

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



Un Peuple - Un But - Une Foi

Ministère de l'Économie, du Plan et de la Coopération



Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD)



École nationale de la Statistique et de l'Analyse économique Pierre Ndiaye (ENSAE)



PROJET STATISTIQUES SOUS R TP8 : Cartographie sur R

Rédigé par :

KAFANDO G. Judicaël Oscar

ILLY Jacques

Élèves ingénieurs statisticiens économistes

Sous la supervision de :

M. Aboubacar HEMA

ANALYSTE DE RECHERCHE CHEZ

IFPRI

Contents

Section 0 : Généralité	2
1. Qu'est-ce que la Cartographie ?	2
2. Qu'elle est l'usage de la Cartographie ?	2
3. Comprendre les Fichiers Shapefiles	2
Section 1 : Installation des packages et Importation	3
Installation des packages nécessaires	3
Importation des bases	3
Section 2 : Cartographie sur les pays	4
Section 3 : Cartographie par région sur les pays	6
Importations des shapefiles adéquats	6
Quelques cartes	6
Cartes brutes	6
Carte avec quelques statistiques par région	8
Section 4 : Cartographie par département sur les pays	12
Importations des shapefiles adéquats	12
Quelques cartes	12
Cartes brutes	12
Carte avec quelques statistiques	14
Section 5 : Cartographie par commune sur les pays	18
Importations des shapefiles adéquats	18
Quelques cartes	18
1. Définition	18
2. Avantages des Cartes Interactives	18
3. Carte du Burkina suivant les communes	19
4. Carte du Niger suivant les communes	19
Conclusion	20

Section 0 : Généralité

1. Qu'est-ce que la Cartographie ?

La cartographie est une discipline essentielle qui permet de représenter visuellement des données géographiques. Grâce à **R**, et notamment aux bibliothèques comme **sf**, **ggplot2** et **tmap**, il est possible de charger, manipuler et visualiser des données spatiales de manière efficace.

2. Qu'elle est l'usage de la Cartographie ?

La **cartographie** est largement utilisée dans de nombreux domaines, notamment :

- L'urbanisme et l'aménagement du territoire
- Les sciences environnementales
- L'économie et la planification statistique
- La gestion des ressources naturelles

En utilisant **R**, nous pouvons intégrer des données spatiales et produire des cartes dynamiques et interactives.

3. Comprendre les Fichiers Shapefiles

Un **Shapefile** est un format de données géospatiales largement utilisé pour stocker des informations cartographiques vectorielles (points, lignes, polygones). Il est souvent utilisé avec les **Systèmes d'Information Géographique (SIG)** et est composé de plusieurs fichiers associés.

Un shapefile comprend généralement les fichiers suivants :

- **.shp** : Contient la géométrie des objets (polygones, lignes, points).
- **.shx** : Un index permettant d'accéder rapidement aux entités géographiques.
- **.dbf** : Une base de données contenant les attributs des entités géographiques (nom, population, superficie, etc.).
- **.prj** : Définit le système de projection et de coordonnées utilisé.

Ces fichiers sont essentiels pour représenter et analyser des entités spatiales.

Section 1 : Installation des packages et Importation

Installation des packages nécessaires

```
packages <- c("dplyr", "haven", "sf", "ggplot2", "tmap")

for (package in packages) {
  if(!requireNamespace(package, quietly = TRUE)) {
    install.packages(package)
  }
  library(package, character.only = TRUE)
}
```

Importation des bases

Pour cette partie, toutes nos bases sont nommées de la sorte : *EHCVM_HDX_* suivie du nom du pays. Donc nous ferons une boucle pour les charger.

```
pays <- c("Burkina", "Senegal", "Niger", "Benin") # Liste des pays
chemin_base <- "../Data/Base/" # Chemin menant aux différentes bases

for (p in pays) {

  fichier <- paste0(chemin_base, "EHCVM_HDX_", p, ".dta") ## Chemin d'accès à la base

  base <- haven::read_dta(fichier) # Importation des bases
  assign(paste0("EHCVM_", p), labelled::to_factor(base)) # Labeliser chaque base et

}
```

Section 2 : Cartographie sur les pays

1. Importation du shapefile

```
shp_adm0_AF <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Pays/afr_g2014_2013_0.shp") ## Shapefile
```

2. Correction des noms des pays

Certains pays comme la **Côte d'Ivoire** ont du mal à s'afficher du fait de l'encodage. Le texte d'origine est encodé en UTF-8 (format standard des caractères internationaux). On Convertit les caractères en ASCII en remplaçant les accents et caractères spéciaux par leurs équivalents.

```
shp_adm0_AF$ADM0_NAME <- iconv(shp_adm0_AF$ADM0_NAME, from = "UTF-8", to = "ASCII")
```

