

UN PROCESSUS DE CONCEPTION DE LÉGENDES CRÉATIVES SUR MESURE

par Sidonie Christophe et Anne Ruas

Laboratoire COGIT – Institut géographique national,
73 avenue de Paris - 94165 Saint-Mandé

<http://recherche.ign.fr/labos/cogit/>

Courriel : sidonie.christophe@gmail.com ; anne.ruas@ign.fr

Actuellement, les outils cartographiques permettent techniquement à des utilisateurs novices ou experts de faire des cartes. Cependant, les cartes produites peuvent se révéler être de qualité médiocre si les utilisateurs n'ont pas les connaissances requises en cartographie et en perception visuelle. L'objectif de notre travail est d'aider un utilisateur à faire des choix judicieux de couleurs pour se construire sa légende personnalisée qui soit satisfaisante pour lui, c'est-à-dire adaptée à ses besoins et à ses goûts, correcte, c'est-à-dire respectueuse des règles de cartographie, et originale, c'est-à-dire différente de ce que l'on a l'habitude de voir. Nous proposons un processus de conception en trois étapes : acquisition des préférences de couleurs de l'utilisateur, proposition de légendes possibles adaptées à ces préférences, et retouche de légendes choisies. Deux stratégies déroulant ce processus ont été implémentées à l'aide d'échantillons cartographiques et de toiles de maîtres.

Introduction

Les fonctionnalités de représentation cartographique proposées par les outils cartographiques actuels permettent techniquement aux utilisateurs de faire de bonnes et de mauvaises cartes : des problèmes de lisibilité et d'efficacité du message cartographique transmis par la carte sont souvent relevés (Monmonnier 1991, Krygier & Wood 2005). En effet, ces outils ne proposent pas d'aider les utilisateurs pendant la conception de leur carte. De plus, ces outils n'évaluent pas la qualité des productions cartographiques. Un problème majeur de la conception de légendes est la sélection judicieuse de couleurs : sur Internet, par défaut, les représentations des données se superposent sans évaluation de la cohérence et de la lisibilité de cette superposition.

Dans ce papier, nous présentons les résultats de recherche d'une thèse en cours au laboratoire COGIT (Christophe 2009a), où nous travaillons sur les données géographiques vecteur et en particulier sur les problématiques de représentation graphique de ces données. L'objectif principal de ce travail de recherche est d'aider les utilisateurs à sélectionner des associations judicieuses de couleurs pour faire une bonne légende. Ainsi, il sera possible de proposer aux utilisateurs des légendes qui sont adaptées à leurs goûts et à leurs besoins, tout en respectant les règles cartographiques. Pour ce faire, nous proposons d'évaluer à la fois le processus de conception et la légende en construction.

Dans une première partie, nous précisons notre objectif d'aider un utilisateur à construire sa propre légende et nous mettons en évidence que le problème majeur à résoudre est d'associer correctement un ensemble de couleurs aux thèmes de la légende. Dans une deuxième partie, nous présentons notre méthode de conception de légende en trois étapes. Finalement, nous présentons le prototype COLorLEGend (COLLEG) que nous avons réalisé, ainsi que les deux stratégies de conception, à l'aide d'échantillons cartographiques et de toiles de maîtres.

1 Aider un utilisateur à construire sa légende en faisant des choix judicieux de couleurs

Dans cette partie, nous précisons notre objectif d'aider un utilisateur à construire sa propre légende. Tout d'abord, nous présentons des travaux existants liés à notre recherche, puis nous décrivons le problème majeur que nous avons à résoudre.

Quelques travaux s'intéressent à la conception de légendes :

- UMapIt (*Unrestricted Mapping Interactive Tool*) développé par l'Université de Laval permet à des utilisateurs de personnaliser une carte en utilisant les fonctions suivantes : sélectionner des thèmes et des objets dans les thèmes, sélectionner une représenta-

tion géométrique pour chaque objet – à l'aide d'une base de données multi-représentations –, modifier le symbole du thème, modifier le symbole de l'objet (Bernier et al. 2005).

- Brewer (2003) propose un outil en ligne aidant un utilisateur à trouver des couleurs efficaces pour leurs cartes thématiques. Le *ColorBrewer*¹ (Brewer 2005) présente un ensemble de gammes de couleurs adaptées à deux critères explicités par l'utilisateur : le nombre de classes dans la légende et le type de relation entre ces classes (séquentielle, divergente et qualitative). Une fois que l'utilisateur a choisi une gamme de couleurs, le *ColorBrewer* l'applique à une carte par défaut, permettant à l'utilisateur de visualiser l'adéquation des couleurs à des données par défaut. Le *ColorBrewer* est destiné à des utilisateurs qui ont besoin de produire une carte thématique rapidement. Cet outil demande néanmoins de connaître les notions de relations d'ordre dans une légende.

- Chesneau (2006) contribue à l'amélioration des légendes par l'évaluation et la modification des contrastes de couleurs dans une carte existante. L'outil développé calcule les contrastes de couleurs dans une carte et vérifie que ceux-ci représentent bien les relations dans la légende (association, différence, ordre). Ensuite, il suggère de nouvelles couleurs pour améliorer les contrastes. Des améliorations du système, ainsi que des méthodes alternatives sont présentées dans (Buard et Ruas 2009).

