

MSLIB Fortran 90

CS

Nomenclature : **M-MU-0-115-CIS**

Edition : 05 Date: 15/02/2005

Révision: 00 Date: 15/02/2005

Volume R

les Repères fondamentaux

Rédigé par : Guylaine PRAT avec la participation de: Véronique LÉPINE	le : CS (SI/Espace/FDS)	
Validé par : Guylaine PRAT Anne MAZZIETTI-ERSA (ingénieur qualité)	le : CS (SI/Espace/FDS) CS (SI/Espace)	
Pour application : Franck REINQUIN Hervé MADIEU	le : CNES (DCT/SB/OI)	

DIFFUSION INTERNE CNES**Observations**

Voir la note nomenclaturée M-NT-0-18-CN:
"Liste de diffusion de la documentation utilisateur MSLIB".

DIFFUSION EXTERNE CNES**Observations**

Voir la note nomenclaturée M-NT-0-18-CN:
"Liste de diffusion de la documentation utilisateur MSLIB".

BORDEREAU D'INDEXATION**CONFIDENTIALITE : NC****MOTS-CLES :****TITRE :** Volume R - les Repères fondamentaux**AUTEUR :** Guylaine PRAT avec la participation de: Véronique LÉPINE**RESUME :**

Ce document rassemble les notices d'utilisation des routines du thème "les Repères fondamentaux".

SITUATION DU DOCUMENT : Création**VOLUME :****PAGES :** 142**PLANCHES :****FIGURES :****LANGUES :** F**CONTRAT :** Marché 779/Cnes/2001/8929 BC4500009860**SYSTEME HOTE :** Frame6/MSLIB

MODIFICATION

ETAT DOCUMENT				PAGES REVISEES	
ED.	REV.	DATE	REFERENCE ORIGINE (pour chaque édition)	ETAT PAGE *	NUMERO DES PAGES
01	00	13/11/98	M-MU-0-115-CIS Rédacteur : V. Lépine avec la participation de G. Prat		Création
02	00	01/02/00	M-MU-0-115-CIS Rédacteur : S. Vresk avec la participation de G. Prat		Modification de toutes les pages
03	00	03/03/03	M-MU-0-115-CIS Rédacteur : G. Prat avec la participation de B. Revelin		Modification de toutes les pages
04	00	05/12/03	M-MU-0-115-CIS Rédacteur : B. Revelin, V. Lépine avec la participation de G. Prat	I M I	Ajout des pages liées aux nouvelles routines pour la MSLIB90 V5.0 Évolution de 16 routines (ajout du jacobien) Complétion de l'introduction du thème (explications; graphes)
05	00	15/02/05	M-MU-0-118-CIS Rédacteur: G. Prat avec la participation de V. Lépine	I I	Ajout des pages liées aux nouvelles routines pour la MSLIB90 V6.2 Complétion de l'introduction du thème (explications; graphes)

* I = Inséré

S = Supprimé

M = Modifié

Sommaire

Présentation du thème R :	<i>page 1</i>
Notations	<i>page 2</i>
Index.	<i>page 3</i>
1 Les échelles des temps	<i>page 4</i>
2 Définitions	<i>page 5</i>
2.1 Définition des plans	<i>page 5</i>
2.2 Points vernaux	<i>page 5</i>
2.3 Obliquités	<i>page 5</i>
2.4 Pôles célestes	<i>page 5</i>
2.5 Temps sidéraux	<i>page 6</i>
2.6 Époques de référence	<i>page 6</i>
2.7 Théorie de la précession	<i>page 6</i>
2.8 Théorie de la nutation	<i>page 7</i>
3 Définitions des repères fondamentaux	<i>page 9</i>
3.1 Repère écliptique moyen de la date	<i>page 9</i>
3.2 Repère écliptique vrai de la date	<i>page 9</i>
3.3 Repère équatorial (ou céleste) moyen de la date	<i>page 9</i>
3.4 Repère équatorial (ou céleste) vrai de la date	<i>page 9</i>
3.5 Repère de Veis de la date	<i>page 9</i>
3.6 Repère terrestre vrai de la date	<i>page 9</i>
3.7 Repère terrestre de référence	<i>page 10</i>
3.8 Repère EME2000	<i>page 10</i>
3.9 Repère R (repère plan)	<i>page 10</i>
3.10 Repère équatorial planétaire UAI	<i>page 10</i>
3.11 Repère planétocentrique (vrai)	<i>page 10</i>
3.12 Repère planétocentrique inertiel du type «H0-n»	<i>page 11</i>
3.13 Repère Body Body Rotating (BBR) ou “de type Lagrange”	<i>page 11</i>

4 Utilisation des routines du thème	<i>page 12</i>
4.1 Transformation pour le vecteur position seulement	<i>page 12</i>
4.2 Transformations pour les vecteurs position et vitesse	<i>page 13</i>
4.3 Modèles UAI des coordonnées du pôle et du temps sidéral des planètes	<i>page 14</i>
4.4 Calcul du temps sidéral moyen	<i>page 15</i>
4.5 Calcul du temps sidéral de Veis (modifié de Veis)	<i>page 15</i>
4.6 Calcul du temps sidéral vrai	<i>page 15</i>
4.7 Calcul des paramètres de nutation et de la matrice de nutation	<i>page 15</i>
5 Documents de référence du thème	<i>page 16</i>

Liste des routines du thème R : voir pages suivantes du sommaire.

Liste des routines du thème R:

mr_EcliJ2000_J2000 :	<i>page 17</i>
“Passage du repère écliptique moyen à la date J2000 au repère EME2000”.	
mr_EquaMoy_EquaVrai :	<i>page 20</i>
“Passage du repère équatorial moyen à la date t au repère équatorial vrai à la même date t”.	
mr_EquaMoy_J2000 :	<i>page 24</i>
“Passage du repère équatorial moyen à la date t au repère équatorial moyen J2000”.	
mr_EquaUAI_J2000 :	<i>page 28</i>
“Passage du repère équatorial planétaire UAI à la date t au repère EME2000.”	
mr_EquaUAI_PlanetVrai :	<i>page 32</i>
“Passage du repère équatorial planétaire UAI au repère planétocentrique vrai à la date t.”	
mr_EquaVrai_EquaMoy :	<i>page 36</i>
“Passage du repère équatorial vrai à la date t au repère équatorial moyen à la même date t”.	
mr_EquaVrai_TerVrai :	<i>page 40</i>
“Passage du repère équatorial vrai à la date t au repère terrestre vrai à la même date t”.	
mr_EquaVrai_veis :	<i>page 44</i>
“Passage du repère équatorial vrai à la date t au repère de Veis à la même date t”.	
mr_J2000_BBR :	<i>page 48</i>
“Passage du repère équatorial moyen J2000 (EME2000) au repère Body Body Rotating (BBR)”.	
mr_J2000_EcliJ2000 :	<i>page 51</i>
“Passage du repère EME2000 au repère écliptique moyen à la date J2000”.	
mr_J2000_EquaMoy :	<i>page 54</i>
“Passage du repère équatorial moyen J2000 au repère équatorial moyen à la date t”.	

mr_J2000_EquaUAI :	<i>page 58</i>
“Passage du repère EME2000 au repère équatorial planétaire UAI à la date t.”	
mr_J2000_TerVrai :	<i>page 62</i>
“Passage du repère équatorial moyen J2000 au repère de terrestre vrai à la date t”.	
mr_J2000_veis :	<i>page 66</i>
“Passage du repère équatorial moyen J2000 au repère de Veis à la date t”.	
mr_mat_J2000_BBR :	<i>page 70</i>
“Calcul de la matrice de passage du repère équatorial moyen J2000 (EME2000) au repère Body Body Rotating (BBR)”.	
mr_mat_nuta :	<i>page 73</i>
“Calcul de la matrice de nutation pour le passage du repère équatorial moyen au repère équatorial vrai pour la même époque”.	
mr_nuta :	<i>page 76</i>
“Calcul des nutations en longitude et en obliquité”.	
mr_obli_moy :	<i>page 79</i>
“Calcul de l’obliquité moyenne”.	
mr_PlaIner_PlaVrai :	<i>page 82</i>
“Passage du repère planétocentrique inertiel du type «H0-n» à n=0 au repère planétocentrique vrai”.	
mr_PlanetVrai_EquaUAI :	<i>page 86</i>
“Passage du repère planétocentrique vrai au repère équatorial planétaire UAI à la date t.”	
mr_PlaVrai_PlaIner :	<i>page 90</i>
“Passage du repère planétocentrique vrai au repère planétocentrique inertiel du type «H0-n» à n=0”.	
mr_rep_fon :	<i>page 94</i>
“Calcul de la matrice de passage entre deux repères fondamentaux (écliptique ou équatorial; moyen ou vrai)”.	

mr_TerRef_TerVrai :	<i>page 99</i>
“Passage du repère terrestre de référence au repère terrestre vrai à la date t”.	
mr_TerVrai_EquaVrai :	<i>page 102</i>
“Passage du repère terrestre vrai à la date t au repère équatorial vrai à la même date t”.	
mr_TerVrai_J2000 :	<i>page 106</i>
“Passage du repère terrestre vrai à la date t au repère équatorial moyen J2000”.	
mr_TerVrai_TerRef :	<i>page 110</i>
“Passage du repère terrestre vrai à la date t au repère terrestre de référence”.	
mr_TerVrai_veis :	<i>page 113</i>
“Passage du repère terrestre vrai à la date t au repère de Veis à la même date t”.	
mr_tsid_aoki :	<i>page 116</i>
“Calcul du temps sidéral dans le système de référence défini par l’IAU en 1980 (AOKI)”.	
mr_tsid_veis :	<i>page 118</i>
“Calcul du temps sidéral dans le système de référence Veis (Gamma50 CNES)”.	
mr_tsid_vrai :	<i>page 120</i>
“Calcul du temps sidéral vrai”.	
mr_veis_EquaVrai :	<i>page 123</i>
“Passage du repère de Veis à la date t au repère équatorial vrai à la même date t”.	
mr_veis_J2000 :	<i>page 127</i>
“Passage du repère de Veis à la date t au repère équatorial moyen J2000”.	
mr_veis_TerVrai :	<i>page 131</i>
“Passage du repère de Veis à la date t au repère terrestre vrai à la même date t”.	

Présentation du thème R

Le thème “*les Repères fondamentaux*” regroupe un grand nombre de routines permettant d’effectuer des changements de repères.

Cette introduction propose un résumé des différentes conventions, définitions et notations qui concernent les théories mises en jeu par ces routines, ainsi que les représentations schématiques des transformations disponibles.

Pour concevoir ce résumé, nous nous sommes basés, autant que possible, sur le document de référence [DR1] du Bureau Des Longitudes. Afin d’obtenir de plus amples précisions, il convient de s’y reporter.

Nota: la liste des notations, notions et autres termes présents ici n’est pas exhaustive.

Notations

O	Centre de masse de la Terre
CTP (<i>Conventional Terrestrial Pole</i>) ou P_T	Pôle terrestre conventionnel (pôle Nord géographique)
CEP (<i>Celestial Ephemeris Pole</i>) ou P_v	Pôle céleste vrai de la date
P_m	Pôle céleste moyen
P_e	Pôle de l'écliptique
G_V	Origine des longitudes vraies (intersection entre le méridien de Greenwich de la date et l'équateur vrai de la date)
γ_V ou γ_v	Point vernal vrai ou équinoxe vrai de la date
γ_M ou γ_m	Point vernal moyen ou équinoxe moyen de la date
$\hat{\gamma}$	Equinoxe de Veis de la date
ε_A ou $\overline{\varepsilon}$	Obliquité moyenne
ε_V ou ε	Obliquité vraie
$\Delta\varepsilon$ ou $\Omega + d\Omega$	Nutation en obliquité
$\Delta\psi$ ou $N + dN$	Nutation en longitude
π_A, Π_A, p_A	paramètres ou variables de précession écliptique
ζ_A, z_A, θ_A	paramètres ou variables de précession équatoriale
GMT	temps sidéral vrai
$GMST$	temps sidéral moyen
$G\hat{M}T$	temps sidéral modifié de Veis
u, v	coordonnées du pôle CEP dans le repère R
$UT1$ ou $TU1$ ou UT	Temps Universel
TAI	Temps Atomique International
UTC ou TUC	Temps Universel Coordonné
TE	Temps des Ephémérides

Index

L

Lieske **7, 8, 15**

V

Veis **15**

W

Wahr **8, 15**

1 Les échelles des temps

UT1 ou TU1 : c'est le temps universel. Lié à la rotation de la Terre, il n'est pas uniforme à cause des inégalités de la rotation de la Terre. En pratique, c'est le temps civil de Greenwich.

TAI : c'est le temps atomique international. Il est défini à partir d'horloges atomiques très précises et est donc uniforme.

UTC ou TUC : c'est le temps universel coordonné. C'est une échelle qui possède les qualités d'uniformité du temps atomique par morceaux mais qui, grâce à des sauts de secondes appropriés, permet de maintenir en phase la rotation de la Terre et les horloges atomiques. En somme, le temps TUC est une approximation du temps universel lue sur un garde temps meilleur que la rotation de la Terre.

$$TAI - UTC = n \text{ secondes (} n \text{ est un entier)}$$

$$UT1 - UTC \leq 0,9 \text{ s}$$

TE : c'est le temps des éphémérides qui est une échelle basée sur la révolution de la Terre autour du soleil.

$$TE = TAI + 32,184 \text{ s}$$

TT, TCB, TBD : ce sont des échelles de temps très proches de l'échelle de temps TE. Dans la MSLIB, nous faisons comme si ces échelles étaient confondues (pour plus d'informations voir le document **[DR1]**).

2 Définitions

2.1 Définition des plans

Il faut tout d'abord préciser que dans le thème R, on considère les plans écliptiques au sens rotationnel et non au sens inertiel.

Equateur vrai de la date : il est défini comme le plan perpendiculaire à l'axe instantané de rotation de la Terre.

Equateur moyen de la date : il se déduit de l'équateur vrai de la date par une transformation fournie par la théorie de la nutation. On passe de l'équateur moyen de la date à l'équateur moyen d'une autre date par une transformation fournie par la théorie de la précession.

Ecliptique (dynamique) moyen de la date : il est défini comme le plan perpendiculaire au moment cinétique moyen du barycentre Terre-Lune dans son mouvement héliocentrique lorsque la vitesse est calculée dans un système de coordonnées tournant défini par l'écliptique moyen de la date et par l'équinoxe moyen de la date.

Equateur planétaire de la date : il est défini comme le plan perpendiculaire à l'axe instantané de rotation de la planète considérée.

2.2 Points vernaux

Equinoxe (dynamique) vrai γ_V : on définit l'équinoxe vrai de la date comme l'intersection entre l'écliptique (dynamique) moyen de la date et l'équateur vrai de la même date.

Equinoxe (dynamique) moyen γ_M : on définit l'équinoxe de la date comme l'intersection entre l'écliptique (dynamique) moyen de la date et l'équateur moyen de la même date.

Equinoxe de Veis $\hat{\gamma}$: c'est un point de l'équateur vrai de la date tel que l'angle entre l'équinoxe vrai de la date et lui-même est égal à la différence entre le temps sidéral vrai et le temps sidéral modifié de Veis ($GMT - \hat{GMT}$).

2.3 Obliquités

Obliquité moyenne : c'est l'inclinaison de l'écliptique moyen sur l'équateur moyen à une date donnée.

Obliquité vraie : c'est l'inclinaison de l'écliptique moyen sur l'équateur vrai à une date donnée.

2.4 Pôles célestes

Pôle terrestre conventionnel (CTP) : c'est le pôle Nord géographique.

Pôle céleste vrai (CEP) : c'est le point de l'hémisphère Nord par lequel passe l'axe instantané de rotation de la Terre.

Pôle céleste moyen P_m : c'est la position qu'occuperait le pôle céleste vrai si on supprimait la nutation.

Pôle de l'écliptique P_e : c'est le point de l'hémisphère Nord par lequel passe le moment cinétique moyen du barycentre Terre-Lune.

Pôle planétaire Nord : c'est celui des deux pôles de l'axe instantané de rotation de la planète considérée qui se trouve au Nord du plan invariant du système solaire. Il est défini par la donnée à chaque instant de l'ascension droite et la déclinaison dans le système EME2000.

2.5 Temps sidéraux

Temps sidéral vrai : c'est l'angle dans le plan équatorial vrai entre l'équinoxe vrai et le méridien de Greenwich, tout ceci à la même date.

Temps sidéral moyen : c'est l'angle dans le plan équatorial moyen entre l'équinoxe moyen et le méridien de Greenwich, tout ceci à la même date.