3. Traçons la carte

Nous traçons la carte avec **ggplot2** en utilisant la fonction `geom_sf()`. Nous utilisons également la fonction `geom_text()` pour ajouter les noms des régions.

```
ggplot2::ggplot() +
  geom_sf(data = shp_adm0_AF, fill = "lightgreen", color = "black") + # Tracer la carte

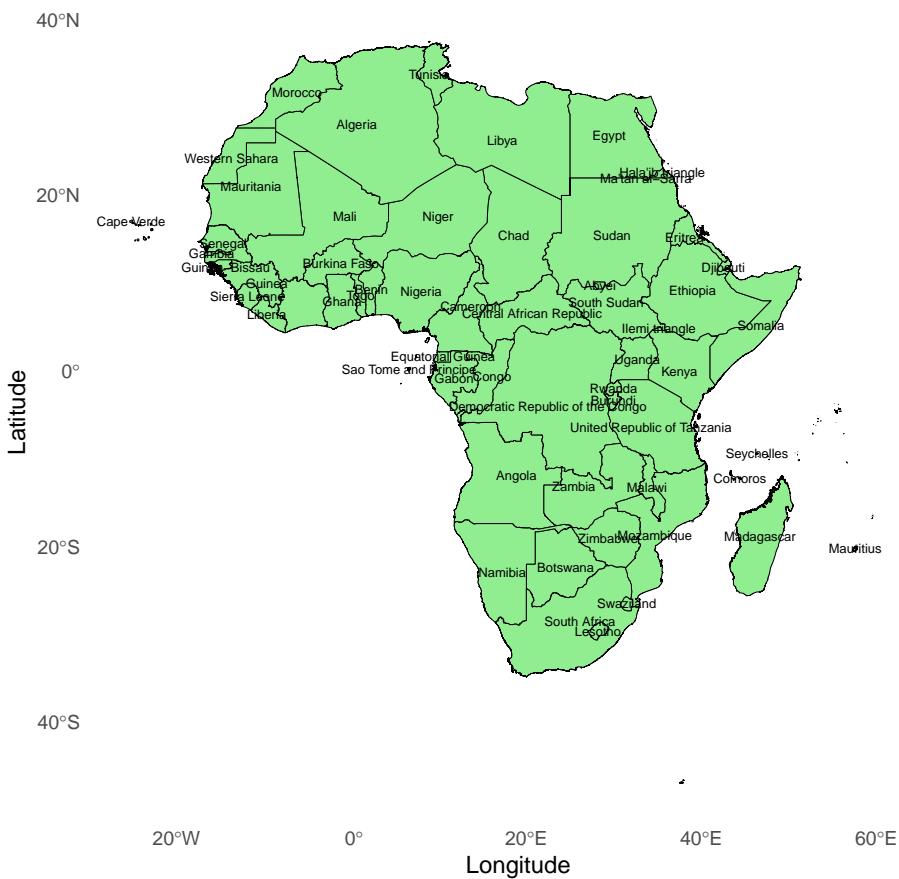
  # Ajouter les labels des régions avec âge moyen
  geom_sf_text(data = shp_adm0_AF,
               aes(label = ADM0_NAME), # Afficher le nom de la région
               size = 2, color = "black") + # METTRE le nom en noir et taille 3

  # Ajout d'un cthème minimal
  theme_minimal() +

  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Carte de l'Afrique avec les pays")

  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond
```

Carte de l'Afrique avec les pays



Section 3 : Cartographie par région sur les pays

Importations des shapefiles adéquats

Importons les fichiers de subdivision niveau régional

```
shp_adm1_BF <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Region/bfa_admbnda_adm1_igb_20200323"
shp_adm1_SEN <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Region/sen_admbnda_adm1_anat_202405"
shp_adm1_NER <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Region/geoBoundaries-NER-ADM1.shp")
shp_adm1_BN <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Region/geoBoundaries-BEN-ADM1.shp")
```

Quelques cartes

Cartes brutes

1- Carte du Burkina avec les régions

Nous traçons la carte avec **ggplot2** en utilisant la fonction `geom_sf()`. Nous utilisons également la fonction `geom_text()` pour ajouter les noms des régions.

```
ggplot2::ggplot() +
  geom_sf(data = shp_adm1_BF, fill = "lightyellow", color = "black") + # Tracer la carte
  # Ajouter les labels des régions
  geom_sf_text(data = shp_adm1_BF,
               aes(label = ADM1_FR), # Afficher le nom de la région
               size = 3, color = "black") + # METTRE le nom en noir et taille 3
  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Carte du Burkina suivant les régions")
  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de la carte
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond
```

Carte du Burkina suivant les régions



2- Carte du Bénin avec les régions

Nous traçons la carte avec `ggplot2` en utilisant la fonction `geom_sf()`. Nous utilisons également la fonction `geom_text()` pour ajouter les noms des régions.

```
ggplot2::ggplot() +
  geom_sf(data = shp_adm1_BN, fill = "gray", color = "black") + # Tracer la carte

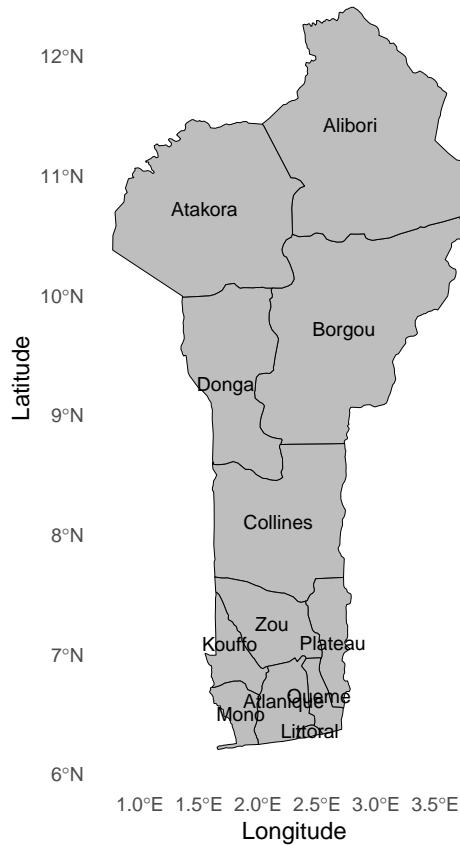
  # Ajouter les labels des régions
  geom_sf_text(data = shp_adm1_BN,
               aes(label = shapeName), # Afficher le nom de la région
               size = 3, color = "black") + # METTRE le nom en noir et taille 3

  #Ajouter un theme minimal
  theme_minimal() +

  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Carte du Bénin suivant les régions")

  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de la carte
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond
```

Carte du Bénin suivant les régions



Carte avec quelques statistiques par région

Carte du Sénégal avec quelques statistiques par région

Pour réussir une telle carte, nous avions besoin non seulement de la carte brute, mais aussi des statistiques concernées pour chaque région.

