, pourquoi se limiter à des progressions linéaires ? On retrouve ici l'idée qu'un assemblage de couleurs dans un dégradé peut évoquer plus qu'une simple relation d'ordre : la progression elle-même du dégradé va pouvoir exprimer des idées supplémentaires en relation avec la vitesse de l'évolution d'une couleur à l'autre. L'outil permet ainsi de changer la forme de la progression entre composantes, pour choisir une courbe et ensuite la pente de cette courbe. L'algorithme choisi pour calculer ces courbes est celui dit de Bézier<sup>9</sup>, qui est assez simple à mettre en place et permet surtout de contrôler la pente de la courbe en n'utilisant qu'un seul paramètre. Les figures 11 à 14 illustrent ces variantes.

## Perspectives

Les deux outils présentés ici sont encore en cours d'expérimentation. L'interaction avec les utilisateurs, les enseignants, les étudiants, directe ou par le biais d'échanges sur les réseaux<sup>10</sup>, permet de tester les outils et apporte de nombreuses idées qui font progressivement évoluer les fonctionnalités et les possibilités. Les premières utilisations en classe font ressortir essentiellement une demande de compléments de formation sur la couleur elle-même, sa définition par la distinction de composantes ainsi que sur les possibilités de réutilisation des résultats des analyses. Suite à ce constat, l'enseignement a été adapté pour présenter un peu plus longuement les théories scientifiques de la couleur et les modalités d'utilisation des composantes de teinte, saturation et luminosité. Dans le cadre de la formation du master 2<sup>e</sup> année de géomatique « Sigma » à Toulouse-2, l'enseignement de la cartographie thématique est désormais complété par une introduction au *design* ou conception graphique, dans laquelle la couleur tient une place importante. L'outil de synthèse colorée a de même été complété par une fonction permettant d'exporter l'analyse dans un format numérique vectoriel (le SVG<sup>11</sup>), permettant la réutilisation de tous les symboles colorés proportionnels munis de leurs paramètres exacts de coloration.

Le fait de travailler sur la couleur dans l'image numérique offre l'avantage de pouvoir choisir parmi un très grand nombre de sources d'inspiration intéressantes. La recherche de palettes de couleurs des

8 En y étant assisté par des outils de définition de couleurs plus ou moins complexes, par exemple proposant différents systèmes de composantes de couleurs, ou plus simplement une palette colorée à cliquer.

9 Du nom de l'ingénieur Pierre Bézier qui inventa cette technique de modélisation informatique des surfaces courbes.

10 Outre le carnet de recherches en ligne, ces outils font l'objet de publication régulière d'informations sur les forums spécialisés et des supports de microblogging comme Twitter.

11 Scalable Vector Graphics, format vectoriel normalisé du web devenu courant.

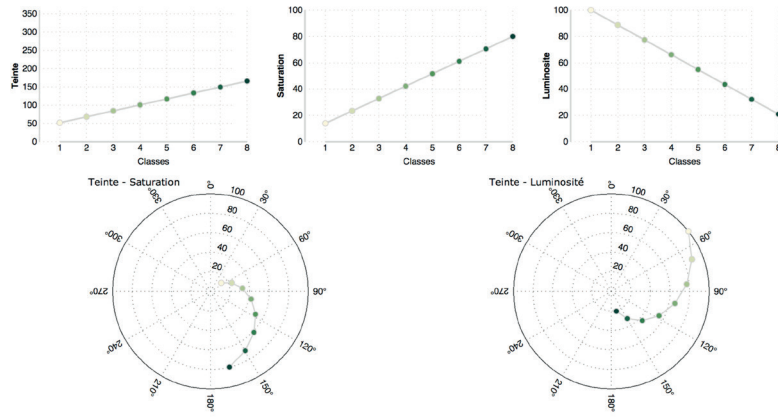


Figure 10 : Graphes des composantes du gradient de la figure 6a



Figure 11 : Dégradé de la figure 6a modifié par une courbure, aplatissant le début de la progression

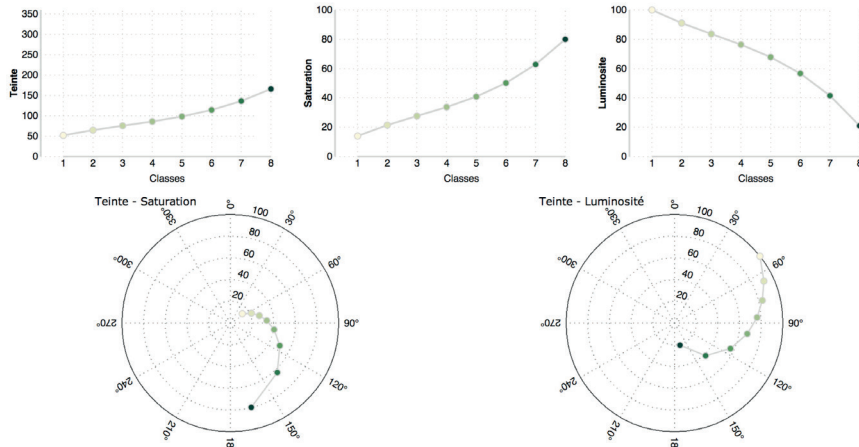


Figure 12 : Graphes des composantes de la figure 11



Figure 13 : Dégradé de la figure 6a modifié par une courbure, aplatissant la fin de la progression

