

# Interopérabilité dans le domaine des plasmas naturels du système solaire

Christian Jacquey, Myriam Bouchemit, Vincent Génot  
CDPP

Richard Hitier  
Cassini-MIMI-RPWS

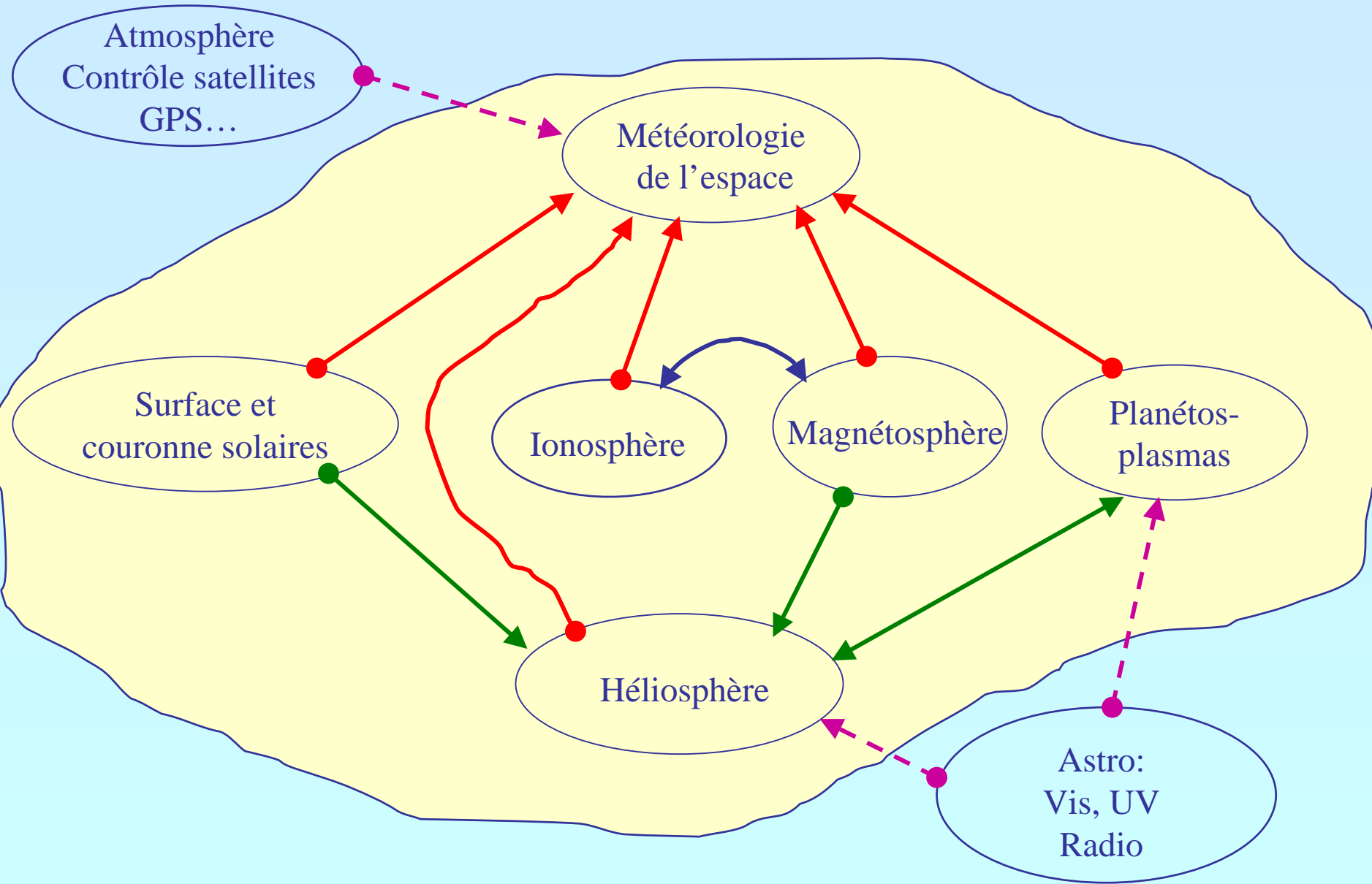
Les besoins d'OV pour l'étude des plasmas naturels

Spécificités des données plasmas

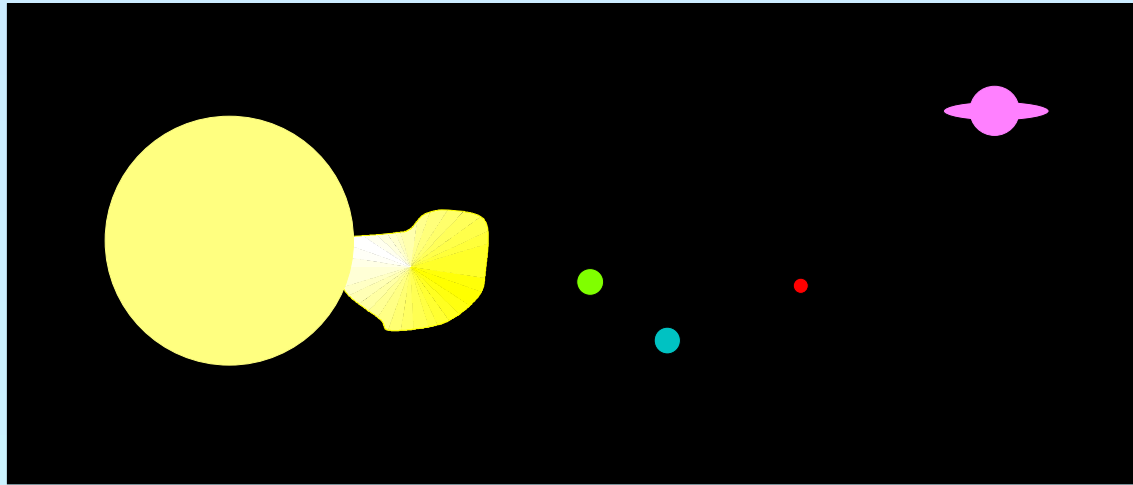
Ce qui existe actuellement

# Les besoins d'OV pour l'étude des plasmas naturels

# Structure de la communauté *plasmas spatiaux*



# Etude des phénomènes et objets plasmas



Les études des phénomènes plasmas font appel à:

- des données obtenues à partir d'observatoires multiples
- et pour chaque observatoire, à partir d'instruments multiples

Etude de phénomènes dynamiques

- ⇒ le temps joue un rôle central
- ⇒ besoin de modèles propagatifs

Mesures in situ dans des milieux différents: le signification des mesures dépend des régions traversées

# Science Reference Mission (1)

## OV héliosphérique:

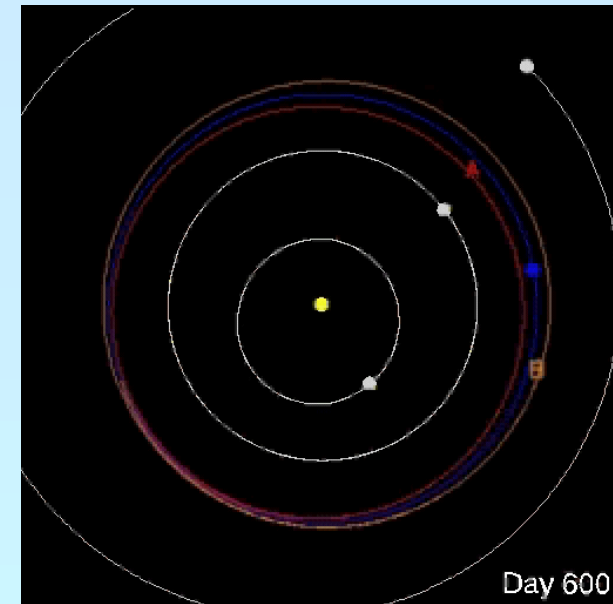
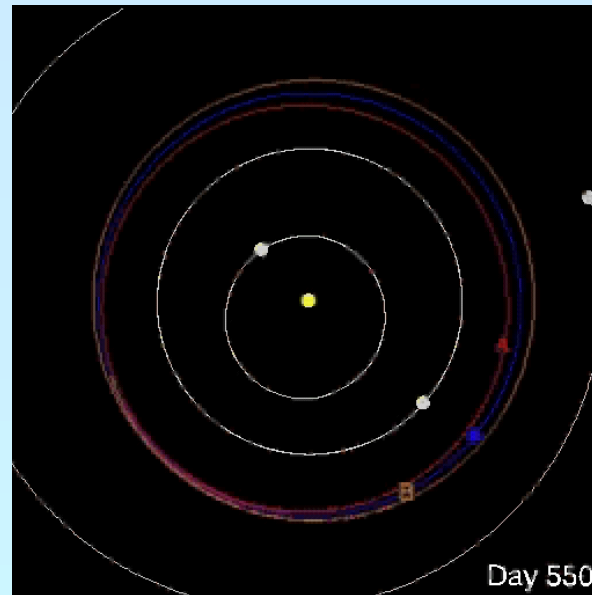
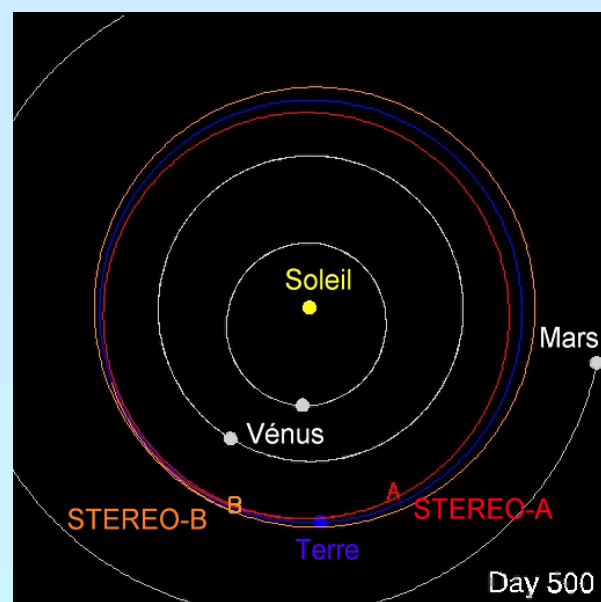
observatoire multi-échelle de l'héliosphère et de la propagation des perturbations solaires

utile pour l'étude de la dynamique de l'environnement ionisé des planètes

un outil clef pour progresser dans la météorologie de l'espace. **Besoin urgent**: une opportunité unique à saisir dans les deux années à venir:

**STEREO + sondes planétaires + sondes magnétosphériques**

# OV héliosphérique et de météorologie de l'espace

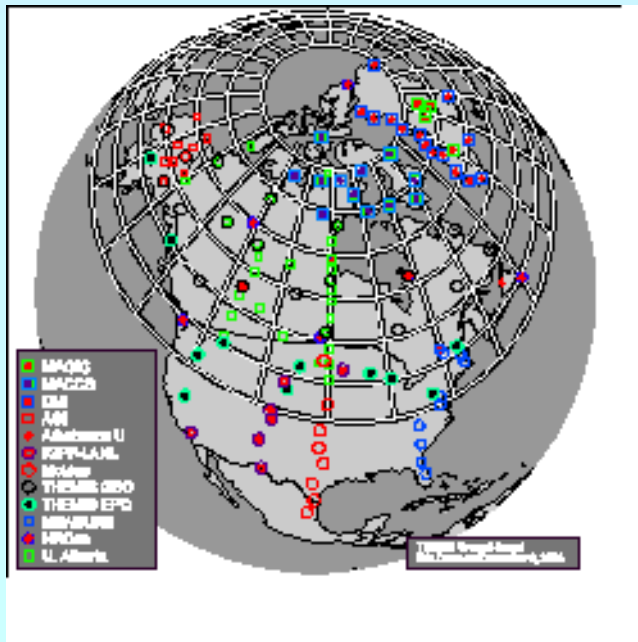
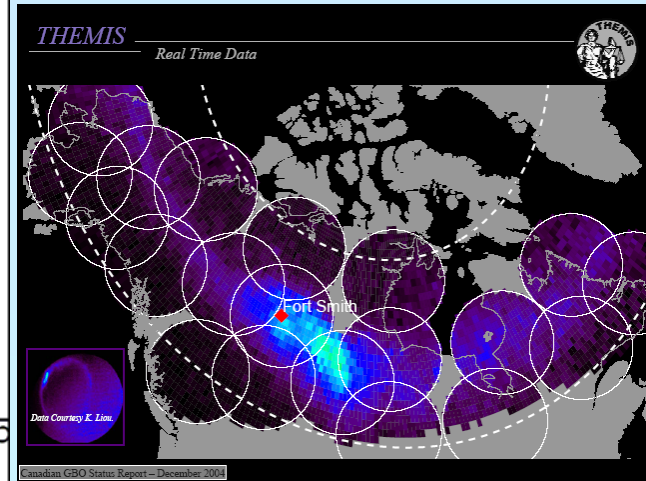
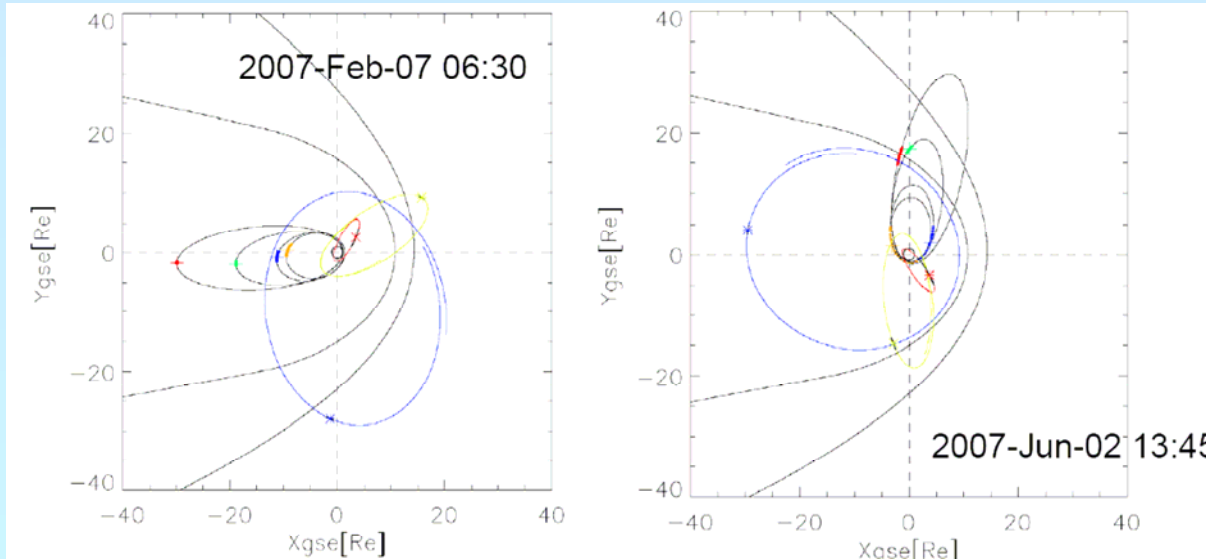


## Analyse intégrée:

- des données solaires
- des données de planéto-plasma
- des données héliosphériques
- des données magnétosphériques

+ support des modèles de propagation

# Science Reference Mission (2): OV magnétosphérique



Masse colossale de données hétérogènes  
à analyser de façon intégrée



# Besoins d'OV en plasmas?

-au sein de chaque sous-discipline

-entre sous-disciplines, mais de façon dirigée

*exemple: les héliosphériciens ont besoin des données solaires  
mais, les solaires n'ont pas ou peu besoin des données  
héliosphériques*

multi-observatoires et multi-instruments  $\Rightarrow$  masse colossale de  
données hétérogènes

les analyser de façon intégrée n'est plus réalisable à l'échelle d'une  
équipe et même d'un labo.