Ces travaux sont des étapes importantes dans le domaine de la conception de légendes personnalisées. Nous pensons que l'aide à la conception peut être améliorée, principalement en adaptant les propositions de solutions à la variété des utilisateurs, dont les profils vont de novices à experts en cartographie : les novices n'ont pas le vocabulaire spécifique à la compréhension des outils et peuvent rencontrer des difficultés à les utiliser. De plus, nous souhaitons proposer aux utilisateurs plusieurs solutions de légendes adaptées à leurs préférences, toujours cartographiquement correctes, mais aussi *originales*. Le processus de conception de légende consiste à trouver des couleurs pour représenter les thèmes de la légende choisis par l'utilisateur et à les associer correctement. La figure 1 montre la représentation cartographique de données topographiques respectant les règles cartographiques sur les conventions et contrastes de couleurs. Ce problème a une infinité de solutions puisqu'une infinité de couleurs possibles existe. Afin de réduire cet espace

de solutions et de s'adapter à l'utilisateur, ses *préférences de couleurs* doivent être prises en compte. En parallèle, une expertise cartographique doit être apportée pour aider l'utilisateur à prendre les bonnes décisions concernant l'adéquation d'une couleur à un thème. Ainsi, nous considérons notre problème à résoudre comme la *recherche d'associations correctes de couleurs à des thèmes choisis par l'utilisateur, respectant les contraintes cartographiques et les préférences de l'utilisateur*.

2 Associations correctes de couleurs aux thèmes de l'utilisateur

Le problème d'associer des couleurs aux thèmes de l'utilisateur peut être résolu par une méthode qui gère à la fois les contraintes cartographiques et les préférences de l'utilisateur. Nous proposons une méthode en trois étapes, utilisant des interactions homme-machine :

- 1) identification des préférences de l'utilisateur,
- 2) proposition de solutions de légendes adaptées et respectant les contraintes courantes,
- 3) retouche de légendes choisies par l'utilisateur.

Chaque étape se déroule grâce à plusieurs interactions entre l'utilisateur et le système, afin de converger vers des résultats satisfaisants.

2.1 Identification des préférences de l'utilisateur

La première étape consiste à identifier les préférences de couleurs que l'utilisateur peut avoir. Nous cherchons à obtenir les deux types de préférences présentés en figure 2 : « *J'aime cette couleur* » et « *Je n'aime pas cette couleur pour le thème route* », mais aussi « *Je n'ai pas d'idée particulière* ». Ces types de préférences donnent deux types de *contraintes utilisateur* : une couleur est approuvée/désapprouvée indépendamment d'un thème (*contrainte sur une couleur*) ou une couleur est approuvée/désapprouvée pour un thème spécifique (*contrainte sur un thème*).

Par contre, le système n'est pas supposé connaître le niveau de connaissance de l'utilisateur et doit fonctionner pour des novices et des experts en cartographie. Le but n'est pas de faire remplir aux utilisateurs un formulaire complet avec toutes leurs préférences. Nous partons du principe que les utilisateurs ne savent pas nécessairement ce qu'ils pré-

¹ <http://colorbrewer2.org/>

font initialement comme couleurs. Afin de rendre cette étape efficace, nous proposons aux utilisateurs de raisonner par analogie, en utilisant des objets spécifiques qu'ils vont pouvoir commenter :

- *Des échantillons cartographiques* qui sont des cartes sur une même zone de données avec des légendes variées (Dominguès et Bucher 2006) (fig. 3). Il est plus simple de travailler avec de tels échantillons afin de se construire une représentation mentale de ce que l'on peut obtenir et de pouvoir ainsi statuer sur des préférences de couleurs.

- *Des toiles de maîtres* qui sont des ensembles harmonieux de couleurs originales (Christophe 2009b) (fig.4). Les utilisateurs peuvent ainsi sélectionner des couleurs et des usages de couleurs qui leur plaisent.

2.2 Propositions de légendes adaptées

La deuxième étape consiste à proposer des légendes adaptées à la fois aux contraintes utilisateur acquises à l'étape précédente, et à des contraintes cartographiques. Afin d'intégrer l'expertise cartographique, nous formalisons un ensemble de contraintes cartographiques provenant de la sémiologie graphique (Robinson 1952, Bertin 1967, MacEachren 1995). Ces contraintes sont utilisées par l'ensemble des recherches en sémiologie graphique et sur la conception de légendes au laboratoire COGIT (Christophe 2008, Dominguès et al. 2009, Buard et Ruas 2009). L'utilisateur peut commenter des couleurs et donc contraindre : tous les thèmes, quelques thèmes ou aucun. Quels que soient ses choix, nous cherchons à atteindre une situation où il y a plusieurs couleurs possibles (approuvées par l'utilisateur ou proposées par le système) pour chacun des thèmes. Plusieurs cas sont possibles :

- Si l'on a des contraintes utilisateur sur chacun des thèmes, le système teste chaque couleur approuvée par thème, en respectant la contrainte « Des thèmes différents sont représentés par des teintes différentes ». La figure 5 montre un exemple de cette situation : chaque thème a plusieurs couleurs approuvées et, entre autres, trois légendes différentes peuvent être proposées.

