

# EVOLUTION DE LA COURONNE SUR UN CYCLE D'ACTIVITE: BILAN DES OBSERVATIONS LASCO-C2

P. Lamy, A. Llebaria, F. Saez, M. Burtin, Y. Boursier, S. Robelus

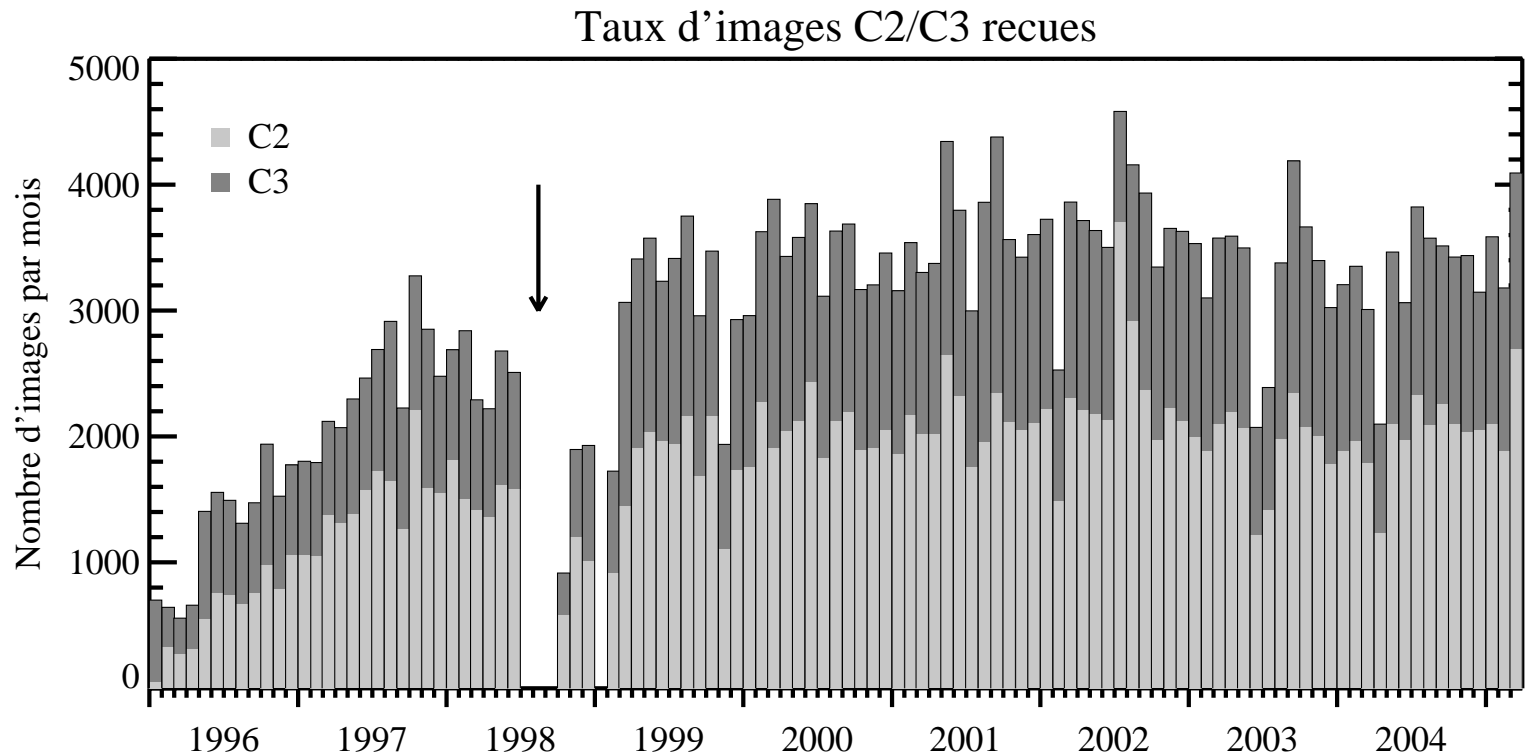
Laboratoire d'Astrophysique de Marseille  
BP 8 Traverse du Siphon - Les 3 Lucs  
13376 Marseille Cedex 12

# Plan

- Évolution de l'activité globale.
- Minimum d'activité.
  - Structure de la densité électronique dans les trous coronaux.
- Cartes synoptiques:
  - Évolution de la structure de la ceinture de grands jets
  - Évolution de l'apparition de CMEs

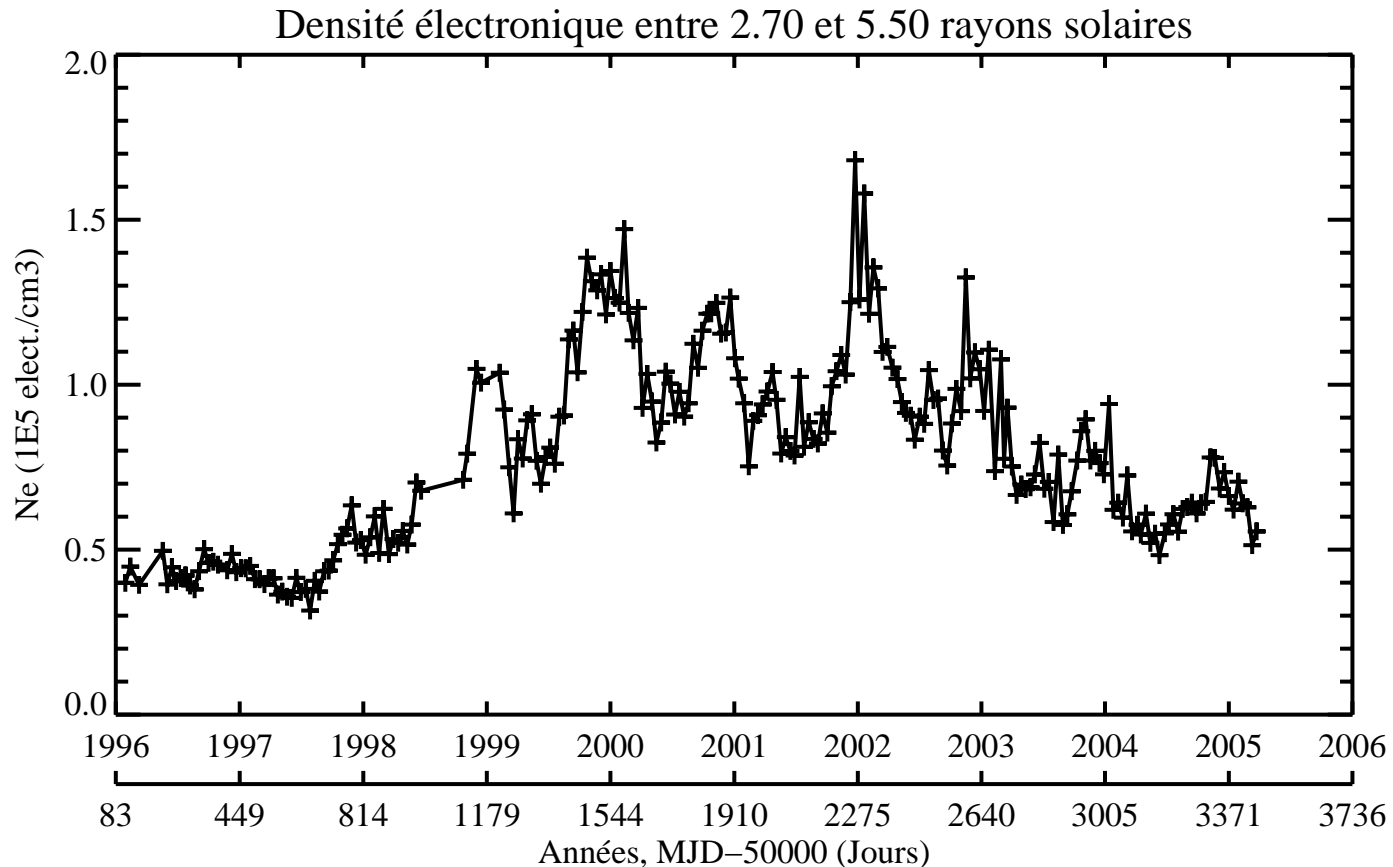
# Chronogramme des observations

Le graphique montre la cadence mensuelle d'enregistrement d'images avec les coronographes C2 et C3 de l'instrument LASCO. La flèche indique la période de perte du satellite pendant laquelle aucune image n'a pu être enregistrée.