Temps sidéral modifié de Veis : c'est l'angle dans le plan équatorial vrai entre l'équinoxe de Veis et le méridien de Greenwich, tout ceci à la même date.

Temps sidéral planétaire : c'est l'angle dans le plan équatorial de la planète considérée entre le nœud ascendant de l'équateur planétaire (sens direct) sur l'équateur terrestre J2000, et le méridien origine de la planète, tout ceci à la même date.

2.6 Époques de référence

Pour les calculs d'angles de précession, nutation, temps sidéraux, on se réfère toujours à une date à laquelle on connaît la position des différents plans ainsi que les équations de l'évolution de ces plans à partir de cette date.

Il existe plusieurs dates de référence dites époques de référence :

B1900.0 : le 31/12/1899 à 19h31min28s temps TE

J1900.0 : le 31/12/1899 à 12h temps TE

J1950.0 : le 01/01/1950 à 0h temps TE

J2000.0 : le 01/01/2000 à 12h temps TDB.

Pour plus de précisions, se reporter à la table 1.1 du document [DR1].

2.7 Théorie de la précession

La théorie de la précession exprime les déplacements de l'équateur moyen de la date (précession luni-solaire) et de l'écliptique moyen de la date (précession planétaire) ainsi que les déplacements de l'équinoxe (dynamique) moyen de la date qui en résultent (cf. schéma 1).

Il existe plusieurs théories de précession qui ont été développées au cours du temps.

Une théorie de précession est rapportée à une date de référence. Les temps utilisés sont indifféremment TT, TE ou TDB compte tenu de la précision des théories.

Le modèle de précession proposé dans la MSLIB est celui de *Lieske* dont l'époque de référence est J2000.0.

Les angles ζ_A , z_A et θ_A sont dits paramètres ou variable de précession équatoriale car ils permettent le passage des coordonnées équatoriales moyennes de l'époque σ_F aux coordonnées équatoriales moyennes de l'époque σ_D .

Les angles π_A , Π_A et p_A sont dits paramètres ou variable de précession écliptique car ils permettent le passage des coordonnées écliptiques moyennes de l'époque σ_F aux coordonnées écliptiques moyennes de l'époque σ_D .

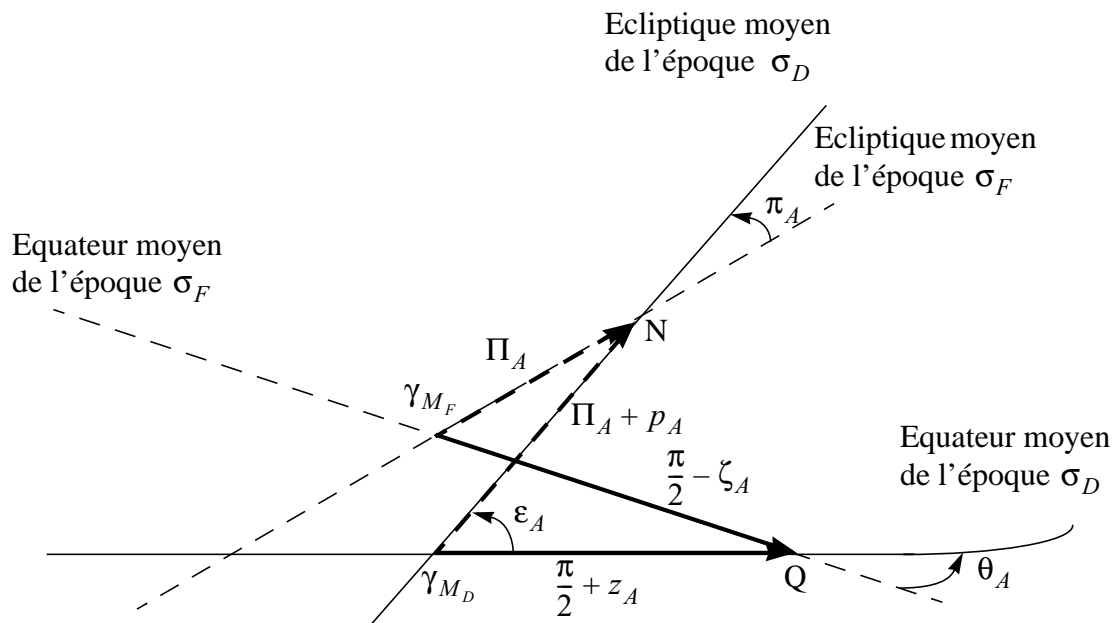


schéma 1

2.8 Théorie de la nutation

La théorie de la nutation fournit les paramètres permettant de passer de l'équateur moyen de la date à l'équateur vrai de la date (cf. schéma 2).

Il existe plusieurs théories de la nutation qui ont été développées au cours du temps.

Une théorie de nutation est rapportée à une époque de référence. L'échelle de temps utilisée dans les calculs des paramètres de nutation est le temps TE.

Les angles $\Delta\Psi$, $\Delta\varepsilon$ et ε_A sont les paramètres nécessaires au passage des coordonnées équatoriales moyennes de l'époque σ_F aux coordonnées équatoriales vraies à la même époque σ_F .

Le modèle de nutation proposé dans la MSLIB est celui de *Wahr* dont l'époque de référence est J2000.0 et qui s'utilise conjointement avec le modèle de précession de *Lieske*.

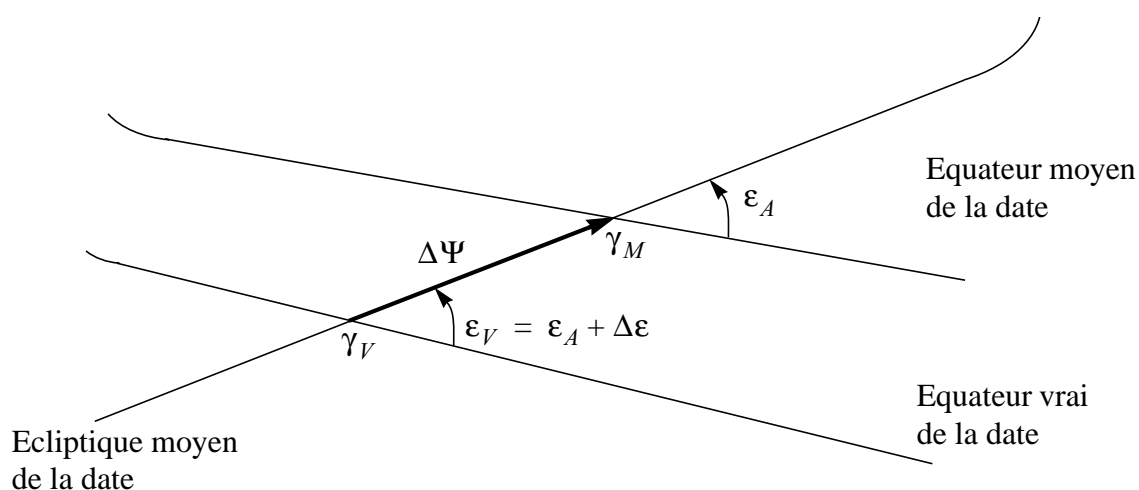


schéma 2

3 Définitions des repères fondamentaux

3.1 Repère écliptique moyen de la date

- son origine est le centre O de la Terre
- son plan (O, X, Y) est le plan écliptique (moyen) de la date
- l'axe OX passe par l'équinoxe moyen γ_M de la date
- l'axe OZ passe par le pôle de l'écliptique P_e de la date

3.2 Repère écliptique vrai de la date

- son origine est le centre O de la Terre
- son plan (O, X, Y) est le plan écliptique (moyen) de la date
- l'axe OX passe par l'équinoxe vrai γ_V de la date
- l'axe OZ passe par le pôle de l'écliptique P_e de la date

3.3 Repère équatorial (ou céleste) moyen de la date

- son origine est le centre O de la Terre
- son plan (O, X, Y) est le plan équatorial moyen de la date
- l'axe OX passe par l'équinoxe moyen γ_M de la date
- l'axe OZ passe par le pôle céleste moyen P_m de la date

3.4 Repère équatorial (ou céleste) vrai de la date

- son origine est le centre O de la Terre
- son plan (O, X, Y) est le plan équatorial vrai de la date
- l'axe OX passe par l'équinoxe vrai γ_V de la date
- l'axe OZ passe par le pôle céleste vrai CEP de la date

3.5 Repère de Veis de la date

- son origine est le centre O de la Terre
 - son plan (O, X, Y) est le plan équatorial vrai de la date
 - l'axe OX passe par l'équinoxe de Veis $\hat{\gamma}$ de la date
 - l'axe OZ passe par le pôle céleste vrai CEP de la date
- Nota : l'équinoxe de Veis $\hat{\gamma}$ de la date est défini en 2.2

3.6 Repère terrestre vrai de la date

- son origine est le centre O de la Terre
- son plan (O, X, Y) est le plan équatorial vrai de la date
- l'axe OX passe par l'origine des longitudes vraies G_V de la date
- l'axe OZ passe par le pôle céleste vrai CEP de la date

3.7 Repère terrestre de référence

- son origine est le centre O de la Terre
- son plan (O, X, Y) est celui de l'équateur géographique
- l'axe OX coupe le méridien d'origine des longitudes vraies (Greenwich)
- l'axe OZ passe par le pôle Nord géographique (CTP)

3.8 Repère EME2000

C'est le repère équatorial moyen de l'époque J2000.0, c'est-à-dire le 01/01/2000 à 12h TDB. Il est donc fixe.

Ce repère est également appelé **J2000** dans les routines MSLIB.

3.9 Repère R (repère plan)

- son origine est le pôle Nord géographique,
- son plan (O, X, Y) est tangent à la Terre au pôle Nord géographique ,
- l'axe OX est dirigé selon la direction du méridien d'origine (Greenwich), et est orienté positivement vers Greenwich (Londres),
- l'axe OY est dirigé selon la direction perpendiculaire à l'axe OX, et est orienté positivement vers le Canada.

Les coordonnées (u , v) d'un point dans ce repère s'expriment en radians et non en mètres.

3.10 Repère équatorial planétaire UAI

Il n'y a pas, pour l'instant, de notion de précession ou nutation pour les planètes différentes de la Terre, donc pas de notion d'équateur vrai ou moyen.

- son origine est le centre O de la planète considérée,
- son plan (O, X, Y) est celui de l'équateur planétaire,
- l'axe OZ passe par le pôle Nord planétaire,
- l'axe OX est l'intersection entre le plan (O, X, Y) de l'équateur planétaire et le plan XY de l'EME2000.

3.11 Repère planétocentrique (vrai)

Il n'y a pas de notion de mouvement du pôle pour les repères interplanétaires, donc pas de différence entre planétocentrique "vrai" et "de référence".

- son origine est le centre O de la planète considérée,
- son plan (O, X, Y) est celui de l'équateur planétaire,
- l'axe OZ passe par le pôle Nord planétaire,
- l'axe OX est dirigé selon la direction du méridien d'origine de la planète.

3.12 Repère planétocentrique inertielle du type «H0-n»

- son origine est le centre O de la planète considérée,
- son plan (O, X, Y) est celui de l'équateur planétaire,
- l'axe OZ passe par le pôle Nord planétaire,
- l'axe OX est dirigé selon la direction du méridien défini par une longitude donnée (d'un pas de tir par exemple), par rapport au méridien d'origine de la planète.

3.13 Repère Body Body Rotating (BBR) ou “de type Lagrange”

Ce repère est défini par deux corps du système solaire Pla1 et Pla2.

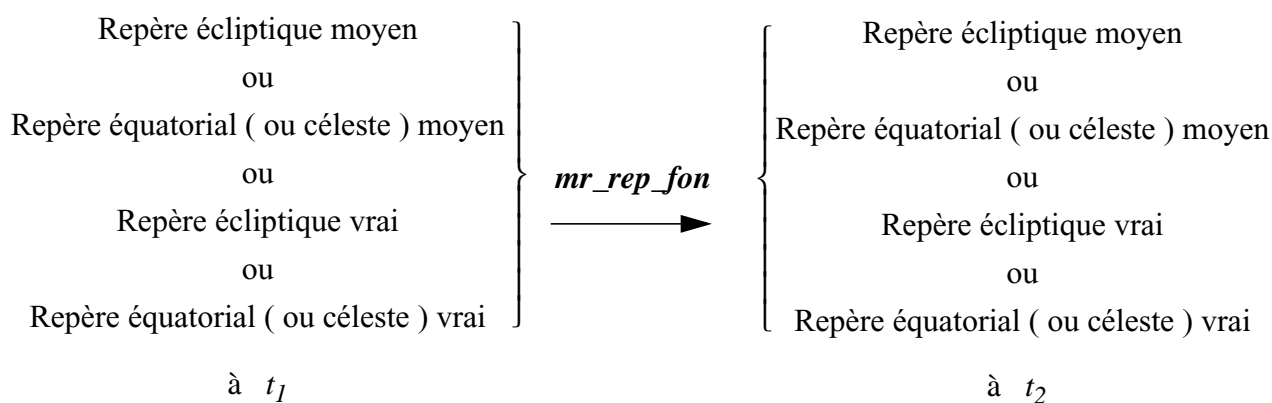
- son origine est le centre O de Pla1,
- l'axe OX est donné par le vecteur Pla1-Pla2,
- l'axe OZ est dirigé suivant le moment cinétique de Pla2 par rapport à Pla1,
- l'axe OY complète le trièdre direct OXYZ.

4 Utilisation des routines du thème

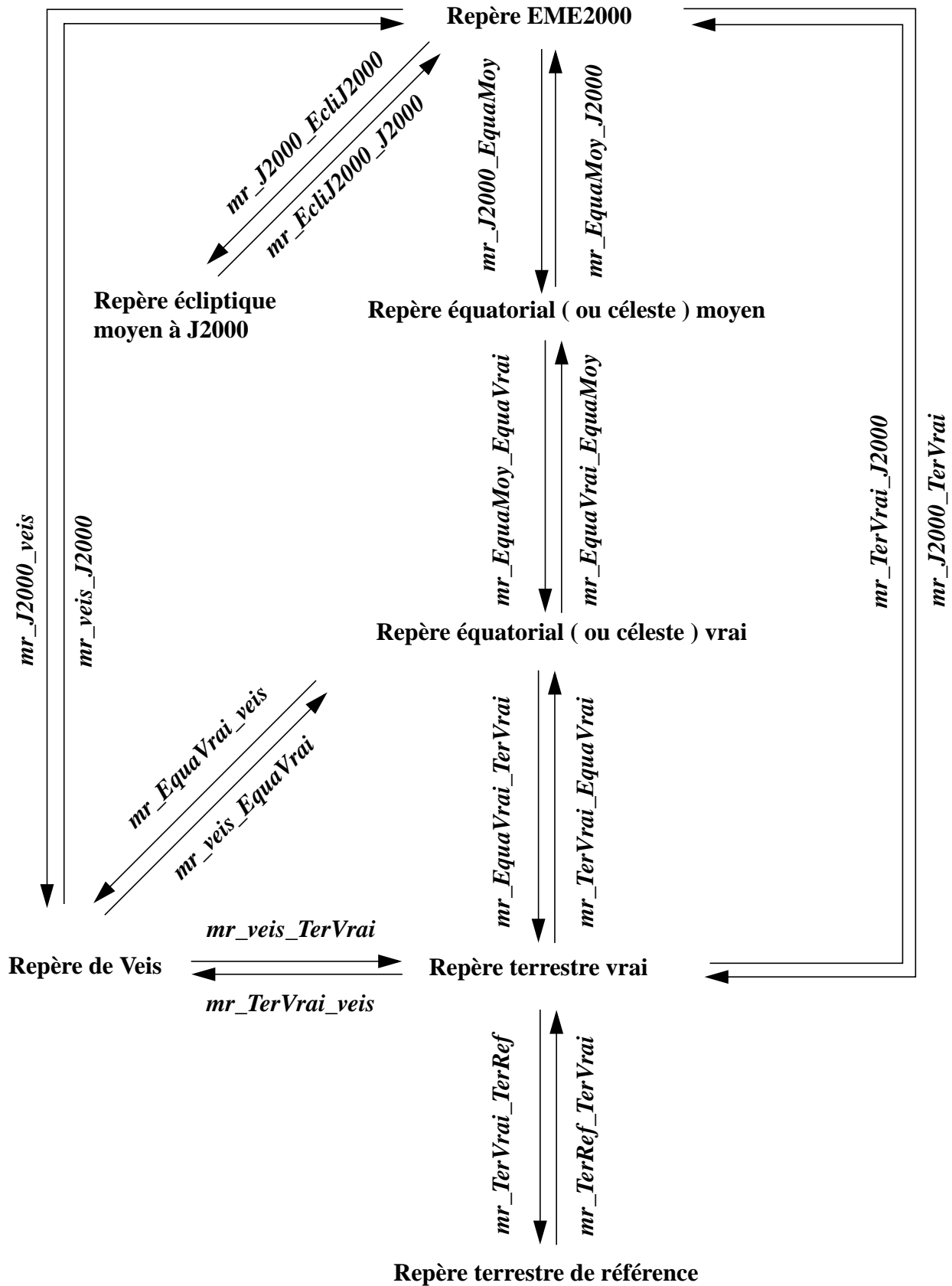
Nous vous proposons dans ce paragraphe une représentation schématique des transformations disponibles dans le thème.