Calculons *l'age moyen du chef de ménage* et le *volume horaire de travail moyen* pour chaque région

```
VolHor_age_moyen_par_region <- EHCVM_Senegal %>% # Précise la base de travail
  group_by(ADM1_FR) %>% # Groupe suivant la région
  summarise(age_moyen = mean(age, na.rm = TRUE),# calcule l'age moyen pour chaque r
            volhor_moyen = mean(volhor, na.rm = TRUE)) %>% # calcule du volume hor
  select(ADM1_FR,volhor_moyen,age_moyen) # Sélectionne le nom des regions, le volum
```

VolHor_age_moyen_par_region # affiche la base

```
## # A tibble: 14 x 3
##   ADM1_FR      volhor_moyen age_moyen
##   <chr>          <dbl>     <dbl>
## 1 Dakar           1776.     27.4
## 2 Diourbel        1148.    23.0
```

```

## 3 Fatick           1234.      24.1
## 4 Kaffrine         1159.      21.7
## 5 Kaolack          1242.      22.6
## 6 Kolda            1196.      22.0
## 7 Kédougou         1351.      22.1
## 8 Louga             1632.      22.5
## 9 Matam            1483.      22.8
## 10 Saint-Louis     1261.      22.9
## 11 Sédhiou          1390.      22.8
## 12 Tambacounda     1125.      21.6
## 13 Thiès            1368.      23.6
## 14 Ziguinchor       1721.      23.3

```

Maintenant, nous associons l'âge moyen du CM et le volume horaire moyen de travail au shapefile shp_adm1_SEN, en faisant correspondre par région.

```

shp_adm1_SEN_volhor_age_moyen <- left_join(shp_adm1_SEN, VolHor_age_moyen_par_region)

#shp_adm1_SEN_volhor_age_moyen

```

Nous traçons la carte maintenant.

- Carte avec l'âge moyen du chef de ménage

```

ggplot2::ggplot(shp_adm1_SEN_volhor_age_moyen) +
  geom_sf( fill = "gray", color = "black") + # Tracer la carte en mettant le fond gris

  # Ajouter les labels des régions avec âge moyen
  geom_sf_text(
    aes(label = paste(ADM1_FR, "\n", round(age_moyen, 0))), # Afficher l'âge moyen avec un saut de ligne
    size = 3, color = "blue") + # Mettre le nom en blue et taille 3

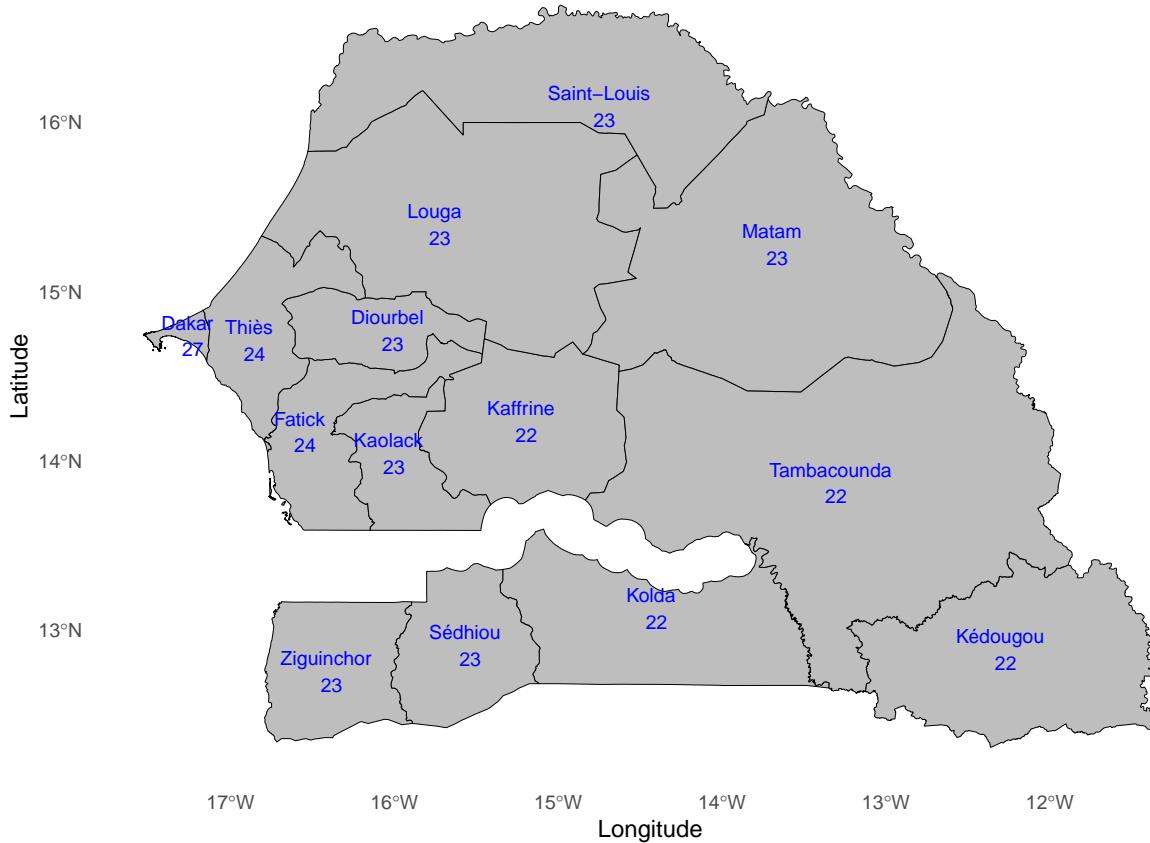
  #Ajouter theme minimal
  theme_minimal() +

  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Sénégal - Age moyen du CM par région")

  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond

```

Sénégal – Age moyen du CM par région



- Carte avec le volume horaire de travail

```
ggplot2::ggplot(shp_adm1_SEN_volhor_age_moyen) +
  geom_sf(aes(fill = volhor_moyen), color = "black") + # Tracer la carte en mettant les régions en gris
  scale_fill_gradient(low = "lightgreen", high = "darkgreen", name = "Volume horaire moyen")

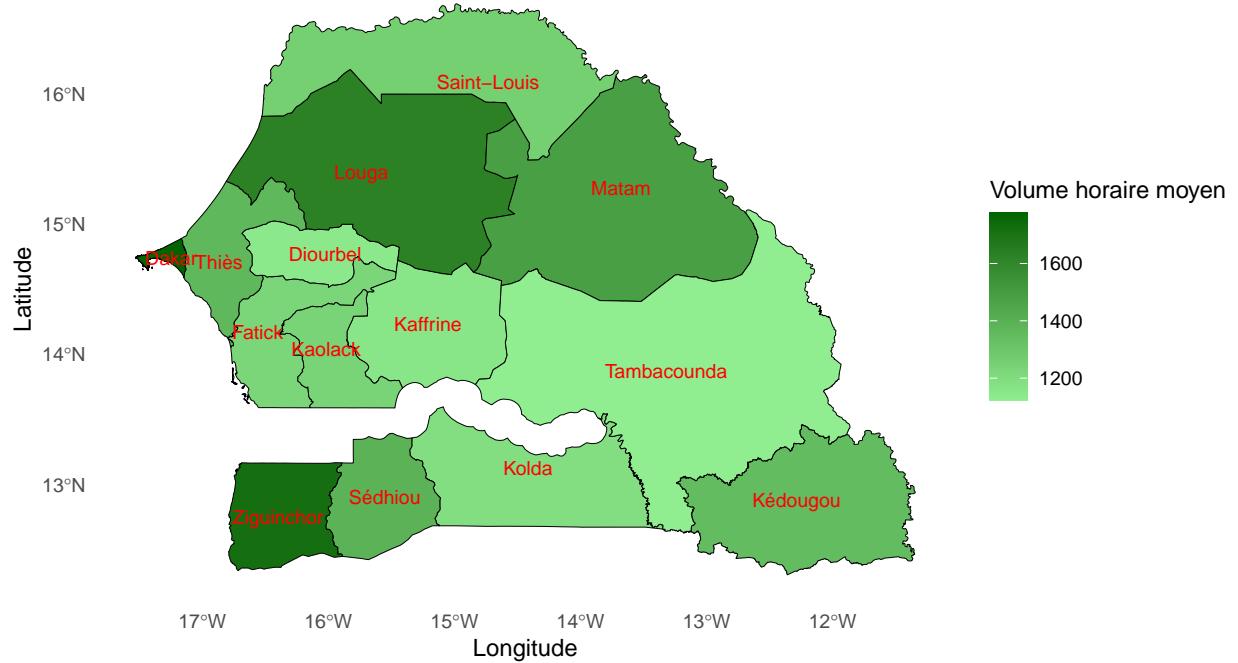
  # Ajouter les labels des régions avec âge moyen
  geom_sf_text(aes(label = ADM1_FR), # Afficher le nom de la région
               size = 3, color = "red") + # Mettre le nom en rouge

  #Ajouter theme minimal
  theme_minimal() + 

  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Sénégal - Volume horaire moyen par région")

  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond
```

Sénégal – Volume horaire moyen par région



Section 4 : Cartographie par département sur les pays

Importations des shapefiles adéquats

Importons les fichiers de subdivision niveau départemental (**deuxième niveau de division**) .

```
shp_adm2_BF <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Departement/bfa_admbnda_adm2_igb_2021.shp")
shp_adm2_SEN <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Departement/sen_admbnda_adm2_anat_2021.shp")
shp_adm2_NER <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Departement/geoBoundaries-NER-ADM2.shp")
shp_adm2_BN <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Departement/geoBoundaries-BEN-ADM2.shp")
```