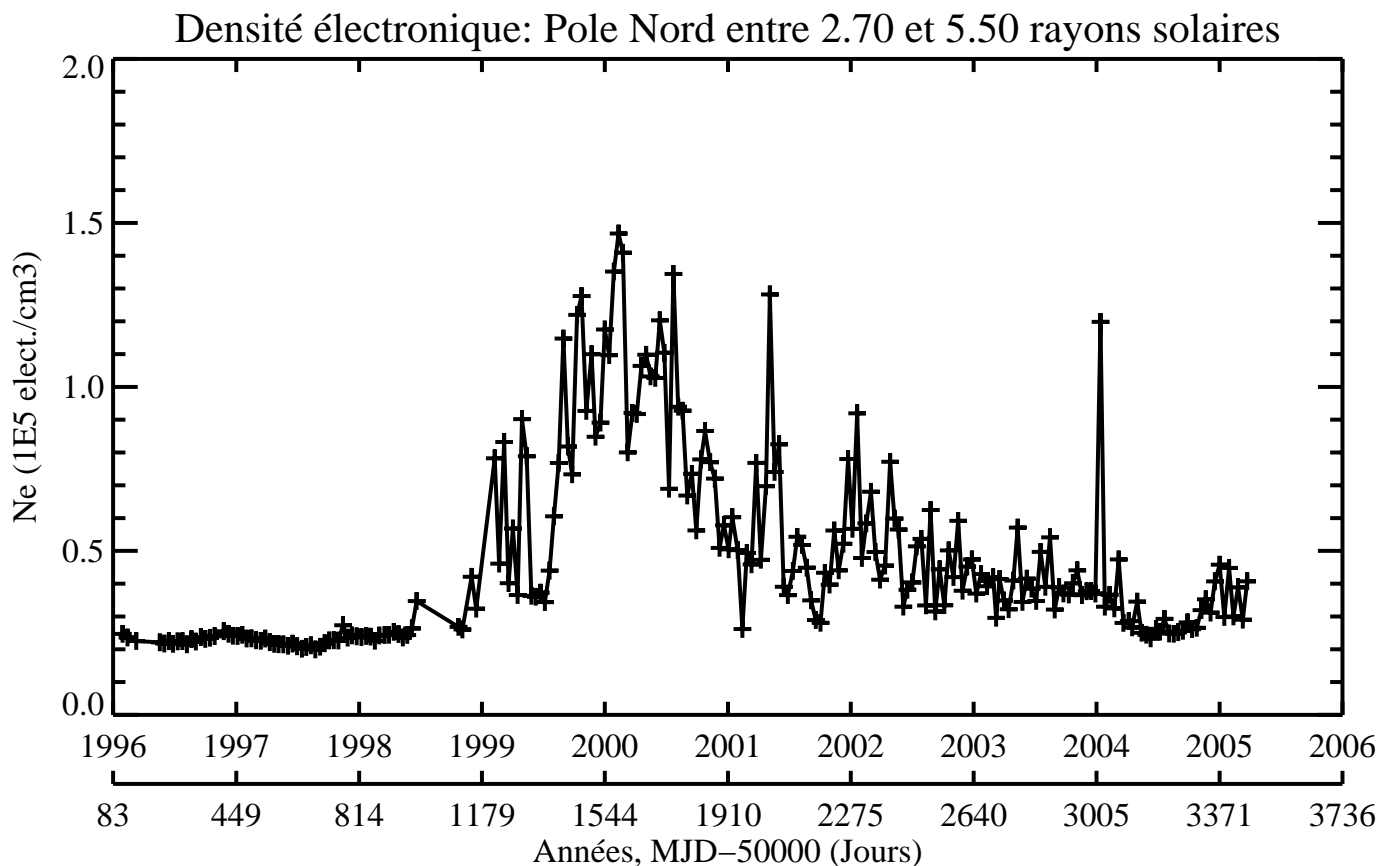


# La densité électronique

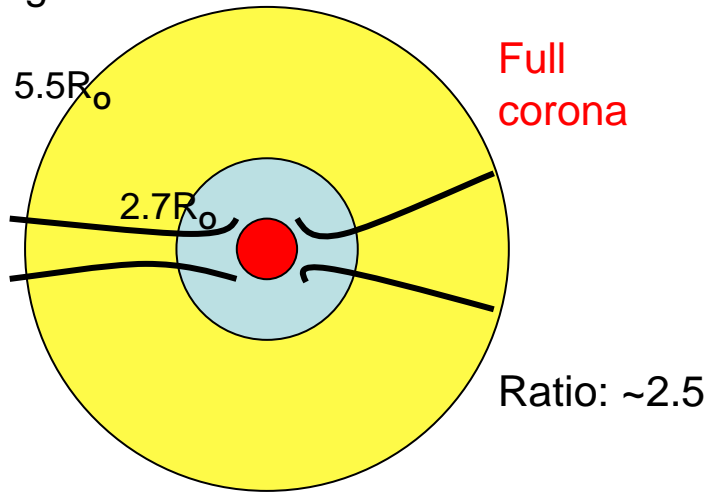
La densité électronique est calculée par inversion à partir des images de brillance K. Le graphique suivant présente une vue d'ensemble de l'évolution de la densité électronique intégrée sur une surface circulaire comprise entre 2.5 et 5.5 rayons solaires.



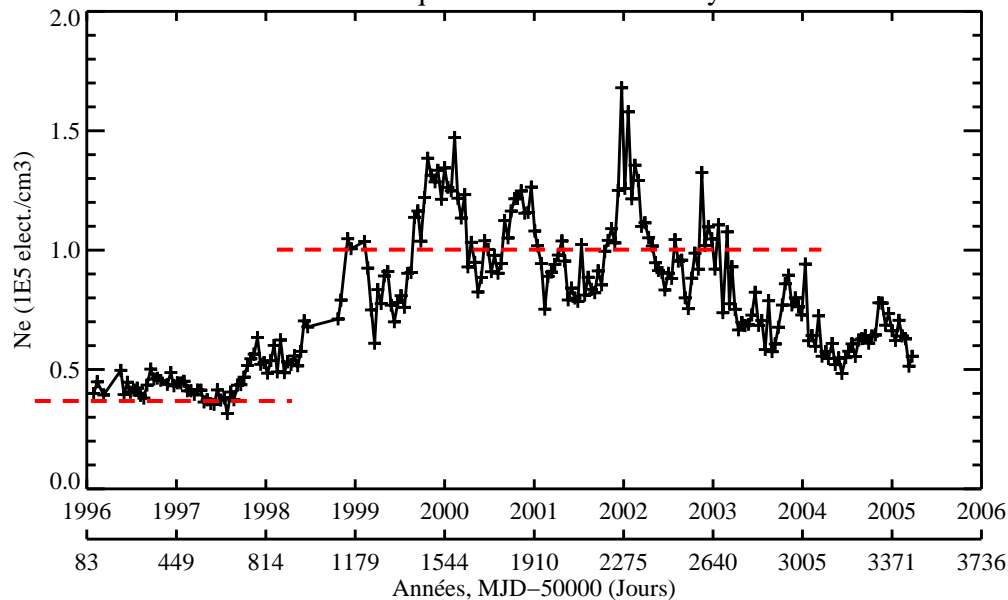
Le deuxième graphique est calculé de manière similaire, mais il est limité à un secteur de  $80^\circ$  centré sur le pôle nord du soleil. Il permet de mettre en évidence l'évolution de la répartition électronique en fonction de l'activité.



