

Rapport de recherche

Cartographier des indicateurs

Abdoul Karim Diawara, Instat, Mali
Bénédicte Garnier, Ined, France
Laurent Richard, Université Laval, Canada





Cartographier des indicateurs



Rapport de recherche réalisé par :

Abdoul Karim Diawara, Instat, Mali
Bénédicte Garnier, Ined, France
Laurent Richard, Université Laval, Canada

Rapport de recherche de l'ODSEF

Québec, octobre 2017



Nouveaux enjeux démographiques en Afrique subsaharienne : promouvoir et recouper les statistiques démographiques pour mieux agir

La situation démographique et son évolution sont mal connues en Afrique subsaharienne. Pour autant, les informations statistiques disponibles ne sont pas toujours toutes exploitées. Dans l'objectif de promouvoir la recherche sur les questions de population en Afrique mais aussi la formation et le transfert des compétences, le projet DEMOSTAF regroupe des instituts de recherche et des instituts nationaux de statistiques dans un programme de mobilités de personnes. DEMOSTAF est construit autour de quatre grands thèmes : fécondité ; mortalité et santé ; ménages et familles ; et éducation. Ces thèmes fédèrent des projets de recherche menés par les différents partenaires, centrés sur des questions contemporaines clés et qui s'intègrent aux objectifs de développement durable (ODD) adoptés fin 2015. Le programme met l'accent sur l'articulation entre les données quantitatives produites au niveau national (recensements et enquêtes représentatives) et celles produites au niveau local (systèmes de suivi démographique ou état civil mis en place localement). Grâce à l'implication étroite des instituts nationaux de statistiques, le programme permettra de consolider et de promouvoir la statistique publique.

DEMOSTAF implique 18 partenaires : 5 instituts académiques européens, reconnus pour leur expertise dans l'étude de la population africaine, 12 partenaires africains – dont 4 instituts nationaux de statistiques - situés au Burkina Faso, au Kenya, à Madagascar, au Mali, au Sénégal et en Ouganda ainsi qu'un partenaire nord-américain, l'*Observatoire démographique et statistique de l'espace francophone* (ODSEF) de l'Université Laval. Un comité consultatif scientifique associe des experts internationaux sur les thématiques traitées. Au total, le projet regroupe une centaine de participants.

Le projet DEMOSTAF en quelques mots

- Un financement européen pour promouvoir l'échange de personnels dans la recherche et l'innovation dans le cadre du programme RISE (*Research and Innovation Staff Exchange*).
- 14 institutions académiques et 4 instituts africains de statistique.
- Une centaine de participants (chercheurs, doctorants et ingénieurs) dont les deux tiers sont engagés dans des mobilités d'au moins 1 mois entre les institutions.
- Un projet de 4 ans - de 2016 à 2019.

Contact : contact_demostaf@listes.ined.fr

Twitter : @Demostafproject

Site Web : <http://demostaf.site.ined.fr/>



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 690984 / Le présent projet a bénéficié d'un financement au titre du programme-cadre de recherche et d'innovation "Horizon 2020" dans le cadre de la convention de subvention Marie Skłodowska-Curie n° 690984.

Éléments de référence pour citer ce document :

DIAWARA, Abdoul Karim, Bénédicte GARNIER et Laurent RICHARD (2017). *Cartographier des indicateurs*. Québec, Observatoire démographique et statistique de l'espace francophone, Université Laval, Rapport de recherche de l'ODSEF, 41 p.

Note à propos des auteurs

Abdoul Karim Diawara est statisticien, ingénieur au Département des statistiques démographiques et sociales de l'Institut National de la Statistique (INSTAT) du Mali. Au cours du recensement (RGPH) de 2009 du Mali il a occupé le poste de chef de la section Cartographie. Expert en cartographie censitaire, il accompagne les équipes de recherche dans l'identification et la géolocalisation des zones d'étude. En outre, il dispense des cours de cartographie au Centre de formation et de perfectionnement en statistique (CFP-STAT) du Mali.

Bénédicte Garnier est statisticienne, ingénieure au service des méthodes statistiques de l'Institut National d'Études Démographiques (Ined) à Paris. Experte en analyses exploratoires, elle propose aux chercheurs des méthodes et des outils adaptés, puis elle les guide pour l'interprétation, la visualisation et la valorisation des résultats. Elle est investie dans des projets de recherche de l'Ined. Formatrice dans le cadre de la formation continue, elle enseigne la statistique textuelle à l'université et elle co-anime un atelier sur l'analyse des données relationnelles.

Laurent Richard est professionnel de recherche à l'Université Laval. Au cours des dernières années, il a également occupé la fonction d'analyste à Statistique Canada. L'analyse des données, les systèmes d'information géographique ainsi que les nouvelles technologies de l'information constituent ses principaux champs d'expertise.

ISBN : 978-2-924698-17-4 (PDF) - 978-2-924698-16-7 (version imprimée)

Dépôt légal (Québec et Canada), 4e trimestre 2017

Remerciements

La rédaction de ce manuel a été rendue possible grâce au financement de l'ODSEF de l'Université Laval (Canada) avec le soutien du pôle Perspectives Internationales de l'INED (France). L'INSTAT (Mali) doit aussi être remercié pour la mise à disposition de son personnel. Ce manuel, destiné à l'ensemble des utilisateurs des données de recensement des pays africains francophones, reste plus spécifiquement associé aux travaux menés dans le cadre des volets "Famille et Ménage" et "Éducation" du projet européen DEMOSTAF (*Demography Statistics for Africa*, subvention n°690984) sur les recensements du Burkina Faso, du Mali et du Sénégal.

Les auteurs remercient Richard Marcoux, directeur de l'ODSEF, ainsi que toute son équipe, d'avoir favorisé ce travail collaboratif dans le cadre du programme d'accueil de l'ODSEF tenu à Québec en août 2017. Cette période était opportune pour échanger avec les collègues du volet "Éducation" de DEMOSTAF présents à l'ODSEF au même moment. Nous leur transmettons toute notre gratitude pour leur appui et leur collaboration. Les rencontres avec les équipes du projet DEMOSTAF se sont poursuivies à Paris en septembre 2017. Merci à toutes les personnes qui ont apporté des suggestions et des commentaires pour les développements actuels et futurs du volet cartographique du projet. Nous tenons aussi à remercier Véronique Hertrich et Assa Gakou qui ont initié ce travail de cartographie dans le cadre du volet "Famille et Ménage" de DEMOSTAF.

Abdoul Karim Diawara,
Institut national de la statistique (INSTAT), Mali

Bénédicte Garnier
Institut National d'Etudes Démographiques (INED), F-75020 Paris, France

Laurent Richard,
Université Laval, Canada

Résumé

Les supports pédagogiques que nous présentons ici sont destinés à la production d'atlas cartographiques à partir des données de recensements de la population en Afrique. Élaborés dans le cadre du projet DEMOSTAF, ces supports s'adressent particulièrement aux analystes qui souhaitent réaliser des planches cartographiques. La démarche générale de création de cartes est abordée sommairement, surtout à partir de contenu d'ateliers de formation développés pour les pays du sud. Les néophytes en matière d'utilisation des systèmes d'information géographique et du logiciel QGIS trouveront dans ce guide, et dans les fichiers d'accompagnement, des renseignements à propos de notions de base et des instructions détaillées au sujet de l'exécution de certaines commandes.

Mots-clés

Cartographie; discrétisation; jointure de données; logiciel QGIS; symbologie.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES.....	VIII
LISTE DES CARTES.....	IX
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	X
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PRÉPARER L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL	6
1.1. Utiliser les fichiers fournis.....	6
1.2. Préparer les indicateurs statistiques.....	6
1.3. Importer les palettes de couleurs définies pour l'Atlas régional.....	10
CHAPITRE 2 : GÉNÉRER LES CARTES	13
2.1. Paramétrer les couches dans QGIS	13
2.2. Modifier les propriétés d'une couche	15
2.3. Définir la symbologie (style) d'une couche	15
2.3.1. Choix des couleurs de la carte choroplèthe.....	16
2.3.2. Discrétiser l'indicateur en classes	17
2.4. Afficher le décompte des entités d'une couche	19
2.5. Dupliquer une couche.....	20
2.6. Nommer une couche	21
2.7. Sommaire des opérations pour cartographier un indicateur	22
CHAPITRE 3 : HABILLER, IMPRIMER, EXPORTER LA CARTE	24
3.1. Compositeur d'impression.....	24
3.2. Imprimer ou exporter la carte.....	26
CONCLUSION	27
ANNEXES	28

Liste des tableaux

Tableau 1 : Premier caractère du nom des variables selon la famille d'indicateurs	9
--	---

Liste des figures

Figure a : Carte de localisation et carte thématique	3
Figure b : Démarche générale de création d'une carte	5
Figure 1.1 : Contenu du répertoire "Atlas_Regional"	6
Figure 1.2 : Arborescence du répertoire "DS_Carto"	7
Figure 1.3 : Extrait du fichier des indicateurs préparés pour la cartographie	9
Figure 1.4 : Procédure d'importation des styles DEMOSTAF dans QGIS	11
Figure 2.1 : Fenêtre principale de QGIS, projet <i>Canevas_02_choroplethe.qgs</i> ..	13
Figure 2.2 : Panneau <i>Couches</i>	14
Figure 2.3 : Accéder aux propriétés d'une couche	15
Figure 2.4 : Procédure d'attribution d'un style à une couche	15
Figure 2.5 : Choisir les couleurs d'une carte choroplèthe	17
Figure 2.6 : Mode de classement (discrétisation)	17
Figure 2.7 : Visualiser le rendu de la discrétisation à l'aide d'un histogramme ...	19
Figure 2.8 : Afficher le décompte des entités d'une couche	20
Figure 2.9 : Dupliquer une couche	21
Figure 2.10 : Modifier le nom d'une couche dans un projet QGIS	21
Figure 2.11 : Ajuster le nombre de classes	23
Figure 3.1 : Mise en page des éléments	24
Figure 3.2 : Exemple de titre et de sources pour présenter une carte	25
Figure 3.3 : Menu d'impression et d'exportation	26

Liste des cartes

Carte A.1 : Écarts résiduels mineurs entre les fichiers GADM modifiés et les fichiers fournis par les agences nationales de statistiques.....	30
--	----

Sigles et abréviations

DEMOSTAF *Demography Statistics for Africa*

GADM *Global Administrative Areas*

ODSEF Observatoire démographique et statistique de l'espace francophone

Introduction

L'objectif de ce support

Ce tutoriel, sous forme de *Pas à pas* avec des captures d'écran commentées, a été créé pour générer des cartes dans le cadre du projet DEMOSTAF (*Demography Statistics for Africa*). Son but est de permettre à l'équipe de s'initier à la production de cartes à l'aide de projets conçus avec le système d'information géographique QGIS¹, un logiciel libre et gratuit. Chacun pourra adapter diverses composantes de ces projets fournis à la manière de canevas ou gabarits.

QGIS permet de modéliser, de cartographier, d'éditer, de traiter et d'analyser l'information géographique (cours « Introduction à QGIS », P. Racine et L. Richard). Toutes ces fonctionnalités ne sont pas abordées ici ; pour en savoir plus, se référer à un guide d'utilisation du logiciel ou à un cours.

Ce sont principalement les possibilités cartographiques qui seront explorées dans le présent guide. Nous allons décrire les étapes à effectuer pour présenter des indicateurs statistiques : de la préparation des données, à la création de cartes dans un projet préconçu. Nous verrons aussi comment joindre de nouvelles données (indicateurs).

Nous vous proposons une démarche de production de cartes pour l'ensemble des trois pays de DEMOSTAF : Burkina Faso, Mali, Sénégal. Ainsi, la réalisation d'un Atlas régional sert d'exemple. Le développement des Atlas nationaux envisagés dans le cadre du projet DEMOSTAF pourra s'effectuer à la lumière des concepts présentés ici et pourra faire l'objet de guides d'accompagnement spécifiques à réaliser ultérieurement.

¹ <http://www.qgis.org>. Dans ce guide, la version 2.18.11 de QGIS pour un système MsWindows a été utilisée. Le contenu des fenêtres tel qu'illustré dans les captures d'écran réalisées ici pourrait varier dans le cas d'une version différente du logiciel.

De manière à faciliter la production de cartes (ou planches cartographiques), trois projets QGIS ont été préparés. Chacun de ceux-ci comporte un paramétrage initial visant la production de différents types de cartes :

- **Canevas_01_Localisation.qgs** pour des cartes de localisation ;
- **Canevas_02_Choroplethe.qgs** pour des cartes choroplèthes avec gamme de couleurs présentant des indicateurs de type taux ou ratio ;
- **Canevas_03_Symbole.qgs** pour des cartes de cercles proportionnels présentant des effectifs de population ou encore des taux ou des ratios en plage de couleurs à l'intérieur de symboles.

Tous ces projets utilisent un fichier cartographique de base associé au second niveau géographique des recensements des pays concernés, c'est-à-dire regroupant l'ensemble des 140 unités territoriales suivantes : les 45 provinces du Burkina Faso en 2006, les 50 cercles du Mali en 2009 et les 45 départements du Sénégal en 2013. L'annexe A présente la phase de création de ce fond de carte conçu pour l'Atlas régional DEMOSTAF.

Disposant ainsi d'un fichier cartographique réunissant les provinces (Burkina Faso), les cercles (Mali) et les départements (Sénégal), il a été possible de joindre les données préparées par les équipes d'analystes à ce fond de carte. Cette jointure a déjà été réalisée dans les canevas. Si d'autres indicateurs sont à ajouter ou s'il faut reprendre cette étape en raison de la mise à jour de nombreux indicateurs, l'annexe B de ce document explique comment effectuer cette tâche dans QGIS.

