

mp-geo

C. Poulain

20 mars 2008

Résumé

mp-geo est un paquet METAPOST permettant de représenter la Terre. Il est possible de la voir sous n'importe quel angle. La majorité des éléments présents réellement sont présents sur les représentations construites. Certaines projections planes sont également présentes.

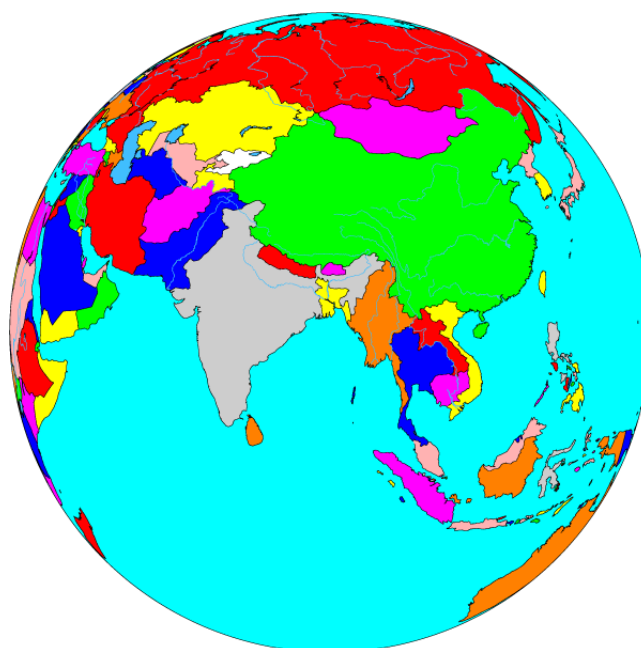


FIG. 1 – Vue de l'Asie ($\theta = 90^\circ$; $\phi = 20^\circ$).

Table des matières

1	Introduction	2
2	Fonctionnement	3
2.1	Généralités et options	3
2.2	Méthodes pour la représentation spatiale	4
2.3	Dernières remarques	5
3	Projections planes	5
3.1	Projection Mercator	7
3.2	Projection cylindrique	7
3.3	Projection conique	8
3.4	Projection de Bonne	9
4	Historique	11

Avant toutes choses, ce package nécessite de modifier les limites de METAPOST. *A priori*¹, seule la variable `main_memory_size` est à changer.²

En effet, `mp-geo` est un package gourmand en ressources. À titre d'exemple, la création de l'image 1 a duré environ 26 secondes³ sur un AMD64-2800+ équipé de 512 Mo de RAM.

1 Introduction

Ce package est encore *en développement*. Par comparaison avec le package PStricks `pst-geo`, `mp-geo` comporte, dans l'état actuel, beaucoup moins de points de tracés⁴ (surtout pour les lacs et rivières), certaines projections ne sont pas présentes, la présence des villes n'est pas implantée (seule la présence des capitales est disponible),...

Cependant, il peut apporter des satisfactions à l'utilisateur de METAPOST qui, à ma connaissance, ne dispose pas d'un tel package.

Mais, à terme, il est vrai qu'il faudrait réussir (et avoir le temps surtout) à implémenter certaines particularités de `pst-geo`. Et en parlant de ce package, je tiens à remercier Manuel LUQUE pour l'aide et les encouragements qu'il a pu m'apporter durant l'élaboration de `mp-geo`.

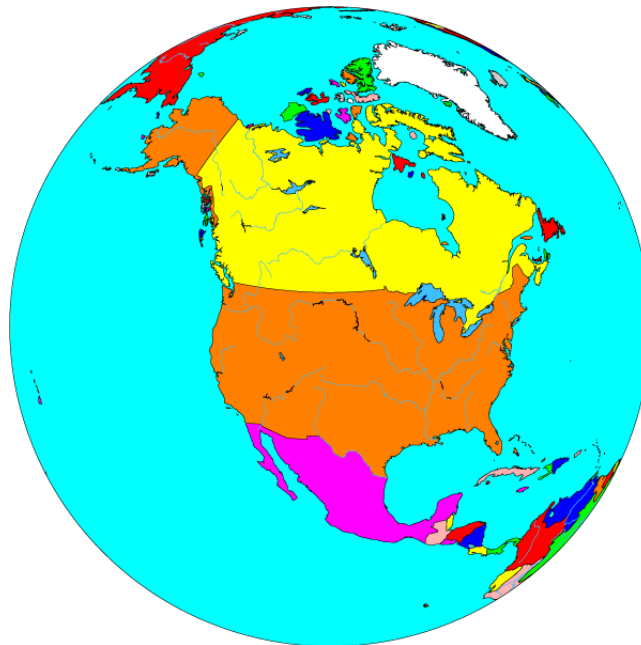


FIG. 2 – Les grands lacs d'Amérique du Nord ($\theta = -105^\circ$; $\phi = 45^\circ$)

¹*A priori* car en cours d'élaboration, j'ai dû également modifier `buffer_size` et `path_size`. J'ai même réussi à obtenir une erreur `independent variables : 33 182 318` qui indique que l'on dépasse les limites internes de METAPOST.