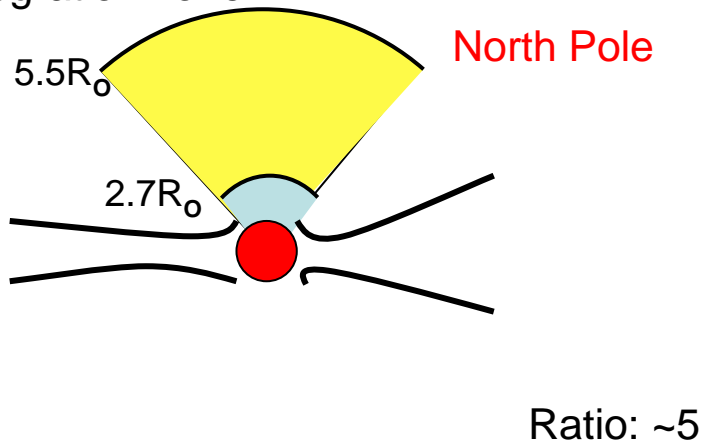
### Integration zone



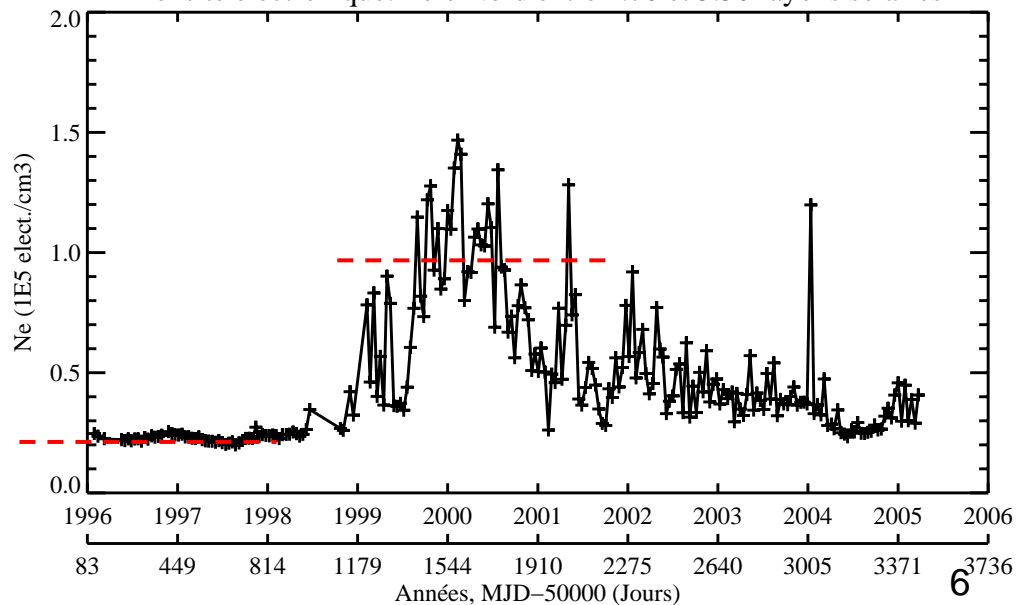
Densité électronique entre 2.70 et 5.50 rayons solaires



### Integration zone

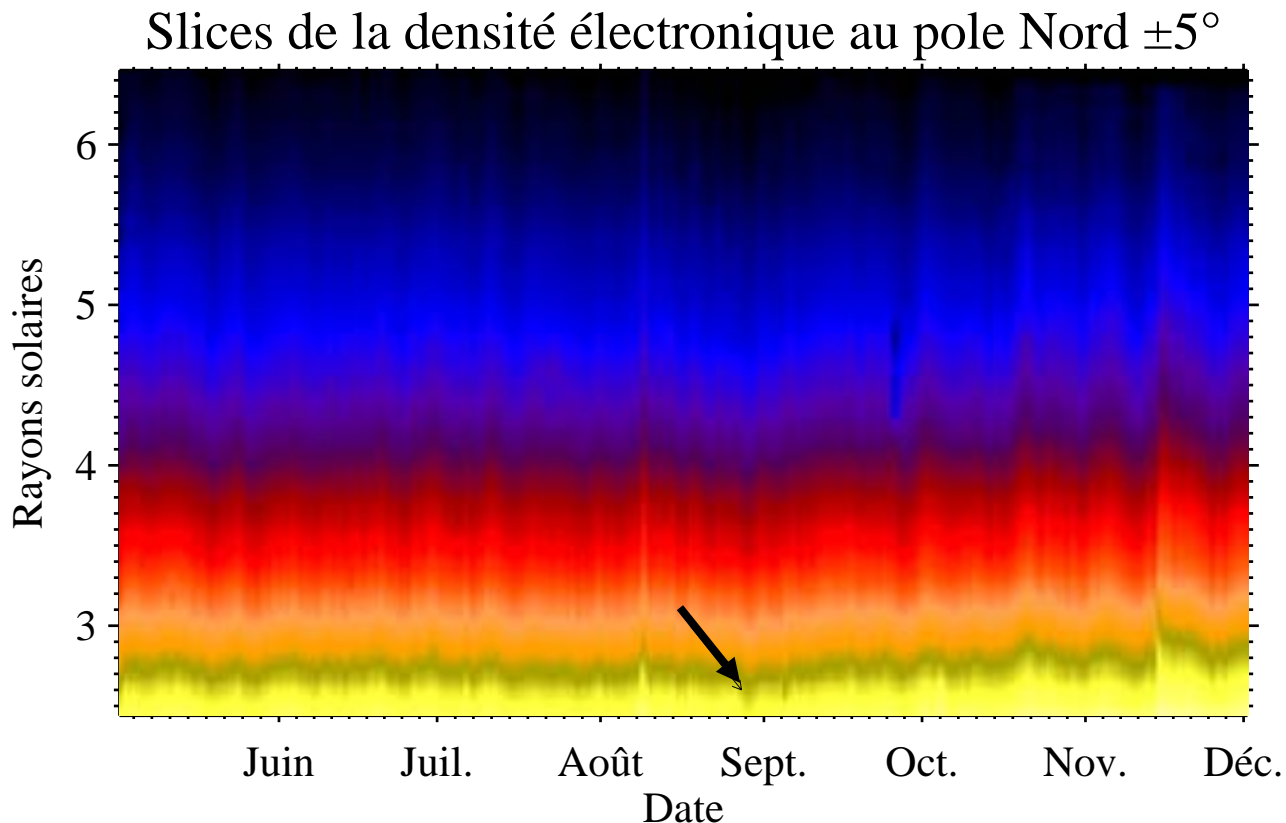


Densité électronique: Pole Nord entre 2.70 et 5.50 rayons solaires

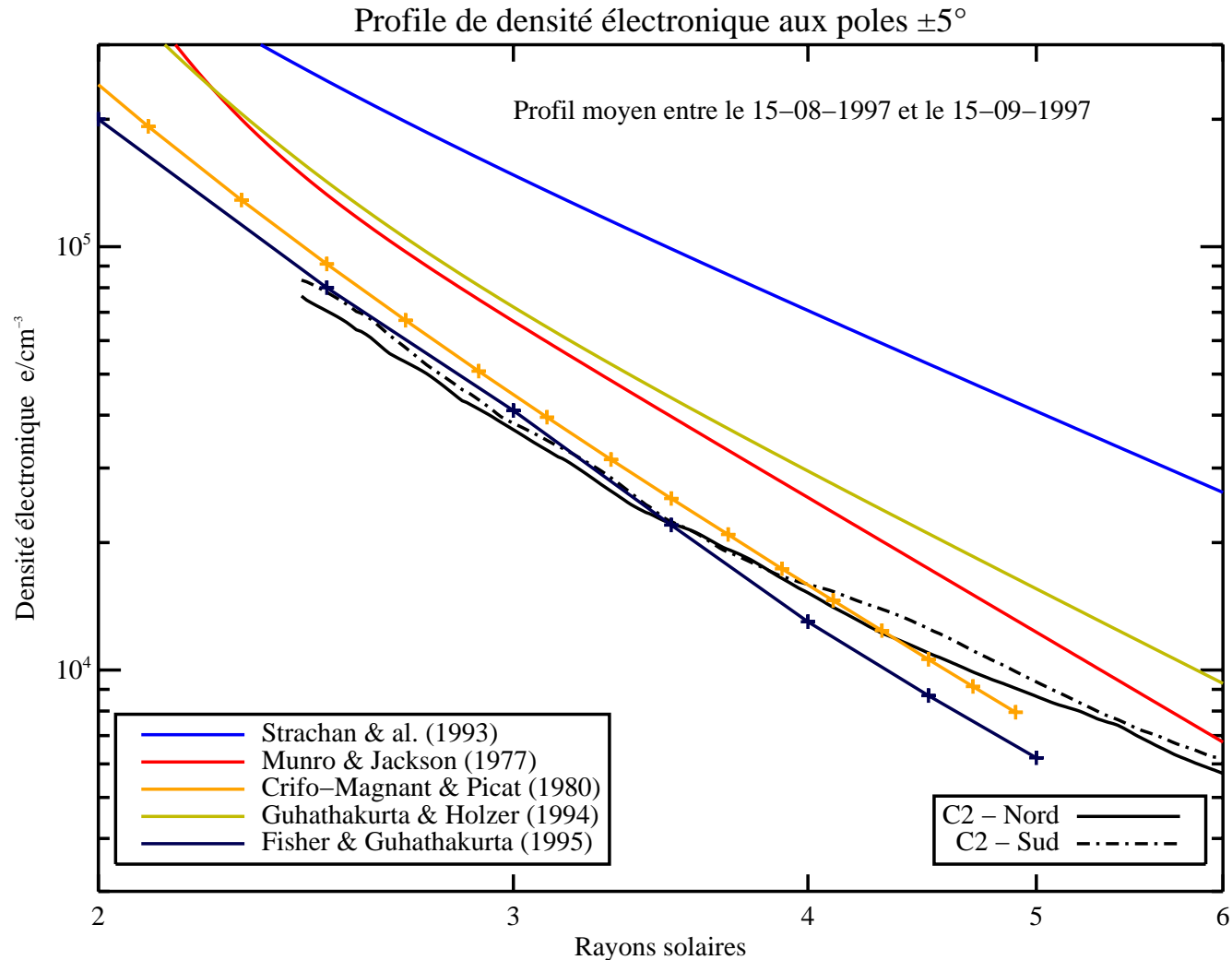


# Les trous coronaux

Le graphique représente un carte de slices ( ensemble de profils radiaux prélevés sur chaque image, étant chacun construit à partir de plusieurs profils moyennés autour du pôle nord a  $\pm 5^\circ$ ) pendant le minimum absolu d'activité durant toute la mission. Ce minimum a été identifié au 28 Août 1997, il est indiqué par la flèche sur le graphique.