4.1 Transformation pour le vecteur position seulement

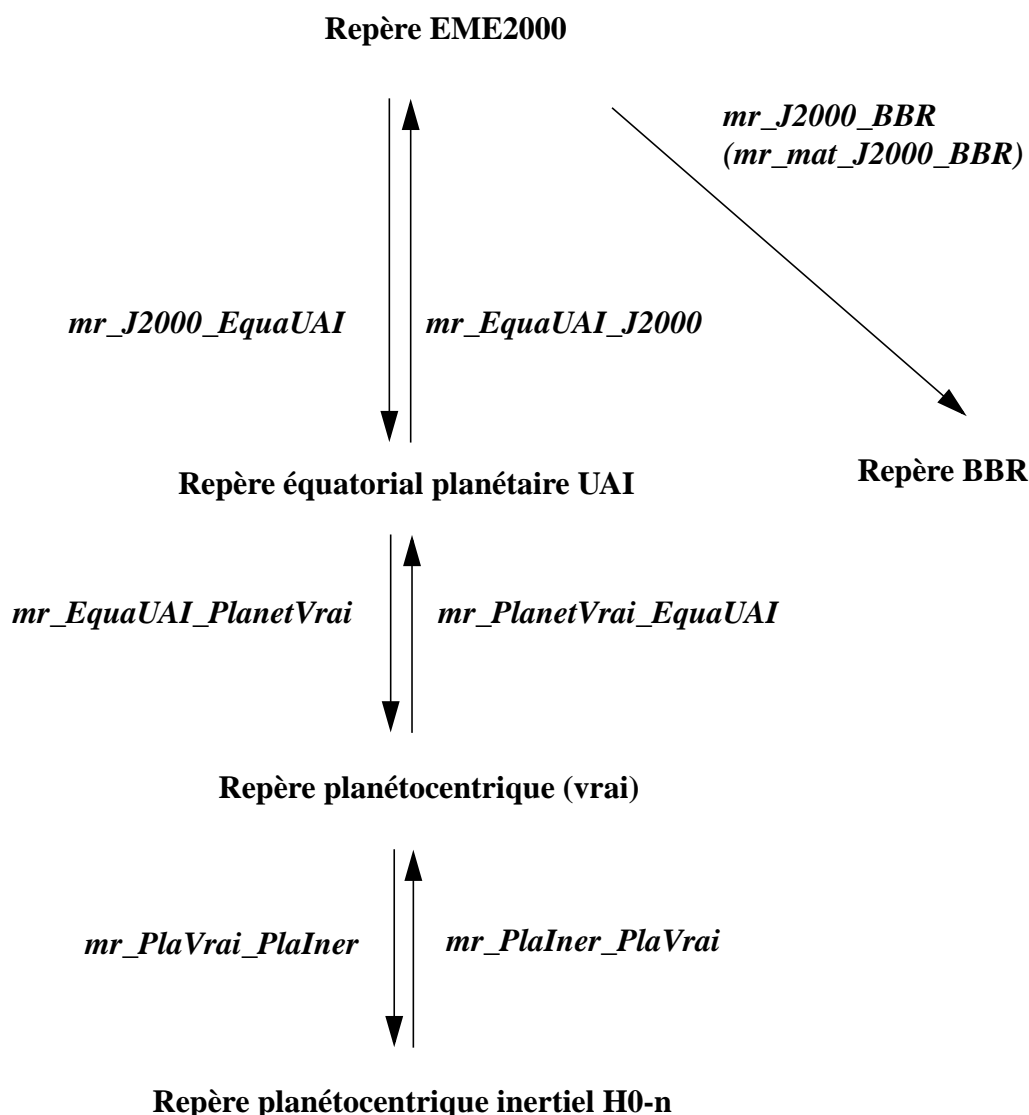
Cela concerne une routine de changement de repères. Avec la date t_1 pour le repère de départ et la date t_2 pour le repère d'arrivée, on a le schéma suivant :



- Pour les 18 routines concernant la Terre, on a le schéma suivant :



- Pour les 8 routines de repères interplanétaires, on a le schéma suivant :



4.3 Modèles UAI des coordonnées du pôle et du temps sidéral des planètes

Les modèles UAI 1994 et 2000 des coordonnées du pôle et temps sidéral sont disponibles dans la MSLIB.

Ces modèles contiennent chacun, pour chaque planète du système solaire :

- ascension droite α_0 et déclinaison δ_0 en fonction du temps du pôle Nord de la planète par rapport au repère EME2000
- la définition du méridien origine, donc le temps sidéral, en fonction du temps.

Ces modèles ne sont pas accessibles directement par l'utilisateur, mais peuvent être utilisés dans les routines suivantes:

- $mr_J2000_EquaUAI$

- ***mr_EquaUAI_J2000***
- ***mr_EquaUAI_PlanetVrai***
- ***mr_PlanetVrai_EquaUAI***
- ***mr_PlaVrai_PlaIner***
- ***mr_PlaIner_PlaVrai***

4.4 Calcul du temps sidéral moyen

La routine ***mr_tsid_aoki*** calcule le temps sidéral moyen à une date donnée, c'est-à-dire l'angle inscrit dans le plan équatorial moyen et mesuré entre l'équinoxe moyen à cette date et le méridien de Greenwich à la même date.

4.5 Calcul du temps sidéral de Veis (modifié de Veis)

La routine ***mr_tsid_veis*** calcule le temps sidéral de *Veis* à une date donnée, c'est-à-dire l'angle inscrit dans le plan équatorial vrai et mesuré entre l'équinoxe de *Veis* à cette date et le méridien de Greenwich à la même date.

4.6 Calcul du temps sidéral vrai

La routine ***mr_tsid_vrai*** calcule le temps sidéral vrai à une date donnée, c'est-à-dire l'angle inscrit dans le plan équatorial vrai et mesuré entre l'équinoxe vrai à cette date et le méridien de Greenwich à la même date.

4.7 Calcul des paramètres de nutation et de la matrice de nutation

La routine ***mr_obli_moy*** calcule l'obliquité moyenne ε_A à une date donnée et ses dérivées, selon le modèle de *Lieske* (J2000).

La routine ***mr_nuta*** calcule les nutations en longitude et en obliquité $\Delta\psi$ et $\Delta\varepsilon$, ainsi que ses dérivées, à une date donnée suivant le modèle de *Wahr* (J2000).

La routine ***mr_mat_nuta*** calcule la matrice de nutation à partir des trois paramètres ε_A , $\Delta\psi$ et $\Delta\varepsilon$.

5 Documents de référence du thème

- **DR1**

Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando;
Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL :

ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB :

M-NT-0-160-CN

- **DR2**

Report of the IAU / IAG working group on cartographic coordinates and rotational elements of the planets and satellites: 2000

P.K. Seidelmann, V.K. Abalakin, M. Bursa, M.E. Davies, C. De Bergh, J.H. Lieske,
J.Oberst, J.L. Simon, E.M. Standish, P. Stooke, P.C. Thomas

Routine *mr_EcliJ2000_J2000*

Identification

“Passage du repère écliptique moyen à la date **J2000** au repère EME**2000**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère EME 2000 à partir des position-vitesse dans le repère écliptique moyen à la date J2000.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EcliJ2000_J2000 ( pos_EcliJ2000, posJ2000, code_retour      &  
                        [ , obliquite, vit_EcliJ2000, vit_J2000, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

pm_reel(3)	pos_EcliJ2000	vecteur position dans le repère écliptique moyen à la date J2000 (m)
------------	----------------------	--

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère EME2000 (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[obliquite]	obliquité (rad)
pm_reel(3)	[vit_EcliJ2000]	vecteur vitesse dans le repère écliptique moyen à la date J2000 (m.s ⁻¹)

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère EME2000 (m.s ⁻¹)
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

- A défaut de la fourniture de l'obliquité par l'utilisateur, la routine utilise la valeur donnée par le paramètre **pm_obliquite2000** de la MSLIB.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère EME 2000 → position-vitesse dans le repère écliptique moyen à J2000) peut être effectué par la routine **mr_J2000_EcliJ2000**.
- Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_EcliJ2000_J2000
  real(pm_reel), dimension (3)      :: POS_ECLIJ2000, POS_J2000
  real(pm_reel), dimension (3)      :: VIT_ECLIJ2000, VIT_J2000
  type(tm_code_retour)              :: CODE_RETOUR

  POS_ECLIJ2000(1) = 7000000._pm_reel
  POS_ECLIJ2000(2) = 7100000._pm_reel
  POS_ECLIJ2000(3) = 7400000._pm_reel
  VIT_ECLIJ2000(1) = 10000._pm_reel
  VIT_ECLIJ2000(2) = 11000._pm_reel
  VIT_ECLIJ2000(3) = 12000._pm_reel

  call mr_EcliJ2000_J2000( POS_ECLIJ2000, POS_J2000, CODE_RETOUR,&
                           vit_EcliJ2000=VIT_ECLIJ2000,          &
                           vit_J2000=VIT_J2000 )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS ( POS_J2000, VIT_J2000, CODE_RETOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_J2000(1)  = 0.700 107
POS_J2000(2)  = 0.357 107
POS_J2000(3)  = 0.961 107
VIT_J2000(1)  = 0.100 105
VIT_J2000(2)  = 0.532 104
VIT_J2000(3)  = 0.154 105
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0
CODE_RETOUR%routine  = 1139
```

Routine *mr_EquaMoy_EquaVrai*

Identification

“Passage du repère équatorial moyen à la date t au repère équatorial vrai à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t , à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la même date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation. Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EquaMoy_EquaVrai ( model, jul1950, delta_tai, pos_EquaMoy, pos_EquaVrai,    &  
                          code_retour [ , vit_EquaMoy, vit_EquaVrai, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_EquaMoy	vecteur position dans le repère équatorial moyen à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaVrai	vecteur position dans le repère équatorial vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_EquaMoy]	vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t (m.s ⁻¹)
------------	------------------------	--

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [**vit_EquaVrai**] vecteur vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t (m.s⁻¹)
pm_reel(6,6) [**jacob**] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400[.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t) peut être effectué par la routine **mr_EquaVrai_EquaMoy**.
- L'époque de référence est :
 - J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
 - Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_EquaMoy_EquaVrai
  integer                :: MODEL
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_EQUAMOY, POS_EQUAVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_EQUAMOY, VIT_EQUAVRAI
  type(tm_code_retour)    :: CODE_RETOUT

  MODEL      = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec  = 180._pm_reel
  DELTA_TAI    = 25._pm_reel
  POS_EQUAMOY(1) = 998536.435_pm_reel
  POS_EQUAMOY(2) = 486698.519_pm_reel
  POS_EQUAMOY(3) = 7108858.43_pm_reel
  VIT_EQUAMOY(1) = 1949.439_pm_reel
  VIT_EQUAMOY(2) = -7178.045_pm_reel
  VIT_EQUAMOY(3) = 216.998_pm_reel

  call mr_EquaMoy_EquaVrai( MODEL, JUL1950, DELTA_TAI,          &
                           POS_EQUAMOY, POS_EQUAVRAI, CODE_RETOUT, &
                           vit_EquaMoy=VIT_EQUAMOY,             &
                           vit_EquaVrai=VIT_EQUAVRAI )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
```

```
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAVRAI, VIT_EQUAVRAI, CODE_RETOUR )  
  
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

POS_EQUAVRAI(1)= $0.998 \cdot 10^6$
POS_EQUAVRAI(2)= $0.487 \cdot 10^6$
POS_EQUAVRAI(3)= $0.711 \cdot 10^7$
VIT_EQUAVRAI(1)= $0.195 \cdot 10^4$
VIT_EQUAVRAI(2)= $-0.718 \cdot 10^4$
VIT_EQUAVRAI(3)= $0.217 \cdot 10^3$

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1136

Routine *mr_EquaMoy_J2000*

Identification

“Passage du repère équatorial moyen à la date t au repère équatorial moyen **J2000**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation. Le jacobien de la transformation est calculé en option. A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EquaMoy_J2000 ( model, jul1950, delta_tai, pos_EquaMoy, pos_J2000,    &  
                      code_retour [ , vit_EquaMoy, vit_J2000, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_EquaMoy	vecteur position dans le repère équatorial moyen à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère équatorial moyen J2000 (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_EquaMoy]	vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t (m.s ⁻¹)
------------	------------------------	--

- Sorties facultatives

Code retour

(voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX
```

```
  use mslib
```

```
  ! Declarations pour l'appel a mr_EquaMoy_J2000
```

```
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_EQUAMOY, POS_J2000
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_EQUAMOY, VIT_J2000
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR
```

```
  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 180._pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel
  POS_EQUAMOY(1) = 998536.436_pm_reel
  POS_EQUAMOY(2) = 486698.518_pm_reel
  POS_EQUAMOY(3) = 7108858.430_pm_reel
  VIT_EQUAMOY(1) = 1949.439_pm_reel
  VIT_EQUAMOY(2) = -7178.046_pm_reel
  VIT_EQUAMOY(3) = 216.998_pm_reel
```

```
  call mr_EquaMoy_J2000( MODEL, JUL1950, DELTA_TAI, POS_EQUAMOY, &
                        POS_J2000, CODE_RETOUR, &
                        vit_EquaMoy=VIT_EQUAMOY, &
                        vit_J2000=VIT_J2000 )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_J2000, VIT_J2000, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_J2000(1)  = 0.991 106  
POS_J2000(2)  = 0.489 106  
POS_J2000(3)  = 0.711 107  
VIT_J2000(1)  = 0.196 104  
VIT_J2000(2)  = -0.717 104  
VIT_J2000(3)  = 0.219 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0  
CODE_RETOUR%routine = 1105
```

Routine *mr_EquaUAI_J2000*

Identification

“Passage du repère équatorial planétaire UAI à la date t au repère EME2000.”

Rôle

Calcul des position-vitesse à la date t d'un astre dans le repère EME2000 à partir des position-vitesse dans le repère équatorial planétaire UAI, selon un modèle prédéfini ou utilisateur.
Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_EquaUAI_J2000* (*planete*, *modeleUAI*, *jul1950*, *pos_EquaUAI*, *pos_J2000*, *code_retour* &
[, *asc_droite*, *declinaison*, *vit_EquaUAI*, *vit_J2000*, *jacob*])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	planete	planète
integer	modeleUAI	modèle UAI définissant le pôle de rotation de la planète
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel(3)	pos_EquaUAI	vecteur position dans le repère équatorial planétaire UAI (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère EME2000 (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[asc_droite]	ascension droite α_0 du pôle dans EME2000 (rad)
pm_reel	[declinaison]	déclinaison δ_0 du pôle dans EME2000 (rad)
pm_reel(3)	[vit_EquaUAI]	vecteur vitesse dans le repère équatorial planétaire UAI (m.s ⁻¹)

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [**vit_J2000**] vecteur vitesse dans le repère EME2000 (m.s⁻¹)
pm_reel(6,6) [**jacob**] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'argument **planete** doit avoir été initialisé par l'appelant à l'un des paramètres suivants de la MSLIB: **pm_pla_mercure**, **pm_pla_venus**, **pm_pla_terre**, **pm_pla_mars**, **pm_pla_jupiter**, **pm_pla_saturne**, **pm_pla_uranus**, **pm_pla_neptune**, **pm_pla_pluton**.
- La date t est exprimée dans l'échelle de temps TE (= TCB = TDB pour la MSLIB).
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.
- L'indicateur du modèle de l'axe de rotation de l'astre, **modeleUAI**, doit avoir été initialisé par l'appelant à **pm_UAI_autre_modele** ou **pm_UAI1994** ou **pm_UAI2000** de la MSLIB.
- L'initialisation du modèle de l'axe de rotation de l'astre, **modeleUAI**, à **pm_UAI_autre_modele** implique l'initialisation par l'appelant des entrées optionnelles **asc_droite** et **declinaison** qui définissent le modèle utilisateur.