²Sous un environnement Debian Etch et Lenny, la démarche est la suivante :

- Sous `root`, éditer le fichier `95NonPath.cnf` se trouvant dans le répertoire `/etc/texmf/texmf.d/`;
- rechercher la variable `main_memory_size` et la mettre à 40 000 000 ;
- enfin toujours sous `root`, on effectue un rafraîchissement : `update-texmf puis fmtutil-sys -refresh`.

On doit être à l'aise avec cette valeur. ;-)

³Les réponses données par la commande `time` sous Linux sont

```
real 0m26.795s
user 0m26.590s
sys 0m0.116s
```

Tous les temps mesurés dans cette documentation l'ont été sur cette machine.

⁴Les données proviennent de la page <ftp://ftp.blm.gov/pub/gis/wdbprg.zip> dont l'utilisation n'est pas simple. En effet, les programmes disponibles dans cette archive ne fonctionnent que sous DOS ! Eh oui, vous avez bien lu. Cependant, heureux utilisateur de Linux, `dosbox` est venu à mon secours pour obtenir toutes ces précieuses données.

2 Fonctionnement

2.1 Généralités et options

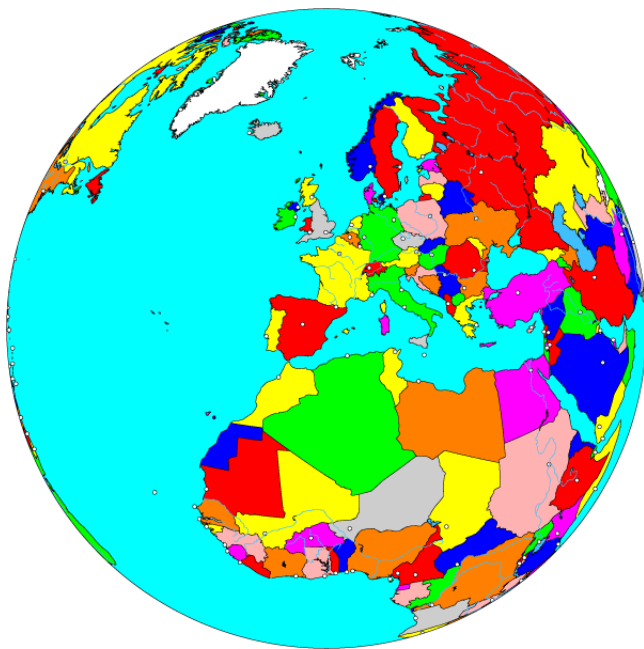
Ce package est *indépendant*, bien qu'il reprenne bon nombre d'éléments de `geometriesyr16.mp`⁵ et plus particulièrement du package dédié à la géométrie spatiale `donymodule.mp`. L'observateur est alors représenté par deux angles (en degrés) :

- un angle θ qui représente la longitude de l'observateur ;
- un angle ϕ qui représente la latitude de l'observateur.

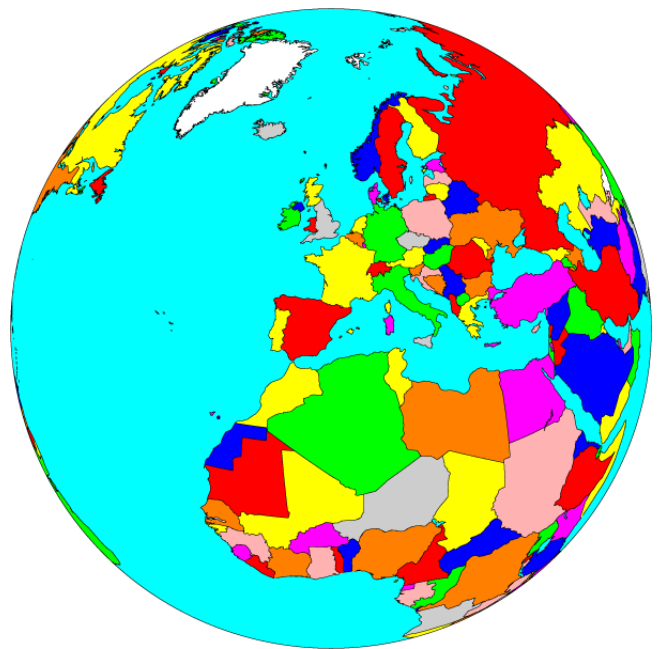
Les données initiales étaient dans un seul fichier. Elles ont été fragmentées en fichiers individuels `.dat` afin de pouvoir les retrouver facilement et d'y avoir un accès plus facile. On dispose ainsi d'un fichier par pays ainsi que d'un fichier par continent (cela donne une meilleure visibilité au code source du package).

On dispose d'un seul fichier pour toutes les îles⁶. Enfin les lacs sont regroupés dans un seul fichier ainsi que pour les fleuves et rivières et les volcans⁷.

À noter que les lacs, les fleuves, les capitales et les volcans sont *optionnels* ; leur affichage est fait par défaut sauf pour les capitales et volcans ; mais l'utilisateur peut en décider autrement en changeant les paramètres `lacs`, `fleuves`, `capitales` et `volcans` à `false`. Ceci peut être non négligeable lors de la mesure du temps de compilation. Par exemple, le temps de compilation de la figure ① a été de 37 s alors que pour la figure ②, la compilation a duré 27 s. Une autre option est celle de colorer



(a) Figure ①



(b) Figure ②

uniformément ou pas les pays. Par défaut, cette option `noncolore` est positionnée à `false`⁸. Si l'on modifie sa valeur, on obtient une image telle que la figure 3.