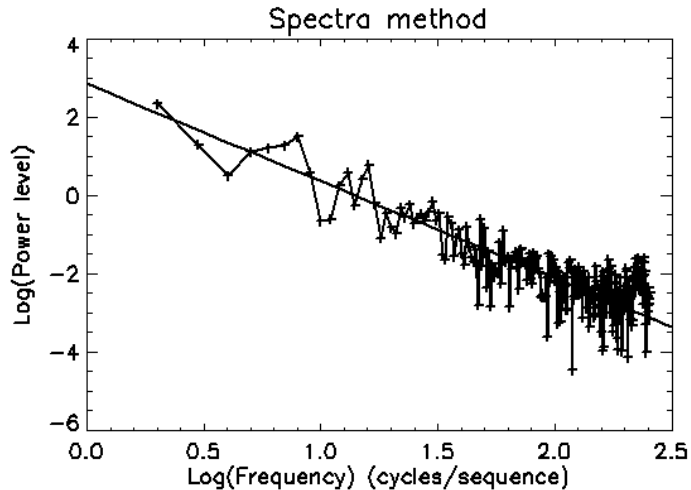
Ce minimum absolue a permis de déterminer des profils de densité électronique. Le graphique suivant présente ces profils moyennés sur 1 mois durant ce minimum d'activité, en comparaison avec des modèles théoriques.





# Les plumes polaires

## Analyse de la séquence d'image

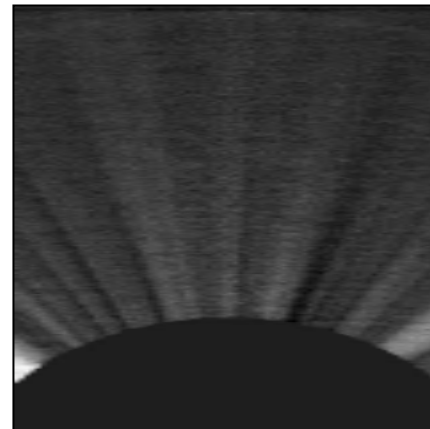


Le spectre de puissance des profils angulaires sur les images de plumes révèle la nature fractale du phénomène.

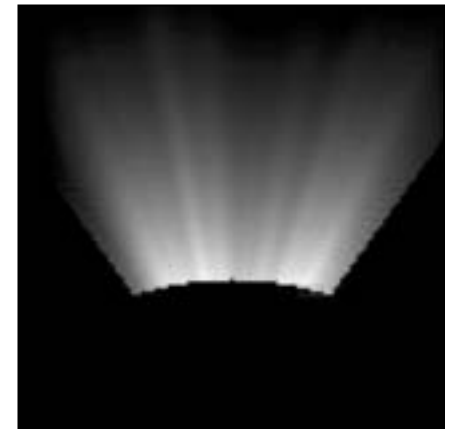
- Densité spectrale de puissance
  - décroissance en  $1/f^{2.5}$
  - fonction originelle au comportement fractal

## Simulations de la calotte polaire

Le spectre de puissance des profils angulaires sur les images de plumes, et leur décroissance  $1/f^{2.5}$ , révèle la nature fractale du phénomène. A partir de ce résultat, des simulations de plumes polaires ont été effectuées par simulation dynamique.

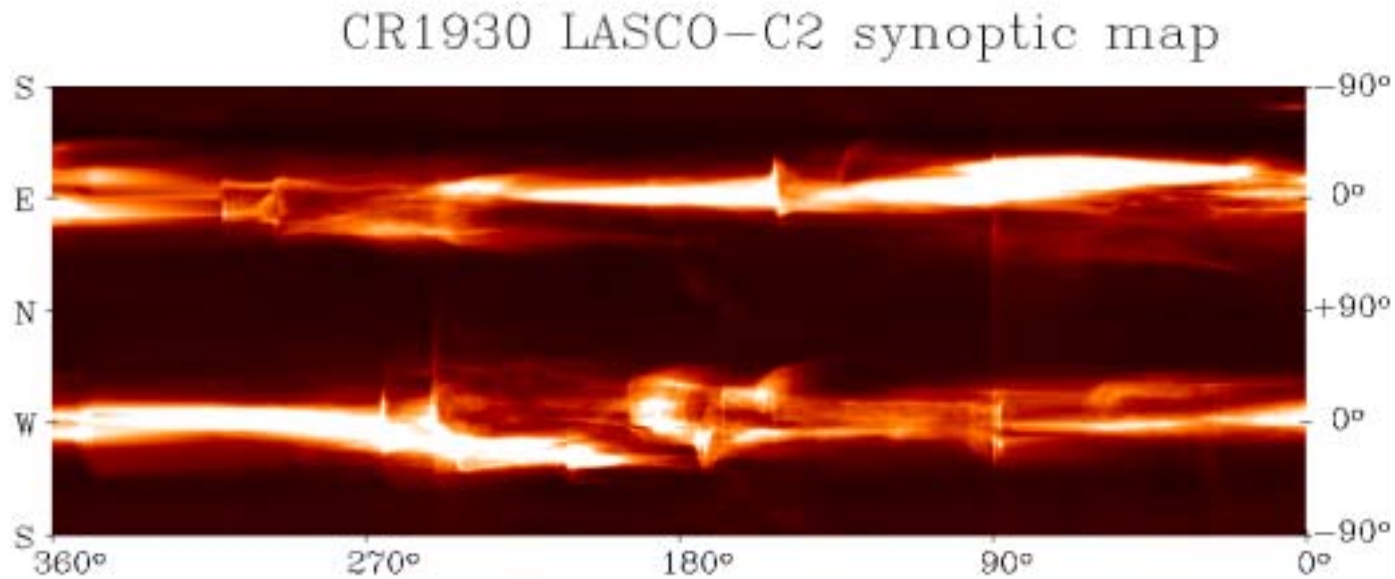


Observations



Simulations

# Vue d'ensemble des résultats: les cartes synoptiques

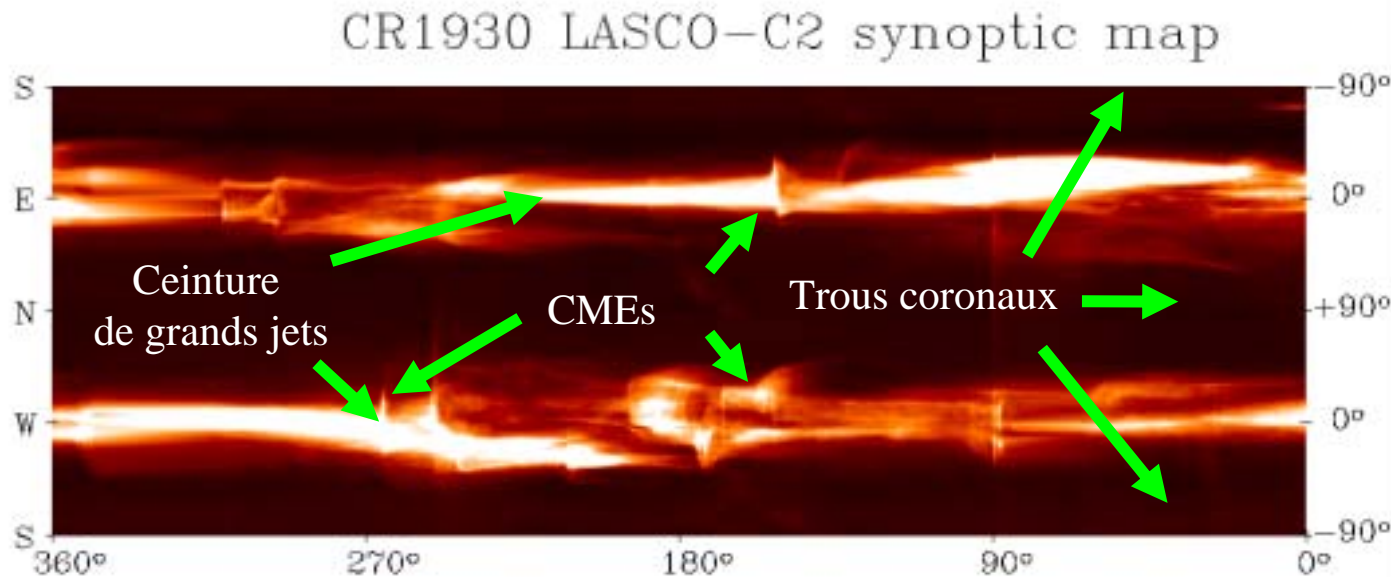


Une nouvelle présentation des cartes synoptiques introduite par Lamy et al. (2002) permettent une vue d'ensemble de l'évolution coronale sur le moyen et long terme.

