

Les partenaires



**IRSN**



Observatoire  
de Paris

**SIEVERT**

# L'exposition des personnels navigants au rayonnement cosmique

Jean-François BOTTOLLIER-DEPOIS (IRSN)  
Pierre DESSARPS (DGAC)

## La réglementation européenne

### Article 42 de la directive 96/29/EURATOM du 13 mai 1996

« Chaque État membre prend les dispositions nécessaires pour que les entreprises exploitant des avions prennent en compte l'exposition au rayonnement cosmique du personnel navigant susceptible de subir une exposition supérieure à 1 mSv par an. Les entreprises prennent les mesures appropriées, afin notamment :

- ✓ d'évaluer l'exposition du personnel concerné ;
- ✓ de tenir compte de l'exposition évaluée pour l'organisation des **programmes de travail**, en vue de réduire les doses du personnel navigant fortement exposé ;
- ✓ d'**informer** les travailleurs concernés des risques pour la santé que leur travail comporte ;
- ✓ d'appliquer l'article 10 au personnel navigant féminin. »

(L'article 10 de la directive concerne la **protection particulière pendant la grossesse**. Lorsqu'une femme enceinte a informé l'employeur de son état, elle ne doit plus être affectée à une activité en vol dès lors que la dose équivalente reçue par l'enfant à naître jusqu'à la fin de la grossesse est susceptible de dépasser 1mSv.)

## Arrêté du 8 décembre 2003

- ✓ Tous les travailleurs affectés à bord d'aéronefs en vol.
- ✓ L'employeur doit :
  - ✓ Désigner une personne compétente en radioprotection.
  - ✓ Procéder à une évaluation prévisionnelle.
  - ✓ Evaluer les doses individuelles reçues si  $> 1 \text{ mSv/an}$  par une méthode de calcul validée par l'IRSN.
  - ✓ Consulter la personne compétente en radioprotection sur la programmation des vols.
- ✓ Le médecin du travail assure le suivi médical individuel.
- ✓ Les doses individuelles sont conservées par l'IRSN.

Les partenaires



**IRSN**



Observatoire  
de Paris

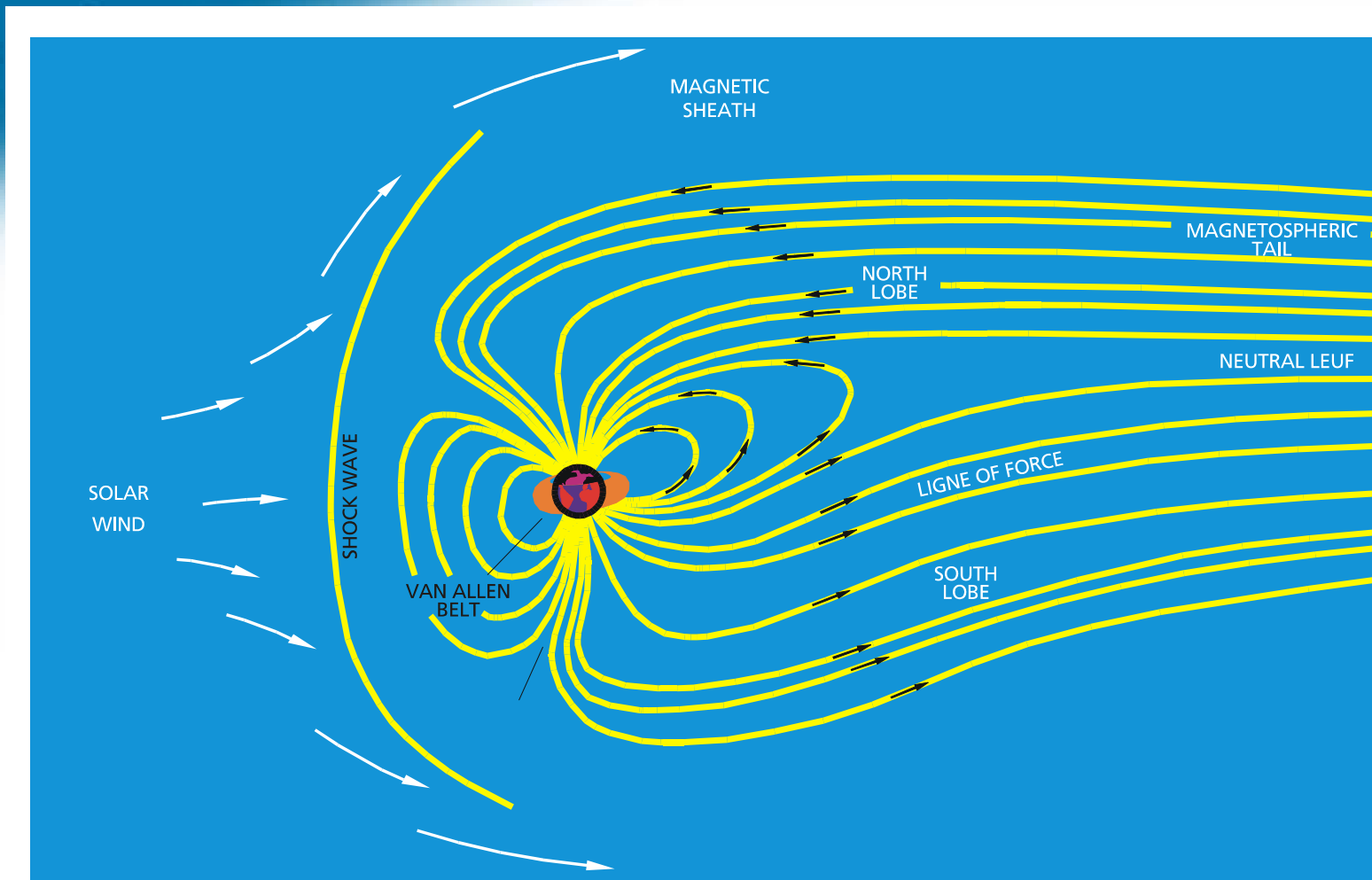
**SIEVERT**

# Quelques rappels sur le rayonnement cosmique

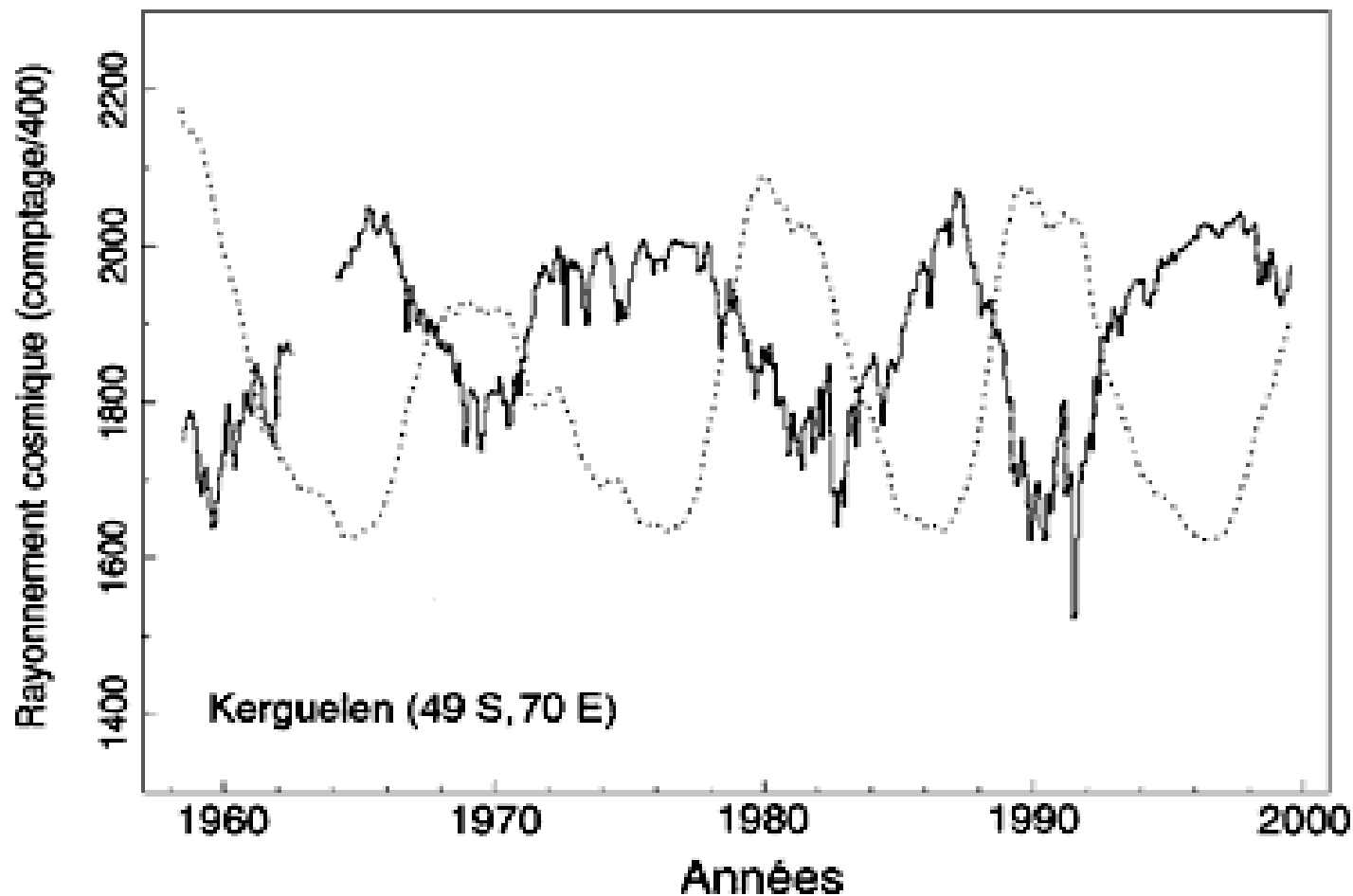
## Facteurs de variation de l'exposition

