

# ROCOTLIB

## Une bibliothèque de changement de coordonnées pour les études Soleil-Terre

La bibliothèque ROCOTLIB (RObert's COordinate Transformation LIBrary) est un ensemble de modules permettant les changements de systèmes de coordonnées entre les différents repères utilisés dans les études géophysiques et magnétosphériques. La plupart des repères sont géocentriques, et donc indépendants de la position du point d'observation ; néanmoins, quelques repères locaux sont aussi considérés.

En plus des modules de changement de système de coordonnées, cette bibliothèque fournit également des modules de conversions et d'opération associées à tout ce qui est date, temps et problèmes de calendrier.

Cette bibliothèque a été développée initialement en 1992 par P. Robert, CNRS/CETP, avec le soutien de l'ESA dans le cadre de la préparation de la mission CLUSTER ; depuis, elle a été régulièrement mise à jour par l'auteur. La version du logiciel délivré par le CDPP est accompagné d'une documentation concernant cette même version ; la dernière (V1.8) viens d'être mise à jour sur ce serveur.

ROCOTLIB existe à la fois en FORTRAN 77 et en FORTRAN 90, et peut être utilisée sur n'importe quelle machine où ces compilateurs sont disponibles. Elle sera prochainement disponible en langage IDL et PV-WAVES. Chaque module, associé à une transformation, correspond à une sous-routine en FORTRAN, ou à une procédure en IDL ou PV-WAVE. Le package fournit à l'utilisateur comporte le code source et les fichiers de compilation, un exemple d'utilisation, et un programme de test et son fichier de résultat. Ce dernier permet de vérifier la validité de l'installation de la bibliothèque sur la machine de l'utilisateur. Le programme de test a donné des résultats identiques avec les machines et compilateurs suivants :

- SunOS 5.8 et SunOS 5, avec le Sun WorkShop Compiler FORTRAN 77 V 5.0
- Les mêmes systèmes avec le FORTRAN 90 V2.0
- LINUX /Intel i686 , avec g77 (GNU FORTRAN Compiler v0.5.24)
- DEC OSF/1, avec le Digital FORTRAN 90 for Digital UNIX Alpha Systems V4.0

L'installation sur n'importe quel système disposant d'un compilateur FORTRAN est très simple : Elle n'exige que la copie du répertoire fourni, et l'exécution des fichiers de compilation. Ceux-ci créent la bibliothèque objet *rocotlib.o*, ainsi que les fichiers exécutables *rocotexp.exe* et *rocotche.exe* du programme d'exemple et de test.

La source du programme *rocotexp.f* est donnée ci-dessous, montrant la simplicité d'emploi de la bibliothèque. Il peut être modifié par l'utilisateur suivant ses besoins, et être le point de départ d'un programme plus complexe. Après modification du programme, une simple commande du type `f77 rocotexp.f rocotlib.o -o rocotexp.exe` permet de créer le fichier exécutable *rocotexp.exe* prêt à être lancé.

```

      program rocotexp
C      -----
C *      Rocot_Example of using Rocotlib
C      -----

      print*
      print*, 'ROCOTEXP:'
      print*

      call redate(iyear,imonth,iday)
      call retime(ih,im,is)

      call ctimpar(iyear,imonth,iday,ih,im,is)
      call gsundir(sxgei,sygei,szgei,sxgeo,sygeo,szgeo)
      call tgeigsm(sxgei,sygei,szgei,sxgsm,sygsm,szgsm)

      print*
      print*, 'date: MM/JJ/YY=', imonth,iday,iyear
      print*, 'time: HH/MM/SS=', ih,im,is
      print*
      print*, 'Sun in GEI:',sxgei,sygei,szgei
      print*, 'Sun in GEO:',sxgeo,sygeo,szgeo
      print*, 'Sun in GSM:',sxgsm,sygsm,szgsm
      print*

      stop 'rocotexp: normal termination'
      end

```

### ***Programme d'exemple rocotexp.f***

Cet exemple montre les quatre familles de sousroutines :