Elles sont construites par empilement du même profil circulaire mesurée à une distance fixe par rapport au centre solaire, et pour une série d'images.

L'axe des abscisses représente simultanément l'évolution temporelle et la longitude, et l'axe des ordonnées, la latitude.

*Exemple: carte synoptique calculée à partir des données correspondant à la rotation Carrington 1930 ( du 28 Novembre 1997 au 26 Décembre 1997 ).*

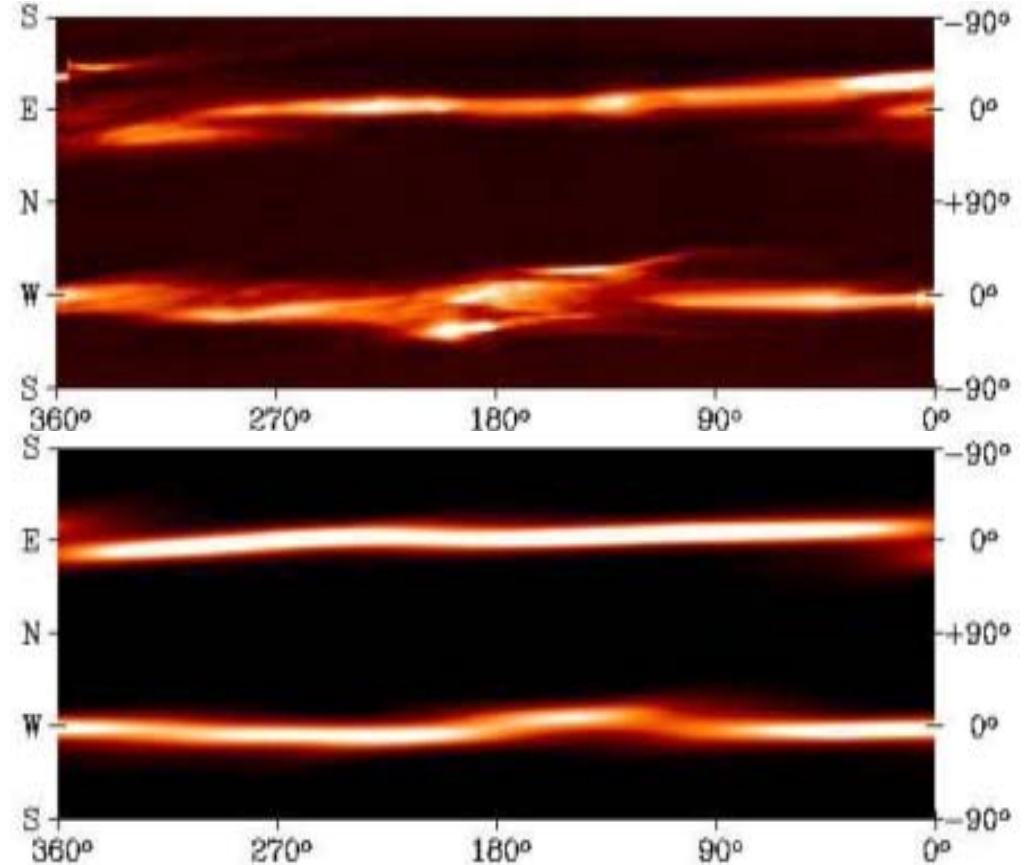
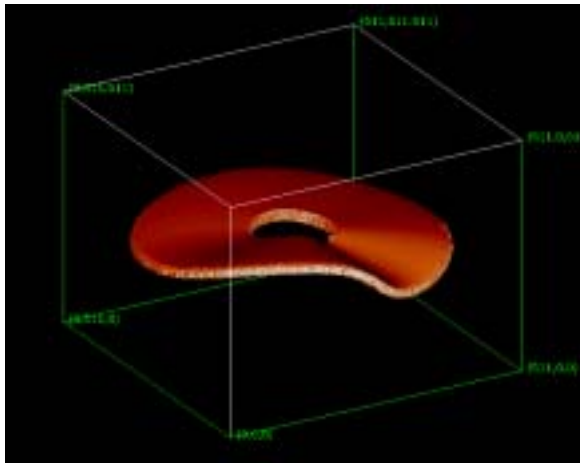


### Signatures:

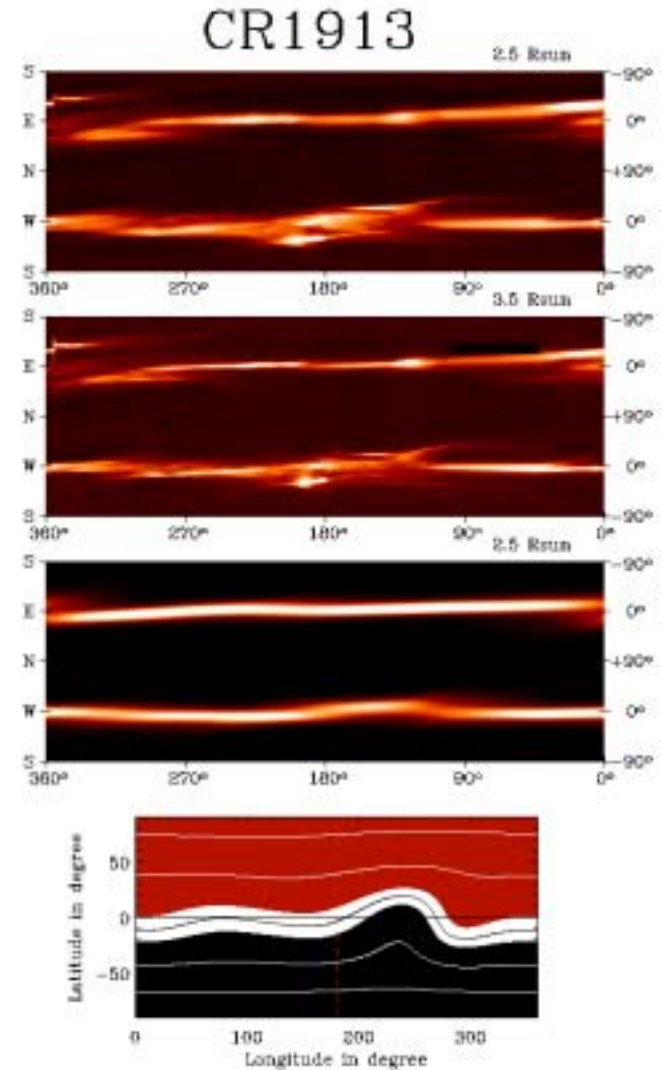
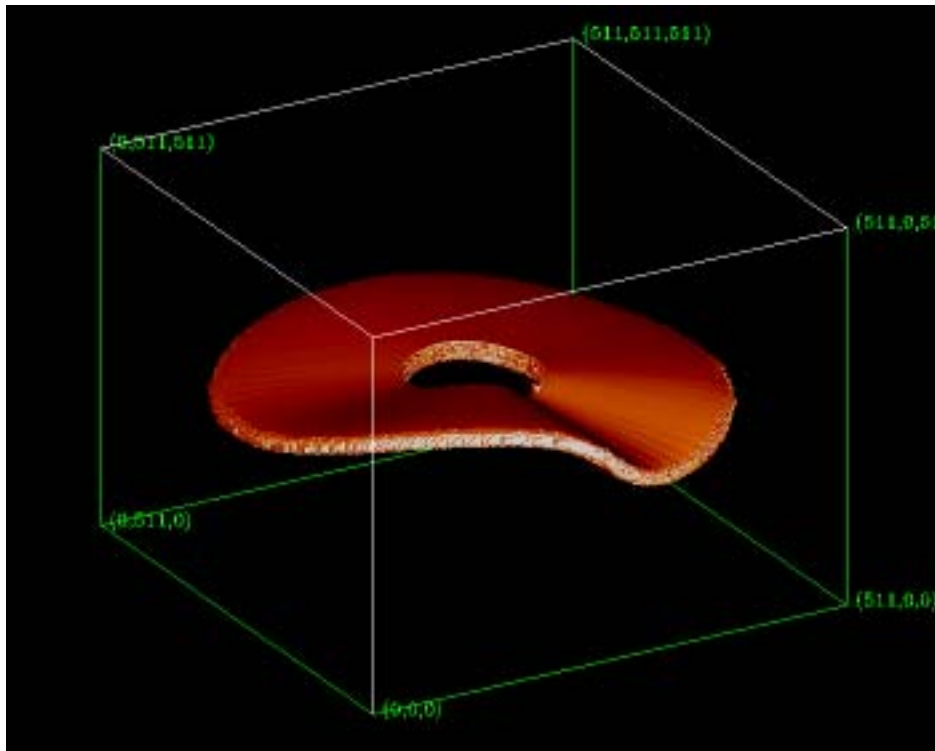
- Les jets coronaux apparaissent en tant que structures allongées et continues
- les éjections coronales de masses (CMEs) apparaissent comme des « traits » verticaux
- les trous coronaux se distinguent par l'absence de structures visibles.