- ✓ L'activité du soleil (le cycle solaire et les éruptions solaires)
- ✓ La route empruntée par l'avion (influence de la latitude et de l'altitude)
- ✓ La durée du vol

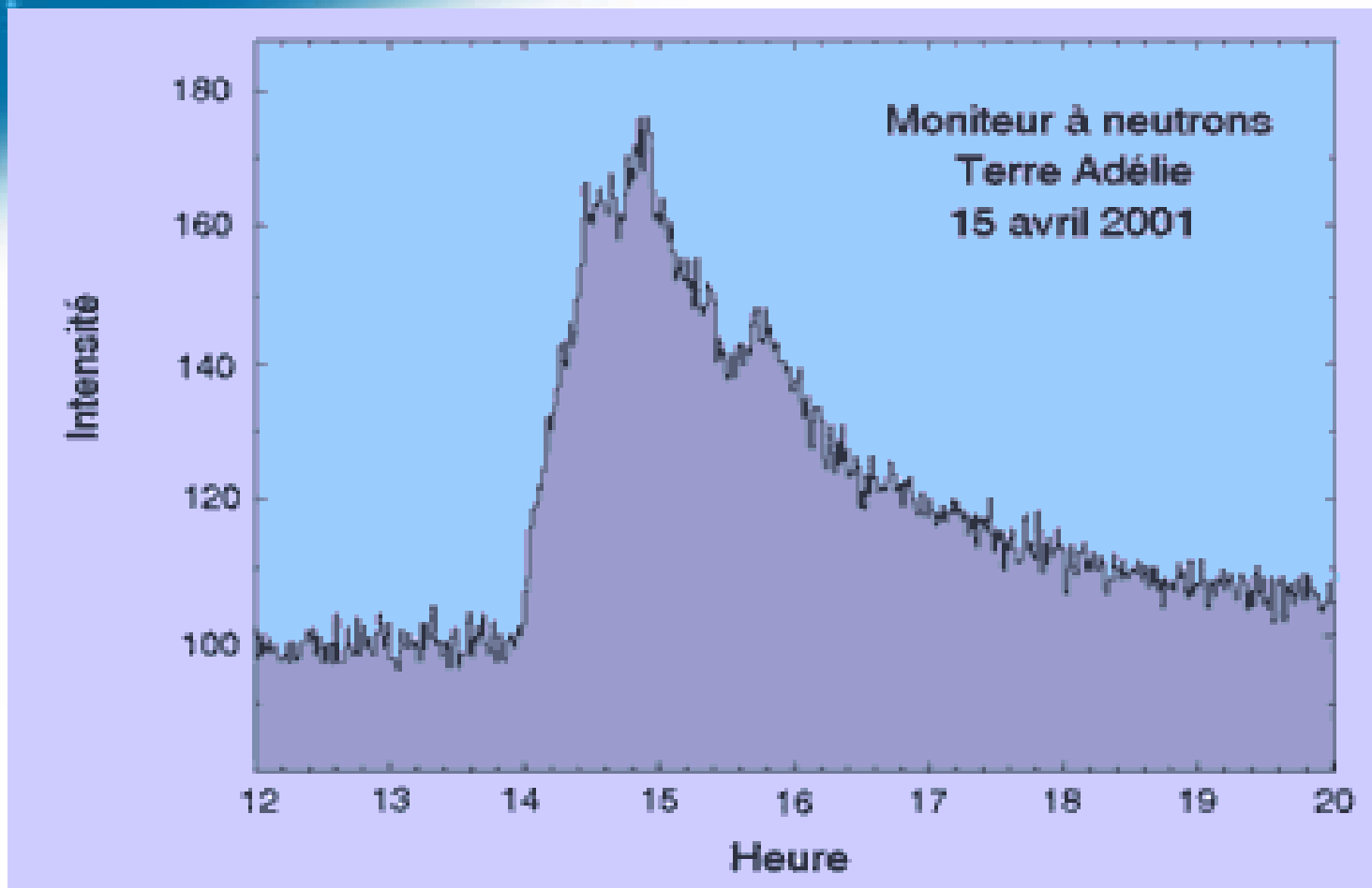
## La magnétosphère



## Le cycle solaire

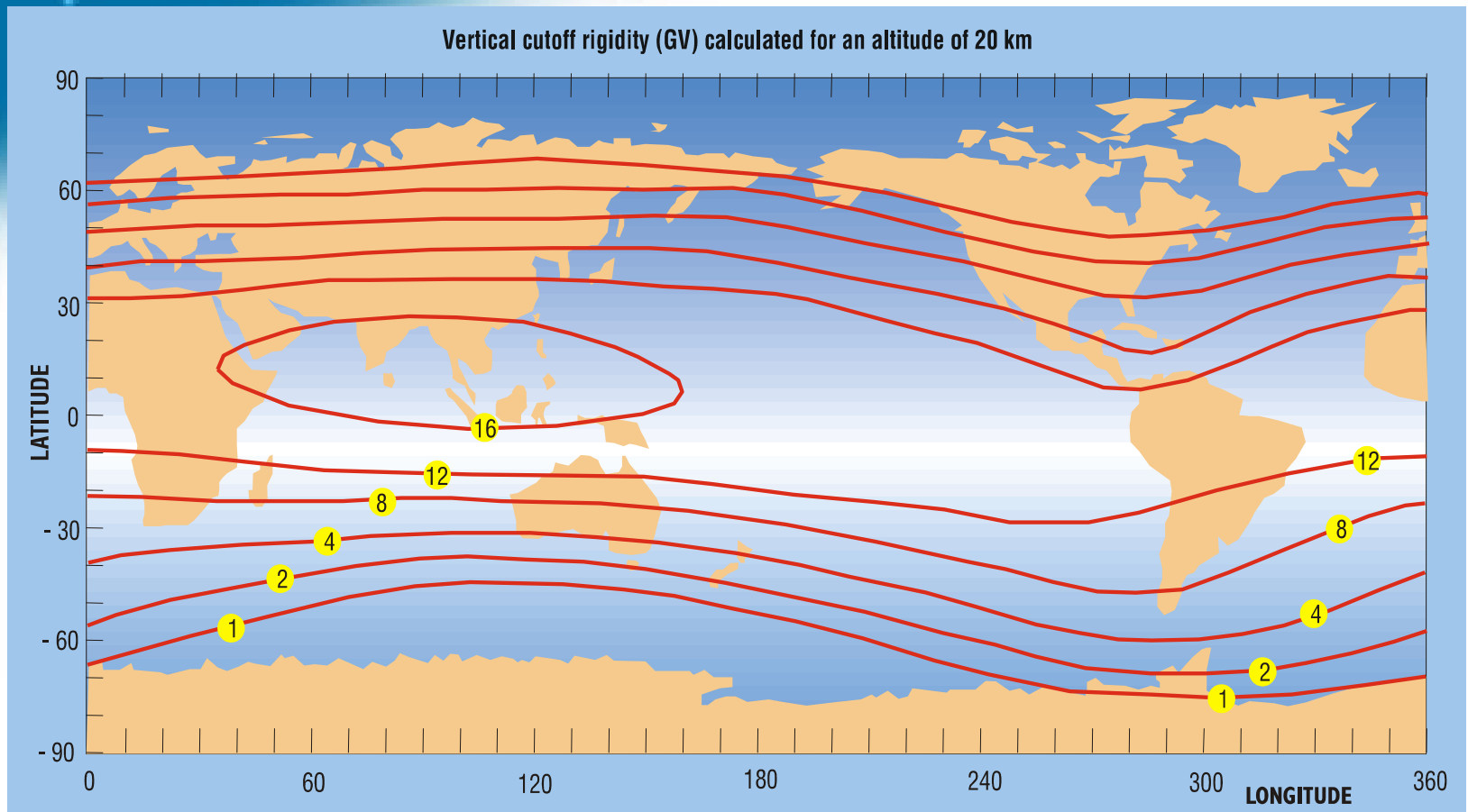


## Les éruptions solaires



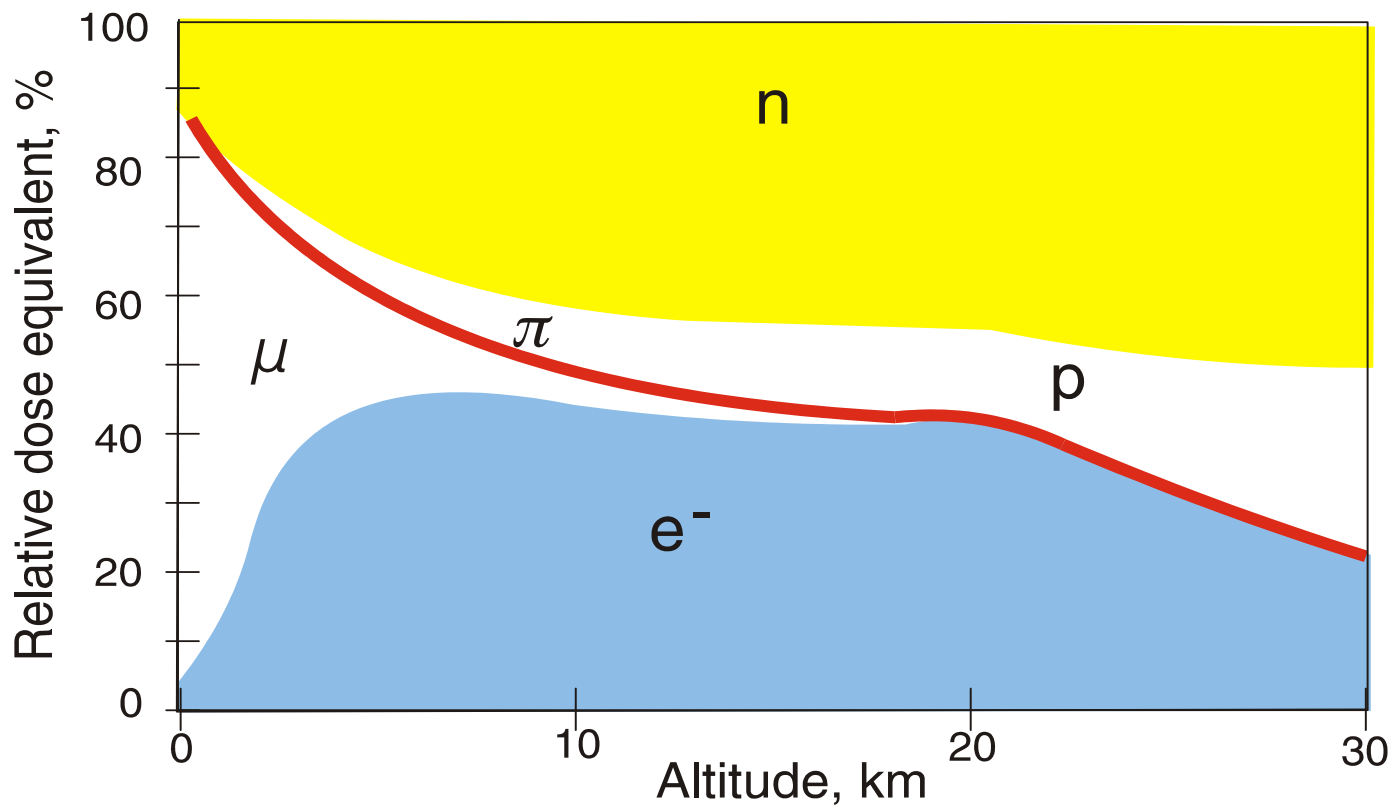


## Influence de la latitude

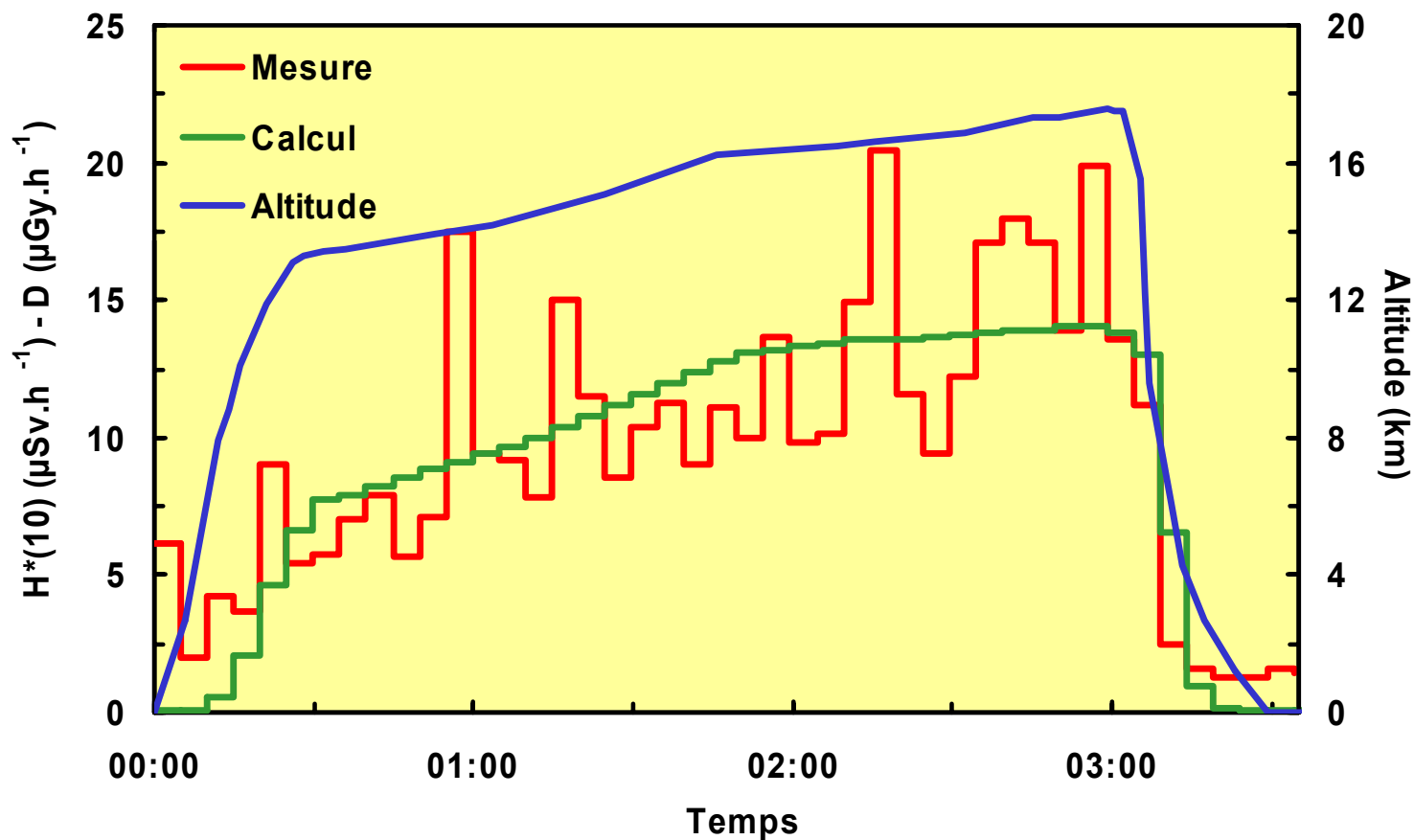


***La rigidité due au champ magnétique***

## Nature des particules

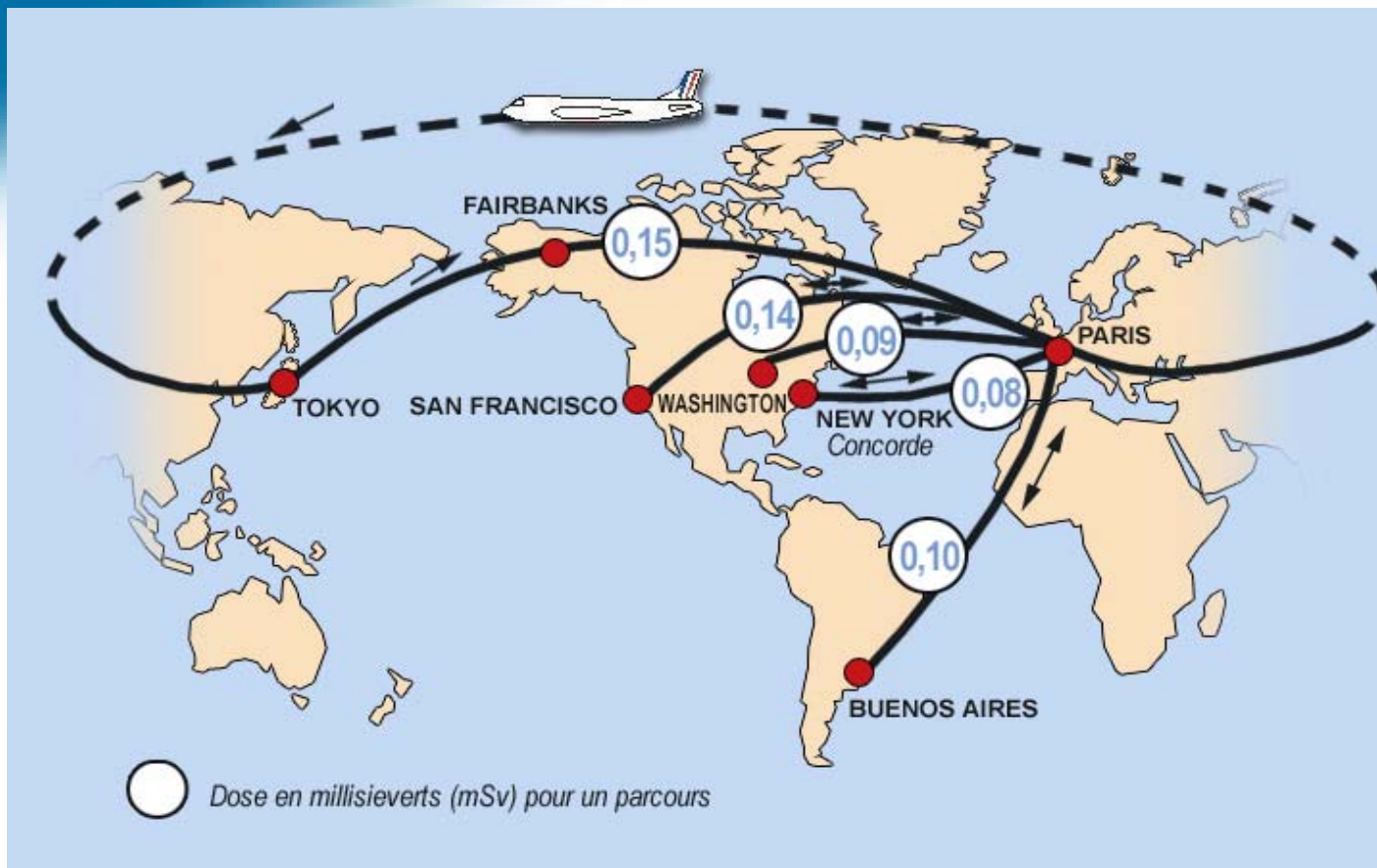


## Influence de l'altitude



*Paris-New York en Concorde*

## L'exposition en vol



**Mesures entre 1996 et 1998**

## L'exposition du personnel navigant

- ✓ Ordre de grandeur :
  - ✓ inférieure à 2 millisieverts par an pour les personnels affectés à des vols courts ou moyens- courriers
  - ✓ de 2 et 5 millisieverts par an pour les personnels affectés à des vols longs-courriers

## Les moyens existants de dosimétrie

- ✓ La dosimétrie individuelle
- ✓ La dosimétrie d'ambiance
- ✓ Le calcul à partir de modèles

Les partenaires



**IRSN**



**SIEVERT**

Quelle solution pour le  
transport aérien français ?