La démarche de création d'une carte

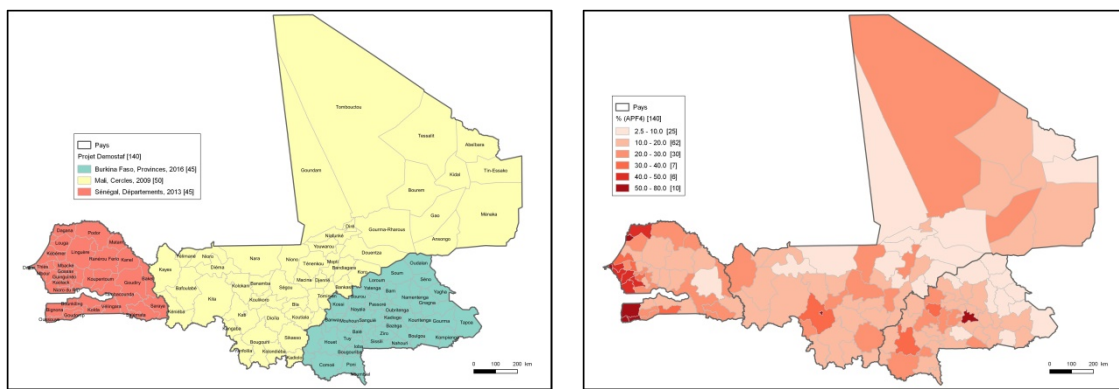
Pourquoi concevoir une carte ?

Une carte permet à la fois d'explorer des données localisées et de présenter le résultat d'une analyse. Une carte est un graphique qui utilise la communication avec un langage visuel, comme des variations de couleurs ou de taille de symboles, et un référent territorial, comme un découpage en pays ou régions. Une carte est une représentation possible des données, elle constitue un point de vue : sa conception est une suite de choix que son auteur doit faire pour présenter un résultat.

Comment concevoir une carte ?

Il faut tout d'abord identifier l'objectif de la carte : situer et/ou montrer. Dans le premier cas, le projet cartographique cherchera à produire une carte de localisation (Figure a). Dans le second cas, l'objectif est de réaliser une carte thématique permettant d'analyser, d'interpréter ou de comparer la distribution d'un phénomène dans l'espace géographique. Pour concevoir une carte, il est nécessaire aussi de s'interroger sur son public et son support (papier, écran, Web) pour choisir les éléments graphiques et le format à privilégier pour la diffuser.

Figure a : Carte de localisation et carte thématique

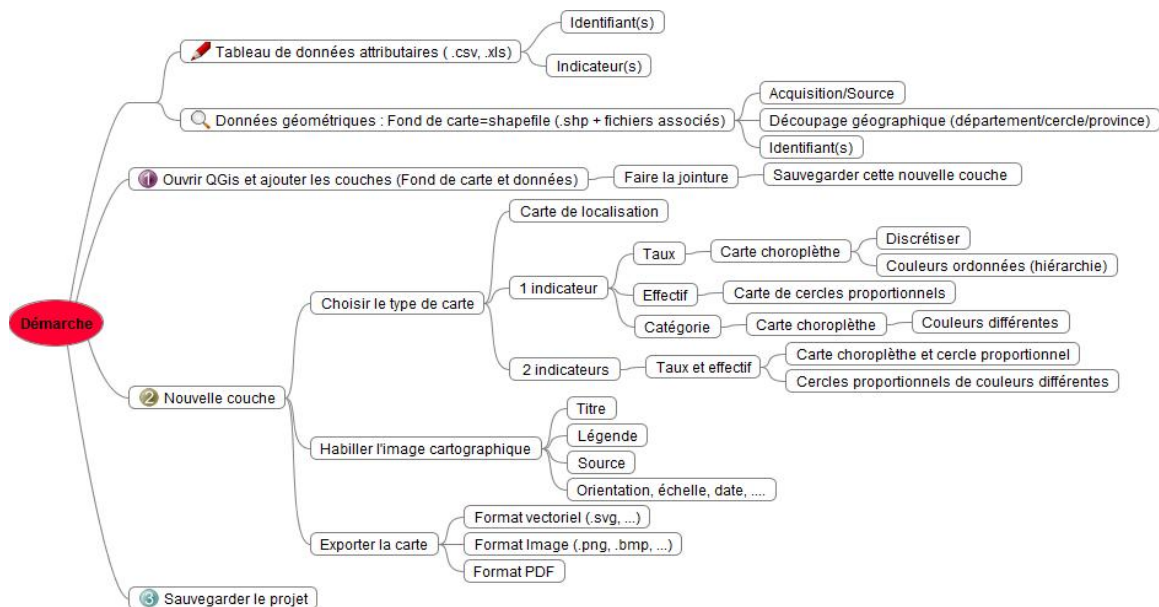


L'une des premières étapes consiste à rassembler les fichiers contenant l'information cartographique. Afin de déterminer un "fond de carte", le projet cartographique contiendra des paramètres au sujet du rendu des découpages administratifs retenus, de la projection et de l'emprise territoriale. En second lieu, il est important de préparer le fichier contenant les indicateurs statistiques à représenter. Ce fichier doit contenir un champ permettant d'identifier isolément chacune des entités territoriales. Cet identifiant doit également se retrouver dans le fichier cartographique afin de rendre possible l'appariement (jointure) entre les informations statistiques et les fichiers géométriques (souvent, des polygones).

L'étape suivante consiste à générer une carte avec un logiciel comme QGIS en paramétrant l'affichage des couches et de divers éléments ; la représentation cartographique doit respecter certaines règles de sémiologie (type de carte, variation de couleurs, taille de symbole, ...). Ces notions, pour lesquelles il existe une littérature abondante, seront abordées minimalement dans le cadre du présent document. Il en est de même de la discrétisation des données (modes de classement).

Après avoir opéré les principaux choix définissant le projet cartographique, la production de la carte est complétée en ajoutant divers éléments servant à "habiller" la carte et étant indispensables à sa compréhension : titre, légende, source, etc. Le résultat peut ensuite être exporté en format image matricielle (jpg, png, ...) ou vectorielle (pdf, svg, ...) ou encore en vue d'une utilisation sur le Web (cette dernière option ne sera pas présentée ici). Le résultat de cette exportation sera considéré comme un "produit" du concept cartographique et il pourra être importé dans des rapports recherches ou autres supports à définir. La figure suivante présente un schéma de la démarche générale visant à représenter cartographiquement des données statistiques.

Figure b : Démarche générale de création d'une carte



Chacun des trois projets QGIS susmentionnés contient des fichiers cartographiques dont les usagers peuvent modifier le rendu. Par exemple, il est possible de modifier le mode de classement (discrétisation) d'un indicateur statistique, d'adapter la représentation de divers éléments en fonction de besoins spécifiques d'analyse. Nous recommandons de maintenir constante le paramétrage de la mise en page (composeurs d'impression de QGIS) fournis à même les projets, de manière à produire des planches qui soient de même format et de même apparence. Nous y reviendrons plus loin. De même, les données fournies à même les canevas ou gabarits, sont celles rendues disponibles à l'équipe en charge de la production de ces fichiers pour la cartographie. Ces données pourraient être modifiées ou bonifiées au fil des travaux. Voilà pourquoi la méthode de jointure, entre les fichiers cartographiques et les données statistiques, est expliquée plus loin dans ce guide (Annexe B).

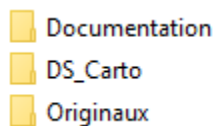
CHAPITRE 1 : PRÉPARER L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

L'une des clefs du succès pour créer des cartes réside dans l'organisation du travail et des fichiers. Divisé en trois sections, ce premier chapitre traite à la fois d'opérations réalisées par l'équipe de DEMOSTAF en charge de la cartographie et d'opérations à réaliser par les analystes.

1.1. Utiliser les fichiers fournis

Créer un atlas cartographique nécessite de manipuler un grand nombre de fichiers et nous recommandons d'organiser vos répertoires de travail. Le fichier **Atlas_Regional.zip** fourni est déjà organisé (figure 1.1). Une fois décompressé, vous pourrez l'enrichir au fur et à mesure de la création de cartes. L'annexe C présente une brève description de tous les fichiers fournis.

Figure 1.1 : Contenu du répertoire "Atlas_Regional"



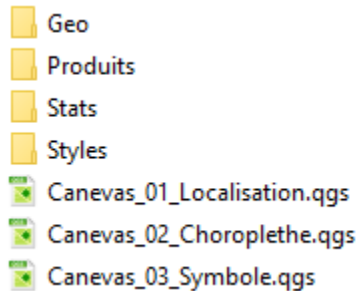
- Le répertoire **Documentation** contient des fichiers destinés aux analystes du projet DEMOSTAF intéressés à produire des cartes. Entre autres, ce répertoire contient une copie électronique du présent guide.
- Le répertoire **DS_Carto** contient 4 sous-répertoires et les 3 projets QGIS servant de gabarits² pour la production de cartes. Les informations enregistrées dans ces projets sont les couches ajoutées, les propriétés d'affichage des couches (symbologie, ...), les projections des cartes et les mises en page.
- Le répertoire **Originaux** contient deux sous-dossiers, l'un pour les données statistiques dans le répertoire **Stats** (par exemple, le fichier Excel des indicateurs tels que compilé par l'équipe d'analystes du projet DEMOSTAF) et le répertoire **Geo** regroupant les fichiers géographiques provenant du site Web *Global Administrative Areas*³ (voir Annexe A). Il est **important de rappeler de NE PAS modifier ni même utiliser ces fichiers-sources originaux dans les projets QGIS**. Des copies de travail des fichiers requis pour la création des cartes se trouvent déjà dans le répertoire **DS_Carto**.

² Canevas_01_Localisation.qgs, Canevas_02_Choroplethe.qgis, Canevas_Symbole.qgis.

³ <http://www.gadm.org/>

Ainsi, c'est le répertoire **DS_Carto** qui contient les éléments que les analystes du projet DEMOSTAF sont susceptibles d'adapter selon leurs besoins. Ce répertoire est organisé de la manière suivante :

Figure 1.2 : Arborescence du répertoire "DS_Carto"



- Le répertoire **Geo** regroupe les shapefiles⁴ (fichiers de formes) utilisés dans les divers projets QGIS. Le sous-dossier intitulé Source contient les deux fichiers shapefiles à partir desquels les jointures de données ont été effectuées de manière à dériver les couches servant à cartographier les indicateurs statistiques. Autrement dit, s'il fallait réactualiser les données statistiques actuelles et reprendre la phase de jointure des données, c'est aux fichiers "DS_PopTot.shp" et "DS_Centro.shp" auxquels il faudrait joindre les nouveaux ensembles modifiés de données statistiques; le résultat de chacune de ces jointures devrait ensuite être sauvegardé dans le répertoire Geo sous les noms "DS_Data.shp" et "DS_Centro_data.shp". Au moment de rédiger ce guide, les jointures ont déjà été réalisées par l'équipe en charge du volet cartographique de DEMOSTAF à partir des données rendues disponibles. L'Annexe B présente des informations supplémentaires au sujet de l'opération de jointure entre un fichier d'indicateurs statistiques et un fichier de formes géométriques (shapefile).
- Le répertoire **Produits** est celui où il est recommandé d'enregistrer les résultats des travaux cartographiques, c'est-à-dire, par exemple, les cartes thématiques exportées dans un ou plusieurs formats (jpg, png, pdf, ...).
- Le répertoire **Stats** regroupe principalement les copies des fichiers des indicateurs statistiques. Ces documents ont été formatés de manière à rendre possible les jointures entre les données statistiques et les fichiers géographiques. Enfin, le dossier **Styles** présente un fichier de type XML servant à créer les palettes de couleurs définies dans le cadre du projet d'Atlas régional DEMOSTAF.

⁴ C'est en fait un ensemble de plusieurs fichiers, d'extension « .shp, .dbf, .shx, .prj, ... » portant exactement le même nom à la racine, qui doivent être placés dans le même répertoire.

Nous recommandons aux analystes de conserver précieusement le fichier **Atlas_regional.zip** fourni et de maintenir les fichiers à jour en cas de livraison ultérieure. ***De même, les trois fichiers dont le nom commence par le terme “Canevas” ne devraient pas être modifiés.*** Il serait plus indiqué de créer des ***copies de ces fichiers en les renommant différemment*** de manière à refléter la famille d'indicateurs que l'analyste souhaite représenter, puis, d'éditer uniquement ces nouveaux fichiers de projets QGIS.

1.2. Préparer les indicateurs statistiques

Les équipes d'analystes responsables de générer les indicateurs statistiques à partir des données de recensement utilisent généralement des logiciels statistiques (ex SPSS). Les résultats compilés pour différentes entités territoriales peuvent ensuite être exportés en différents formats dans des tableurs de données (ex MsExcel).

Dans le cas de cet Atlas régional DEMOSTAF, le tableur contient autant de lignes que d'entités territoriales à cartographier (N=140) en plus d'une ligne en entête servant à indiquer le nom des variables (Figure 1.3). Chacune des colonnes contient une variable. Dans l'extrait ci-dessous, les cinq premières colonnes correspondent à la description des entités territoriales. La variable **“DS_Id2”** a été créée par l'équipe en charge de la cartographie afin de réaliser la jointure initiale des données aux fichiers géographiques, car la codification existante dans les fichiers GADM divergeait de celle des unités provenant des recensements (RGPH). La variable **“Code_RGPH”** est un identifiant unique des entités censitaires, composé de l'acronyme du nom du pays (**“Pays”**) et du numéro de l'entité géographique dans les différents recensements des pays considérés (**“Id_Geo”**). Il est indispensable que ce fichier contienne au moins un identifiant unique des entités, ce qui permettra de joindre ce fichier au fond de carte. La variable **“Nom_Geo”** est le nom de l'entité provenant également des fichiers de données censitaires.