Quelques cartes

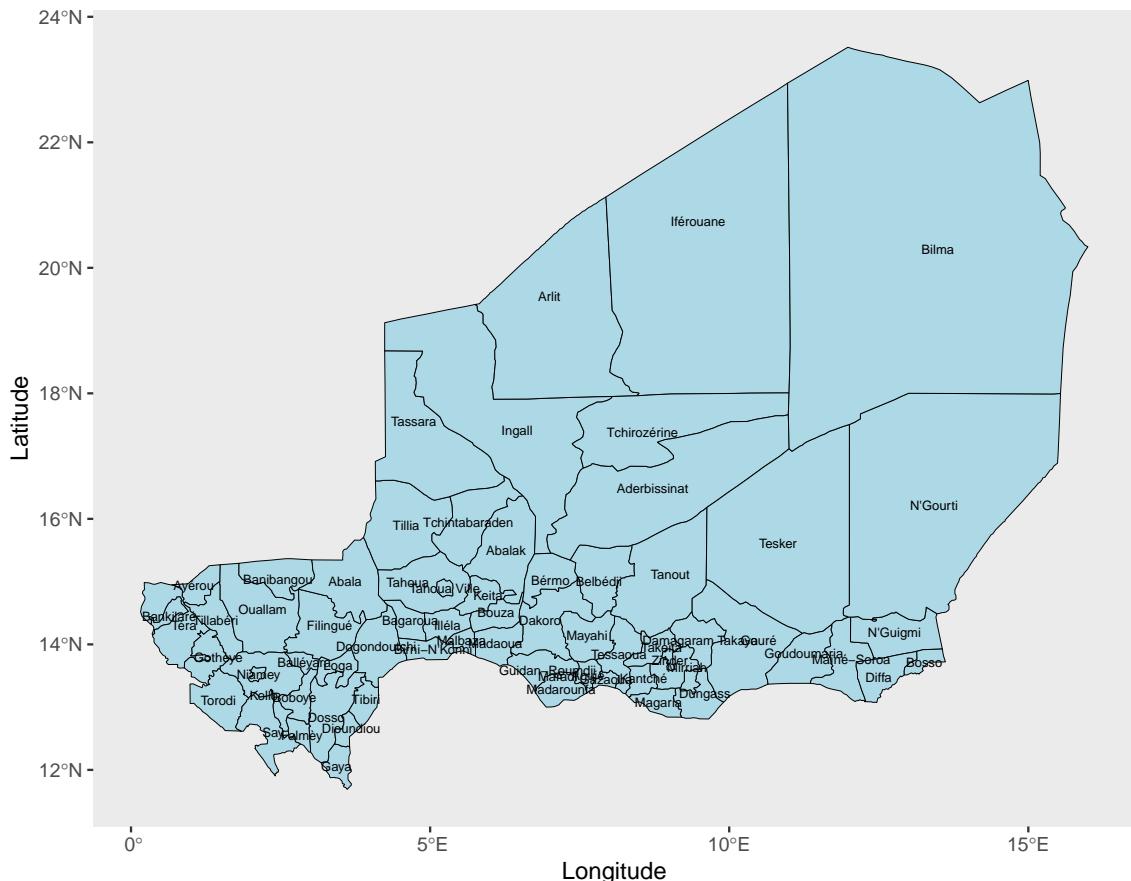
Cartes brutes

1- Carte du Niger avec les départements

Nous traçons la carte avec **ggplot2** en utilisant la fonction `geom_sf()`. Nous utilisons également la fonction `geom_text()` pour ajouter les noms des départements.

```
ggplot2::ggplot() +
  geom_sf(data = shp_adm2_NER, fill = "lightblue", color = "black") + # Tracer la carte
  # Ajouter les labels des départements
  geom_sf_text(data = shp_adm2_NER,
               aes(label = shapeName), # Afficher le nom du département
               size = 2, color = "black") + # Mettre le nom en noir et taille 2
  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Carte du Niger suivant les départements")
  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de la carte
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond
```

Carte du Niger suivant les départements



2- Carte du Burkina avec les départements

Nous traçons la carte avec **ggplot2** en utilisant la fonction `geom_sf()`. Nous utilisons également la fonction `geom_text()` pour ajouter les noms des départements.

```
ggplot2::ggplot() +
  geom_sf(data = shp_adm2_BF, fill = "lightgreen", color = "gray") + # Tracer la carte

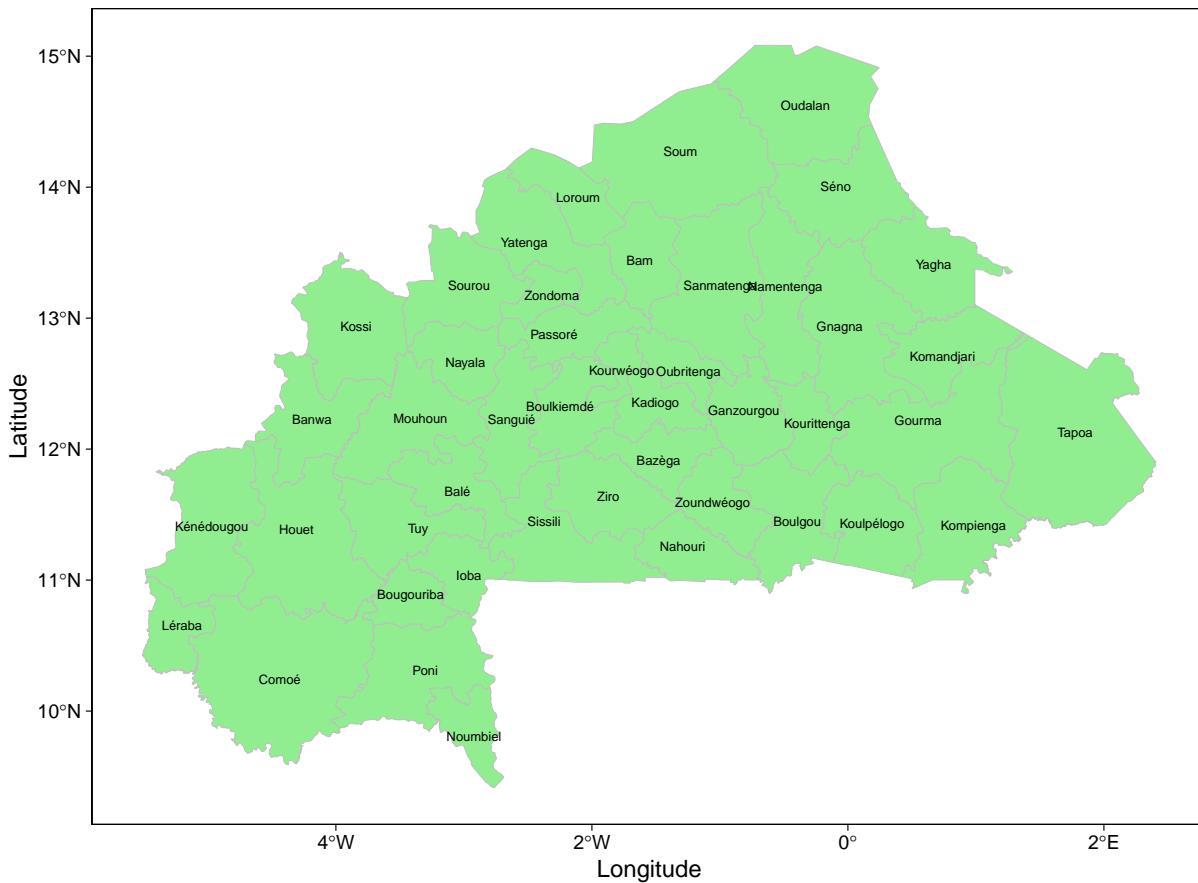
  # Ajouter les labels des départements
  geom_sf_text(data = shp_adm2_BF,
               aes(label = ADM2_FR), # Afficher le nom du département
               size = 2, color = "black") + # Mettre le nom en noir et taille 2

  #Ajouter un theme
  theme_linedraw() +

  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Carte du Burkina suivant les provinces")

  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond
```