Enfin, on dispose de l'option `maillage` (positionnée par défaut à `false`) qui permet l'affichage des méridiens et parallèles (Figure 4). En latitude, le pas est de 10° alors qu'en longitude, il est de 5° .

Les données ont conservé leur présentation d'origine : elles sont sous la forme de points repérés en coordonnées sphériques par la latitude et la longitude ; l'unité choisie étant la minute pour davantage de précision.

⁵Un autre de mes packages METAPOST personnels, dédié, quant à lui, à la géométrie.

⁶Ceci pose un problème d'accès direct à des pays comme Cuba ou l'Australie. Un autre souci à régler...

⁷Ce sont les 813 volcans qui ont eu une éruption ces 10 000 dernières années.

⁸Le théorème des quatre couleurs n'est pas implanté.

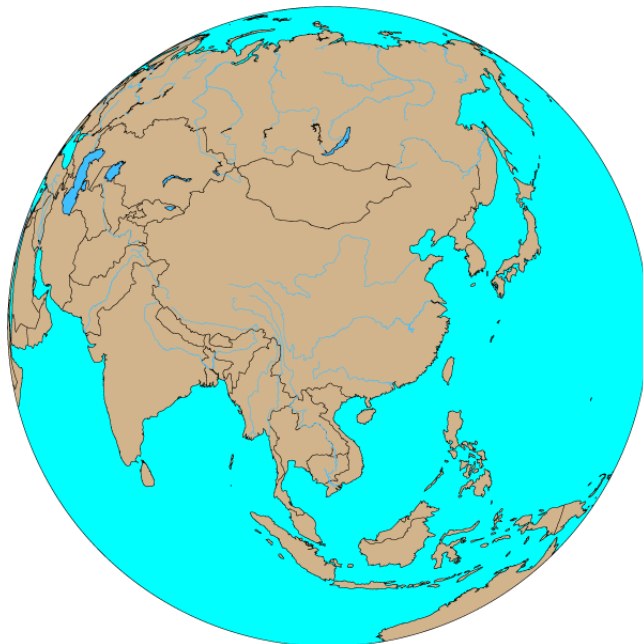


FIG. 3 – Coloration uniforme ($\theta = 105^\circ$; $\phi = 30^\circ$).

Tous les fichiers sont regroupés dans un sous-répertoire data. Par défaut, arborescence (qui est un type string de METAPOST) est réglé sur ce dossier⁹.

2.2 Méthodes pour la représentation spatiale

Pour la représentation, le principe général est le suivant :

- on lit les fichiers un à un ;
- pour chaque point lu, on teste s'il s'agit d'un point visible ou pas. S'il est visible, on l'affiche sinon on passe au suivant.

Le nombre de points étant assez conséquent, il faut impérativement le réduire. Pour cela, en fonction de la position de l'observateur, on détermine les latitudes minimale et maximale que l'observateur peut voir.

On a alors un premier test : *si la l'attitude du point lu est comprise entre les valeurs ① et ② alors on continue ; sinon on passe au suivant.*

Le deuxième test est, quant à lui, sur la visibilité (ou l'invisibilité) du point. Pour ce faire, on teste le produit scalaire des vecteurs \vec{HP} et \vec{HA} (A étant la position de l'observateur). *S'il est positif alors le point est vu, s'il est négatif alors le point est invisible.*

La suite fût plus laborieuse : le remplissage des différents pays. Une première idée :

- tester chaque point des frontières ;
- si le point est vu, on le garde sinon on passe au suivant.

Je peux vous dire que certains pays deviennent alors très anguleux !

La deuxième idée, qui est celle retenue, n'est pas très orthodoxe, je dois bien le dire ! Mais elle fonctionne :)

- tester chaque point des frontières ;
- si le point est vu, on le garde sinon on le remplace par *un point dont les coordonnées cartésiennes sont les doubles de celle du point étudié.*

Pourquoi ? Afin de faire sortir tous les points invisibles du cercle de vision. Ainsi, après le remplissage, on *clippe* le tout dans le cercle de vision. Et le tour est joué !

⁹Pour un changement, ne pas oublier le / au bout du chemin :
`arborescence := "../data/" ;`

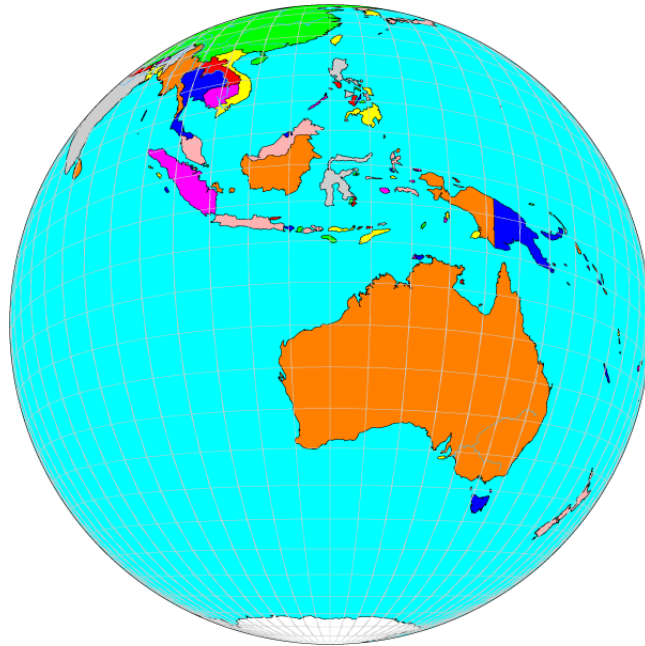


FIG. 4 – Méridiens et parallèles ($\theta = 120^\circ$; $\phi = -20^\circ$).