Figure 1.3 : Extrait du fichier des indicateurs préparés pour la cartographie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	DS_Id2	Code_RGPH	Pays	Id_Geo	Nom_Geo	ANH1	ADH1	APH1	ANF1	ADF1	APF1	ANT1	ADT1	APT1
2	MLI09	MLI_11	MLI	11	KAYES	3 603	10 763	33,5	1 534	11 028	13,9	5 137	21 791	23,6
3	MLI06	MLI_12	MLI	12	BAFOULABE	1 343	5 136	26,1	597	5 541	10,8	1 940	10 677	18,2
4	MLI07	MLI_13	MLI	13	DIEMA	518	4 291	12,1	191	5 021	3,8	709	9 312	7,6
5	MLI08	MLI_14	MLI	14	KENIEBA	870	4 647	18,7	285	4 209	6,8	1 155	8 856	13,0
6	MLI10	MLI_15	MLI	15	KITA	2 281	9 618	23,7	983	9 611	10,2	3 264	19 229	17,0

Les colonnes suivantes (**ANH1** à **APT1**) sont des indicateurs statistiques. Les noms des variables⁵ des indicateurs statistiques utilisent un intitulé court pour faciliter les traitements. De même, ces intitulés peuvent être utilisés pour nommer les compositeurs d'impression et les fichiers de sortie (exportation des cartes aux formats images, etc.). Le tableau ci-dessous dresse la liste des familles d'indicateurs retenus à ce jour et la lettre de l'alphabet utilisée comme premier caractère dans le nom des variables correspondantes.

Tableau 1 : Premier caractère du nom des variables selon la famille d'indicateurs

1er caractère (nom des variables)	Famille d'indicateurs
A	Ayant atteint le primaire
B	Ayant achevé le primaire (atteint dernière classe)
C	Analphabètes
D	Analphabètes jamais scolarisés
E	Analphabètes ayant été scolarisés
F	Jamais scolarisés
G	Ayant atteint le secondaire
H	Ayant atteint le supérieur

⁵ Actuellement le nom des variables est composé de quatre caractères :

1. Famille de l'indicateur (A=1er indicateur, B=2e indicateur, etc.).
2. Type d'indicateur (N=Numérateur, D=Dénominateur, P=Proportion, taux, ratio).
3. Population concernée (H=Hommes, F=Femmes, T=Total).
4. Génération (1 = nés entre 1950 et 1959, 2= 1960-1969, etc.).

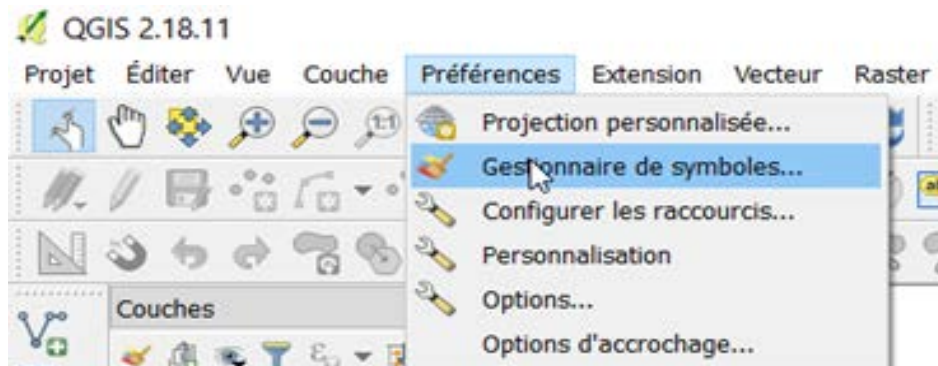
Par exemple, la variable “**ANT3**” appartient à la famille d’indicateurs liés au pourcentage d’individus ayant atteint le primaire (**A**). En fait, il s’agit du numérateur (**N**) ayant servi à calculer ce pourcentage, les sexes réunis (**T**), pour la 3e génération (**3**), soit celle des personnes nées de 1970 à 1979 inclusivement. Ainsi, la variable nommée “ADT3” correspond au dénominateur du même sous-ensemble. Les variables dont le second caractère est la lettre “P” constituent les taux, les pourcentages ou les ratios. Pour chacune des quatre premières générations, on dénombre chaque fois 72 variables; la 5e génération, soit celle des personnes nées de 1990 à 1995, compte 54 variables. À ce jour, le fichier des indicateurs regroupe **342 variables** susceptibles d’être utilisées pour une représentation cartographique, en plus de la **population totale** (PopTot), un item ajouté à même les fichiers de base.

1.3. Importer les palettes de couleurs définies pour l’Atlas régional

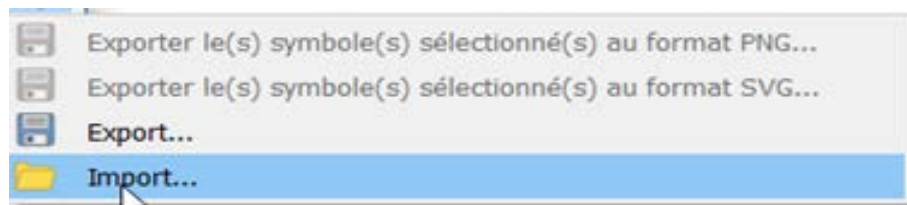
Nous avons créé des **Palettes de couleurs en dégradé** pour faciliter la réalisation de planches cartographiques harmonisées dans l’Atlas régional : les tons de rouge pour les indicateurs portant sur les femmes, des tons de bleu pour ceux sur les hommes et des tons de vert pour ceux ayant trait aux sexes réunis. Pour chaque couleur, trois groupes ont été conçus : des dégradés de 4 classes, de 5 classes et de 6 classes. Le fichier de ces palettes (DS_Style.xml) se trouve dans le dossier **Styles** sous le répertoire **Atlas_Regional\DS_Cartol**.

Après avoir démarré le logiciel, cliquer sur **Préférences** puis **Gestionnaire de symboles...** (Figure 1.4).

Figure 1.4 : Procédure d'importation des styles DEMOSTAF dans QGIS



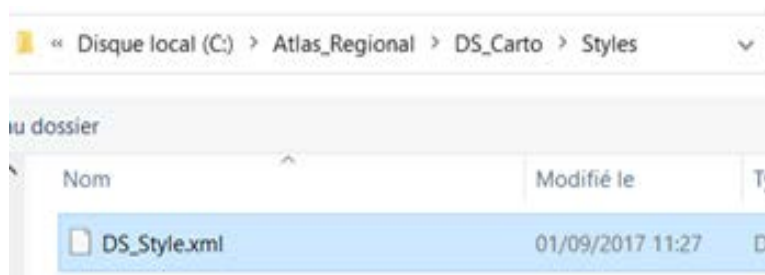
Dans la fenêtre qui s'ouvre, en bas à droite, cliquer sur le bouton  puis cliquer sur **Importer**.



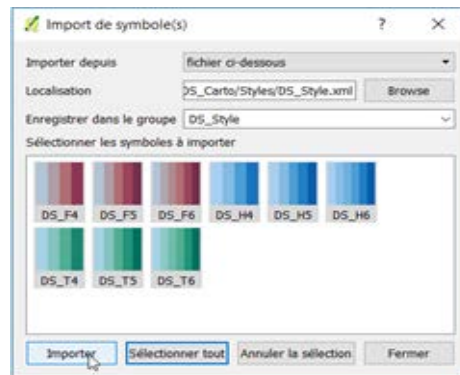
Cliquer sur le bouton **Browse** (Parcourir).



Parcourir les répertoires et sélectionner le fichier "**DS_Style.xml**" en suivant le chemin "**..\Atlas_Regional\DS_Carto\Styles**".



Cliquer sur « Sélectionner tout » puis sur **Importer**.



Cliquer sur le bouton « Fermer » pour terminer l'importation.

L'importation des palettes de couleurs est une opération qui ne doit être effectuée qu'une seule fois. À la fermeture et au redémarrage du logiciel QGIS, ces palettes demeureront accessibles dans vos futures sessions de travail.

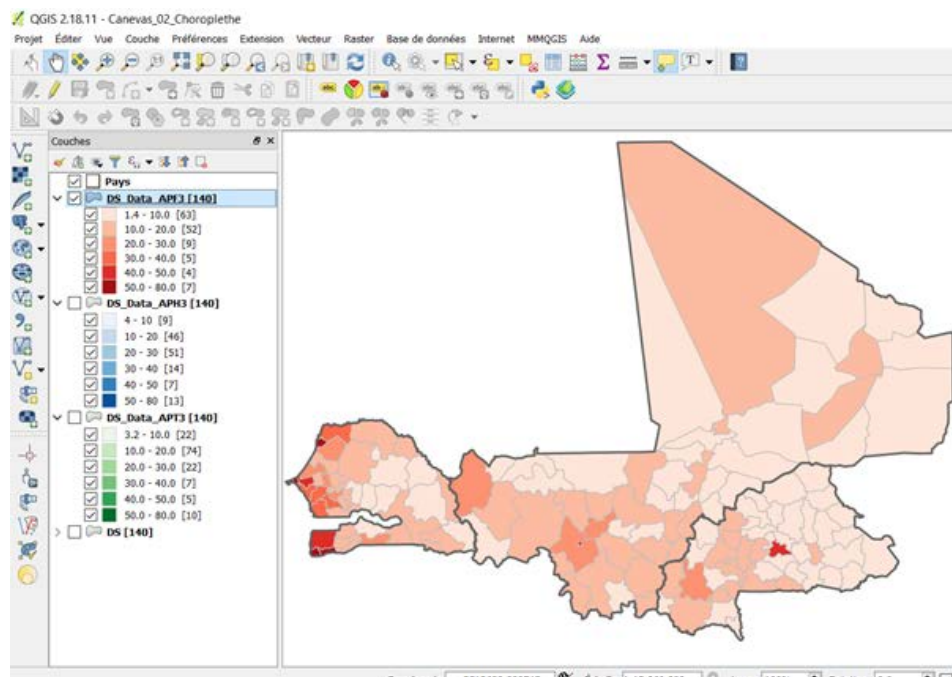
CHAPITRE 2 : GÉNÉRER LES CARTES

2.1. Paramétrer les couches dans QGIS

Dans QGIS, les informations sont organisées sous forme de couches superposables (fonds de carte, données attributaires, symbologie, ...). Une **carte correspond à un ensemble de couches** dont on a paramétré le style et l’affichage. Par défaut, à l’ouverture, QGIS considère qu’il se situe dans un projet (vierge au départ) ; le logiciel ne peut travailler que sur un projet à la fois. On charge un projet dans une session QGIS par le menu Fichier → Ouvrir un projet.

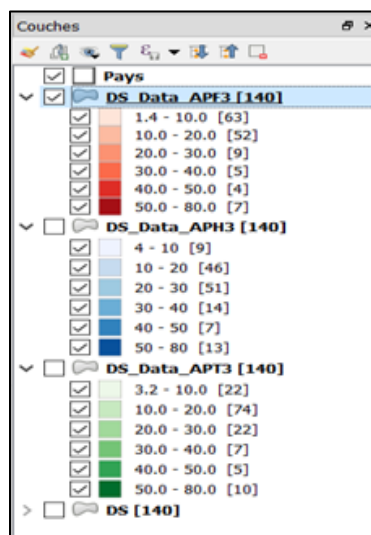
Par exemple, quand on ouvre le projet *Canevas_02_Choroplethe.qgs*, deux fenêtres s’affichent. La première correspond à la *fenêtre principale* de QGIS et la seconde au “*Composeur d’impression*” où on paramètre l’habillage de la carte et où l’on peut l’exporter en divers formats. Dans la *fenêtre principale* on trouve les menus des commandes en haut, des icônes correspondant à des raccourcis de commandes sur le côté gauche, puis le panneau **Couches** et à droite la zone d’affichage du résultat.

Figure 2.1 : Fenêtre principale de QGIS, projet *Canevas_02_choroplethe.qgs*



Dans la partie *zone d'affichage du résultat* on visualise l'image produite par la superposition de couches que l'on a paramétrées. Ici on voit les entités infra régionales dans une gamme de rouge et les contours des trois pays représentés par un trait plus foncé et plus large. Le panneau Couches (Figure 2.2) permet de paramétrer l'apparence (le style) et l'ordre des couches. La visibilité (ou non) d'une couche est déterminée par l'utilisation des cases à cocher situées vis-à-vis le nom de chacune d'elles dans le panneau.

