

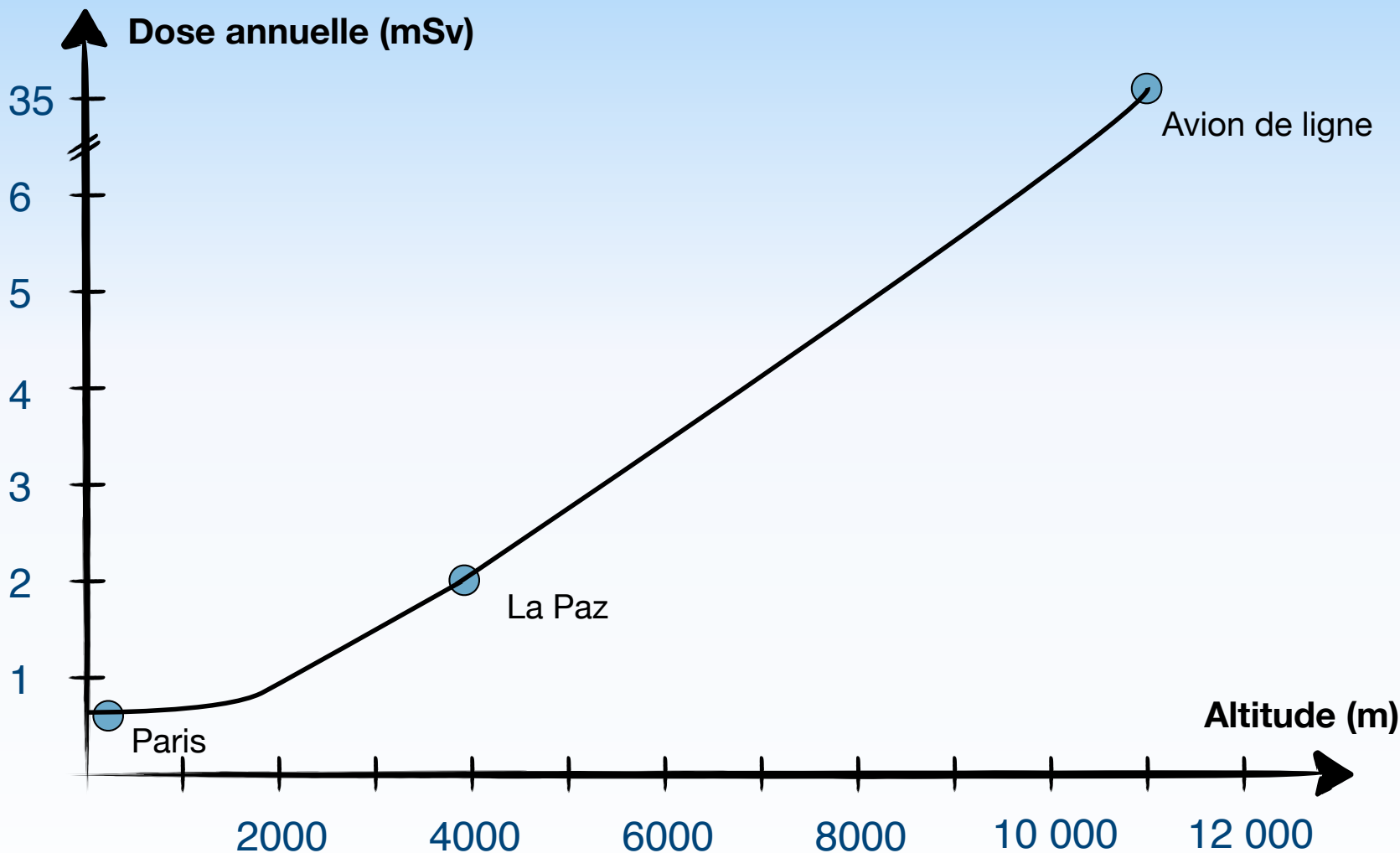


Groupe de Travail 83 de la CIPR
Protection contre le rayonnement cosmique
dans l'aviation

GT-CIPR

Union Internationale des Chemins de Fer, Paris

19 novembre 2014



Estimation de la dose annuelle imputable au rayonnement cosmique

Objectifs du “Task Group 83”

- Créé en 2012
- **Objectif** : « *Décrire et clarifier l’application des Recommandations de la CIPR (ICRP 103) pour la protection contre le rayonnement cosmique des personnels naviguant et des passagers des avions* »
- **Contexte** : 3 milliards de passagers en 2012 ; 6 milliards en 2030
 - Vols transpolaires (depuis 1990), nouveaux avions, « tempêtes solaires » ...