# La ceinture de grands jets

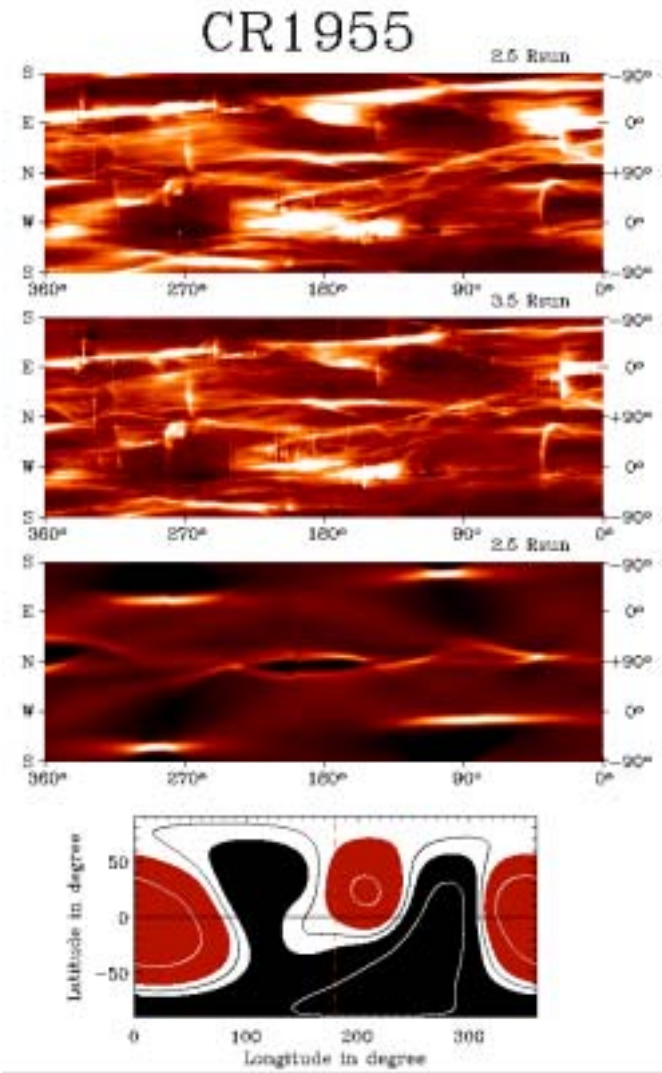
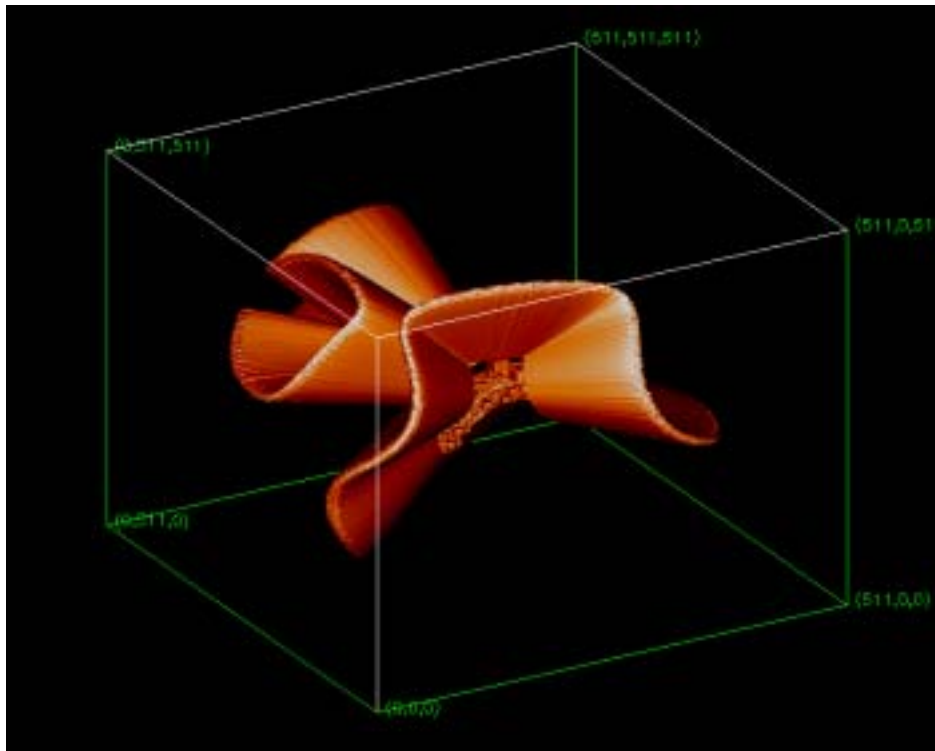
*A gauche, exemple de distribution de la densité électronique 3D autour du feuillet neutre calculé à partir des données du NSO correspondant à la CR 1913, et cartes synoptiques calculées à 2.5  $R_{\text{sun}}$ , à partir des observations de LACSO-C2 (en haut), et des images de synthèse (en bas).*