## Les partenaires du projet



## Les partenaires

**IRSN**





## Une coopération en trois étapes

- ✓ Un groupe de travail pour proposer une solution et en étudier la faisabilité
- ✓ Une convention de partenariat pour réaliser le projet et s'engager sur une exploitation durable
- ✓ Une convention d'exploitation pour le financement de l'exploitation

## Objectifs du projet SIEVERT

- ✓ Disposer d'un système **opérationnel** et **automatique** pour les compagnies
- ✓ Calculer des doses avec les **paramètres réels de vol**
- ✓ Prendre en compte des **éruptions solaires**
- ✓ Proposer une approche **acceptée** par les personnes concernées
- ✓ Donner une **estimation** de dose et des **informations au public**

Les partenaires



**IRSN**

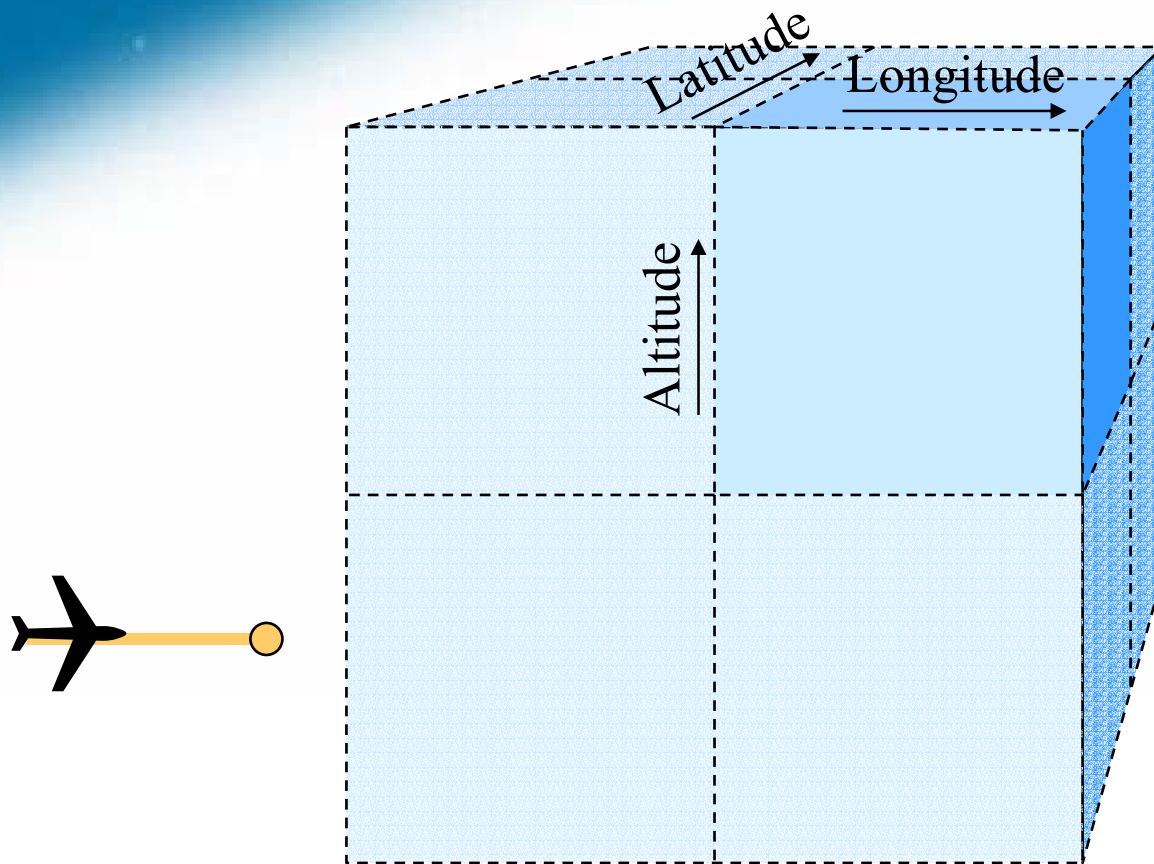


Observatoire  