- Si l'on a des contraintes utilisateur seulement sur quelques thèmes, le système propose des couleurs possibles pour les thèmes non contraints. Le système utilise tout d'abord des

contraintes conventionnelles : « *La mer doit être représentée par une couleur de la famille des bleus* » et « *La végétation doit être représentée par une couleur de la famille des verts* ». Puis une contrainte de contraste, « *Le fond cartographique doit être suffisamment clair* ». Pour les autres thèmes qui n'ont pas de famille de couleurs associée, le système applique des contraintes sur les relations inter-thèmes et intra-thème. La figure 6 présente des propositions de couleurs pour les thèmes non contraints par l'utilisateur, respectant les contraintes cartographiques : le thème routes doit avoir une teinte proche de celle du thème routes principales afin de représenter correctement une relation d'association. Une fois que le système a des couleurs possibles pour chaque thème, il peut tester toutes les possibilités comme dans le cas précédent.

- Si l'on a des contraintes utilisateur sur les couleurs indépendamment des thèmes, le système associe automatiquement couleurs et thèmes, en respectant les contraintes conventionnelles et de contraste, détaillées précédemment (fig. 7). Ensuite il teste toutes les possibilités.

Pendant cette étape, plusieurs interactions vont avoir lieu de façon récursive afin de proposer des couleurs variées et adaptées, de trouver les meilleures combinaisons de couleurs et finalement de converger vers les légendes les plus satisfaisantes. Une fois que ces légendes sont construites, l'utilisateur peut en sélectionner quelques unes qui lui plaisent tout particulièrement et les retoucher s'il le souhaite dans l'étape suivante.

2.3 Retouches de légendes choisies par l'utilisateur

La troisième étape consiste, pour l'utilisateur, à retoucher les légendes qu'il a précédemment choisies, à l'aide de palettes de couleurs, afin de les améliorer. L'outil de retouche est construit selon le thème à modifier. Par exemple, si l'utilisateur cherche à modifier la couleur courante d'un thème Mer, le système propose un outil de retouche composé d'une palette dégradée en valeurs de la couleur courante, d'une palette d'autres teintes conventionnelles, c'est-à-dire des teintes de la famille de couleur bleue. Si l'utilisateur manipulait une toile de maître, l'outil serait également composé de la palette des couleurs de la toile, dégradée en valeurs. Un exemple d'outil est présenté en figure 14.

3 Prototype COLorLEGend (COLLEG)

Afin d'améliorer les interactions entre l'utilisateur et le système, un modèle de dialogue a été implémenté (Christophe 2008). Un contrôleur de dialogue gère la méthode de conception présentée précédemment en tant que *stratégies de conception*. Nous présentons d'abord la tâche d'évaluation du contrôleur, puis nous décrivons l'implémentation des deux stratégies à l'aide d'*échantillons cartographiques* et de *toiles de maîtres*.

3.1 Évaluation

À chaque interaction entre l'utilisateur et le système, celui-ci évalue les contraintes courantes :

- Détection des incohérences entre contraintes : si plusieurs contraintes sont incohérentes, le contrôleur propose à l'utilisateur de choisir une seule de ces contraintes. Par exemple, l'utilisateur peut dire qu'il aime un bleu pour la mer, alors qu'il avait dit qu'il n'aimait pas ce bleu auparavant. L'utilisateur peut éventuellement ne pas choisir car l'approbation/désapprobation d'une couleur dépend fortement de son contexte cartographique.
- Détection d'une situation sur-contrainte : le dialogue peut être sans solution s'il y a trop de contraintes utilisateur. Dans ce cas, une relaxation de certaines contraintes doit être envisagée et l'utilisateur doit valider quelle(s) contrainte(s) est (sont) prioritaires.

Des mesures ont été implémentées, en particulier la vérification de trois états :

- Une *note utilisateur* mesure la satisfaction de l'utilisateur, c'est-à-dire la prise en compte de ses préférences.
- Une *note cartographique* mesure le respect des contraintes cartographiques.
- Une *note système* mesure le bon déroulement du dialogue.

À l'aide du contrôle global du processus de conception, les contraintes courantes sont en permanence évaluées et si le dialogue rencontre des difficultés, le contrôleur est capable de proposer des réparations : revenir en arrière, proposer des alternatives, sauter une étape, changer de stratégie.

3.2 Stratégies de conception de légendes

Au démarrage du dialogue, le contrôleur propose à l'utilisateur de sélectionner une des deux stratégies : échantillons cartographiques ou toiles de maîtres. Ces stratégies déroulent le plan en trois étapes de la méthode de conception. Si une stratégie n'est pas satisfaisante pour l'utilisateur, le système est capable de lui proposer l'autre pour améliorer le processus. Les stratégies utilisent le système de couleurs de référence proposé par (Chesneau 2006, Buard & Ruas 2009) pour gérer les contraintes cartographiques.

3.2.1 Stratégie « Échantillons cartographiques »

Le but de cette stratégie est de proposer des échantillons à l'utilisateur, qu'il choisisse des couleurs dans ces échantillons et que le système les assemble dans de nouvelles légendes. La figure 8 présente le déroulement de cette stratégie.