⇒ *Dosimétrie susceptible d’augmenter*

Membres

- **Membres:**

- Jacques Lochard (*Chairman*)
- David Bartlett (PHE - Royaume Uni)
- Jean-François Bottolier-Depois (IRSN - France)
- Gerhard Frasch (BfS - Allemagne)
- Robert Hunter (CAA - Royaume Uni)
- Werner Rühm (Centre Helmholtz - Allemagne)
- Hiroshi Yasuda (NIRS - Japon)

+ « Groupe miroir » français

- Consultation publique, approbation par la Commission et publication (2015/2016)

- **Correspondant:**

- Stefan Mundigl (Allemagne)

- **Relecture:**

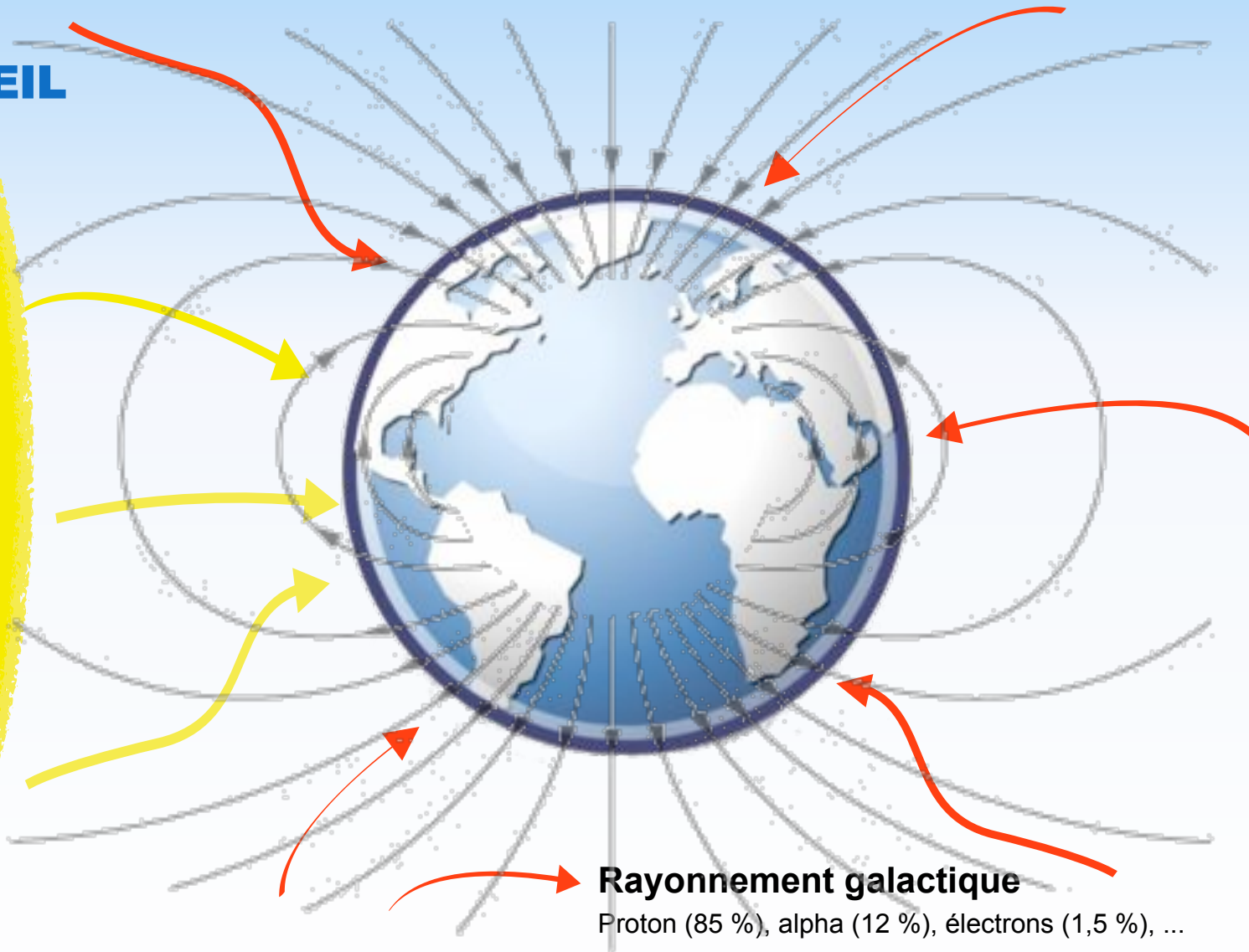
- Donald Cool (NRC - États-Unis)
- Michiaki Kai (NHS - Japon)