2.3 Dernières remarques

Cette section n'est valable que pour la représentation spatiale.

On peut régler la distance au centre de la sphère et la distance à l'écran en modifiant les valeurs de la macro Initialisation. Cependant, je crois que les valeurs par défaut (respectivement égales à 5 et 750) sont correctes pour obtenir des images satisfaisantes. Ce n'est qu'une opinion personnelle :) Une explication un peu plus persuasive : METAPOST n'est pas le meilleur lorsqu'il s'agit de faire des calculs ; en changeant ces valeurs, le résultat peut alors devenir très déroutant. . .

On peut également régler le rayon de la sphère terrestre en changeant le paramètre rayon qui doit rester inférieur à la distance au centre de la sphère.

Voici pour finir une dernière image et son code source :

```
input mp-geo;

fleuves:=false;
lacs:=false;
capitales:=false;
Mappemonde(0,-90);

end
```

Ooops ! une petite dernière. . . ¹⁰

3 Projections planes

Ces projections permettent de représenter la Terre sur une surface plane. Quelques projections sont mises en places afin d'avoir la possibilité de produire des cartes.

¹⁰Ne cherchez pas après les fonctionnalités pour la transparence, elles ne sont pas implémentées dans le package ; elles ne sont valables que dans des cas particuliers. . .

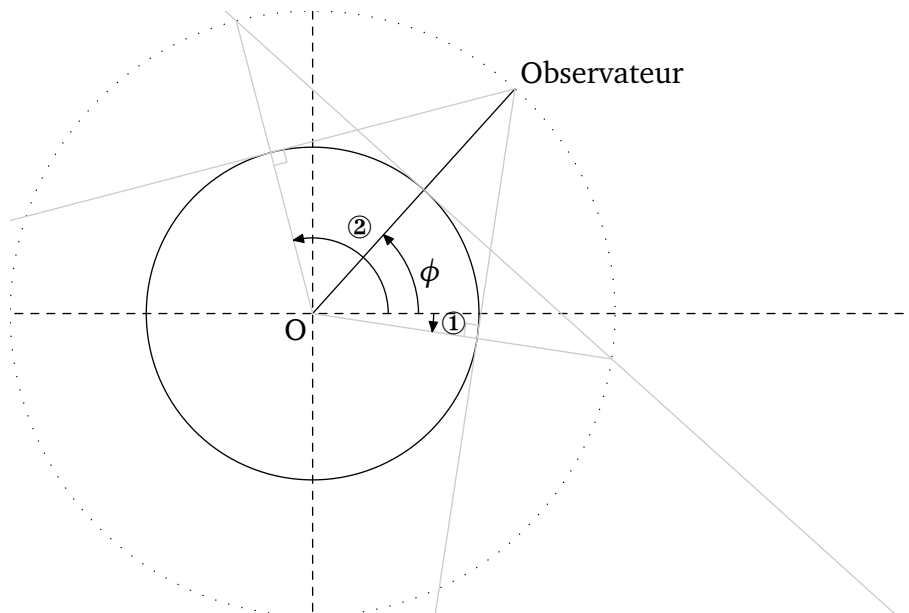


FIG. 5 – Détermination des latitudes minimales et maximales de vision.

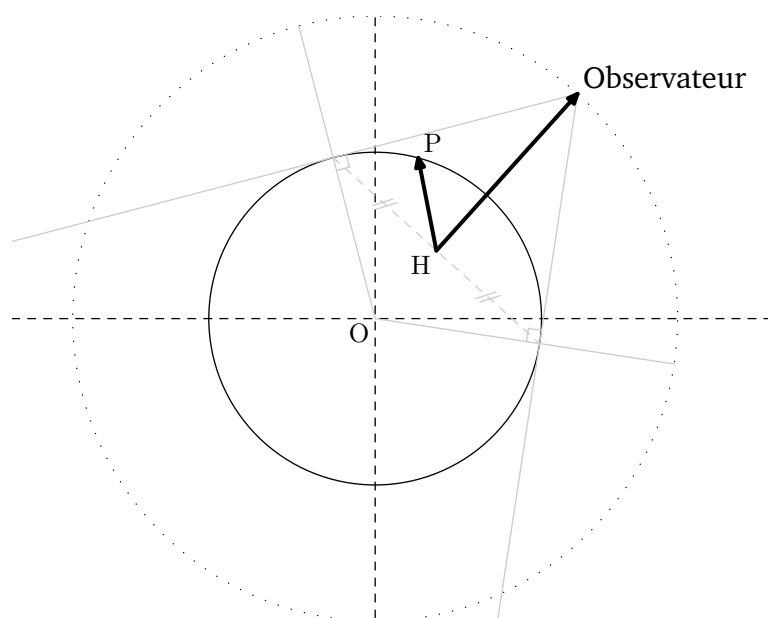


FIG. 6 – Vu ou pas vu ?

