

**CDPP - SPACE WEATHER**

**CDPP-SR-32100-471-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/CG

**DOCUMENT DE CONCEPTION  
SPACE WEATHER**

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

## BORDEREAU D'INDEXATION

CONFIDENTIALITE :  
NC

MOTS CLES : CDPP, Space Weather, Conception

TITRE DU DOCUMENT :

Document de conception  
Space Weather

AUTEUR(S) :

CAUSSARIEU Stéphane

GFI INFORMATIQUE

MUSCAT Patrick

GFI INFORMATIQUE

RESUME : Document de conception du projet Space Weather

DOCUMENTS RATTACHES : Ce document vit seul.

LOCALISATION :

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

VOLUME : 1

NBRE TOTAL DE PAGES : 46

DOCUMENT COMPOSITE : N

LANGUE : FR

DONT PAGES LIMINAIRES : 7

NBRE DE PAGES SUPPL. : 0

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	
MUSCAT Patrick	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/CG CAUSSARIEU Stéphane GFI INFORMATIQUE MUSCAT Patrick GFI INFORMATIQUE Mise à jour du document au titre de la version V1.2 du logiciel
00	01	20/05/2014	CNES/ACIS-12/CDPP-SW/PRD/DOC/CG CAUSSARIEU Stéphane GFI INFORMATIQUE MUSCAT Patrick GFI INFORMATIQUE Mise à jour pour la recette de la version 1.1 du logiciel
00	00	18/10/2013	CNES/ACIS-12/CDPP-SW/PRD/DOC/CG CAUSSARIEU Stéphane GFI INFORMATIQUE MUSCAT Patrick 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>
<b>1.1. DOCUMENTS APPLICABLES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. BUT DU DOCUMENT .....</b>	<b>3</b>
<b>3. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ARCHITECTURE.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1. ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1.1. Méthodes de conception .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1.2. Environnement et outils de développement .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2. SCHEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.3. DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE .....</b>	<b>7</b>
<b>4.3.1. Partie serveur .....</b>	<b>7</b>
<b>4.3.2. Partie cliente .....</b>	<b>8</b>
<b>5. CONCEPTION.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. PRESENTATION GENERALE .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2. CONCEPTION DETAILLEE .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2.1. Application serveur .....</b>	<b>11</b>
5.2.1.1. Services DAO .....	11
5.2.1.2. Interfaces web services .....	12
5.2.1.3. Services Métier.....	13
5.2.1.4. Module de calcul.....	14
5.2.1.5. Transfert Client-serveur .....	15
<b>5.2.2. Application cliente.....</b>	<b>15</b>
5.2.2.1. Généralités .....	15
5.2.2.2. Organisation de l'IHM de l'application .....	16
5.2.2.3. Points de conception .....	18
5.2.2.4. Page d'accueil .....	20
5.2.2.5. EFR model .....	21
5.2.2.6. EFR interface .....	22
5.2.2.7. Carrington map interface .....	23
5.2.2.8. J-map/Kinematics interface .....	24
5.2.2.9. Poloidal Flux Injection interface.....	27
5.2.2.10. Solar Wind Model interface .....	30
<b>5.2.3. Principaux Composants du client.....</b>	<b>32</b>
5.2.3.1. Plan de l'écliptique.....	32
5.2.3.2. Composant V-Plot .....	33
5.2.3.3. Composant J-map .....	33

5.2.3.4. Composant Carrington map .....	34
<b>6. INTERFACES INTERNES.....</b>	<b>35</b>
<b>7. INTERFACES EXTERNES.....</b>	<b>36</b>
<b>8. POINTS TECHNIQUES PARTICULIERS .....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE A : MATRICE DE TRAÇABILITE .....</b>	<b>A.1</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Architecture générale.....	6
Figure 2 Architecture – Application serveur.....	8
Figure 3 Architecture – Application cliente.....	9
Figure 4 Conception – Compute EFR.....	14
Figure 5 Aperçu Relation hiérarchique des contrôleurs .....	18
Figure 6 Diagramme de séquence.....	19
Figure 7 Page d'accueil.....	20
Figure 8 EFR model.....	21
Figure 9 EFR interface.....	22
Figure 10 Carrington map interface .....	23
Figure 11 J-map/Kinematics interface .....	24
Figure 12 J-map interface .....	25
Figure 13 Kinematics interface .....	26
Figure 14 Show Fit result interface.....	27
Figure 15 Poloïdal Flux Injection interface .....	28
Figure 16 Poloïdal / Flux profile interface.....	29
Figure 17 Poloïdal / Kinematic interface .....	30
Figure 18 Solar Wind Model interface .....	30
Figure 19 Plot profile interface.....	31
Figure 20 Interfaces internes.....	35
Figure 21 Interfaces externes du serveur .....	36
Figure 22 Interfaces externes du client .....	37

## 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
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
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

**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, 06/11/2015, Issue 01, Rev. 06  
**CDPP-NT-32100-473-GFI**

### 1.2.DOCUMENTS DE REFERENCE

DR1 Cf. les DA du Répertoire de la documentation du projet Space Weather  
J.-P. TONIUTTI, 06/11/2015, Issue 01, Rev. 06  
**CDPP-NT-32100-473-GFI**

## 2.BUT DU DOCUMENT

---

Ce document a pour but de présenter la conception du logiciel Space Weather.

Le chapitre 3 rappelle le contexte de la mission et les fonctions du système à réaliser.

Le chapitre 4 présente le schéma général de l'architecture et ses principales composantes, les flux de données et les protocoles de communication, ainsi que l'architecture logicielle.

Le chapitre 5 présente la conception détaillée du logiciel.

Le chapitre 6 présente les interfaces internes.

Le chapitre 7 présente les interfaces externes

L'annexe A présente la matrice de traçabilité avec les spécifications techniques.

### 3.INTRODUCTION

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.

Les IHM sont celles spécifiées dans le dossier de consultation et adaptées quand c'est nécessaire pour répondre aux limitations techniques.

L'outil est installé à l'IRAP. Il doit pouvoir être utilisé sur les plateformes suivantes sans nécessiter l'installation de produits non standard ou nécessitant une licence :

- PC sous Windows (XP, vista, seven, 8),
- PC sous Linux (distributions standard : Ubuntu, RedHat, Fedora, Centos, Debian...),
- Mac sous MacOS X (au minimum à partir de Lion, si possible techniquement à partir de Leopard).

## 4.ARCHITECTURE

---

### 4.1.ENVIRONNEMENT

#### 4.1.1.Méthodes de conception

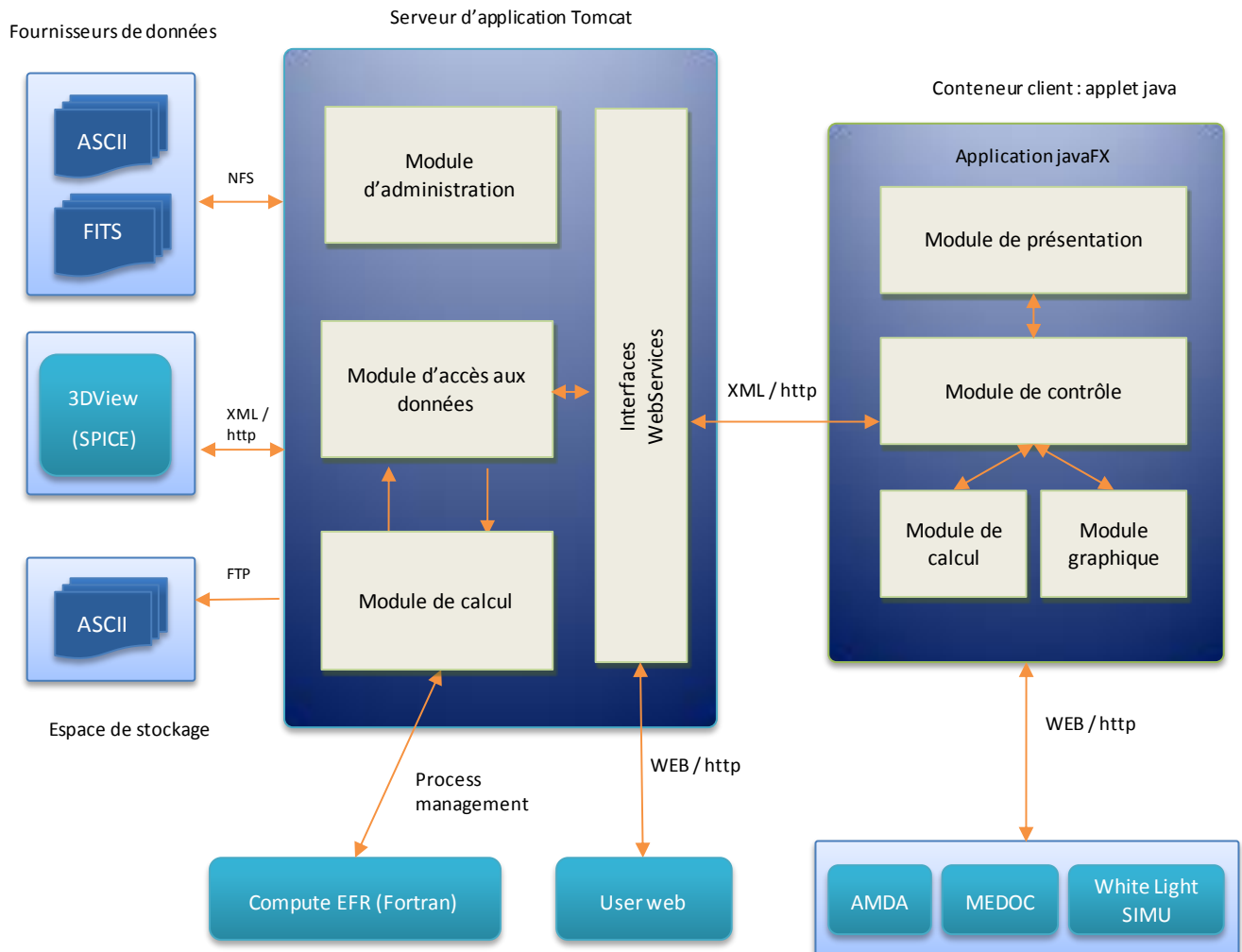
La méthode de conception utilisée pour mettre en place le Modèle Métier du système est UML. Le document original sera fourni à la livraison.

#### 4.1.2.Environnement et outils de développement

L'application est développée dans un environnement Windows 7 en se basant sur « Eclipse 3.7 » comme outils de développement et Java/XML comme langages de programmation. L'environnement d'exécution étant JRE 7.

JavaFx version 2.1, qui n'est autre qu'une extension de Java, est utilisé pour l'élaboration de la partie cliente (IHM). Pour la partie animation 3D, l'api « Java3D 1.5.2 » sera utilisée. Coté serveur, le choix du conteneur de servlet s'est porté sur Tomcat 6 utilisant le Framework « Spring 2.5 ». Enfin l'Api standard de Java « JAX-WS 2.2» est utilisé pour la mise en place des web services.

## 4.2.SCHEMA



**Figure 1 Architecture générale**

L'application « Space Weather » s'appuie très fortement sur les concepts et l'implémentation de l'application « Propagation Tool ». Pour une meilleure réutilisation, les technologies mises en place dans Propagation Tool (JavaFX, JAX-WS ...) seront conservées. Par ailleurs, l'architecture « client riche/services web » existante sous Propagation Tool n'est pas non plus remise en question par le besoin de l'application Space Weather.

