

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Quelles perspectives pour la dosimétrie numérique ? Un exemple : SIEVERT

Jean-François BOTTOLLIER-DEPOIS
jeanfrancois.bottollier@irsn.fr

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Les domaines d'utilisation de la dosimétrie individuelle numérique

Facteurs à considérer en cas d'exposition

- Le rayonnement

Nature, énergie, intensité, distribution angulaire, variations spatiale et temporelle

- La personne exposée

Orientation, position, morphologie, durée de présence dans le champ

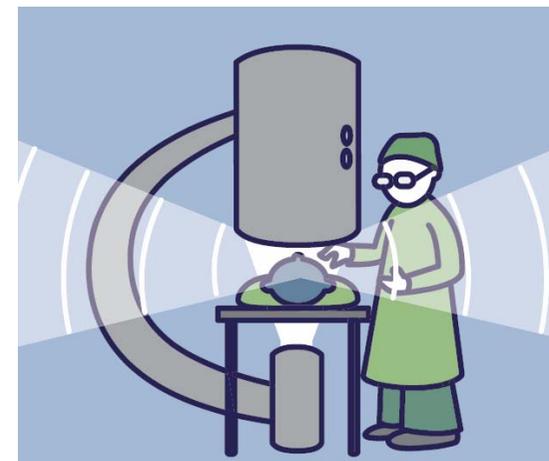
➔ Cas du champ quelconque

$$\text{Dose} = f_{\text{champ}}(\text{particule}, E, \text{fluence}, \text{angle}, \text{position}, t) \otimes g_{\text{individu}}(\text{orientation}, \text{position}, \text{morphologie}, t)$$

Dosimétrie numérique individuelle : quand peut-on utiliser le calcul ?

Lorsque l'ensemble des données d'entrée sont connues

- Terme source (*nature, distribution angulaire, intensité, temps...*)
 - Géométrie (*source, environnement, individu, orientation...*)
-
- Cas d'un individu fixe dans le champ
 $D = f_{\text{champ}}(\text{particule}, E, \text{fluence}, \text{angle}, \text{position}, t) \otimes t$
Ex. : radiothérapie, radiographie, médecine nucléaire, dosimétrie interne
 - Cas du champ homogène et isotrope
 $D = f_{\text{champ}}(\text{particule}, E, \text{fluence}, t) \otimes t$
Ex. : rayonnement cosmique
 - Cas de l'exposition interne
(à condition de connaître la biocinétique)
 $D = f_{\text{champ}}(\text{particule}, E, \text{fluence}, \text{position}, t) \otimes t$
Ex. : médecine nucléaire, contamination interne

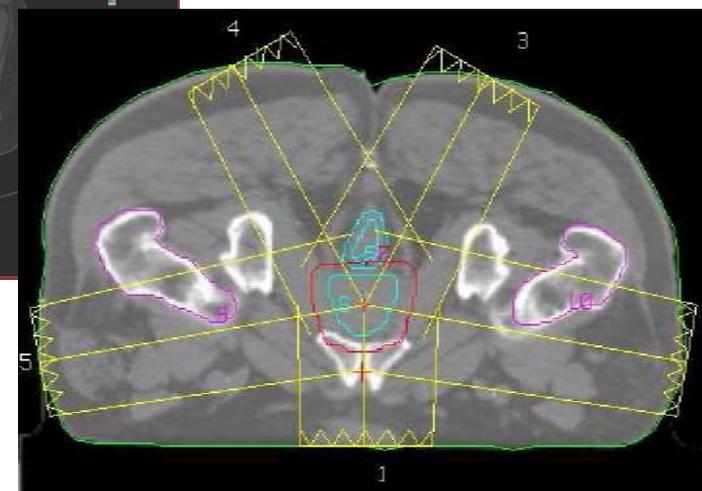
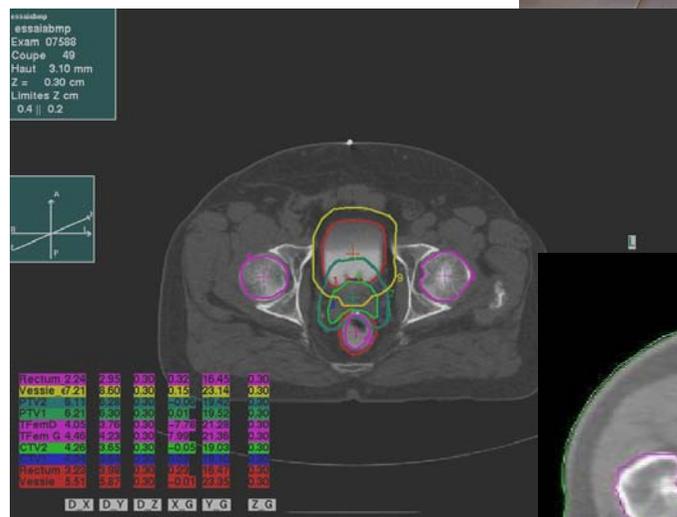


(NASA/file)

Exemple des TPS en radiothérapie

TPS : treatment planning system

1. Positionnement du patient
2. Données anatomiques
3. Balistique et dosimétrie



IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Suivi dosimétrique des personnels navigants