Figure 2.2 : Panneau Couches



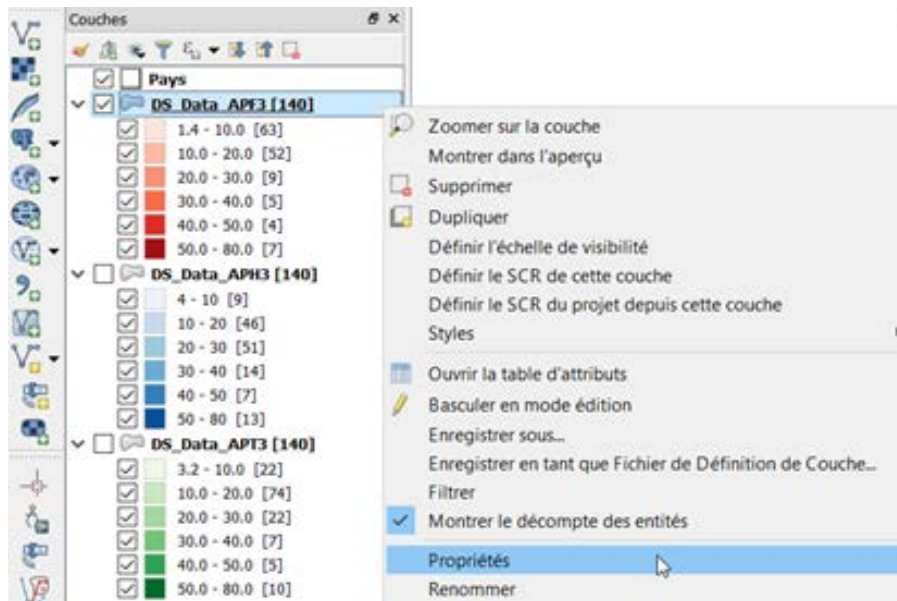
Ici on a choisi de visualiser la couche « Pays » qui correspond aux contours des trois pays et la couche "DS_Data_APF3" qui représente des classes de valeurs de l'indicateur APF3 (Pourcentage de femmes ayant atteint le primaire, génération 1970-1979) dans les provinces du Burkina Faso, cercles du Mali et départements du Sénégal avec une carte choroplèthe en gamme de 6 nuances de **rouge**.

D'autres couches sont ajoutées dans le projet mais ne sont pas visibles : couche DS_DATA_APH3 qui représente l'indicateur APH3 avec une carte choroplèthe en gamme de 6 nuances de **bleu**, couche DS_DATA_APT3 qui représente l'indicateur APT3 avec une carte choroplèthe en gamme de 6 nuances de **vert** et la couche DS, correspondant au Shapefile initialement modifié à partir de la source GADM.

2.2. Modifier les propriétés d'une couche

Pour modifier l'apparence d'une couche et conséquemment le rendu cartographique, il faut ouvrir la fenêtre *Propriétés de la couche*. Pour cela, pointer le nom d'une couche, accéder au menu contextuel par clic droit de la souris et choisir *Propriétés*. Un double clic sur le nom de la couche a le même effet.

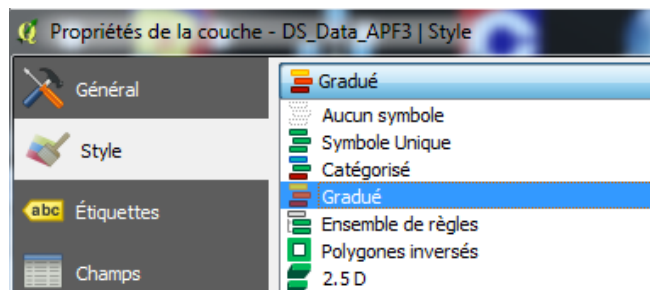
Figure 2.3 : Accéder aux propriétés d'une couche



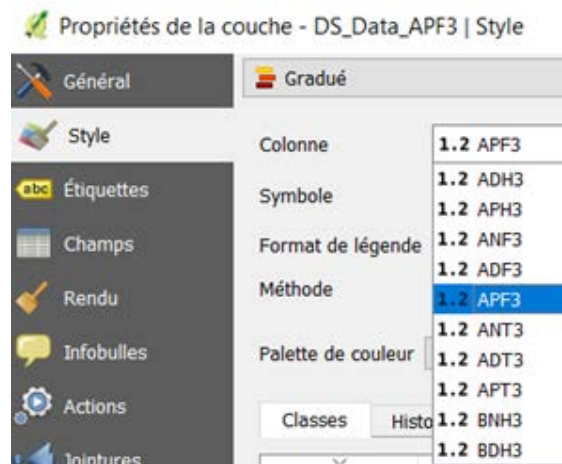
2.3. Définir la symbologie (style) d'une couche

Dans la fenêtre *Propriétés de la couche*, l'onglet **Style** permet de définir la symbologie d'une couche. Ici, au premier menu déroulant (figure 2.4), on a sélectionné le style *Gradué* car c'est une proportion que l'on veut représenter par une carte choroplèthe en gamme de couleurs.

Figure 2.4 : Procédure d'attribution d'un style à une couche



Puis, via la liste déroulante **Colonne**, on sélectionne l'indicateur à représenter (ici, une proportion), comme la variable APF3, tel qu'illustré ci-dessous.



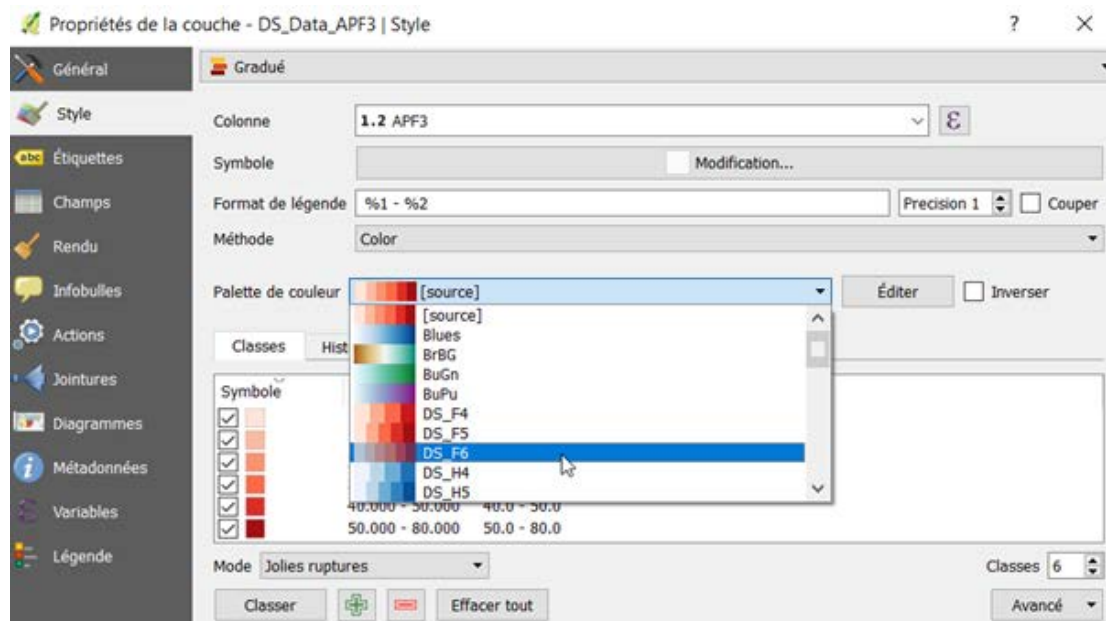
Cette liste déroulante affiche les indicateurs disponibles de type numérique "virgule flottante", repérable par le préfixe "**1.2**" car le logiciel effectue une sélection automatique des champs disponibles en fonction du choix de style opéré par l'utilisateur. Ainsi, dans le cas du **style Gradué**, seuls les champs numériques sont disponibles.

Si on avait choisi le **style Catégorisé**, les variables contenant des chaînes de caractères, identifiées par le préfixe "**abc**", seraient affichées dans cette liste. D'autres formats de données peuvent également être présentés par le logiciel en fonction des choix de l'utilisateur, comme par exemple, les valeurs numériques entières, dont le préfixe d'affichage est "**123**".

2.3.1. Choix des couleurs de la carte choroplèthe

Dans la liste **Palette de couleur** on a choisi ici une gamme de rouges, étant donné que l'indicateur statistique retenu concerne les femmes (APF3). Le nom des palettes de couleur définies dans le cadre de l'Atlas régional DEMOSTAF débute par les lettres « DS ». La section 1.3 indique comment importer ces palettes de couleurs dans le logiciel QGIS.

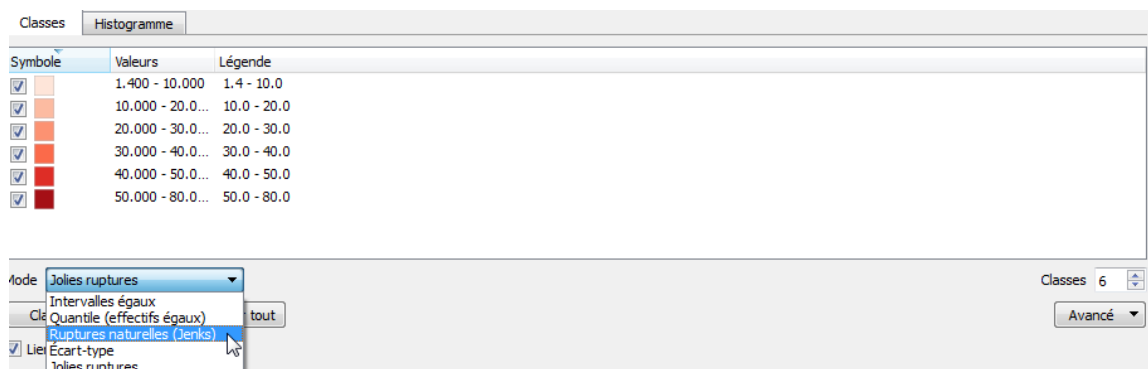
Figure 2.5 : Choisir les couleurs d'une carte choroplèthe



2.3.2. Discrétiser l'indicateur en classes

Dans l'onglet **Classes**, QGIS propose des modes de classement (discrétisation) avec le menu déroulant **Mode** qui vont automatiquement définir les bornes en fonction du nombre de classes proposées. On peut aussi fixer ses propres bornes.

Figure 2.6 : Mode de classement (discrétisation)



Ici, on a choisi 6 Classes et le Mode de discrétisation « Jolies ruptures ». Rappelons que le choix d'un mode de classement fait appel à des notions liées à la forme de la distribution (normalité, asymétrie, etc.). Lors de la production d'un atlas, l'intention est souvent de comparer plusieurs cartes, par exemple, la

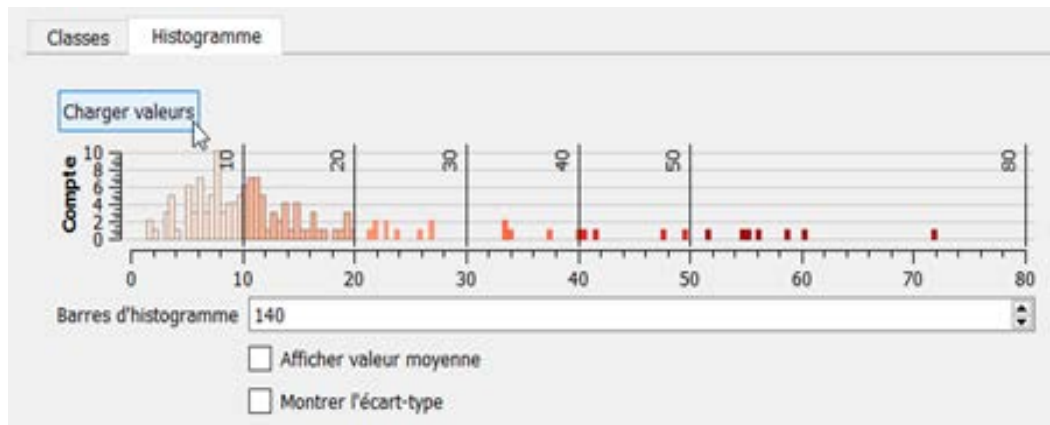
situation observée chez les hommes, puis, chez les femmes. Dans ce contexte, les choix quant au mode de discrétisation sont plus limités et il convient généralement d'utiliser les mêmes bornes d'une carte à une autre, si on souhaite les comparer. Veuillez consulter les fichiers du répertoire **Documentation** et les ouvrages cités lors des séances de formation pour aider à effectuer un choix de mode de classification.

Des ajustements peuvent être opérés par l'utilisateur quant aux bornes des classes en inscrivant des limites différentes dans la colonne "Valeurs". Généralement, les changements vont être répliqués automatiquement dans la colonne "Légende" qui détermine l'affichage de cet élément très important du concept cartographique. Il est recommandé de bien valider le fonctionnement automatique de ce changement de paramètres. Au besoin, les étiquettes apparaissant dans la colonne "Légende" peuvent également être éditées manuellement afin de s'assurer d'une synchronie parfaite entre les valeurs des bornes et les limites qui seront affichées dans la légende. Les analystes sont invités à valider les résultats de leur processus cartographique à l'aide des fichiers de base contenant les données (MsExcel). Il s'agit d'une règle d'or à appliquer, surtout dans le contexte de la production d'un Atlas régional, où on adapte des résultats existants pour en générer d'autres, ce qui facilite les traitements, mais augmente parfois les possibilités d'erreurs.

Tel qu'illustré à la figure 2.5, il est également possible de modifier le **Format de la légende** et indiquer un nombre de décimales à considérer (**Précision**). Ces options sont particulièrement utiles afin d'harmoniser le rendu des étiquettes des classes et de simplifier les éditions éventuelles de ces valeurs dans la légende du *Composeur d'impression* (voir Chapitre 3).

Dans l'onglet **Histogramme**, on peut visualiser la distribution de l'indicateur sélectionné; il est recommandé d'inscrire la valeur 140 (ici, le nombre d'entités) dans le nombre de barres requises afin de bénéficier d'un histogramme reflétant le mieux la distribution des entités territoriales pour l'Atlas régional.

Figure 2.7 : Visualiser le rendu de la discrétisation à l'aide d'un histogramme



Lorsque l'utilisateur souhaite effectuer divers essais de classement, il suffit de modifier certains paramètres puis de cliquer sur le bouton **Classer**. Pour rafraîchir le rendu de la carte, il est recommandé de cliquer sur le bouton **Appliquer** en bas de la fenêtre « Propriétés de la couche », accessible depuis l'onglet **Style**. Il est ensuite requis de cliquer sur le bouton **OK** pour terminer l'opération de classement et d'attribution d'une symbologie.