Pendant l'étape 1, une planche de six échantillons est présentée à l'utilisateur : il peut commenter les échantillons ou les couleurs. La stratégie propose ensuite des planches d'échantillons adaptées, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'utilisateur ait exprimé toutes les préférences qu'il souhaite. Les préférences de couleurs de l'utilisateur sont traduites en contraintes. La figure 9 présente un exemple de couleurs approuvées par l'utilisateur.

Pendant l'étape 2, les contraintes conventionnelles et de contraste sont utilisées, d'abord pour vérifier les préférences de l'utilisateur, ensuite pour les associer correctement aux thèmes. En respectant les préférences affichées en figure 9, plusieurs légendes sont construites. Deux d'entre elles sont présentées en figure 10.

L'utilisateur peut ensuite sélectionner des légendes construites qui lui plaisent et les retoucher avec l'outil de retouche afin de les améliorer (fig. 14), jusqu'à valider la plus satisfaisante.

3.2.2 Stratégie « Toiles de maîtres »

Le but de cette stratégie est de proposer plusieurs toiles de maîtres à l'utilisateur, associées à leur palette de couleurs représentatives. En sélectionnant une toile de maître, l'utilisateur sélectionne à la fois la palette de couleurs associées et les usages de couleurs décrits pour cette toile (répartition et voisinage des couleurs). Il peut également dire qu'il préfère certaines couleurs de la palette. Le système le prévient si des couleurs choisies pour des thèmes ne

sont pas conventionnelles pour ce thème. La figure 11 présente le déroulement de cette stratégie, à l'aide d'une toile de Derain.

La figure 12 présente trois solutions de légendes à partir de la toile de Derain, appliquées à une zone urbaine. La première n'est, a priori, guère conventionnelle à cause des couleurs choisies pour la mer et la végétation. À l'aide du système de référence des couleurs, les contraintes conventionnelles peuvent être appliquées et les deux légendes suivantes sont proposées. Le système sélectionne la couleur la plus claire de la palette pour représenter le fond cartographique : notons que l'application de cette contrainte marque nettement la limite entre un résultat cartographiquement réaliste et un résultat artistique (fig. 13). Les autres couleurs sont utilisées pour tous les autres thèmes de la légende. L'utilisateur peut faire des retouches grâce à l'outil de retouche spécifique présenté à la figure 14.

Conclusion

Notre principale proposition pour résoudre le problème de l'association correcte de couleurs aux

thèmes de l'utilisateur est une méthode de conception coopérative en trois étapes : identification des préférences de couleurs de l'utilisateur, proposition de légendes adaptées aux contraintes courantes, retouche de légendes choisies. Deux stratégies ont été implémentées, à l'aide d'échantillons cartographiques et de toiles de maîtres. Ces stratégies sont pilotées par un moteur de dialogue homme-machine. Le modèle de dialogue proposé a été implémenté dans le prototype COLorLEGend (COLLEG).

Nous devons maintenant améliorer l'interprétation des préférences de couleurs de l'utilisateur en prenant en compte le contexte cartographique de cette couleur : contrastes variés et harmonies. Nous utilisons également une base de connaissances sur la représentation cartographique que nous construisons actuellement au laboratoire COGIT. Nous sommes aussi en train de travailler sur la caractérisation de l'harmonie des couleurs dans une carte afin de proposer de meilleurs outils d'évaluation de la qualité d'une carte (stage d'Hugo Roussaffa). Des tests du prototype COLorLEGend sont en cours.

Bibliographie

- Bernier E., Bédard Y., Hubert F.**, 2005, "UMapIT: An On-Demand Web Mapping Application Based on a Multiple Representation Database", *8th ICA Workshop on generalization and multiple representation*, A Coruna, Spain.
- Bertin J.**, 1967, *Sémiologie graphique*, Paris, Mouton.
- Brewer C. A.**, 2003, "A Transition in Improving Maps: The ColorBrewer Example", *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 30, no.2, p. 159-162.
- Brewer C. A.**, 2005, *Designing better maps: a guide for GIS Users*, Esri Press, Redlands, CA, USA, 203 p..
- Buard E., Ruas A.**, 2009, "Processes for improving the colours of topographic maps in the context of maps on demand", *24th ICA Conference*, Santiago de Chile, Chile.
- Chesneau E.**, 2006, *Modèle d'amélioration automatique des contrastes de couleurs en cartographie : application aux cartes de risque*. PhD Thesis, Marne La Vallée University.
- Christophe S.**, 2009a, *Aide à la conception de légendes personnalisées et originales : proposition d'une méthode coopérative pour le choix des couleurs*. PhD Thesis, Université Paris – Est.
http://recherche.ign.fr/labos/cogit/pdf/THESES/CHRISTOPHE/These_Christophe_2009.pdf
- Christophe S.**, 2009b, "Chapter 8 - Making legends by means of painters' palettes", dans *Cartography and Art*. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography Series. Cartwright, W.; Gartner, G.; Lehn, A. (Ed.), Springer Berlin, p.81-92.
- Christophe S.**, 2008, 'Creative cartography based on dialogue', *AutoCarto Conference*, Shepherdstown, WV, USA.
- Dominguès C., Christophe S., Jolivet L.**, 2009, 'Connaissances opérationnelles pour la conception automatique de légendes de carte', *Actes des 20^e Journées francophones d'Ingénierie des connaissances*, IC2009, Hammamet, Tunisie, 25-29 mai.

