

**CDPP - SPACE WEATHER**

**CDPP-MU-32100-478-GFI**

Edition : 01 Date : 06/11/2015

Révision : 00 Date : 06/11/2015

MT : X Code diffusion : E

Réf. : CNES/ACIS-12/CDPP-SW/PRD/DOC/MU

**MANUEL D'UTILISATION  
SPACE WEATHER**

<b>Rédigé par :</b> CAUSSARIEU Stéphane POPESCU Daniel	GFI INFORMATIQUE GFI INFORMATIQUE	le :	
<b>Validé par :</b> TONIUTTI Jean-Philippe	GFI INFORMATIQUE	le :	

**BORDEREAU D'INDEXATION**CONFIDENTIALITE :  
NC

MOTS CLES : Space Weather, Utilisation

TITRE DU DOCUMENT :

Manuel d'utilisation  
Space Weather

AUTEUR(S) :

CAUSSARIEU Stéphane

GFI INFORMATIQUE

POPESCU Daniel

GFI INFORMATIQUE

RESUME : Ce document décrit l'utilisation du projet Space Weather

DOCUMENTS RATTACHES : Ce document vit seul.

LOCALISATION :  
CNES/ACIS-12/CDPP-  
SW/PRD/DOC

VOLUME : 1

NBRE TOTAL DE PAGES : 27  
DONT PAGES LIMINAIRES : 5  
NBRE DE PAGES SUPPL. : 0

DOCUMENT COMPOSITE : N

LANGUE : FR

GESTION DE CONF. : NG

RESP. GEST. CONF. :

CAUSE D'EVOLUTION : Mise à jour du document au titre de la version V1.2 du logiciel

CONTRAT : MARCHÉ SOUS ACCORD-CADRE N° 131269 - Avenant n° 3 du 06/11/2014

SYSTÈME HÔTE :

Microsoft Word 11.0 (11.0.5604)

L:\CLASSE1\Modèles word\GDOC V3.1.8\ModeleGDOCIndus\_new2.dot

Version GDOC : v3.1.8

## DIFFUSION EXTERNE

Nom	Sigle	Bpi	Observations
DUFOURG Nicolas	DCT/ME/EU	923	

## DIFFUSION INTERNE

Nom	Sigle	Observations
CAUSSARIEU Stéphane	GFI INFORMATIQUE	
POPESCU Daniel	GFI INFORMATIQUE	
TONIUTTI Jean-Philippe	GFI INFORMATIQUE	

## MODIFICATION

Ed.	Rév.	Date	Référence, Auteur(s), Causes d'évolution
01	00	06/11/2015	CNES/ACIS-12/CDPP-SW/PRD/DOC/MU CAUSSARIEU Stéphane GFI INFORMATIQUE POPESCU Daniel GFI INFORMATIQUE Mise à jour du document au titre de la version V1.2 du logiciel
00	00	20/05/2014	CNES/ACIS-12/CDPP-SW/PRD/DOC/MU CAUSSARIEU Stéphane GFI INFORMATIQUE POPESCU Daniel GFI INFORMATIQUE Création du document

## SOMMAIRE

<b>GLOSSAIRE ET LISTE DES PARAMETRES AC &amp; AD.....</b>	<b>1</b>
<b>1. GENERALITES .....</b>	<b>2</b>
1.1. DOCUMENTS APPLICABLES.....	2
1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	2
<b>2. BUT DU DOCUMENT .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>4</b>
3.1. ENVIRONNEMENT SERVEUR .....	4
3.2. ENVIRONNEMENT CLIENT .....	4
3.3. ARBORESCENCE .....	5
<b>4. UTILISATION .....</b>	<b>7</b>
4.1. PAGE D'ACCUEIL GENERALE .....	8
4.1.1. HELIO-XM.....	9
4.1.1.1. HELIO-XM interface .....	11
4.1.1.2. Carrington map interface .....	12
4.1.1.3. J-map/Kinematics interface .....	12
4.1.1.4. Poloidal Flux Injection interface .....	16
4.1.1.5. Solar Wind Model interface .....	18
4.1.1.6. Table of arrival times .....	20
4.1.1.7. In Situ Observer.....	21
<b>ANNEXE A : FICHER INDEX.HTML.....</b>	<b>A.1</b>

## GLOSSAIRE ET LISTE DES PARAMETRES AC & AD

AMDA	Automated Multi-Dataset Analysis
CDPP	Centre de Données de la Physique des Plasmas
CME	Coronal Mass Ejection (éjection de masse coronale), il s'agit d'éruptions solaires (plasma et champ magnétique) expulsées de la surface du Soleil dans l'héliosphère
IHM	Interface Homme Machine
IRAP	Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie
MEDOC	Centre de données solaires basé à l'institut d'Astrophysique Spatiale à Paris Orsay
SOHO	Sonde du projet SOHO qui fait partie de la contribution européenne aux programmes scientifiques internationaux de l'étude des relations Soleil-Terre
STEREO	<i>Solar-Terrestrial Relations Observatory</i>
STEREO-A	Sonde « Ahead » du projet STEREO qui est une contribution de la NASA aux programmes scientifiques internationaux de l'étude des relations Soleil-Terre
STEREO-B	Sonde « Behind » du projet STEREO qui est une contribution de la NASA aux programmes scientifiques internationaux de l'étude des relations Soleil-Terre

**Liste des paramètres AC :**

**Liste des paramètres AD :**

## 1.GENERALITES

---

### 1.1.DOCUMENTS APPLICABLES

DA1 Cf. les DA du Répertoire de la documentation du projet Space Weather  
J.-P. TONIUTTI, 06/11/2014, Issue 01, Rev. 06  
**CDPP-NT-32100-473-GFI**

### 1.2.DOCUMENTS DE REFERENCE

DR1 Cf. les DR du Répertoire de la documentation du projet Space Weather  
J.-P. TONIUTTI, 06/11/2014, Issue 01, Rev. 06  
**CDPP-NT-32100-473-GFI**

## 2.BUT DU DOCUMENT

---

Ce document constitue le Manuel d'Utilisation du projet Space Weather. Aussi, ce document présentera d'abord :

- L'environnement requis non seulement côté serveur mais aussi côté client,
- L'arborescence des données disponible sur le serveur.

L'utilisation de l'application est décrite ensuite.