- **Secrétaires:**

- Marie Michelet (CEPN)
- Sylvain Andresz (CEPN)

Le rayonnement cosmique

SOLEIL



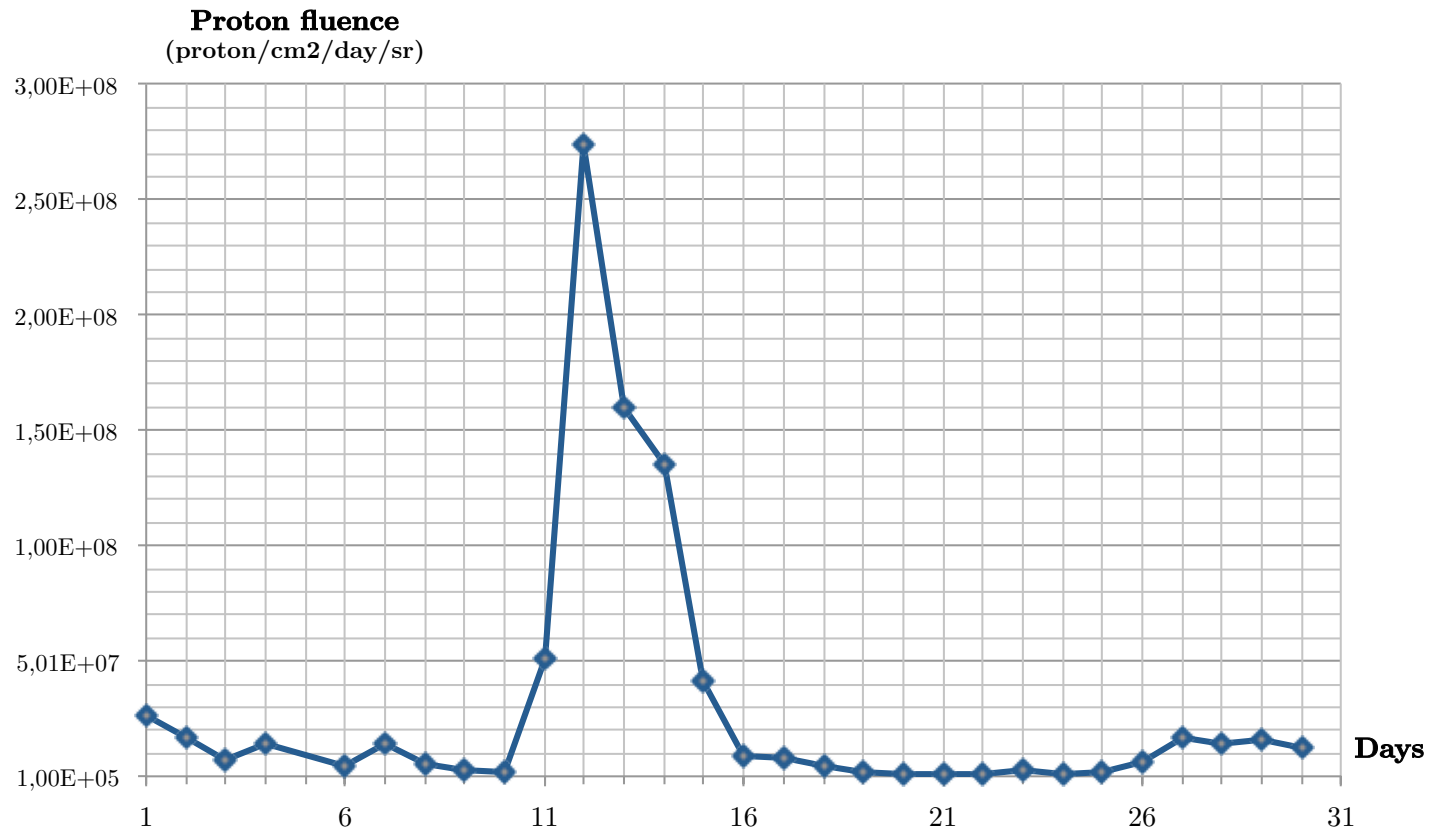
Rayonnement galactique

Proton (85 %), alpha (12 %), électrons (1,5 %), ...

Rayonnement solaire

Proton (99 %)

Le rayonnement cosmique