Les OV sont une nécessité... **URGENTE:**

tir STEREO: Juin 2006

tir THEMIS: Octobre 2006

Alignement Vénus/Terre-STEREO/Mars: dans 2 ans

# Buts d'un OV plasmas

Recherche les données et les services

Extraire les données

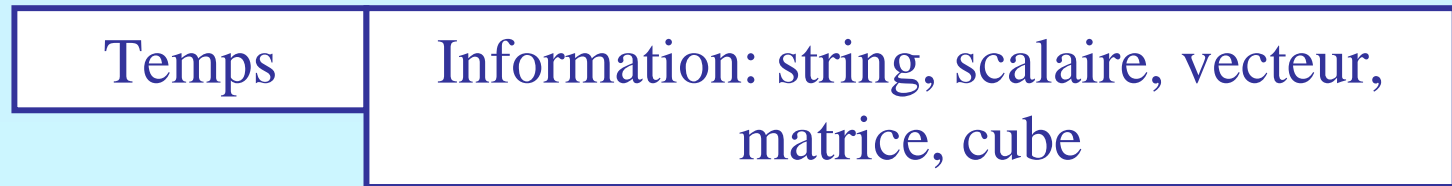
Mettre à disposition des services permettant l'analyse  
intégrée des données

# Spécificités des données plasmas

# Structures des données

Etude de la dynamique de phénomènes

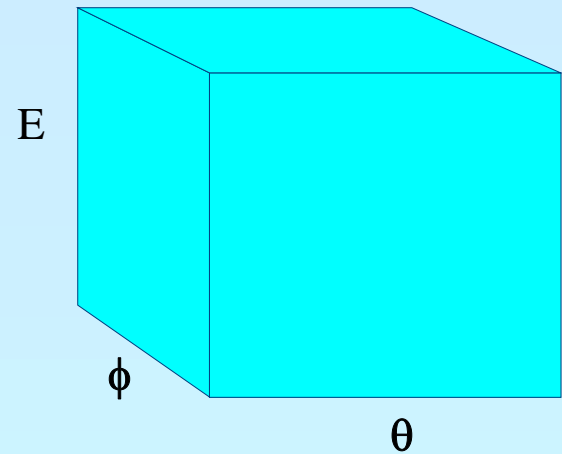
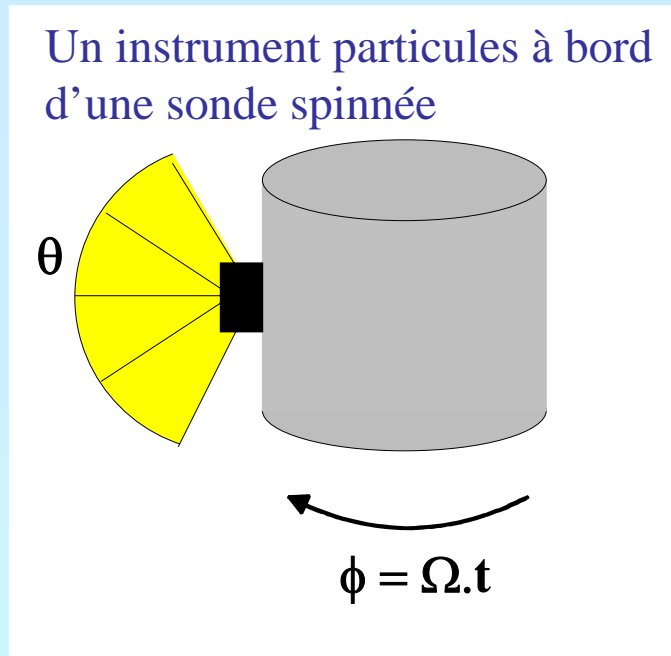
⇒ le temps est un paramètre central



Instrumentation optimisée + contraintes de télémétrie

⇒ matrices et cubes de dimensions variables

# Cube de taille variable



$\phi$  varie suivant les modes de télémétrie

$\theta$  et  $E$  varie suivant les instruments, les modes de fonctionnement et les modes de télémétrie

⇒ cube de taille variable dans ses 3 dimensions

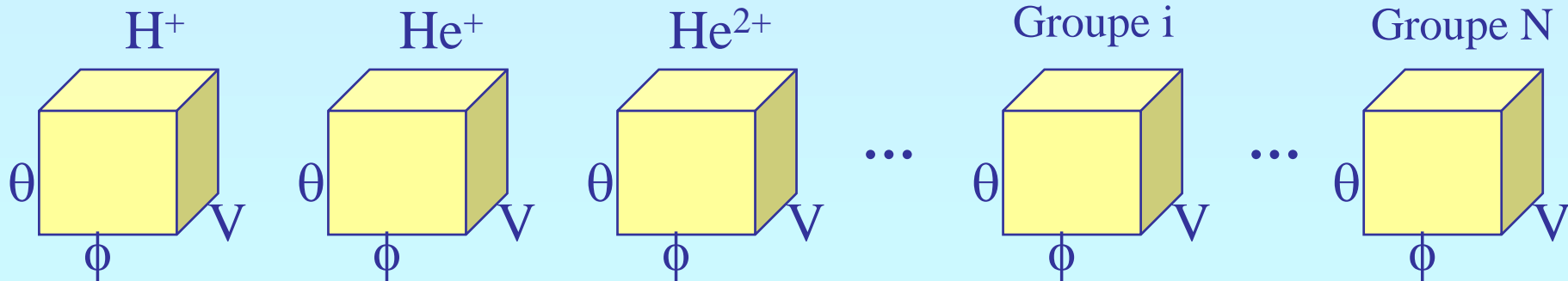
⇒ difficulté de description

⇒ complexité pour leur appliquer des outils génériques

# Hypercubes

Spectromètre de masse: mesure le vecteur vitesse ( $V, \phi, \theta$ ), la masse et la charge des ions  $\Rightarrow$  5 dimensions

Méthode courante: regroupement des ions par masse, puis par charge



Les regroupements sont spécifiques aux instruments  
 $\Rightarrow$  difficile à décrire de manière universelle