En plus des options lacs, fleuves, capitales, noncolore et maillage, on dispose de l'option `projection`¹¹ qui peut prendre les valeurs `mercator`, `coniqueh`, `coniqueb`, `cylindrique`, `simple`¹² et `bonne` (la valeur par défaut étant `non`). La syntaxe utilisée sera donc

```
projection:="mercator"
```

Cependant, cette option est automatiquement modifiée par l'appel de la macro traçant la projection plane. Il ne faudra pas oublier de la repositionner à `non` si l'on veut faire plusieurs figures différentes au sein d'un même fichier METAPOST, par exemple une mappemonde et une projection plane.

¹¹Qui est un type `string` de METAPOST

¹²Si un point de la sphère terrestre est représentée par ses coordonnées géographiques $(\phi; \lambda)$ en degrés alors les formules de projection sont

$$\begin{cases} x = \lambda - \lambda_0 \\ y = \phi - \phi_0 \end{cases}$$

où $(\phi_0; \lambda_0)$ sont les coordonnées géographiques du centre de la future projection.

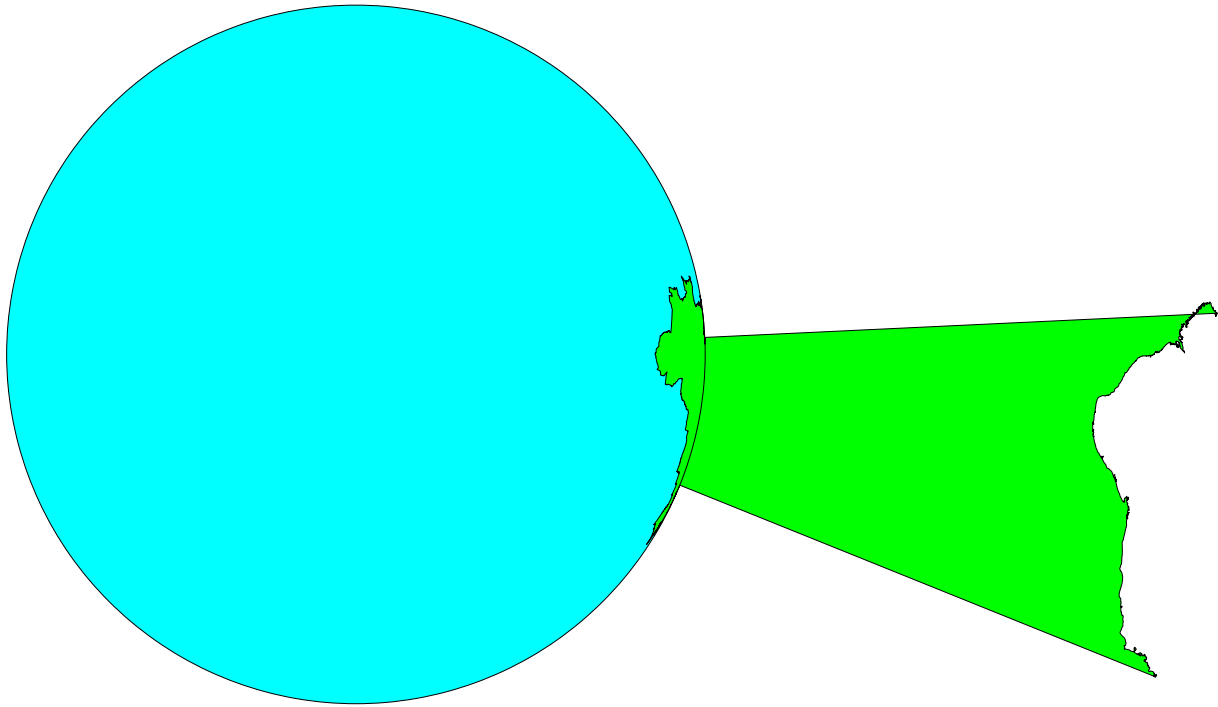


FIG. 7 – Méthode pour remplir correctement les pays.

3.1 Projection Mercator

Plutôt qu'un long discours, voici le code¹³ permettant d'appeler une représentation plane selon la projection Mercator¹⁴ centrée sur le point de coordonnées (3°;48°)¹⁵ avec un zoom égal à 30 (le temps de compilation est de 27 secondes¹⁶).

```
input mp-geo;

figure(-10u, -10u, 10u, 10u);
Mercator(3,48,30);
fin;

end
```

Une possibilité est offerte d'afficher certaines villes *françaises*¹⁷ en ajoutant

```
Lecturevillesp("France");
```

3.2 Projection cylindrique

Avec le code

¹³On a repris la syntaxe de `geometriesyr16`; `figure` créant un cadre enfermant la figure obtenue.

¹⁴Si un point de la sphère terrestre est représentée par ses coordonnées géographiques (ϕ ; λ) en degrés alors les formules de projection sont

$$\begin{cases} x = \lambda - \lambda_0 \\ y = \ln \left(\tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \right) - \ln \left(\tan \left(45 + \frac{\phi_0}{2} \right) \right) \end{cases}$$

où (ϕ_0 ; λ_0) sont les coordonnées géographiques du centre de la future projection.