Dominguès C., Bucher B. 2006, 'Legend design based on map samples', *GISciences Conference*, Münster, Germany.

Krygier J., Wood D., 2005, *Making maps: a visual guide to map design for GIS*, New York: Guilford Press.

MacEachren A. M., 1995, *How maps work: Representation, Visualization, and Design*, New York, Guilford Publications.

Monmonier M., 1991, *How to lie with maps*, University of Chicago Press.

Robinson A.H., 1952, *The Looks of Maps*, Madison, University of Wisconsin Press.

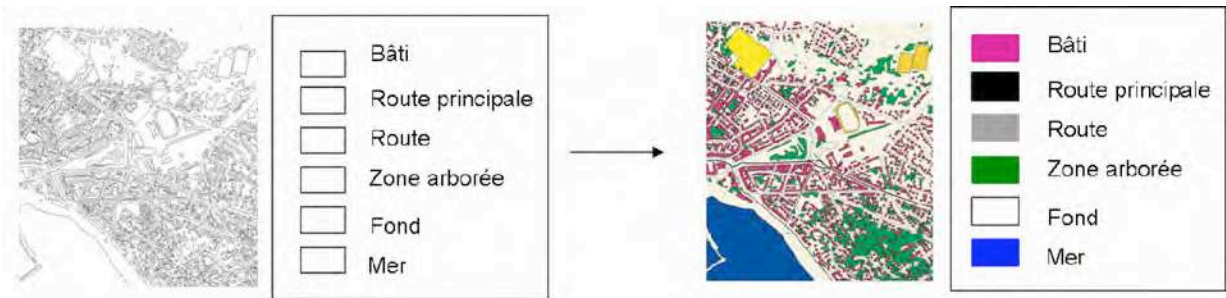


Figure 1 : Processus de conception de légende

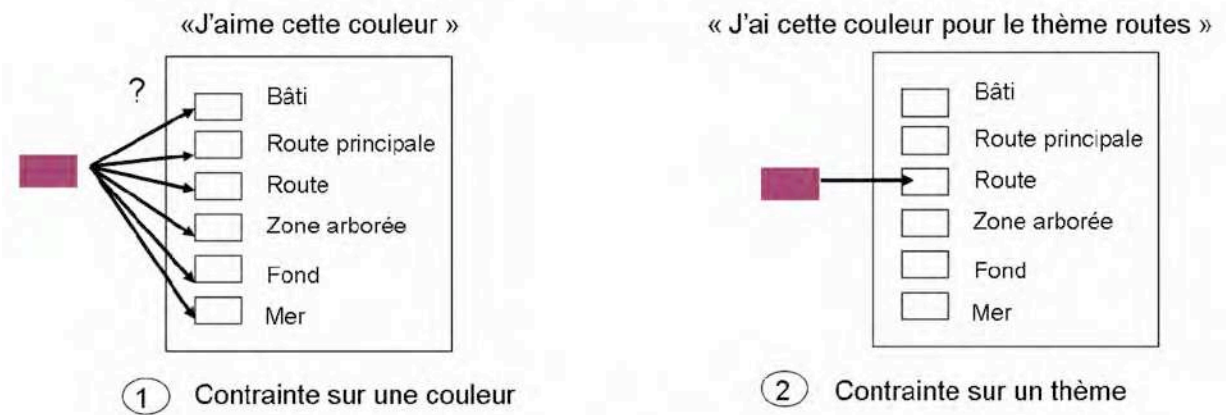


Figure 2 : Types de contraintes utilisateur



Figure 3 : Extrait de la base d'échantillons cartographiques



Figure 4 : Toiles de Matisse¹ et Le Titien² et palettes associées (Christophe 2009b)