L'architecture générale se décompose en 2 parties :

- Une partie serveur elle-même composée de 2 sous-systèmes :
  - Une application web qui prend en charge les rôles suivants :
    - Interfaçage avec les fournisseurs de données par web services
    - Interfaçage avec l'application cliente par invocation de web services
    - Implémentation des calculs et traitements métiers spécifiques

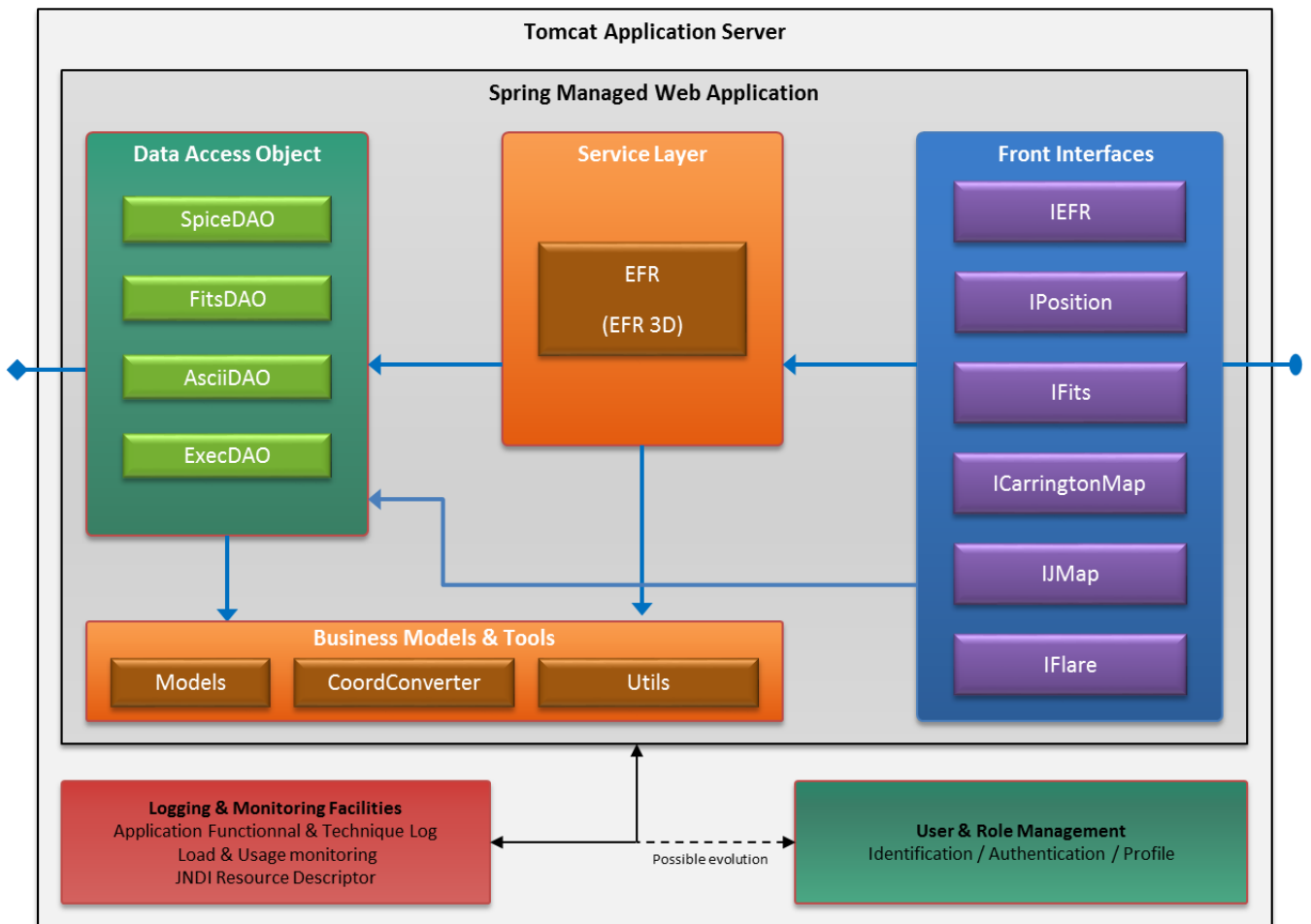
- Les fournisseurs de données : le service 3DView (SPICE), et un ensemble de fichiers ASCII et FITS
- Une partie cliente consommateur de ces services web dont les fonctions sont :
  - L'assistance à la saisie des données de paramétrage ; cette fonction est prise en charge par une application JavaFX qui met en œuvre l'IHM (saisie et rendu), accessible dans un navigateur (mode applet)
  - L'interconnexion avec les services MEDOC et AMDA.

## 4.3.DESCRPTION DE L'ARCHITECTURE

### 4.3.1.Partie serveur

L'application serveur est composée de 3 modules distincts :

- Un module DAO (Data Access Object) : ce module permet la communication avec les services externes afin d'obtenir les données nécessaires à la réalisation des calculs de l'outil Space Weather, ou la fourniture des données intermédiaires à l'application cliente.
- Un module de calcul : ce module porte la logique métier de l'application, c'est ici que sont implémentés les différents modes de calcul. Ce module s'appuiera sur :
  - Des outils déjà implémentés (code EFR Matlab) et les invoquera via un mécanisme de gestion de processus externes à la JVM.
  - Des modules dont l'algorithme sera traduit des langages matlab et idl en Java.
- Un module de façade : ce module expose l'ensemble des services mis à disposition de l'application cliente sous la forme de services web.



**Figure 2 Architecture – Application serveur**

Cette application est déployée sur un serveur Tomcat 6. Elle est implémentée en Java7, et assemblée à l'aide du Framework Spring, qui assure un faible couplage entre les différentes couches applicatives et permet de gérer l'assemblage de l'application sans en impacter l'implémentation.

Les interfaces externes sont réalisées à l'aide de l'API JAX-WS, qui fournit un socle permettant la mise en œuvre rapide de services web basés sur les objets du domaine de l'application.

Cette architecture permet de sécuriser les données échangées sans impacter l'application, le canal de communication pouvant s'appuyer de manière transparente sur le protocole HTTPS.

### 4.3.2. Partie cliente

L'application cliente prend en charge :

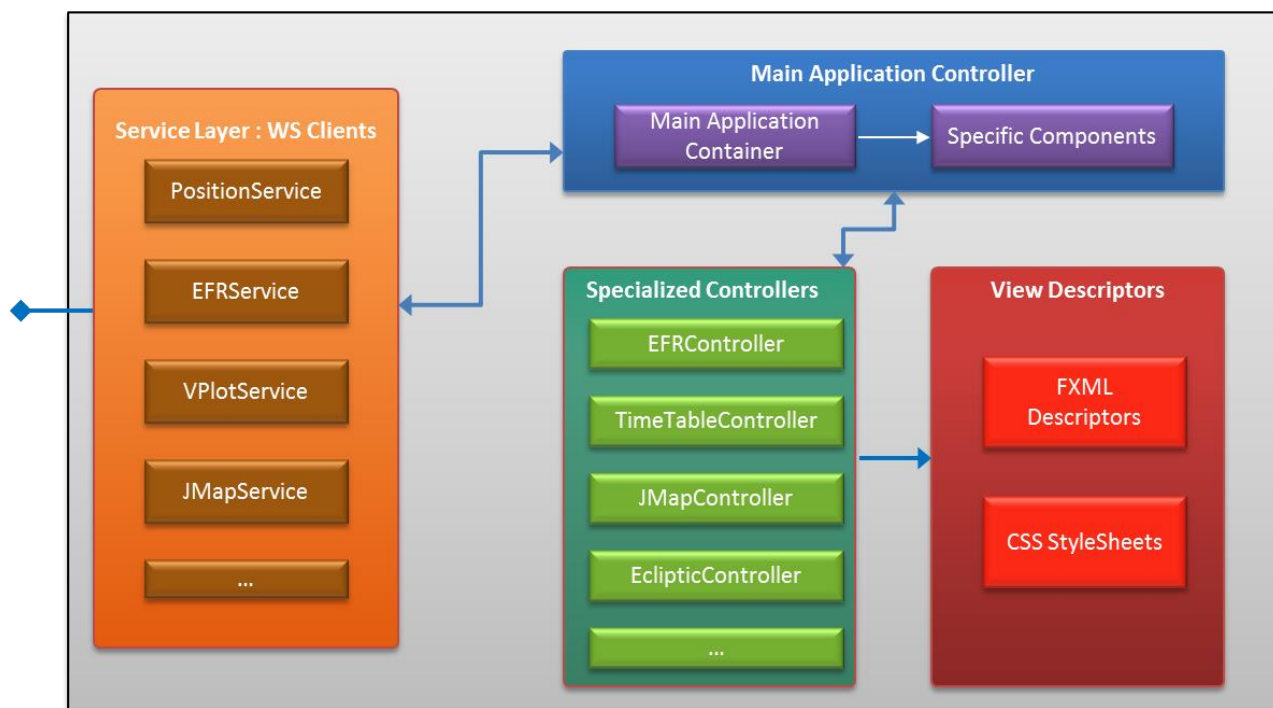
- La saisie des paramètres de calcul, directe ou assistée.
- Le rendu graphique de certains éléments (J-map, Carrington map, plan de l'écliptique, courbes de

vitesse, densité, température du vent solaire...)

- La capacité d'upload et de download de certains éléments de calcul (e.g. Tables of arrival times au format VOTable et ASCII, valeurs des points cliqués sur la J-map).

Elle est architecturée en 4 modules distincts :

- Un module de présentation
- Un module de contrôle
- Un module de calcul
- Un module graphique



**Figure 3 Architecture – Application cliente**

Cette application est conçue autour du pattern MVC (Model-View-Controller), cette approche standard permettant un découplage maximal entre les différentes composantes de l'application.

Afin de garantir un comportement et une présentation identique quels que soient la plateforme d'exécution (Windows / Linux / MacOS) et le mode de déploiement (client léger ou client riche), le module de présentation de cette application est développée sur le framework JavaFX embarqué dans la JVM. Cette modélisation permet d'utiliser, au sein d'une application dont l'implémentation est indépendante de la plateforme cible, des composants riches et modulaires.

Le jeu de composants natifs de JavaFX ne couvre toutefois pas l'ensemble des besoins de l'outil « Space Weather ». Aussi, certains composants de l'outil de propagation seront réutilisés, d'autres seront développés spécifiquement pour cette application.



L'application cliente ne porte qu'une faible part de la logique métier, se limitant aux aspects saisie/validation et rendu des résultats. Les règles de validation de saisie (activation des champs, validation des formats de saisie...) sont implémentées dans les contrôleurs des différentes IHM.

Les traitements (calculs, obtention de données intermédiaires...) sont réalisés dans l'application serveur, ces traitements étant invoqués via des appels aux web services exposés par cette application. Cette approche permet de limiter les transferts de données entre les fournisseurs de données et les différents clients, mais aussi de garantir une empreinte mémoire et CPU limitée côté client, en s'appuyant sur les ressources disponibles côté serveur.

Le module de calcul représenté côté client est dédié à la génération de la forme géométrique représentant l'intersection de la CME avec le plan de l'écliptique ainsi qu'au calcul des couleurs à l'intérieur de la forme basé sur l'échantillonnage des valeurs Bz (en coordonnées RTN) de la CME.