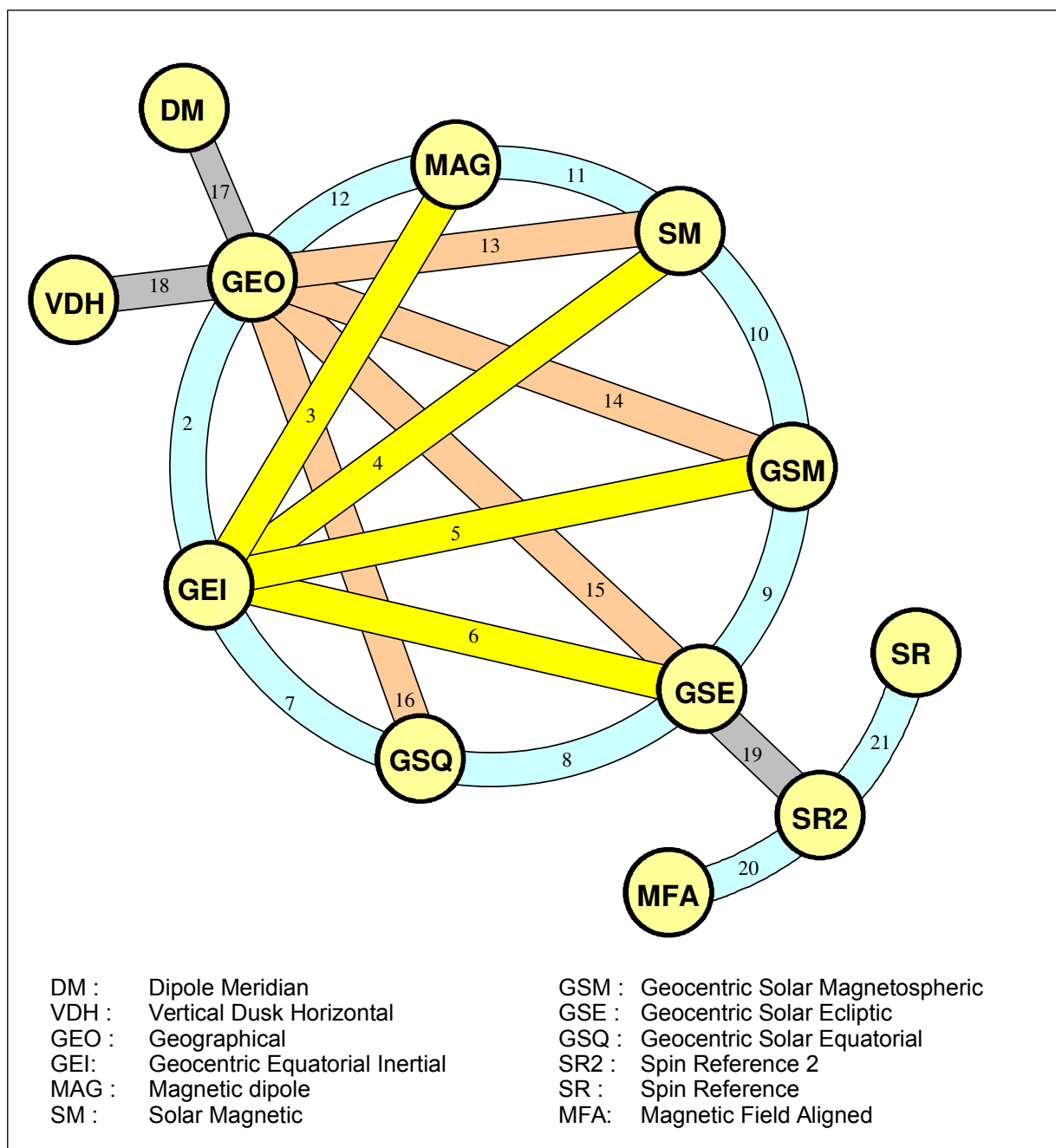
- Les sousroutines *redate* et *retime*, signifiant “*read\_date*”, et “*read\_time*”, lisent une date et un temps depuis l’entrée standard.
- La sousroutine *ctimpar*, signifiant “*compute\_time\_parameter*”, calcule et stocke en mémoire tous les paramètres et matrices dépendants du temps, et qui permettent d’effectuer les changements de repère. Cette sousroutine doit être appelée à chaque fois que le temps change.
- La sousroutine *gsundir*, signifiant “*give\_sun\_direction*”, donne la direction du Soleil dans les systèmes de coordonnées GEI et GEO, pour la date et le temps considéré.
- La sousroutine *tgeigsm*, signifiant “*transform\_gei\_to\_gsm*”, transforme un vecteur Cartésien dont les coordonnées sont données dans le repère GEI en ce même vecteur exprimé dans les coordonnées du système GSM