## 3.ENVIRONNEMENT

---

### 3.1.ENVIRONNEMENT SERVEUR

L'application Space Weather est installée sur un serveur Linux de l'IRAP contenant les composants suivants :

- L'environnement d'exécution Java : **JRE 1.6** (pour le serveur)
- Le conteneur web pour applications java : **Tomcat 6.x**

### 3.2.ENVIRONNEMENT CLIENT

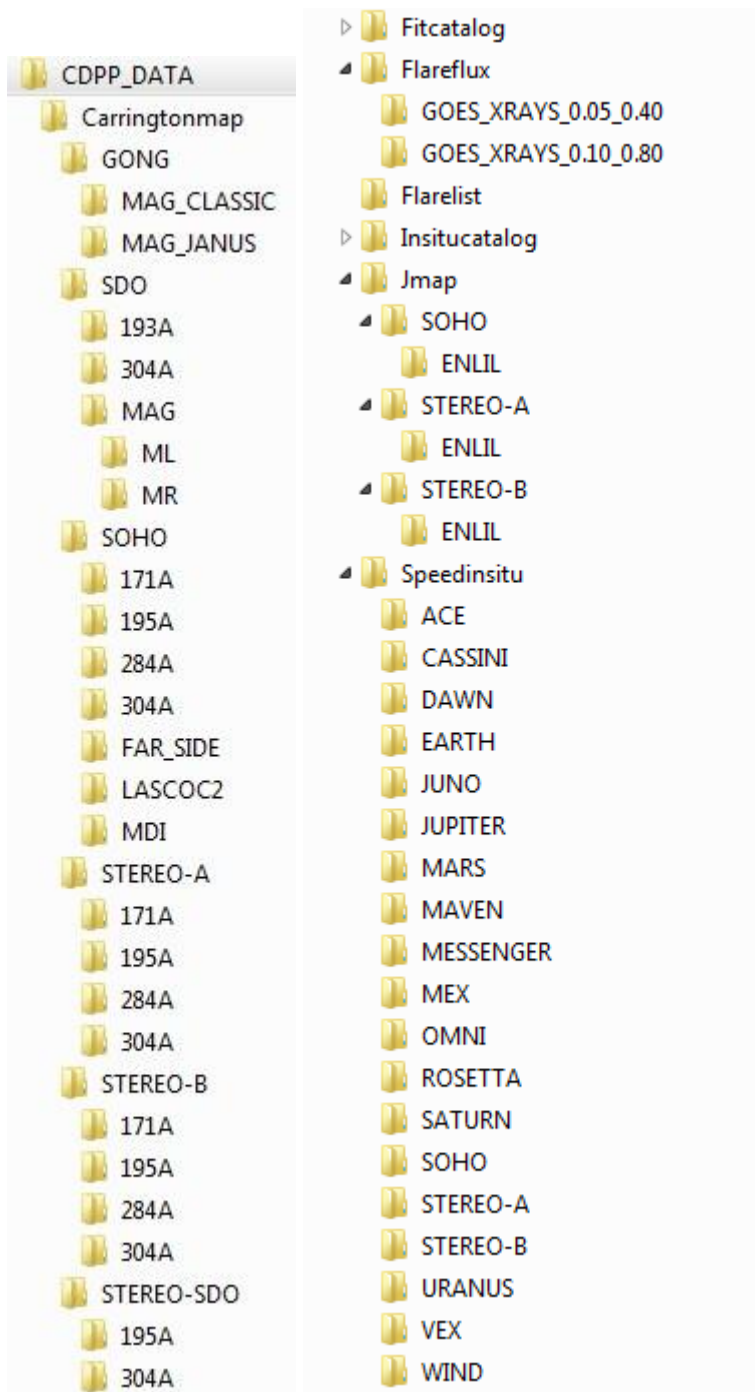
Pour accéder à l'application, un client devra disposer d'un navigateur internet et du composant suivant :

- L'environnement d'exécution Java : **JRE 1.7** (pour le client)

L'URL <http://storms-tools.irap.omp.eu> est utilisée pour accéder à l'application depuis un navigateur internet. Lors de la première utilisation, l'application est téléchargée sur le poste client et l'application lancée dès la fin du téléchargement.

### 3.3.ARBORESCENCE

L'arborescence des données contient les répertoires suivants :



Le contenu de ces différents sous-répertoires de données utilisés pour l'exécution du logiciel est :

- **SW\_CMD** : répertoire racine contenant les commandes d'exécution du programme externe Matlab
  - **computeEFR.sh** : shell de lancement du programme compute EFR matlab
  - **computeEFR3D.sh** : shell de lancement du programme compute EFR 3D matlab
  - **EfrDefaultAcceptableValues.properties** : fichier de configuration des valeurs par défaut des paramètres d'entrée des programmes matlab.
  - **IRAP** : répertoire racine du programme matlab.
    - **Masterprog\_AppLEFR\_Plot** : executable matlab
    - **runMatlabEFR.sh** : shell de lancement de l'executable matlab.
- **SW\_DATA** : répertoire racine contenant les données,
  - **Carringtonmap** : répertoire racine contenant les fichiers Carrington,
    - **<Sonde>** : répertoire contenant les fichiers Carrington relatifs à une sonde,
      - **<Raie d'émission>** : répertoire contenant les fichiers Carrington relatifs à la raie d'émission d'une sonde au format FITS.
  - **Flareflux** : répertoire racine des fichiers d'observation des rayons X du vent solaire:
    - **GOES\_XRAYS\_0.05\_0.40**: répertoire contenant les fichiers au format ascii des rayons X doux.
  - **Flarelist** : répertoire contenant les fichiers au format ASCII de la localisation (en coordonnées Carrington) de sursauts solaires (flares).
  - **Jmap** : répertoire racine des fichiers J-Map au format fits
    - **<Sonde>** : répertoire contenant les fichiers J-map relatifs à une sonde (STEREO-A, STEREO-B ou SOHO)
      - **ENLIL** : répertoire contenant les fichiers J-Map ENLIL de la sonde
  - **Speedinsitu** : répertoire contenant les fichiers au format ASCII contenant les vitesses du vent solaire observées in-situ ou résultats de simulations
    - **<Sonde>** : répertoire contenant les fichiers au format ASCII contenant les vitesses du vent solaire observées in-situ par une sonde.
    - **<Planète>** : répertoire contenant les fichiers au format ASCII contenant les vitesses du vent solaire résultats de simulations 1-D MHD de Chihiro Tao.

## 4.UTILISATION

---

Space Weather est une application interactive qui s'appuie sur les concepts et l'implémentation de l'outil de propagation existant (Propagation Tool). Elle est composée de 3 sous-outils : Eruptive Flux Rope (EFR), Ecliptic Solar Wind (ESW) et Ecliptic Particle Transport (EPT). Dans un premier temps seul l'outil EFR sera réalisé.

L'outil EFR s'articule autour de deux codes principaux EFR Fortran et Compute EFR 3D. Il représente essentiellement l'interface permettant de définir les données d'initialisation du code EFR Matlab fourni par l'IRAP et de présenter les résultats de la simulation numérique.

L'objectif de l'application « Space Weather » couvre les fonctionnalités principales suivantes :

- Interfaces de saisie des paramètres du code EFR Matlab,
- Simulation numérique,
- Présentation des résultats de la simulation numérique,
- Extraction de données corrélées depuis le CDPP (AMDA) et MEDOC.

