**Problèmes de warnings lors de l’établissement du système de coordonnées de référence (CRS) des objets spatiaux du package sp (spatialpointDataFrame par exemple)**

La partie Contexte est une traduction automatique partielle de :

https://cran.r-project.org/web/packages/rgdal/vignettes/CRS\_projections\_transformations.html#Rebuilding\_CRS\_objects

**1- Contexte**

Alors que la plupart des agences nationales de cartographie définissaient leur propre standard de système de coordonnées de référence (CRS), géographique et projeté, les organismes supranationaux, tels que les alliances militaires et les administrations coloniales, imposaient souvent une certaine régularité pour faciliter les opérations au-delà des frontières nationales. Cela a également conduit à la création de l'European Petroleum Survey Group (EPSG), car la juridiction maritime n’était pas établie et cela créait des situations conflictuelles lorsque des pays partageant le même plateau côtier tentaient d'attribuer des concessions d'exploration. Les experts des compagnies pétrolières ont accumulé une vaste expérience, qui a nourri l'Organisation internationale de normalisation (ISO, en particulier le TC 211) et l'Open Geospatial Consortium (OGC).

La définition du SCR est devenue nécessaire lors de l'intégration d'autres données avec un SCR différent, et pour l'affichage sur un fond de carte Web. De nombreux formats de fichiers hérités, tels que le format ESRI Shapefile, n'imposaient pas l'inclusion du SCR des données de position. La plupart des logiciels open source utilisaient alors les chaînes PROJ.4 comme représentation flexible, mais comme des normes internationalement acceptées ont été atteintes, en particulier ISO 19111, et améliorées au fil du temps par itération, il est vraiment nécessaire de passer à une représentation textuelle moderne, connue sous le nom de WKT2 (2019). Maintenant, il semble que presque toutes les sociétés et agences de cartographie acceptent cette représentation, et elle a été adoptée par sp via rgdal, sf et d'autres packages.

Comme beaucoup d’autres projets de logiciels libres et open source vers 2000, le développement spatial R a choisi d’utiliser la meilleure bibliothèque et infrastructure open source alors disponible, PROJ.4. La version 4.4 a été publiée par Frank Warmerdam en 2000, sur la base des travaux antérieurs de Gerald Evenden. Ce travail antérieur était une bibliothèque de projection directe et inverse utilisant une interface de chaîne de clés valeurs pour décrire la projection requise (Evenden 1990). La chaîne key-value est prise comme +key=value, où =value pourrait être omise pour certaines clés, et la définition de chaque projection est construite à partir d’une chaîne clé-value séparée de l’espace, telle que +proj=utm +zone=25 +south pour la zone Mercator transversale universelle 25 dans l’hémisphère sud.

Contrairement à mapproj (ancienne base de données de référence qui prenait le géoïde de Clark 1866 comme référence unique pour réaliser les projections des coordonnées), PROJ.4 avait commencé à introduire la clé +ellps= en plus des paramètres de projection avant PROJ.4.4, car certains utilisateurs ne traiteraient pas Clark 1866 comme leur préférence naturelle. Le besoin de plus de soin dans la spécification géodésique est devenu pressant à partir de 2000, lorsque l’utilisation civile du GPS est devenue aussi précise que l’utilisation militaire ; le GPS était généralement enregistré à un SIR géographique plus moderne que les cartes imprimées numérisées ne l’avaient été, et la plupart des organismes de cartographie se sont empressés de mettre à jour leurs produits et services en fonction des « coordonnées GPS ».

La clé ellps= a été suivie des clés +datum=, +nadgrids= et +towgs84= dans les versions successives pour tenter de spécifier le modèle géodésique. La touche +init= semblait permettre la recherche d’ensembles de chaînes de valeurs clés dans la version empaquetée d’une table donnée avec une autorité connue, typiquement +init=epsg:, où était le code EPSG du système de référence de coordonnées. Lorsque +towgs84= a été donné, une transformation de trois ou sept paramètres vers la référence WGS84 a été fournie sous forme de virgule-chaîne séparée, de sorte que le système de référence de coordonnées inclue également l’opération de coordonnées inverse des coordonnées projetées aux coordonnées géographiques définies par la référence WGS84. Cela a conduit à la nécessité d’un espace réservé pour les coordonnées géographiques, défini comme +proj=longlat (ou lonlat, ou peut-être avec l’ordre inversé de l’axe latlong ou latlon). Certaines des questions en jeu ont été abordées dans un billet de blogue publié en 2010 par Frank Warmerdam.