## 5. CONCEPTION

---

### 5.1. PRESENTATION GENERALE

Les activités couvertes par la prestation reposent sur la mise en œuvre d'une application Web assurant :

- L'interconnexion avec les services MEDOC, AMDA et SPICE (les services SPICE étant fournis par 3DView).
- L'assistance à la saisie des paramètres de calcul
- La consommation de ces données acquises et des résultats des calculs.

### 5.2. CONCEPTION DETAILLEE

Ce chapitre présente l'application serveur et l'application cliente.

#### 5.2.1. Application serveur

La partie serveur est totalement indépendante de la partie cliente. Elle joue le rôle d'intermédiaire entre la partie cliente et les fournisseurs des données. Une grande partie des traitements et des calculs sont effectués à ce niveau épargnant ainsi une grosse charge à la partie cliente.

Les modules constituant cette partie sont détaillés dans les paragraphes suivants.

##### 5.2.1.1. Services DAO

Ce module fournit les mécanismes d'accès aux données via une interface avec les fournisseurs de données externes (3DView, ASCII, FITS, code Matlab ...). Elle prend en charge la mise à disposition et la persistance des données.

Chaque fournisseur de données dispose d'un web service dédié :

- ISpiceDAO : renvoie les longitudes et latitudes des sondes dans le repère de Carrington, les coordonnées des objets sur le plan de l'écliptique à un instant donné, ainsi que les orbites des planètes sur le plan de l'écliptique.
- IAsciiDAO: renvoie des données (format ASCII) stockées dans des fichiers en internes.
- IFitsDAO : renvoie des tableaux de bytes calculés à partir de fichiers (format FITS) en interne.
- IExecDAO : gère l'appel d'un processus externe (programme Matlab) avec les paramètres nécessaires, et converti les données résultats pour leur exploitation par Space Weather.

L'implémentation par provider de chaque interface permet d'assurer la maintenabilité et l'évolutivité de

l'application. Les résultats obtenus sont traités, parsés en objet Java (POJO) et renvoyés au service correspondant.

### 5.2.1.2. Interfaces web services

Ce module représente le point d'entrée à l'application serveur. Il est exposé au travers de la façade de l'application serveur, sous la forme d'un ensemble de services web. Cette solution présente l'avantage d'être intégrée nativement à JavaFX, mais aussi d'être accessible à d'autres applications externes grâce à l'utilisation du standard implémenté par JAX-WS.

Chaque service invoqué coté serveur a son équivalent coté client. Le client envoie une requête que le serveur intercepte et fait parvenir au service « métier » concerné qui se charge d'appliquer le traitement adéquat.

L'invocation des web services se fait via une « factory » coté client. Cette technique permet de renvoyer les services souhaités en faisant abstraction de la façon dont les informations sont stockées. Cela à l'avantage de pouvoir tester la partie IHM de façon indépendant des autres couches (Serveur – Accès aux données).

Les différents web services qui font appel au service SpiceDAO identifié dans le paragraphe précédent sont listés ci-après :

- PositionWS :
  - Récupère le positionnement des sondes et des planètes dans l'héliosphère interne à un instant T.
  - Récupère l'ensemble des positions des planètes sur une période de révolution (orbite) dans l'héliosphère interne.
- EfrWS :
  - Exécute l'algorithme EFR 3D (utilisant les résultats du computeEFR matlab) et retourne l'intersection du toroïde avec le plan de l'écliptique à tous les pas de temps entre Tsun et Tsun + delta T.
  - Exécute l'algorithme EFR 3D (utilisant les résultats du computeEFR matlab) et retourne les coordonnées 3D du toroïde à tous les pas de temps entre Tsun et Tsun + delta T. Ces coordonnées seront utilisées par le client pour générer un film 3D.
  - Génère un fichier regroupant les données nécessaires au fonctionnement de l'application ENLIL (non implémentée).

Les différents web services qui font appel au service FitsDAO identifié dans le paragraphe précédent sont listés ci-après :

- JMapWS : Récupère une image J-map ou portion de J-map au format FITS (FitsDAO).
- CarringtonMapWS : Récupère une image Carrington au format FITS (FitsDAO).

Les différents web services qui font appel au service AsciiDAO identifié dans le paragraphe précédent sont listés ci-après :

- VPlotWS : Récupère une liste de vitesse de vent solaire entre 2 dates T1 et T2 (asciiDAO).
- ChartDataWS : Récupère une liste de rayonnement solaire entre 2 dates T1 et T2 (asciiDAO).
- FlareWS : Récupère une liste de flares entre 2 dates T1 et T2 (asciiDAO).

Les différents web services qui font appel au service ExecDAO identifié dans le paragraphe précédent sont listés ci-après :

- EfrWS :
  - Exécute l'algorithme EFR 3D (utilisant les résultats du computeEFR matlab) et retourne l'intersection du toroïde avec le plan de l'écliptique à tous les pas de temps entre Tsun et Tsun + delta T.
  - Exécute l'algorithme EFR 3D (utilisant les résultats du computeEFR matlab) et retourne les coordonnées 3D du toroïde à tous les pas de temps entre Tsun et Tsun + delta T. Ces coordonnées seront utilisées par le client pour générer un film 3D.
  - Génère un fichier regroupant les données nécessaires au fonctionnement de l'application ENLIL (non implémentée).

Seul le service qui récupère les positions des sondes et des planètes a été externalisé. En ce qui concerne les autres services, malgré la ressemblance, leurs implémentations dépendent de la nature de l'algorithme.

La dépendance, qu'elle soit entre les web services et les services DAO ou les services DAO et leur implémentation, est gérée de façon transversale via Spring. L'accès à cette partie, qui porte donc la logique métier, se fait via les interfaces des web services.

**Remarque :** Le langage Java fournit nativement les outils mathématiques courant et les types de données nécessaires aux calculs scientifiques (connus et définis par le client), avec un niveau de précision suffisant.

### 5.2.1.3. Services Métier

Les différents modes de calcul proposés par l'outil Space Weather sont tous basés sur le même fonctionnement :

- Transmission d'un ensemble de paramètres (horodatage, ...)
- Obtention des données nécessaires à la réalisation du calcul (données externes, 3DView...).
- Restitution du résultat (éventuellement un tuple contenant une série de valeurs, ou une image...).

Dans cette version de l'outil, le module de calcul se compose essentiellement du mode de calcul EFR qui prend en charge :

- Les calculs nécessaires à l'ensemble des interfaces du module EFR
- La génération d'un ensemble de données permettant de générer une animation 3D de la CME

- La génération d'un fichier regroupant les données nécessaires au fonctionnement de l'application ENLIL.

Les fichiers générés pour l'application ENLIL seront stockés dans un espace dédié. Ces fichiers seront nommés de manière unique utilisant l'identifiant de session de l'utilisateur en cours. Le nom du fichier généré sera affiché dans l'outil « Space Weather » de manière à ce qu'un utilisateur ENLIL puisse le retrouver dans l'espace de stockage dédié. La gestion de la suppression des fichiers pourra se faire, soit par l'administrateur, soit par un mécanisme du système qui lance la purge (crontab).

Une alternative est de communiquer à l'utilisateur (affichage dans l'outil « Space Weather ») l'URL du fichier. Le choix se fera en accord avec le CNES/IRAP.

### 5.2.1.4. Module de calcul

Ce module contient l'implémentation des algorithmes spécifiques à Space Weather. Ce module est accédé par la couche DAO du serveur pour assurer une homogénéité de présentation à la façade des WebServices. Il est composé :

- D'un ensemble de sous-routines implémentées en Java qui permettront de pré-calculer un certain nombre de paramètres.
- Du cœur du calcul EFR de la simulation de la CME. Les paramètres nécessaires et les résultats sont échangés par les canaux d'entrée/sortie du processus (stdin/stderr/stdout).
- Des algorithmes géométriques pour la représentation spatiale de la CME et de sa propagation dans l'espace ainsi que des calculs nécessaires à l'établissement des valeurs temporelles du champ magnétique de la CME.

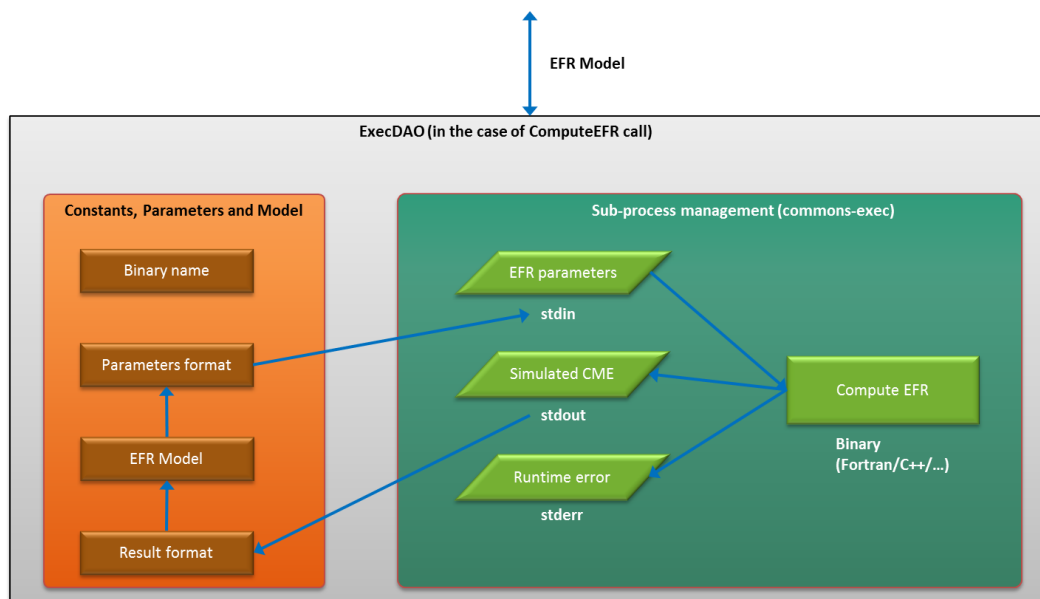


Figure 4 Conception – Compute EFR

Ce module de calcul EFR délèguera certains traitements de calculs scientifiques à un module externe (Matlab). Ce module sera accessible via un outil de gestion de processus externes à la JVM (commons-exec édité et maintenu par The Apache Software Foundation). Cet outil gère les entrées/sorties du processus, ses codes retours et les erreurs qui peuvent survenir. Il permet aussi de confiner l'environnement d'exécution du module de calcul rendant possible les appels concurrents, l'annulation d'un calcul en cours et s'affranchit du langage d'origine du module (Matlab, C++, ...). L'implémentation actuelle exécute un programme Matlab et récupère les résultats ainsi que le code retour sous forme de fichiers. Ce mode de fonctionnement laisse la possibilité à l'implémentation a posteriori d'une gestion de session utilisateur.

Le module de calcul (EFR Matlab) récupère les données externes comme les J-maps, Carrington maps, Flare data, Xray EUV, Height-time data à partir des paramètres du modèle EFR transmis par l'application cliente au serveur.

### 5.2.1.5. Transfert Client-serveur

L'échange de données entre la partie cliente et la partie serveur est assuré par JAX-WS qui utilise un canal de communication s'appuyant sur le Protocol HTTP. Les objets qui transitent sont des objets Java. La sérialisation et la dé-sérialisation des objets se fait d'une manière transparente.