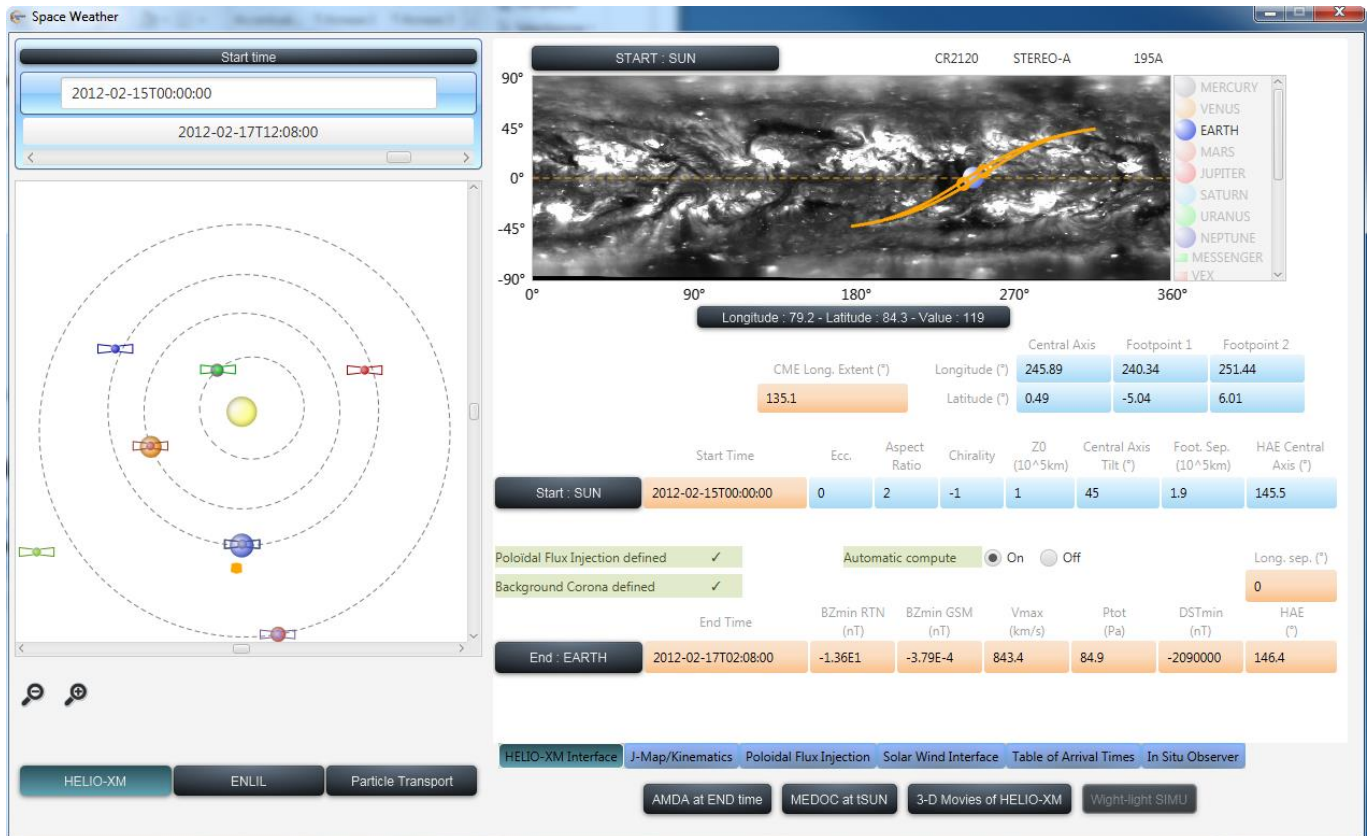
## 4.1.PAGE D'ACCUEIL GENERALE



Cette IHM est le point d'entrée de l'application. Elle reprend l'organisation de la page d'accueil de Propagation Tool et fournit à la fois :

- Une interface permettant à l'utilisateur de saisir un temps de départ qui paramètre l'ensemble des traitements disponibles (champs de type DateTime)
- Un moyen d'accès direct aux différents outils disponibles (EFR model, ENLIL et Particle transport). Dans le cadre de cet appel d'offre seul l'outil EFR sera implémenté.

### 4.1.1.HELIO-XM



L'IHM « HELIO-XM » est accessible depuis la page d'accueil, par le bouton « HELIO-XM ». Elle permet la saisie des paramètres du code EFR matlab via 5 nouvelles interfaces :

- HELIO-XM interface
- Carrington Map interface
- J-map/Kinematics interface
- Poloidal Flux Injection Interface
- Solar Wind Model interface

La présentation du tableau des temps d'arrivée (« table of arrival times ») reste identique à celle de Propagation Tool. Cependant le calcul des temps est différent dans l'outil « Space Weather ».

La scène principale « HELIO-XM » présente un ensemble d'éléments communs à toutes les interfaces ainsi qu'une zone spécifique à chacune des 5 interfaces.

Les éléments communs sont :

- Le plan de l'écliptique interactif (zoom, sélection d'un objet, menus contextuels) avec un ensemble de champs de saisie de type DateTime. Les temps tSun et tEcliptic sont modifiables.

- 4 boutons permettant l'accès aux différentes interfaces du modèle HELIO-XM (« HELIO-XM interface », « J-map/Kinematics interface », « Poloidal Flux Injection Interface », « Solar Wind Model Interface »)
- 1 bouton permettant de présenter les temps d'arrivée de la CME sous forme tabulaire
- 4 boutons permettant, par consultation externe (web service), de :
  - Tracer les conditions du vent solaire au temps d'impact  $t_{END}$  (fourni par AMDA)
  - Lancer sur une nouvelle page une série de films solaires générés par MEDOC au temps  $t_{SUN}$
  - Lancer sur une nouvelle page un film de l'évolution de la CME ; la page appellera le service web ComputeEFR3D et utilisera l'api Java3D pour créer une animation 3D à partir de ces données calculées.
  - Afficher sur une nouvelle page une simulation en lumière blanche de la CME lors de son passage dans COR-2, sous la forme de 3 images (service White-Light SIMU du Naval Research Laboratory).

Les zones spécifiques sont composées de la partie détaillée de chaque interface (champs de saisie et de présentation de résultats de calculs, cartes Carrington, J-map, ...).

Nous décrivons plus bas les interfaces de l'IHM « HELIO-XM »

### 4.1.1.1.HELIO-XM interface

Start Time	Ecc.	Aspect Ratio	Chirality	Z0 (10 <sup>5</sup> km)	Central Axis Tilt (°)	Foot. Sep. (10 <sup>5</sup> km)	HAE Central Axis (°)
Start : SUN 2012-02-15T00:00:00	0	2	-1	1	45	1.9	145.5
Poloïdal Flux Injection defined ✓		Automatic compute <input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off		Long. sep. (°)			
Background Corona defined ✓						0	
End Time	BZmin RTN (nT)	BZmin GSM (nT)	Vmax (km/s)	Ptot (Pa)	DSTmin (nT)	HAE (°)	
End : EARTH 2012-02-17T02:08:00	-1.36E1	-3.79E-4	843.4	84.9	-2090000	146.4	

Cette interface permet la saisie des paramètres les plus importants du code EFR Matlab ainsi que la présentation des résultats de la simulation.