¹⁵On reconnaît les coordonnées sphériques de notre belle capitale Paris.

¹⁶Il faudrait implémenter une option permettant de choisir tel ou tel continent. . .

¹⁷En espérant pouvoir le faire pour un maximum de pays et que ce soit disponible également pour la représentation spatiale.

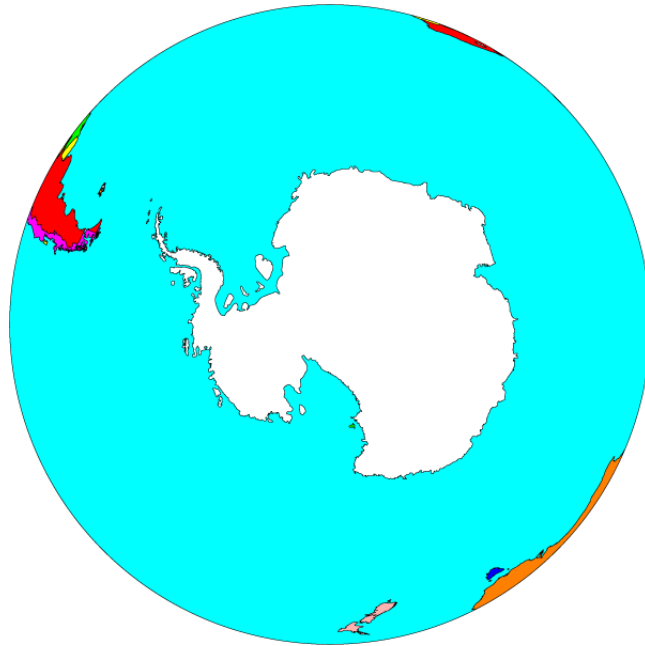


FIG. 8 – L’immensité du pôle sud ($\theta = 0$; $\phi = 90^\circ$).

```
input mp-geo;

maillage:=true;

figure(-10u, -10u, 10u, 10u);
Cylindrique(3, 48, 15);
Lecturevillesp("France");
fin;

end
```

on obtient la carte en projection cylindrique¹⁸.

3.3 Projection conique

Une projection conique est disponible : il s’agit de la *projection conique équidistante tangente*¹⁹ ; le parallèle de contact étant soit le 45° Nord soit le 45° Sud. On choisit l’hémisphère à représenter par le code source

¹⁸Pour un point de la sphère terrestre de coordonnées $(\phi; \lambda)$, les formules de projection sont

$$\begin{cases} x = \lambda - \lambda_0 \\ y = \sin \phi - \sin \phi_0 \end{cases}$$

où $(\phi_0; \lambda_0)$ sont les coordonnées géographiques du centre de la future projection.

¹⁹D’après <http://thierry.hatt.gps.free.fr/projections/images-proj/coniq-equid-lambert.htm>.
Pour un point de la sphère terrestre de coordonnées $(\phi; \lambda)$, les formules de projection sont

$$\begin{cases} x = \frac{\cos \phi \sin(\lambda \sin(45))}{\sin 45 \cos(\phi - 45)} \\ y = \frac{\cos \phi \cos(\lambda \sin(45))}{\sin 45 \cos(\phi - 45)} \end{cases}$$

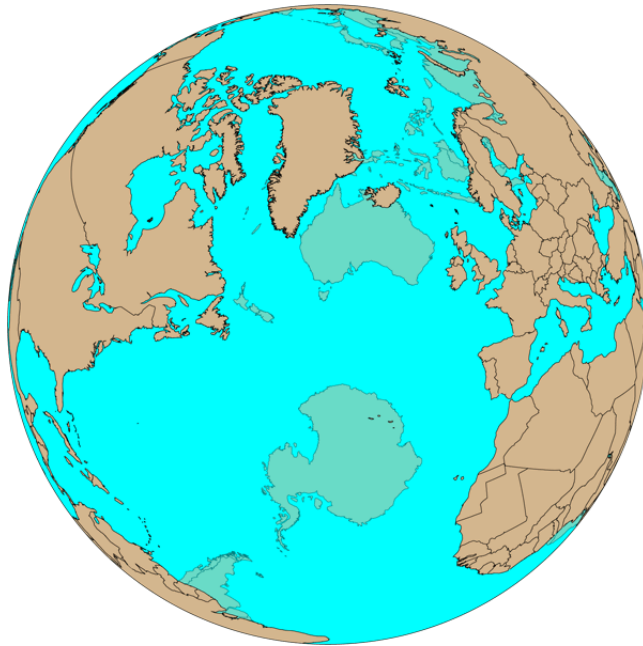


FIG. 9 – Un peu de transparence.

```
input mp-geo;
```

```
figure(-20u, -20u, 20u, 20u);
```

```
ConiqueH;
```

```
fin;
```

```
end
```

pour obtenir ou alors

```
input mp-geo;
```

```
figure(-20u, -20u, 20u, 20u);
```

```
ConiqueB;
```

```
fin;
```

```
end
```

pour voir l'hémisphère sud.