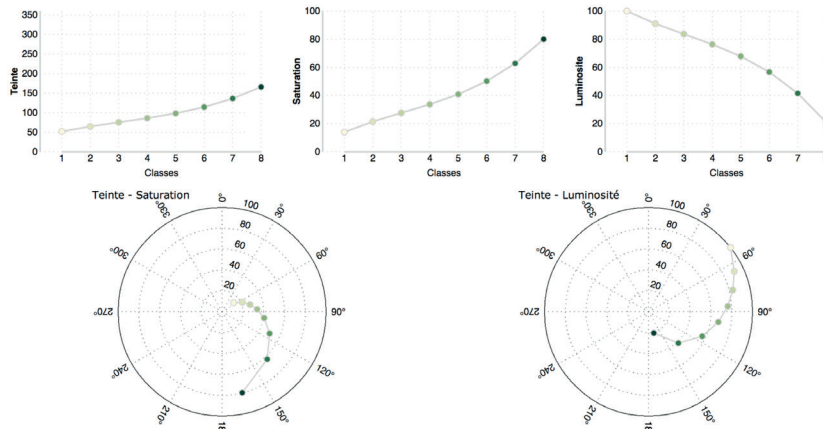


Figure 14 : Graphes des composantes du dégradé de la figure 13

œuvres picturales permet d'établir un lien avec l'art et de renforcer ainsi les aspects artistiques de la cartographie, qui sont généralement laissés de côté par les logiciels et, dans une moindre mesure, par les manuels. L'histoire et la critique d'art, la psychologie, pourraient d'ailleurs être intéressées par ces outils d'analyse, des collaborations sont en cours de mise en place et un appel à participation sera lancé.

Un autre intérêt de cette méthode est de pouvoir produire des résultats visuels rapidement, par essais successifs, en laissant s'exprimer la créativité des étudiants. On prévoit de compléter l'outil de conception

de dégradés par la visualisation des résultats sur une représentation cartographique choroplèthe type, d'application.

Il restera, enfin, à mieux coordonner les deux outils, peut-être en trouvant le moyen de passer de la synthèse des relations colorées d'une image à la détection et la présentation détaillée des caractéristiques des dégradés qu'elle peut présenter. Du point de vue de la recherche, l'idée de la constitution progressive, de la formalisation, d'une typologie de structures d'assemblages de couleurs fait son chemin. La composition d'un corpus d'images qui sera systématiquement analysé pour y rechercher ces structures est en cours.

---

## Bibliographie

**Bertin J.**, 1967, *Sémiologie graphique : Les diagrammes - Les réseaux - Les cartes*, Paris, Mouton / Gauthier-Villars.

**Board C., Taylor R. M.**, 1977, "Perception and Maps: Human Factors in Map Design and Interpretation," *Transactions of the Institute of British Geographers*, p. 19-36.

**Brocard M., Hérin R. J. J.**, 1997, *Atlas de France : formation et recherche*, vol. 4, Paris, RECLUS - La Documentation française.

**Cauvin C., Escobar F., Serradj A.**, 2007, *Cartographie thématique 1. Une nouvelle démarche*, Paris, Hermès - Lavoisier.

**Gage J.**, 1999, *Colour and meaning, art, science and symbolism*, Londres, Thames and Hudson.

**Groupe µ**, 1992, *Traité du signe visuel*, Paris, Seuil.

**Harrower M., Brewer C. A.**, 2003, "Colorbrewer.org: an online tool for selecting colour schemes for maps", *The Cartographic Journal*, 40(1), p. 27-37.

**Jégou L.**, *Vers une nouvelle prise en compte de l'esthétique dans la composition de la carte thématique : propositions de méthodes et d'outils*, thèse de doctorat, Université de Toulouse-Le Mirail (2013).

**MacEachren A. M.**, 1995, *How Maps Work: Representation, Visualization and Design*, New York, The Guilford Press.

**Raisson V., El Aktaa T.**, 2010, 2033, *Atlas des futurs du monde*, Robert Laffont.

**Signac P.**, 1899, *D'Éugène Delacroix au néo-impressionnisme*, Paris, Éditions de la Revue blanche.

**Ware C.**, 2008, *Visual Thinking: For Design*, San Francisco, Morgan Kaufmann.

**Wood D., Fels J.**, 1986, "Designs on Signs / Myth and Meaning in Maps", *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 23/3, p. 54-103.