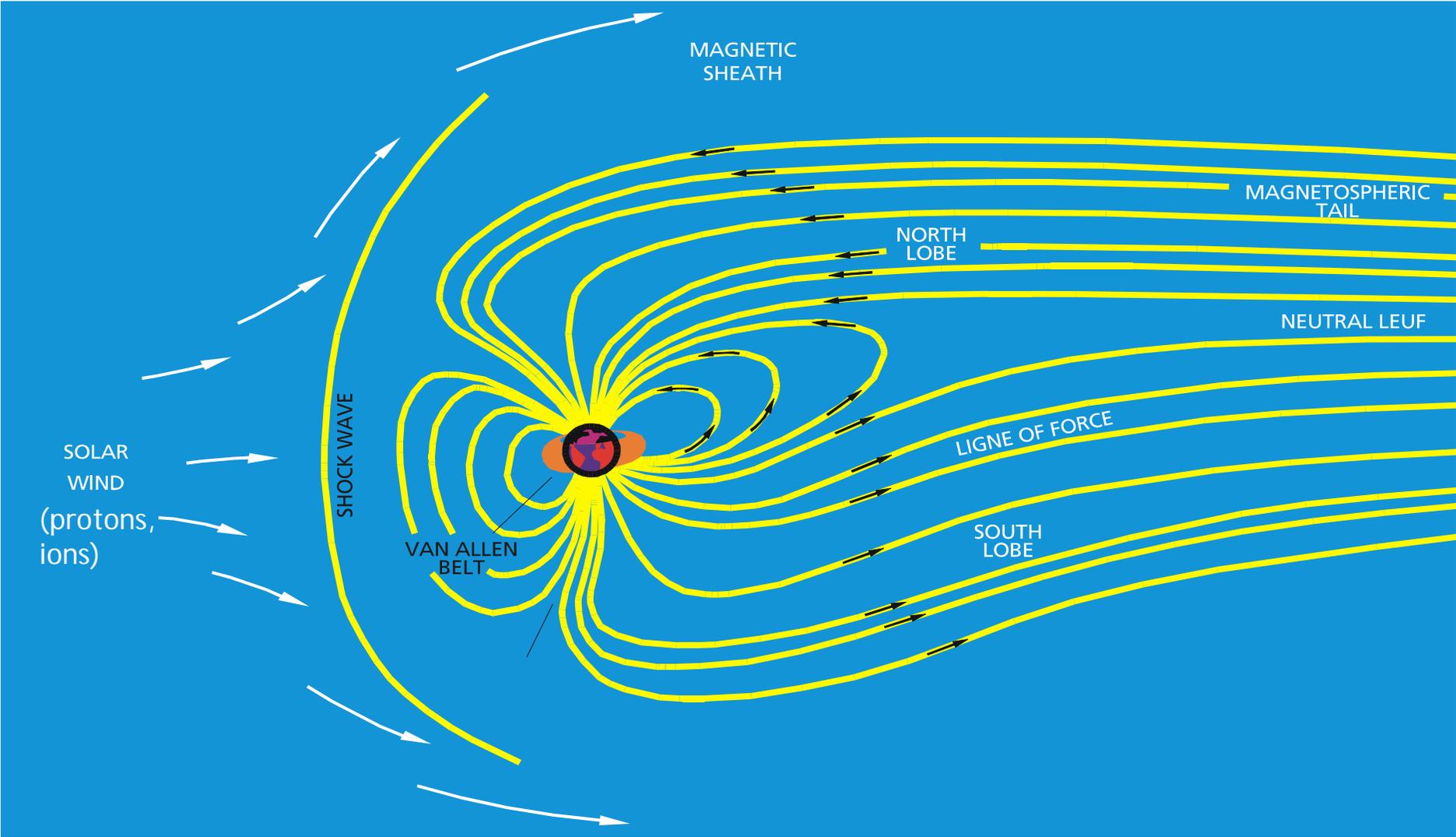
Arrêté du 8 décembre 2003

- 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

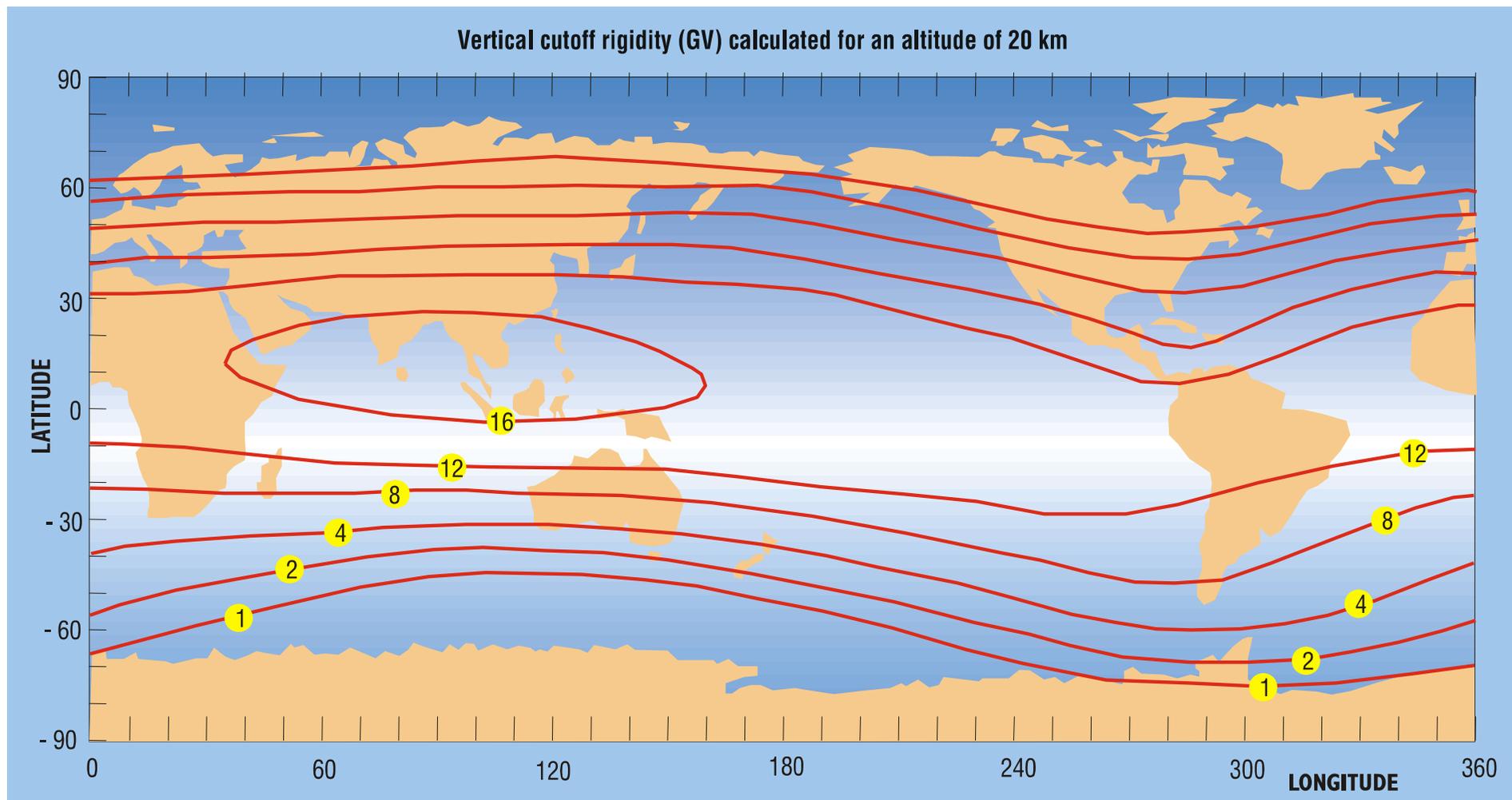
Facteurs influant sur l'exposition aux RC