Elle présente :

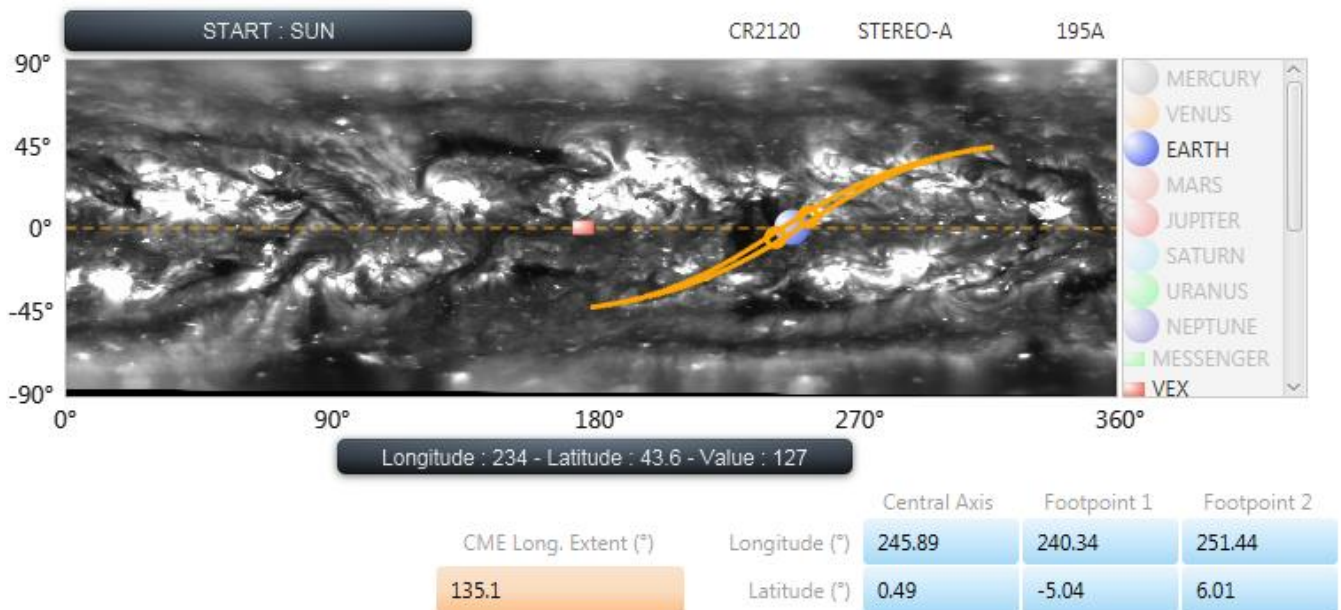
- Un ensemble de 2 champs de présentation de type DateTime « Start » (toujours Sun) et « End »
- Un ensemble de champs de saisie de type Double représentant les entrées du code Matlab
- Un ensemble de champs de présentation affichant des résultats de calculs intermédiaires
- Un ensemble de champs de présentation indiquant que le flux du champ poloïdal et le vent solaire stable sont correctement définis.
- Un « bouton radio » permettant de définir la méthode de calcul (manuelle ou automatique).

Cette interface est interactive avec l'interface Carrington map pour la définition des points d'ancrage, de l'inclinaison de la CME et du calcul de l'étendue longitudinale de la CME. La représentation de la CME sur le plan écliptique est mise à jour en conséquence.

L'interface est également interactive avec l'interface J-map par les propriétés de la CME (étendue longitudinale).



### 4.1.1.2. Carrington map interface



Cette interface affiche une carte Carrington interactive.

Elle présente :

- Un ensemble de champs de présentation affichant le point de départ de la CME, la position du curseur sur la carte, le type de données montré et une légende associée aux symboles des planètes et sondes
- Un ensemble de champs de présentation affichant des résultats de calculs intermédiaires.

Cette interface permet la définition des deux points d'ancrage (donc de la direction de propagation) et de l'inclinaison de la CME. Elle permet également d'obtenir la valeur du pixel sur la carte Carrington. De nouveaux éléments seront ajoutés au menu right-click permettant de définir de nouvelles sondes ainsi que les points d'ancrage de la CME.

Elle est interactive avec le plan écliptique pour la mise à jour de la représentation de la CME et avec les interfaces « HELIO-XM interface » et « Solar Wind model ».

### 4.1.1.3. J-map/Kinematics interface



L'interface « J-map/kinematics » permet de faire un fit de l'accélération de la CME à partir des J-maps et d'en présenter les résultats. Pour ce faire, la trajectoire de la CME est définie à partir de l'interface « J-map » et la vitesse est déterminée par fit (pour la phase de vitesse constante). Le résultat du fit des points sélectionnés sur la J-map est présenté dans l'interface « Kinematics ». Cette dernière interface permet

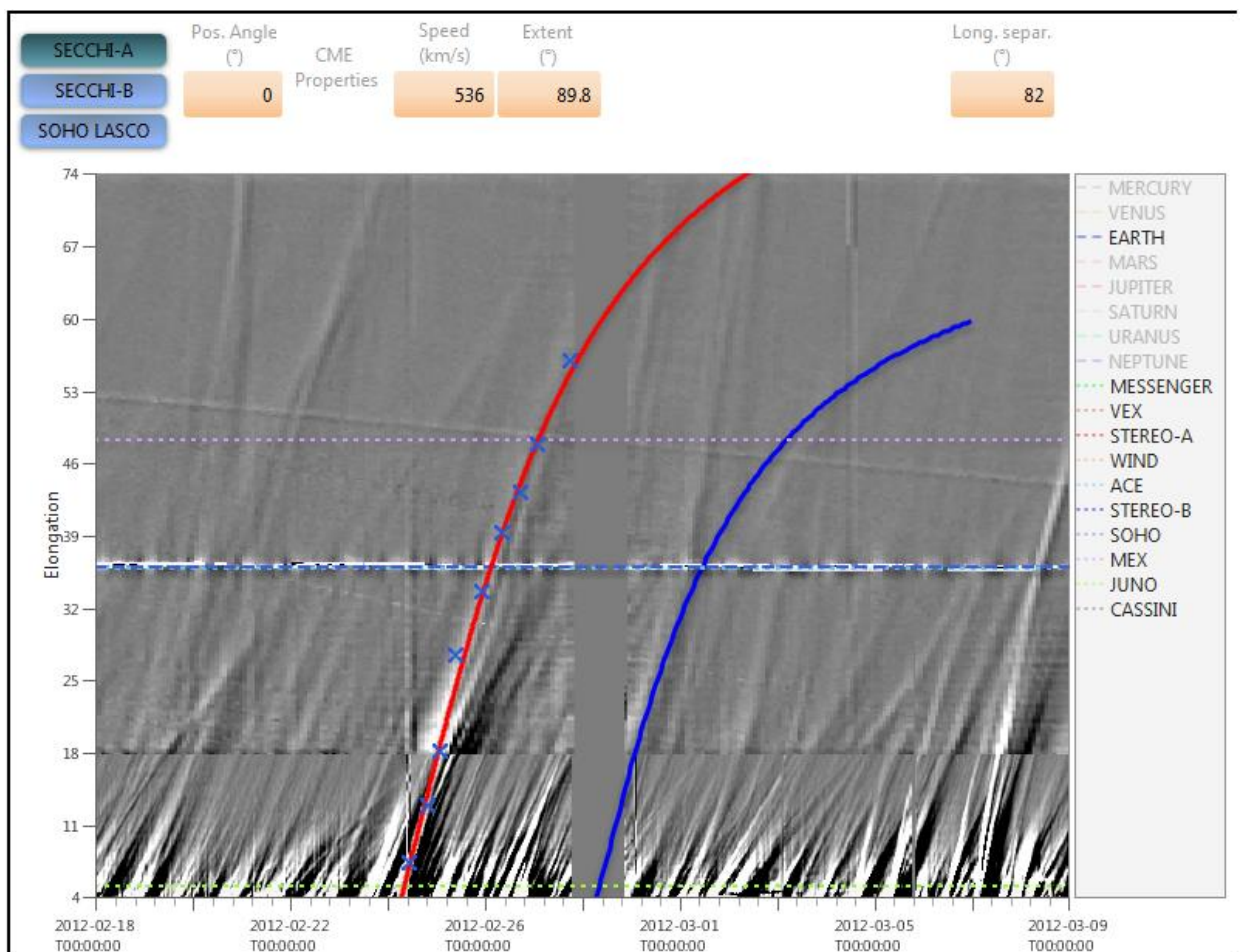
d'effectuer le fit pour la phase d'accélération de la CME en utilisant 3 fonctions possibles. Le résultat final du fit (phase d'accélération et de vitesse constante) est présenté dans l'interface « Show fit results ».