À noter que cette fois-ci, le maillage n'est pas facultatif²⁰.

3.4 Projection de Bonne

Cette projection²¹ est particulière, elle est en forme de « coeur ». Ce qui donne avec le code source (pour 28 secondes de compilation)

²⁰On pourrait peut-être ajouter des graduations

²¹Pour un point de la sphère terrestre de coordonnées $(\phi; \lambda)$, les formules de projection sont

$$\begin{cases} x = \rho \sin E \\ y = \cotan \phi_0 - \rho \cos E \end{cases}$$

avec $\rho = \cotan \phi_0 + \phi_0 - \phi$ et $E = (\lambda - \lambda_0) * \cos(\phi) / \rho$ où $(\phi_0; \lambda_0)$ sont les coordonnées du centre de la future projection. Attention, dans ces formules, tous les angles doivent être en radians

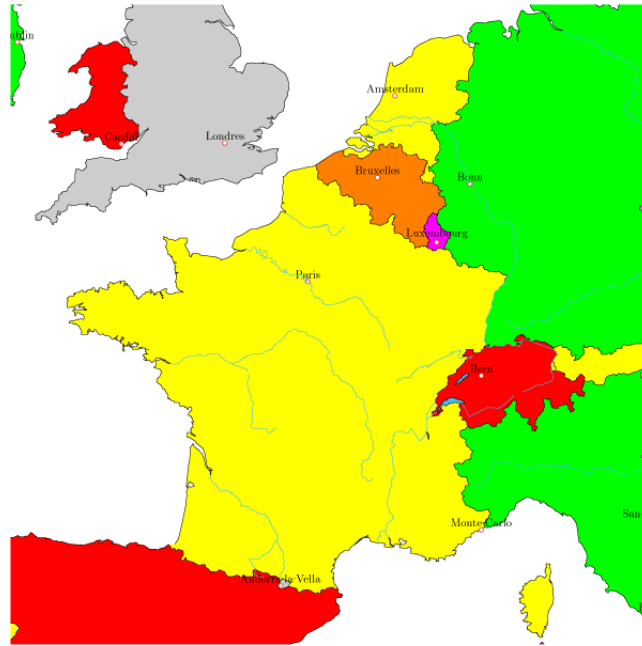


FIG. 10 – Carte de France selon une projection Mercator.

```
input mp-geo;
```

```
maillage:=true;
capitales:=false;
```

```
figure(-10u,-15u,10u,10u);
Bonne(0,40,1);
fin;
```

```
end
```

dans lequel 0,40 représentent $(\lambda_0; \phi_0)$, 1 étant le facteur de zoom.

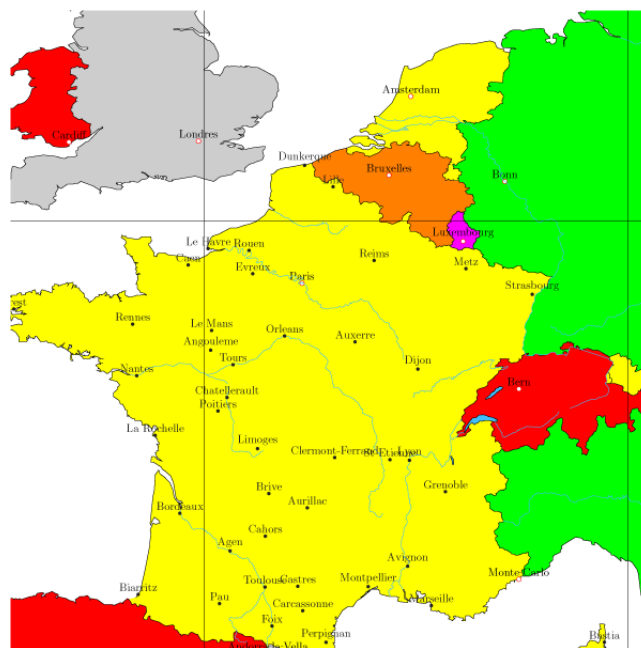


FIG. 11 – Carte de France selon la projection cylindrique.

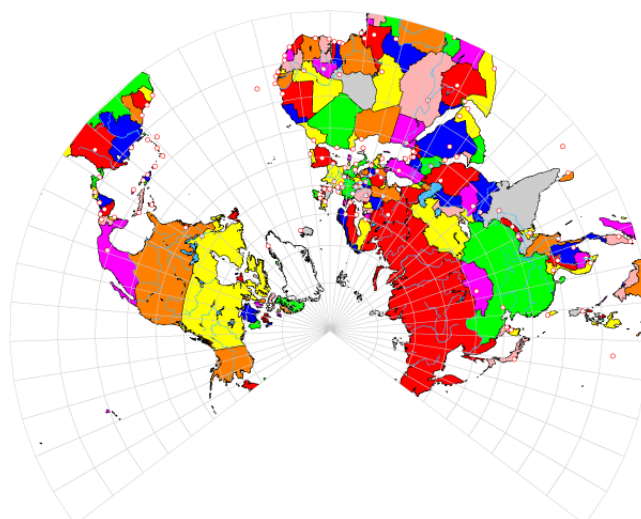


FIG. 12 – Projection conique - Hémisphère nord.

4 Historique

14/03/2008 Version 0.58 : Ajout de fleuves et lacs supplémentaires.