- 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

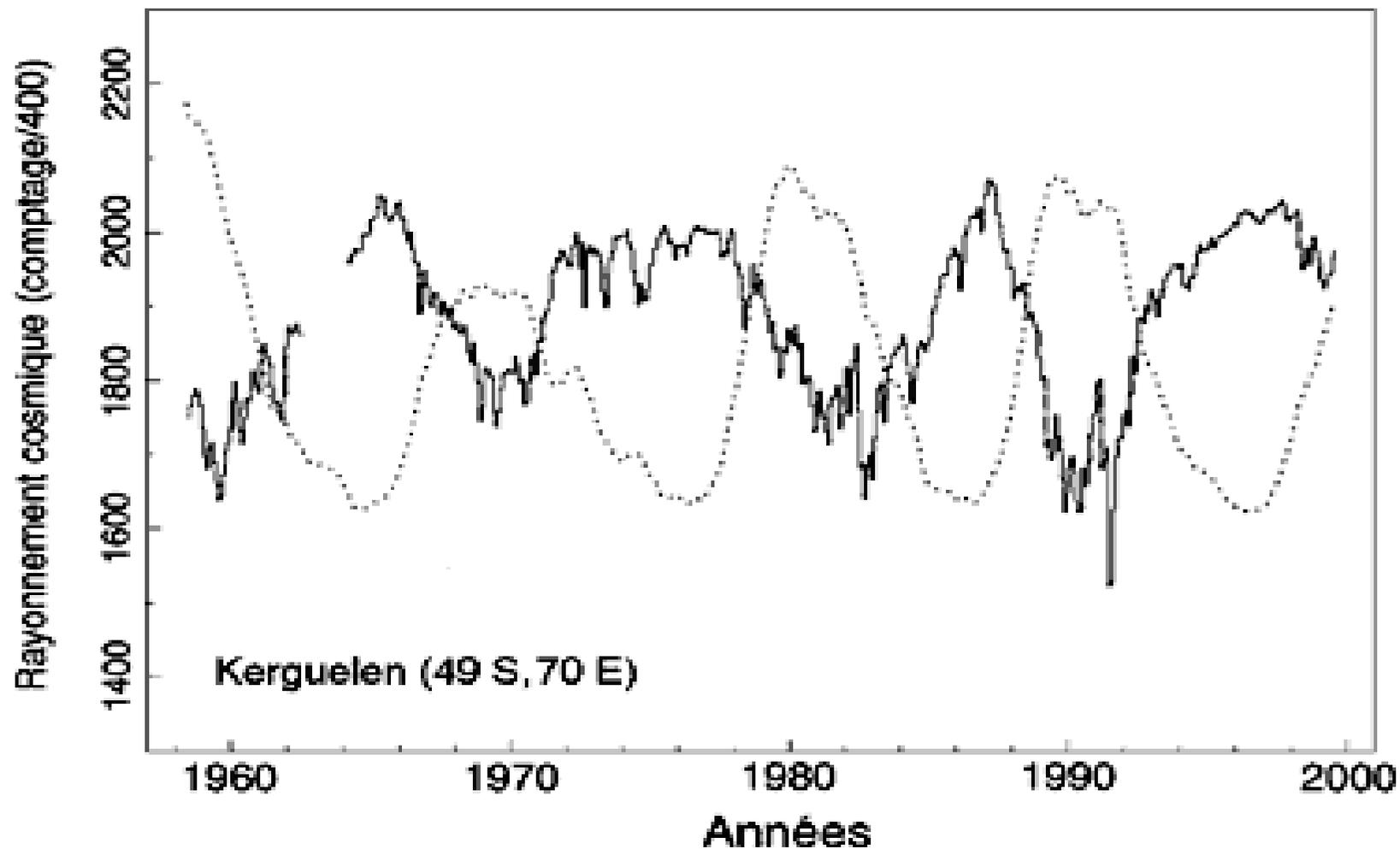


Influence de la latitude

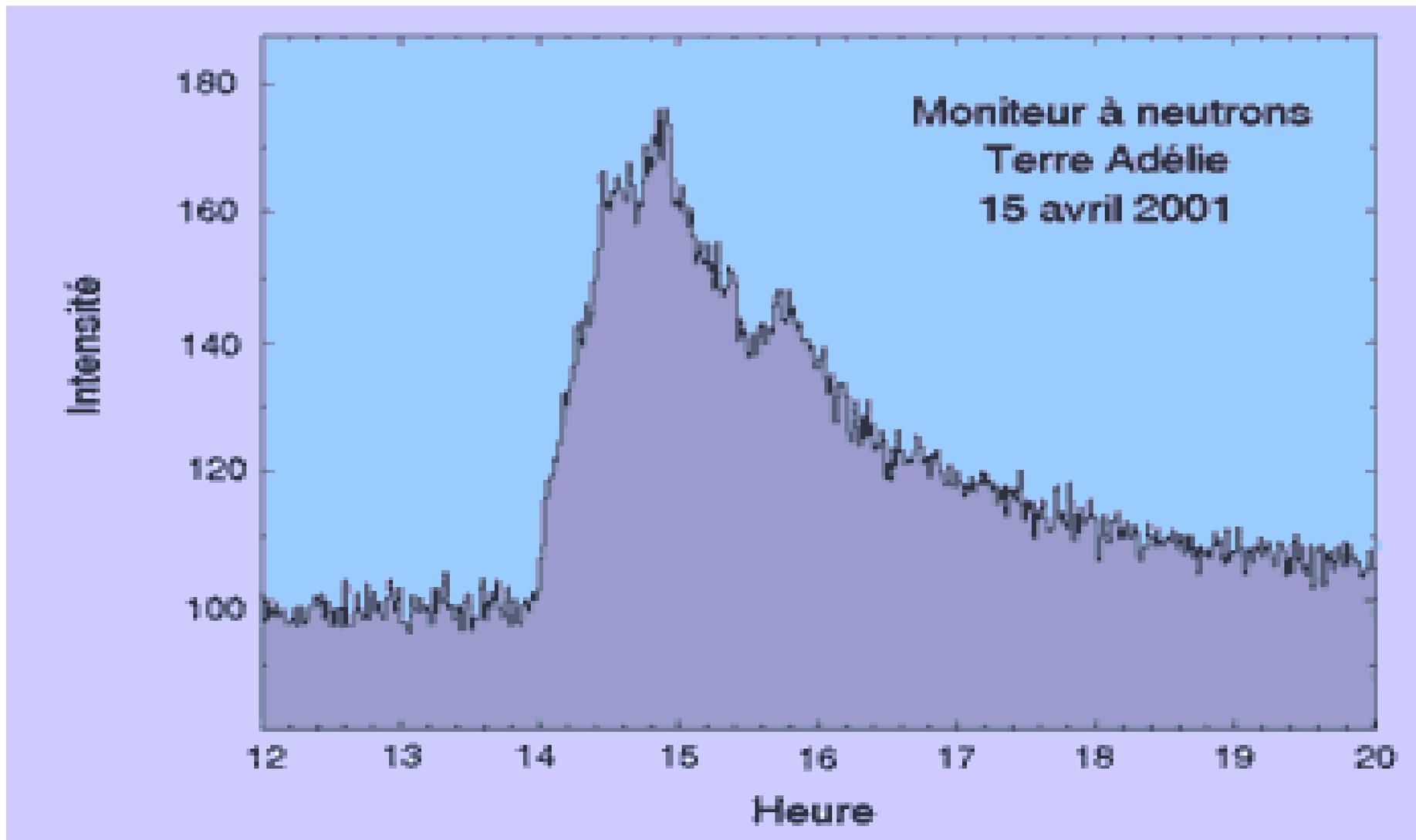


La rigidité due au champ magnétique

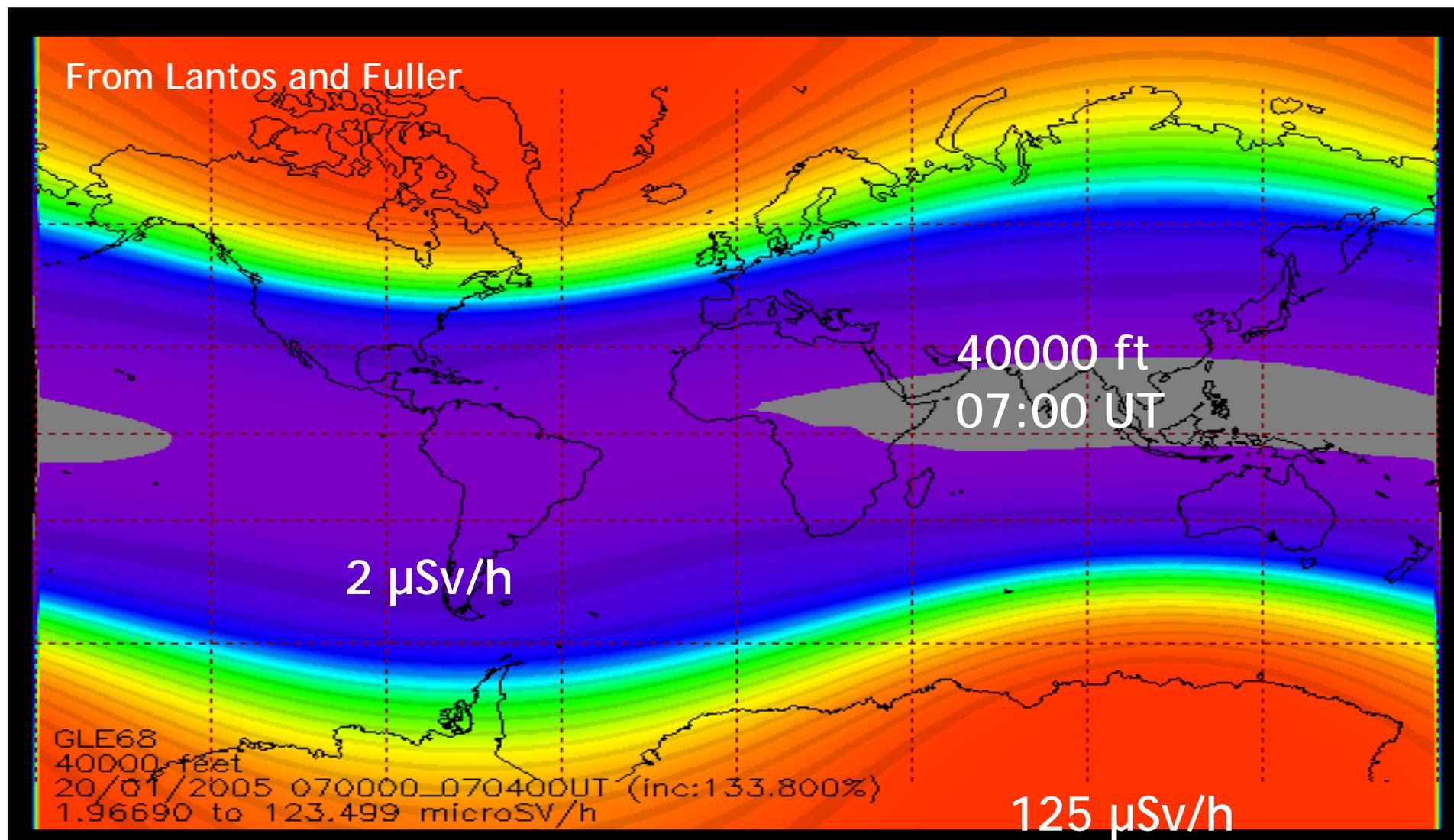
Le cycle solaire



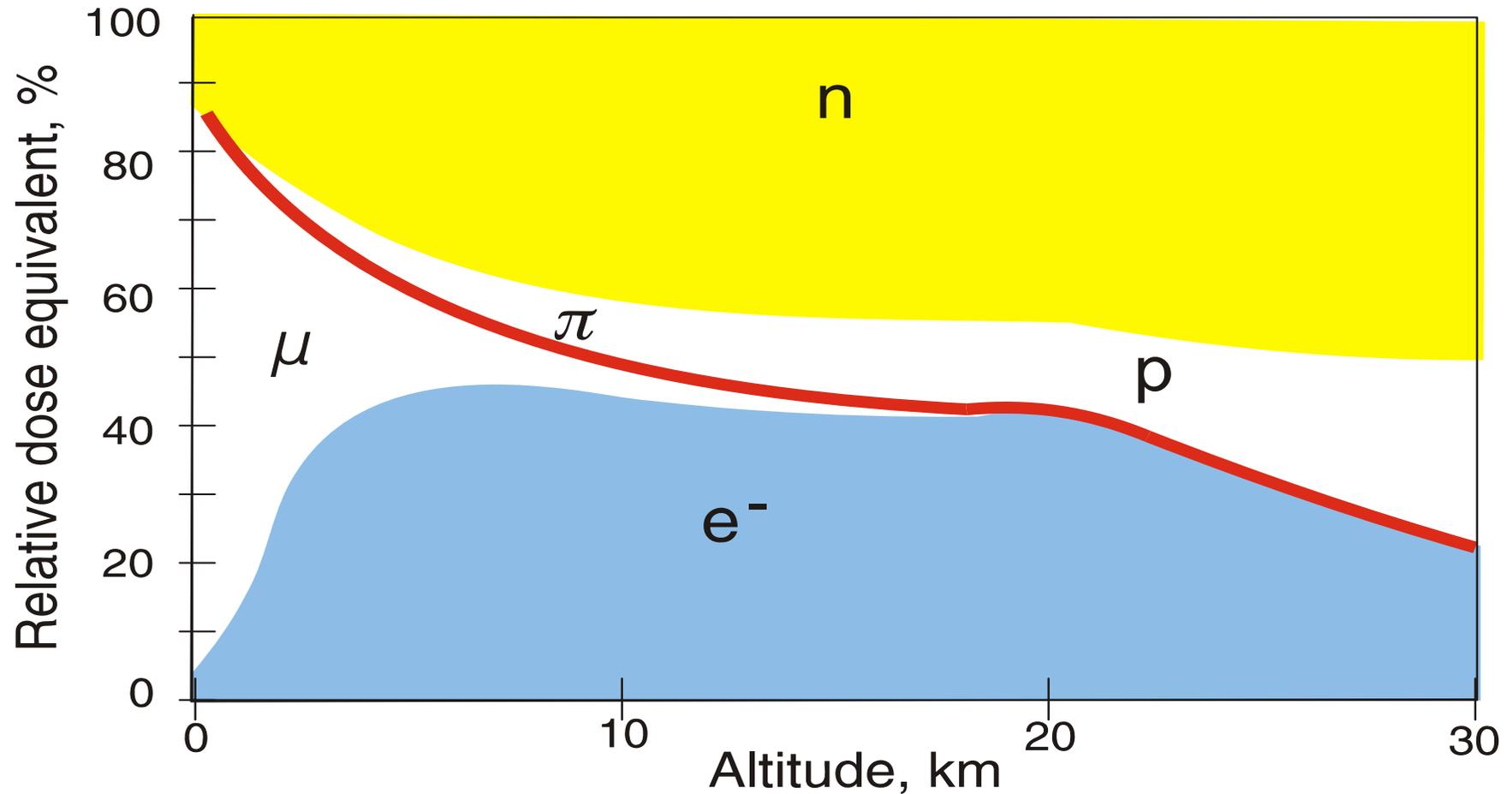
Les éruptions solaires



Modèle "grande" éruption : GLE68, 20/01/05