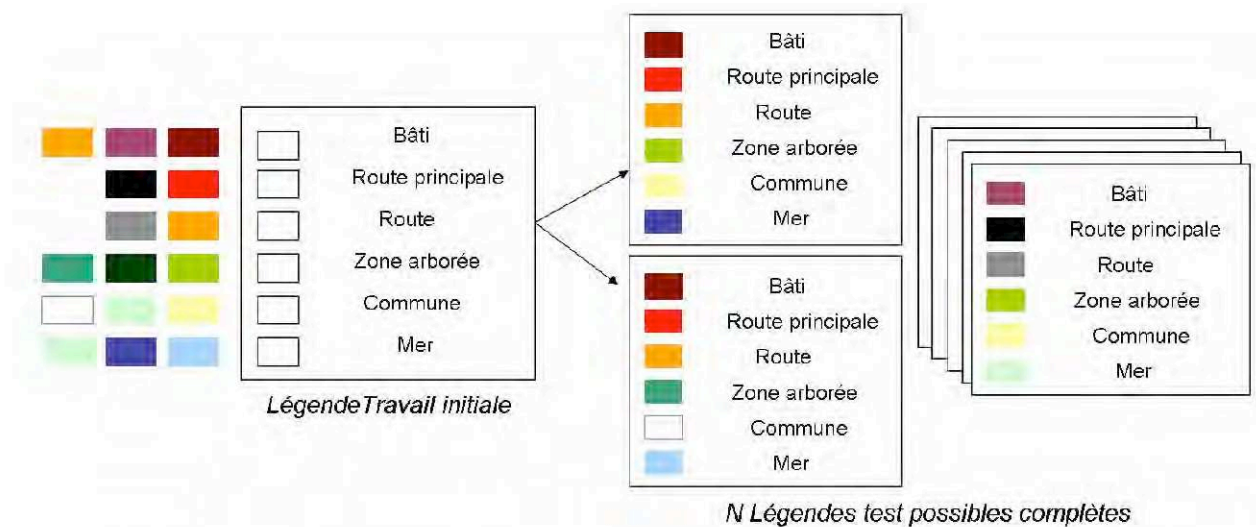


Figure 5 : Association de couleurs à des thèmes

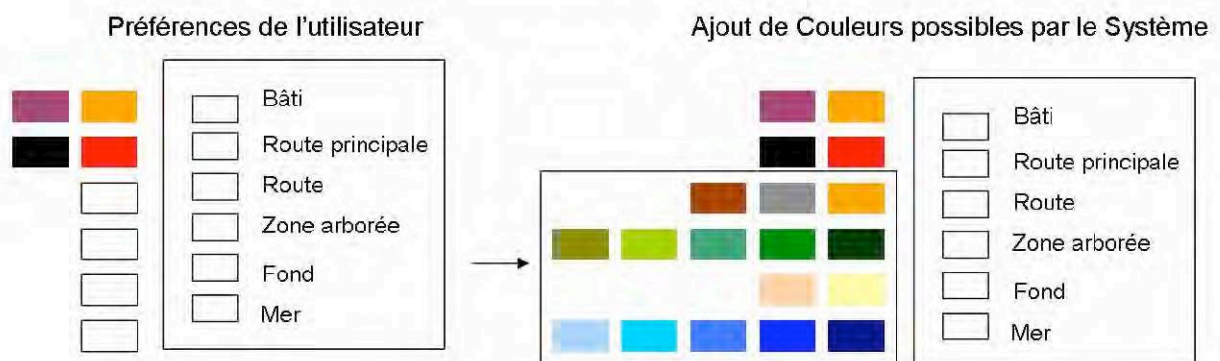


Figure 6 : Proposition de couleurs possibles pour les thèmes non contraints par l'utilisateur