## 5.2.2. Application cliente

### 5.2.2.1. Généralités

L'application cliente présente une navigation standard, toutes les fonctionnalités étant accessibles depuis la page d'accueil. La navigation de la page d'accueil vers un des outils proposés s'effectue via l'ouverture d'une nouvelle scène (fenêtre interne à l'application), avec une logique MDI non modale (il est possible de basculer entre les différents outils sans avoir à fermer le premier écran ouvert).

Les principaux écrans de l'outil « Space Weather » sont caractérisés par un fort comportement dynamique : disponibilité, activation ou rafraichissement d'un élément dépendant de l'état à cet instant d'un ou plusieurs autres éléments de l'IHM. Les règles métier qui caractérisent le comportement des écrans étant complexes, la solution proposée adresse cette problématique sous un angle spécifique : la mise en place d'un mécanisme de notification/abonnement permettant de définir, de manière individuelle pour chaque composant :

- La liste des composants qui peuvent déclencher une modification d'état ou de comportement, en "s'abonnant" à ces composants
- Une méthode unique, déclenchée lors d'un changement d'état d'un composant observé, qui porte toute la logique comportementale du composant

Cette approche permet de couvrir les besoins de dynamisme (interactivité) des principaux écrans de l'application, tout en offrant une flexibilité et une évolutivité accrue.

Chaque composant utilisé dans l'application cliente respecte le contrat de notification, à savoir la garantie

d'émission d'une notification à chaque changement d'état ou de valeur. Cette notification est porteuse du détail de l'évènement auquel elle est associée (sa source, éventuellement son type). L'émission d'une notification particulière peut être réalisée manuellement.

Certaines fonctionnalités de l'outil « Space Weather » impliquent l'accès à des applications web externes : ces accès se font via l'URL de l'application, dans un contexte indépendant de l'outil « Space Weather ».

### 5.2.2.2. Organisation de l'IHM de l'application

L'application se présente sous la forme d'une scène unique dont le contenu évolue dynamiquement en fonction des interactions avec l'utilisateur.

Un premier écran de démarrage permet à l'utilisateur d'initialiser la scène principale composée de 2 zones distinctes :

- Le module de navigation, qui fournit un point d'accès aux différentes fonctionnalités (modes de calcul), et qui présente le plan de l'écliptique adapté aux saisies utilisateurs
- Le module de contenu, qui contient à un instant donné l'IHM du mode de calcul sélectionné

Les autres IHM de l'application, décrites plus loin sont :

- EFR Interface,
- J-map/Kinematic Interface (Jmap, Kinematic interface, Show fit results),
- Poloidal flux injection Interface (Flux profile et Kinematics),
- Solar wind model Interface (Carrington map, Plot profile).

### Composition des IHM :

- Champs de saisie manuelle :
  - Représentés en bleu clair, interactifs.
  - Utilisent des masques de saisie adaptés à la donnée :
    - Horodatage : YYYY-MM-DD HH :MM :SS
  - Valeur numérique entière ou flottante
  - Valeur textuelle
- Champs de présentation :
  - Représentés en orange en lecture seule.
- Boutons d'actions internes :
  - Représentés en bleu foncé.
  - Déclenchent les traitements interne et influent sur le contenu de la scène.
- Boutons d'actions externes :
  - Représentés en noir.
  - Déclenchent l'ouverture d'une page externe mais n'influent pas sur la scène.



### 5.2.2.3. Points de conception

La relation hiérarchique entre les composants de l'IHM est définie comme suit :

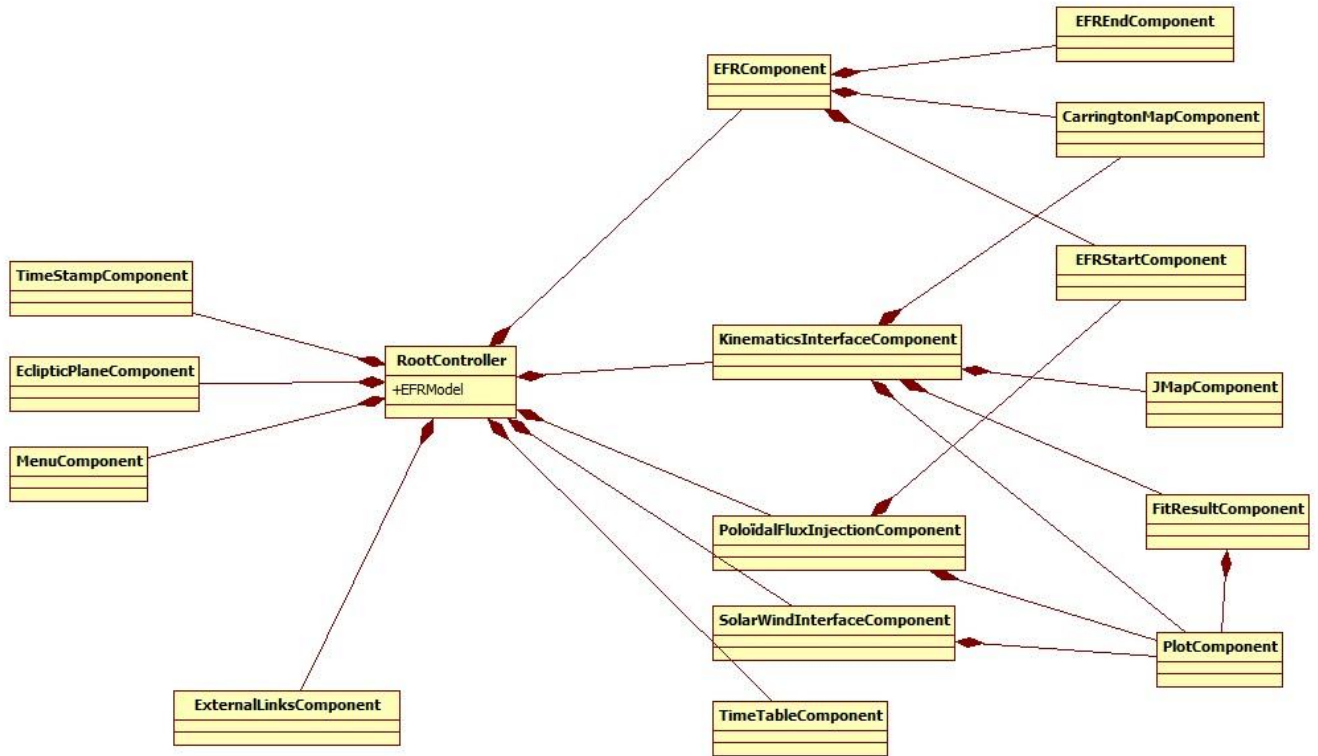


Figure 5 Aperçu Relation hiérarchique des contrôleurs

Le contrôleur principal (RootController) gère la dynamique des modifications de l'ensemble des paramètres utilisés pour le calcul de la simulation. La partie gauche (TimeStamp, Ecliptic et Menu) est toujours visible, la partie de droite est affichée/cachée par l'utilisation d'un système d'onglets. L'ensemble des composants contenus dans les onglets est mis à jour en permanence en fonction des modifications apportées aux données du modèle EFR, ainsi, l'IHM est constamment à jour pour l'utilisateur.

La figure suivante détaille la séquence d’actions entreprises sur le chargement ou le fonctionnement des composants (ici sont représentés la saisie de l’intervalle de temps et la modification d’un paramètre dans l’interface EFR).

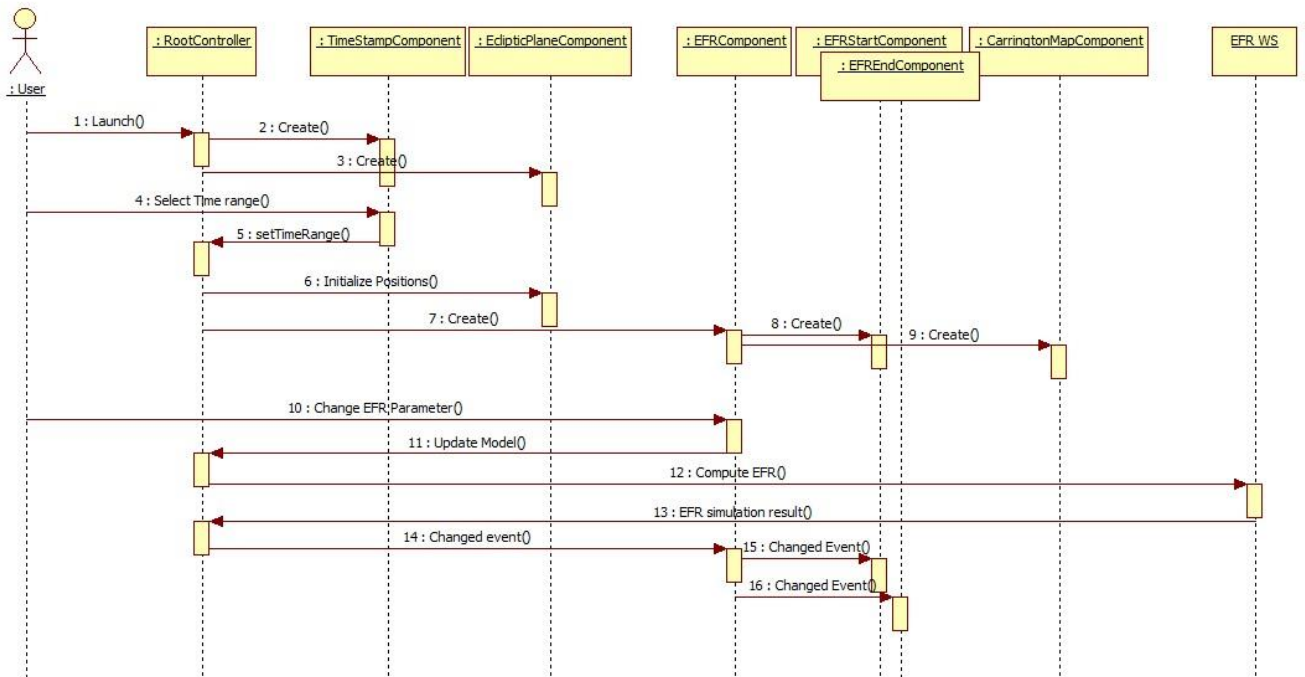
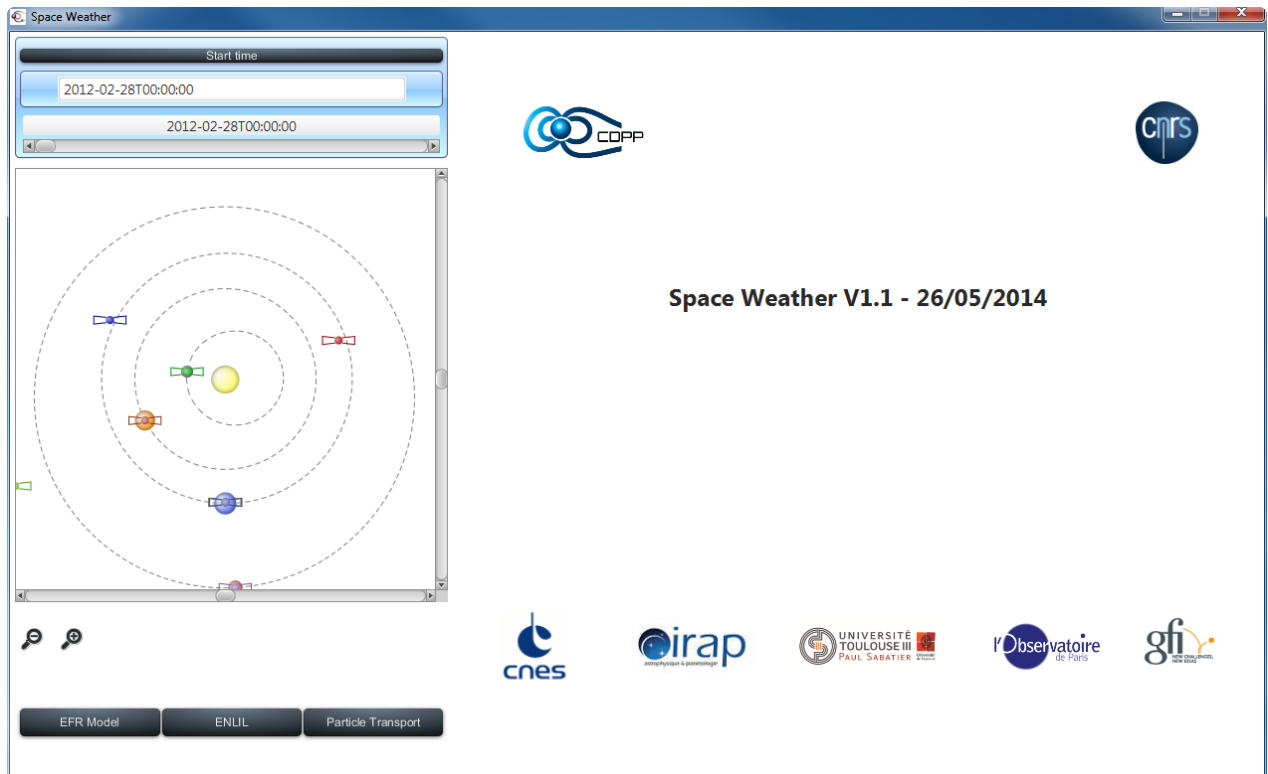