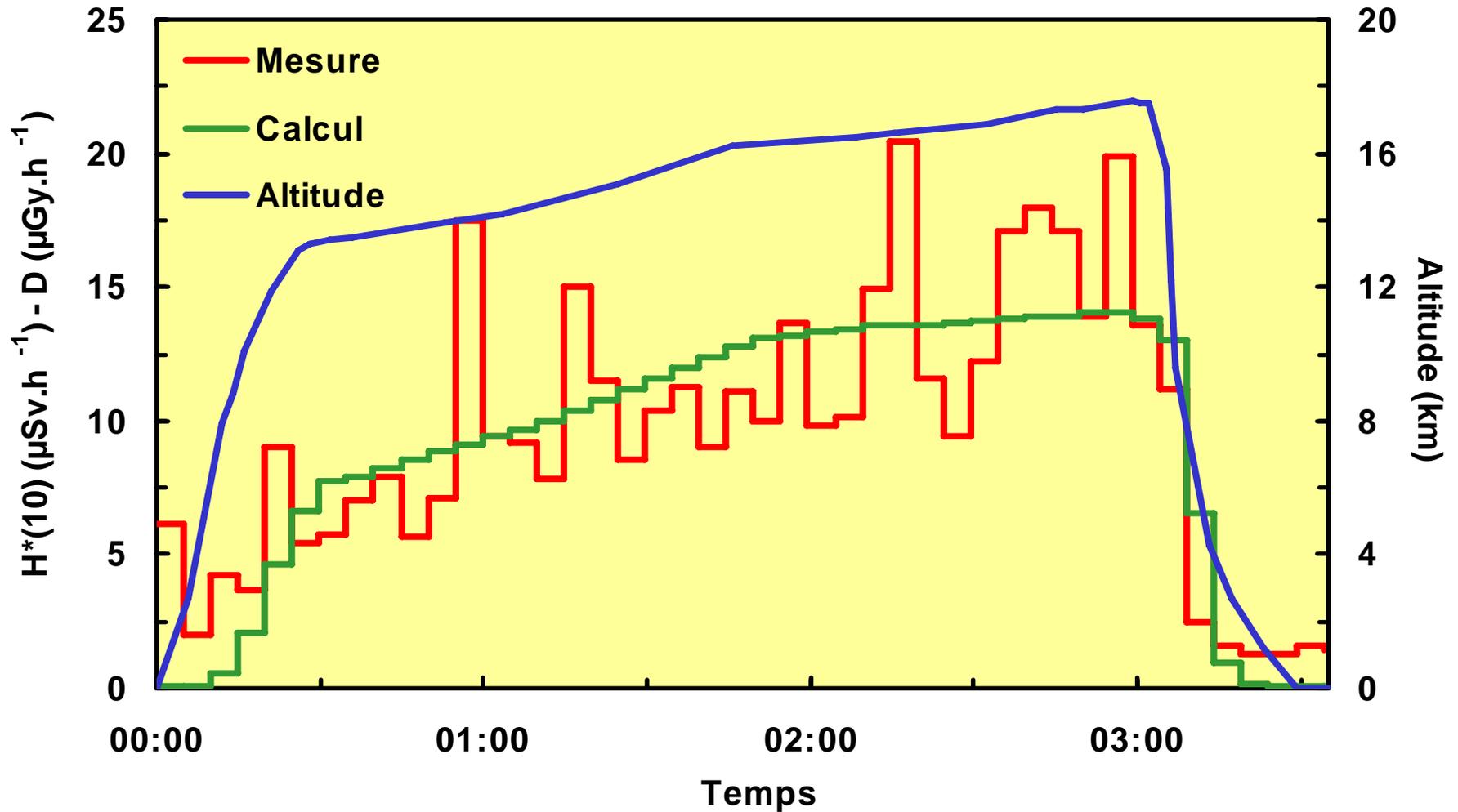
Nature des particules



EURADOS report 1996-01

Distribution de la dose

Influence de l'altitude



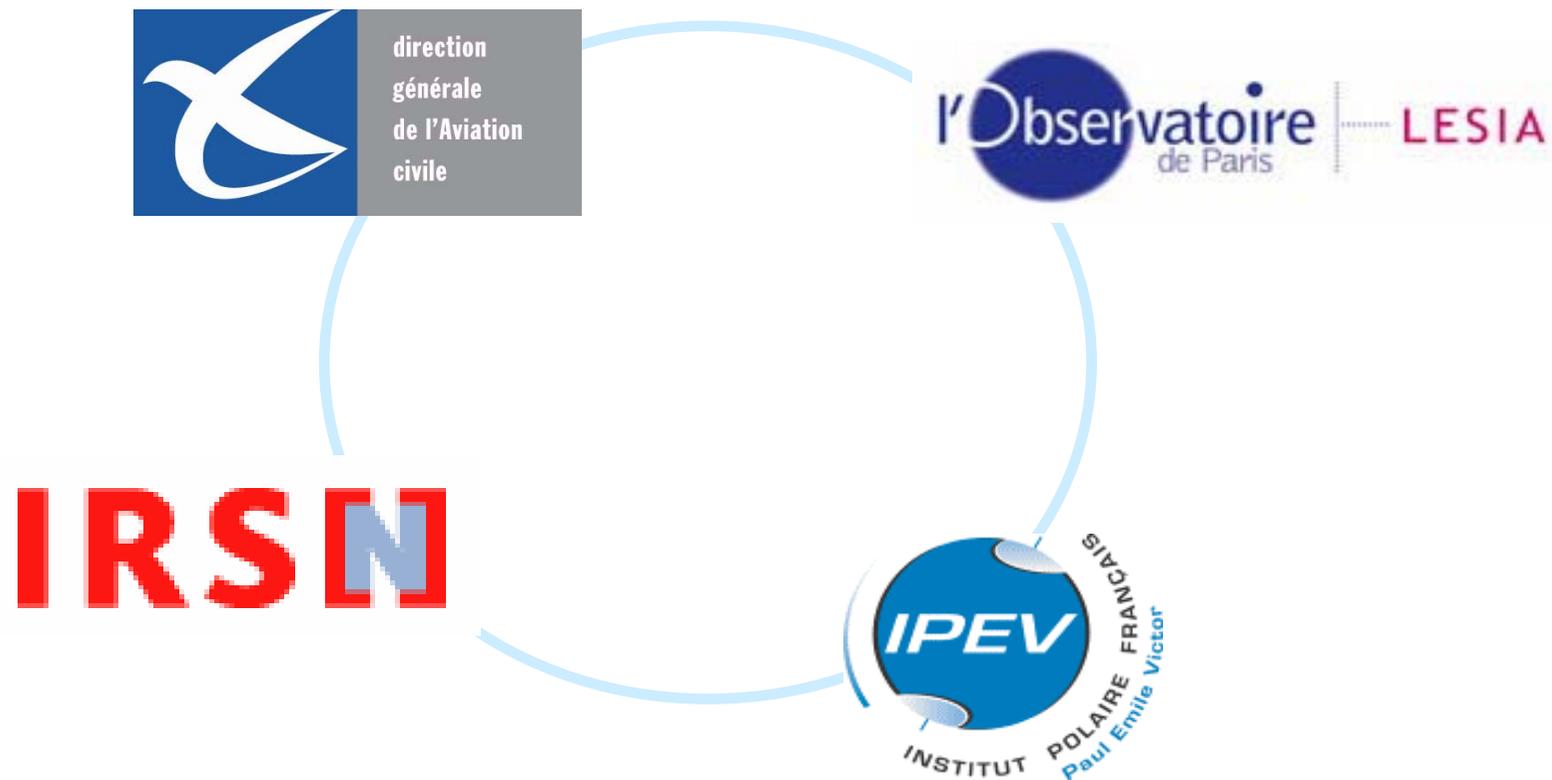
Paris-New York en Concorde

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Quelle solution pour
le suivi dosimétrique dans
le transport aérien français ?
Le système SIEVERT