Éruption solaire X15 - Débit de protons entre le 1^{er} et le 30 mars 1989

Données issues du satellite GOES-7, National Atmospheric and Astronautics Administration

Le rayonnement cosmique

RÉSUMÉ :

Le débit de dose dans un avion dépend (globalement) :

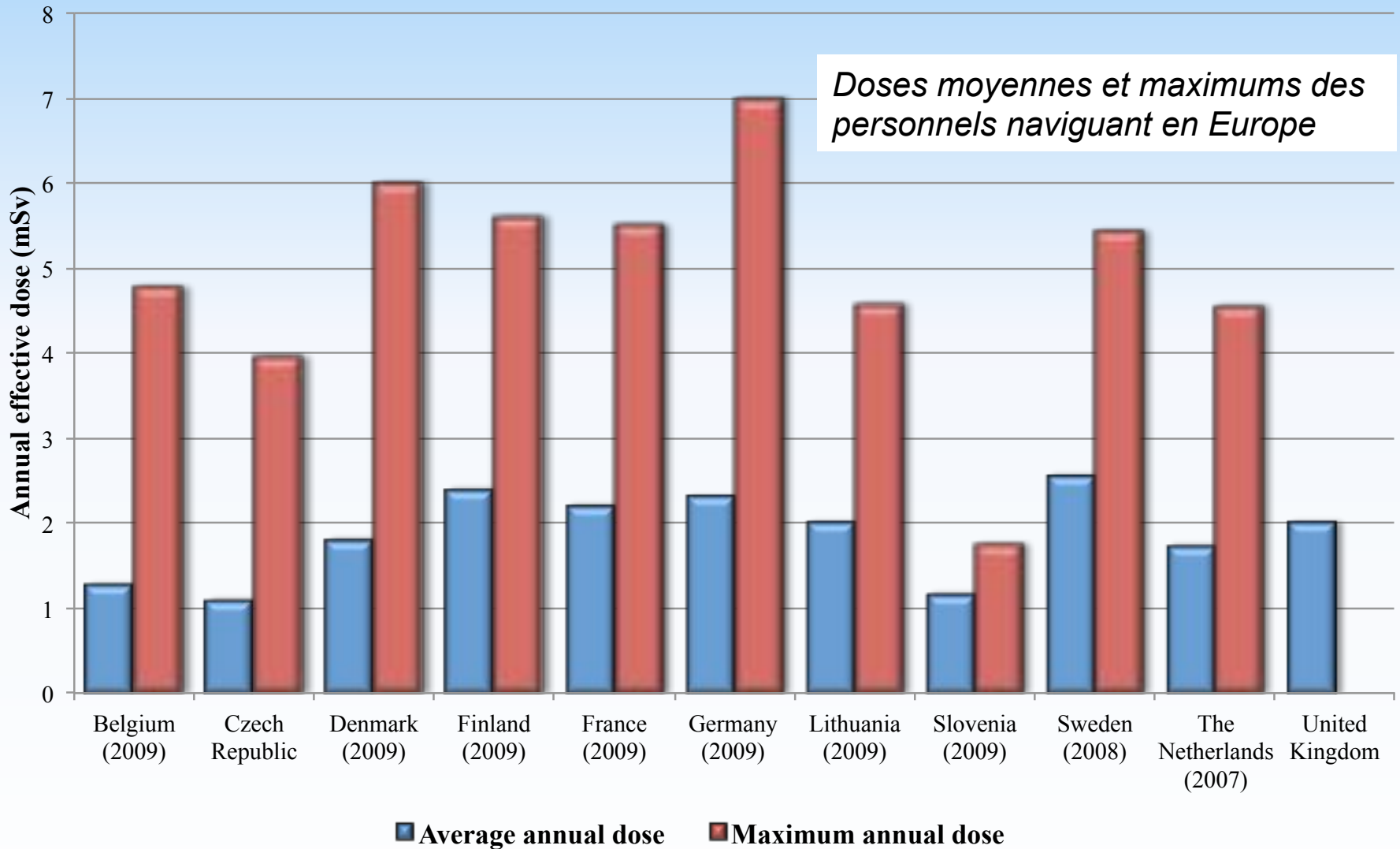
- De la latitude
- De l'altitude
- De l'activité solaire