2.4. Afficher le décompte des entités d'une couche

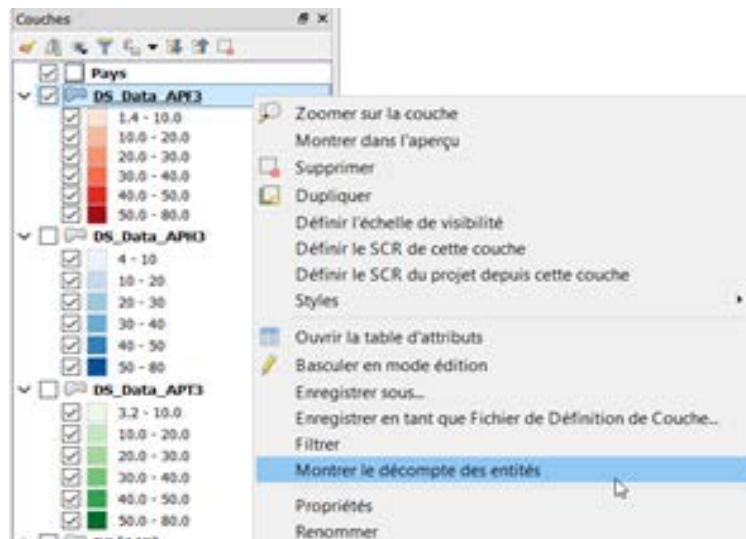
L'affichage du décompte des entités à même le panneau des couches permet de s'assurer que l'addition de chacune des catégories correspond bien aux 140 entités attendues.

Attention : le logiciel indiquera automatiquement 140 entités vis-à-vis le nom de la couche mais cela ne veut pas dire que l'addition des entités de chacune des catégories correspond bien à 140. Il peut arriver que la sommation des effectifs des catégories ne soit pas 140 entités; dans ce cas, soit les bornes définies excluent certaines valeurs, soit il y a des données manquantes pour certaines entités (des divisions par zéro, par exemple). Autrement dit, si les analystes ne peuvent expliquer pourquoi la sommation des entités diffère du nombre 140, nous les invitons à revoir attentivement les bornes fixées pour les limites des classes.

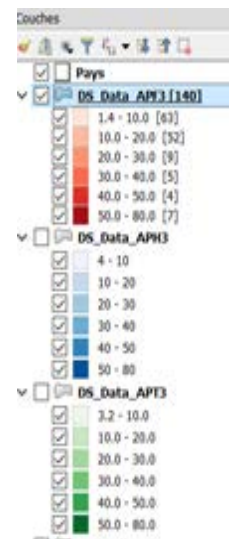
Pour afficher le décompte des entités il suffit de faire un clic droit sur le nom de la couche puis de sélectionner l'item "**Montrer le décompte des entités**".

Figure 2.8 : Afficher le décompte des entités d'une couche

-Avant-



-Après-



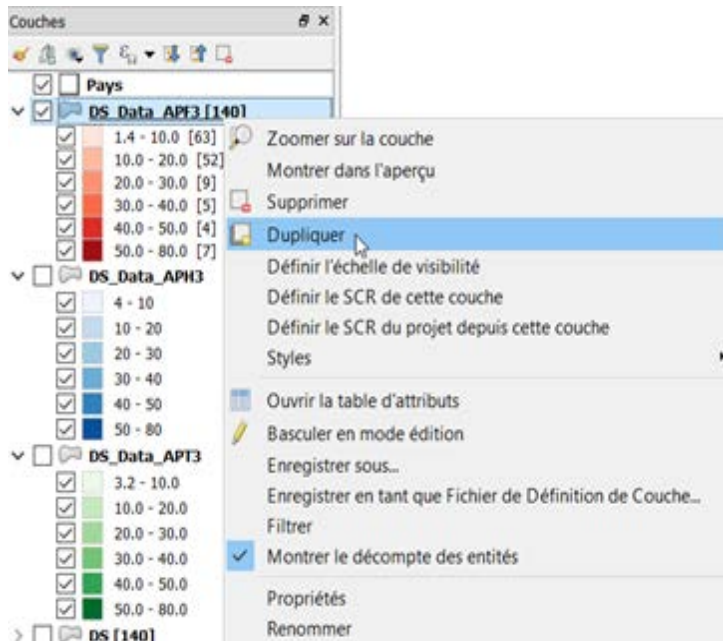
Dans le contexte de production d'un Atlas régional et étant donné que chaque analyste aura à produire plusieurs cartes par famille d'indicateurs statistiques, il est utile de savoir comment dupliquer les couches et comment les renommer. Par exemple, le second canevas contient déjà trois copies de la couche "DS_Carto/Geo/DS_Data.shp", chacune d'elles servant à représenter un indicateur particulier. Les deux prochaines sous-sections s'intéressent à ces fonctionnalités extrêmement utiles.

2.5. Dupliquer une couche

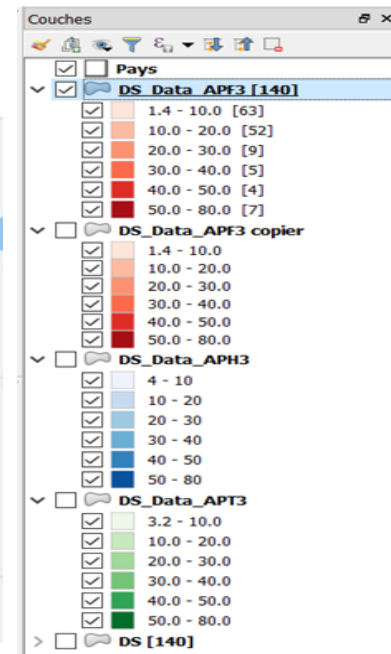
Pour exécuter cette fonction, effectuer un clic droit sur le nom de la couche puis sélectionner l'item "**Dupliquer**".

Figure 2.9 : Dupliquer une couche

-Avant-



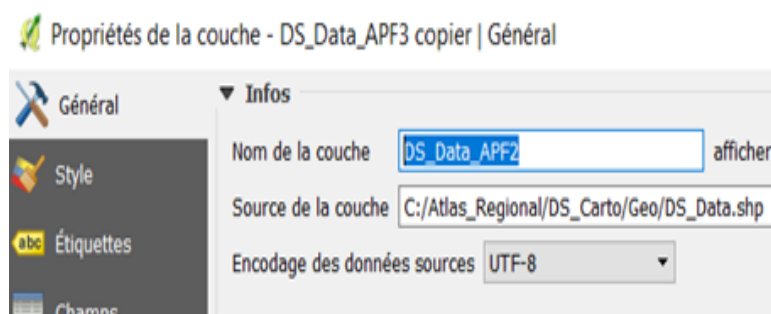
-Après-



2.6. Nommer une couche

Comme le travail de discrétisation et les choix de style d'affichage d'une couche concernent un indicateur particulier, il est recommandé de nommer chacune des couches de **manière à y spécifier le nom de l'indicateur représenté**. Dans le second canevas, nous avons choisi d'ajouter le nom de l'indicateur à la suite du nom du fichier shapefile. Ce changement peut être effectué à l'aide de la zone de texte "Nom de la couche" de l'onglet **Général** de la fenêtre de *Propriétés de la couche*, tel qu'illustré ci-dessous.

Figure 2.10 : Modifier le nom d'une couche dans un projet QGIS



Le projet “Canevas_02_Choroplethe.qgs” contient trois copies d’un même shapefile (DS_Data.shp), chacune de ces couches disposant d’un nom particulier permettant de l’associer à l’indicateur représenté (DS_Data_APF3, DS_Data_APH3, DS_Data_APT3).

Nous invitons les analystes à utiliser ce procédé pour nommer les couches dans leurs projets dédiés à des familles d’indicateurs, ce qui facilite grandement le repérage des informations au moment de générer des exportations des résultats ou le partage des projets QGIS entre collègues.

2.7. Sommaire des opérations pour cartographier un indicateur

Les fichiers de projets QGIS fournis contiennent déjà des représentations d’indicateurs statistiques. Généralement, les analystes pourront dupliquer ces couches (section 2.5) et en adapter la symbologie en fonction de leurs besoins. En procédant de cette manière, l’analyste peut rapidement constituer des ensembles de cartes associées à des familles d’indicateurs statistiques.

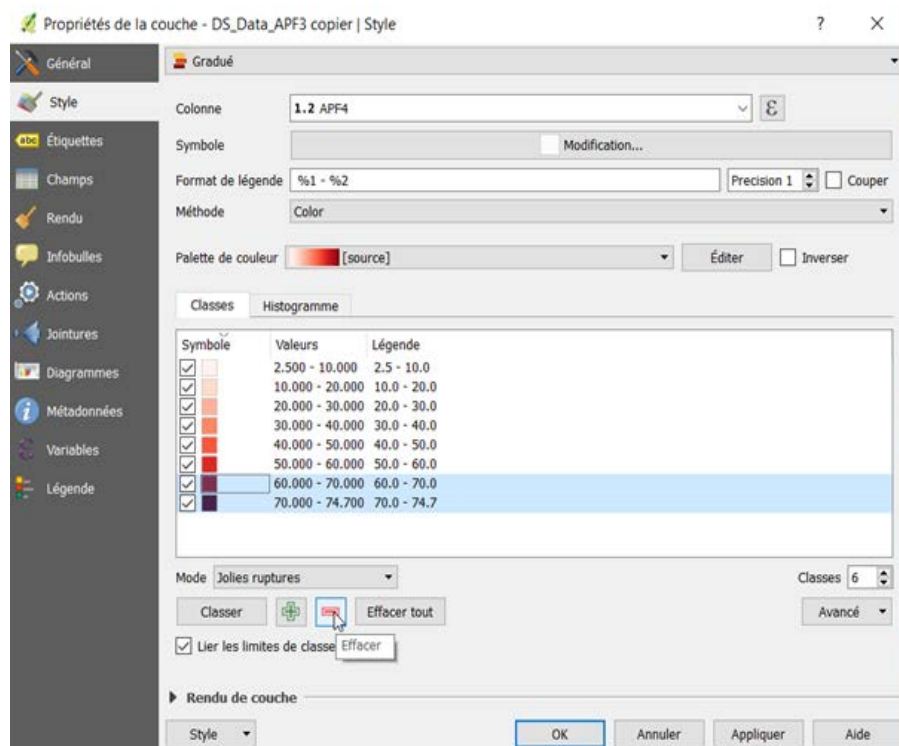
Après avoir dupliqué une couche, le nom de la nouvelle couche ajoutée se termine par le mot “copier”. Nous recommandons à l’utilisateur de modifier le nom de cette couche de manière à y incorporer le nom de l’indicateur statistique qu’il souhaite représenter (section 2.6).

Pour choisir l’indicateur à cartographier, il suffit de faire un clic droit sur la nouvelle couche puis cliquer sur **Propriétés**. Dans l’onglet **Style**, choisir un indicateur via la liste déroulante **Colonne**, sélectionner un mode de classement et un nombre de classes, puis, cliquer sur le bouton **Classer** (section 2.3).

Parfois, le logiciel propose un nombre de classes qui diverge de celui spécifié par l’utilisateur. S’il est nécessaire d’obtenir un nombre de classes particulier, il faut alors ajuster la proposition automatique du logiciel, souvent, en supprimant des classes (bouton **Effacer**, illustré à la figure suivante). Ensuite, il est important d’ajuster adéquatement les limites (bornes) des classes retenues, via la colonne

“Valeurs” afin de s’assurer que toutes les données de la distribution sont bien prises en compte.

Figure 2.11 : Ajuster le nombre de classes



Dans notre exemple, bien que le nombre de classes choisi par l'utilisateur soit 6, le résultat généré automatiquement par le logiciel à l'aide de la méthode « Jolies ruptures », pour cet indicateur particulier, propose 8 classes. Pour résoudre ce problème, sélectionner les deux dernières classes et cliquer sur le signe  vis-à-vis le bouton **Classer**. Ensuite, ajuster la borne supérieure de la dernière catégorie souhaitée (la 6e dans notre exemple) de manière à ce que la valeur supérieure spécifiée soit équivalente à la valeur maximale de cet indicateur. Cliquer sur **Appliquer** pour terminer cette action et sur le bouton **OK** afin de constater les changements dans la zone d'affichage de la carte. Ici, la 6^e catégorie devrait alors regrouper les entités dont les valeurs se situent de 50% à 74,7%.

Enfin, rappelons que les utilisateurs sont invités à sélectionner les palettes de couleurs définies dans le cadre du projet d'Atlas régional (voir section 2.3.1).