La trajectoire de la CME peut être définie non seulement à partir de points cliqués manuellement sur la J-map mais aussi à partir d'un fichier uploadé via le menu contextuel de la J-map.

Les options de cette interface sont accessibles par les boutons : « J-map », « Kinematic Interface » et « Show Fit Results ».

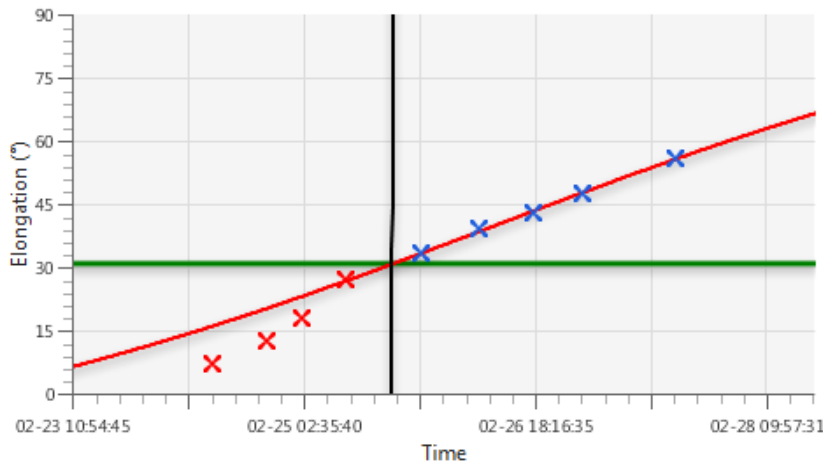
L'IHM « J-map » présente :

- Un ensemble de boutons de sélection des J-maps, identique à l'outil de propagation
- Un ensemble de champs de présentation des résultats de calculs intermédiaires
- La représentation d'une J-map interactive permettant de définir une trajectoire de CME par click (cf. J-map click de l'outil de propagation), et d'afficher les 2 tangentes de la CME résultant du compute EFR.



L'IHM « Kinematics » présente :

- Un champ de saisie (alpha min) permettant de définir l'élongation séparant la partie accélération et la partie vitesse constante de la CME.
- Un bouton permettant de recalculer le fit des points cliqués d'élongation supérieure à alpha min.
- Un ensemble de champs de saisie de type Double dont certains deviendront des champs de présentation des résultats de calcul du fit d'accélération.
- 1 menu permettant le choix de la fonction de fit
- La présentation du résultat du fit des points sélectionnés sur la J-map et des points sélectionnés pour la phase d'accélération

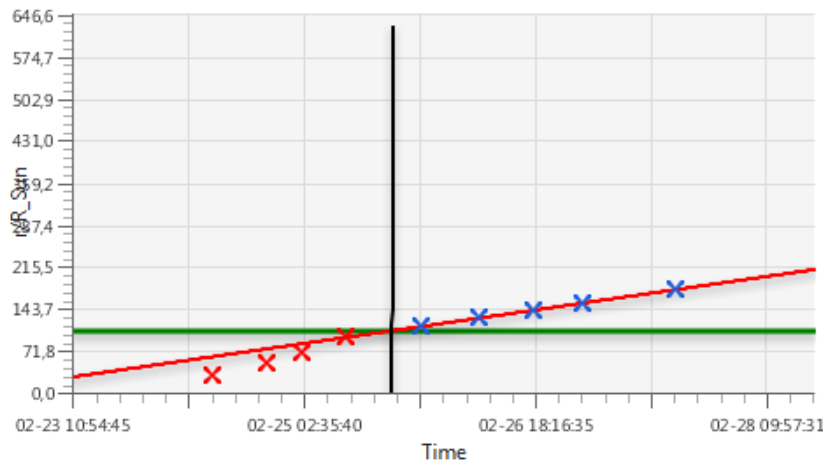


Upper Fit

alpha min (°)

31

ReFit points



Acceleration Fit

Acceleration

ti tf

1330187838336 1330188738336

Vi (km/s) Vf (km/s)

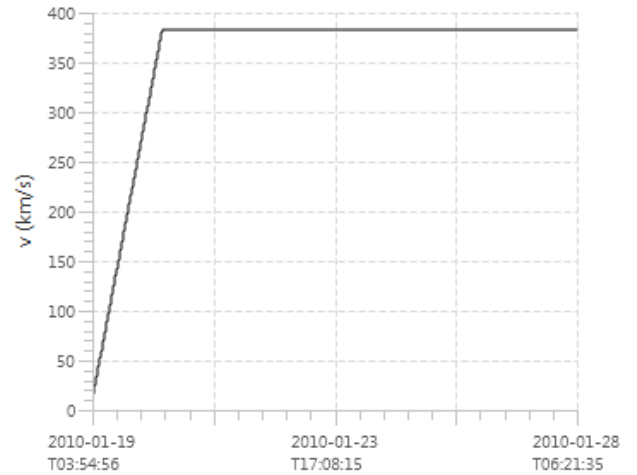
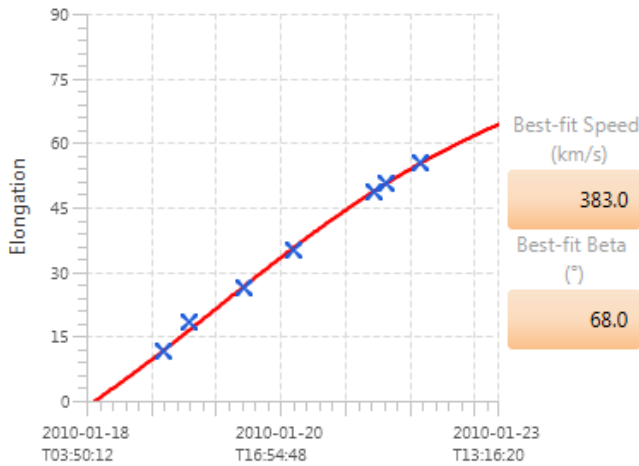
200 193,5