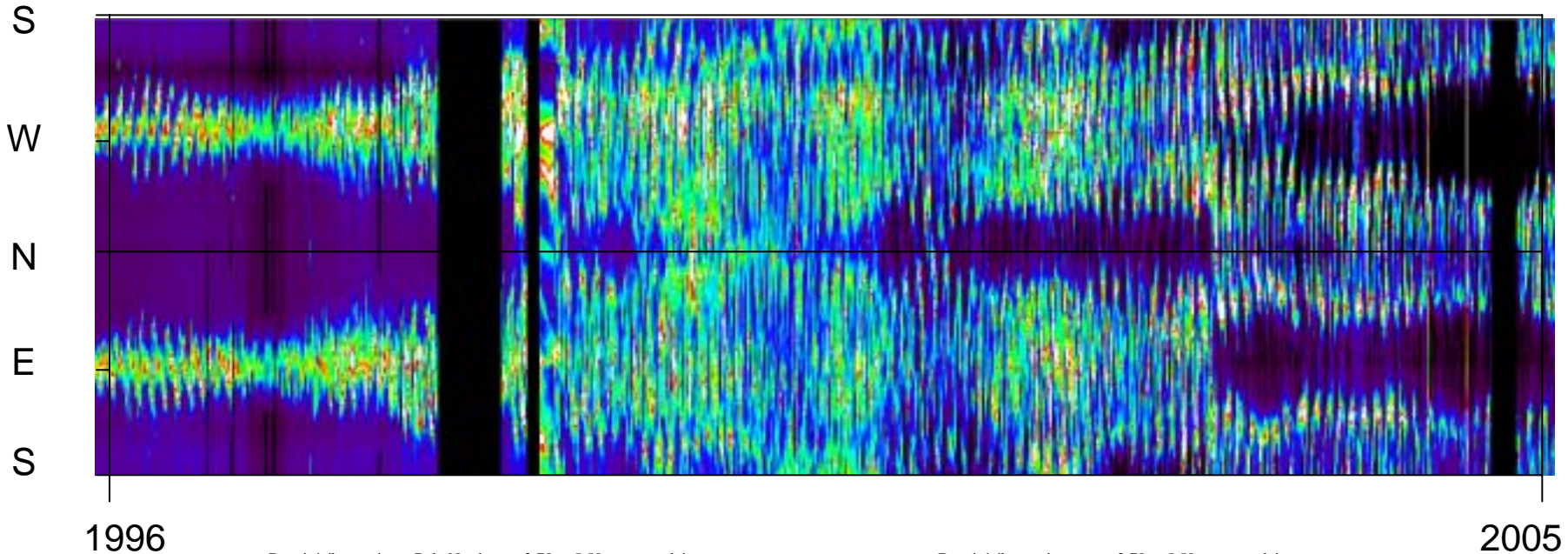
# La ceinture de grands jets



# La ceinture de grands jets

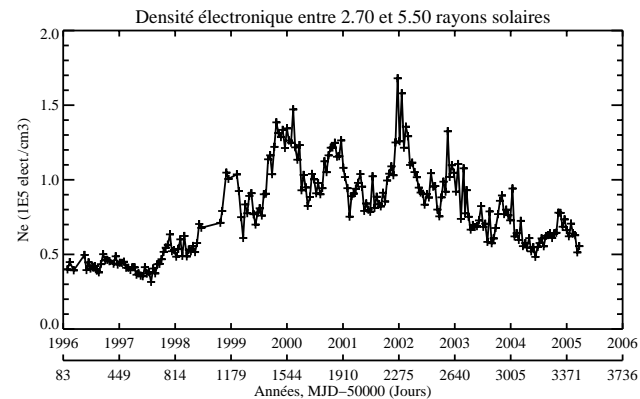
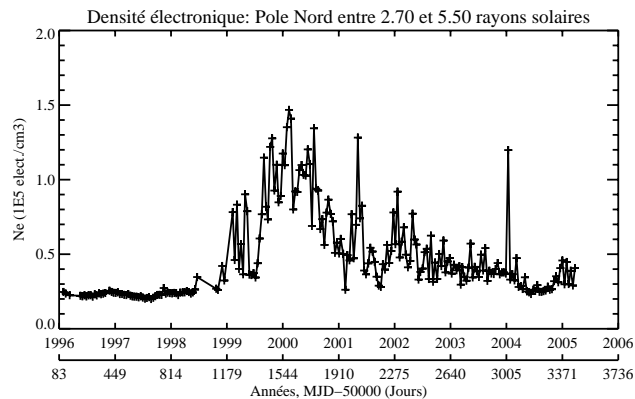


# Evolution de la couronne K (1996-2005) dans les cartes synoptiques

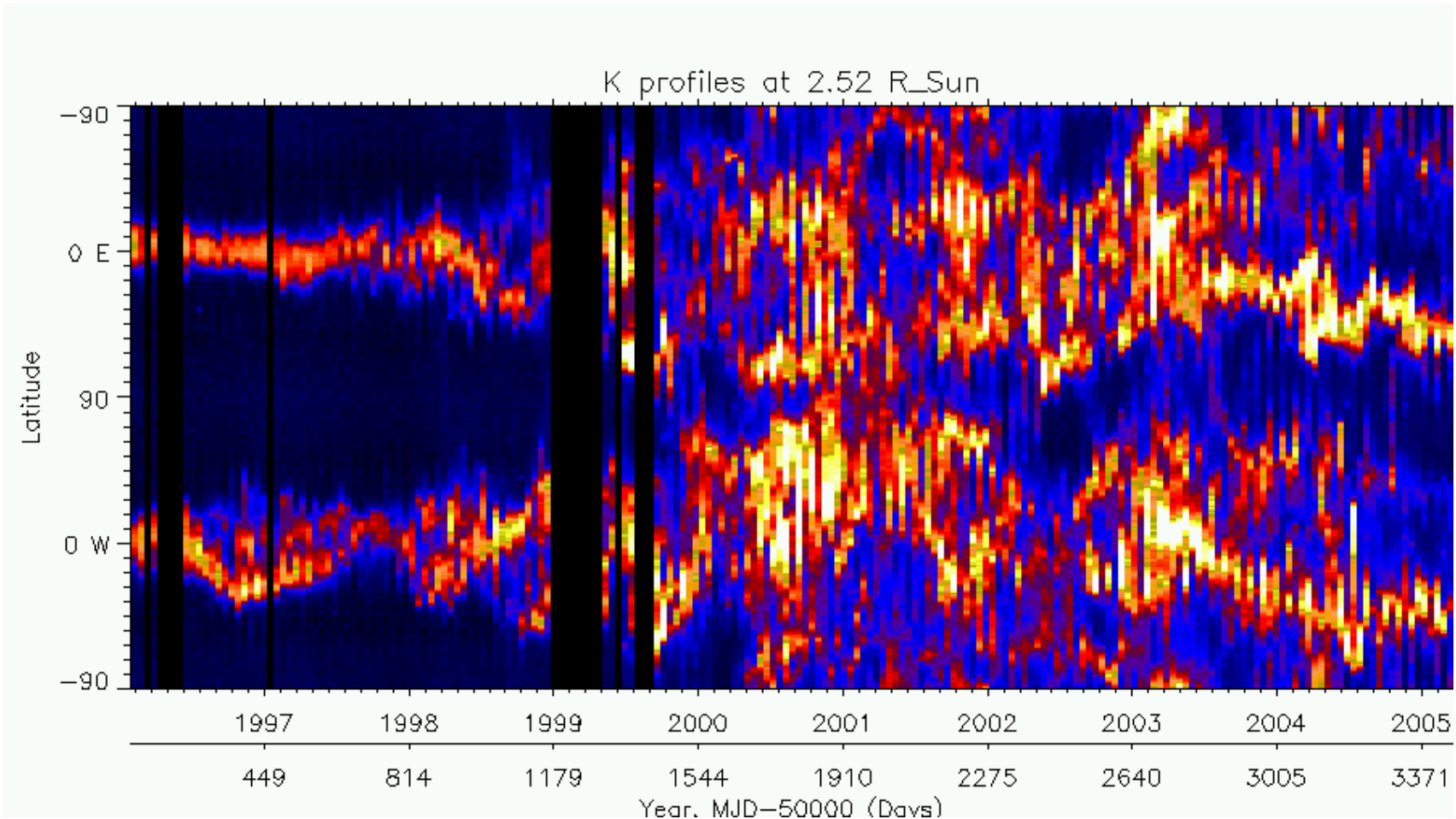


1996

2005



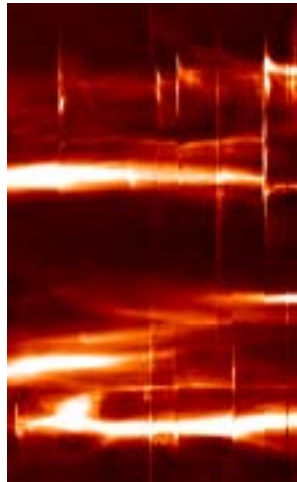
# Evolution de la couronne K (1996-2005) dans les cartes synoptiques



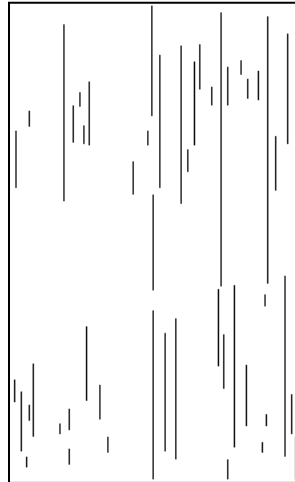


# La détection de CMEs

Les CMEs sont détectées automatiquement sur les cartes synoptiques et leurs principaux paramètres sont estimés (date, angle principale, étendue angulaire, vitesse, et intensité).