Carte du Burkina suivant les provinces



Carte avec quelques statistiques

1- Carte du Sénégal avec quelques statistiques par département

Pour réussir une telle carte, nous avions besoin non seulement de la carte brute, mais aussi des statistiques concernées pour chaque département.

Calculons l'*age moyen au mariage* et le *salaire moyen* moyen pour chaque région

```
Base <- EHCVM_Senegal %>% # Precise la base de travail
group_by(ADM2_FR) %>% # Groupe suivant le département
summarise(salaire_moyen = mean(salaire, na.rm = TRUE), # Calcul du salaire moyen
          agemar_moyen = mean(agemar, na.rm = TRUE)) %>% # calcule de l'age moyen
select(ADM2_FR, agemar_moyen, salaire_moyen) # Sélectionne le nom des départements,
Base # afficher la base
```

```
## # A tibble: 39 x 3
```

```

##      ADM2_FR      agemar_moyen salaire_moyen
## <chr>          <dbl>        <dbl>
## 1 Bambey         20.1        978657.
## 2 Bignona        24.1       1194895.
## 3 Birkelane      21.0       2897292.
## 4 Bounkiling     21.7       1347072
## 5 Dagana         18.3        574863.
## 6 Dakar          24.4       1809377.
## 7 Fatick          23.1        847009.
## 8 Foundiougne    22.1       702762.
## 9 Gossas          21.7       1000656.
## 10 Goudiry        20.8        417907.
## # i 29 more rows

```

Maintenant, nous associons l'âge moyen au mariage et le salaire moyen au shapefile shp_adm1_SEN, en faisant correspondre par département.

```

shp_adm2_SEN_Base <- left_join(shp_adm2_SEN, Base, by = "ADM2_FR") ## Jointure gauche
#shp_adm2_SEN_Base

```

Nous traçons la carte maintenant.

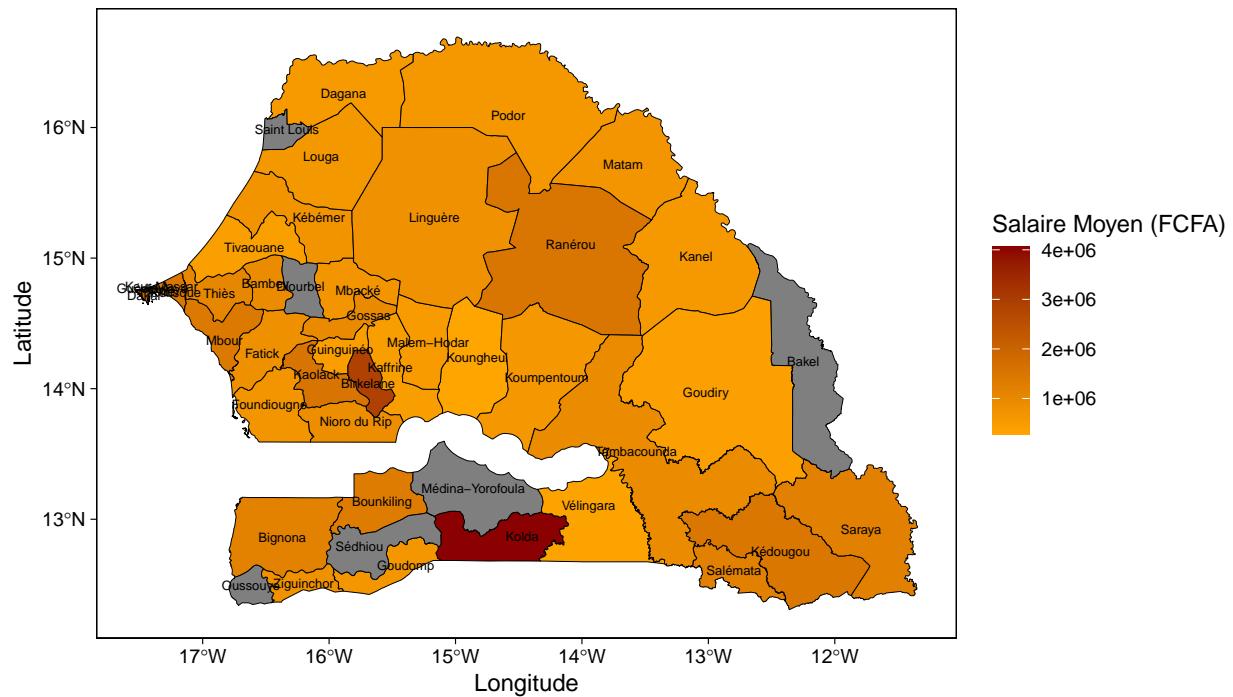
- Carte avec le salaire moyen

```

ggplot2::ggplot(shp_adm2_SEN_Base) +
  geom_sf(aes(fill = salaire_moyen), color = "black") + # Tracer la carte en mettant les couleurs
  scale_fill_gradient(
    low = "orange", high = "darkred",      # Dégradé de orange au rouge
    name = "Salaire Moyen (FCFA)"        # Nom de la légende
  ) +
  # Ajouter les labels des département
  geom_sf_text(
    aes(label = ADM2_FR), # Afficher le nom
    size = 2, color = "black") + # Mettre le nom en noir
  #Ajouter theme (cadre)
  theme_linedraw() +
  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Sénégal - Volume horaire moyen du travail")
  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y
        panel.grid = element_blank()) # Supprimer la grille de fond