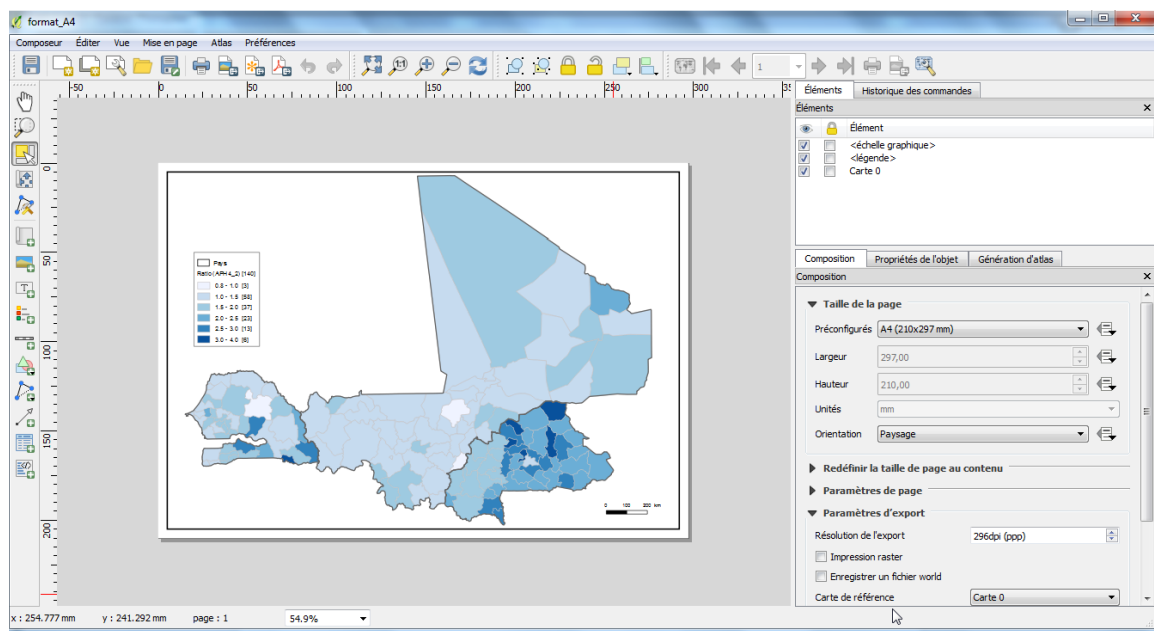
CHAPITRE 3 : HABILLER, IMPRIMER, EXPORTER LA CARTE

Dans QGIS, cette étape se réalise dans le *Composeur d'impression* (2ème fenêtre activée à l'ouverture du projet « Canevas_02_choroplethe.qgs » dans notre exemple).

3.1. Composeur d'impression

On peut associer le concept de composeur d'impression à une feuille blanche où l'on dispose les éléments qui formeront le produit final de l'analyse. On peut, par exemple, y définir les éléments à afficher (ou non) au moyen des cases à cocher dans l'onglet **Éléments**.

Figure 3.1 : Mise en page des éléments



L'onglet **Composition** permet de modifier la taille de la page, l'orientation et aussi les formats d'exportation de la carte. Le format général et la disposition des items (emprise de la carte, légende, échelle graphique, etc.) a été défini par l'équipe en charge du traitement cartographique. La disposition de ces éléments ne devrait pas être modifiée afin de conserver une uniformité dans les documents qui seront produits. Après avoir adapté une carte suivant les choix opérés par l'analyste, la légende doit parfois être éditée par l'utilisateur afin de respecter l'aspect général

proposé dans les canevas. Pour ce faire, sélectionner la légende et réviser les éléments des “**Objets de la légende**” dans l’onglet “**Propriétés de l’objet**”.

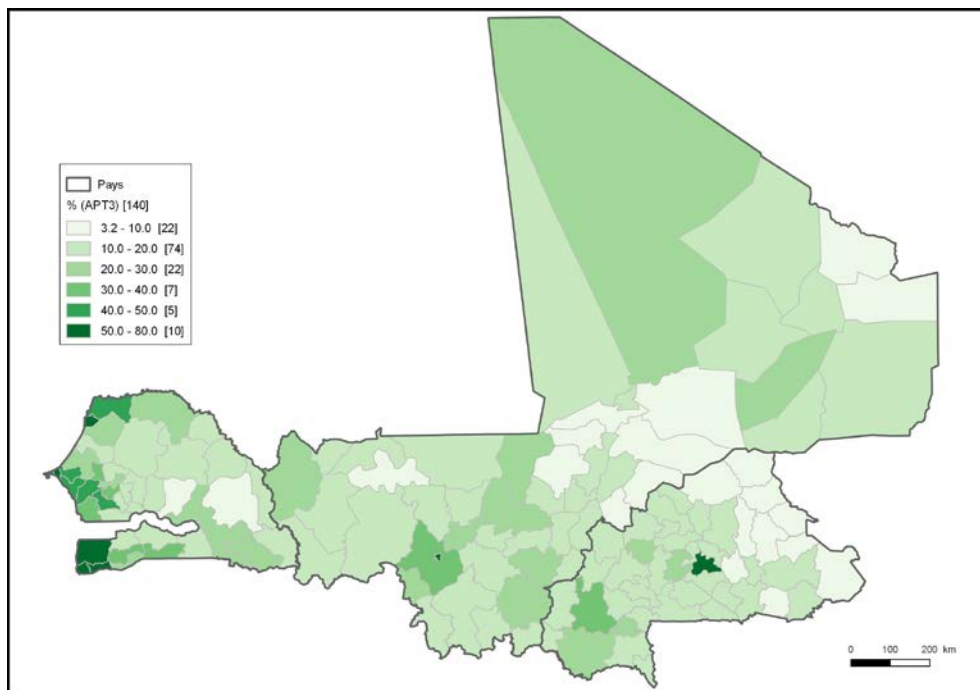
Le titre de la carte et les informations liées à la source des informations n’ont pas à être insérés dans le Compositeur d’impression.

Nous recommandons d’inscrire ces éléments uniquement au moment d’importer les images réalisées dans d’autres logiciels (MsWord, MsPowerPoint, etc.).

La figure ci-dessous contient une suggestion d’éléments qui pourraient accompagner la diffusion des cartes produites. Ici, l’exemple utilisé provient du fichier : DS_Carto\Produits\APT3_20170831.jpeg.

Figure 3.2 : Exemple de titre et de sources pour présenter une carte

Carte 123. Taux de personnes ayant atteint le primaire, génération 1970-1979

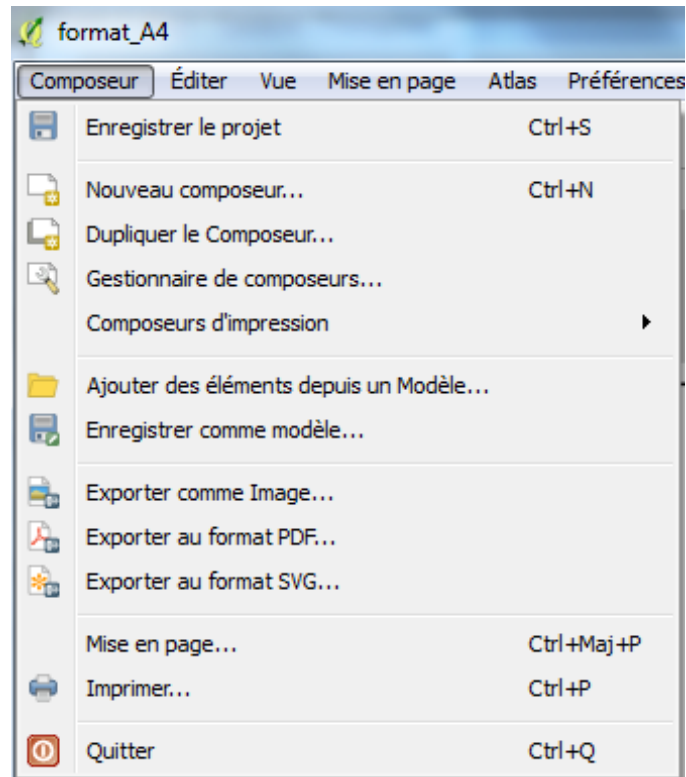


Source : DEMOSTAF. Provinces du Burkina Faso (RGPH 2006); Cercles du Mali (RGPH 2009); Départements du Sénégal (RGPH 2013). Fichiers GADM modifiés. Projection cartographique : conique conforme de Lambert pour l’Afrique (EPSG : 102024).

3.2. Imprimer ou exporter la carte

On imprime ou exporte la carte dans un fichier via le menu *Composeur*.

Figure 3.3 : Menu d'impression et d'exportation



QGIS permet de générer plusieurs formats de fichier selon l'usage qui sera fait de la carte.

Exporter comme Image crée un fichier de type *raster* (.bmp, .jpg, .tiff, .png ...) qui est constitué de pixels. On pourra l'insérer dans un rapport ou une présentation mais les possibilités d'édition de l'image seront très limitées.

Exporter au format .PDF permet d'afficher ou d'imprimer la carte sur n'importe quelle plateforme en conservant le formatage vectoriel original, permettant de retravailler l'image.

Exporter au format .SVG permet également de retravailler l'image avec un logiciel de dessin comme Inkscape (libre et gratuit) ou Adobe Illustrator© car tous les objets exportés sont des vecteurs.

Certains formats d'exportation proposent de rogner automatiquement le contenu du résultat en fonction du contour de l'élément occupant le plus d'espace dans la mise en page. Il est recommandé d'utiliser cette option afin qu'aucune marge ne soit enregistrée à même l'image. De même, si elle est disponible, une résolution à 300 points par pouce (*DPI*) est recommandée.

Conclusion

En supplément des fonctionnalités décrites dans le présent guide, la préparation des différents canevas de projets a requis l'usage d'autres fonctions du logiciel QGIS qu'il n'est pas possible d'aborder ici sans alourdir inutilement ce document.

Par exemple, QGIS dispose de nombreuses **extensions** qu'il est possible de télécharger et d'installer. Ainsi, l'extension "*Poportionnal Circles*" a été utilisée dans la préparation du troisième canevas et pourrait être d'intérêt pour réaliser des cartes à symboles proportionnels à partir d'effectifs autre que la population totale, soit la variable retenue dans le projet "Canevas_03_Symbole".

De même, il est parfois utile de connaître comment **modifier/ajouter des variables** à l'aide de la fonction "Refactoriser les champs" (menu Traitement, Boîte à outils, ...).

Ces fonctions plus avancées sont parfois abordées dans la documentation de QGIS ou dans les références qui ont été fournies en appui à la formation offerte aux analystes DEMOSTAF (Québec, août 2017).

Nous espérons que le présent guide soit utile à la conception de l'Atlas régional et serve de fondation à l'émergence de concepts pour des Atlas nationaux, sachant que ce guide d'accompagnement ne peut couvrir que partiellement le vaste domaine des systèmes d'information géographique et l'utilisation du logiciel QGIS.

Annexes

Annexe A : Préparer le fond de carte

Une tentative en vue de composer un fichier commun d'analyse à partir des fichiers géographiques-sources de chacun des pays a permis d'identifier diverses difficultés. En effet, les fonds cartographiques de chacun des pays ont été créés en vue de représenter chacun des pays isolément et la juxtaposition de ces fichiers provoque des problèmes topologiques aux frontières des pays. Pour les corriger, il aurait fallu consacrer plusieurs jours de travail à l'édition des fichiers cartographiques provenant des divers instituts de statistiques.

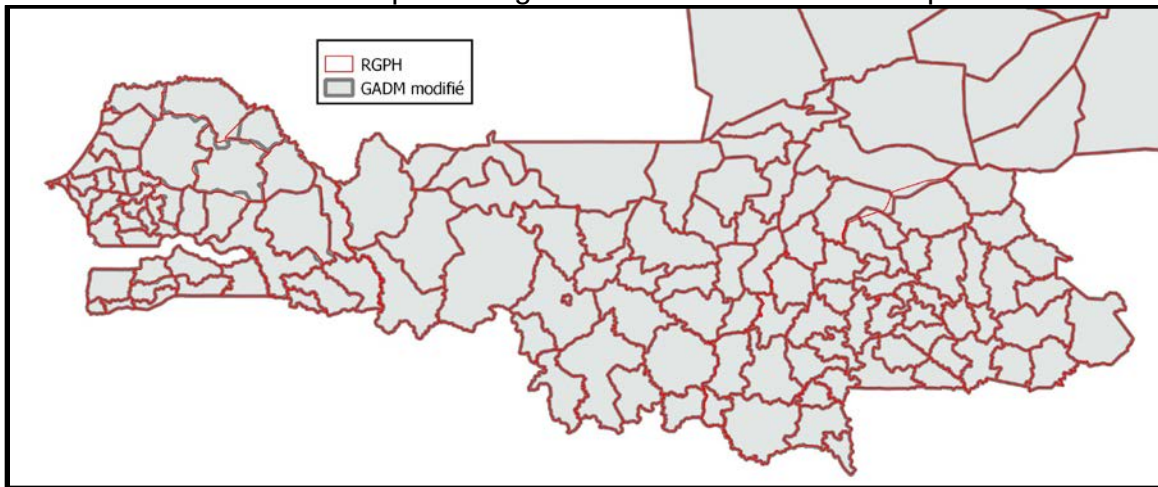
Or, afin d'éviter d'onéreux traitements des limites cartographiques, l'équipe de DEMOSTAF a convenu d'utiliser les fichiers provenant du système GADM⁶ afin de représenter les entités géographiques qui serviront à la préparation des planches cartographiques de l'Atlas régional. Cette décision pourra être revue dans le contexte des futurs atlas nationaux dont le concept reste à définir au moment de publier le guide actuel. Par exemple, ces atlas nationaux gagneraient possiblement à utiliser les fichiers cartographiques originaux de chacun des divers pays étant donné que le mode de réalisation de chacun d'eux procédera isolément et que les concepts cartographiques à établir pourraient requérir l'affichage séquentiel de territoires à diverses granularités (de l'échelle régionale à des niveaux plus fins, comme par exemple les "communes").