de Paris

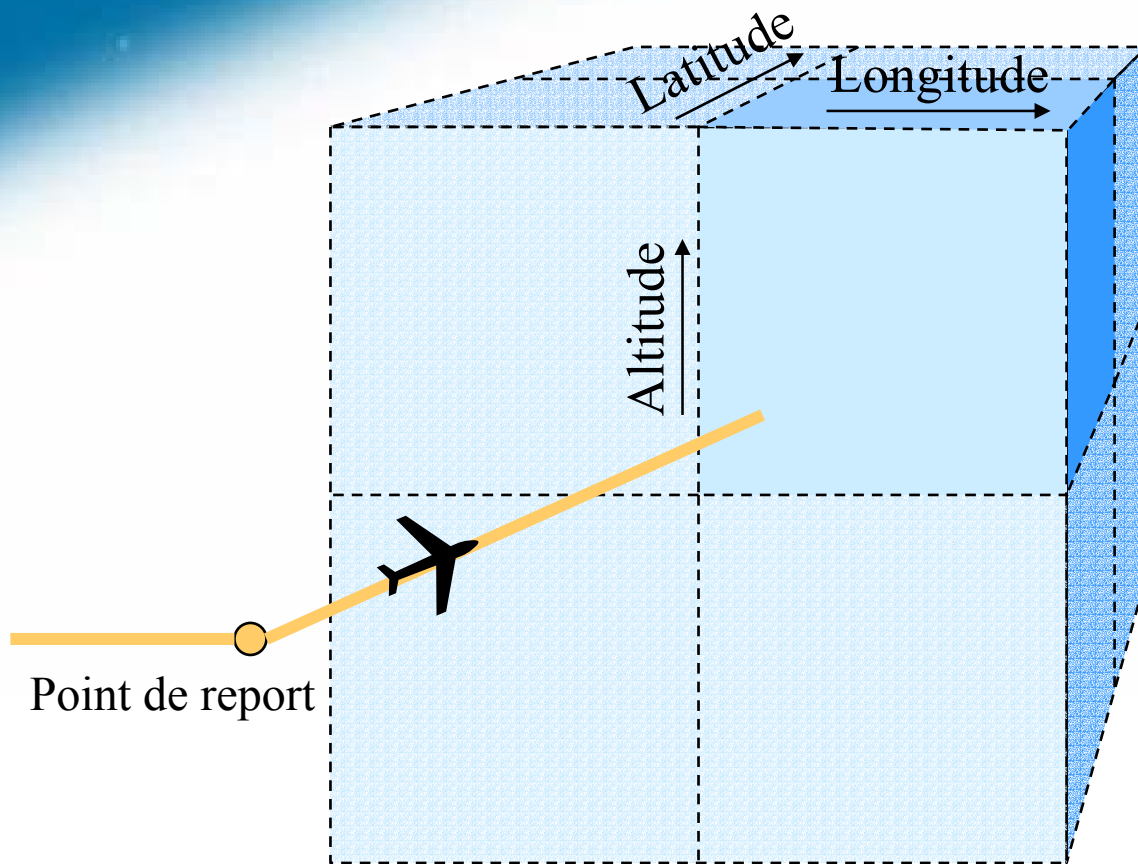
**SIEVERT**

# Systeme d'information et d'évaluation par vol de l'exposition au rayonnement cosmique dans les transports aériens

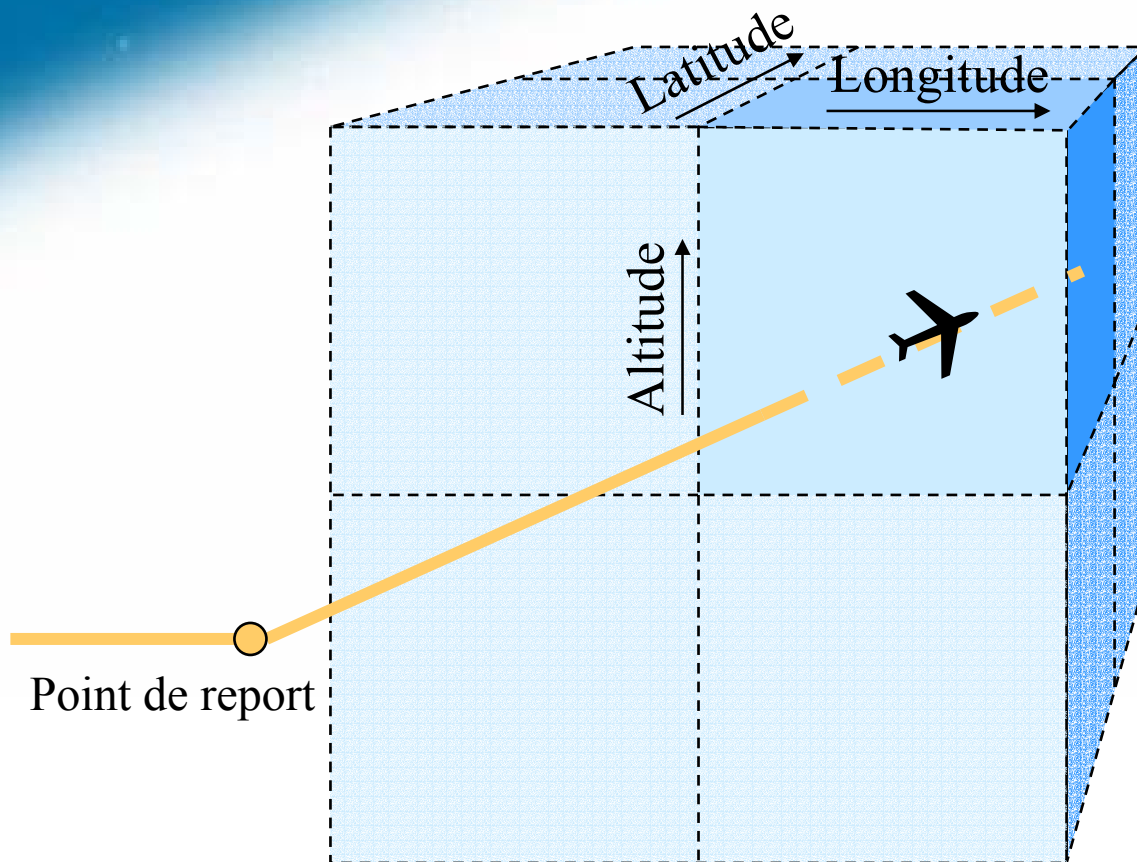
## L'évaluation des doses



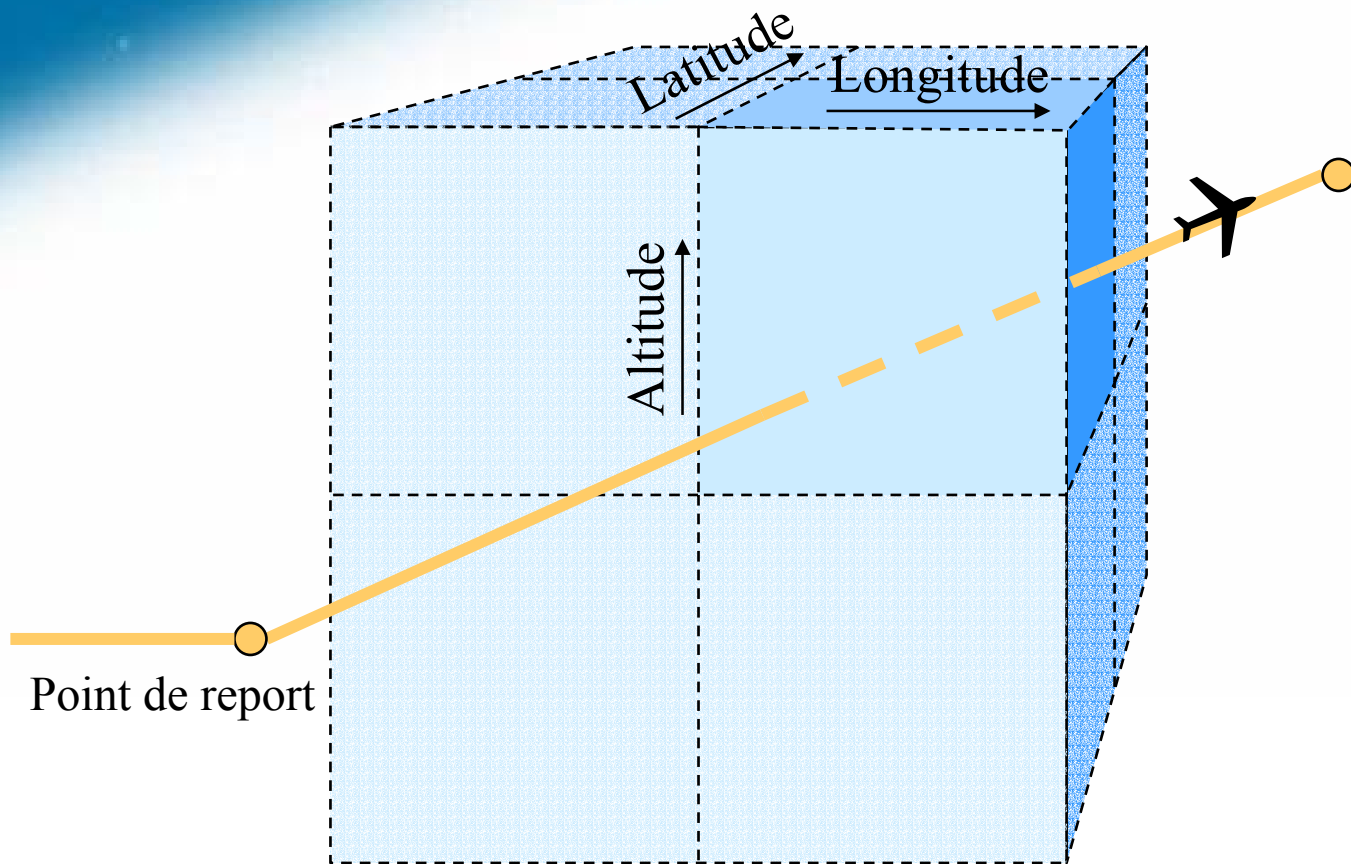
## L'évaluation des doses



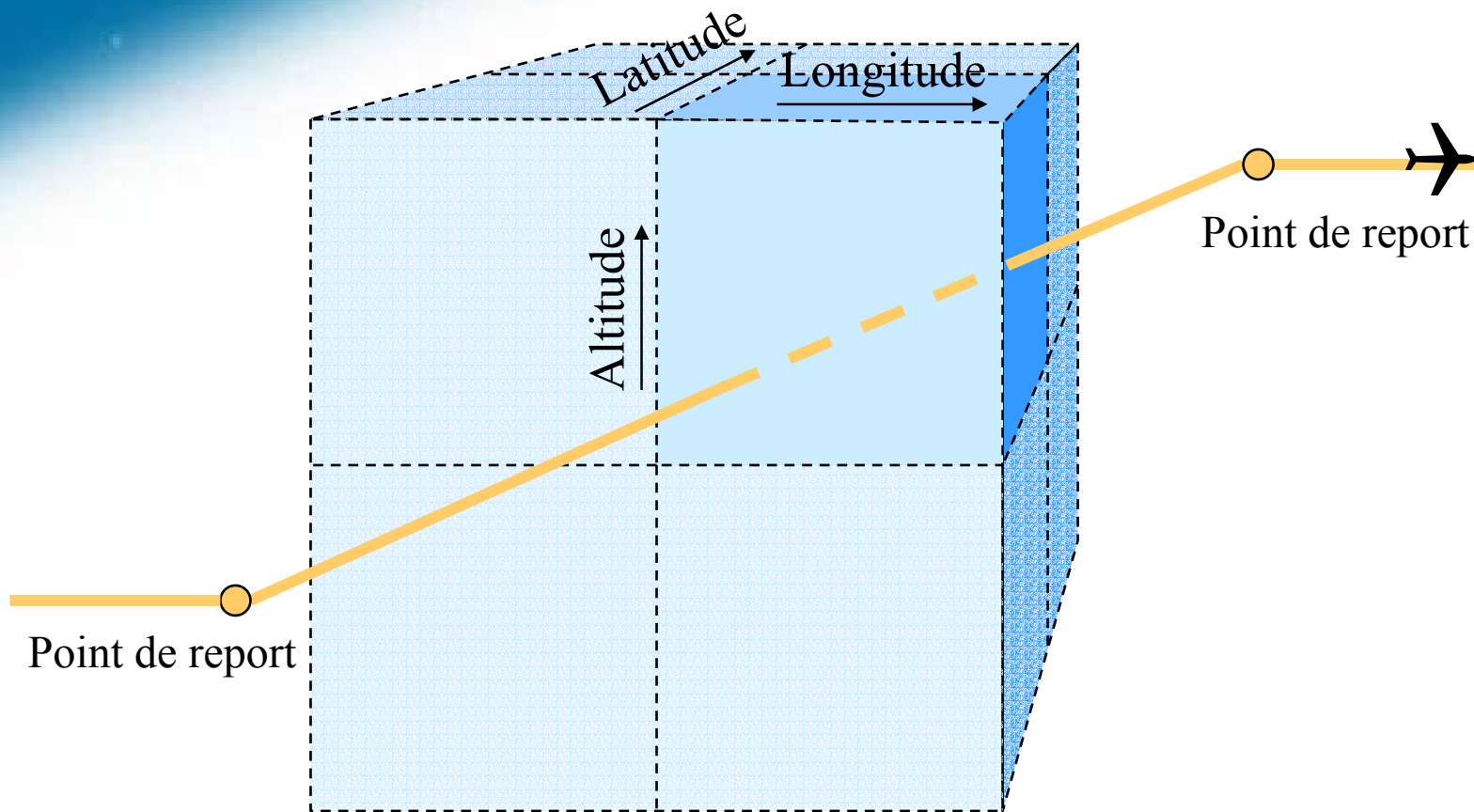
## L'évaluation des doses



## L'évaluation des doses

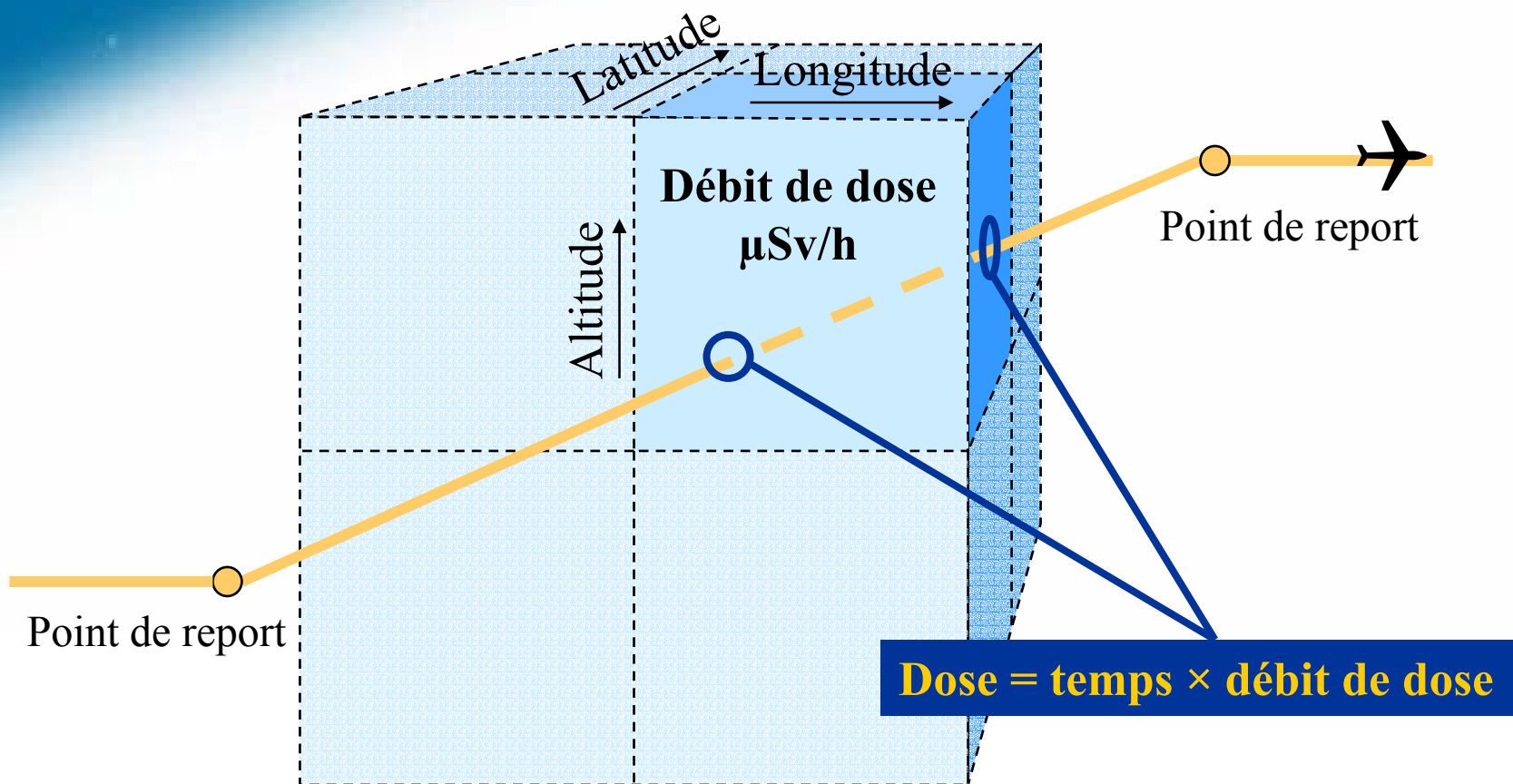


## L'évaluation des doses





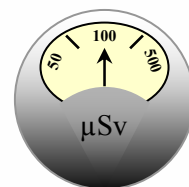
## L'évaluation des doses



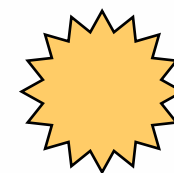
## L'information dosimétrique



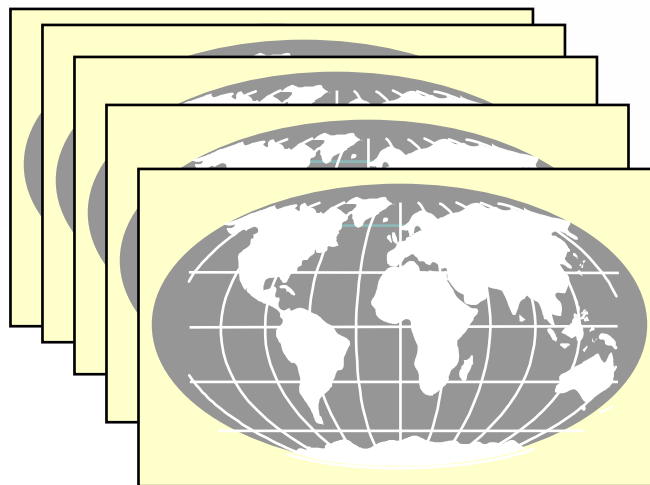
**Calcul**  
CARI6  
EPCARD



**Mesures**  
Validations



**Eruptions solaires**  
Modèle Obs. Meudon



**Cartographies des**  
débits de dose  