L'exposition pour un vol peut être bien approximée par des logiciels simples d'utilisation (exemple : www.sievert-system.org) :

Type of flight	Total effective dose (μSv)	Dose rate ($\mu\text{Sv/h}$)
Transatlantic flight: Paris – New York	45	5.4
Trans-equatorial flight: Colombo – Djakarta	14	1.8
Transpolar flight: Beijing – Chicago	74	6.1

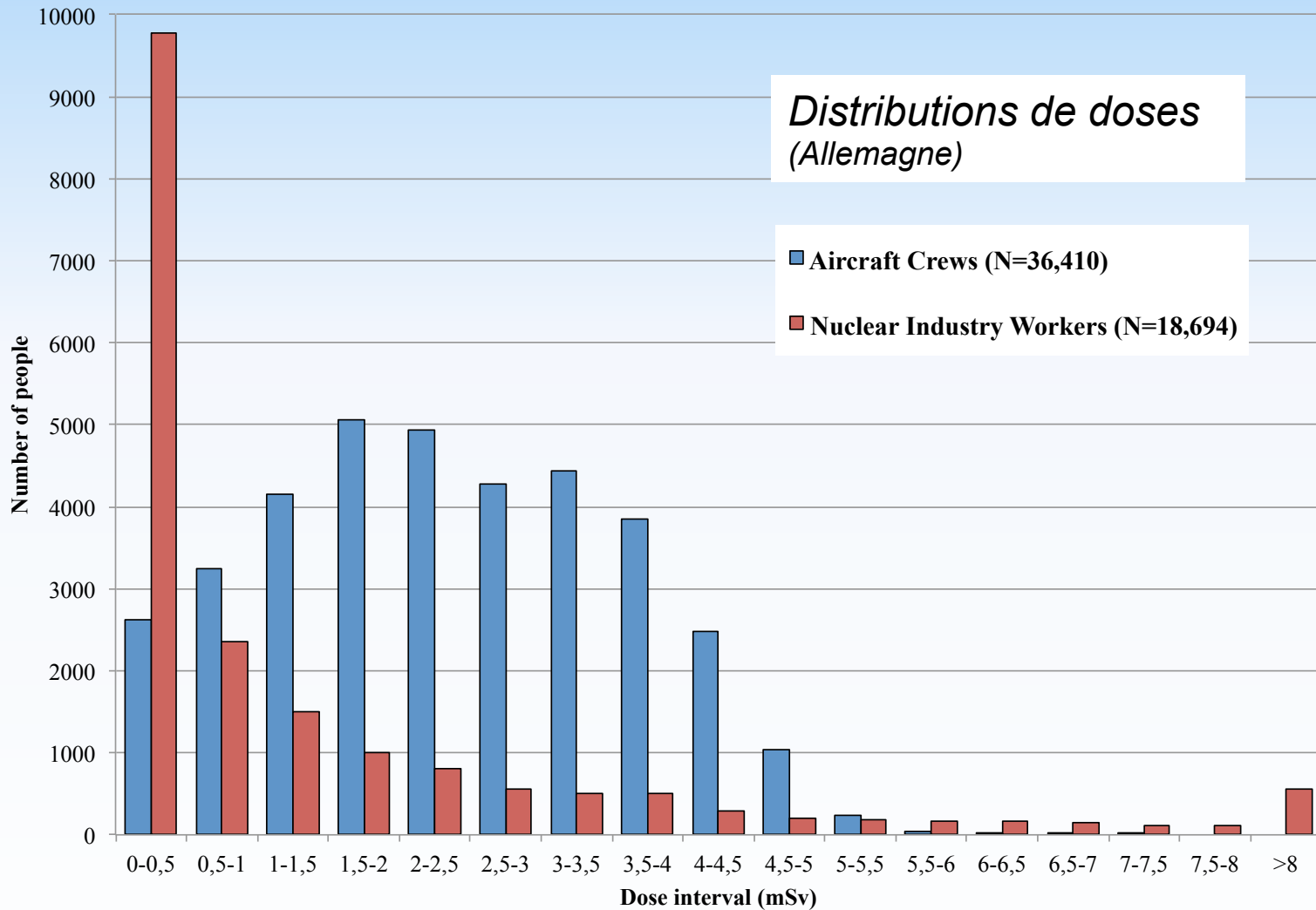
Calculs effectués avec le logiciel SIEVERT, vols ayant lieu en juin 2014