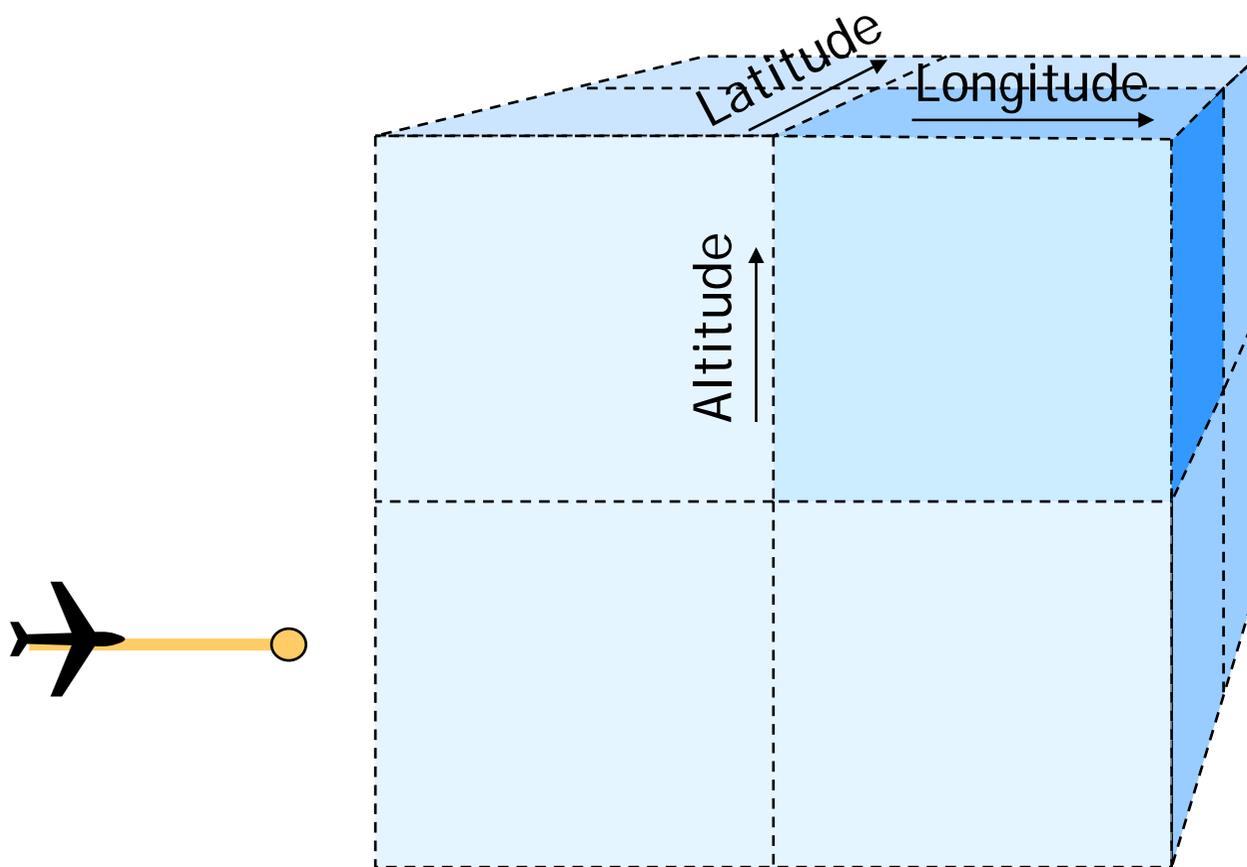
SIEVERT : les partenaires du projet



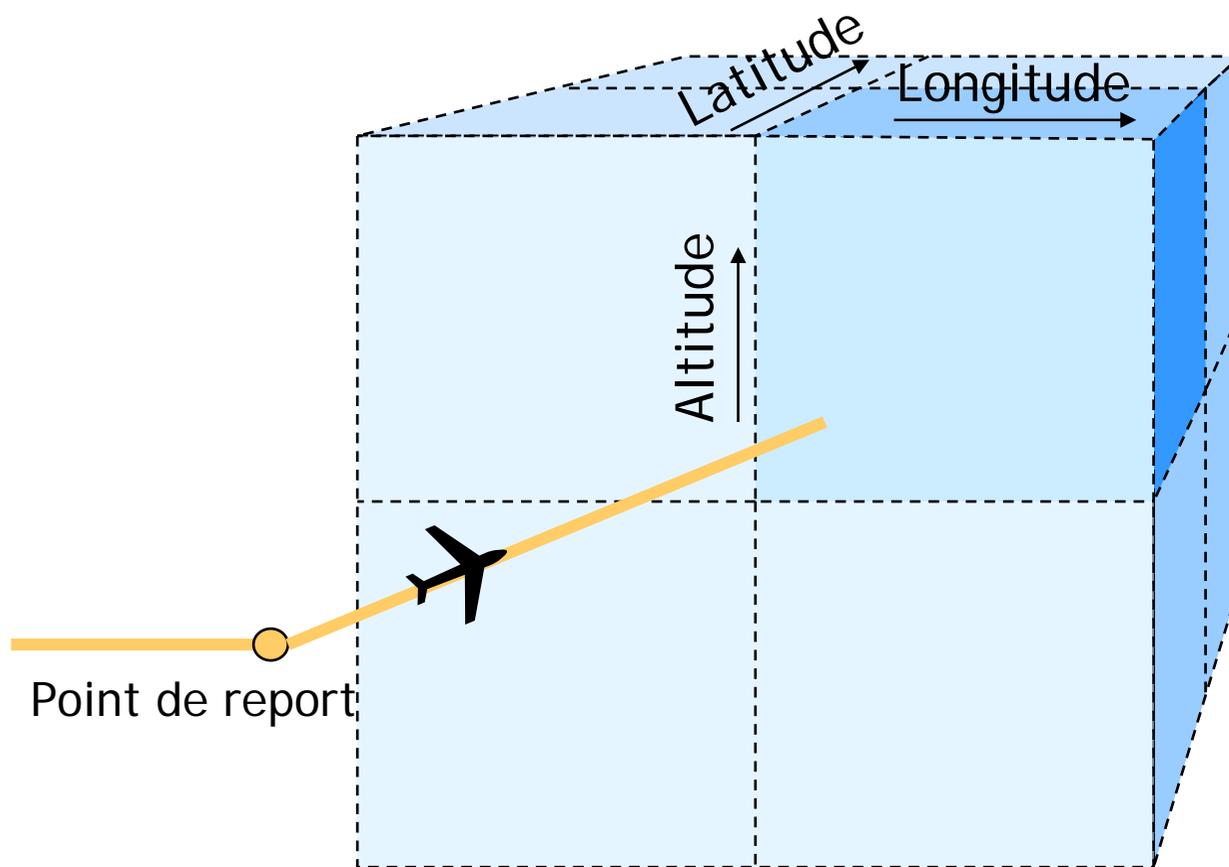
Objectifs du projet SIEVERT

- 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

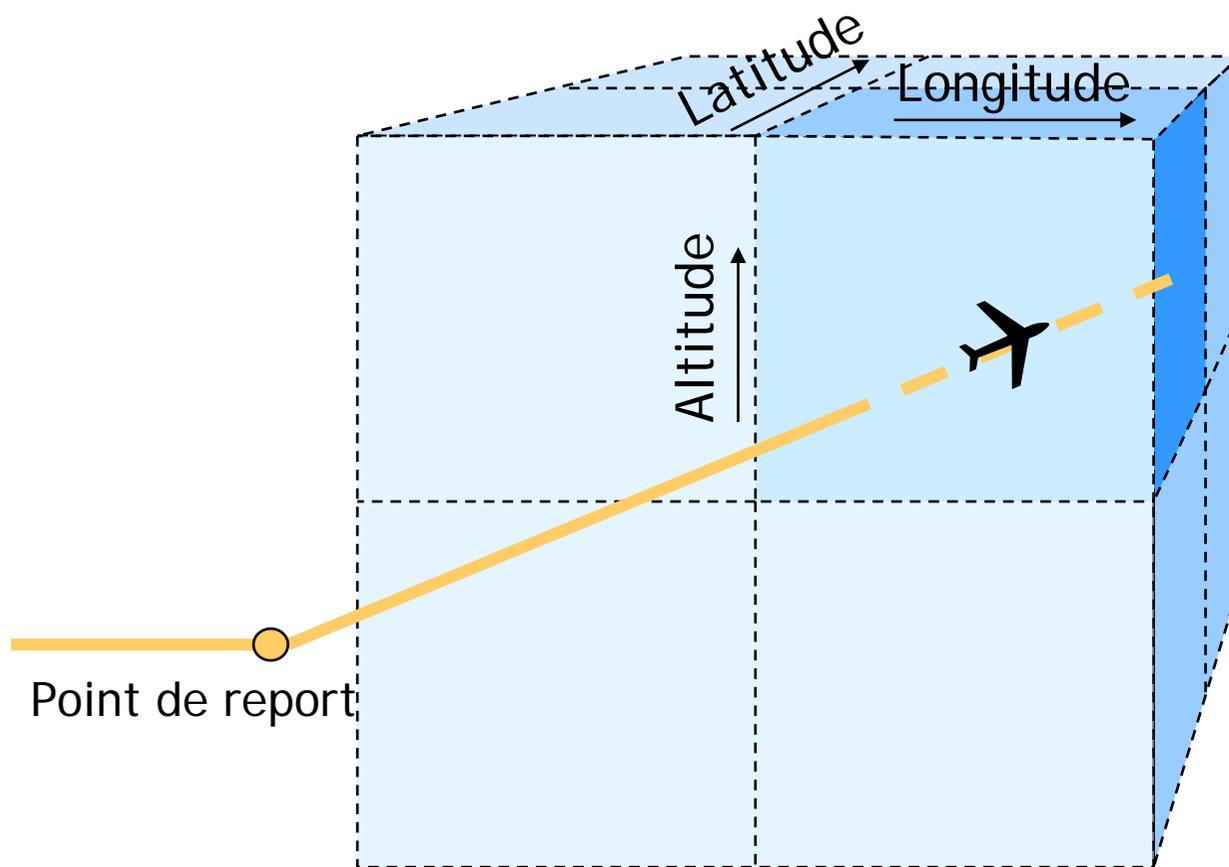
SIEVERT : l'évaluation des doses



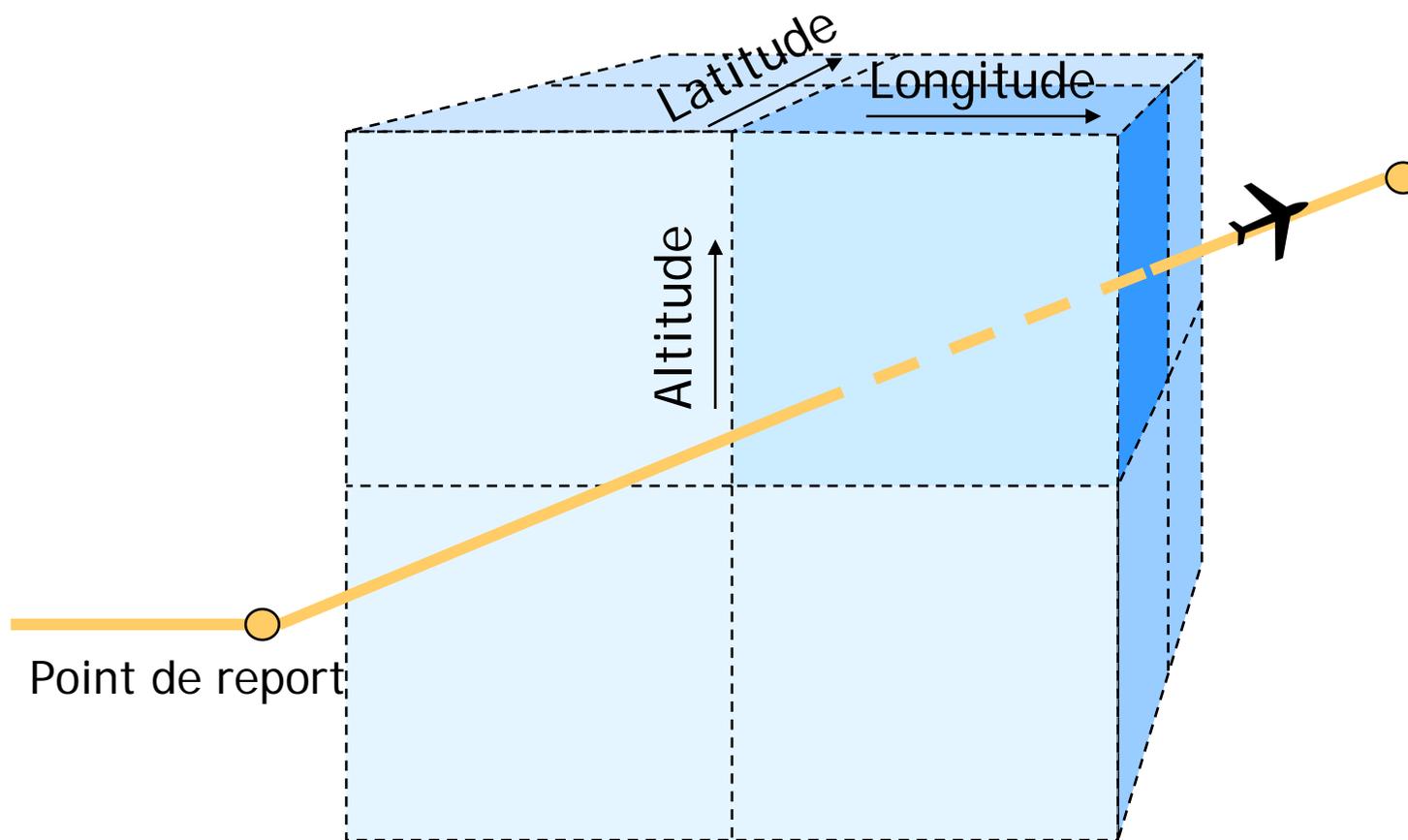
SIEVERT : l'évaluation des doses



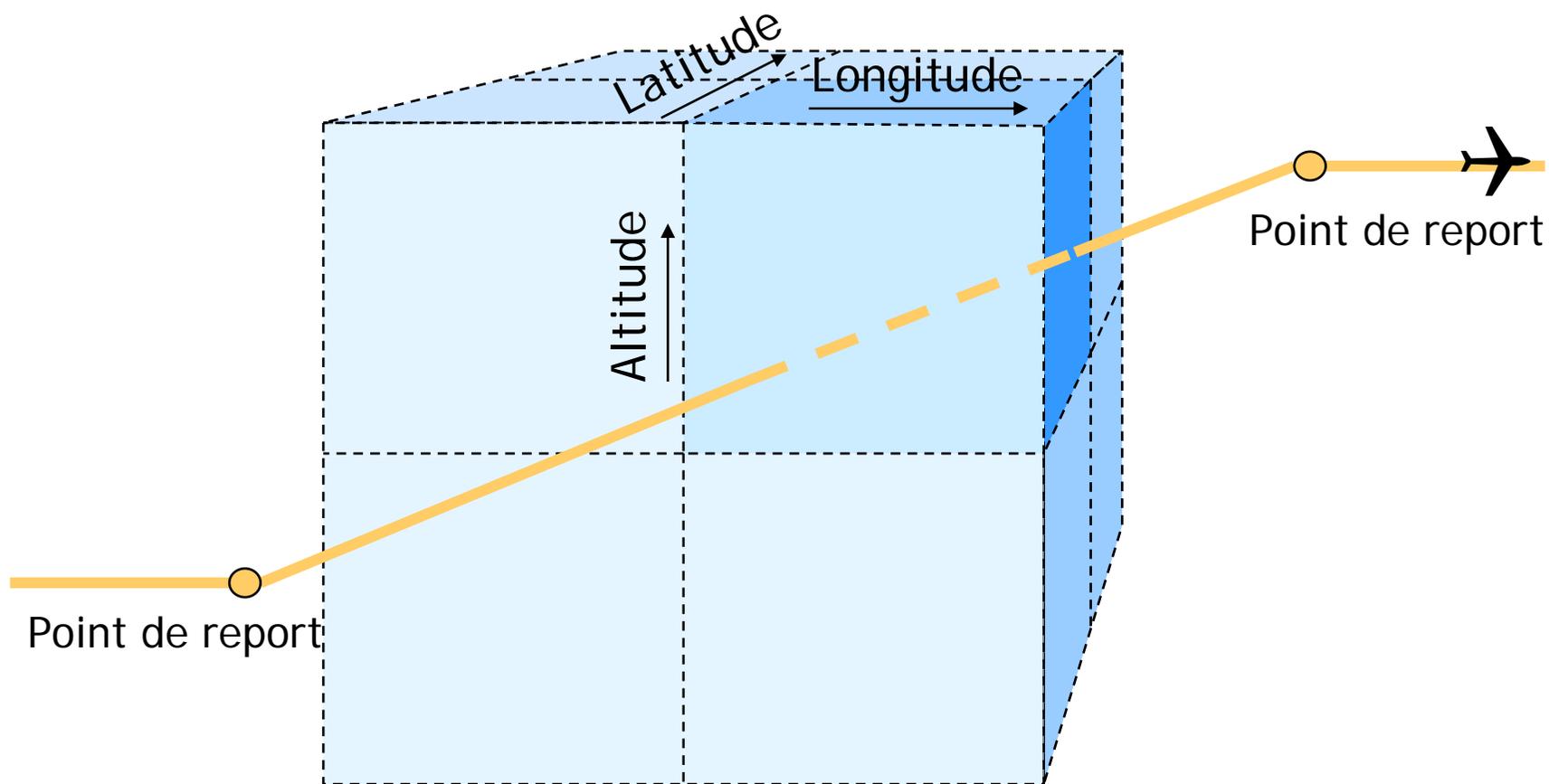
SIEVERT : l'évaluation des doses



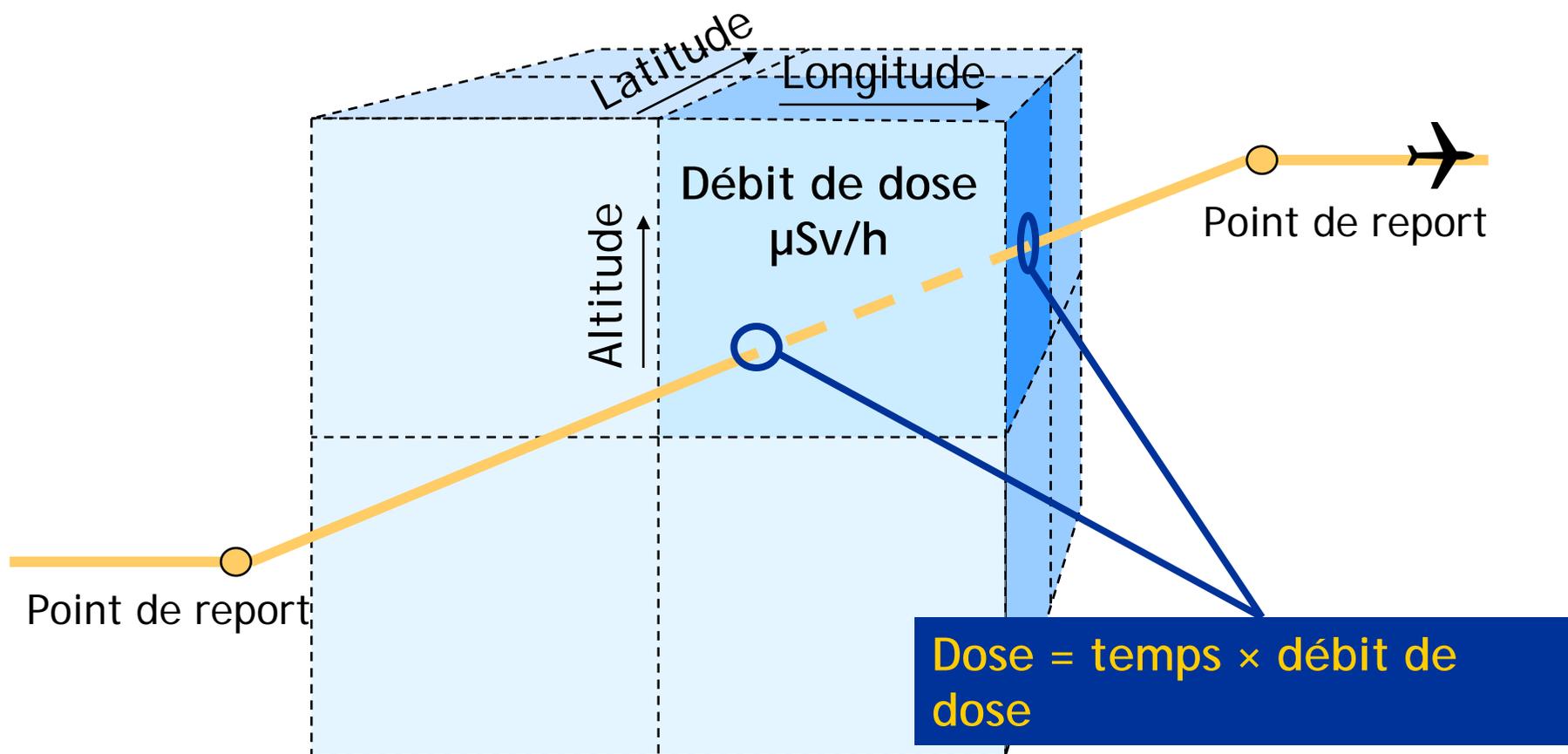
SIEVERT : l'évaluation des doses



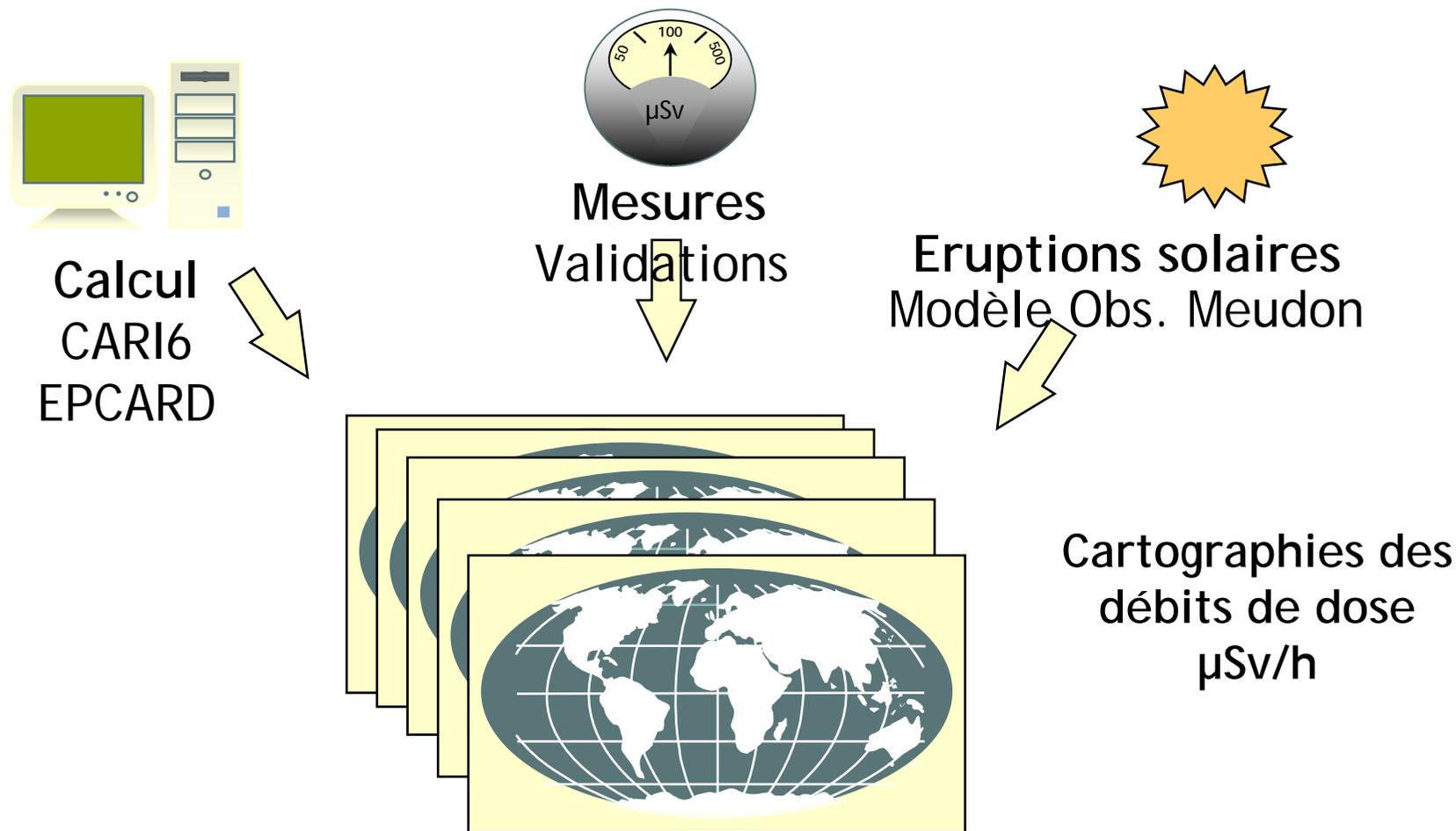