1 Henri Matisse, *La Tristesse du Roi*, 1952, Centre Georges Pompidou, Paris, France, ©Succession H. Matisse

2 Le Titien, *La Vierge au lapin*, ap. 1530, Musée du Louvre, Paris, France.

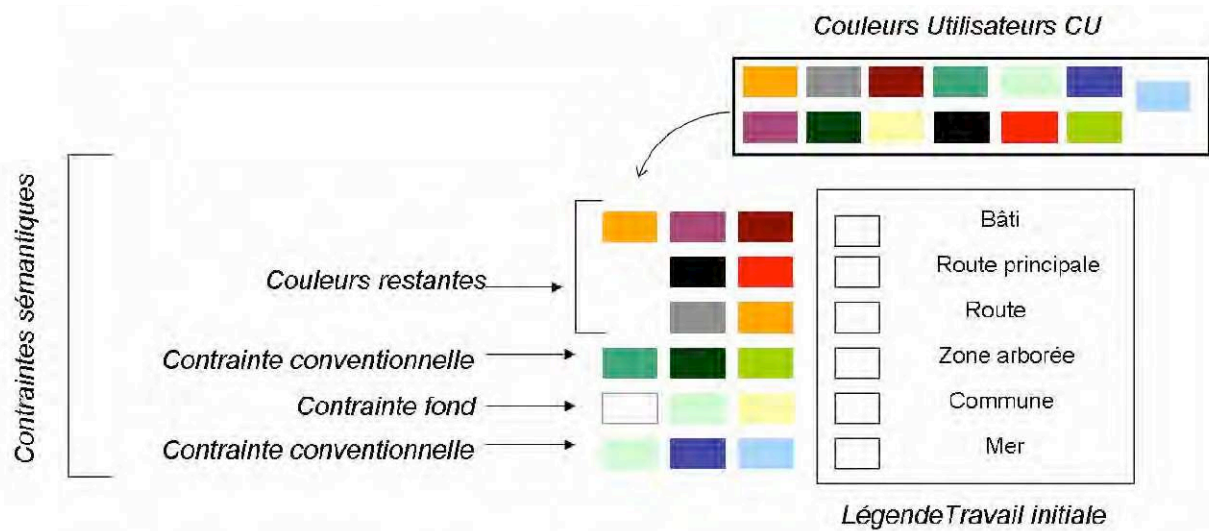


Figure 7 : Association automatique de couleurs approuvées aux thèmes

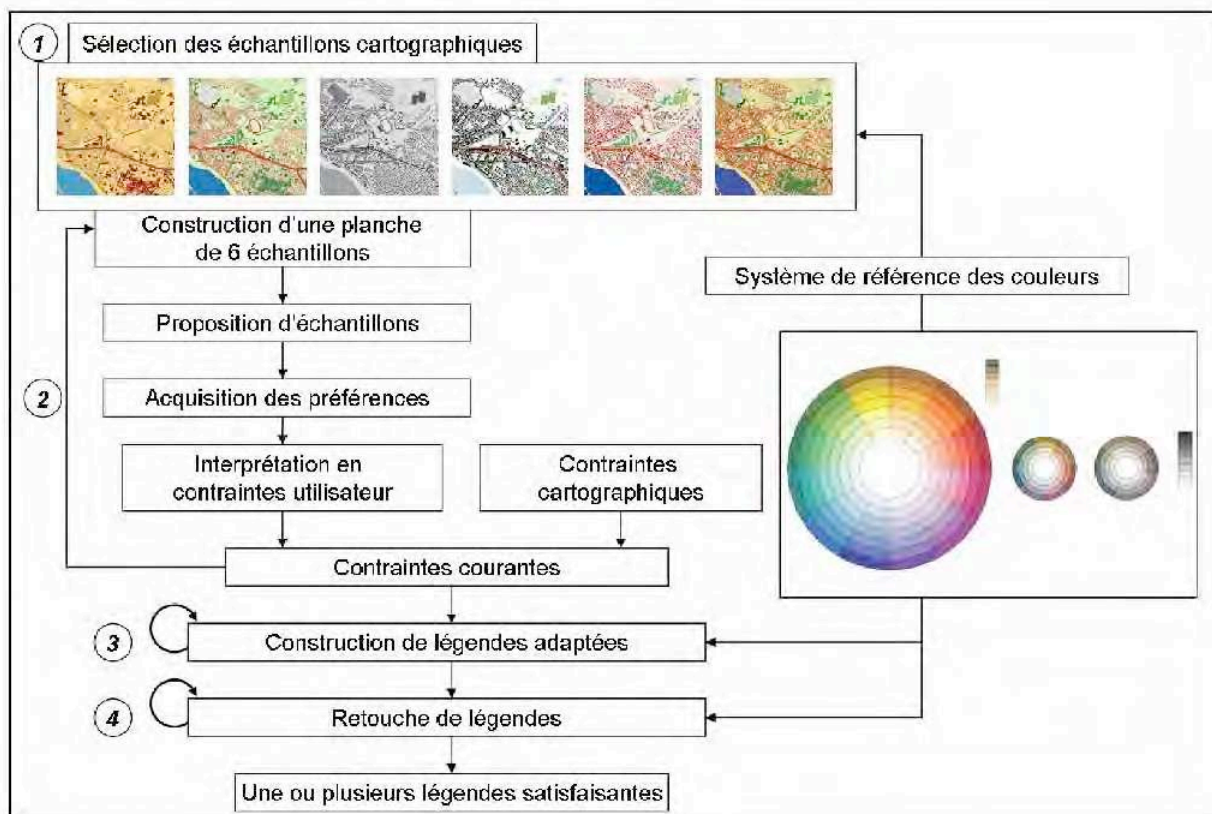


Figure 8 : Stratégie « Echantillons cartographiques »