Figure 6 Diagramme de séquence.

### 5.2.2.4. Page d'accueil



**Figure 7 Page d'accueil**

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.

### 5.2.2.5.EFR model

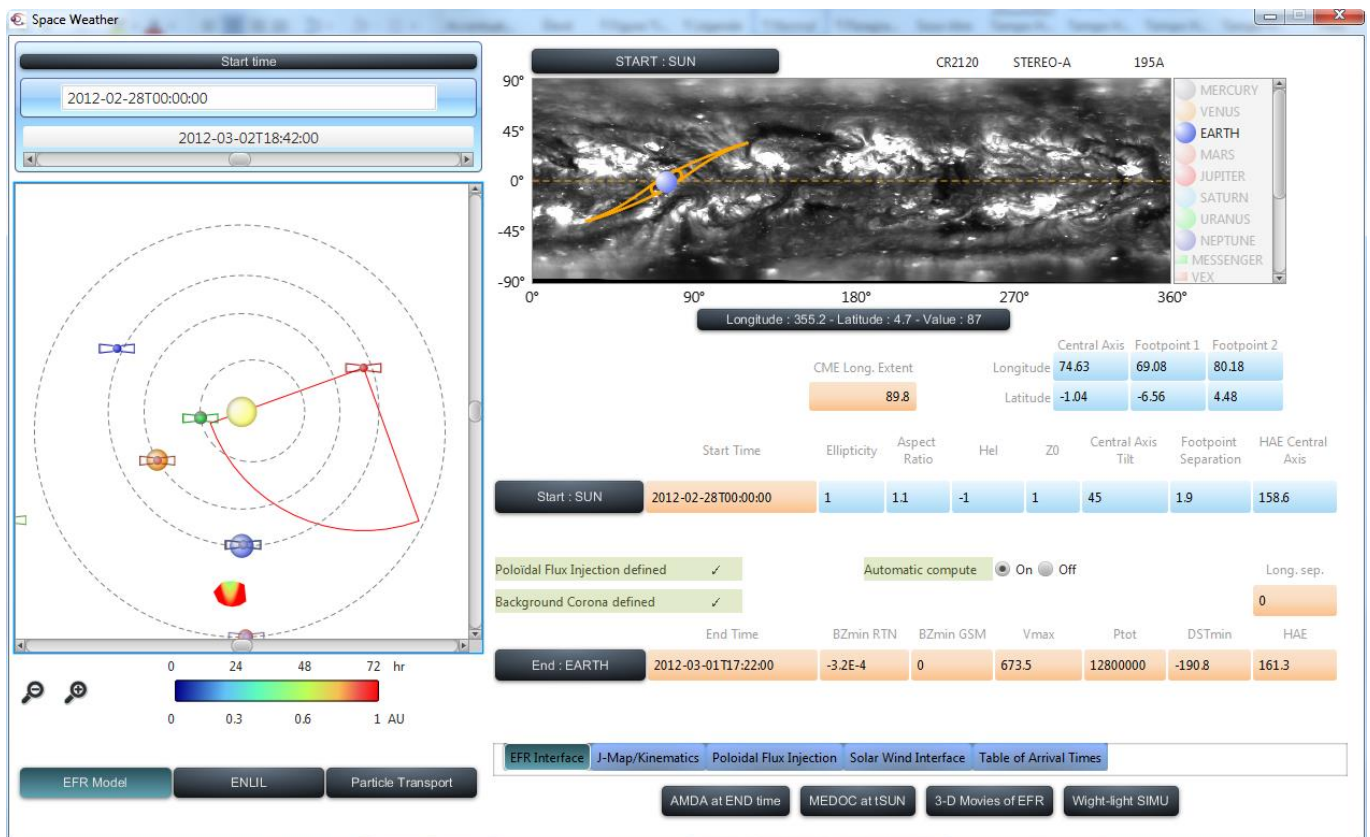


Figure 8 EFR model

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

- EFR 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 « EFR model » 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. A la différence de l'outil Propagation Tool, les temps tSun et tEcliptic sont modifiables.

- 4 boutons permettant l'accès aux différentes interfaces du modèle EFR (« EFR 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 « EFR model »

### 5.2.2.6.EFR interface

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	19	158.6

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	BZmin GSM	Vmax	Ptot	DSTmin	HAE
End : EARTH 2012-03-01T17:22:00	-3.2E-4	0	673.5	12800000	-190.8	161.3

**Figure 9 EFR interface**

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 :

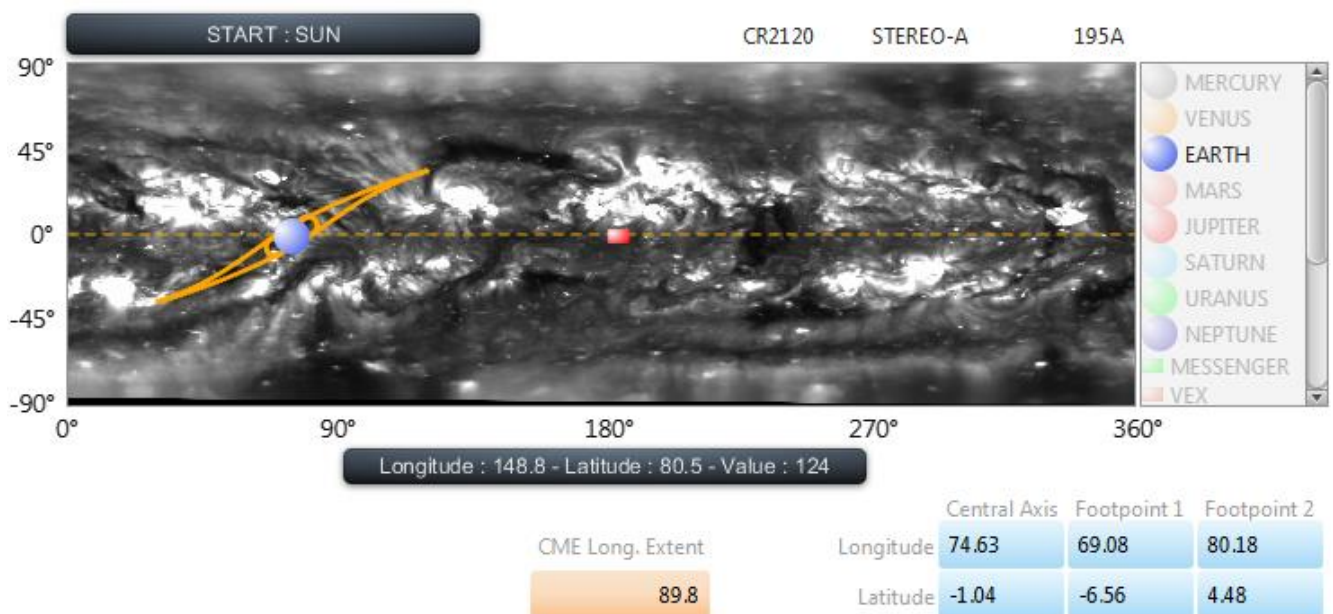
- Un ensemble de 2 champs de présentation de type DateTime « Start » (toujours Sun) et « End »
- Un ensemble de champs de saisie de type Double représentant les entrées du code Matlab
- Un ensemble de champs de présentation affichant des résultats de calculs intermédiaires

- Un ensemble de champs de présentation indiquant que le flux du champ poloidal 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).

### 5.2.2.7. Carrington map interface



**Figure 10 Carrington map interface**

Cette interface affiche une carte Carrington interactive.

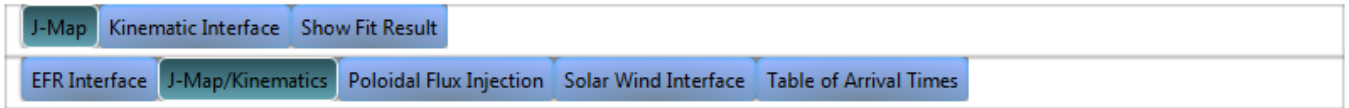
Elle présente :

- 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 « EFR interface » et « Solar Wind model ».