Le cadre du PROJ.4 fonctionnait bien pour la projection avant qu’on s’attende à ce qu’il tienne compte aussi de la transformation de référence. Dans le cadre des attributions des agences de cartographie uniques, une certaine adaptation pourrait encore aider, disons en utilisant +nadgrids= dans certaines parties de l’Amérique du Nord (NAD, North American Datum), mais là où les données positionnelles de plusieurs agences étaient intégrées, le cadre montrait son âge. Par exemple, à partir d’environ 2010, on a observé que les touches +datum= et +towgs84= fournissaient parfois des valeurs contradictoires, conduisant les fonctions dans les fichiers matriciels de lecture GDAL à préférer les valeurs +towgs84= aux valeurs +datum= . Pour les utilisateurs pour lesquels une précision supérieure à environ 150 m n’était pas pertinente, l’utilisation de systèmes de référence de coordonnées correctement définis en termes de coordonnées géographiques sous-jacentes était moins importante, mais il s’agit toujours d’environ cinq cellules Landsat.  
  
Alors que la représentation des systèmes de coordonnées de référence (parfois complétée par des opérations de coordonnées pour transformer les coordonnées géographiques sous-jacentes en WGS84) comme les chaînes PROJ.4 continuaient à fonctionner correctement, des changements se produisaient. De nombreux formats de fichiers ont choisi d’utiliser des représentations de chaînes WKT (texte bien connu), à partir de l’édition 2007 de la norme ISO (ISO 2019). Cela a placé les fonctions de lecture et d’écriture de fichiers offertes par GDAL sous tension, en particulier la fonction exportToProj4(), car un nombre croissant de composants de spécification ne correspondaient vraiment pas adéquatement de la représentation de chaîne WKT à la représentation de chaîne PROJ.4. Un autre changement était que le fait de pivoter à travers un centre choisi lors de la transformation des coordonnées (dans PROJ.4 WGS84) signifiait que la précision était perdue lors de la transformation de la source vers le centre, et que d’autres étaient perdues du centre vers la cible. Pourquoi ne pas passer de la source à la cible en une seule étape si possible?

Pour signaler des changements, PROJ.4 a changé son nom en PRϕJ, et a commencé à graver par les numéros de version principaux. PROJ 5 (2018) a introduit des pipelines de transformation (Knudsen et Evers 2017; Evers et Knudsen 2017), représentant des opérations de coordonnées utilisant une syntaxe similaire aux chaînes PROJ.4, mais montrant l’ensemble du pipeline d’exploitation. PROJ 6 (2019) a suivi en passant des fichiers texte ad hoc pour conserver le système de référence des coordonnées et coordonner les métadonnées d’opérations à une base de données SQLite. Dans un nombre croissant de cas, des opérations de coordonnées plus précises pouvaient être prises en charge à l’aide de grilles de transformation en libre accès, et les fichiers de grille nécessaires étaient maintenant tabulés dans la base de données SQLite. Cette base de données est distribuée avec PROJ, et conservée dans un répertoire sur le chemin de recherche PROJ, habituellement le seul ou le répertoire final (get\_proj\_search\_paths() retourne un vecteur des chemins de recherche courants). Voir le lien en haut de cette page pour l’accès à la base de données SQLite.

PROJ 7 (2020) a reconfiguré les grilles de transformation, en utilisant maintenant le format Geodetic TIFF Grid (GTG), et a créé des chemins pour le téléchargement à la demande (typiquement en utilisant un réseau de téléchargement de contenu (CDN) sur CURL) de morceaux de ces grilles à un utilisateur local. . . .cache inscriptible dans une autre base de données SQLite. Après peu de changements entre la fin des années 1990 et le début de 2018, PROJ.4 a augmenté son numéro de version principale trois fois en trois ans, et d’ici 2021 (PROJ 8), l’interface de programmation d’application préexistante sera historique.