ReFit best

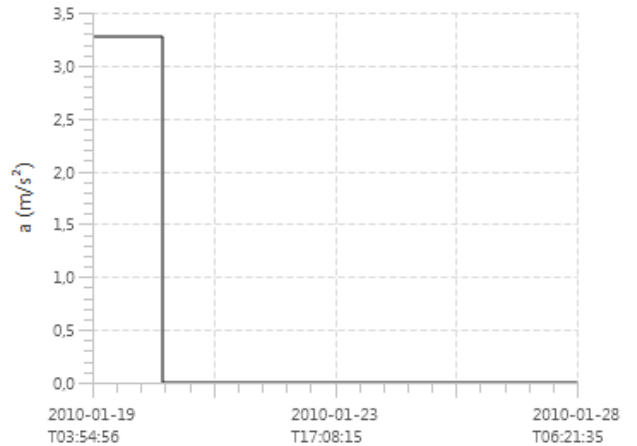
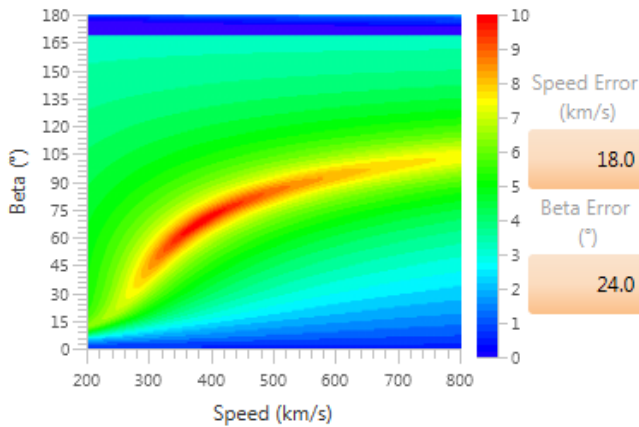
L'IHM « Show fit results » présente, sous la forme de 4 images non-interactives, les résultats des fits (distance radiale et élongation en fonction du temps et vitesse et accélération en fonction de la distance radiale).

**Result of fitting technique for track**

Best-fit elongation versus time plot



Error plot as Beta versus Vr



#### 4.1.1.4. Poloidal Flux Injection interface

Cette IHM définit l'énergie magnétique injectée dans la CME pour l'accélérer (paramètre en entrée du code EFR Matlab). Elle permet de visualiser les paramètres cinétiques (position, vitesse et accélération) de la CME simulée et de les comparer avec ceux obtenus à partir des J-map.

L'énergie magnétique est définie par la courbe du champ poloidal (fonction à une variable représentant la variation de l'énergie magnétique) soit en utilisant les observations du flux des rayons X (interface « Flux profile ») soit en utilisant l'accélération de la CME (résultat du fit de l'accélération obtenu par l'option « Kinematics » de cette interface ou par l'IHM Jmap/Kinematics option « Kinematics »).

Cette IHM est par conséquent interactive avec « J-map/Kinematics interface »

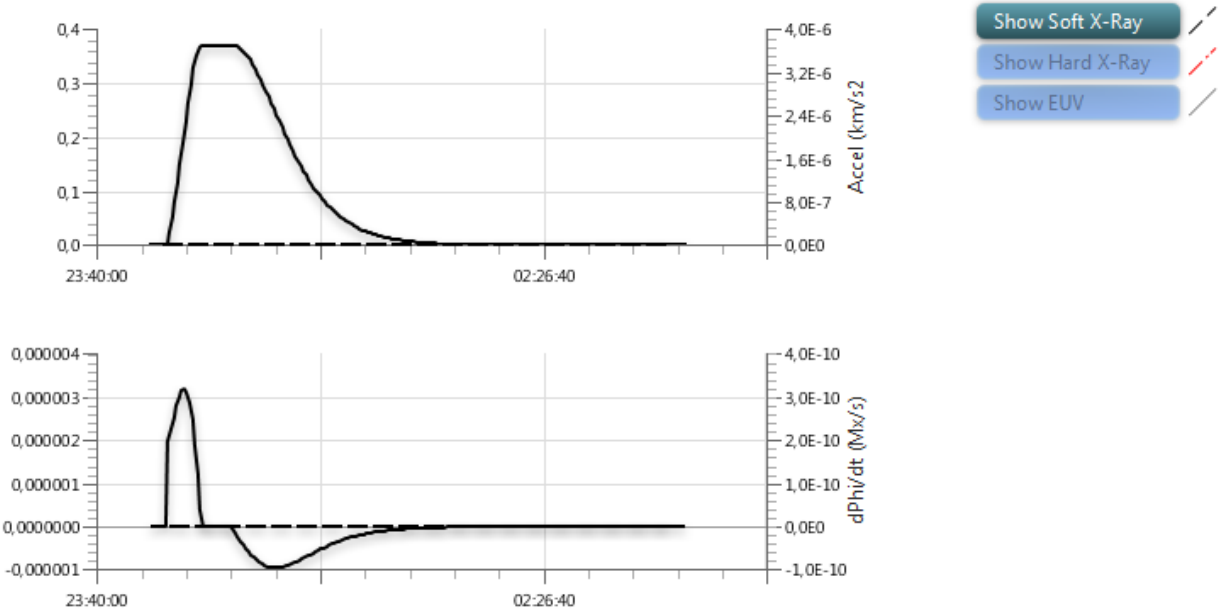
Cette interface présente :

- Un ensemble de champs de saisie de type DateTime et Double et un champ de présentation affichant l'étendue longitudinale de la CME. Ce sont les champs « Start » de l'IHM « EFR interface ».
- Un ensemble de champs de saisie permettant la définition de la fonction du champ poloidal, le coefficient de la fonction de résistance et les caractéristiques de la protubérance solaire (masse et rapport de masse protubérance/tube de champ magnétique).
- 2 boutons permettant le choix du tracé à afficher (Flux profile ou Kinematics)

Poloidal Flux Injection							Drag	Prominence	
t1	t2	t3	Tau1	Tau2	Q0	Q1	Coeff.	CME mass	Density Ratio
6	19	30	10	25	0	5	1	2.4e16	0.6
Start Time		Ellipticity	Aspect Ratio	Hel	Z0	Central Axis Tilt	Footpoint Separation	HAE Central Axis	
Start : SUN		2012-02-28T00:00:00	1	1.1	-1	1	45	1.9	158.6

L'interface « Flux profile » présente :

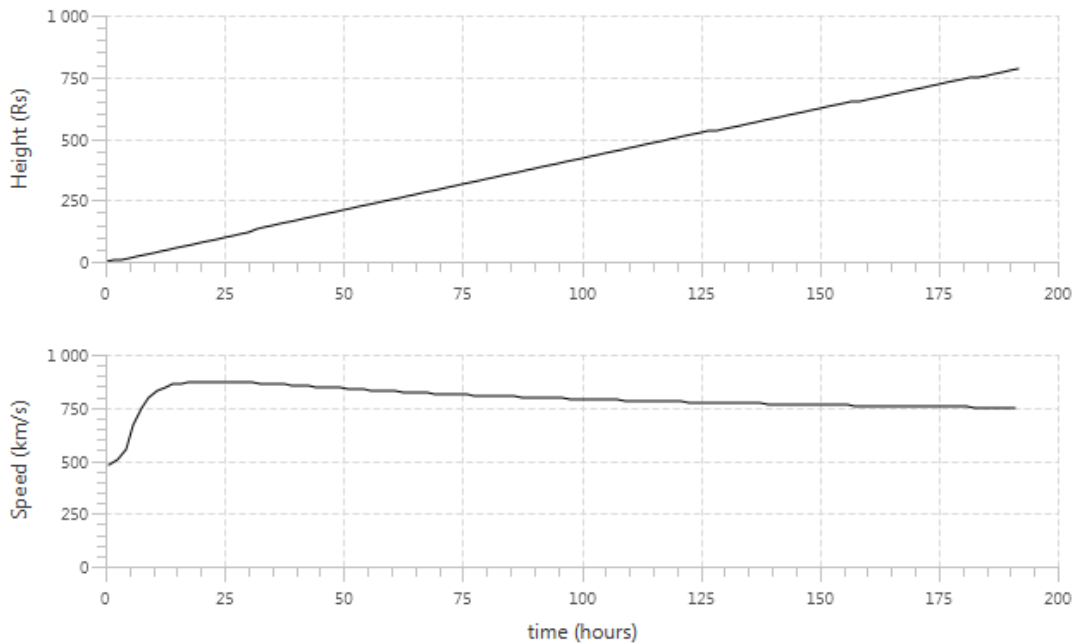
- La représentation sous forme de 2 courbes de la variation du flux et de la dérivée du flux des rayons (X doux, durs et EUV)
- 3 menus interactifs permettant le choix des rayons à afficher (X doux, durs et EUV)