### 5.2.2.8. J-map/Kinematics interface



**Figure 11 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.

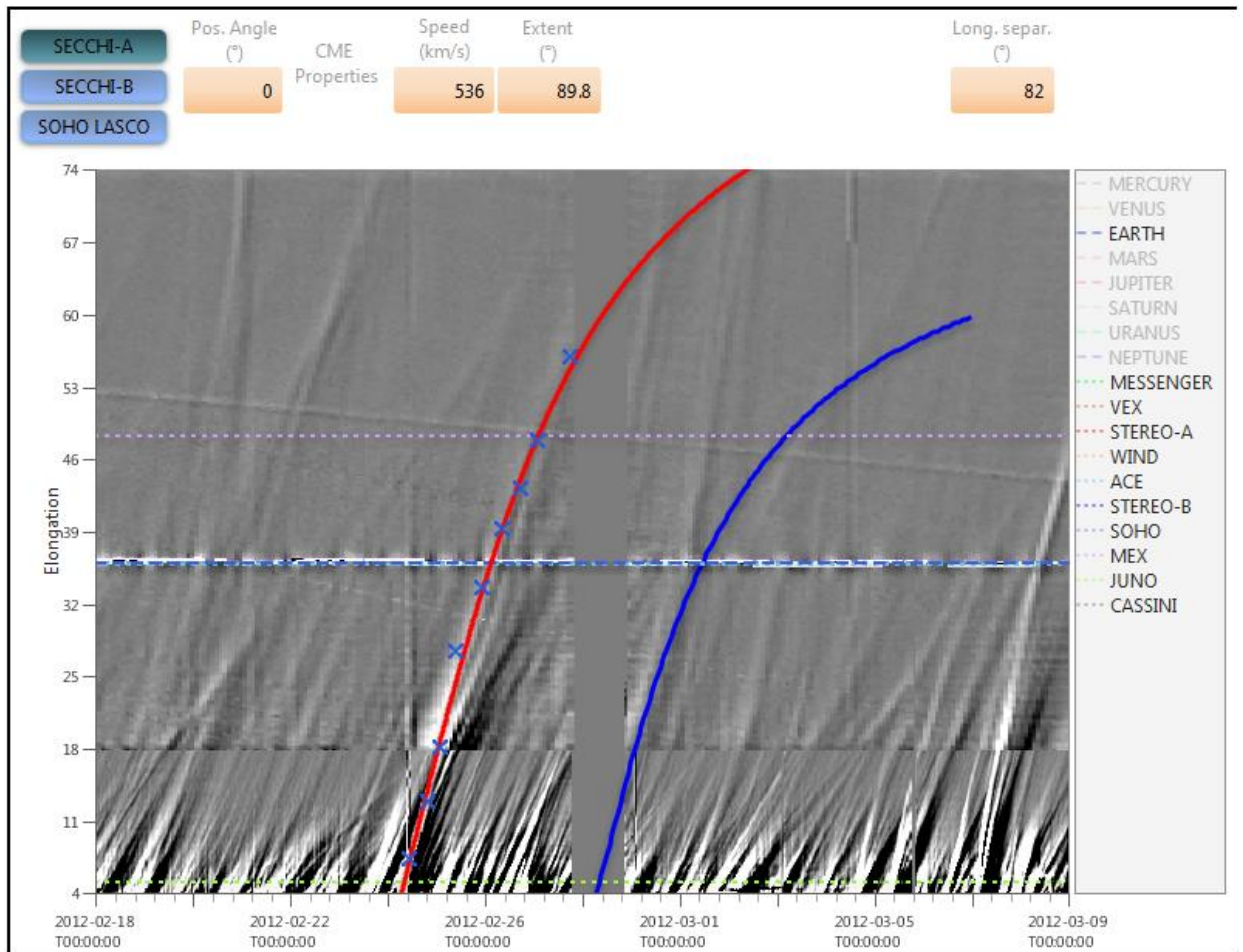


Figure 12 J-map interface

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



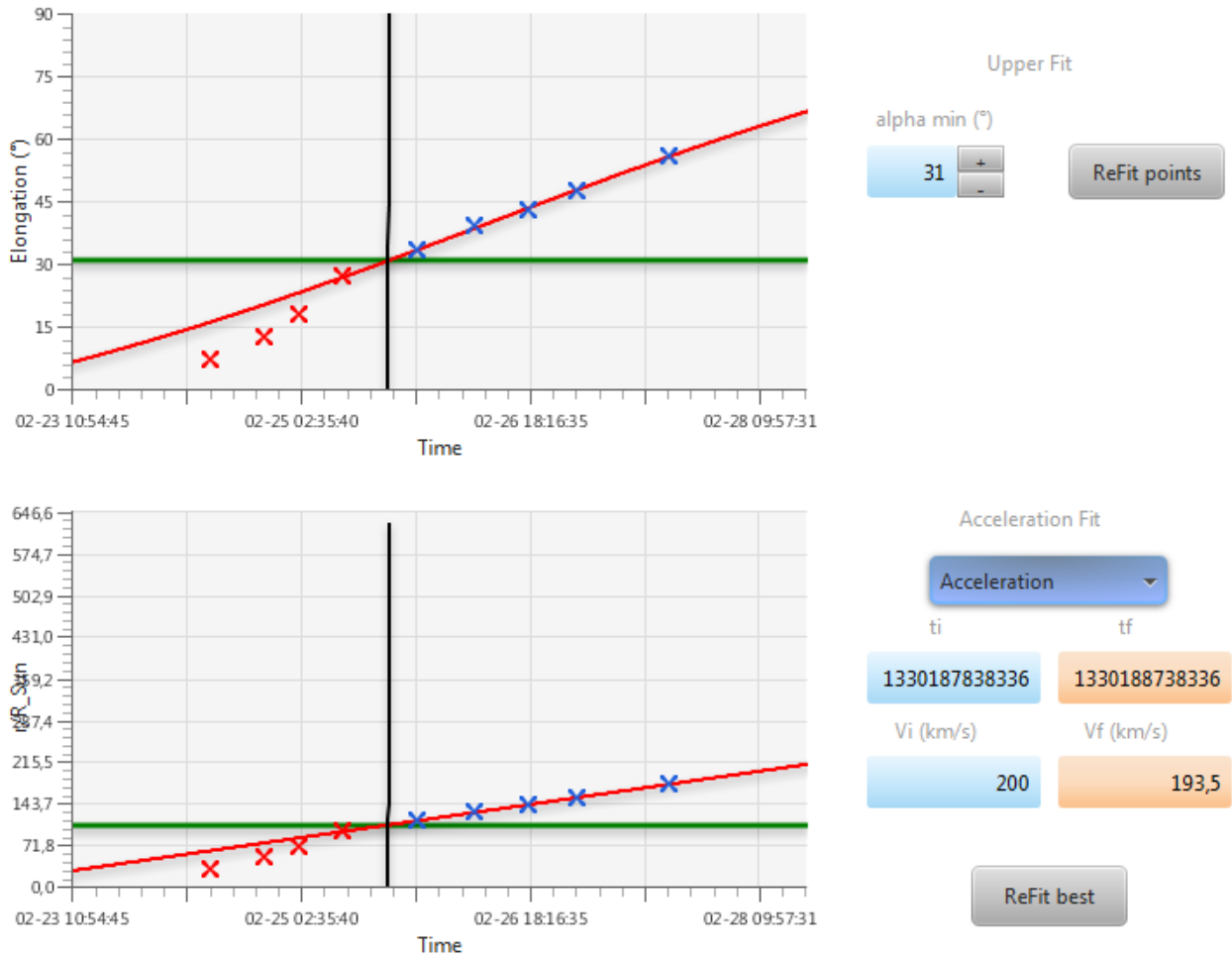
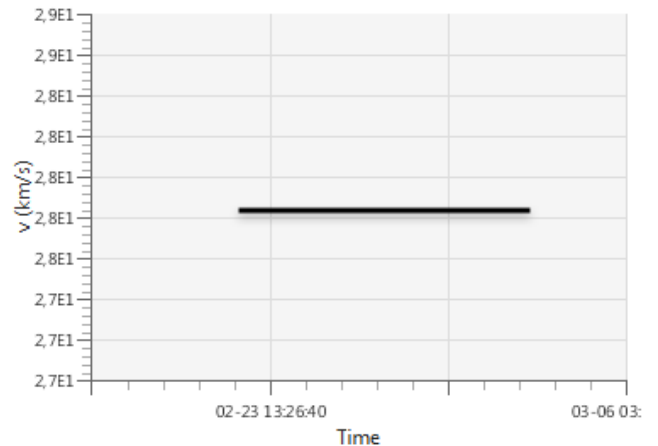
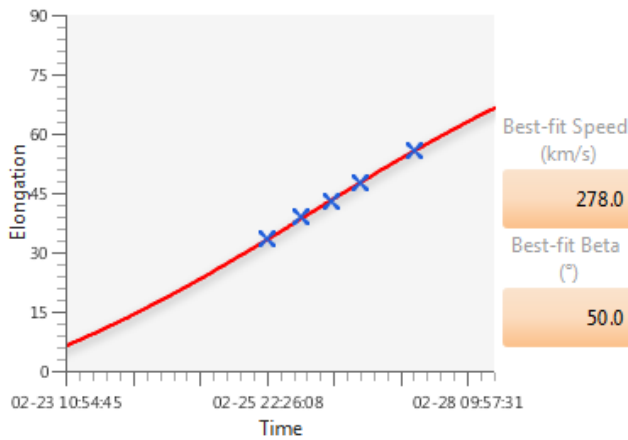


Figure 13 Kinematics interface

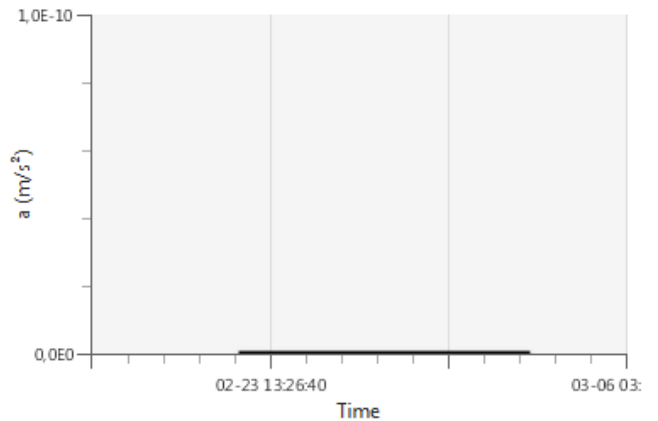
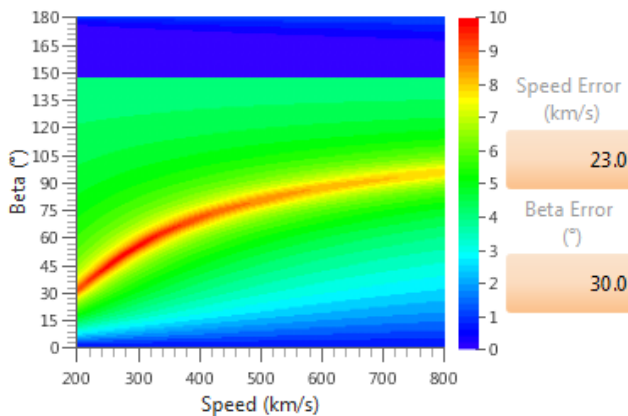
L'IHM « Show fit results » présente, sous la forme de 4 images non-interactives, les résultats des fits (distance radiale et élongation en fonction du temps et vitesse et accélération en fonction de la distance radiale).