Pour ces raisons, sf et sp passent de chaînes PROJ.4 représentant des systèmes de référence de coordonnées à des chaînes WKT2:2019, comme décrit dans ce blog r-spatial. **La plupart des utilisateurs qui s’appuyaient sur la lecture de fichiers pour définir les systèmes de référence de coordonnées des objets ne remarqueront pas beaucoup de différence, et les chaînes PROJ.4 existantes peuvent toujours être utilisées pour créer de nouvelles définitions sans autorité si nécessaire.**

Il sera utile de savoir qu’en général "OGC:CRS84" devrait être utilisé au lieu de "EPSG:4326", car ce dernier présuppose que Latitude est toujours commandé avant Longitude. "OGC:CRS84" est la représentation standard utilisée par GeoJSON, avec des coordonnées toujours ordonnées Longitude avant Latitude.

**2- Correction**

**Lorsque l’on crée un objet géographique à partir d’un data frame, Il faut donc ajouter le WKT2 2019 à la CRS. Pour cela on utilise le package sf qui permet de récupérer le wkt :**

Wkt19 <- sf::st\_crs(2154)[[2]] ###dans cet exemple pour le Lambert93 (EPSG :2154)

crs.L93<-sp::CRS(wkt19)

proj4string(dats) <- crs.L93

Ici en fournissant la projection complète (sf::st\_crs(2154)[[2]]) lors de la création de la CRS, les messages d’alerte disparaissent.

Pour afficher le wkt2109 :

> wkt(dats)

[1] "PROJCRS[\"RGF93 / Lambert-93\",\n BASEGEOGCRS[\"RGF93\",\n DATUM[\"Reseau Geodesique Francais 1993\",\n ELLIPSOID[\"GRS 1980\",6378137,298.257222101,\n LENGTHUNIT[\"metre\",1]]],\n PRIMEM[\"Greenwich\",0,\n ANGLEUNIT[\"degree\",0.0174532925199433]],\n ID[\"EPSG\",4171]],\n CONVERSION[\"Lambert-93\",\n METHOD[\"Lambert Conic Conformal (2SP)\",\n ID[\"EPSG\",9802]],\n PARAMETER[\"Latitude of false origin\",46.5,\n ANGLEUNIT[\"degree\",0.0174532925199433],\n ID[\"EPSG\",8821]],\n PARAMETER[\"Longitude of false origin\",3,\n ANGLEUNIT[\"degree\",0.0174532925199433],\n ID[\"EPSG\",8822]],\n PARAMETER[\"Latitude of 1st standard parallel\",49,\n ANGLEUNIT[\"degree\",0.0174532925199433],\n ID[\"EPSG\",8823]],\n PARAMETER[\"Latitude of 2nd standard parallel\",44,\n ANGLEUNIT[\"degree\",0.0174532925199433],\n ID[\"EPSG\",8824]],\n PARAMETER[\"Easting at false origin\",700000,\n LENGTHUNIT[\"metre\",1],\n ID[\"EPSG\",8826]],\n PARAMETER[\"Northing at false origin\",6600000,\n LENGTHUNIT[\"metre\",1],\n ID[\"EPSG\",8827]]],\n CS[Cartesian,2],\n AXIS[\"easting (X)\",east,\n ORDER[1],\n LENGTHUNIT[\"metre\",1]],\n AXIS[\"northing (Y)\",north,\n ORDER[2],\n LENGTHUNIT[\"metre\",1]],\n USAGE[\n SCOPE[\"Engineering survey, topographic mapping.\"],\n AREA[\"France - onshore and offshore, mainland and Corsica.\"],\n BBOX[41.15,-9.86,51.56,10.38]],\n ID[\"EPSG\",2154]]"

Cependant la fonction kernelUD du package adehabitatHR ne semble pas utiliser wkt2019 et utilise toujours PROJ4, apparemment l’utilisation de WKT2019 est en test et le warning renvoi sur la doc précitée.