# Formats

Pas un format standard, mais DES formats standards

Encore beaucoup de formats « maison », spécifiques aux expériences

Le plus répandu: **CDF (Common Data Format)**

-made by Nasa

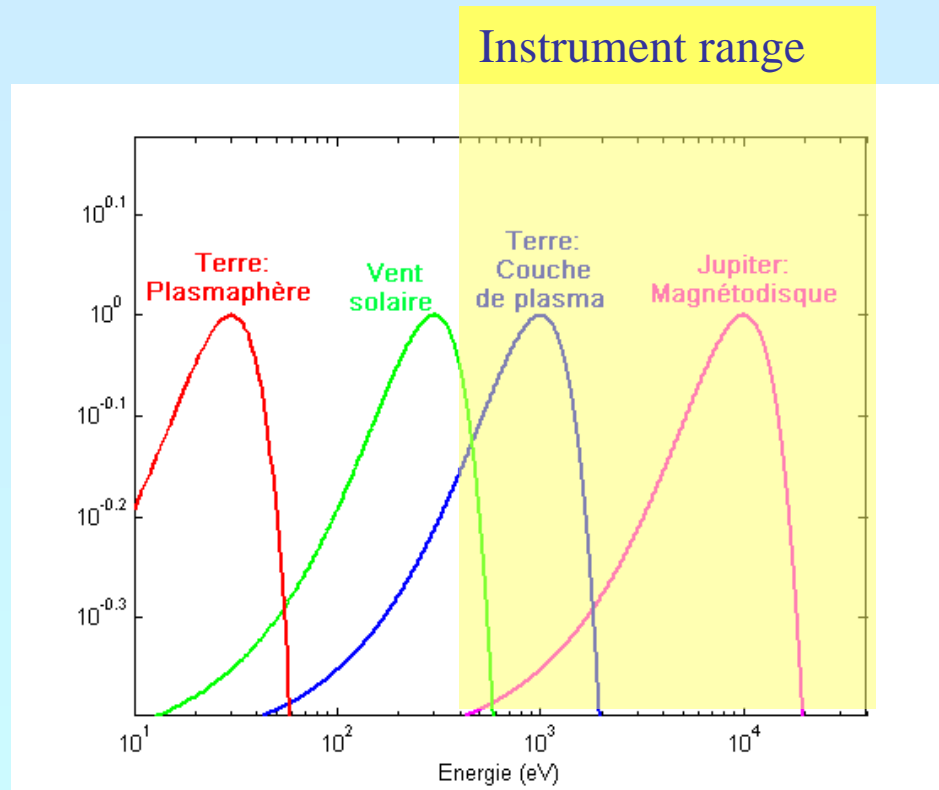
-données et métadonnées imbriquées  $\Rightarrow$  nécessite des routines spécifiques pour « décommuter » les fichiers

-vaste bibliothèque d'outils associés

$\Rightarrow$  bon format d'usage ou d'échange, mais inadapté à l'archivage

D'autres formats: CEF, NetCDF, SDF

# Exemple de difficulté sémantique: <measurement type> = thermal plasma



L'instrument mesure le plasma thermique dans certaines régions mais pas dans d'autres  $\Rightarrow$  il faut savoir où se trouve **réellement** la sonde pour être capable de décrire le type de mesure effectué