De nombreux systèmes de coordonnées et de transformations sont disponibles, comme le montre le diagramme ci-dessous. Les systèmes de coordonnées à l’intérieur du grand cercle bleu sont géocentriques, les repères SR, SR2 et MFA sont liés au satellite, tandis que le VDH et le DM sont des repères locaux liés à la Terre. Les numéros correspondent aux transformations. Pour les deux principaux systèmes, le GEOgraphique (GEO) et le Geocentric Equatorial Inertial (GEI), il existe une transformation directe entre ces systèmes et n’importe quel autre système géocentrique. Pour deux repères qui n’ont pas de liens direct, il n’existe pas de module correspondant ; par exemple, pour passer du GSE au SM, il faut passer par un repère intermédiaire, comme le GEI, le GEO ou le GSM. Quel que soit le chemin, le résultat est bien sûr le même. Certaines transformations nécessitent un changement d’origine ; Elle sont accessibles à partir du repère GEO ou GSE, via une ligne grise, et nécessitent la connaissance soit de l’origine des nouvelles coordonnées, exprimées dans le repère GEO (modules 17 et 18), soit de la direction de l’axe de rotation du satellite (module 19), exprimée dans le repère GSE.

Le package logiciel est accompagné d'un fichier PDF de la documentation complète. Celle-ci est composée de deux parties :

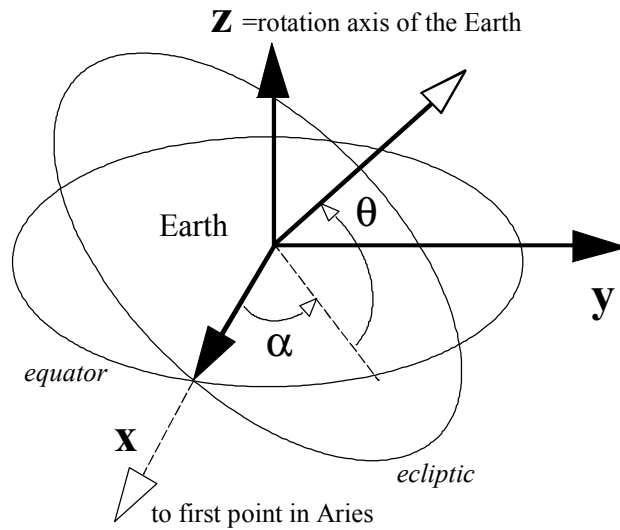
- La première partie définit les différents systèmes de coordonnées utilisés, et donne les formules mathématiques et les matrices pour passer de l'un à l'autre. Par exemple, la définition du repère GEI est donnée ci-dessous.
- La seconde partie est le manuel de l'utilisateur de la bibliothèque FORTRAN. Elle donne la liste complète de tous les modules, le rôle de chacun, et la description des paramètres d'entrée et de sortie. Le programme d'exemple et le programme de test sont aussi commentés.

Cette bibliothèque est un produit vivant, et peut évoluer et être enrichie de nouvelles transformations ou applications. Tous les commentaires sont les bienvenues.



*Diagramme des transformations disponibles*

### Geocentric Equatorial Inertial system (GEI)



The Z-axis is parallel to the Earth's rotation axis.

The X-axis is defined by the intersection of the geographic equatorial plane and the ecliptic plane, and is pointing towards the first point of Aries (the position of the Sun at the vernal equinox).

The *right ascension*  $\alpha$  and the *declination*  $\theta$  are defined by :

$$\text{right ascension} \quad \alpha = \tan^{-1}(V_y/V_x) \quad \text{with} \quad \begin{array}{ll} 0^\circ \leq \alpha < 180^\circ & \text{for } V_y \geq 0 \\ 180^\circ \leq \alpha < 360^\circ & \text{otherwise} \end{array}$$

$$\text{declination} \quad \theta = \sin^{-1}(V_z/V) \quad \text{with} \quad -90^\circ \leq \theta \leq +90^\circ$$

*Exemple de définition du repère GEI*