Notes d'utilisation

- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400.[.
- Le calcul inverse (position dans le repère EME2000 → position dans le repère équatorial planétaire UAI) peut être effectué par la routine **mr_J2000_EquaUAI**.
- Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_planete	(-1809) : La valeur donnée pour l'indicateur de l'astre/planète est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```

program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_EquaUAI_J2000
  integer                :: PLANETE, MODELEUAI
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_EQUAUAI, POS_J2000
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_EQUAUAI, VIT_J2000
  real(pm_reel)          :: ASC_DROITE, DECLINAISON
  type(tm_code_retour)    :: CODE_RETOUR

  PLANETE      = pm_pla_mars
  MODELEUAI    = pm_UAI_autre_modele
  JUL1950%jour = 17000_pm_entier
  JUL1950%sec  = 0._pm_reel
  POS_EQUAUAI(1) = 7000000._pm_reel
  POS_EQUAUAI(2) = 7400000._pm_reel
  POS_EQUAUAI(3) = 7600000._pm_reel
  ASC_DROITE     = 5.544644575208396_pm_reel
  DECLINAISON    = 0.9230716282559961_pm_reel
  VIT_EQUAUAI(1) = 900._pm_reel
  VIT_EQUAUAI(2) = 100._pm_reel
  VIT_EQUAUAI(3) = 1100._pm_reel

  call mr_EquaUAI_J2000( PLANETE, MODELEUAI, JUL1950, POS_EQUAUAI,&
                        POS_J2000, CODE_RETOUR,
                        &

```

```
asc_droite=ASC_DROITE,      &  
declinaison=DECLINAISON,    &  
vit_EcliJ2000=VIT_EQUAUAI,  &  
vit_J2000=VIT_J2000 )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_J2000, VIT_J2000, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_J2000(1)  = 0.374 107  
POS_J2000(2)  = 0.606 107  
POS_J2000(3)  = 0.105 108  
VIT_J2000(1)  = 0.104 104  
VIT_J2000(2)  = 0.272 103  
VIT_J2000(3)  = 0.938 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0  
CODE_RETOUR%routine  = 1141
```


Routine *mr_EquaUAI_PlanetVrai*

Identification

“Passage du repère équatorial planétaire UAI au repère planétocentrique vrai à la date t.”

Rôle

Calcul à la date *t* des position-vitesse dans le repère planétocentrique vrai à partir des position-vitesse dans le repère équatorial planétaire UAI, selon un modèle prédéfini ou utilisateur.
Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EquaUAI_PlanetVrai ( planete, modeleUAI, jul1950, pos_EquaUAI, pos_PlanetVrai,    &
                           code_retour [ , tsid, deriv_tsid, vit_EquaUAI, vit_PlanetVrai,  &
                           jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	planete	planète
integer	modeleUAI	modèle UAI définissant le méridien origine (temps sidéral et sa dérivée)
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 <i>t</i> (jours, s)
pm_reel(3)	pos_EquaUAI	vecteur position dans le repère équatorial planétaire UAI (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_PlanetVrai	vecteur position dans le repère planétocentrique vrai (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[tsid]	temps sidéral (rad)
pm_reel	[deriv_tsid]	dérivée du temps sidéral (rad.s ⁻¹)
pm_reel(3)	[vit_EquaUAI]	vecteur vitesse dans le repère équatorial planétaire UAI (m.s ⁻¹)

pm_reel(3) [**vit_PlanetVrai**] vecteur vitesse dans le repère planétocentrique vrai (m.s⁻¹)

pm_reel(6,6) [**.jacob**] jacobien de la transformation

- L'argument **planete** doit avoir été initialisé par l'appelant à l'un des paramètres suivants de la MSLIB: **pm_pla_mercure**, **pm_pla_venus**, **pm_pla_terre**, **pm_pla_mars**, **pm_pla_jupiter**, **pm_pla_saturne**, **pm_pla_uranus**, **pm_pla_neptune**, **pm_pla_pluton**.
- La date t est exprimée dans l'échelle de temps TE (= TCB = TDB pour la MSLIB).
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.
- L'indicateur du modèle de l'axe de rotation de l'astre, **modeleUAI**, doit avoir été initialisé par l'appelant à **pm_UAI_autre_modele** ou **pm_UAI1994** ou **pm_UAI2000** de la MSLIB.
- L'initialisation du modèle du méridien origine, **modeleUAI**, à **pm_UAI_autre_modele** implique l'initialisation par l'appelant des entrées optionnelles **tsid** et **deriv_tsid** qui définissent le modèle utilisateur.

- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400.]$.
- Le calcul inverse (position dans le repère planétocentrique vrai \rightarrow position dans le repère équatorial planétaire UAI) peut être effectué par la routine **mr PlanetVrai EquaUAI**.

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

(voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_planete	(-1809) : La valeur donnée pour l'indicateur de l'astre/planète est incorrecte.

(voir explications dans le volume 3)

[illegible]

```
tsid=TSID, deriv_tsid=DERIV_TSID, &  
vit_PlanetVrai=VIT_PLANETVRAI)
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_PLANETVRAI, VIT_PLANETVRAI,  
CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_PLANETVRAI(1)= -0.823 107  
POS_PLANETVRAI(2)= -0.600 107  
POS_PLANETVRAI(3)= 0.760 107  
VIT_PLANETVRAI(1)= -0.134 104  
VIT_PLANETVRAI(2)= 0.665 103  
VIT_PLANETVRAI(3)= 0.110 104
```

```
CODE_RETOUR%valeur = 0  
CODE_RETOUR%routine = 1144
```

Routine *mr_EquaVrai_EquaMoy*

Identification

“Passage du repère **équatorial vrai** à la date t au repère **équatorial moyen** à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t , à partir des position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la même date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EquaVrai_EquaMoy ( model, jul1950, delta_tai, pos_EquaVrai, pos_EquaMoy,      &  
                           code_retour [ , vit_EquaVrai, vit_EquaMoy, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_EquaVrai	vecteur position dans le repère équatorial vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaMoy	vecteur position dans le repère équatorial moyen à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_EquaVrai]	vecteur vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	-------------------------	---

pm_reel(6,6) **[.jacob]** jacobien de la transformation

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t) peut être effectué par la routine **mr_EquaMoy_EquaVrai**.
- L'époque de référence est :
 \rightarrow J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
 Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_EquaVrai_EquaMoy
  integer                :: MODEL
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_EQUAVRAI, POS_EQUAMOY
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_EQUAVRAI, VIT_EQUAMOY
  type(tm_code_retour)   :: CODE_RETOUR

  MODEL          = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour    = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec     = 180._pm_reel
  DELTA_TAI       = 25._pm_reel
  POS_EQUAVRAI(1) = 998274.333_pm_reel
  POS_EQUAVRAI(2) = 486631.710_pm_reel
  POS_EQUAVRAI(3) = 7108899.82_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(1) = 1949.959_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(2) = -7177.907_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(3) = 216.918_pm_reel

  call mr_EquaVrai_EquaMoy( MODEL, JUL1950, DELTA_TAI,          &
                           POS_EQUAVRAI, POS_EQUAMOY, CODE_RETOUR, &
                           vit_EquaVrai=VIT_EQUAVRAI,          &
                           vit_EquaMoy=VIT_EQUAMOY )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAMOY, VIT_EQUAMOY, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

■ POS_EQUAMOY(1)= $0.999 \cdot 10^6$
POS_EQUAMOY(2)= $0.487 \cdot 10^6$
POS_EQUAMOY(3)= $0.711 \cdot 10^7$
VIT_EQUAMOY(1)= $0.195 \cdot 10^4$
VIT_EQUAMOY(2)= $-0.718 \cdot 10^4$
VIT_EQUAMOY(3)= $0.217 \cdot 10^3$

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1135

Routine *mr_EquaVrai_TerVrai*

Identification

“Passage du repère **équatorial vrai** à la date t au repère **terrestre vrai** à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t , à partir des position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la même date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EquaVrai_TerVrai ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_EquaVrai, pos_TerVrai, &  
                          code_retour [ , vit_EquaVrai, vit_TerVrai, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_EquaVrai	vecteur position dans le repère équatorial vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_TerVrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_EquaVrai]	vecteur vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	-------------------------	---

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [vit_TerVrai] vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s⁻¹)
pm_reel(6,6) [jacob] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation $\Delta TU1$ sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TU1.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400[.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t) peut être effectué par la routine **mr_TerVrai_EquaVrai**.
- L'époque de référence est :
→ J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind _model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_EquaVrai_TerVrai
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TU1
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_EQUAVRAI, POS_TERVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_EQUAVRAI, VIT_TERVRAI
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR

  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 180._pm_reel
  DELTA_TU1 = .5_pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel
  POS_EQUAVRAI(1) = 998292.076_pm_reel
  POS_EQUAVRAI(2) = 486595.311_pm_reel
  POS_EQUAVRAI(3) = 7108899.815_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(1) = 1949.698_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(2) = -7177.978_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(3) = 216.918_pm_reel
```

```
call mr_EquaVrai_TerVrai( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI, &  
                        POS_EQUAVRAI, POS_TERVRAI, CODE_RETOUR, &  
                        vit_EquaVrai=VIT_EQUAVRAI,           &  
                        vit_TerVrai=VIT_TERVRAI )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_TERVRAI, VIT_TERVRAI, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

POS_TERVRAI(1)= -0.222 10⁶

POS_TERVRAI(2)= -0.109 10⁷

POS_TERVRAI(3)= 0.711 10⁷

VIT_TERVRAI(1)= -0.696 10⁴

VIT_TERVRAI(2)= 0.284 10⁴

VIT_TERVRAI(3)= 0.217 10³

CODE_RETOUR%valeur = 0

CODE_RETOUR%routine = 1129

Routine mr_EquaVrai_veis

Identification

“Passage du repère équatorial vrai à la date t au repère de Veis à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère de Veis à la date t à partir des position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la même date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation. Le jacobien de la transformation est calculé en option. A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_EquaVrai_veis ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_EquaVrai, pos_veis,    &  
                      code_retour [ , vit_EquaVrai, vit_veis, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_EquaVrai	vecteur position dans le repère équatorial vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_veis	vecteur position dans le repère de Veis à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_EquaVrai]	vecteur vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	-------------------------	---

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_veis]	vecteur vitesse dans le repère de Veis à la date t (m.s^{-1})
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔTUI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TU1.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère de Veis à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t) peut être effectué par la routine **mr_veis_EquaVrai**.
- L'époque de référence est :
 \rightarrow J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801) : Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind _model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_EquaVrai_veis
  integer                :: MODEL
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: DELTA_TU1
  real(pm_reel)          :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_EQUAVRAI, POS_VEIS
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_EQUAVRAI, VIT_VEIS
  type(tm_code_retour)    :: CODE_RETOUR

  MODEL                = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour          = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec           = 180._pm_reel
  DELTA_TU1             = .5_pm_reel
  DELTA_TAI             = 25._pm_reel
  POS_EQUAVRAI(1)       = 998292.076_pm_reel
  POS_EQUAVRAI(2)       = 486595.311_pm_reel
  POS_EQUAVRAI(3)       = 7108899.815_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(1)       = 1949.698_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(2)       = -7177.978_pm_reel
  VIT_EQUAVRAI(3)       = 216.918_pm_reel
```

```
call mr_EquaVrai_veis( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI,      &
                      POS_EQUAVRAI, POS_VEIS, CODE_RETOUR,      &
                      vit_EquaVrai=VIT_EQUAVRAI,                &
                      vit_veis=VIT_VEIS )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS ( POS_VEIS, VIT_VEIS, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_VEIS(1)   = 0.100 107
POS_VEIS(2)   = 0.477 106
POS_VEIS(3)   = 0.711 107
VIT_VEIS(1)   = 0.188 104
VIT_VEIS(2)   = -0.720 104
VIT_VEIS(3)   = 0.217 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur   = 0
CODE_RETOUR%routine   = 1108
```


Routine mr_J2000_BBR

Identification

“Passage du repère équatorial moyen **J2000** (EME2000) au repère Body Body Rotating (**BBR**)”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère Body Body Rotating (BBR) à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 (EME2000).

Le repère BBR est défini à partir de deux corps Pla_1 et Pla_2 , dont les positions et vitesses sont donnés dans l'EME2000.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call mr_J2000_BBR (pos_J2000, pos_Pla1, vit_Pla1, pos_Pla2, vit_Pla2, pos_BBR, &
code_retour [, vit_J2000, vit_BBR])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère EME2000 (m)
pm_reel(3)	pos_Pla1	vecteur position du corps Pla_1 dans EME2000 (m)
pm_reel(3)	vit_Pla1	vecteur vitesse du corps Pla_1 dans EME2000 (m.s ⁻¹)
pm_reel(3)	pos_Pla2	vecteur position du corps Pla_2 dans EME2000 (m)
pm_reel(3)	vit_Pla2	vecteur vitesse du corps Pla_2 dans EME2000 (m.s ⁻¹)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_BBR	vecteur position dans le repère BBR (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère EME2000 (m.s ⁻¹)
------------	----------------------	---

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_BBR]	vecteur vitesse dans le repère BBR (m.s ⁻¹)
------------	--------------------	---

Conditions sur les arguments

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La matrice de passage utilisée dans cette routine est disponible directement via la routine **mr_mat_J2000_BBR**.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_err_meme_planete	(-1512) : Les planètes sont confondues, le repère BBR est donc indéfini.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Pour tout autre code retour, se reporter à l'**annexe 2** du volume 3 "*Caractéristiques principales et conventions d'utilisation de la MSLIB Fortran 90*"; M-MU-0-103-CIS".

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

*pour des exemples d'appel en fortran 90: se reporter à la documentation utilisateur
MSLIB Fortran 90*

Entrées:

pos_J2000(1) = 0.310E+07_pm_reel
pos_J2000(2) = - 0.108E+08_pm_reel
pos_J2000(3) = - 0.322E+07_pm_reel
vit_J2000(1) = 0.801E+04_pm_reel
vit_J2000(2) = 0.187E+04_pm_reel
vit_J2000(3) = 0.861E+03_pm_reel

(Soleil)

pos_Pla1(1) = 0._pm_reel
pos_Pla1(2) = 0._pm_reel
pos_Pla1(3) = 0._pm_reel
vit_Pla1(1) = 0._pm_reel
vit_Pla1(2) = 0._pm_reel
vit_Pla1(3) = 0._pm_reel

(Terre)

pos_Pla2(1) = 1699060.467_pm_reel
pos_Pla2(2) = - 139483418.078_pm_reel
pos_Pla2(3) = - 60472571.701_pm_reel
vit_Pla2(1) = 29.316099_pm_reel
vit_Pla2(2) = 0.205773_pm_reel
vit_Pla2(3) = 0.087897_pm_reel

Résultats attendus:

pos_BBR(1) = 0.112 10⁸
pos_BBR(2) = 0.297 10⁷
pos_BBR(3) = 0.134 10⁷
vit_BBR(1) = - 0.197 10⁴
vit_BBR(2) = 0.803 10⁴
vit_BBR(3) = 0.465 10²

code_retour%valeur = 0

Routine *mr_J2000_EcliJ2000*

Identification

“Passage du repère EME**2000** au repère écliptique moyen à la date **J2000**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère écliptique moyen à la date J2000 à partir des position-vitesse dans le repère EME2000.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_J2000_EcliJ2000 ( pos_J2000, pos_EcliJ2000, code_retour      &  
                          [ , obliquite, vit_J2000, vit_EcliJ2000, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère EME2000 (m)
------------	------------------	---

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EcliJ2000	vecteur position dans le repère écliptique moyen à la date J2000 (m)
------------	----------------------	--

tm_code_retour	code_retour	
----------------	--------------------	--

• Entrées facultatives

pm_reel	[obliquite]	obliquité (rad)
---------	----------------------	-----------------

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère EME2000 (m.s ⁻¹)
------------	----------------------	---

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_EcliJ2000]	vecteur vitesse dans le repère écliptique moyen à la date J2000 (m.s ⁻¹)
------------	--------------------------	--

pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation
--------------	------------------	-------------------------------

Conditions sur les arguments

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- A défaut de la fourniture de l'obliquité par l'utilisateur, la routine utilise la valeur donnée par le paramètre **pm_obliquite2000** de la MSLIB.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère écliptique moyen à J2000→ position-vitesse dans le repère EME2000) peut être effectué par la routine **mr_EcliJ2000_J2000**.
- Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour *(voir explications dans le volume 3)*