 $\mu\text{Sv/h}$

## Le mode opératoire (1)



### Fichier des vols

Identification du vol  
Date  
Avion  
Point de départ  
[Points de reports...]  
Point d'arrivée

### Fichier des doses/vol

Identification du vol  
Date  
Avion  
Point de départ  
[Points de reports...]  
Point d'arrivée  
**Dose reçue lors du vol**

## Le mode opératoire (2)

### Fichier des doses/vol

Identification du vol

Date

Avion

Point de départ

[Points de reports...]

Point d'arrivée

Dose reçue lors du vol

### Fichier des PN/vols

Identification du vol

Nom du PN

### Fichier des doses/PN

Identification du vol

Dose

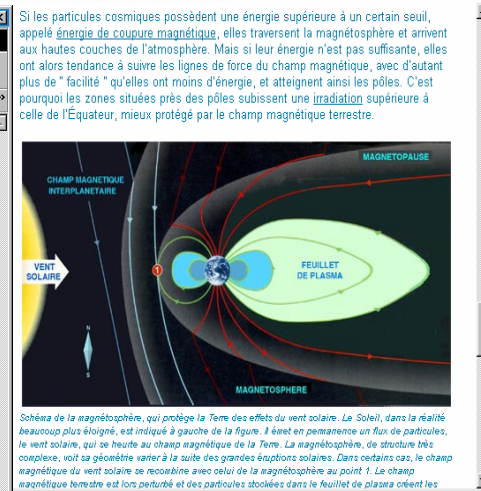
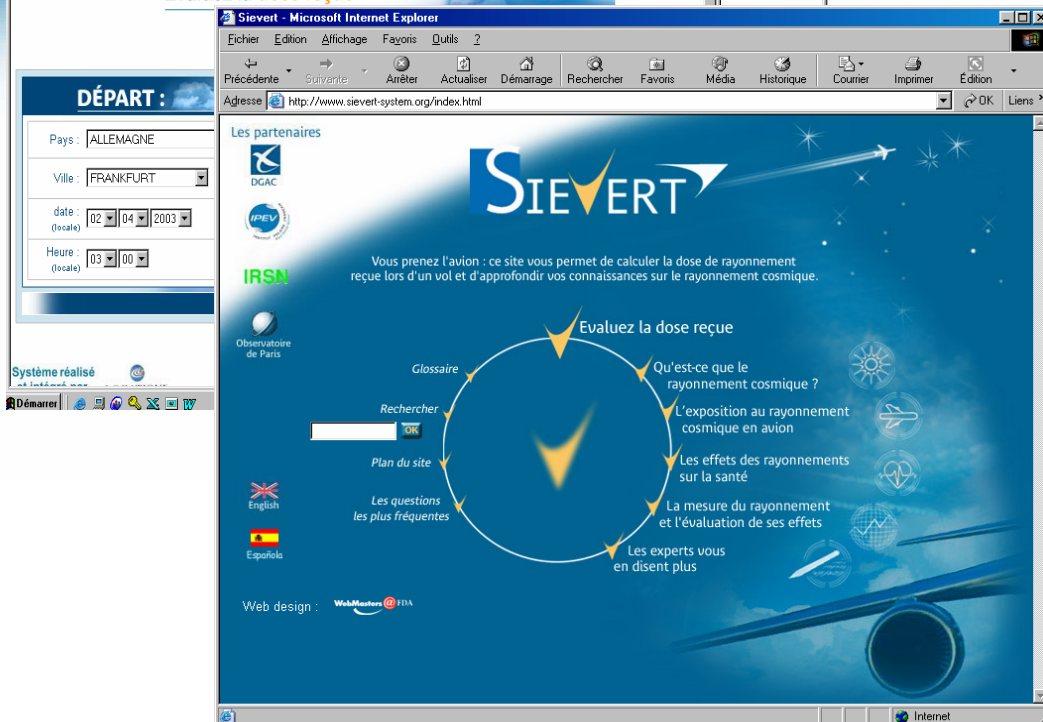
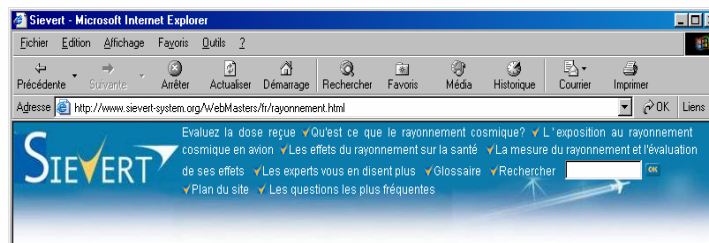
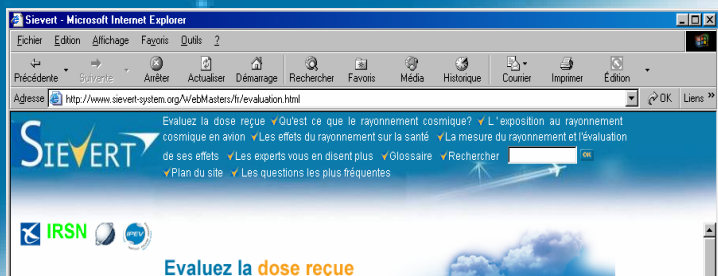
Nom du PN