Caractéristiques de l'exposition



Results of the EAN request on radiation protection of aircraft crew, European ALARA Network, 2012 (www.eu-alara.net)

Caractéristiques de l'exposition



D'après G. Frasch, *Aircraft Crew Exposure in Germany from 2004 to 2009*, 14th European ALARA Network (Existing Exposure Situations), Dublin, Septembre 2012

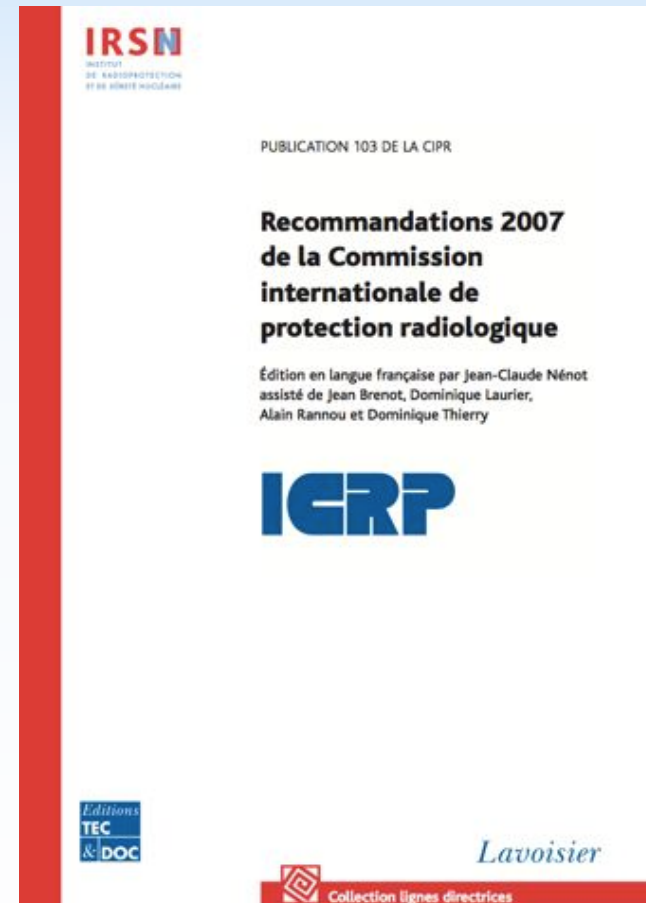
Recommandations de la CIPR

Recommandations précédentes

- Situation d'**exposition existante** (CIPR 39, 1984)
- Les personnels naviguant sont considérés comme des **personnels exposés** (CIPR 60, 1991)
- Les passagers, y compris les grands voyageurs (*frequent flyers*), sont considérés comme des membres du **public** car dose < 1 mSv/an (CIPR 75, 1997)
- Les doses doivent être calculées à partir des temps de vol et des débits de doses (logiciel). Le contrôle de l'exposition se fait en modulant le temps de vol et la trajectoire de vol (CIPR 75)