14/03/2008 Version 0.56 : Ajout des volcans :).

18/02/2008 Version 0.55 : Ajout des projections de Bonne.

18/02/2008 Version 0.54 : Modification mineure dans la lecture des fichiers de données.

15/02/2008 Version 0.53 : Ajout d'une troisième projection : la projection *simple*.

15/02/2008 Version 0.52 : Ajout d'une troisième projection : la projection *cylindrique*.

14/02/2008 Version 0.51 : Ajout d'une deuxième projection : une projection *conique*.

14/02/2008 Version 0.5 : Ajout d'une première projection : la projection *Mercator*.

12/02/2008 Version 0.46 : Possibilité d'affichage d'un point particulier sur la surface de la Terre (avec son méridien et son parallèle tracés).

12/02/2008 Version 0.45 : Choix possible de l'affichage ou non des méridiens et parallèles.

11/02/2008 Version 0.4 : Rendu indépendant de geometriesyr16.mp.

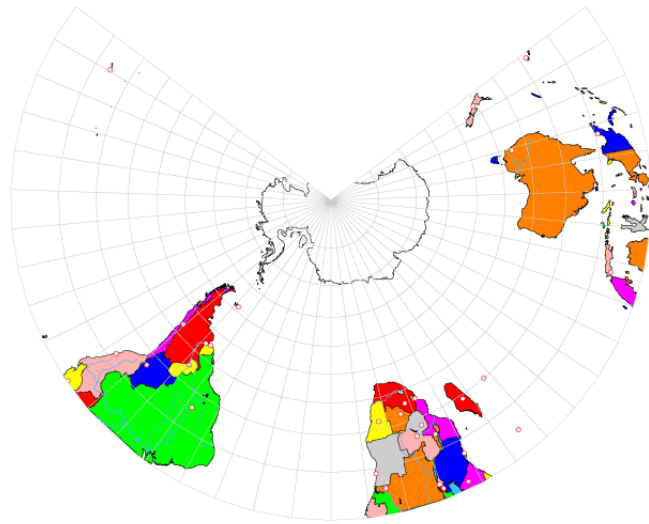


FIG. 13 – Projection conique - Hémisphère sud.

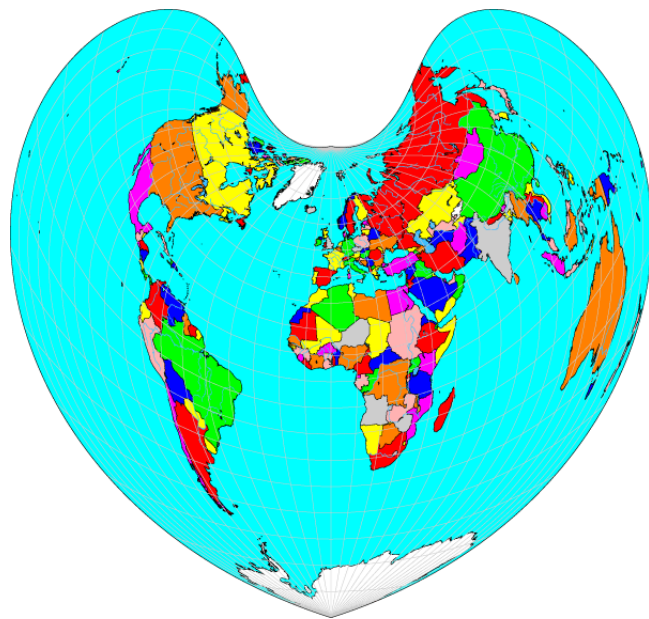


FIG. 14 – Projection de Bonne

08/02/2008 Version 0.35 : Amélioration de la méthode de tracé.

08/02/2008 Version 0.32 : Choix possible du chemin de lecture des fichiers .dat.

08/02/2008 Version 0.31 : Choix possible de la couleur de remplissage dans le cas d'un remplissage uniforme.

07/02/2008 Version 0.3 : Choix possibles d'un affichage ou non des capitales, fleuves et lacs. Choix possible d'un remplissage uniforme ou coloré.

07/02/2008 Version 0.2 : Création d'un unique fichier de données par continent.

07/02/2008 Version 0.11 : Ajout du positionnement des capitales.

06/02/2008 Version 0.1.

Table des figures

1	Vue de l'Asie ($\theta = 90^\circ$; $\phi = 20^\circ$).	1
2	Les grands lacs d'Amérique du Nord ($\theta = -105^\circ$; $\phi = 45^\circ$)	2
3	Coloration uniforme ($\theta = 105^\circ$; $\phi = 30^\circ$).	4
4	Méridiens et parallèles ($\theta = 120^\circ$; $\phi = -20^\circ$).	5
5	Détermination des latitudes minimales et maximales de vision.	6
6	Vu ou pas vu ?	6
7	Méthode pour remplir correctement les pays.	7
8	L'immensité du pôle sud ($\theta = 0$; $\phi = 90^\circ$).	8
9	Un peu de transparence.	9
10	Carte de France selon une projection Mercator.	10
11	Carte de France selon la projection cylindrique.	11
12	Projection conique - Hémisphère nord.	11
13	Projection conique - Hémisphère sud.	12
14	Projection de Bonne	12