**Result of fitting technique for track**

Best-fit elongation versus time plot



Error plot as Beta versus Vr



**Figure 14 Show Fit result interface**

**5.2.2.9. 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

EFR Interface	J-Map/Kinematics	Poloidal Flux Injection	Solar Wind Interface	Table of Arrival Times
---------------	------------------	-------------------------	----------------------	------------------------

Figure 15 Poloïdal Flux Injection interface

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)

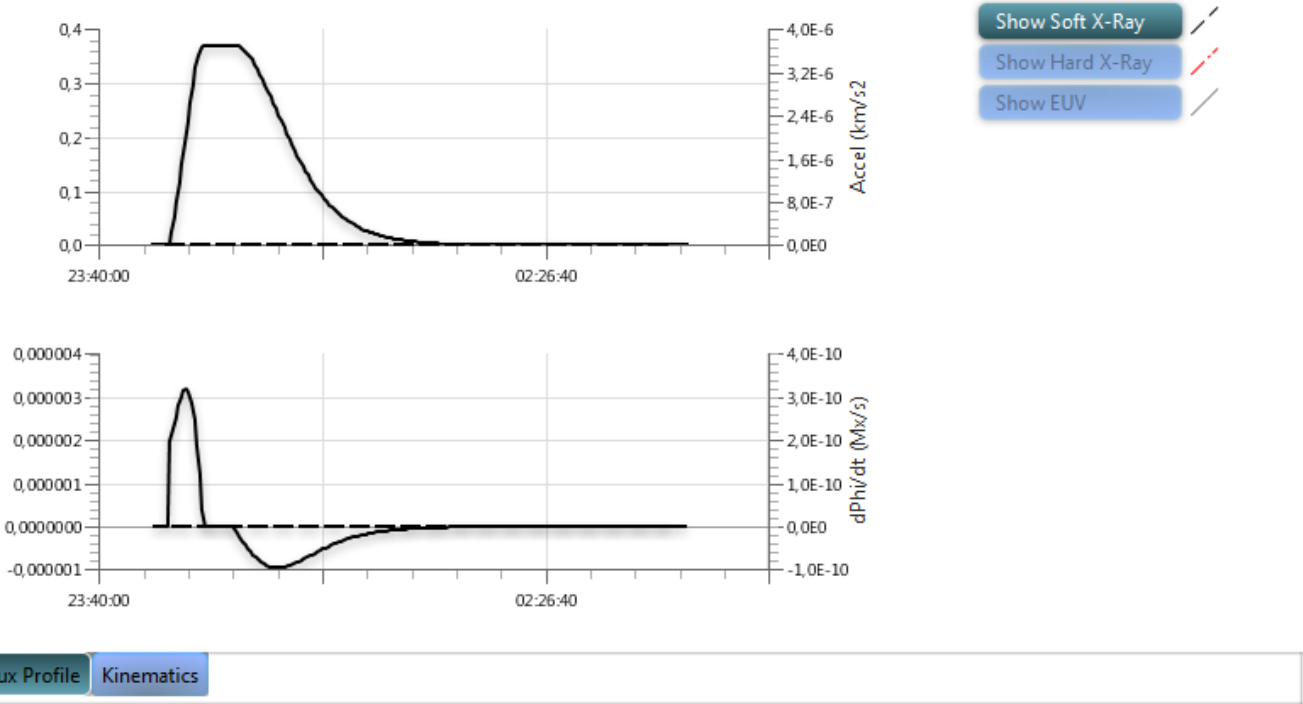


Figure 16 Poloïdal / Flux profile interface

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.

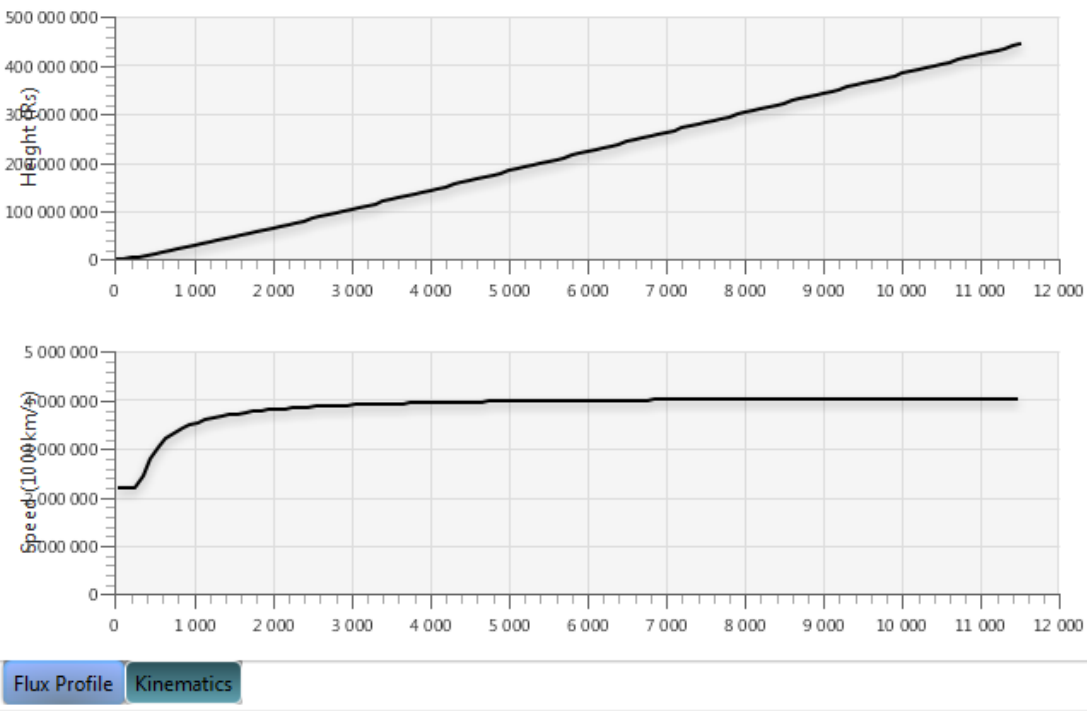


Figure 17 Poloidal / Kinematic interface

### 5.2.2.10. 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)

Solar Wind Model

Max B	Max T	Max N	Max V	B Coeff	T Coeff	V Coeff	Adiabatic Coeff.
-1	2000000	2.538627204	700	1	0.85	8	1.17

EFR Interface J-Map/Kinematics Poloidal Flux Injection **Solar Wind Interface** Table of Arrival Times

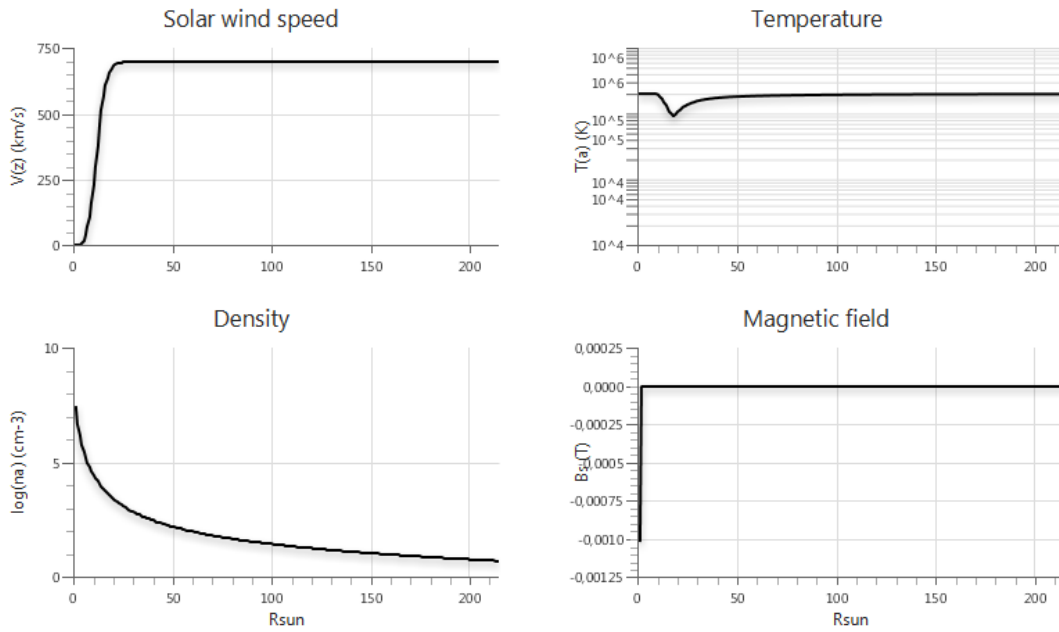
Figure 18 Solar Wind Model interface

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.



Carrington map Plot Profile

Figure 19 Plot profile interface

### 5.2.3.Principaux Composants du client

En supplément des composants natifs mis à disposition par JavaFX, l'application cliente utilise un ensemble de composants spécifiques développés pour l'outil Space Weather. La plupart de ces composants sont repris de Propagation Tool et adaptés pour les besoins de l'outil Space Weather.

Les composants génériques « champ de saisie DateTime » et « champ de saisie numérique » seront repris de Propagation Tool.

#### 5.2.3.1.Plan de l'écliptique

Ce composant complexe couvre à la fois des besoins de présentation et de saisie utilisateur.

Il présente sous la forme d'une image 2D les positions des planètes et des sondes présentes dans l'héliosphère interne centrées sur le soleil, ainsi que le tracé de leurs orbites respectives en fonction d'un horodatage donné.

Il est possible de modifier le facteur de zoom de cette représentation, la valeur de ce facteur étant paramétrable et définie lors de l'instanciation de ce composant.

Le nom des planètes et sondes est accessible dans un info-bulle lorsque le pointeur se déplace sur l'objet.

Les autres fonctions sont accessibles via un menu contextuel du composant :

- Sélection des objets comme target (END) pour effectuer les calculs.
- Affichage ou non des différents objets représentés (planètes, sondes, CME)
- Affichage de la représentation par défaut

Au niveau de son interface, ce composant fournit les propriétés suivantes :

- Etendue et position de la CME.
- Identification des objets représentés : Liste des tuples noms/coordonnées de l'ensemble des éléments représentés.
- Objet sélectionnée START : tuple nom / coordonnées de l'élément sélectionné comme élément de départ.
- Objet sélectionnée END : tuple nom / coordonnées de l'élément sélectionné comme élément de fin.

Ce composant ne prend pas en charge le calcul des positions des objets représentés : ces données sont obtenues via le service SpiceDAO, le composant ayant en charge l'adaptation de ces coordonnées réelles à son mode de représentation en tenant compte du facteur de zoom courant. Les données nécessaires pour les tracés des orbites complètes des planètes (en pointillés) sont pré-calculées et intégrées directement dans le composant pour gagner du temps lors des calculs d'orbite.

La nouveauté de ce composant est la représentation graphique de la CME par l'intersection d'un toroïde avec le plan écliptique, et la représentation de la valeur de la composante Nord-Sud du champ magnétique par un code couleur à l'intérieur de cette nouvelle forme géométrique.

Une autre nouveauté est la possibilité de faire évoluer la date du plan de l'écliptique via un ascenseur horizontal, permettant d'observer la progression de la CME à tous les temps calculés à partir de tSun.

Seule la classe d'affichage de la CME (DrawingCME) sera adaptée à la nouvelle représentation de la CME.

Le composant graphique de l'échelle de la CME sera réutilisé en remplaçant la graduation de l'échelle de « temps » par une graduation d'échelle du champ magnétique.

### 5.2.3.2.Composant V-Plot

Le composant V-Plot de Propagation Tool sera réutilisé et adapté aux différentes représentations graphiques de courbes (courbes de vitesse, d'accélération, de température, de densité du vent solaire, ...) des interfaces « J-Map/Kinematics », « Show Fit results », « Solar Wind model » et « Poloidal Flux Injection ».

Ce composant devra pouvoir afficher une liste de points superposée à une ou plusieurs courbes en utilisant le même fonctionnement que dans le composant « J-Map » de Propagation Tool.

Les axes de ce composant seront génériques et définis lors de son instanciation.

Les interfaces « J-Map/Kinematics » et « Show Fit results » utiliseront une version non-interactive du V-plot.

### 5.2.3.3.Composant J-map

Ce composant complexe couvre à la fois des besoins de présentation et de saisie utilisateur.

Il permet d'afficher une représentation graphique de l'image contenue dans un fichier FITS, en exploitant les métadonnées présentes dans l'entête de l'image (type de données représentées, résolution, unité...).