En choisissant de retenir les fichiers GADM comme source de fichiers cartographiques pour l'Atlas régional, l'équipe de DEMOSTAF est consciente que le tracé de certaines limites des provinces, des cercles et des départements pourrait ne pas correspondre parfaitement à celui qui est retenu aux fins des recensements considérés ici. Rappelons que l'objectif de l'Atlas régional est de représenter des indicateurs statistiques dans les trois pays à la fois à l'aide d'entités géographiques de nature comparable. Ainsi, l'exactitude ou la précision des limites n'est pas l'objet du présent travail de recherche. À l'échelle géographique où sont générées les planches cartographiques de l'Atlas régional,

⁶ GADM : Global Administrative Areas (www.gadm.org); fichiers téléchargés le 15 août 2017.

les éventuels écarts entre les fichiers GADM et les fichiers sources-nationaux peuvent être considérés comme des généralisations différentes des limites qui n'interfèrent pas avec la signification des représentations cartographiques des données réalisées dans le cadre de ce travail (Carte A1).

Carte A.1 : Écarts résiduels mineurs entre les fichiers GADM modifiés et les fichiers fournis par les agences nationales de statistiques



De plus, les fichiers GADM de niveau 2 (découpage sous régional) sont ceux qui correspondaient le plus aux entités à représenter (provinces, cercles, départements). Ils ont été légèrement modifiés afin de correspondre le plus possible aux nomenclatures des recensements. Ainsi, en ce qui concerne le Mali, nous avons modifié les limites GADM de manière à ce que la commune de *Samine* soit incluse à l'intérieur du territoire du cercle de *Ségou* et non pas au cercle de *Barouéli*, comme cela était le cas à l'origine dans le fichier GADM téléchargé. De même, au Sénégal, l'arrondissement *Sagatta Gueth* a été fusionné au territoire du département *Kébémér* et non pas au département de *Tivaoune*, afin de respecter l'organisation territoriale censitaire. Enfin, au Burkina Faso, l'entité *Gueguere* se retrouve dans la province d'*Ioba* et non pas dans celle de *Bougouriba* comme le suggérait le fichier original provenant du site Web GADM. Une fois ces modifications apportées, les tracés des limites que nous utilisons dans le cadre de l'Atlas régional ressemblent grandement aux limites diffusées par les agences nationales. Dans le cas du Burkina Faso et du Mali, elles sont quasi identiques,

sauf à la frontière commune entre ces deux pays; au Sénégal, les tracés divergent un peu plus mais les écarts sont sans doute liés à une forme de généralisation des limites dans le fichier utilisé par les analystes locaux. En somme, il apparaît que le choix des fichiers GADM soit pleinement justifié dans le contexte de la production de l'Atlas régional DEMOSTAF.

Annexe B : Faire une jointure pour ajouter des indicateurs à cartographier

La jointure est l'opération qui permet de lier les indicateurs statistiques (fichier CSV) aux entités géographiques (shapefile).

Nous allons utiliser un shapefile comprenant les 2^{èmes} niveaux administratifs du Burkina Faso (province), du Mali (cercle) et du Sénégal (département) et un fichier contenant des indicateurs calculés à partir des derniers recensements de la population de ces trois pays (Burkina 2006, Mali 2009 et Sénégal 2013) en format MsExcel.

Les données utilisées

Pour rappel, dans l'exemple ci-dessous, le fichier des indicateurs statistiques (format XLSX) a été préparé par l'équipe responsable de la cartographie à partir des informations fournies par les analystes du WP5 de DEMOSTAF. Le shapefile des polygones a été adapté à partir des fichiers provenant du site de *Global Administrative Areas* ([GADM](#)) :

DS_Indicateurs_Atlas_Regional_20170830.xlsx
DS_PopTot.shp

La procédure décrite ci-dessous constitue un exemple que les analystes pourront adapter à leurs besoins, s'il y a lieu. Entre autres, il est important de rappeler que deux fichiers géographiques ont été préparés en vue d'éventuels besoins en matière de jointure, soit “../Geo/Source/**DS_PopTot.shp**” et “../Geo/Source/**DS_Centro.shp**”. La clef d'appariement entre le fichier d'indicateur statistique et le fichier géographique pourrait être “DS_Id2” ou “Code_RGPH” suivant comment les nouvelles données seraient préparées par les analystes.

Procédure

1. Conversion du fichier des indicateurs de Excel (.xlsx) vers .csv

Lancer Excel et Ouvrir le fichier "DS_Indicateurs_Atlas_Regional_Date.xlsx" ou le fichier équivalent nouvellement constitué par les analystes.

Cliquer sur *Fichier* → *Enregistrer sous* → *Parcourir* → *Sélectionner le Répertoire "DS_Carto/Stats"* puis :

Nom de fichier : par exemple, **"DS_v02"**

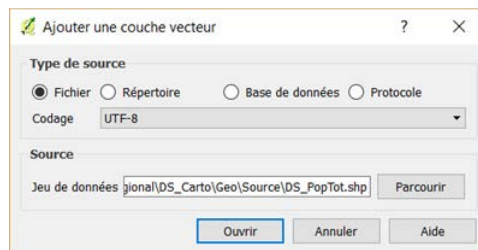
Type de fichier : choisir **"CSV (séparateur : point-virgule) (*.csv)"**.

2. Lancer QGIS puis charger le shapefile.

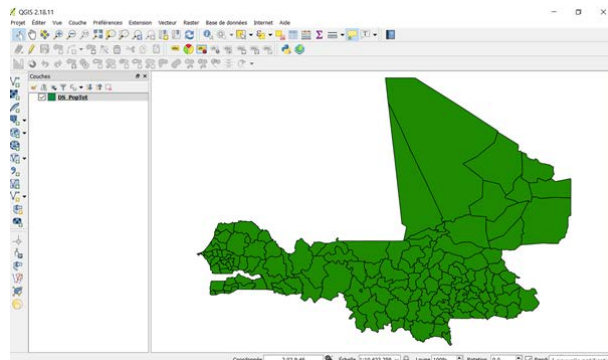
Cliquer sur *Couche* → *Ajouter une couche* → *Ajouter une couche vecteur*

ou encore, utiliser simplement le bouton 

Ouvrir le répertoire "DS_Carto/Geo/Source" et sélectionner le fichier "DS_PopTot.shp", puis cliquer sur Ouvrir.



Les limites administratives de niveau 2 pour les 3 pays sont visibles dans la zone d'affichage de résultat de QGIS.



3. Ouvrir la table d'attributs pour vérifier les champs disponibles dans ce shapefile.

Pour cela ; utiliser le bouton  ou sélectionner la couche dans le panneau "Couches" puis effectuer un clic droit pour ouvrir le menu contextuel et choisir l'item *Ouvrir la table d'attributs*.

Pour effectuer une jointure entre les entités géographiques et les indicateurs statistiques, **il faut un attribut unique et commun pour chaque ligne**. Dans notre cas, le champ **DS_Id2** est un identifiant unique pour chaque élément du fichier "DS_PopTot.shp" et peut être utilisé pour joindre ce shapefile avec n'importe quelle autre table contenant le même identifiant. Il en est de même du champ **Code_RGPH**.

DS_PopTot : Total entités: 140, filtrées: 140, sélectionnées: 0

	ID_0	ISO	NAME_0	ID_1	NAME_1	ID_2	NAME_2	DS_Id2	POPTOT	Code_RGPH
1	138	MLI	Mali	5	Koulikoro	21	Kolokani	MLI21	232500	MLI_26
2	138	MLI	Mali	7	Ségou	32	Barouéli	MLI32	202866	MLI_42
3	138	MLI	Mali	5	Koulikoro	23	Nara	MLI23	241904	MLI_27
4	138	MLI	Mali	7	Ségou	34	Macina	MLI34	236077	MLI_44
5	138	MLI	Mali	3	Kayes	9	Kayes	MLI09	513172	MLI_11
6	138	MLI	Mali	7	Ségou	36	Ségou	MLI36	696115	MLI_41
7	138	MLI	Mali	3	Kayes	11	Nioro	MLI11	228926	MLI_16
8	138	MLI	Mali	7	Ségou	38	Tominian	MLI38	221129	MLI_47

4. Importer le fichier CSV contenant les données dans QGIS en utilisant le bouton



ou la séquence suivante : Menu Couche → Ajouter une couche → Ajouter une couche de texte délimité.

Sélectionner le fichier CSV préparé à la première étape (par exemple, "../DS_Carto/Stats/DS_v02.csv"). S'assurer d'avoir sélectionné le format de fichier CSV (**séparateur point-virgule**). Puisque nous importons le fichier comme une table, préciser à QGIS que le fichier ne comporte pas de données géométriques : cocher l'option *Pas de géométrie (juste la table)*. Puis, cliquer sur OK.

Créer une couche depuis un fichier à texte délimité (CSV)

Nom de fichier: C:/Atlas_Regional/DS_Carto/Stats/DS_v02.csv

Nom de la couche: DS_v02

Codage: UTF-8

Format de fichier: ☐ CSV (virgule) ☒ délimiteurs personnalisés ☐ expression régulière

Virgule ☐ Tab ☒ Espace ☐ Colonne ☐ Point-virgule ☒

Autres délimiteurs: Guillemet " Echappement "

Enregistrements: Nombre de lignes à ignorer: 0 en-têtes en 1ère ligne ☒

Options des champs: Réduire les champs ☐ Ignorer les champs vides ☐ Virgule en séparateur décimal ☐

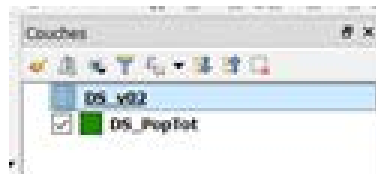
Définition de la géométrie: ☐ point ☐ Well known text (WKT) ☒ Pas de géométrie (juste la table)

Paramètres de la couche: ☐ Index spatial ☐ Index des sous-ensembles ☐ Surveiller le fichier

	DS_Id2	Code_RGPH	Pays	Id_Geo	Nom_Geo	ANH1	ADH1	APH1	ANF1	ADF1	APF1	ANT1
1	MLI09	MLI_11	MLI	11	KAYES	3603,000	10763,000	33,476	1534,000	11028,000	13,910	5137,000
2	MLI06	MLI_12	MLI	12	BAFOULABE	1343,000	5136,000	26,149	597,000	5541,000	10,774	1940,000
3	MLI07	MLI_13	MLI	13	DIEMA	518,000	4291,000	12,072	191,000	5021,000	3,804	709,000

OK Annuler Aide

Le fichier CSV va être importé sous forme de table de données dans QGIS et sera une nouvelle couche.



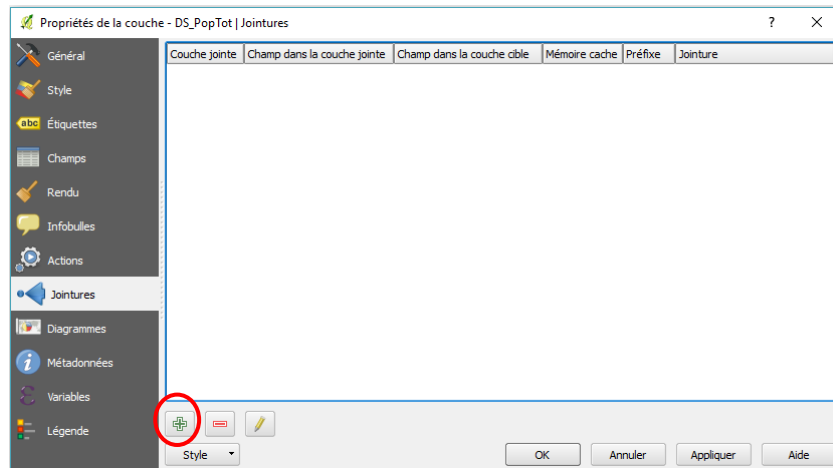
Les deux couches sont ajoutées dans QGIS et comportent un identifiant commun; on peut donc procéder à la jointure.

5. La jointure.

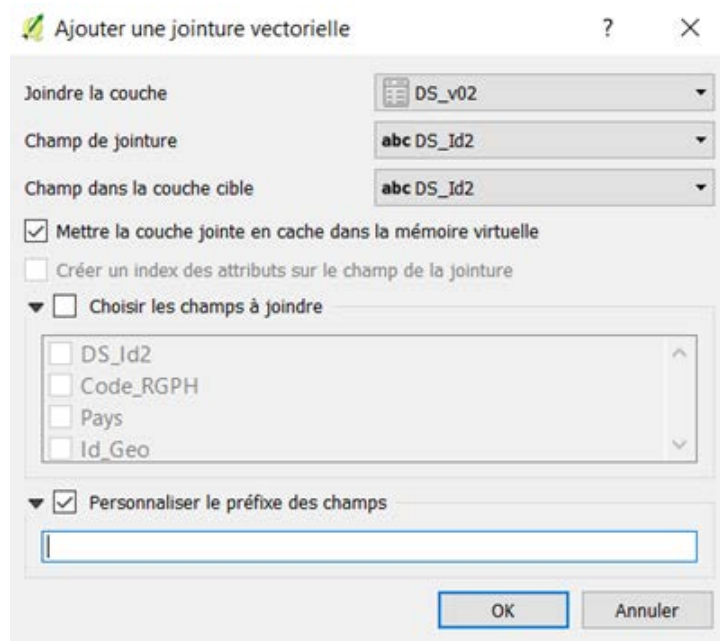
Pointer le nom de la couche **DS_PopTot** dans le panneau des couches puis effectuer un clic droit et choisir l'item Propriétés.

Dans la fenêtre qui apparaît, sélectionner l'onglet *Jointure*.

Cliquer sur le bouton **+** situé en bas de la fenêtre afin d'ouvrir la fenêtre *Ajouter une jointure vectorielle* qui permettra de paramétrer l'appariement entre les couches.