Figure 9 : Exemple de couleurs approuvées par l'utilisateur

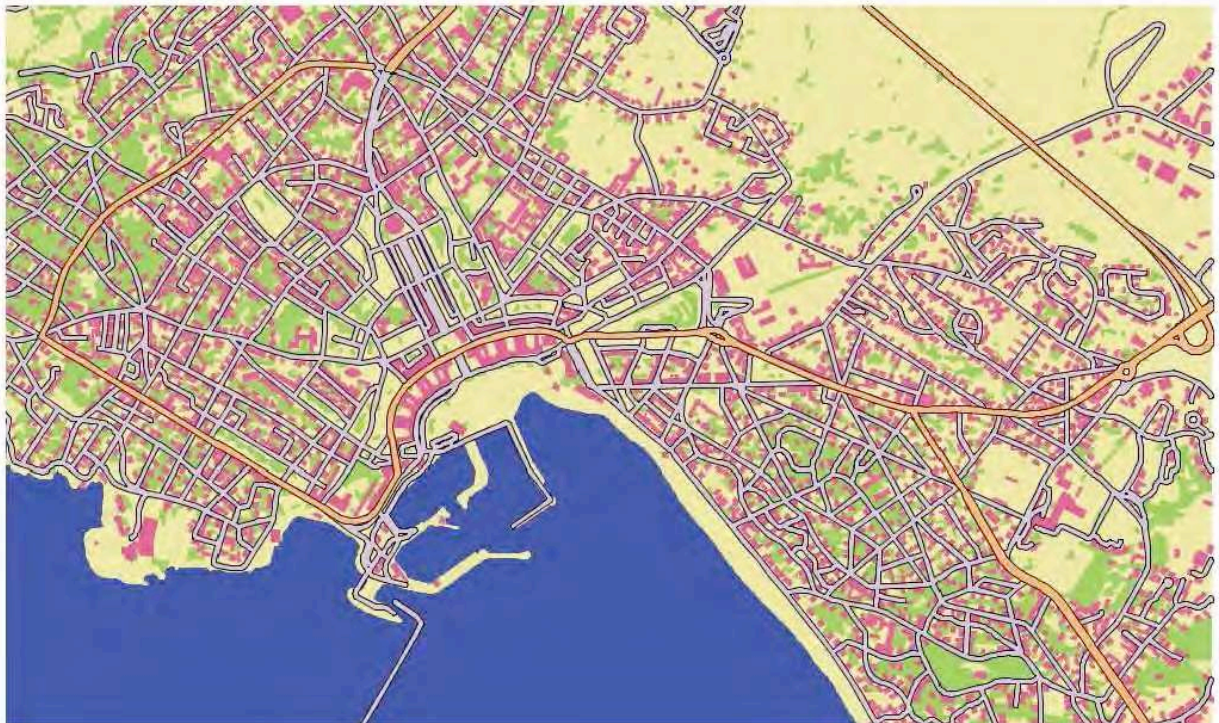


Figure 10 : Deux légendes possibles à partir des couleurs approuvées Fig. 9

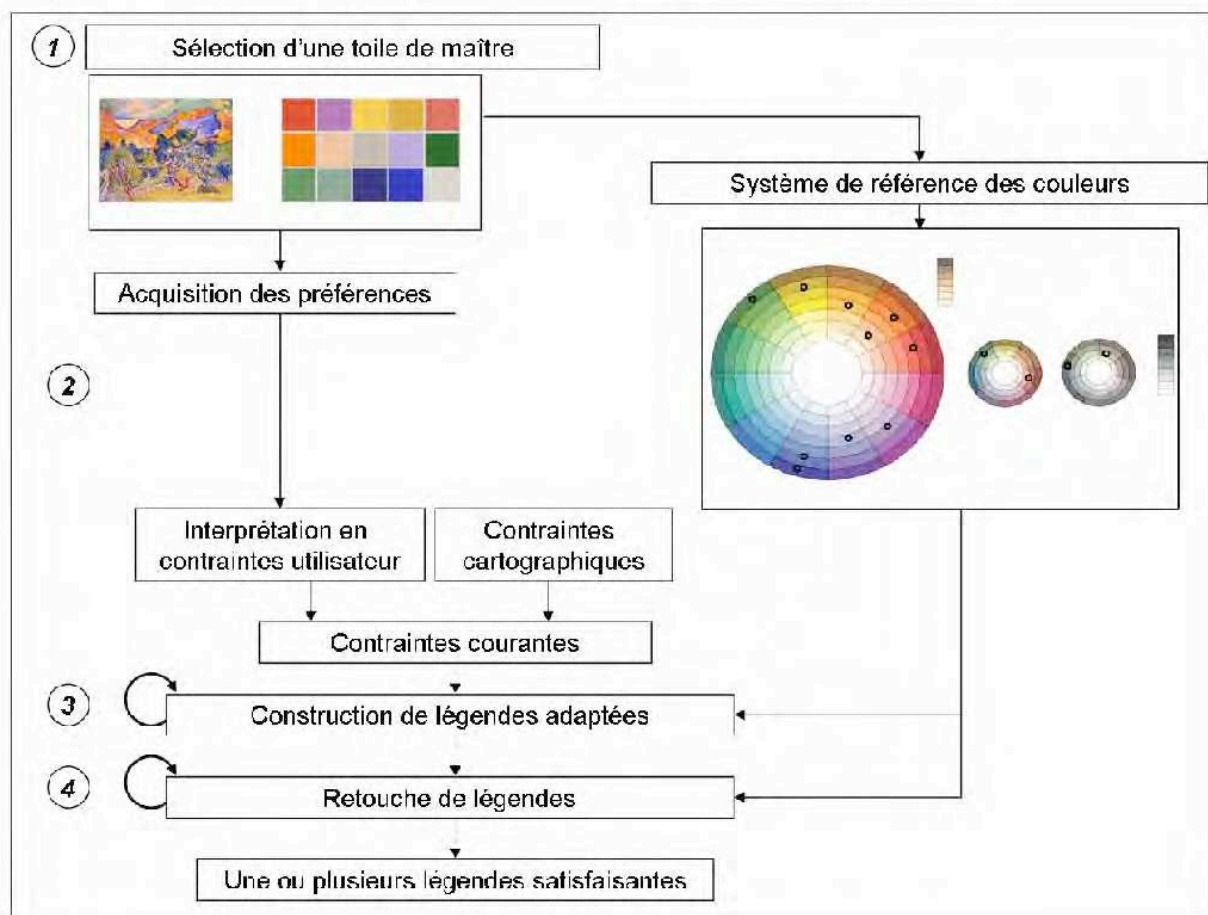


Figure 11 : Stratégie « Toiles de maîtres » (avec Derain)





Figure 12 : Trois légendes possibles à partir de la toile de Derain sur une zone urbaine



Figure 13 : Légende artistique à partir de la toile de Derain sur une zone urbaine



Figure 14 : Exemple d'outil de retouche de la couleur du thème zone arborée