Appliquer le système de protection radiologique des êtres humains (CIPR 103, chap. 5, 2007)

- Type de situations d'exposition (§ 5.2)
- Identification des individus exposés (§ 5.4)
- Principes de protection radiologique (§5.6)
 - Justification (§5.7)
 - Optimisation de la protection (§5.8)
 - Contrainte de dose/niveau de référence (§5.9)
 - Limites de doses (§5.10)






Type de situation d'exposition

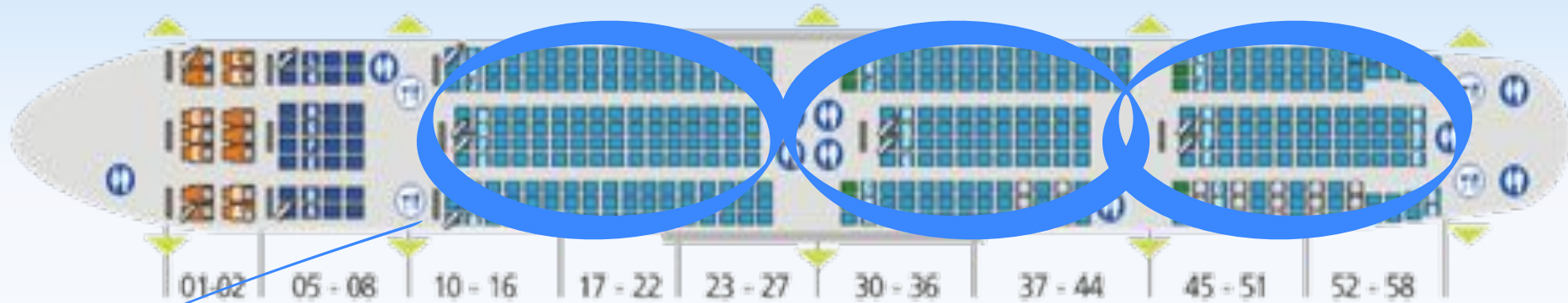
- La Commission considère que l'exposition au rayonnement cosmique est une situation d'**exposition existante** (la source existait déjà avant qu'on décide de la contrôler)
- Les éruptions solaires sont également considérées comme des situations d'exposition existantes (étant donné leur faible contribution à l'exposition totale)

Identification des individus exposés

Boeing B 777-300 "LOISIRS"
468 sièges

AIRFRANCE 

 AFFAIRES  PREMIUM VOYAGEUR  VOYAGEUR






Voyageurs occasionnels

Quelques vols/an

Identification des individus exposés

Boeing B 777-300 "LOISIRS"
468 sièges

AIRFRANCE 

 AFFAIRES  PREMIUM VOYAGEUR  VOYAGEUR



Voyageurs occasionnels

Quelques vols/an




***Frequent flyers* - Pour raisons personnelles**

Plusieurs vols/an

Identification des individus exposés

Boeing B 777-300 "LOISIRS"
468 sièges

AIRFRANCE 

 AFFAIRES  PREMIUM VOYAGEUR  VOYAGEUR



Voyageurs occasionnels

Quelques vols/an

***Frequent flyers* - Pour raisons personnelles**

Plusieurs vols/an




***Frequent flyers* - Pour raisons professionnelles**

(très) Nombreux vols/an

Identification des individus exposés

Boeing B 777-300 "LOISIRS"
468 sièges

AIRFRANCE 

 AFFAIRES  PREMIUM VOYAGEUR  VOYAGEUR



Voyageurs occasionnels

Quelques vols/an

***Frequent flyers* - Pour raisons personnelles**

Plusieurs vols/an

***Frequent flyers* - Pour raisons professionnelles**

(très) Nombreux vols/an

Personnels navigant

Très nombreux vols/an

Application des principes de protection

- **Justification**

- Généralement la responsabilité de juger de la justification est du ressort des autorités/gouvernements
- La Commission considère que la mise en place de mesures de protection est justifiée (cf. exposition actuelle, contexte, ...)