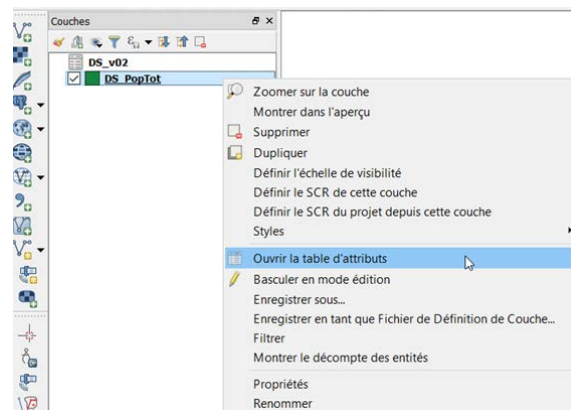
Dans la fenêtre *Ajouter une jointure vectorielle*, sélectionner **DS_v02.csv** dans le menu déroulant *Joindre la couche*. Ensuite sélectionner le champ correspondant à l'identifiant unique dans le fichier shapefile et dans le fichier CSV. Sélectionner **DS_Id2** et **DS_Id2** en tant que "Champ de jointure" et "Champ dans la couche cible" (le champ "Code_RGPH" peut aussi être utilisé dans les deux cas, suivant les choix opérés par l'équipe d'analystes au moment de préparer les données MsExcel, soit, avant l'étape 1 de la présente démarche). Cocher "Personnaliser le préfixe des champs" puis supprimer la chaîne de caractères proposée de manière automatique (la zone de texte doit être vide).



Cliquer sur OK pour revenir à la fenêtre de paramétrage de jointure de la couche.
Puis sur *Appliquer* puis *OK* pour revenir à la fenêtre principale de QGIS.
Maintenant, les champs du fichier CSV sont joints au shapefile DS_PopTot.

6. Vérifier le résultat de la jointure

Ouvrir à nouveau la table d'attributs de la couche de polygones:

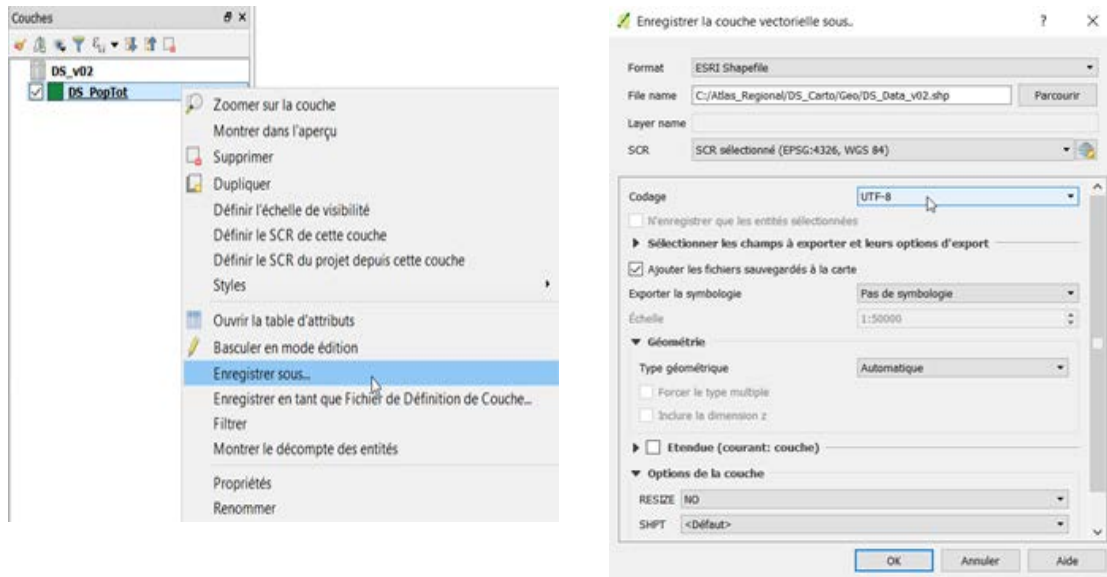


Une nouvelle série de champs a été ajoutée aux informations initiales associées aux polygones. Par exemple, si le fichier CSV contient le champ **Nom_Geo**, celui-ci aura été ajouté aux informations associées au fichier géographique. Il en serait de même pour tous les champs se trouvant dans le fichier CSV, dont les indicateurs statistiques, comme par exemple le champ **APH1** soit la "Proportion d'hommes ayant atteint le primaire, génération 1950-1959" si ce champ se trouvait dans le fichier CSV.

DS_PopTot : Total entités: 140, filtrées: 140, sélectionnées: 0

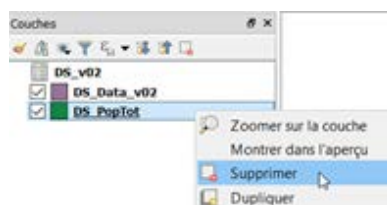
	ID_2	NAME_2	DS_302	POPTOT	Code_RGPH	Pays	M_Geo	Nom_Geo	ANH1	ADH1	APH1	ANF1	ADF1	APF1
1	21	Kolokani	MLI21	232500	MLI_26	MLI_26	MLI_26	KOLOKANE		1022	5471	18.68	533	62
2	32	Barouéli	MLI32	202866	MLI_42	MLI_42	MLI_42	BAROUELI		611	4986	12.254	307	54
3	23	Nara	MLI23	241904	MLI_27	MLI_27	MLI_27	NARA		657	5891	11.153	287	55
4	34	Macina	MLI34	236077	MLI_44	MLI_44	MLI_44	MACINA		921	5678	16.221	399	60
5	9	Kayes	MLI09	513172	MLI_11	MLI_11	MLI_11	KAYES		3603	10763	33.476	1534	110
6	36	Ségou	MLI36	696115	MLI_41	MLI_41	MLI_41	SEGOU		4674	18363	25.453	2339	183
7	11	Niéro	MLI11	228926	MLI_16	MLI_16	MLI_16	CERCLE DENL...		836	5252	15.918	350	60
8	38	Tombouctou	MLI38	221129	MLI_47	MLI_47	MLI_47	TOMBOUCTOU		1172	5242	22.358	455	55

Attention : la jointure a été créée dynamiquement et elle a un statut temporaire. Pour sauvegarder définitivement le résultat de la jointure, il faut "**Enregistrer la couche sous un autre nom**". Pour notre exemple, nous allons enregistrer avec le nom "**DS_Data_v02.shp**" dans le répertoire approprié (DS_Carto/Geo) : Clic droit sur la couche "**DS_PopTot**" → Enregistrer sous → Format : ESRI Shapefile, File name : **DS_Data_v02**, Codage : UTF-8 → **OK**.



7. Retirer du projet les couches ayant servi à la jointure

Étant donné que nous disposons maintenant d'un nouveau fichier shapefile contenant les indicateurs statistiques requis, on peut se séparer de la couche "**DS_PopTot.shp**" et de la table "**DS_v02.csv**" en faisant un clic droit sur leur nom et choisir l'item Supprimer. Cette opération supprime l'affichage de la couche dans le projet QGIS mais pas le fichier.



Les analyses thématiques à partir de la couche "**DS_Data_v02.shp**" pourraient alors débuter (voir Chapitre 2, section 2.2 et les sections suivantes).

IMPORTANT : Prenez note que si votre intention était de mettre à jour l'ensemble des données pour lesquelles différentes représentations avaient été réalisées par l'équipe en charge du volet cartographique dans les différents canevas proposés, il suffirait plutôt d'enregistrer le résultat de la jointure à l'emplacement suivant afin que les cartes QGIS soient mises à jour : “../Carto_DS/Geo/DS_Data.shp”. Avant d'écraser cette couche avec de nouvelles informations, veuillez-vous assurer de disposer d'une copie de sécurité de tous les fichiers dont la portion générique du nom est “DS_Data” (soit, DS_Data.cpg, DS_Data.dbf, etc.). Ainsi, vous pourrez réutiliser les fichiers fournis initialement, si un problème survenait. De même, afin que tous les projets utilisent la plus récente version des données, il faudrait également effectuer une jointure entre les nouvelles données et le fichier “DS_Carto/Geo/Source/DS_Centro.shp” puis sauvegarder le résultat de la jointure à cet endroit : “../Carto_DS/Geo/DS_Centro_data.shp”.

À nouveau, veuillez conserver au préalable une copie de sécurité de tous les fichiers dont le nom débute par “DS_Centro_data” avant de remplacer les anciens fichiers par de nouvelles versions. En théorie, les discrétisations précédentes des données seraient rafraîchies automatiquement mais ***il est fortement recommandé de réviser chacune des classes*** car les bornes supérieures et inférieures des catégories extrêmes peuvent diverger avec les nouvelles versions de données. ***Les projets QGIS ne semblent malheureusement pas effectuer une mise à jour complète de ce point de vue lors du remplacement de fichiers***. Comme toujours, veiller à valider votre travail et le résultat des diverses manipulations!

Annexe C : Description sommaire des fichiers

Chemin*	Fichier*	Description
..\Documentation\	BilanCarto_20170824.pdf	Version PDF des diapositives présentées à la réunion d'équipe le 24 août 2017 à Québec.
	Demostaf_QGIS_A_Reg.pdf	Manuel d'accompagnement destiné aux analystes du projet DEMOSTAF.
	QGIS_ODSEF_20170810.pdf	Première partie des diapositives présentées à la formation QGIS du 10 août 2017 à Québec.
	QGIS_ODSEF_20170810_p2.pdf	Seconde partie des diapositives présentées à la formation QGIS du 10 août 2017 à Québec.
..\DS_Carto\Geo\	Afrique_Pays.shp	Shapefile (polygones) servant à représenter les pays d'Afrique pour le canevas_01 (localisation).
	DS.shp	Shapefile (polygones) servant de base au concept de l'atlas régional (fusion des trois pays), utilisé dans le premier et le second canevas.
	DS_Centro_data.shp	Shapefile (points) servant à cartographier les indicateurs statistiques à l'aide de symboles proportionnels (canevas_03). Ce fichier équivaut au fichier "..\Geo\Source\DS_Centro" auquel on a joint les indicateurs statistiques (..\Stats\DS.csv).
	DS_Data.shp	Shapefile (polygones) servant à cartographier les indicateurs statistiques à l'aide de plages de couleurs (canevas_02). Ce fichier équivaut au fichier "..\Geo\Source\DS_PopTot" auquel on a joint les indicateurs statistiques (..\Stats\DS.csv).
	DS_Label.shp	Shapefile (polygones) servant à afficher le nom des entités des RGPH du niveau infra-régional (canevas_01).
	Legende_C_Prop_PopTot.shp	Shapefile (polygones) servant à afficher la légende des cercles proportionnels créés à partir de la distribution de la population totale des 140 entités infra-régionales (canevas_03).
	Pays.shp	Shapefile (polygones) servant à représenter les limites géographiques des trois pays considérés dans l'atlas régional (dans les trois canevas).
..\DS_Carto\Geo\Source\	DS_Centro.shp	Shapefile (points) des centroïdes des entités géographiques de niveau 2 (GADM). Certains points ont été déplacés pour faciliter l'affichage. En cas de diffusion de nouveaux ensembles de données, ce fichier peut être utilisé pour joindre les indicateurs statistiques à ce fichier de points géographiques servant aux représentations de type "symbole proportionnel".

Chemin*	Fichier*	Description
	DS_PopTot.shp	Shapefile (polygones) des entités géographiques de niveau 2 (GADM modifié) . La population totale de ces entités, selon les RGPH considérés, a été ajoutée à ce fichier de base. En cas de diffusion de nouveaux ensembles de données, ce fichier peut être utilisé pour joindre les indicateurs statistiques à ce fichier de polygones géographiques servant aux représentations en plage de couleurs (choroplèthe).
..\DS_Carto\Produits\	APF3_20170831.jpeg	Un exemple de résultats, exporté en format jpg le 31 août 2017, à l'aide du second canevas et portant sur le "Taux de femmes ayant atteint le primaire, génération 1970-1979".
	APH3_20170831.jpeg	Un exemple de résultats, exporté en format jpg le 31 août 2017, à l'aide du second canevas et portant sur le "Taux d'hommes ayant atteint le primaire, génération 1970-1979".
	APT3_20170831.jpeg	Un exemple de résultats, exporté en format jpg le 31 août 2017, à l'aide du second canevas et portant sur le "Taux ayant atteint le primaire, sexes réunis, génération 1970-1979".
..\DS_Carto\Stats\	DS.csv	Exportation au format csv (séparateur : point-virgule) des données de l'Atlas régional en vue de l'importation dans QGIS.
	DS_Atlas_Regional.xlsx	Données de l'Atlas régional préparées en vue de l'exportation au format csv (aucune formule, une seule ligne en entête, etc.).
	DS_RGPH_Geo_GADM.xlsx	Table d'appariement entre le système d'identification-codification des unités de recensement (RGPH) et les entités géographiques (GADM).
..\DS_Carto\Styles\	DS_Style.xml	Fichier servant à ajouter dans QGIS les palettes de couleurs définies dans le cadre du projet d'Atlas régional (4, 5 et 6 catégories, pour les femmes -tons de rouge-, les hommes -tons de bleus- et les sexes réunis -tons de vert-).
..\Originaux\Geo\GADM	>>> <i>Trois sous-répertoires par pays</i>	Fichiers (Shapefiles) compressés tels que téléchargés à partir du site Web GADM le 15 août 2017.
..\Originaux\Stats\	Data_AtlasRegional.xlsx	Fichier source des données constitué par les analystes DEMOSTAF en vue de la production de l'Atlas régional.

* Pour faciliter d'éventuelles mises à jour, certains noms de répertoires ou de fichiers peuvent contenir une suite de caractères numériques correspondant à une date (AAAMMJJ).