# Difficultés de fond

Données de natures variées: scalaire, vecteurs, **images, cubes, hypercubes**

Organisation des données variée: pas de règles, pas de réel standard

Données pas toujours fournies en grandeurs physiques

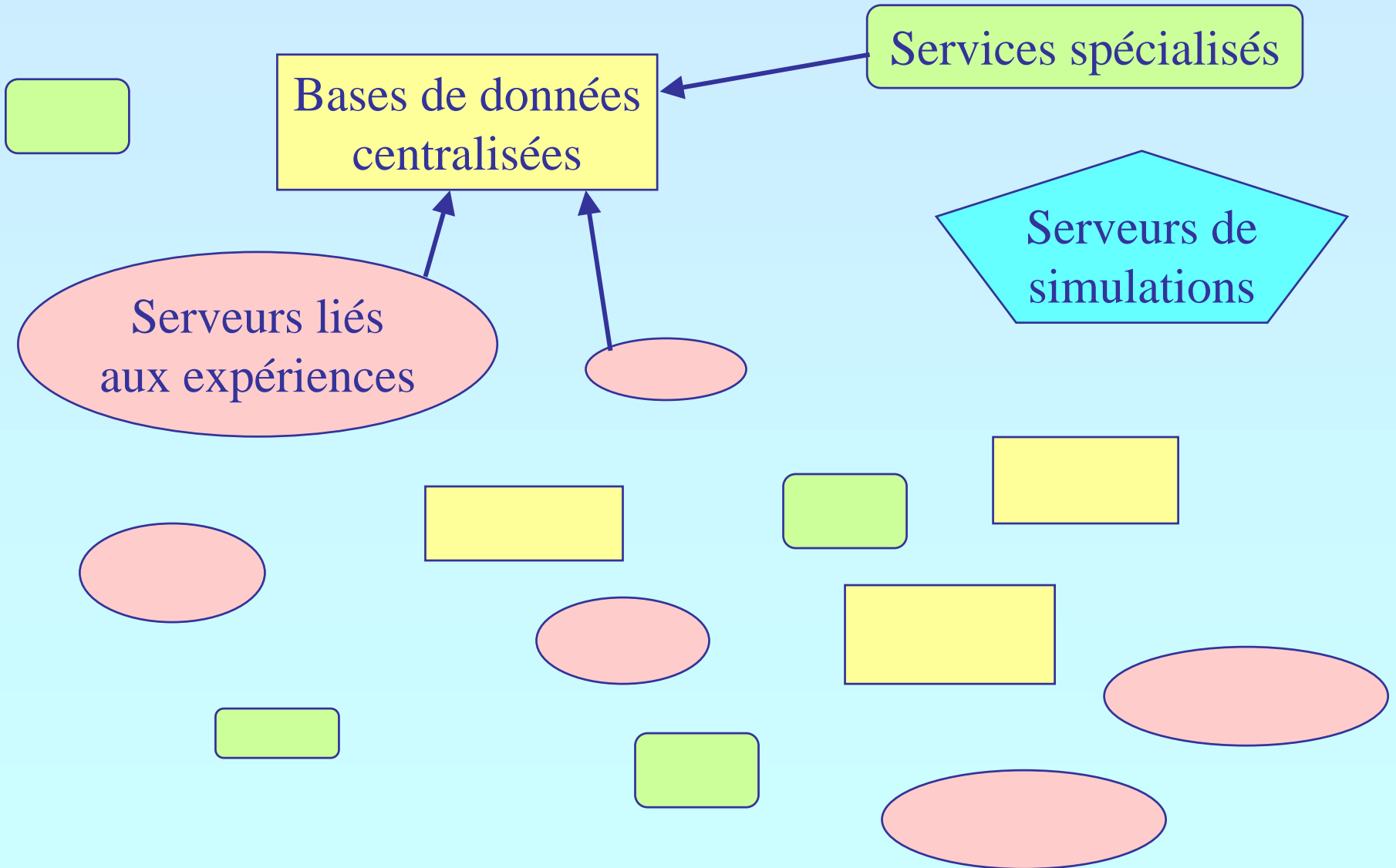
Pas de format standard

Sémantique: différentes communautés  $\Rightarrow$  langages différents


Sémantique: certaines grandeurs difficiles à définir à définir de façon universelle : la nature de la grandeur dépend de la mesure

Ce qui existe à  
l'heure actuelle

# Fondations et briques



# Le ciment: SPASE

SPASE (Space Physics Archive Search and Extract):  consortium international (JAXA, INAF, JPL, SWRI, CDPP, NSSDC, ISTP, JHU/APL) dont les buts sont de:

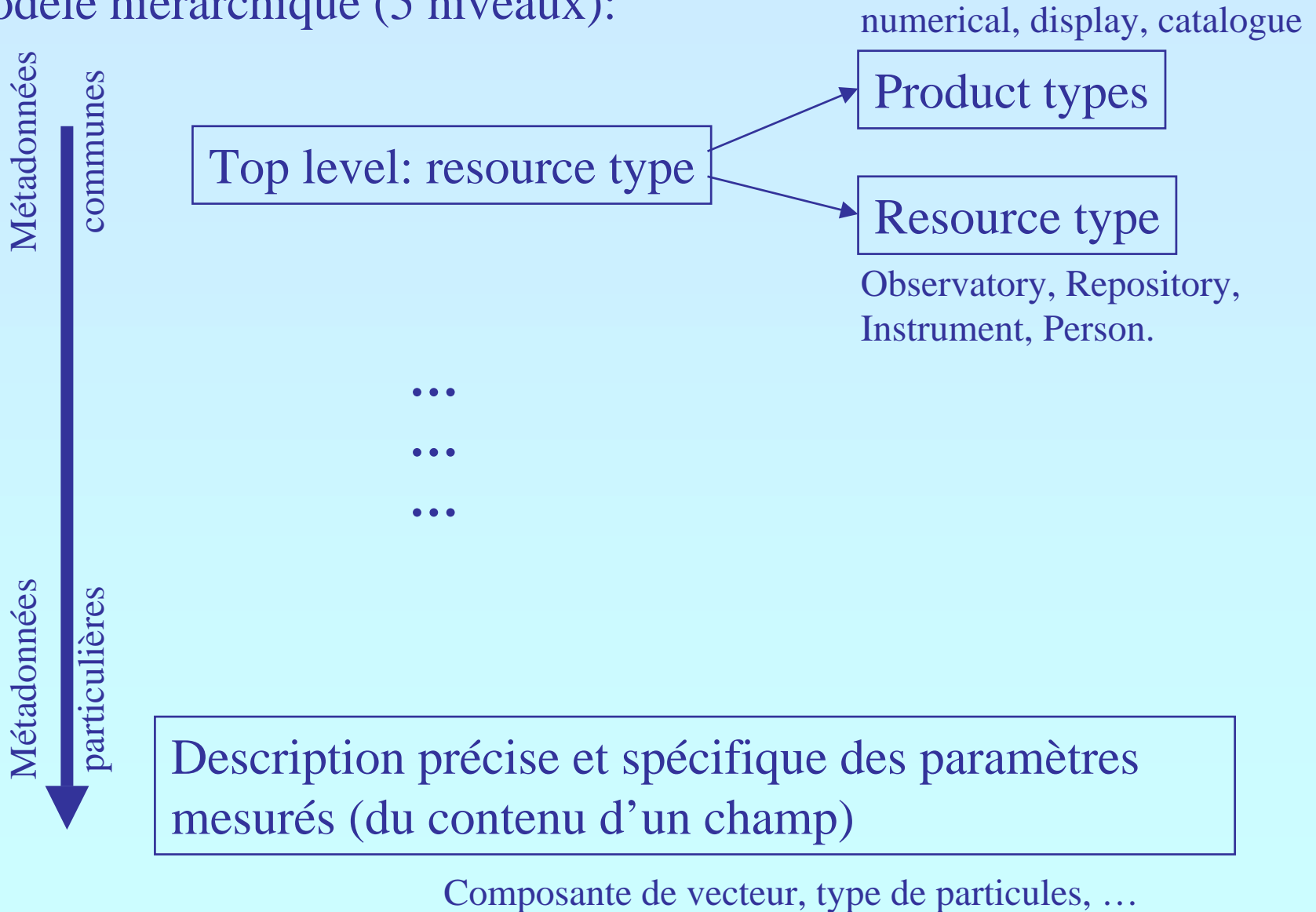
- définir un modèle de données de référence
  - ⇒ un dictionnaire de référence
  - ⇒ un mode de description des données de référence
- concevoir une architecture pour son usage dans les OV
- plus tard, définir un modèles des services

Applicable à la physique des plasmas spatiaux et à la physique solaire

La version 1.0.1 du modèle de données a été publiée en Janvier 2006

# Le modèle SPASE v1.0.1

Modèle hiérarchique (5 niveaux):



# Exemple d'un extrait du modèle

```
+ Spase (1)
|   + Version (1)
|   + Catalog (*)
|   |   + Resource ID (1)
```

...