Extrait de CR2009



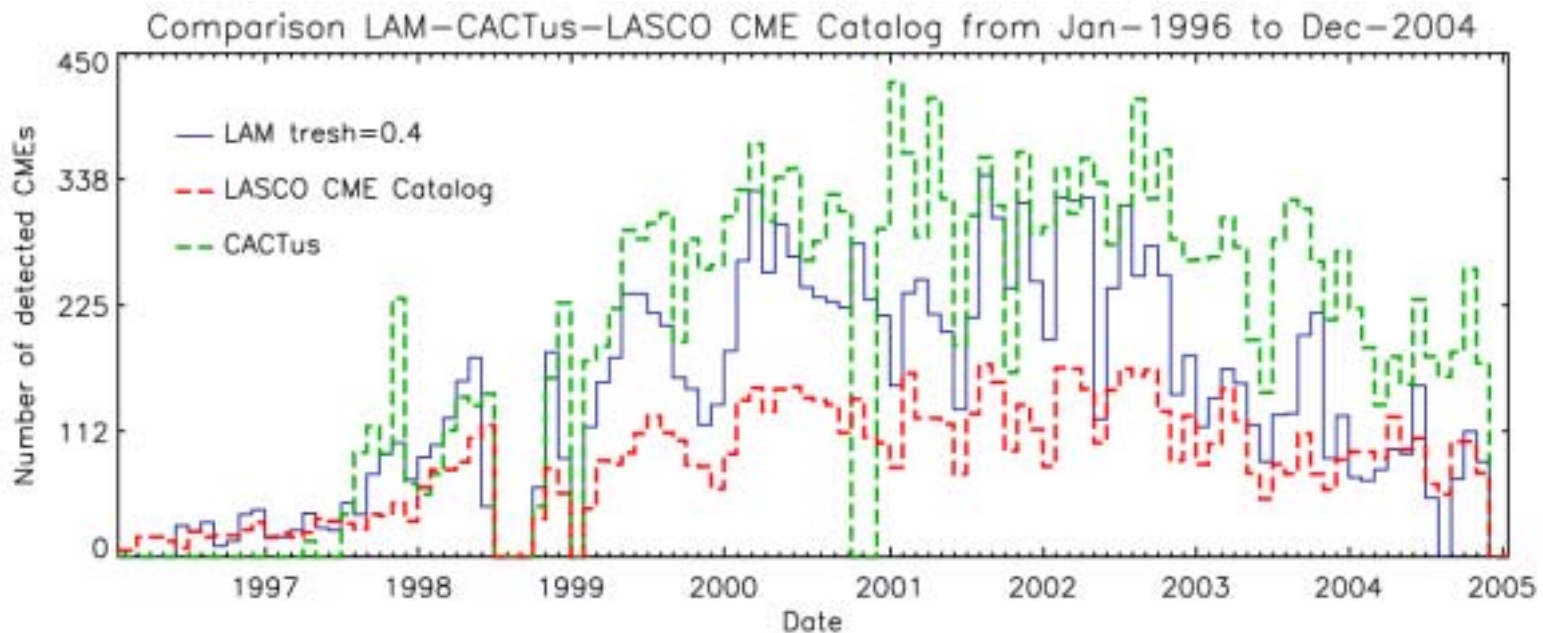
Masque de détection

L'estimation de la vitesse et l'étude morphologique de leur signature sur les cartes synoptiques permettent de distinguer deux grandes familles de CMEs :

- les grandes éruptions, de vitesse élevée, perturbant l'ensemble de la couronne solaire (80% des événements)
- les événements de plus faible intensité et plus lents probablement à l'origine du vent solaire (20% des événements).

# La détection de CMEs

Les CMEs sont détectées automatiquement sur les cartes synoptiques et leurs principaux paramètres sont estimés (date, angle principale, étendue angulaire, vitesse, et intensité).



Résultats comparés des différentes méthodes sur la même période:

--- CACTus

-CACTus

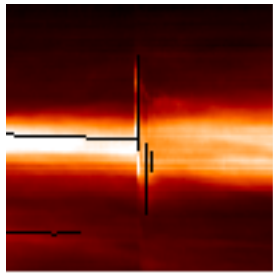
— LAM (seuil 0.4)

-LAM (seuil 0.4)

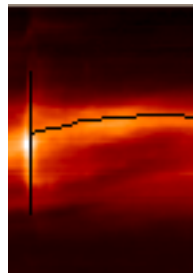
--- Méthode visuelle (LASCO CME-Catalog)

-Méthode visuelle (LASCO CME-Catalog)

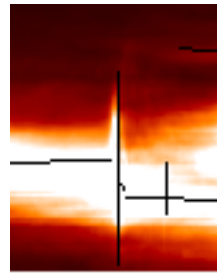
L'étude des interactions entre les CMEs et la ceinture de grands jets revient à étudier la corrélation entre les CMEs et leur effet sur la morphologie du feuillet de plasma après leur apparition. Il en ressort plusieurs situations distinctes.



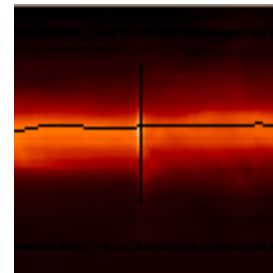
Vidage



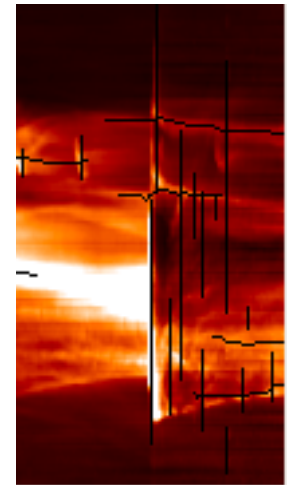
Démarrage



Déviaton



Sans effet



Exemple complexe

# Conclusions

- L'activité solaire définie à partir de **la densité électronique intégrée à évolué** entre 1997 (minimum) et 2000 (maximum) **dans un rapport moyen de 2** avec un pointe de 3 en 2002.
- Le **minimum absolu d'activité** pendant toute la mission se situe dans la **dernière semaine du mois d'Août 1997**. Des nouveaux profils électroniques aux pôles ont été établis a cette date (entre 2,5° et 6° d'élongation).
- L'analyse de l'évolution des images des **trous coronaux** en période de faible activité a révélé la **structure fractale de la distribution électronique** sur la surface de la section sphérique correspondante.
- Les méthodes de simulation d'images coronales (forward modelling, non détaillées ici), ont permis l'obtention de **cartes synoptiques étalonnées** qui montrent **l'évolution mensuelle de la couronne solaire** et ceci sur des longues périodes. Ils se sont révélés indispensables pour la **restitution de la géométrie de la ceinture de grands jets**.
- Pour **la détection de CMEs**, l'emploi de ces cartes se compare avec avantage aux deux autres méthodes existantes. Elle met en évidence **l'existence de plusieurs types de CME**, établit leur fréquence respective et le degré d'interaction avec la ceinture de grands jets.

Home

26/9/3905 - 4:18 P.M.

Last update 18/08/03

LASCO

General Information

Optical Principle

Optical layout

C2 Calibration Data

Laboratory Calibration

In-Flight Calibration

Pipeline

Block Diagrams

softwares

Data Products

Polarized Image Products

Carrington Maps

Monthly Synoptic Maps

Multi Year Synoptic Maps

Solar Cycle Activity

Transient Activity

Data archives

Archives

In-Flight op. data

Cosmic Rate

Telemetry

Roll Angle

Exposure correction factors

Occluder position

The Team

Team LASCO

LAS Calibration Team

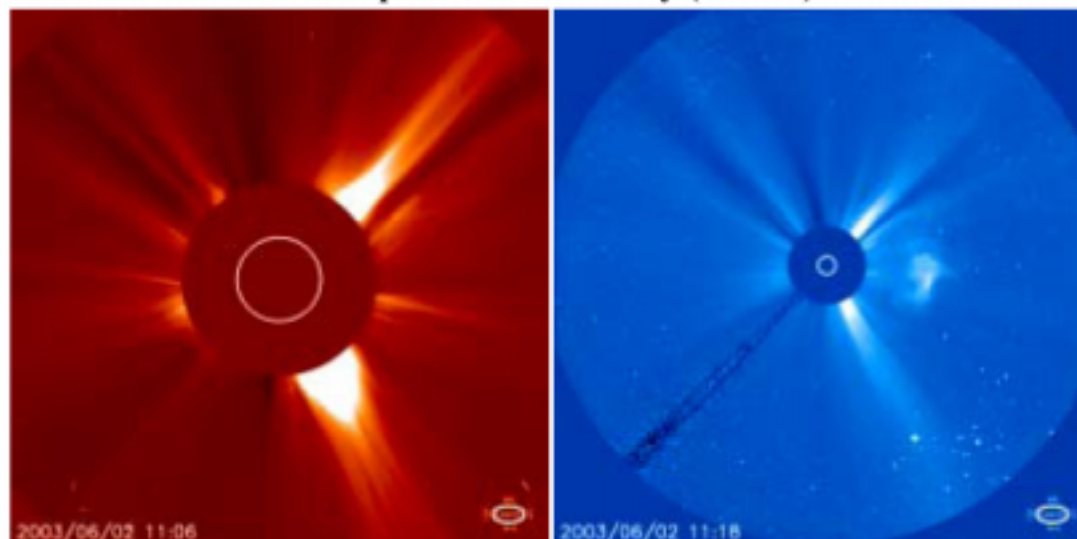
[Contact us](#)

Laboratoire d'Astronomie Spatiale

# LASCO



The Large Angle Spectroscopic  
Coronagraph on the Solar and  
Heliospheric Observatory (SOHO)



**PROCESSING, CALIBRATION AND DATA PRODUCTS FROM  
THE LASCO-C2 AND C3 CORONAGRAPHS**