Flux Profile Kinematics

L'interface « Kinematics » présente :

- La représentation sous forme de courbes des résultats du code Matlab (hauteur en fonction du temps de l'apex du tube de champ magnétique et la dérivée par rapport au temps de la hauteur de l'apex). Le tracé de la hauteur de l'apex est interactif.



Flux Profile Kinematics

### 4.1.1.5.Solar Wind Model interface

Cette IHM définit le vent solaire stable à l'aide de trois fonctions linéaires. Les valeurs nécessaires sont obtenues par la carte Carrington ou rentrées manuellement. Cette interface est par conséquent interactive avec l'interface « Carrington map ».

L'IHM présente :

- Un ensemble de champs de saisie de type Double
- 2 boutons permettant le choix de l'affichage (Carrington map ou Plot Profile)

The screenshot shows the 'Solar Wind Model' interface. At the top, there are two buttons: 'Carrington map' and 'Plot Profile'. Below them is a table of input fields for various parameters. The 'Max N' field is highlighted in orange, indicating it is the active field. Below the table is a navigation bar with several buttons: 'HELIO-XM Interface', 'J-Map/Kinematics', 'Poloidal Flux Injection', 'Solar Wind Interface' (which is highlighted), 'Table of Arrival Times', and 'In Situ Observer'.

Max B (T)	Max T (K)	Max N (cm <sup>-3</sup> )	Max V (km/s)	B Coeff	T Coeff	V Coeff	Adiabatic Coeff.
-1	2000000	2.99764650	700	1	0.85	8	1.17

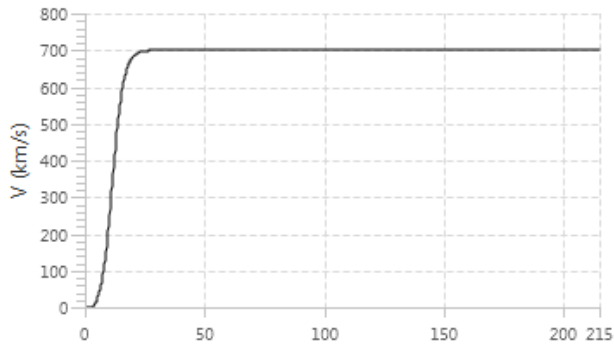
L'interface « Carrington map » (décrite précédemment) présente :

- La carte de Carrington permettant l'interaction avec ce composant

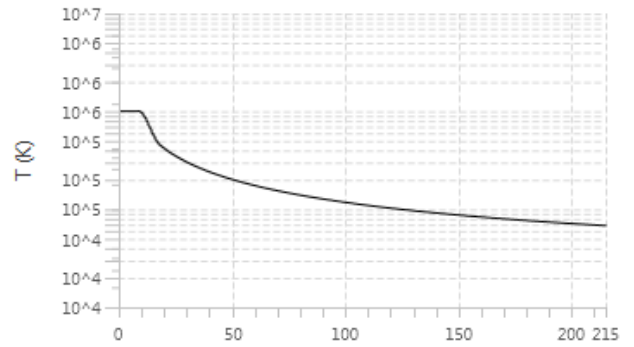
L'interface « Plot profile » présente :

- La représentation des courbes de vitesse, densité, température et champs magnétique du vent solaire.