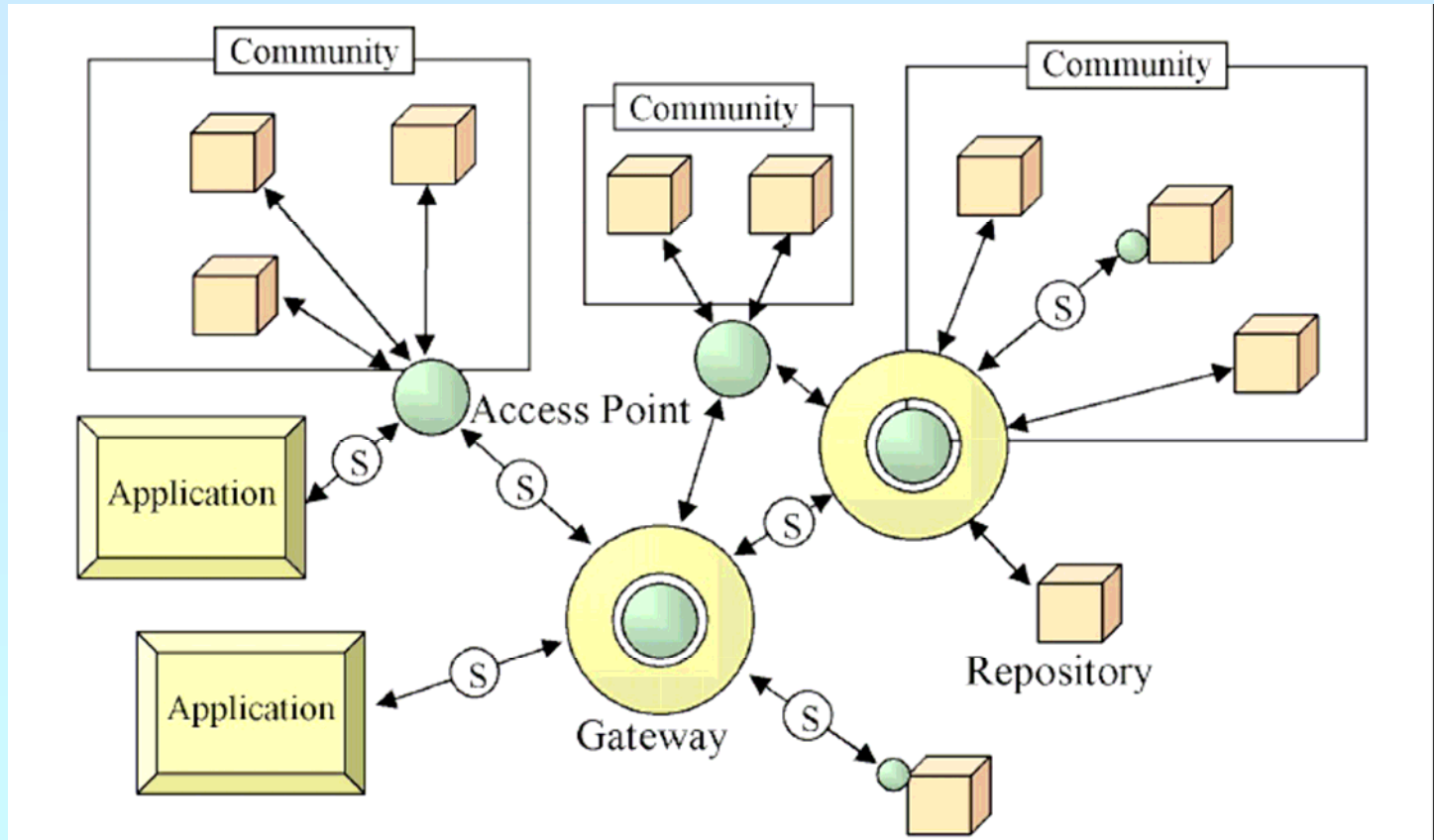
```
|   + Numerical Data (*)
|   |   + Resource ID (1)
|   |   + Resource Header (1)
|   |   |   + Resource Name (1)
|   |   |   + Provider Resource Name (*)
|   |   |   + Description (1)
|   |   |   + Acknowledgement (0)
|   |   |   + Contact (1)
|   |   |   |   + Person ID (1)
|   |   |   |   + Role (+)
|   |   |   + Alias (*)
|   |   |   + Information URL (*)
|   |   |   |   + Name (0)
|   |   |   |   + URL (1)
|   |   |   |   + Description (0)
|   |   + Provider Processing Level (0)
|   |   + Provider Version (0)
|   |   + Observatory ID (1)
|   |   + Instrument ID (1)
```