```

Sénégal – Volume horaire moyen du CM par département



On constate que certains départements comme *Médina-Yorofoula*, *Sédihou*, *Bakel*, etc sont en couleur gris, qui n'est pas dans la légende. Cela s'explique par le fait que pour ces départemens il n'y a pas de valeur en ce qui concerne le salaire moyen.

- Carte avec le salaire moyen du chef de ménage

```
ggplot2::ggplot(shp_adm2_SEN_Base) +
  geom_sf( fill = "white", color = "blue") + # Tracer la carte en mettant le fond bleu

  # Ajouter les labels des régions avec âge moyen au mariage
  geom_sf_text(
    aes(label = paste(ADM2_FR, "\n", round(agemar_moyen, 0))), # Afficher le nom et l'âge moyen
    size = 2, color = "black") + # Mettre le nom en blue et taille 3

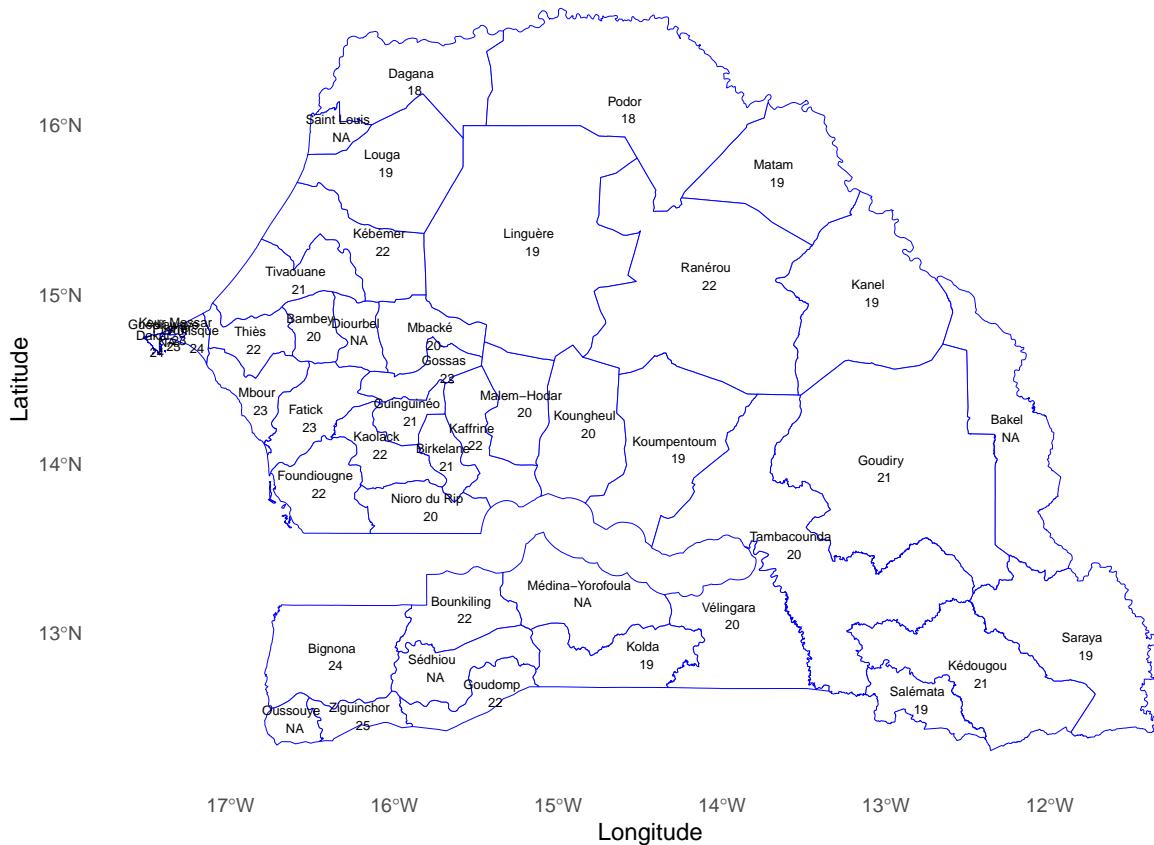
  #Ajouter theme minimal
  theme_minimal() +

  # Ajouter les labels pour les axes et le titre
  labs(x = "Longitude", y = "Latitude", title = "Sénégal - Age moyen au mariage par département")

  # Centrer le titre et les labels des axes
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre
        axis.title.x = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe X
        axis.title.y = element_text(hjust = 0.5), # Centrer le titre de l'axe Y)
```

```
panel.grid = element_blank() # Supprimer la grille de fond
```