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_J2000_EcliJ2000
  real(pm_reel), dimension (3)      :: POS_J2000,POS_ECLIJ2000
  real(pm_reel), dimension (3)      :: VIT_J2000,VIT_ECLIJ2000
  type(tm_code_retour)              :: CODE_RETOUR

  POS_J2000(1)      = 7000000._pm_reel
  POS_J2000(2)      = 7100000._pm_reel
  POS_J2000(3)      = 7400000._pm_reel
  VIT_J2000(1)      = 10000._pm_reel
  VIT_J2000(2)      = 11000._pm_reel
  VIT_J2000(3)      = 12000._pm_reel

  call mr_J2000_EcliJ2000( POS_J2000, POS_ECLIJ2000, CODE_RETOUR,&
                           vit_J2000=VIT_J2000,                &
                           vit_EcliJ2000=VIT_ECLIJ2000 )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS( POS_ECLIJ2000, VIT_ECLIJ2000, CODE_RETOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_EQUAMOY(1) = 0.700 107
POS_EQUAMOY(2) = 0.946 107
POS_EQUAMOY(3) = 0.396 107
VIT_EQUAMOY(1) = 0.100 105
VIT_EQUAMOY(2) = 0.149 105
VIT_EQUAMOY(3) = 0.663 104
```

```
CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1138
```

Routine *mr_J2000_EquaMoy*

Identification

“Passage du repère équatorial moyen **J2000** au repère **équatorial moyen** à la date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000, selon un modèle de précession et un modèle de nutation. Le jacobien de la transformation est calculé en option. A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_J2000_EquaMoy ( model, jul1950, delta_tai, pos_J2000, pos_EquaMoy,      &  
                      code_retour [ , vit_J2000, vit_EquaMoy, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère équatorial moyen J2000 (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaMoy	vecteur position dans le repère équatorial moyen à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 (m.s^{-1})
------------	----------------------	---

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [**vit_EquaMoy**] vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen à la date t (m.s⁻¹)

pm_reel(6,6) [**jacob**] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔTAI sera *ajouté* à la date t .
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400[.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère équatorial moyen à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000) peut être effectué par la routine **mr_EquaMoy_J2000**.
- L'époque de référence est :
→ J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.

pm_warn_para_option (+1801) : Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.

pm_err_para_option (-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

pm_err_ind _model (-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_J2000_EquaMoy
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_J2000, POS_EQUAMOY
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_J2000, VIT_EQUAMOY
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUT

  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 180._pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel
  POS_J2000(1) = 991396.024_pm_reel
  POS_J2000(2) = 488684.594_pm_reel
  POS_J2000(3) = 7109721.509_pm_reel
  VIT_J2000(1) = 1963.575_pm_reel
  VIT_J2000(2) = -7174.140_pm_reel
  VIT_J2000(3) = 218.695_pm_reel

  call mr_J2000_EquaMoy( MODEL, JUL1950, DELTA_TAI, &
                        POS_J2000, POS_EQUAMOY, CODE_RETOUT, &
                        vit_J2000=VIT_J2000, &
                        vit_EquaMoy=VIT_EQUAMOY )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAMOY, VIT_EQUAMOY, CODE_RETOUR )  
  
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

POS_EQUAMOY(1) = $0.999 \cdot 10^6$
POS_EQUAMOY(2) = $0.487 \cdot 10^6$
POS_EQUAMOY(3) = $0.711 \cdot 10^7$
VIT_EQUAMOY(1) = $0.195 \cdot 10^4$
VIT_EQUAMOY(2) = $-0.718 \cdot 10^4$
VIT_EQUAMOY(3) = $0.217 \cdot 10^3$

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1106

Routine *mr_J2000_EquaUAI*

Identification

“Passage du repère EME**2000** au repère équatorial planétaire **UAI** à la date t . ”

Rôle

Calcul à la date t des position-vitesse dans le repère équatorial planétaire UAI d'un astre à partir des position-vitesse dans le repère EME2000, selon un modèle prédéfini ou utilisateur.
Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_J2000_EquaUAI ( planete, modeleUAI, jul1950, pos_J2000, pos_EquaUAI, code_retour &
                        [ , asc_droite, declinaison, vit_J2000, vit_EquaUAI, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	planete	planète
integer	modeleUAI	modèle UAI définissant le pôle de rotation de l'astre
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère EME2000 (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaUAI	vecteur position dans le repère équatorial planétaire UAI (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[asc_droite]	ascension droite α_0 du pôle dans EME2000 (rad)
pm_reel	[declinaison]	déclinaison δ_0 du pôle dans EME2000 (rad)
pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère EME2000 (m.s ⁻¹)

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_planete	(-1809) : La valeur donnée pour l'indicateur de l'astre/planète est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_J2000_EquaUAI
  integer                :: PLANETE,MODELUI
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: ASC_DROITE,DECLINAISON
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_J2000,POS_EQUAUAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_J2000,VIT_EQUAUAI
  type(tm_code_retour)   :: CODE_RETOUR

  PLANETE                = pm_pla_mars
  MODELUI                = pm_UAI_autre_modele
  JUL1950%jour           = 17000_pm_entier
  JUL1950%sec            = 0._pm_reel
  ASC_DROITE              = 5.544644575208396_pm_reel
  DECLINAISON            = 0.9230716282559961_pm_reel
  POS_J2000(1)           = 7000000._pm_reel
  POS_J2000(2)           = 7200000._pm_reel
  POS_J2000(3)           = 7400000._pm_reel
  VIT_J2000(1)           = 900._pm_reel
```

```
VIT_J2000(2)      = 100._pm_reel  
VIT_J2000(3)      = 1100._pm_reel
```

```
call mr_J2000_EquaUAI( PLANETE, MODELUI, JUL1950,           &  
                      POS_J2000, POS_EQUAUAI, CODE_RETOUR,   &  
                      asc_droite=ASC_DROITE,declinaison=     &  
                      DECLINAISON,vit_J2000=VIT_J2000,       &  
                      vit_EquaUAI=VIT_EQUAUAI )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAUAI, VIT_EQUAUAI, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_EQUAUAI(1)    = 0.100 108  
POS_EQUAUAI(2)    = 0.420 107  
POS_EQUAUAI(3)    = 0.610 107  
VIT_EQUAUAI(1)    = 0.680 103  
VIT_EQUAUAI(2)    = 0.187 103  
VIT_EQUAUAI(3)    = 0.124 104
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0  
CODE_RETOUR%routine = 1140
```

Routine mr_J2000_TerVrai

Identification

“Passage du repère équatorial moyen **J2000** au repère de **terrestre vrai** à la date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000, selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_J2000_TerVrai ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_J2000, pos_TerVrai,    &  
                      code_retour [ , vit_J2000, vit_TerVrai, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère équatorial moyen J2000 (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_TerVrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 (m.s ⁻¹)
------------	----------------------	--

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [**vit_TerVrai**] vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s⁻¹)
pm_reel(6,6) [**jacob**] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔTUI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TU1.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400.[.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000) peut être effectué par la routine **mr_TerVrai_J2000**.
- L'époque de référence est :
→ J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801) : Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind _model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_J2000_TerVrai
  integer                :: MODEL
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: DELTA_TU1
  real(pm_reel)          :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_J2000, POS_TERVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_J2000, VIT_TERVRAI
  type(tm_code_retour)   :: CODE_RETOUR

  MODEL                = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour          = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec           = 180._pm_reel
  DELTA_TU1             = .5_pm_reel
  DELTA_TAI             = 25._pm_reel
  POS_J2000(1)          = 991396.024_pm_reel
  POS_J2000(2)          = 488684.594_pm_reel
  POS_J2000(3)          = 7109721.509_pm_reel
  VIT_J2000(1)          = 1963.575_pm_reel
  VIT_J2000(2)          = -7174.14_pm_reel
  VIT_J2000(3)          = 218.695_pm_reel
```

```
call mr_J2000_TerVrai( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI,      &
                      POS_J2000, POS_TERVRAI, CODE_RETOUR,      &
                      vit_J2000=VIT_J2000, vit_TerVrai=VIT_TERVRAI )

! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS ( POS_TERVRAI, VIT_TERVRAI, CODE_RETOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

POS_TERVRAI(1)= -0.222 10⁶

POS_TERVRAI(2)= -0.109 10⁷

POS_TERVRAI(3)= 0.711 10⁷

VIT_TERVRAI(1)= -0.696 10⁴

VIT_TERVRAI(2)= 0.28410⁴

VIT_TERVRAI(3)= 0.217 10³

CODE_RETOUR%valeur = 0

CODE_RETOUR%routine = 1132

Routine *mr_J2000_veis*

Identification

“Passage du repère équatorial moyen **J2000** au repère de **Veis** à la date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère de Veis à la date t à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000, selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_J2000_veis ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_J2000, pos_veis,      &  
                    code_retour [ , vit_J2000, vit_veis, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère équatorial moyen J2000 (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_veis	vecteur position dans le repère de Veis à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 (m.s ⁻¹)
------------	----------------------	--

- Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_veis]	vecteur vitesse dans le repère de Veis à la date t (m.s ⁻¹)
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation $\Delta TU1$ sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TU1.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400.[.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère de Veis à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000) peut être effectué par la routine **mr_veis_J2000**.
- L'époque de référence est :
→ J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.

pm_warn_para_option (+1801) : Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.

pm_err_para_option (-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

pm_err_ind _model (-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_J2000_veis
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TU1
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_J2000, POS_VEIS
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_J2000, VIT_VEIS
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR

  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 180._pm_reel
  DELTA_TU1 = .5_pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel
  POS_J2000(1) = 991396.024_pm_reel
  POS_J2000(2) = 488684.594_pm_reel
  POS_J2000(3) = 7109721.509_pm_reel
  VIT_J2000(1) = 1963.575_pm_reel
  VIT_J2000(2) = -7174.14_pm_reel
  VIT_J2000(3) = 218.695_pm_reel
```

```
call mr_J2000_veis( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI,      &  
                  POS_J2000, POS_VEIS, CODE_RETOUR,          &  
                  vit_J2000=VIT_J2000, vit_veis=VIT_VEIS )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_VEIS, VIT_VEIS, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_VEIS(1)  = 0.100 107  
POS_VEIS(2)  = 0.477 106  
POS_VEIS(3)  = 0.711 107  
VIT_VEIS(1)  = 0.188 104  
VIT_VEIS(2)  = -0.720 104  
VIT_VEIS(3)  = 0.217 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0  
CODE_RETOUR%routine = 1104
```

Routine mr_mat_J2000_BBR

Identification

“Calcul de la **matrice** de passage du repère équatorial moyen **J2000** (EME2000) au repère Body Body Rotating (**BBR**)”.

Rôle

Calcul de la matrice de passage du repère équatorial moyen J2000 (EME2000) au repère Body Body Rotating (BBR), à partir des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 (EME2000) des corps Pla_1 et Pla_2 définissant le repère BBR.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call mr_mat_J2000_BBR (pos_Pla1, vit_Pla1, pos_Pla2, vit_Pla2, mat, code_retour)

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

pm_reel(3)	pos_Pla1	vecteur position du corps Pla_1 dans EME2000 (m)
pm_reel(3)	vit_Pla1	vecteur vitesse du corps Pla_1 dans EME2000 ($m.s^{-1}$)
pm_reel(3)	pos_Pla2	vecteur position du corps Pla_2 dans EME2000 (m)
pm_reel(3)	vit_Pla2	vecteur vitesse du corps Pla_2 dans EME2000 ($m.s^{-1}$)

• Sorties obligatoires

pm_reel(6,6)	mat	matrice de passage
tm_code_retour	code_retour	

Conditions sur les arguments

Sans objet.

Notes d'utilisation

- Cette routine fournit la matrice de passage utilisée au niveau de la routine **mr_J2000_BBR**.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.

pm_err_meme_planete (-1512) : Les planètes sont confondues, le repère BBR est donc indéfini.

Pour tout autre code retour, se reporter à l'**annexe 2** du volume 3 "*Caractéristiques principales et conventions d'utilisation de la MSLIB Fortran 90*"; M-MU-0-103-CIS".

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

pour des exemples d'appel en fortran 90: se reporter à la documentation utilisateur MSLIB Fortran 90

Entrées:

(Soleil)

pos_Pla1(1)	= 0._pm_reel
pos_Pla1(2)	= 0._pm_reel
pos_Pla1(3)	= 0._pm_reel
vit_Pla1(1)	= 0._pm_reel
vit_Pla1(2)	= 0._pm_reel
vit_Pla1(3)	= 0._pm_reel

(Terre)

pos_Pla2(1)	= 1699060.467_pm_reel
pos_Pla2(2)	= - 139483418.078_pm_reel
pos_Pla2(3)	= - 60472571.701_pm_reel
vit_Pla2(1)	= 29.316099_pm_reel
vit_Pla2(2)	= 0.205773_pm_reel
vit_Pla2(3)	= 0.087897_pm_reel

Résultats attendus:

$$\text{MAT} = \begin{bmatrix} 0.112 \cdot 10^{-1} & -0.917 & -0.398 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.100 \cdot 10^1 & 0.103 \cdot 10^{-1} & 0.441 \cdot 10^{-2} & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.412 \cdot 10^{-4} & -0.398 & 0.917 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.193 \cdot 10^{-6} & 0.198 \cdot 10^{-8} & 0.850 \cdot 10^{-9} & 0.112 \cdot 10^{-1} & -0.917 & -0.398 \\ -0.215 \cdot 10^{-8} & 0.177 \cdot 10^{-6} & 0.767 \cdot 10^{-7} & 0.100 \cdot 10^1 & 0.103 \cdot 10^{-1} & 0.441 \cdot 10^{-2} \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.412 \cdot 10^{-4} & -0.398 & 0.917 \end{bmatrix}$$

code_retour%valeur = 0

Routine *mr_mat_nuta*

Identification

“Calcul de la **matrice** de **nutation** pour le passage du repère équatorial moyen au repère équatorial vrai pour la même époque”.

Rôle

Calcul de la matrice de passage N du repère équatorial moyen à une époque t (\bar{E}_t) au repère équatorial vrai à la même époque (E_t).

$$E_t = N \cdot \bar{E}_t$$

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_mat_nuta* (*nuta*, *obli_moy*, *mat_nuta*, *code_retour*)

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

<i>tm_nuta</i>	nuta	nutations en longitude ($N+dN$) et en obliquité ($\Omega + d\Omega$) (rad)
<i>pm_reel</i>	obli_moy	obliquité moyenne $\bar{\epsilon}$ (rad)

• Sorties obligatoires

<i>pm_reel</i> (3,3)	mat_nuta	matrice de nutation N
<i>tm_code_retour</i>	code_retour	

Conditions sur les arguments

Sans objet.

Notes d'utilisation

- Il est possible d'obtenir ($N+dN$) et ($\Omega + d\Omega$) par la routine **mr_nuta**, et $\bar{\epsilon}$ par la routine **mr_obli_moy**.

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

pm_OK (0) : Retour normal.

```
program REP_FONDAMENTAUX
```

```

use mslib

! Declarations pour l'appel a mr_nuta
integer                                :: MODEL_NUTA
type(tm_jour_sec)                      :: JUL1950
type(tm_nuta)                          :: NUTA

! Declarations pour l'appel a mr_obli_moy
integer                                :: MODEL_PREC
real(pm_reel)                          :: OBLI_MOY

! Declaration pour l'appel a mr_mat_nuta
real(pm_reel), dimension(3,3)         :: MAT_NUTA
type(tm_code_retour)                   :: CODE_RETOUR

MODEL_NUTA    = pm_wahr
JUL1950%jour  = 13180_pm_entier
JUL1950%sec   = 36000._pm_reel

call mr_nuta(MODEL_NUTA, JUL1950, NUTA, CODE_RETOUR)
! Le code retour de mr_nuta est = 0

```

```
MODEL_PREC = pm_lieske

call mr_obli_moy(MODEL_PREC, JUL1950, OBLI_MOY, CODE_RETOUR)
! Le code retour de mr_obli_moy est = 0

call mr_mat_nuta ( NUTA, OBLI_MOY, MAT_NUTA, CODE_RETOUR )

! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS (MAT_NUTA, CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

$$\text{MAT_NUTA} = \begin{bmatrix} 1.0 & 0.371 \cdot 10^{-4} & 0.161 \cdot 10^{-4} \\ -0.371 \cdot 10^{-4} & 1.0 & -0.368 \cdot 10^{-4} \\ -0.161 \cdot 10^{-4} & 0.368 \cdot 10^{-4} & 1.0 \end{bmatrix}$$

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1084

Routine *mr_nuta*

Identification

“Calcul des **nutations** en longitude et en obliquité”.