Cette image, représentant la variation de la densité du vent solaire en fonction de l'élongation et du temps, est affichée dans un repère élongation, temps.

Ce composant permet également de tracer des droites, des courbes et des séries de points superposés à cette image dans le même repère.

Les fonctions permettant d'interagir avec le composant sont accessibles via un menu contextuel :

- Zoom entre 2 points sélectionnés de l'ensemble des objets (J-map, axes du repère, courbes, droites, séries de points)
- Passage en mode sélection pour définir une série de points cliqués
- Affichage d'une courbe (série de points) résultant d'une série de points cliqués (via un mode de



calcul).

- Sélection d'une courbe parmi une série de courbes affichées.
- Affichage ou non de l'élongation de différents objets représentés (planètes, sondes).

Le composant J-Map de Propagation Tool pourra être entièrement réutilisé dans la Jmap interface. Les méthodes de calcul utilisées pour tracer les courbes étant déléguées au composant appelant.

#### 5.2.3.4. Composant Carrington map

Ce composant complexe couvre à la fois des besoins de présentation et de saisie utilisateur.

Il permet d'afficher une représentation graphique de l'image contenue dans un fichier FITS, en exploitant les métadonnées présentes dans l'entête de l'image (type de données représentées, résolution, unité...).

Cette image est affichée dans un repère définissant la longitude et la latitude des points de la carte de Carrington sur laquelle sont représentés des objets graphiques (CME, planètes, satellites). Associée à cette carte, une légende est affichée pour identifier les objets dessinés.

Les fonctions permettant d'interagir avec le composant sont accessibles via un menu contextuel :

- Choix d'une carte (en fonction d'une sonde et d'une longueur d'onde)
- Définition de la CME (deux points d'ancrage + étendue maximale)
- Affichage ou non des différents objets représentés (planètes, sondes) en coordonnées Carrington.

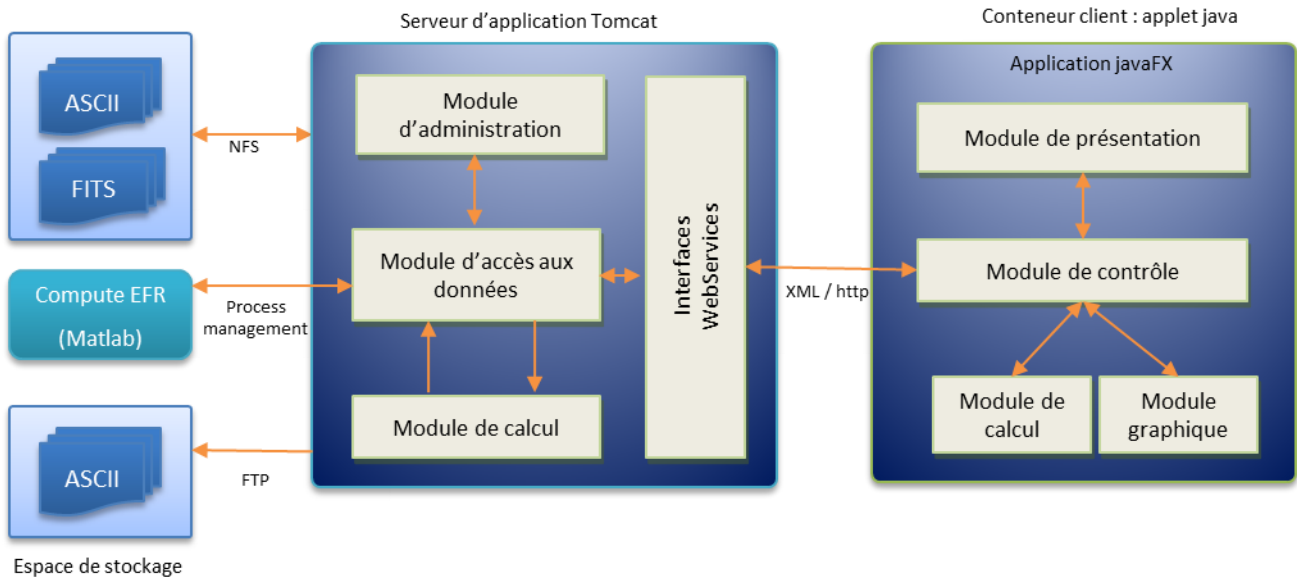
Initialement en mode consultation, il est possible de le basculer en mode sélection : dans ce mode, l'utilisateur peut procéder à un clic sur l'image, afin d'obtenir la valeur du point sélectionné dans la carte de Carrington ou de modifier les points d'ancrage de la CME.

Le composant de Propagation Tool sera réutilisé avec quelques adaptations :

- Une nouvelle représentation de la CME :
  - 2 points d'ancrage au lieu d'un point central.
  - La projection de l'étendue maximale de la CME sur la carte de Carrington à chaque pas de temps (synchronisé avec le temps de l'écliptique) résultant du calcul EFR Matlab.
- La mise en mémoire côté client des données provenant du fichier FITS permettant de retrouver la valeur d'un point sélectionné sur la carte.
- La génération de l'image Carrington map à partir des données du fichier FITS (traitement du composant Jmap à réutiliser)

## 6.INTERFACES INTERNES

L'échange de données entre la partie cliente et la partie serveur est assuré par JAX-WS qui utilise un canal de communication s'appuyant sur le Protocol HTTP. Les objets qui transitent sont des objets Java. La sérialisation au format XML et la dé-sérialisation des objets se fait d'une manière transparente.



**Figure 20 Interfaces internes**

Les interfaces sont réalisées à l'aide de JAX-WS, qui fournit un socle permettant la mise en œuvre rapide de services web basés sur les objets du domaine de l'application.

L'accès aux données internes de l'application s'effectue directement sans utiliser de web services. Un point de montage NFS vers le serveur de données est défini sur le serveur l'application.

Les différents formats de données internes sont les suivants :

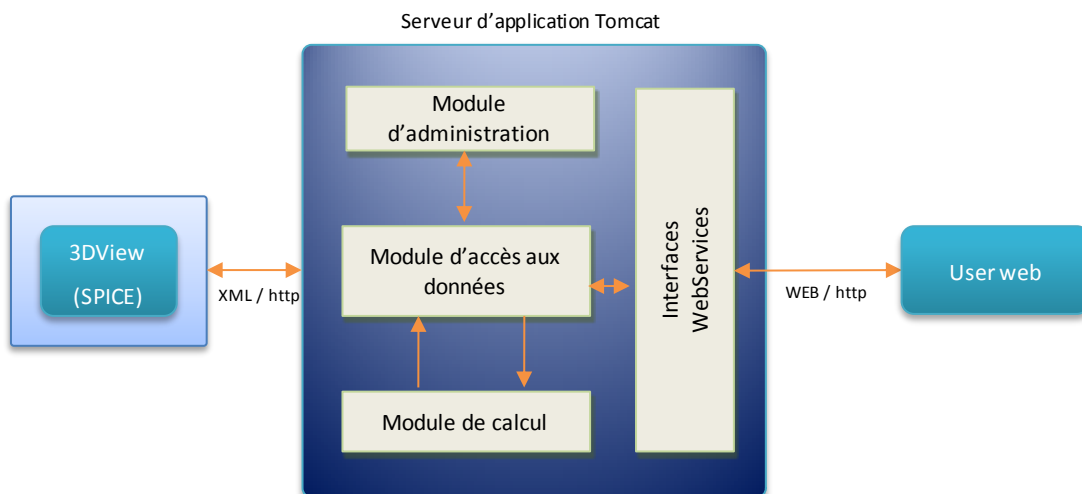
- Fichiers FITS contenant les matrices d'intensité des pixels dans la J-map et les cartes de Carrington
- Fichiers ASCII contenant les sursauts solaires.
- Fichiers ASCII contenant les rayons (X doux, durs et EUV).

## 7.INTERFACES EXTERNES

On dénombre 3 liens externes pour le projet Propagation Tool :

- L'accès par Web Service au serveur 3DView via l'adresse <http://3dview.cesr.fr/CdppServices?wsdl> pour récupérer les positions des sondes et planètes.
- L'accès à l'outil AMDA via l'adresse <http://manunja.cesr.fr/Amda-Helio/WebServices> pour atteindre la page de plot de cet outil.
- L'accès au centre de données MEDOC via l'adresse [http://www.ias.u-psud.fr/festival\\_movies](http://www.ias.u-psud.fr/festival_movies) pour visualisation des films produits par ce centre.
- L'accès à l'application White-light SIMU reste à définir.

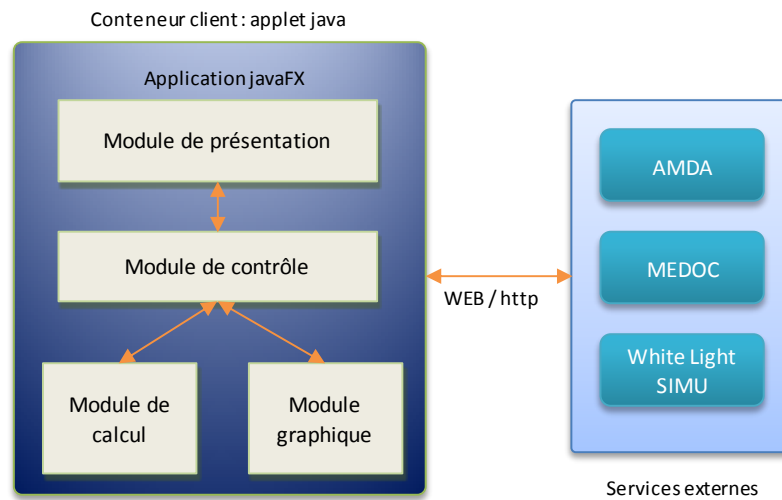
L'échange de données entre la partie serveur et les fournisseurs de données externes (SPICE) est assuré par JAX-WS qui utilise un canal de communication s'appuyant sur le Protocol HTTP. Les objets qui transitent sont des objets Java. La sérialisation au format XML et la dé-sérialisation des objets se fait d'une manière transparente.



**Figure 21 Interfaces externes du serveur**

Le fournisseur de données SPICE est intégré dans 3DView. L'accès aux données SPICE utilise donc les Web services de 3DView.

L'échange de données entre la partie cliente et les fournisseurs de données (AMDA, MEDOC, White-light SIMU) est un simple appel à une page WEB via une URL (protocole HTTP).



**Figure 22 Interfaces externes du client**

## 8.POINTS TECHNIQUES PARTICULIERS

---

Néant

## ANNEXE A : MATRICE DE TRAÇABILITE

Cette matrice a été élaborée à partir des Spécifications techniques (§4.2) du document de consultation référence CDPP-CO-32100-464-CNES version 01 révision 00 du 06/08/2013.

Référence de la spécification	Référence dans le document de conception
4.2.3 Fichiers nécessaires au Space Weather Tool	§
4.2.4.1 Plan de l'écliptique	§
4.2.4.2 Carrington map	
4.2.4.3 J-map	
4.2.5 Intégration des nouveaux modules avec les modules existants	
4.2.6.1 EFR interface	
4.2.6.2 Carrington map interface	
4.2.6.3 Poloidal Flux Injection Interface	
4.2.6.4 J-map/Kinematics Interface	
4.2.6.5 Coronal Model Interface	
4.2.7 Définition des boutons de l'outil Space Weather	
4.2.8 Liens vers l'extérieur	