SIEVERT : l'évaluation des doses



SIEVERT : l'évaluation des doses



L'information dosimétrique dans SIEVERT



Le fonctionnement de SIEVERT (1)



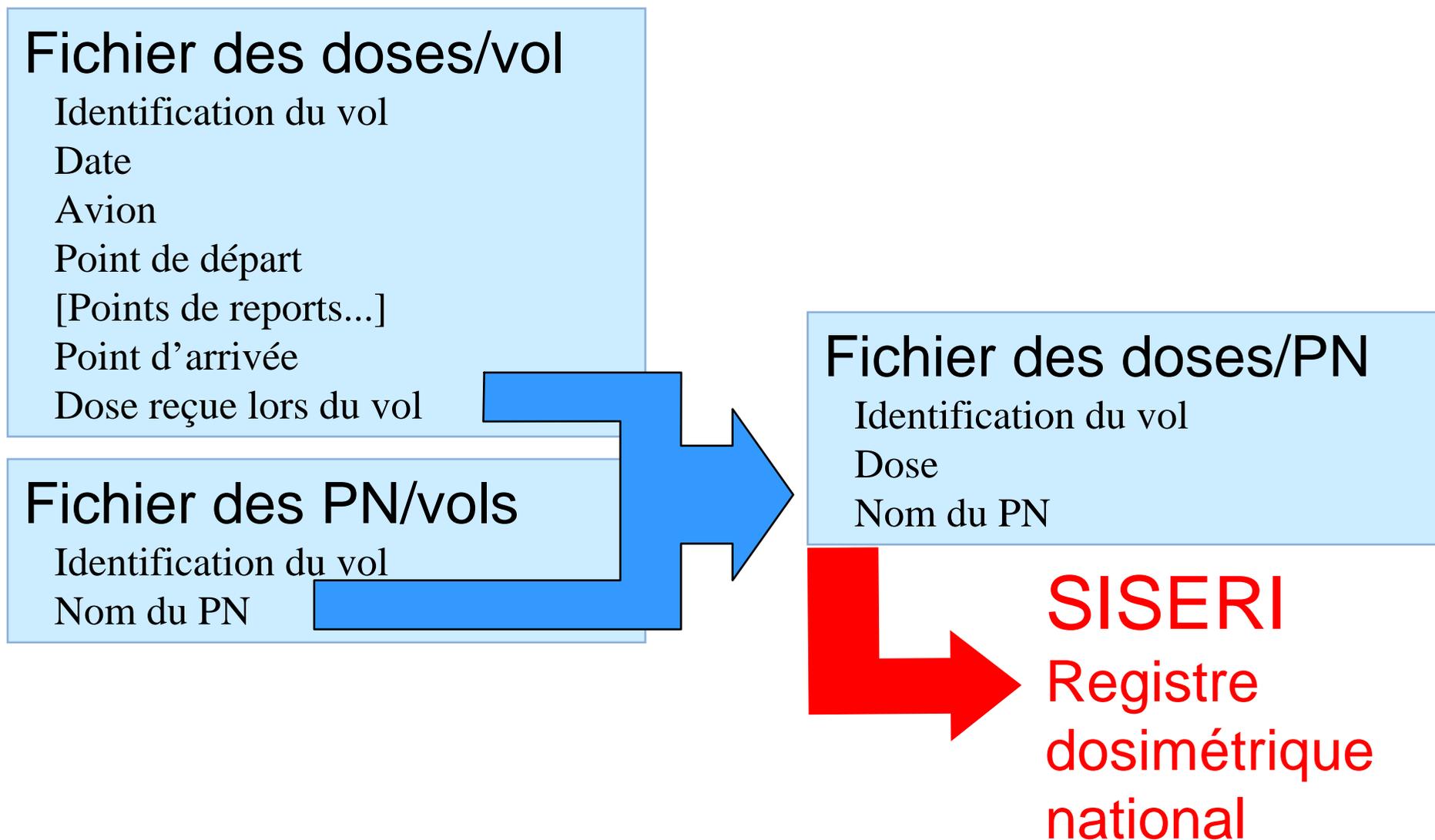
Fichier des vols

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

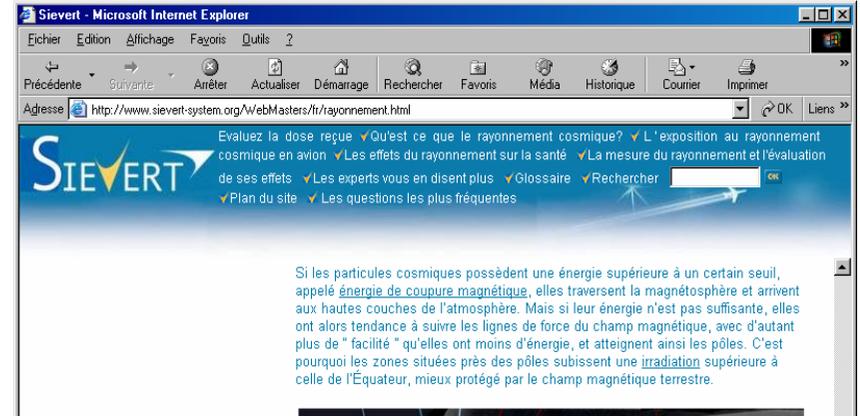
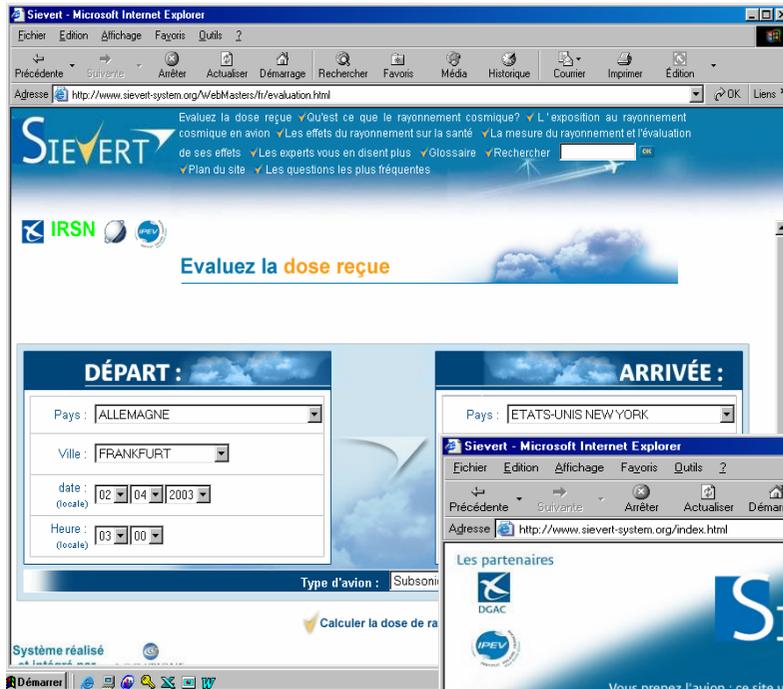
Fichier des doses/vol

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

Le fonctionnement de SIEVERT (2)



Le site : www.sievert-system.org



Si les particules cosmiques possèdent une énergie supérieure à un certain seuil, appelé **énergie de coupure magnétique**, elles traversent la magnétosphère et arrivent aux hautes couches de l'atmosphère. Mais si leur énergie n'est pas suffisante, elles ont alors tendance à suivre les lignes de force du champ magnétique, avec d'autant plus de "facilité" qu'elles ont moins d'énergie, et atteignent ainsi les pôles. C'est pourquoi les zones situées près des pôles subissent une **irradiation** supérieure à celle de l'Équateur, mieux protégé par le champ magnétique terrestre.