Rôle

Calcul des nutations en longitude ($N+dN$) et en obliquité ($\Omega + d\Omega$) à une date donnée suivant un modèle de nutation. A ce jour, seul le modèle de Wahr (J2000) est disponible. Le calcul des dérivées premières ($(N + dN)'$ et $(\Omega + d\Omega)'$) et secondes ($(N + dN)''$ et $(\Omega + d\Omega)''$) des nutations est facultatif.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_nuta* (*model_nuta*, *jul1950*, *nuta*, *code_retour* [, *delta_tai*, *deriv1_nuta*, *deriv2_nuta*])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model_nuta	modèle de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)

• Sorties obligatoires

tm_nuta	nuta	nutations en longitude $N+dN$ et en obliquité $\Omega + d\Omega$ (rad, rad)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[delta_tai]	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
---------	----------------------	--

• Sorties facultatives

tm_nuta	[deriv1_nuta]	dérivées premières $(N + dN)'$ et $(\Omega + d\Omega)'$ des nutations en longitude et en obliquité (rad.s ⁻¹ , rad.s ⁻¹)
tm_nuta	[deriv2_nuta]	dérivées secondes $(N + dN)''$ et $(\Omega + d\Omega)''$ des nutations en longitude et en obliquité (rad.s ⁻² , rad.s ⁻²)

- Sans objet.

- L'indicateur du modèle **model_nuta** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre MSLIB **pm_wahr**.
- L'écart de datation ΔTAI , s'il est présent, sera ajouté à la date t . S'il est absent, sa valeur par défaut est zéro.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[.$

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

(voir explications dans le volume 3)

pm_err_ind_nuta (-1802) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle de nutation est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  integer                                :: MODEL_NUTA
  type(tm_jour_sec)                     :: JUL1950
  type(tm_nuta)                         :: NUTA
  type(tm_code_retour)                  :: CODE_RETOUR
  real(pm_reel)                         :: DELTA_TAI
  type(tm_nuta)                         :: DERIV1_NUTA
  type(tm_nuta)                         :: DERIV2_NUTA

  MODEL_NUTA = pm_wahr
  JUL1950%jour = 13180_pm_entier
  JUL1950%sec = 36000._pm_reel
  DELTA_TAI = 0._pm_reel

  call mr_nuta ( MODEL_NUTA, JUL1950, NUTA, CODE_RETOUR,      &
                 delta_tai = DELTA_TAI,                      &
                 deriv1_nuta = DERIV1_NUTA,                   &
                 deriv2_nuta = DERIV2_NUTA)

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS (NUTA, DERIV1_NUTA, DERIV2_NUTA, CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

NUTA%long = $-.404 \cdot 10^{-4}$
NUTA%obli = $.368 \cdot 10^{-4}$

DERIV1_NUTA%long = $-.200 \cdot 10^{-11}$
DERIV1_NUTA%obli = $-.141 \cdot 10^{-11}$

DERIV2_NUTA%long = $.360 \cdot 10^{-16}$
DERIV2_NUTA%obli = $-.101 \cdot 10^{-16}$

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1081

Routine *mr_obli_moy*

Identification

“Calcul de l’**obliquité moyenne**”.

Rôle

Calcul de l’obliquité moyenne $\bar{\epsilon}$ à une date donnée, selon un modèle de précession. A ce jour, seul le modèle de Lieske (J2000) est disponible.

Le calcul des dérivées premières et secondes ($\bar{\epsilon}'$ et $\bar{\epsilon}''$) est facultatif.

Séquence d’appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_obli_moy ( model_prec, jul1950, obli_moy, code_retour [ , delta_tai, deriv1_obli,      &  
                  deriv2_obli ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model_prec	modèle de précession
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)

• Sorties obligatoires

pm_reel	obli_moy	obliquité moyenne $\bar{\epsilon}$ (rad)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[delta_tai]	écart ΔTAI entre l’échelle de temps TAI et l’échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
---------	----------------------	--

• Sorties facultatives

pm_reel	[deriv1_obli]	dérivée première $\bar{\epsilon}'$ de l’obliquité moyenne (rad.s ⁻¹)
pm_reel	[deriv2_obli]	dérivée seconde $\bar{\epsilon}''$ de l’obliquité moyenne (rad.s ⁻²)

- Sans objet.

- L'indicateur du modèle **model_prec** doit avoir été initialisé par l'appelant au paramètre **MSLIB pm_lieske**.
- L'écart de datation ΔTAI , s'il est présent, sera ajouté à la date t . S'il est absent, sa valeur par défaut est zéro.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[.$

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

(voir explications dans le volume 3)

pm_err_ind_prec (-1803) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle de précession est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  integer                                :: MODEL_PREC
  type(tm_jour_sec)                     :: JUL1950
  real(pm_reel)                         :: OBLI_MOY
  type(tm_code_retour)                  :: CODE_RETOUR
  real(pm_reel)                         :: DELTA_TAI
  real(pm_reel)                         :: DERIV1_OBLI
  real(pm_reel)                         :: DERIV2_OBLI

  MODEL_PREC      = pm_lieske
  JUL1950%jour    = 13180_pm_entier
  JUL1950%sec     = 36000._pm_reel
  DELTA_TAI      = 0._pm_reel

  call mr_obli_moy ( MODEL_PREC, JUL1950, OBLI_MOY, CODE_RETOUR, &
                    delta_tai = DELTA_TAI,                      &
                    deriv1_obli = DERIV1_OBLI,                  &
                    deriv2_obli = DERIV2_OBLI)

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS(OBLI_MOY,DERIV1_OBLI,DERIV2_OBLI,          &
                      CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

OBLI_MOY = .409
DERIV1_OBLI= -.719 10⁻¹³
DERIV2_OBLI= -.131 10⁻²⁶

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1083

Routine *mr_PlaIner_PlaVrai*

Identification

“Passage du repère **planétocentrique inerti**el du type «H0-n» à n=0 au repère **planétocentrique vrai**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère planétocentrique vrai à partir des position-vitesse dans le repère planétocentrique inerti

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_PlaIner_PlaVrai* (*planete*, *modeleUAI*, *long*, *pos_PlaIner*, *pos_PlaVrai*, *code_retour* &
[, *vit_rot*, *jul1950*, *vit_PlaIner*, *vit_PlaVrai*, *jacob*])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	planete	planète
integer	modeleUAI	modèle UAI définissant la dérivée du temps sidéral (vitesse de rotation) de la planète
pm_reel	long	longitude de l'axe X du repère (positive vers l'Est) (rad)
pm_reel(3)	pos_PlaIner	vecteur position dans le repère planétocentrique inerti

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_PlaVrai	vecteur position dans le repère planétocentrique vrai (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[vit_rot]	vitesse de rotation de la planète (rad.s ⁻¹)
tm_jour_sec	[jul1950]	date pour le modèle de temps sidéral si la planète considérée est Neptune (jours, s)
pm_reel(3)	[vit_PlaIner]	vecteur vitesse dans le repère planétocentrique inerti

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [**vit_PlaVrai**] vecteur vitesse dans le repère planétocentrique vrai (m.s^{-1})
pm_reel(6,6) [**jacob**] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'argument **planete** (non testé) doit avoir été initialisé par l'appelant à l'un des paramètres suivants de la MSLIB: **pm_pla_mercure**, **pm_pla_venus**, **pm_pla_terre**, **pm_pla_mars**, **pm_pla_jupiter**, **pm_pla_saturne**, **pm_pla_uranus**, **pm_pla_neptune**, **pm_pla_pluton**.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.
- L'indicateur du modèle de vitesse de rotation de la planète, **modeleUAI**, doit avoir été initialisé par l'appelant à **pm_UAI_autre_modele** ou **pm_UAI1994** ou **pm_UAI2000** de la MSLIB. Dans ce cas, et si la planète considérée est Neptune, il faut également fournir en option la date t .
- L'initialisation du modèle de vitesse de rotation de la planète, **modeleUAI**, à **pm_UAI_autre_modele** implique l'initialisation par l'appelant de l'entrée optionnelle **vit_rot** qui définit le modèle utilisateur.

Notes d'utilisation

- Le calcul inverse (position dans le repère planétocentrique vrai \rightarrow position dans le repère planétocentrique inertiel du type «H0-n») peut être effectué par la routine **mr_PlaVrai_PlaIner**.
- La longitude est comptée positivement vers l'Est, à l'instar de la Terre. On ne respecte donc pas ici les conventions UAI suivant les planètes. L'utilisateur devra donc veiller à modifier la valeur entrée s'il veut respecter ces conventions.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_planete	(-1809) : La valeur donnée pour l'indicateur de l'astre/planète est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX
  use mslib
  ! Declarations pour l'appel a mr_Plainer_Plavrai
  integer :: PLANETE, MODELEUAI
  real(pm_reel) :: LONG
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_PLAINER, POS_PLAVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_PLAINER, VIT_PLAVRAI
  real(pm_reel) :: VIT_ROT
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR

  PLANETE = pm_pla_mars
  MODELEUAI = pm_UAI_autre_modele
  LONG = 0.3_pm_entier
  POS_PLAINER(1) = 7000000._pm_reel
  POS_PLAINER(2) = 7400000._pm_reel
  POS_PLAINER(3) = 7600000._pm_reel
  VIT_ROT = 350.89198226_pm_reel*pm_deg_rad/86400._pm_reel
  VIT_PLAINER(1) = 900._pm_reel
  VIT_PLAINER(2) = 100._pm_reel
  VIT_PLAINER(3) = 1100._pm_reel
```

```
call mr_Plainer_Plavrai(PLANETE, MODELEUAI, LONG,           &  
                        POS_PLAINER, POS_PLAVRAI,           &  
                        CODE_RETOUR, vit_rot=VIT_ROT,        &  
                        vit_Plavrai=VIT_PLAVRAI)
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_PLAVRAI, VIT_PLAVRAI, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_PLAVRAI(1)= 0.450 107  
POS_PLAVRAI(2)= 0.914 107  
POS_PLAVRAI(3)= 0.760 107  
VIT_PLAVRAI(1)= 0.148 104  
VIT_PLAVRAI(2)= 0.425 102  
VIT_PLAVRAI(3)= 0.110 104
```

```
CODE_RETOUR%valeur   = 0  
CODE_RETOUR%routine  = 1151
```

Routine *mr_PlanetVrai_EquaUAI*

Identification

“Passage du repère **planétocentrique vrai** au repère **équatorial planétaire UAI** à la date t .”

Rôle

Calcul à la date t des position-vitesse dans le repère équatorial planétaire UAI à partir des position-vitesse dans le repère planétocentrique vrai, selon un modèle prédéfini ou utilisateur.
Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_PlanetVrai_EquaUAI* (*planete*, *modelUAI*, *jul1950*, *pos_PlanetVrai*, *pos_EquaUAI*, &
code_retour [, *tsid*, *deriv_tsid*, *vit_PlanetVrai*, *vit_EquaUAI*, *jacob*])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	planete	planète
integer	modeleUAI	modèle UAI définissant le méridien origine (temps sidéral et sa dérivée)
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel(3)	pos_PlanetVrai	vecteur position dans le repère planétocentrique vrai (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaUAI	vecteur position dans le repère équatorial planétaire UAI (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[tsid]	temps sidéral (rad)
pm_reel	[deriv_tsid]	dérivée du temps sidéral (rad.s ⁻¹)
pm_reel(3)	[vit_PlanetVrai]	vecteur vitesse dans le repère planétocentrique vrai (m.s ⁻¹)

pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation
--------------	-----------	-------------------------------

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour

(voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_planete	(-1809) : La valeur donnée pour l'indicateur de l'astre/planète est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX
```

```
  use mslib
```

```
  ! Declarations pour l'appel a mr_PlanetVrai_EquaUAI
  integer                :: PLANETE,MODELUI
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: TSID,DERIV_TSID
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_PLANETVRAI,POS_EQUAUAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_PLANETVRAI,VIT_EQUAUAI
  type(tm_code_retour)   :: CODE_RETOUR
```

```
  PLANETE                = pm_pla_mars
  MODELUI                = pm_UAI_autre_modele
  JUL1950%jour           = 17000_pm_entier
  JUL1950%sec            = 0._pm_reel
  TSID                   = 190.47_pm_reel*pm_deg_rad
  DERIV_TSID             = 360.9856235_pm_reel*pm_deg_rad/86400._pm_reel
  POS_J2000(1)           = 7000000._pm_reel
  POS_J2000(2)           = 7200000._pm_reel
  POS_J2000(3)           = 7400000._pm_reel
  VIT_J2000(1)           = 900._pm_reel
  VIT_J2000(2)           = 100._pm_reel
  VIT_J2000(3)           = 1100._pm_reel
```

```
call mr_PlanetVrai_EquaUAI( PLANETE, MODELUAI, JUL1950,      &
                           POS_PLANETVRAI, POS_EQUAUAI,      &
                           CODE_RETOUR,tsid=TSID,deriv_tsid= &
                           DERIV_TSID,vit_PlanetVrai=VIT_PLANETVRAI&
                           vit_EquaUAI=VIT_EQUAUAI )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAUAI, VIT_EQUAUAI, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

POS_EQUAUAI(1)	= -0.558 10 ⁷
POS_EQUAUAI(2)	= -0.835 10 ⁷
POS_EQUAUAI(3)	= 0.740 10 ⁷
VIT_EQUAUAI(1)	= -0.258 10 ³
VIT_EQUAUAI(2)	= -0.668 10 ³
VIT_EQUAUAI(3)	= 0.110 10 ⁴

CODE_RETOUR%valeur	= 0
CODE_RETOUR%routine	= 1143

Routine *mr_PlaVrai_PlaIner*

Identification

“Passage du repère **planétocentrique vrai** au repère **planétocentrique inertiel** du type «H0-n» à n=0”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère planétocentrique inertiel du type «H0-n» (à n=0 secondes) à partir des position-vitesse dans le repère planétocentrique vrai, selon un modèle prédéfini ou utilisateur.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_PlaVrai_PlaIner ( planete, modeleUAI, long, pos_PlaVrai, pos_PlaIner, code_retour      &
                        [ , vit_rot, jul1950, vit_PlaVrai, vit_PlaIner, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	planete	planète
integer	modeleUAI	modèle UAI définissant la dérivée du temps sidéral (vitesse de rotation) de la planète
pm_reel	long	longitude de l'axe X du repère (positive vers l'Est) (rad)
pm_reel(3)	pos_PlaVrai	vecteur position dans le repère planétocentrique vrai (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_PlaIner	vecteur position dans le repère planétocentrique inertiel (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[vit_rot]	vitesse de rotation de la planète (rad.s ⁻¹)
tm_jour_sec	[jul1950]	date pour le modèle de temps sidéral si la planète considérée est Neptune (jours, s)
pm_reel(3)	[vit_PlaVrai]	vecteur vitesse dans le repère planétocentrique vrai (m.s ⁻¹)

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [**vit_PlaIner**] vecteur vitesse dans le repère planétocentrique inertiel (m.s^{-1})
pm_reel(6,6) [**jacob**] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'argument **planete** (non testé) doit avoir été initialisé par l'appelant à l'un des paramètres suivants de la MSLIB: **pm_pla_mercure**, **pm_pla_venus**, **pm_pla_terre**, **pm_pla_mars**, **pm_pla_jupiter**, **pm_pla_saturne**, **pm_pla_uranus**, **pm_pla_neptune**, **pm_pla_pluton**.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.
- L'indicateur du modèle de vitesse de rotation de la planète, **modeleUAI**, doit avoir été initialisé par l'appelant à **pm_UAI_autre_modele** ou **pm_UAI1994** ou **pm_UAI2000** de la MSLIB. Dans ce cas, et si la planète considérée est Neptune, il faut également fournir en option la date *t*.
- L'initialisation du modèle de vitesse de rotation de la planète, **modeleUAI**, à **pm_UAI_autre_modele** implique l'initialisation par l'appelant de l'entrée optionnelle **vit_rot** qui définit le modèle utilisateur.

Notes d'utilisation

- Le calcul inverse (position dans le repère planétocentrique inertiel du type «H0-n» → position dans le repère planétocentrique vrai) peut être effectué par la routine **mr_PlaIner_PlaVrai**.
- La longitude est comptée positivement vers l'Est, à l'instar de la Terre. On ne respecte donc pas ici les conventions UAI suivant les planètes. L'utilisateur devra donc veiller à modifier la valeur entrée s'il veut respecter ces conventions.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_planete	(-1809) : La valeur donnée pour l'indicateur de l'astre/planète est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib
  ! Declarations pour l'appel a mr_PlaVrai_PlaIner
  integer                                :: PLANETE, MODELEUAI
  real(pm_reel)                          :: LONG
  real(pm_reel), dimension (3)           :: POS_PLAVRAI, POS_PLAINER
  real(pm_reel), dimension (3)           :: VIT_PLAVRAI, VIT_PLAINER
  real(pm_reel)                          :: VIT_ROT
  type(tm_code_retour)                   :: CODE_RETOUR

  PLANETE = pm_pla_mars
  MODELEUAI = pm_UAI_autre_modele
  LONG = 0.3_pm_entier
  POS_PLAINER(1) = 7000000._pm_reel
  POS_PLAINER(2) = 7400000._pm_reel
  POS_PLAINER(3) = 7600000._pm_reel
  VIT_ROT = 350.89198226_pm_reel*pm_deg_rad &
           /86400._pm_reel
  VIT_PLAINER(1) = 900._pm_reel
```

```
VIT_PLAINER(2)    = 100._pm_reel  
VIT_PLAINER(3)    = 1100._pm_reel
```

```
call mr_PlaVrai_PlaIner(PLANETE, MODELEUAI, LONG,           &  
                        POS_PLAVRAI, POS_PLAINER,           &  
                        CODE_RETOUR,vit_rot=VIT_ROT,         &  
                        vit_PlaIner=VIT_PLAINER)
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_PLAINER, VIT_PLAINER, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_PLAINER(1)= 0.887 107  
POS_PLAINER(2)= 0.500 107  
POS_PLAINER(3)= 0.760 107  
VIT_PLAINER(1)= 0.535 103  
VIT_PLAINER(2)= 0.459 103  
VIT_PLAINER(3)= 0.110 104
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0  
CODE_RETOUR%routine = 1150
```

Routine *mr_rep_fon*

Identification

“Calcul de la matrice de passage entre deux **repères fondamentaux** (écliptique ou équatorial; moyen ou vrai)”.