**SISERI**

# SIEVERT

## Le site : [www.sievert-system.org](http://www.sievert-system.org)



## En service depuis mars 2002

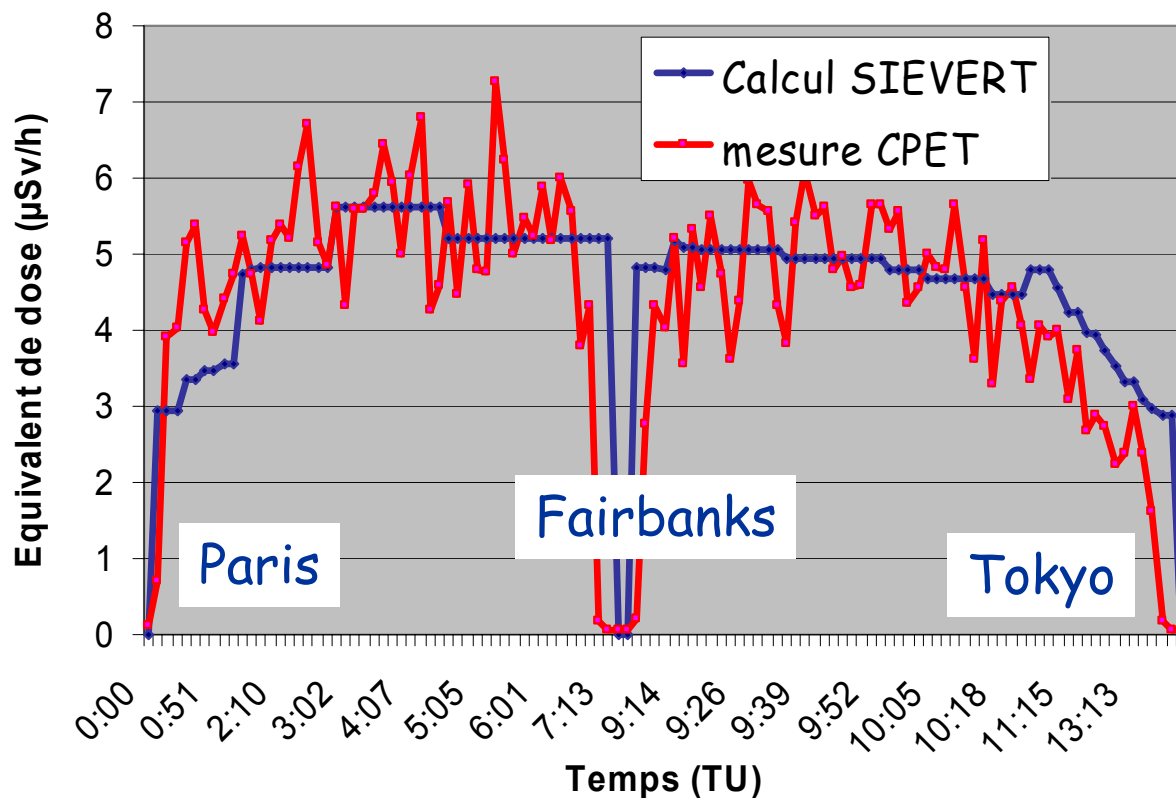
Les partenaires



# Validations



## Comparaison calcul/mesure

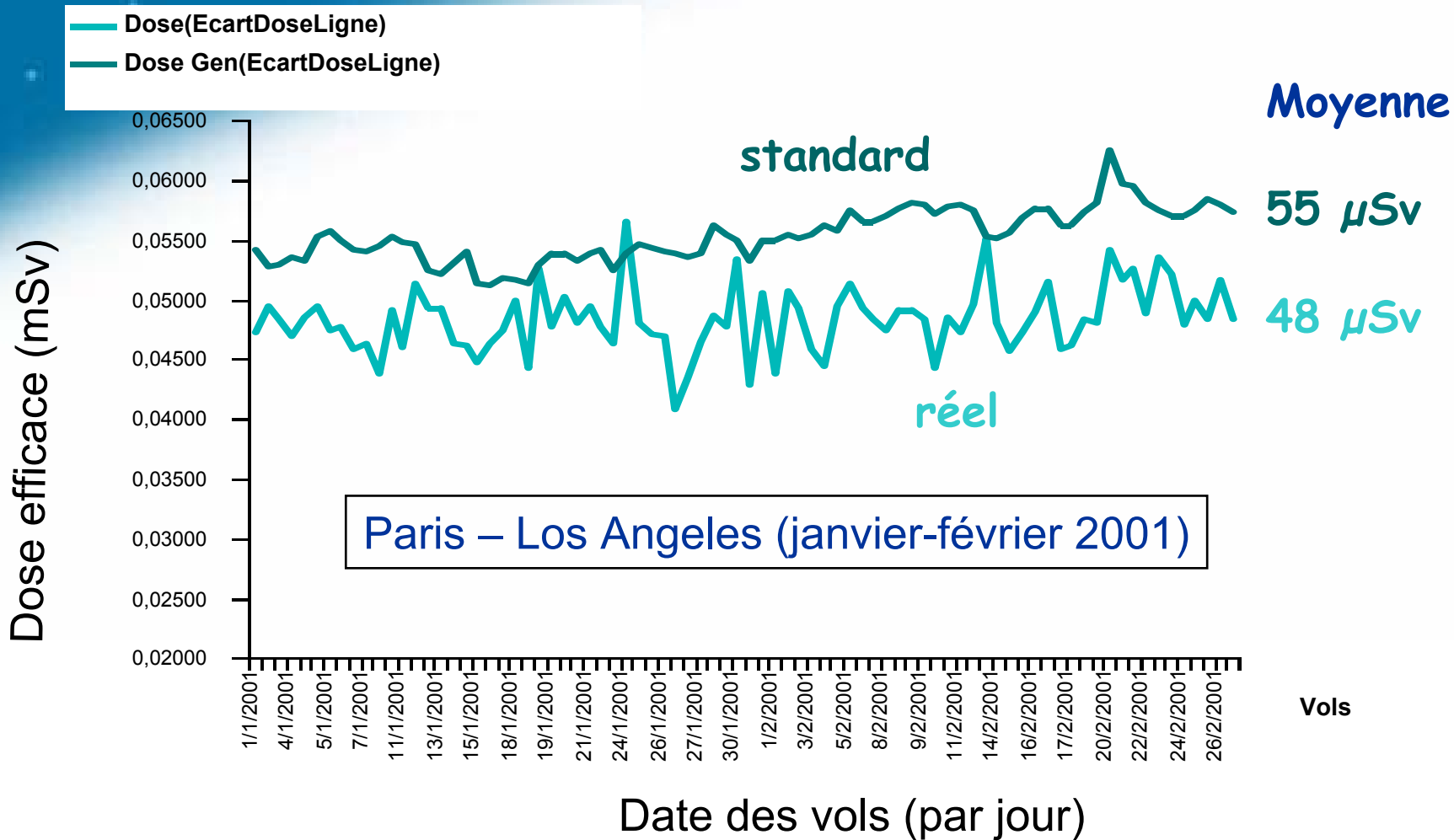


**Moyenne AR**

Mesure :  $120 \pm 11 \mu\text{Sv}$

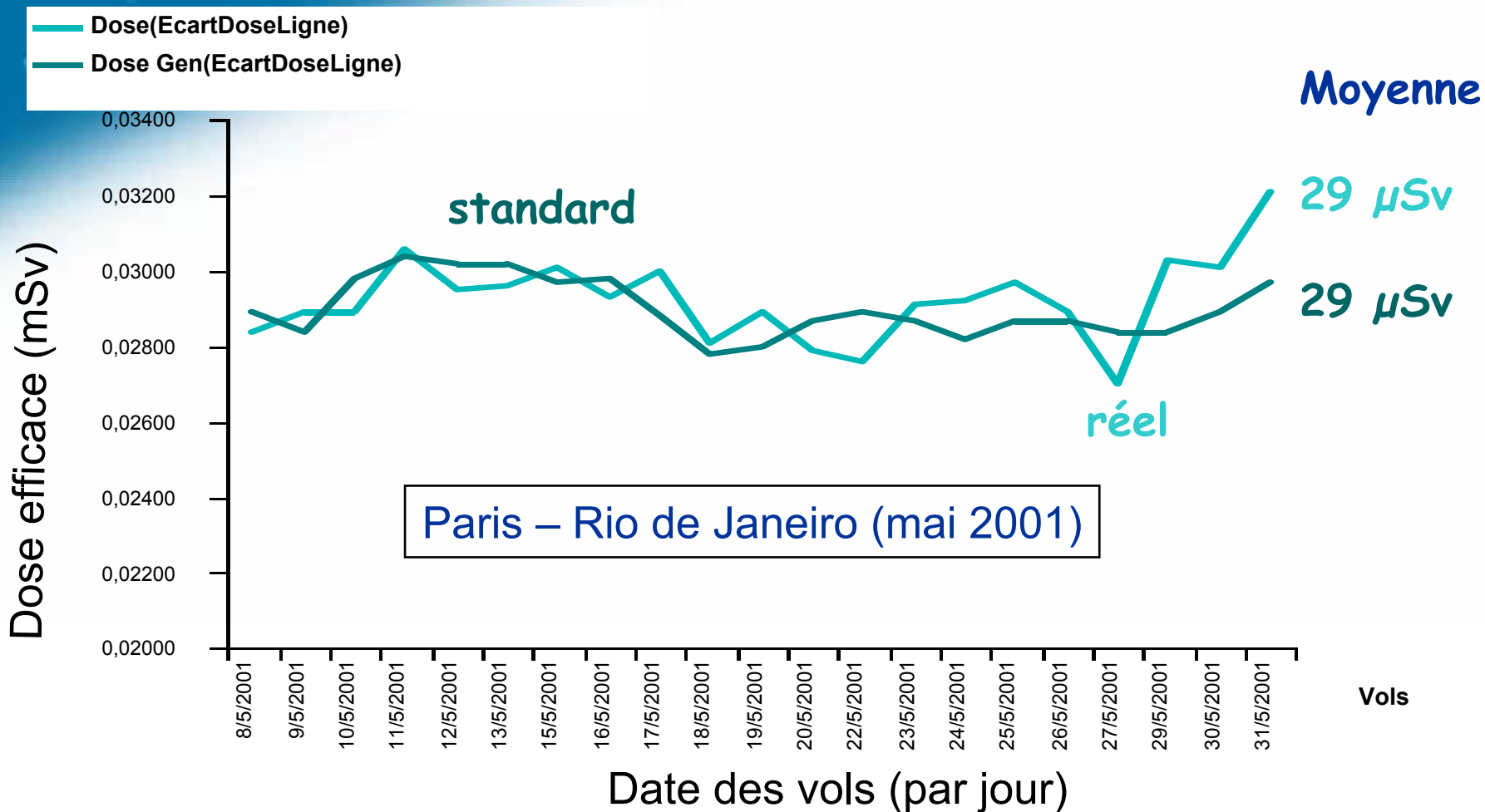
Calcul :  $126 \mu\text{Sv}$

## Comparaison profils réels/standard (1)

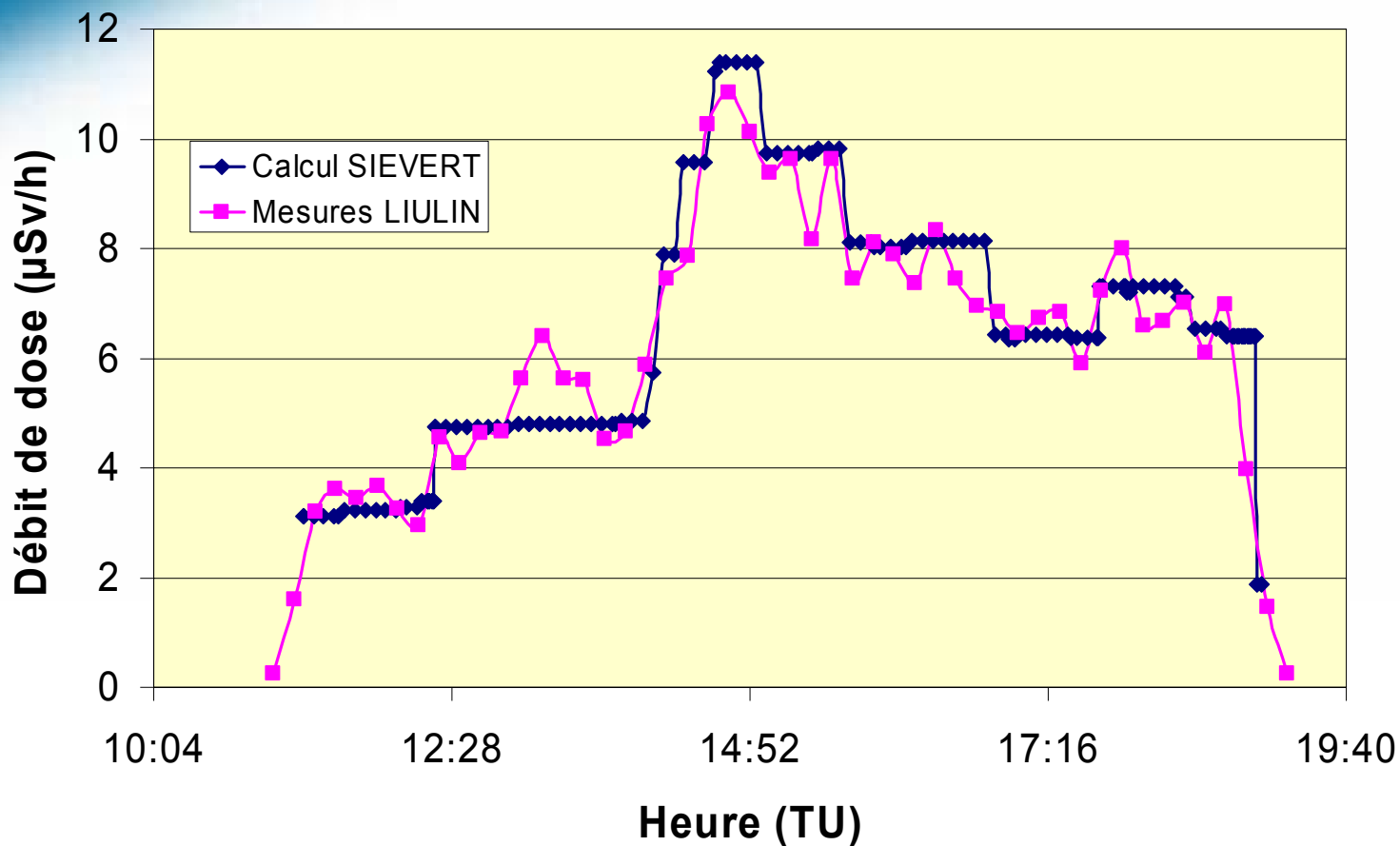




## Comparaison profils réels/standard (2)



## Eruption du 15 avril 2001 (GLE60)



Les partenaires



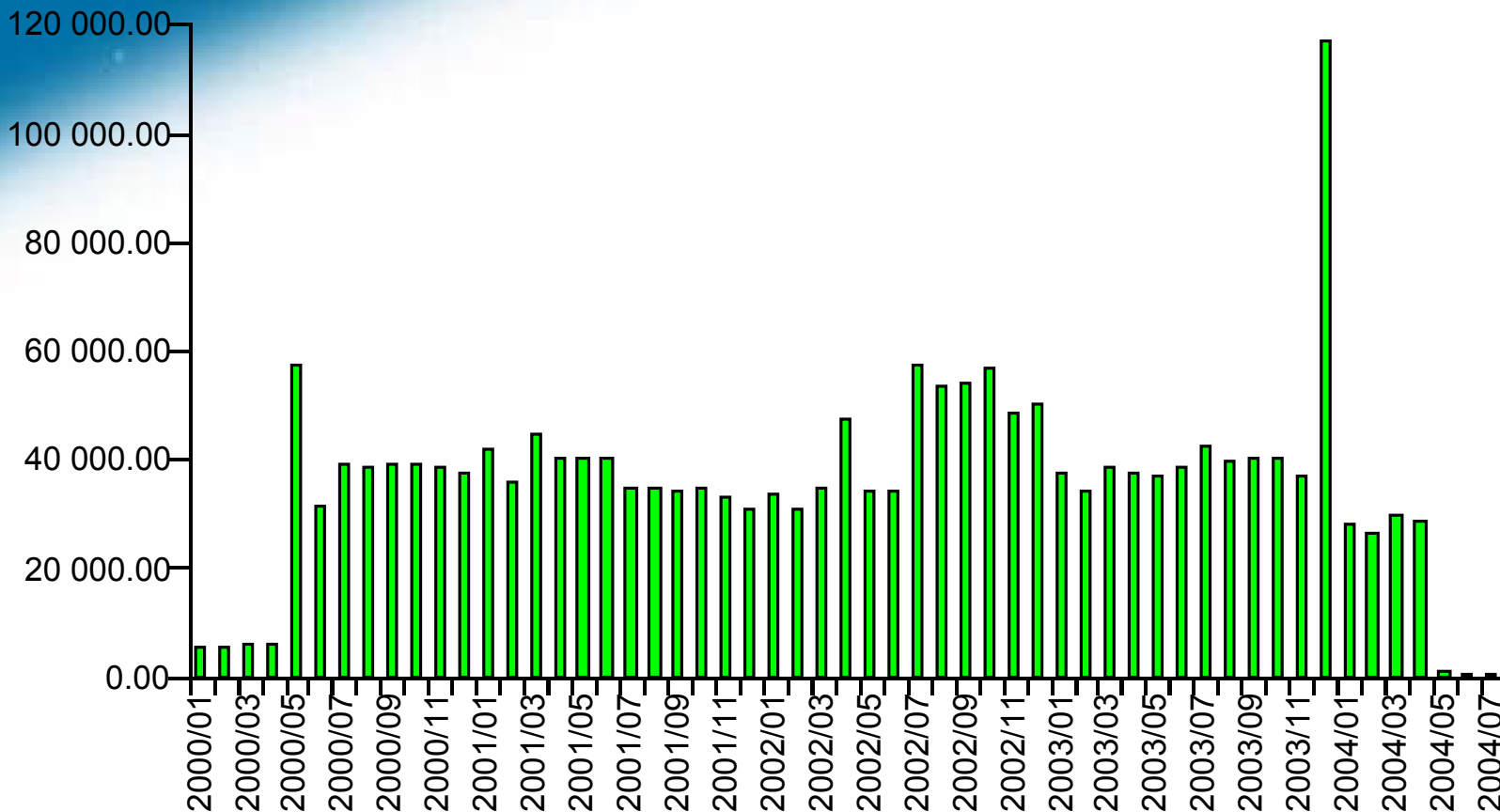
# Bilan



## Bilan de l'exploitation SIEVERT

- ✓ 40/50 000 vols traités par mois
- ✓ 29 compagnies ont un compte
- ✓ 2 éruptions prises en compte (07/2000 et 04/2001)
- ✓ 1700 visites/mois en moyenne sur le site internet

## Nombre de vols traités



## Suivi des personnels navigants

### Exemple d'Air France

- ✓ 15 500 PN dont 4 500 PNT (~60% du total français)
- ✓ En 2001 :  $3,06 < E < 3,33$  mSv pour les 50 doses les plus élevées
- ✓ Octobre 2003 : 0,38 mSv pour les 24 PN les plus exposés
- ✓ Envoi des doses individuelles dans la base SISERI
- ✓ Prise en compte satisfaisante des éruptions solaires

## Conclusion et perspectives

- ✓ Outil pour la mise en œuvre de la radioprotection dans un secteur nouveau
- ✓ Approche concertée avec l'ensemble des acteurs (autorités, exploitants et experts)
- ✓ Dispositif basé uniquement sur le calcul pour la dosimétrie de routine
- ✓ A l'avenir, ouverture de SIEVERT à des compagnies étrangères
- ✓ Bon vol !