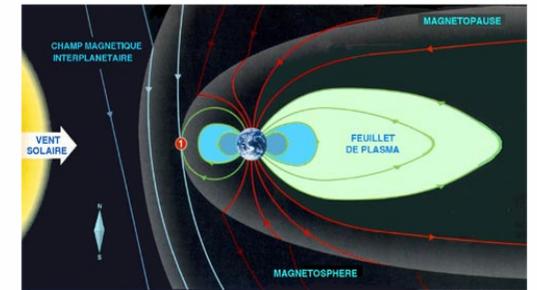
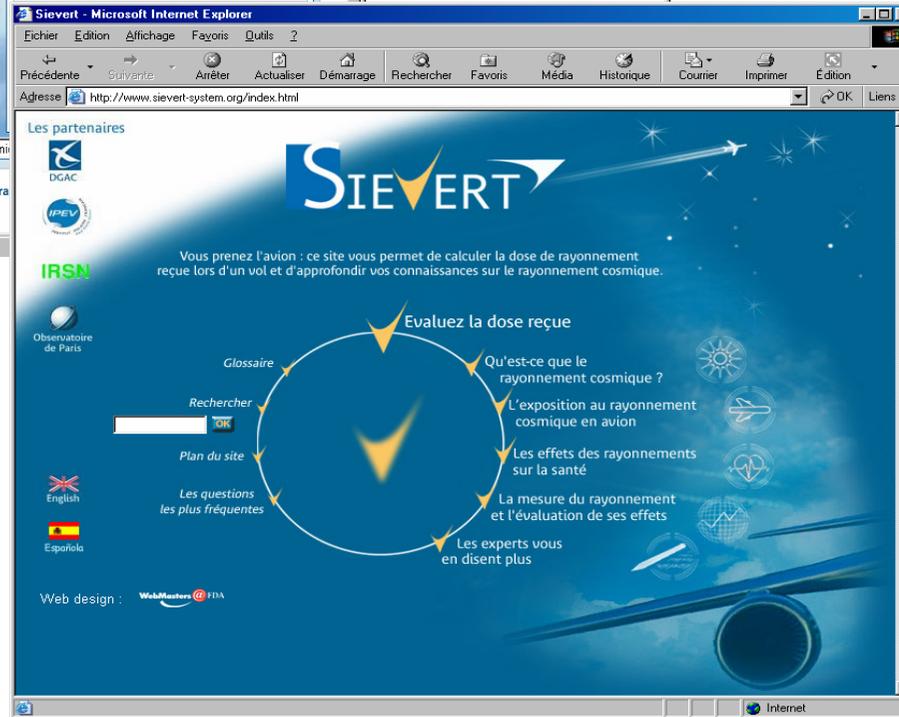


Schéma de la magnétosphère, qui protège la Terre des effets du vent solaire. Le Soleil, dans la réalité beaucoup plus éloigné, est indiqué à gauche de la figure. Il émet en permanence un flux de particules, le vent solaire, qui se heurte au champ magnétique de la Terre. La magnétosphère, de structure très complexe, voit sa géométrie varier à la suite des grandes éruptions solaires. Dans certains cas, le champ magnétique du vent solaire se recombine avec celui de la magnétosphère au point 1. Le champ magnétique terrestre est alors perturbé et des particules stockées dans le feuillet de plasma orientent les

En service depuis mars 2002

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Premier bilan

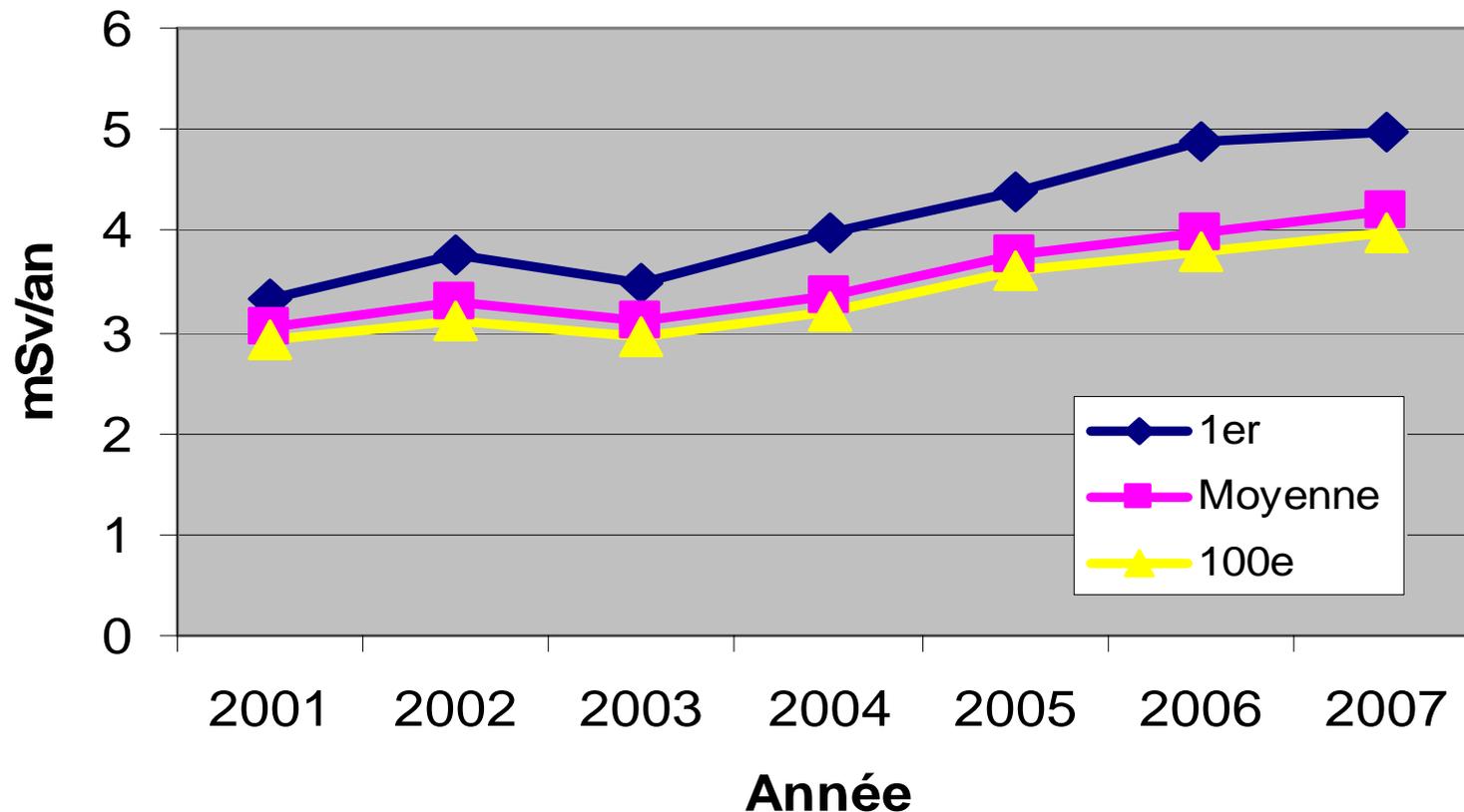
Bilan de l'exploitation SIEVERT

- ~50 000 vols traités par mois
- ~20 compagnies ont un compte
- 4 éruptions prises en compte
14/07/00, 15/04/01, 20/01/05 et 13/12/06
- ~1000 visites/mois sur le site internet

Suivi des personnels navigants

Exemple d'Air France : ~17 000 PN (~60% du total français)

Le TOP 100 des PNT les plus exposés



Données G. Desmaris, Air France

Conclusion

- La **dosimétrie numérique** ne peut être appliquée en routine que dans des **conditions spécifiques**
- Il est important de distinguer la **dosimétrie individuelle** et la **dosimétrie individualisée** car les approches méthodologiques et les outils mis en œuvre diffèrent généralement
- Pour le suivi des PN, cette approche est **moins contraignante** que l'utilisation d'un dosimètre individuel et **parfaitement acceptée**

Perspectives

- La dosimétrie par calcul va évoluer avec l'amélioration des modèles/codes et l'augmentation des puissances de calcul, la connaissance du terme source et de la géométrie restant incontournable
- L'évolution va vers une dosimétrie individualisée avec la possibilité de prendre en compte avec des temps de calcul raisonnables avec des données anatomiques plus réalistes pour un individu spécifique associé à l'utilisation de codes Monte Carlo : *radiothérapie, évaluation de dose en cas d'exposition interne ou externe...*