Rôle

Calcul de la matrice de passage du repère {équatorial ou écliptique} {moyen ou vrai} à une époque t_1 au repère {équatorial ou écliptique} {moyen ou vrai} à une époque t_2 , selon un modèle de précession et un modèle de nutation. A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_rep_fon* (trsf, model, jul1950_t1, jul1950_t2, mat_pass, code_retour [, delta_tai])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	trsf	indicateur de la transformation
integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950_t1	époque d'origine t_1 (jours, s)
tm_jour_sec	jul1950_t2	époque de destination t_2 (jours, s)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3,3)	mat_pass	matrice de passage entre les deux repères définis par trsf
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel	[delta_tai]	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer les dates t_1 et t_2 (s)
---------	----------------------	---

Conditions sur les arguments

- Sans objet.

Notes d'utilisation

- **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- L'écart de datation ΔTAI , s'il est présent, sera ajouté aux dates en entrée. S'il est absent, sa valeur par défaut est zéro.
- Il n'est pas indispensable que les dates t_1 et t_2 soient normalisées.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.
- Selon le calcul souhaité, l'argument **trsf** sera initialisé par l'appelant à la valeur de l'un des paramètres suivants de la MSLIB:

Passage du repère:		aux repères:
<i>équatorial moyen</i>	pm_equa_moy_equa_moy →	<i>équatorial moyen</i>
	pm_equa_moy_equa_vrai →	<i>équatorial vrai</i>
	pm_equa_moy_ecli_moy →	<i>écliptique moyen</i>
	pm_equa_moy_ecli_vrai →	<i>écliptique vrai</i>

Passage du repère:		aux repères:
<i>équatorial vrai</i>	pm_equa_vrai_equa_moy →	<i>équatorial moyen</i>
	pm_equa_vrai_equa_vrai →	<i>équatorial vrai</i>
	pm_equa_vrai_ecli_moy →	<i>écliptique moyen</i>
	pm_equa_vrai_ecli_vrai →	<i>écliptique vrai</i>

Passage du repère:		aux repères:
<i>écliptique moyen</i>	pm_ecli_moy_equa_moy →	<i>équatorial moyen</i>
	pm_ecli_moy_equa_vrai →	<i>équatorial vrai</i>
	pm_ecli_moy_ecli_moy →	<i>écliptique moyen</i>
	pm_ecli_moy_ecli_vrai →	<i>écliptique vrai</i>

Passage du repère:		aux repères:
<i>écliptique vrai</i>	pm_ecli_vrai_equa_moy →	<i>équatorial moyen</i>
	pm_ecli_vrai_equa_vrai →	<i>équatorial vrai</i>
	pm_ecli_vrai_ecli_moy →	<i>écliptique moyen</i>
	pm_ecli_vrai_ecli_vrai →	<i>écliptique vrai</i>

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
 ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.
pm_err_ind_model (-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.
pm_err_ind_trsf (-1805) : La valeur donnée pour l'indicateur de la transformation est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

! Calcul de la matrice de passage du repere equatorial moyen a t1 au
! repere ecliptique moyen a t2.

use mslib

integer                :: TRSF
integer                :: MODEL
type(tm_jour_sec)      :: JUL1950_T1
type(tm_jour_sec)      :: JUL1950_T2
real(pm_reel), dimension(3,3) :: MAT_PASS
type(tm_code_retour)    :: CODE_RETOUR
real(pm_reel)           :: DELTA_TAI

TRSF = pm_equa_moy_ecli_moy ! parametre de la MSLIB
MODEL= pm_lieske_wahr       ! parametre de la MSLIB

JUL1950_T1%jour = 13180_pm_entier
JUL1950_T1%sec  = 36000._pm_reel
JUL1950_T2%jour = 13545_pm_entier
JUL1950_T2%sec  = 36000._pm_reel
DELTA_TAI = 0._pm_reel

call mr_rep_fon ( TRSF,MODEL,JUL1950_T1,JUL1950_T2,MAT_PASS,    &
                  CODE_RETOUR, delta_tai = DELTA_TAI)

! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS (MAT_PASS,CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

$$\text{MAT_PASS} = \begin{bmatrix} 0.100 & -0.223 \cdot 10^{-3} & -0.971 \cdot 10^{-4} \\ 0.244 \cdot 10^{-3} & 0.917 & 0.398 \\ 0.209 \cdot 10^{-6} & -0.398 & 0.917 \end{bmatrix}$$

CODE_RETOUR%valeur = 0

CODE_RETOUR%routine = 1064

Routine *mr_TerRef_TerVrai*

Identification

“Passage du repère **terrestre** de **référence** au repère **terrestre** **vrai** à la date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t à partir des position-vitesse dans le repère terrestre de référence.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_TerRef_TerVrai* (U, V, pos_ref, pos_vrai, code_retour [, vit_ref, vit_vrai, jacob])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

pm_reel	U	coordonnée u du pôle vrai à la date t dans le repère R (rad) (voir rubrique “Notes d'utilisation”)
pm_reel	V	coordonnée v du pôle vrai à la date t dans le repère R (rad) (voir rubrique “Notes d'utilisation”)
pm_reel(3)	pos_ref	vecteur position dans le repère terrestre de référence (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_vrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_ref]	vecteur vitesse dans le repère terrestre de référence (m.s^{-1})
------------	--------------------	---

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_vrai]	vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s^{-1})
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

- La date t est implicite car la position du repère terrestre vrai par rapport au repère terrestre de référence dépend de la date t .
- Définition du repère R :
se reporter à la présentation du thème (paragraphe 3.9 "Repère R (repère plan)")
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère terrestre de référence) peut être effectué par la routine **mr_TerVrai_TerRef**.

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_TerRef_TerVrai
  real(pm_reel)                :: U
  real(pm_reel)                :: V
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_REF, POS_VRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_REF, VIT_VRAI
  type(tm_code_retour)         :: CODE_RETOUR

  U          = 1.9e-6_pm_reel
  V          = 3.8e-6_pm_reel
  POS_REF(1) = -221938.845_pm_reel
  POS_REF(2) = -7108899.815_pm_reel
  POS_REF(3) = -1088165.987_pm_reel
  VIT_REF(1) = -6960.252_pm_reel
  VIT_REF(2) = -216.918_pm_reel
  VIT_REF(3) = -2840.700_pm_reel

  call mr_TerRef_TerVrai( U,V, POS_REF, POS_VRAI, CODE_RETOUR, &
                        vit_ref=VIT_REF, vit_vrai=VIT_VRAI )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS ( POS_VRAI, VIT_VRAI, CODE_RETOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_VRAI(1) = -0.222 106
POS_VRAI(2) = -0.711 107
POS_VRAI(3) = -0.109 107
VIT_VRAI(1) = -0.696 104
VIT_VRAI(2) = -0.217 103
VIT_VRAI(3) = -0.284 104
```

```
CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1100
```

Routine *mr_TerVrai_EquaVrai*

Identification

“Passage du repère **terrestre vrai** à la date t au repère **équatorial vrai** à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t , à partir des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la même date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_TerVrai_EquaVrai ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_TerVrai, pos_EquaVrai, &  
                          code_retour [ , vit_TerVrai, vit_EquaVrai, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_TerVrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaVrai	vecteur position dans le repère équatorial vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_TerVrai]	vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	------------------------	--

- Sorties facultatives

pm_reel(3) [vit_EquaVrai] vecteur vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t (m.s⁻¹)
pm_reel(6,6) [jacob] jacobien de la transformation

Conditions sur les arguments

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation $\Delta TU1$ sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TU1.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à [0., 86400[.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t → position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t) peut être effectué par la routine **mr_EquaVrai_TerVrai**.
- L'époque de référence est :
→ J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour

 (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable

 (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_TerVrai_EquaVrai
  integer                :: MODEL
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: DELTA_TU1
  real(pm_reel)          :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_TERVRAI, POS_EQUAVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_TERVRAI, VIT_EQUAVRAI
  type(tm_code_retour)   :: CODE_RETOUT

  MODEL                = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour         = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec          = 180._pm_reel
  DELTA_TU1            = .5_pm_reel
  DELTA_TAI            = 25._pm_reel
  POS_TERVRAI(1)       = -221978.5085_pm_reel
  POS_TERVRAI(2)       = -1088157.8964_pm_reel
  POS_TERVRAI(3)       = 7108899.815_pm_reel
  VIT_TERVRAI(1)       = -6960.148_pm_reel
  VIT_TERVRAI(2)       = 2840.953_pm_reel
  VIT_TERVRAI(3)       = 216.918_pm_reel
```

```
call mr_TerVrai_EquaVrai( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI, &  
                        POS_TERVRAI, POS_EQUAVRAI, CODE_RETOUR, &  
                        vit_TerVrai=VIT_TERVRAI, &  
                        vit_EquaVrai=VIT_EQUAVRAI, )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAVRAI, VIT_EQUAVRAI, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_EQUAVRAI(1)= 0.998 106  
POS_EQUAVRAI(2)= 0.487 106  
POS_EQUAVRAI(3)= 0.711 107  
VIT_EQUAVRAI(1)= 0.195 104  
VIT_EQUAVRAI(2)= -0.718 104  
VIT_EQUAVRAI(3)= 0.217 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur   = 0  
CODE_RETOUR%routine  = 1130
```

Routine mr_TerVrai_J2000

Identification

“Passage du repère **terrestre vrai** à la date t au repère équatorial moyen **J2000**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 à la date t à partir des position-vitesse dans le repère terrestre vrai, selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call mr_TerVrai_J2000 (model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_TerVrai, pos_J2000, &
code_retour [, vit_TerVrai, vit_J2000, jacob])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_TerVrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère équatorial moyen J2000 (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_TerVrai]	vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	------------------------	--

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.

pm_warn_para_option (+1801) : Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.

pm_err_para_option (-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

pm_err_ind _model (-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_TerVrai_J2000
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TU1
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_TERVRAI, POS_J2000
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_TERVRAI, VIT_J2000
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR

  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 43200._pm_reel
  DELTA_TU1 = .5_pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel
  POS_TERVRAI(1) = 217012.946_pm_reel
  POS_TERVRAI(2) = 1089159.055_pm_reel
  POS_TERVRAI(3) = 7108899.815_pm_reel
  VIT_TERVRAI(1) = 6973.034_pm_reel
  VIT_TERVRAI(2) = -2809.178_pm_reel
  VIT_TERVRAI(3) = 216.918_pm_reel
```

```
call mr_TerVrai_J2000( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI,      &  
                      POS_TERVRAI, POS_J2000, CODE_RETOUR,      &  
                      vit_TerVrai=VIT_TERVRAI, vit_J2000=VIT_J2000)
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats  
call WRITE_RESULTATS ( POS_J2000, VIT_J2000, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_J2000(1)  = 0.991 106  
POS_J2000(2)  = 0.489 106  
POS_J2000(3)  = 0.711 107  
VIT_J2000(1)  = 0.196 104  
VIT_J2000(2)  = -0.717 104  
VIT_J2000(3)  = 0.219 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0  
CODE_RETOUR%routine  = 1131
```

Routine *mr_TerVrai_TerRef*

Identification

“Passage du repère **terrestre vrai** à la date t au repère **terrestre de référence**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère terrestre de référence à partir des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t .

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_TerVrai_TerRef* (U, V, pos_vrai, pos_ref, code_retour [, vit_vrai, vit_ref, jacob])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

pm_reel	U	coordonnée u du pôle vrai à la date t dans le repère R (rad) (voir rubrique “Notes d'utilisation”)
pm_reel	V	coordonnée v du pôle vrai à la date t dans le repère R (rad) (voir rubrique “Notes d'utilisation”)
pm_reel(3)	pos_vrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_ref	vecteur position dans le repère terrestre de référence (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_vrai]	vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	--------------	--

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_ref]	vecteur vitesse dans le repère terrestre de référence (m.s ⁻¹)
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est implicite car la position du repère terrestre vrai par rapport au repère terrestre de référence dépend de la date t .
- Définition du repère R :
se reporter à la présentation du thème (paragraphe 3.9 "Repère R (repère plan)")
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère terrestre de référence \rightarrow position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t) peut être effectué par la routine **mr_TerRef_TerVrai**.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour	<i>(voir explications dans le volume 3)</i>
--------------------	---

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_TerVrai_TerRef
  real(pm_reel)                :: U
  real(pm_reel)                :: V
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_VRAI, POS_REF
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_VRAI, VIT_REF
  type(tm_code_retour)         :: CODE_RETOUTOUR

  U          = 1.9e-6_pm_reel
  V          = 3.8e-6_pm_reel
  POS_VRAI(1) = -221938.845_pm_reel
  POS_VRAI(2) = -1088165.987_pm_reel
  POS_VRAI(3) = 7108899.815_pm_reel
  VIT_VRAI(1) = -6960.252_pm_reel
  VIT_VRAI(2) = -2840.700_pm_reel
  VIT_VRAI(3) = 216.918_pm_reel

  call mr_TerVrai_TerRef( U, V, POS_VRAI, POS_REF, CODE_RETOUTOUR, &
                        vit_vrai=VIT_VRAI, vit_ref=VIT_REF )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS ( POS_REF, VIT_REF, CODE_RETOUTOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_REF(1) = -0.222 106
POS_REF(2) = -0.109 107
POS_REF(3) = 0.711 107
VIT_REF(1) = -0.696 104
VIT_REF(2) = -0.284 104
VIT_REF(3) = 0.217 103
```

```
CODE_RETOUTOUR%valeur = 0
CODE_RETOUTOUR%routine = 1099
```

Routine mr_TerVrai_veis

Identification

“Passage du repère **terrestre vrai** à la date t au repère de **Veis** à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère de Veis à la date t à partir des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la même date t .