...

```
+ Physical Parameter (+)
```

```
|   + Name (0)
|   + Description (0)
|   + Caveats (0)
|   + Cadence (0)
|   + Units (0)
|   + Units Conversion (0)
|   + Coordinate System (0)
|   |   + Coordinate Representation (0)
|   |   + Coordinate System Name (0)
|   + Dimension (0)
|   |   + Size (1)
|   |   + Description (1)
|   + Measured (0)
|   |   + Field (0)
|   |   |   + Field Qualifier (1)
|   |   |   + Field Physical Quantity (1)
|   |   + Particle (0)
|   |   |   + Particle Type (1)
|   |   |   + Particle Qualifier (0)
|   |   |   + Particle Physical Quantity (1)
|   |   + Photon (0)
|   |   |   + Photon Qualifier (1)
|   |   |   + Photon Physical Quantity (1)
|   |   + Mixed (0)
```

# Architecture envisagée pour le VO



**Access point:** VxOx, OV spécifique des sous-discipline  $\Rightarrow$  agrégat des ressources spécifiques vues comme une seule

**Gateway:** registry avec pointeur où un grand nombre de produits sont enregistrés

# SPASE: bilan et perspectives

La v1.0.1 est une première étape. Certaines difficultés sont apparues et ont été laissées pour plus tard.

Une phase d'expérimentation commence

Objectif: une version v1.0.2 pour 2007

Les données de planéto-plasmas ne sont pas prises en compte



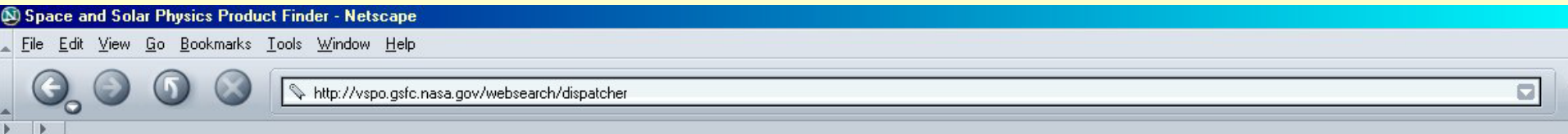
# Premiers web services

Le CDAWEB (Nssdc/Nasa) fourni des web-services:

- transformation de formats
- accès aux données et visualisations d'orbitographie
- accès aux données

Web-services utilisés facilement au CDPP

# Un OV embryonnaire: un moteur de recherche



## Space and Solar Physics Product Finder

Virtual Space Physics Observatory



click above to return to the general  
contact us

- VSPPO Guide
- Journal Search (NASA ADS)
- Space Weather (LWS)
- Heliocentric Orbits (Helioweb)
- Geocentric Orbits (SSCWeb)

### Text search:



### Time-range:

If the ending date is omitted, present time will be assumed. The time range of matched products will intersect the specified time range.

YYYY MM DD YYYY MM DD














### Current product list restrictions:

None

### Click the element name to search on:

**Measurement type** - The category of the measurement, roughly corresponding to the type of instrument used.

**Observatory** - The spacecraft or station that made the observations recorded in the product.

**Storage repository** - Identifies the repository where the product is located.

**Project** - Describes a collection of observatories, grouped for convenience (e.g., GOES for all the numbered satellites).

**Instrument** - Identifies names and abbreviations of the instrument.

**Product type** - Identifies the product type, such as numerical data or images.

**Resolution** - Number of seconds between readings.

**Observatory region** - A region occupied by the observatory in the course of its orbit.

**Observed region** - The main region imaged. Applicable to remote sensing products.

**Spectral range** - Distinguishes the spectral range of the photons involved in the observations.

**Time-span** - The overall time range in which data were gathered (ignoring gaps). Allows to select comparison method.

**File format** - The file format of the data product, e.g., as a CDF, HDF5, or IDFS file.

**Access rights** - The permitted level of use for the product.

### Product list

#	Product name	Access URL
1	ACE 27-day Survey Plots	• Polar-Wind-Geotail 'gif-walk' site
2	ACE Daily Survey Plots	• Polar-Wind-Geotail 'gif-walk' site
3	ACE GSE 12-min Position Data	• in CDF via ftp from CDAWeb • Satellite Situation Center • CDAWeb
4	ACE MAG 1-hr Key Parameter (recent) data	• in CDF via ftp from CDAWeb • CDAWeb
5	ACE MAG 1-hr magnetic field data	• ACE Science Center (ASC) • in HDF via ftp from ASC • CDAWeb • in CDF via ftp from CDAWeb • in ASCII via ftp from NSSDC
6	ACE MAG 16-s Key Parameter (recent) data	• in CDF via ftp from CDAWeb • CDAWeb
7	ACE MAG 4-min magnetic field data	• ACE Science Center (ASC) • CDAWeb • in CDF via ftp from CDAWeb • in ASCII via ftp from NSSDC
8	ACE MAG 5-min Key Parameter (recent) data	• in CDF via ftp from CDAWeb • CDAWeb
9	ACE MAG SWEPAM 4-min merged IMF+plasma data	• NSSDC/FTPBrowser with subset, display and listing options • ACE/MAG/SWEPAM 4-min data in A ftp
10	ACE MAG SWEPAM 64-s merged IMF+plasma data	• ASC interface with subset, graphical and listing options

# Bilan, conclusion

Interopérabilité et OV, besoins urgents pour la communauté plasmas. L'enjeu scientifique est très important.

SPASE tente de définir un modèle de référence. Une première version a été récemment publiée et va être expérimentée.

Des difficultés apparaissent et ne semble pas pouvoir trouver de solution universelle très rapidement. Elles ne concernent cependant qu'une fraction des données.

Des web-services commencent à exister

# Perspectives pour un groupe particulier: OV-France Système Solaire $\Rightarrow$ OV héliosphérique/MTO spatiale

Mise en commun de services d'une sélection limitée de données  
(choisies en fonction de leur pertinence scientifique, leur simplicité  
d'usage, leur accessibilité)