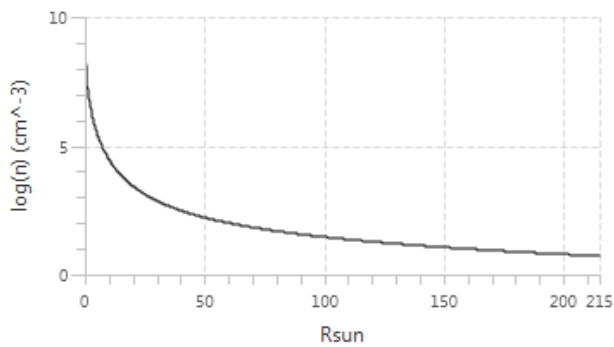
Solar wind speed



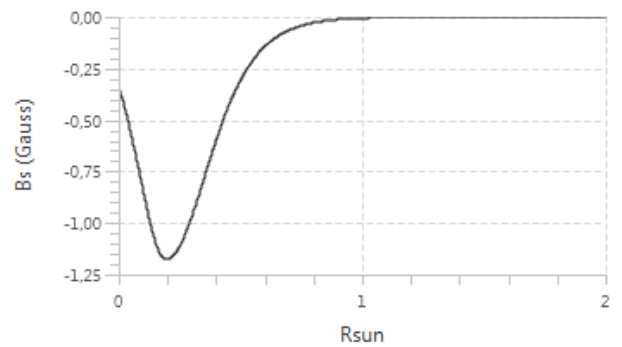
Temperature



Density



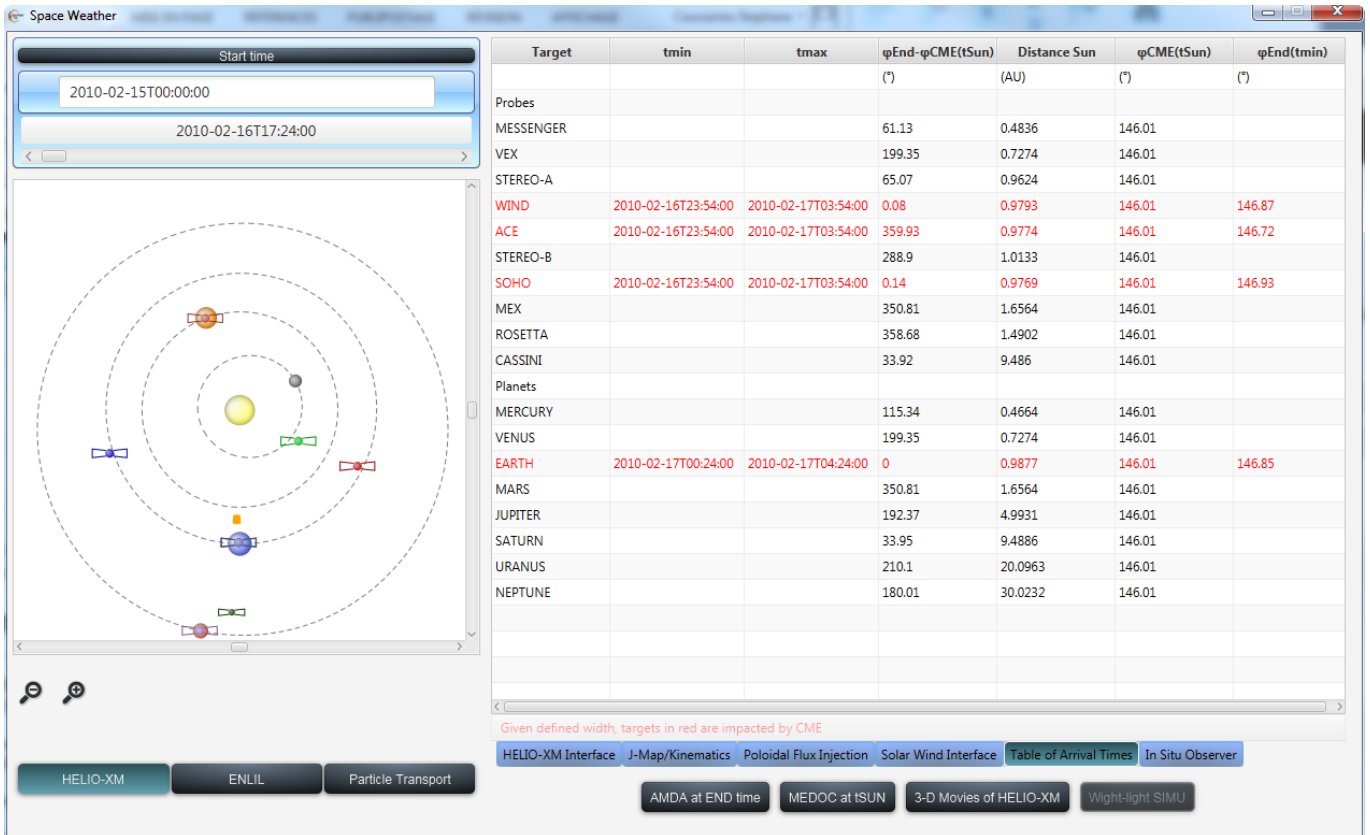
Magnetic field



Carrington map Plot Profile



### 4.1.1.6. Table of arrival times



Cet affichage tabulaire est obtenu via le bouton « Timetable of arrival times » de la page de l'outil HELIO-XM.

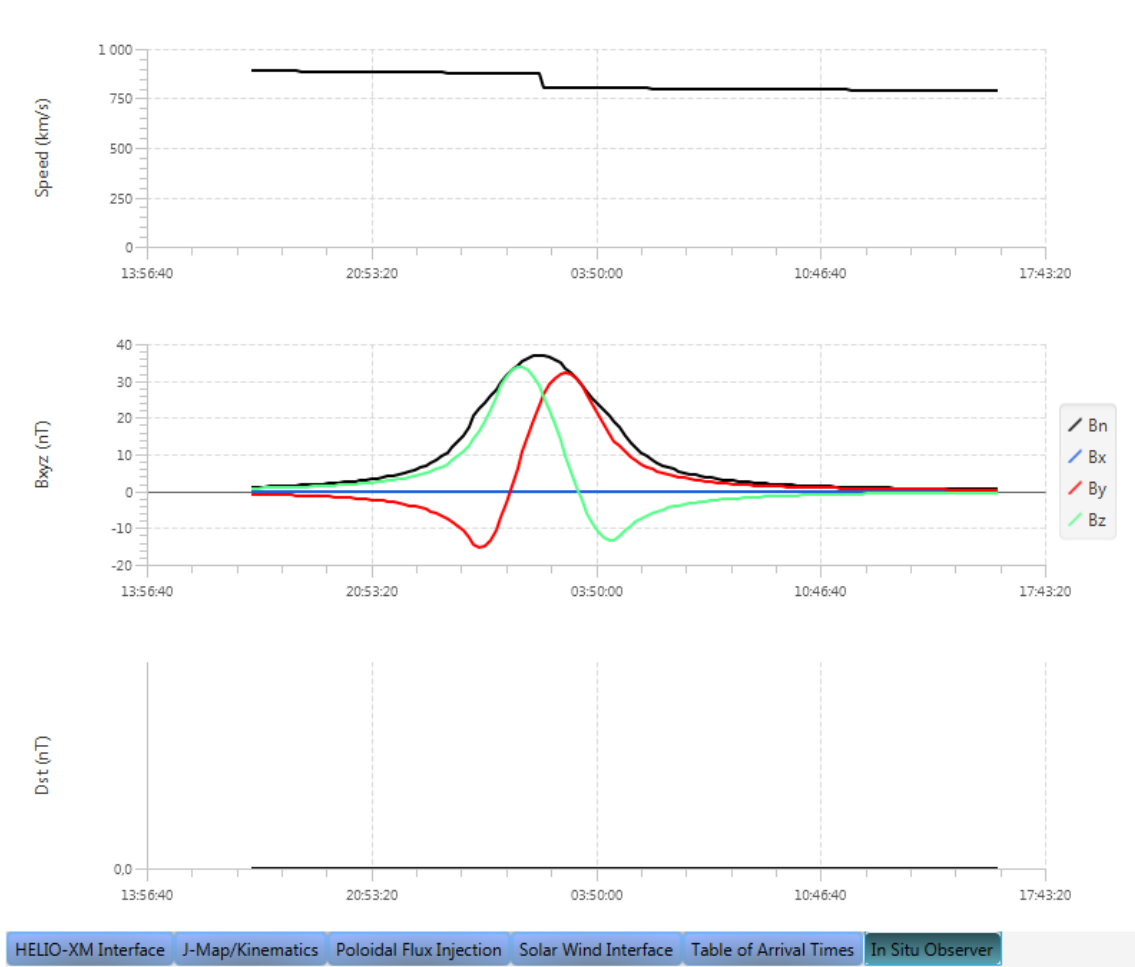
Il présente les résultats du calcul EFR avec comme source l'objet céleste choisi en « Start » et comme cible chaque objet céleste montré sur le plan de l'écliptique.

Les résultats associés aux sondes et planètes situées sur le toroïde sont marqués de couleur rouge.

Par clic droit sur la « Table of arrival times », un menu contextuel permet de :

- Exporter les données au format VOTABLE
- Exporter les données au format ASCII

### 4.1.1.7. In Situ Observer



Cet affichage est obtenu via le bouton « In Situ Observer » de la page de l'outil HELIO-XM.

Il présente l'affichage sous forme de plots des données du vent solaire résultantes du calcul EFR au point d'observation (Vitesse, composantes champs magnétique, DST).

## ANNEXE A : FICHER INDEX.HTML

Ci-joint le contenu du fichier **index.html** contient le lien vers le fichier jnlp de lancement de l'application java Space Weather :

```
<html>
<head>
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=UTF-8">
  <title>Space Weather</title>
</head>
<body>
  <div>
    <b>Webstart:</b> <a href='deploy/SpaceWeather.jnlp'>click to launch this app as
webstart</a><br>
    <hr>
    <br>
  </div>
</body>
</html>
```