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

call mr_TerVrai_veis (jul1950, delta_tu1, pos_TerVrai, pos_veis, code_retour &
[, vit_TerVrai, vit_veis, jacob])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_TerVrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_veis	vecteur position dans le repère de Veis à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_TerVrai]	vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s ⁻¹)
------------	------------------------	--

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_veis]	vecteur vitesse dans le repère de Veis à la date t (m.s ⁻¹)
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔT_{UI} sera **ajouté** à la date t .
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère de Veis à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t) peut être effectué par la routine **mr_veis_TerVrai**.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL :	ISSN 1243-4272
	ISBN 2-910015-05-X
Nomenclature MSLIB :	M-NT-0-160-CN

Code retour

(voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_TerVrai_veis
  type(tm_jour_sec)          :: JUL1950
  real(pm_reel)              :: DELTA_TU1
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_TERVRAI, POS_VEIS
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_TERVRAI, VIT_VEIS
  type(tm_code_retour)       :: CODE_RETOUR

  JUL1950%jour      = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec       = 43200._pm_reel
  DELTA_TU1         = .5_pm_reel
  POS_TERVRAI(1)    = 217012.946_pm_reel
  POS_TERVRAI(2)    = 1089159.055_pm_reel
  POS_TERVRAI(3)    = 7108899.815_pm_reel
  VIT_TERVRAI(1)    = 6973.034_pm_reel
  VIT_TERVRAI(2)    = -2809.178_pm_reel
  VIT_TERVRAI(3)    = 216.918_pm_reel

  call mr_TerVrai_veis( JUL1950, DELTA_TU1 POS_TERVRAI,      &
                       POS_VEIS, CODE_RETOUR,                &
                       vit_TerVrai=VIT_TERVRAI,              &
                       vit_veis=VIT_VEIS )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS ( POS_VEIS, VIT_VEIS, CODE_RETOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_VEIS(1)  = 0.100 107
POS_VEIS(2)  = 0.477 106
POS_VEIS(3)  = 0.711 107
VIT_VEIS(1)  = 0.188 104
VIT_VEIS(2)  = -0.720 104
VIT_VEIS(3)  = 0.217 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0
CODE_RETOUR%routine  = 1101
```

Routine *mr_tsid_aoki*

Identification

“Calcul du temps sidéral dans le système de référence défini par l’IAU en 1980 (**AOKI**)”.

Rôle

Calcul du temps sidéral moyen dans le système de référence J2000 : Aoki - Merit Standard

Séquence d’appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_tsid_aoki* (jul1950, delta_tu1, tsid, code_retour)

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart ΔTUI entre l’échelle de temps TU1 et l’échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)

• Sorties obligatoires

pm_reel	tsid	temps sidéral (rad)
tm_code_retour	code_retour	

Conditions sur les arguments

- Sans objet.

Notes d’utilisation

- L’écart de datation ΔTUI sera ajouté à la date t .
- Il n’est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (*voir explications dans le volume 3*)

pm_OK (0) : Retour normal.

Exemple en Fortran 90 portable (*voir explications dans le volume 3*)

```
program REP_FONDAMENTAUX
  use mslib
  type(tm_jour_sec)           :: JUL1950
  real(pm_reel)               :: DELTA_TU1
  real(pm_reel)               :: TSID
  type(tm_code_retour)        :: CODE_RETOUR

  JUL1950%jour = 1864._pm_entier
  JUL1950%sec  = 34560._pm_reel
  DELTA_TU1    = 0._pm_reel

  call mr_tsid_aoki ( JUL1950, DELTA_TU1, TSID, CODE_RETOUR )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS (TSID, CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

TSID = .492 10¹

CODE_RETOUR%valeur = 0

CODE_RETOUR%routine = 1086

Routine *mr_tsid_veis*

Identification

“Calcul du temps sidéral dans le système de référence Veis (Gamma₅₀ CNES)”.

Rôle

Calcul en radians du temps sidéral ayant pour origine le point gamma γ_{50} qui sert d’origine au système de référence adopté au CNES.

Séquence d’appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_tsid_veis* (jul1950, delta_tu1, tsid, code_retour)

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart ΔT_{U1} entre l’échelle de temps TU1 et l’échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)

• Sorties obligatoires

pm_reel	tsid	temps sidéral (rad)
tm_code_retour	code_retour	

Conditions sur les arguments

- Sans objet.

Notes d’utilisation

- L’écart de datation ΔT_{U1} sera ajouté à la date t .
- Il n’est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (*voir explications dans le volume 3*)

pm_OK (0) : Retour normal.

Exemple en Fortran 90 portable (*voir explications dans le volume 3*)

```
program REP_FONDAMENTAUX
  use mslib
  type(tm_jour_sec)           :: JUL1950
  real(pm_reel)               :: DELTA_TU1
  real(pm_reel)               :: TSID
  type(tm_code_retour)        :: CODE_RETOUR

  JUL1950%jour = 2000_pm_entier
  JUL1950%sec  = 34560._pm_reel
  DELTA_TU1    = 0._pm_reel

  call mr_tsid_veis ( JUL1950, DELTA_TU1, TSID, CODE_RETOUR )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS (TSID, CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

TSID = .972

CODE_RETOUR%valeur = 0

CODE_RETOUR%routine = 1085

Routine *mr_tsid_vrai*

Identification

“Calcul du temps sidéral vrai”.

Rôle

Calcul en radians du temps sidéral vrai.

Séquence d’appel

(voir explications dans le volume 3)

call *mr_tsid_vrai* (model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, tsid_vrai, code_retour [, deriv_tsid_vrai])

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart ΔTUI entre l’échelle de temps TU1 et l’échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l’échelle de temps TAI et l’échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)

• Sorties obligatoires

pm_reel	tsid_vrai	temps sidéral vrai (rad)
tm_code_retour	code_retour	

• Sorties facultatives

pm_reel	[deriv_tsid_vrai]	dérivée du temps sidéral vrai (rad.s ⁻¹)
---------	----------------------------	--

Conditions sur les arguments

- L’indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l’appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.

Notes d'utilisation

- L'indicateur du modèle **model** doit avoir été initialisé par l'appelant à la valeur du paramètre **pm_lieske_wahr** de la MSLIB.
- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation $\Delta TU1$ sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TU1.
- L'écart de datation ΔTAI sera ajouté à la date t dans les calculs nécessitant une date en échelle de temps TAI.
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[$.
- L'époque de référence est :
→ J2000.0 pour le modèle de précession de Lieske et le modèle de nutation de Wahr.
Pour plus de précisions sur l'époque J2000.0, se reporter à la présentation du thème (paragraphe 2.6 "Époques de référence").

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272

ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour

(voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.

pm_err_ind_model (-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX
  use mslib
  ! Declarations pour l'appel a mr_tsid_vrai
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TU1
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel) :: TSID_VRAI
  real(pm_reel) :: DERIV_TSID_VRAI
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR

  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 180._pm_reel
  DELTA_TU1 = 0.5_pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel

  call mr_tsid_vrai ( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1, DELTA_TAI, &
                    TSID_VRAI, CODE_RETOUR, &
                    deriv_tsid_vrai = DERIV_TSID_VRAI )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS (TSID_VRAI,DERIV_TSID_VRAI, CODE_RETOUR)

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

TSID_VRAI = 2.223
DERIV_TSID_VRAI = 0.729 10⁻⁴

CODE_RETOUR%valeur = 0
CODE_RETOUR%routine = 1137

Routine *mr_veis_EquaVrai*

Identification

“Passage du repère de **Veis** à la date t au repère **équatorial vrai** à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial vrai à la date t à partir des position-vitesse dans le repère de veis à la même date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_veis_EquaVrai ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_veis, pos_EquaVrai,      &
                      code_retour [ , vit_veis , vit_EquaVrai, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart $\Delta TU1$ entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_veis	vecteur position dans le repère de Veis à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_EquaVrai	vecteur position dans le repère équatorial vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_veis]	vecteur vitesse dans le repère de Veis à la date t (m.s ⁻¹)
------------	---------------------	---

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.
pm_err_ind_model	(-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_veis_EquaVrai
  integer                :: MODEL
  type(tm_jour_sec)      :: JUL1950
  real(pm_reel)          :: DELTA_TU1
  real(pm_reel)          :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_VEIS, POS_EQUAVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_VEIS, VIT_EQUAVRAI
  type(tm_code_retour)   :: CODE_RETOUR

  MODEL                = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour         = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec          = 180._pm_reel
  DELTA_TU1            = .5_pm_reel
  DELTA_TAI            = 25._pm_reel
  POS_VEIS(1)          = 1002754.634_pm_reel
  POS_VEIS(2)          = 477331.342_pm_reel
  POS_VEIS(3)          = 7108899.815_pm_reel
  VIT_VEIS(1)          = 1883.154_pm_reel
  VIT_VEIS(2)          = -7195.722_pm_reel
  VIT_VEIS(3)          = 216.918_pm_reel
```

```
call mr_veis_EquaVrai( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI,      &
                      POS_VEIS, POS_EQUAVRAI, CODE_RETOUR,      &
                      vit_veis=VIT_VEIS,                        &
                      vit_EquaVrai=VIT_EQUAVRAI)
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS ( POS_EQUAVRAI, VIT_EQUAVRAI, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

POS_EQUAVRAI(1)	= 0.998 10 ⁶
POS_EQUAVRAI(2)	= 0.487 10 ⁶
POS_EQUAVRAI(3)	= 0.711 10 ⁷
VIT_EQUAVRAI(1)	= 0.195 10 ⁴
VIT_EQUAVRAI(2)	= -0.718 10 ⁴
VIT_EQUAVRAI(3)	= 0.217 10 ³

CODE_RETOUR%valeur	= 0
CODE_RETOUR%routine	= 1107

Routine *mr_veis_J2000*

Identification

“Passage du repère de **Veis** à la date t au repère équatorial moyen **J2000**”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 à partir des position-vitesse dans le repère de Veis à la date t , selon un modèle de précession et un modèle de nutation.

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

A ce jour, seuls les modèles de Lieske et de Wahr sont disponibles.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_veis_J2000 ( model, jul1950, delta_tu1, delta_tai, pos_veis, pos_J2000, code_retour      &  
                   [ , vit_veis, vit_J2000, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

integer	model	indicateur du modèle de précession et de nutation
tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart ΔTUI entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel	delta_tai	écart ΔTAI entre l'échelle de temps TAI et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_veis	vecteur position dans le repère de Veis à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_J2000	vecteur position dans le repère équatorial moyen J2000 (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_veis]	vecteur vitesse dans le repère de Veis à la date t (m.s ⁻¹)
------------	---------------------	---

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_J2000]	vecteur vitesse dans le repère équatorial moyen J2000 (m.s ⁻¹)
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

Code retour (voir explications dans le volume 3)

pm_OK (0) : Retour normal.

pm_warn_para_option (+1801) : Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.

pm_err_para_option (-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

pm_err_ind _model (-1804) : La valeur donnée pour l'indicateur du modèle est incorrecte.

Exemple en Fortran 90 portable (voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_veis_J2000
  integer :: MODEL
  type(tm_jour_sec) :: JUL1950
  real(pm_reel) :: DELTA_TU1
  real(pm_reel) :: DELTA_TAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_VEIS, POS_J2000
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_VEIS, VIT_J2000
  type(tm_code_retour) :: CODE_RETOUR

  MODEL = pm_lieske_wahr
  JUL1950%jour = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec = 180._pm_reel
  DELTA_TU1 = .5_pm_reel
  DELTA_TAI = 25._pm_reel
  POS_VEIS(1) = 1002737.229_pm_reel
  POS_VEIS(2) = 477367.903_pm_reel
  POS_VEIS(3) = 7108899.815_pm_reel
  VIT_VEIS(1) = 1883.416_pm_reel
  VIT_VEIS(2) = -7195.654_pm_reel
  VIT_VEIS(3) = 216.918_pm_reel
```

```
call mr_veis_J2000( MODEL, JUL1950, DELTA_TU1,DELTA_TAI,      &
                   POS_VEIS, POS_J2000, CODE_RETOUR,          &
                   vit_veis=VIT_VEIS,                          &
                   vit_J2000=VIT_J2000 )
```

```
! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
call WRITE_RESULTATS ( POS_J2000, VIT_J2000, CODE_RETOUR )
```

```
end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_J2000(1)  = 0.991 106
POS_J2000(2)  = 0.489 106
POS_J2000(3)  = 0.711 107
VIT_J2000(1)   = 0.196 104
VIT_J2000(2)   = -0.717 104
VIT_J2000(3)   = 0.219 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0
CODE_RETOUR%routine  = 1103
```

Routine *mr_veis_TerVrai*

Identification

“Passage du repère de **Veis** à la date t au repère **terrestre vrai** à la même date t ”.

Rôle

Calcul des position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t à partir des position-vitesse dans le repère de Veis à la même date t .

Le jacobien de la transformation est calculé en option.

Séquence d'appel

(voir explications dans le volume 3)

```
call mr_veis_TerVrai ( jul1950, delta_tu1, pos_veis, pos_TerVrai, code_retour      &  
                    [ , vit_veis, vit_TerVrai, jacob ] )
```

Description des arguments

(voir explications dans le volume 3)

• Entrées obligatoires

tm_jour_sec	jul1950	date julienne 1950 t (jours, s)
pm_reel	delta_tu1	écart ΔT_{UI} entre l'échelle de temps TU1 et l'échelle de temps utilisée pour exprimer la date t (s)
pm_reel(3)	pos_veis	vecteur position dans le repère de Veis à la date t (m)

• Sorties obligatoires

pm_reel(3)	pos_TerVrai	vecteur position dans le repère terrestre vrai à la date t (m)
tm_code_retour	code_retour	

• Entrées facultatives

pm_reel(3)	[vit_veis]	vecteur vitesse dans le repère de Veis à la date t (m.s ⁻¹)
------------	---------------------	---

• Sorties facultatives

pm_reel(3)	[vit_TerVrai]	vecteur vitesse dans le repère terrestre vrai à la date t (m.s ⁻¹)
pm_reel(6,6)	[jacob]	jacobien de la transformation

- Le calcul (optionnel) de la vitesse en sortie nécessite la donnée de la vitesse en entrée.

Notes d'utilisation

- La date t est exprimée dans une échelle de temps quelconque.
- L'écart de datation ΔT_{UI} sera **ajouté** à la date t .
- Il n'est pas indispensable que la date t soit normalisée.
Définition : une quantité exprimée en jours et secondes est dite normalisée lorsque le nombre de secondes appartient à $[0., 86400[.$
- Le calcul inverse (position-vitesse dans le repère terrestre vrai à la date $t \rightarrow$ position-vitesse dans le repère de Veis à la date t) peut être effectué par la routine **mr_TerVrai_veis**.

Références documentaires

- Algorithmes des routines du thème "les Repères fondamentaux" de la MSLIB; B. Revelin, V. Lépine, avec la participation de L. Maisonobe et G. Prat (CS SI); référence MSLIB: M-NT-0-95-CIS.
- Les systèmes de référence utilisés en astronomie; Chapront-Touze-Francou-Morando; Bureau Des Longitudes (BDL) - novembre 1994 -.

Références du BDL : ISSN 1243-4272
ISBN 2-910015-05-X

Nomenclature MSLIB : M-NT-0-160-CN

Code retour

(voir explications dans le volume 3)

pm_OK	(0) : Retour normal.
pm_warn_para_option	(+1801): Manque de cohérence entre les entrées optionnelles fournies et les sorties optionnelles demandées: - soit il manque une ou plusieurs sorties optionnelles compte tenu des entrées optionnelles fournies, - soit une entrée optionnelle a été fournie inutilement. Vérifier votre séquence d'appel.
pm_err_para_option	(-1801) : Compte tenu des sorties optionnelles demandées, il manque des entrées optionnelles.

Exemple en Fortran 90 portable

(voir explications dans le volume 3)

```
program REP_FONDAMENTAUX

  use mslib

  ! Declarations pour l'appel a mr_veis_TerVrai
  type(tm_jour_sec)          :: JUL1950
  real(pm_reel)              :: DELTA_TU1
  real(pm_reel), dimension (3) :: POS_VEIS, POS_TERVRAI
  real(pm_reel), dimension (3) :: VIT_VEIS, VIT_TERVRAI
  type(tm_code_retour)       :: CODE_RETOUR

  JUL1950%jour      = 15002_pm_entier
  JUL1950%sec       = 43200._pm_reel
  DELTA_TU1         = .5_pm_reel
  POS_VEIS(1)       = 1002754.634_pm_reel
  POS_VEIS(2)       = 477331.342_pm_reel
  POS_VEIS(3)       = 7108899.815_pm_reel
  VIT_VEIS(1)       = 1883.154_pm_reel
  VIT_VEIS(2)       = -7195.722_pm_reel
  VIT_VEIS(3)       = 216.918_pm_reel

  call mr_veis_TerVrai ( JUL1950, DELTA_TU1, POS_VEIS,          &
                        POS_TERVRAI, CODE_RETOUR,              &
                        vit_veis=VIT_VEIS,                    &
                        vit_TerVrai=VIT_TERVRAI )

  ! appel a la routine utilisateur d'ecriture des resultats
  call WRITE_RESULTATS ( POS_TERVRAI, VIT_TERVRAI, CODE_RETOUR )

end program REP_FONDAMENTAUX
```

Résultats attendus:

```
POS_TERVRAI(1)      = 0.217 106
POS_TERVRAI(2)      = 0.109 107
POS_TERVRAI(3)      = 0.711 107
VIT_TERVRAI(1)      = 0.697 104
VIT_TERVRAI(2)      = -0.281 104
VIT_TERVRAI(3)      = 0.217 103
```

```
CODE_RETOUR%valeur  = 0
CODE_RETOUR%routine  = 1102
```