Sénégal – Age moyen au mariage par département



Section 5 : Cartographie par commune sur les pays

Importations des shapefiles adéquats

Importons les fichiers de subdivision niveau communal

```
shp_adm3_BF <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Commune/bfa_admbnda_adm3_igb_20200329.shp")
shp_adm3_SEN <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Commune/sen_admbnda_adm3_anat_20240129.shp")
shp_adm3_NER <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Commune/geoBoundaries-NER-ADM3.shp")
shp_adm3_BN <- sf::st_read("../Data/Shapefile/Commune/geoBoundaries-BEN-ADM3.shp")
```

Quelques cartes

Dans cette partie, nous ferons des cartes interactives, il est donc important de savoir ce que c'est.

1. Définition

Les cartes interactives sont des outils puissants permettant de visualiser et d'explorer des données géographiques de manière dynamique. Contrairement aux cartes statiques qui affichent une image fixe, les cartes interactives offrent des fonctionnalités avancées telles que le **zoom**, le **déplacement**, l'**affichage de pop-ups d'informations**, et la **personnalisation des styles en temps réel**.

2. Avantages des Cartes Interactives

Les cartes interactives présentent plusieurs avantages par rapport aux cartes statiques :

- **Navigation dynamique** : Possibilité de zoomer et de se déplacer dans la carte.
- **Affichage d'informations supplémentaires** : Des pop-ups interactifs permettent d'afficher des détails en cliquant sur une zone.
- **Mise à jour en temps réel** : Possibilité d'intégrer des données dynamiques ou des flux en direct.
- **Personnalisation avancée** : L'utilisateur peut activer ou désactiver des couches de données pour mieux explorer les informations.
- **Meilleure lisibilité** : Les cartes interactives permettent d'adapter l'affichage en fonction du niveau de zoom, évitant ainsi la surcharge d'informations.

Sur R, nous pouvons utiliser les packages *tmap*, *leaflet* pour sa réalisation.

NB : Dans la suite du travail, pour voir les graphiques, il faudra voir sur la sortie html, car seul cette dernière permet de visualiser les cartes interactives. La sortie en pdf ne le permet pas.

3. Carte du Burkina suivant les communes

Nous traçons une carte du Burkina avec des subdivision niveau communal

```
# Activer le mode interactif
tmap::tmap_mode("view")

tmap::tm_shape(shp_adm3_BF) + # presente la carte avec les limites niveau communes

  tm_polygons("ADM1_FR", #Ajoute des couleurs en fonction des régions
              popup.vars = setNames(c("ADM3_FR", "ADM2_FR", "ADM1_FR"), # Specifie les noms de colonnes
                                    c("Commune", "Province", "Région")), # Renomme les colonnes
              border.col = "black") + # couleur des tracées

  tm_text("ADM3_FR", size = 0.8, col = "black", auto.placement = TRUE) # Affiche les noms des communes
```

4. Carte du Niger suivant les communes

Nous traçons une carte du Niger avec des subdivision niveau communal et présentant chaque ménage enquêté.

Pour se faire nous devons d'abord transformer la base ménage en objet sf pour pouvoir représenter chaque ménage sur la carte.

```
# Convertir la base ménage en objet sf (Système de coordonnées WGS84)
menages_sf <- st_as_sf(EHCVM_Niger, coords = c("GPS__Longitude", "GPS__Latitude"))
```

L'affichage des noms sur la carte est bloqué par la bibliothèque s2 du package sf, pour certaines erreurs de géométrie, donc désactivons le temporairement afin de pouvoir afficher les communes.

```
sf::sf_use_s2(FALSE)
```

Maintenant, traçons la carte et superposons les ménages

```
# Activer le mode interactif
tmap::tmap_mode("view")

# Créer la carte avec les communes et les ménages

tm_shape(shp_adm3_NER) + # Tracer la carte du Niger

  tm_polygons(fill = "lightblue") + # mettre un fond de couleur bleu clair

  tm_text("shapeName", size = 0.8, col = "black", auto.placement = TRUE) + # Afficher les noms des communes

  tm_shape(menages_sf) + # tracer une autre carte avec des ménages, superposer à la précédente

  tm_dots(fill = "pink", size = 0.5, # Représenter chaque ménage par un point de couleur rose
          popup.vars = setNames(c("s00q01", "s00q04", "s00q05", "AREA_SQKM"),
                                c("Région", "Milieu de résidence", "Village/Quartier")))
```

Conclusion

Grâce à **R**, il est possible de réaliser des cartes précises et informatives en utilisant des **Shapefiles** et les packages `sf` et `ggplot2`. En combinant des données statistiques et spatiales, nous pouvons explorer de nouvelles perspectives analytiques et mieux comprendre les dynamiques territoriales.