- **Optimisation**

- Choix d'un niveau de référence
- et approche graduée (ie. recommandations proportionnées à l'exposition)

- **Niveau de référence/Limite de dose**

- **Niveau de référence** : « *niveau de dose au-delà duquel il est inapproprié d'autoriser l'exposition et pour lequel des actions d'optimisation doivent être entreprises* » (§234)

Dépend de la distribution de doses et des circonstances

- **Limite de dose** : Ne s'applique pas *a priori*. Peut être employée en tant qu'outil réglementaire

Recommandations

- **Niveau de référence**

- La Commission recommande de sélectionner un niveau de référence dans la bande **5 – 10 mSv/an**
- N.B. BSS : 6 mSv/an, 'contraintes de dose' Air France et ANA : 5 mSv/an, Italfly : 3 mSv/an

- **Action de protection** (N.B. distance à la source et protections bio. impossibles !)

- **Limiter le temps de vol** : temps vol ↘ : dose ↘ mais nombre de personnel exposé ↗ et mise en place à grande échelle problématique
- **Trajectoire de vol** :
 - **Altitude** : altitude ↘ : dose ↘ mais coûts ↗ (carburant). Possible mais pas spontané
 - **Latitude** : vols polaires ↘ : dose ↘ mais temps de vol ↗ et coûts ↗
- ⇒ faible marge de manœuvre pour la protection des individus exposés

Recommandations – Approche graduée

- **Voyageurs occasionnels (public) :**
 - Ne sont (souvent) pas conscients qu'ils sont exposés !
 - ⇒ la Commission recommande que des informations sur le rayonnement cosmique soit diffusées (site des compagnies aériennes, ...)
 - N.B. existe déjà : Cathay Pacific ou Quantas
 - L'utilisation des logiciels de calcul d'exposition devrait être encouragée
- ***Frequent flyers* pour raisons personnelles (public) :**
 - Informations
 - + la Commission recommande le calcul de dose et adaptation du comportement le cas échéant (*self-monitoring/self-protection*)

Recommandations – Approche graduée

- **Frequent flyers pour raisons professionnelles (public) :**
 - « Exposition professionnelle » = exposition au travail + de la responsabilité de l'employeur (§ 178)
 - La Commission recommande que l'entreprise informe ses *frequent flyers* + évalue et communique leur exposition + (le cas échéant) adapte leur fréquence de vol
 - Au cas par cas, des *frequent-flyers* pourraient être considérés comme des travailleurs exposés
- **Personnels naviguant (travailleurs exposés) :**
 - **Information:** information renforcée sur le rayonnement cosmique (par ex. formation sur outil informatique chez Air France)
 - **Suivi :** calcul et suivi de la dose individuelle des personnels naviguant (par ex. SIEVERT-PN). Les doses sont communiquées au personnel naviguant et sont conservées
 - **Surveillance médicale :** surveillance médicale de routine jugée suffisante
 - **Ajustement du temps de vol/destinations :** le cas échéant

Recommandations – Approche graduée

	Exposed individuals		Requisites	Categories of exposure
Dose reference level to be selected in the 5 – 10 mSv/year band	Occasional passengers		<ul style="list-style-type: none"> General information 	Public
	Frequent flyers	For personal convenience	<ul style="list-style-type: none"> General information Self-evaluation of doses 	
		For professional duties	<p>By the operating management:</p> <ul style="list-style-type: none"> Individual information Evaluation of doses Adjustment of flight frequency as appropriate <p>Frequent flyers may be treated as occupationally exposed after negotiation with the operating management</p>	
	Aircraft crew	<p>By the operating management:</p> <ul style="list-style-type: none"> Individual information Monitoring of individual doses Recording of individual doses Medical surveillance Adjustment of flight schedules as appropriate 	Occupational	

Conclusion

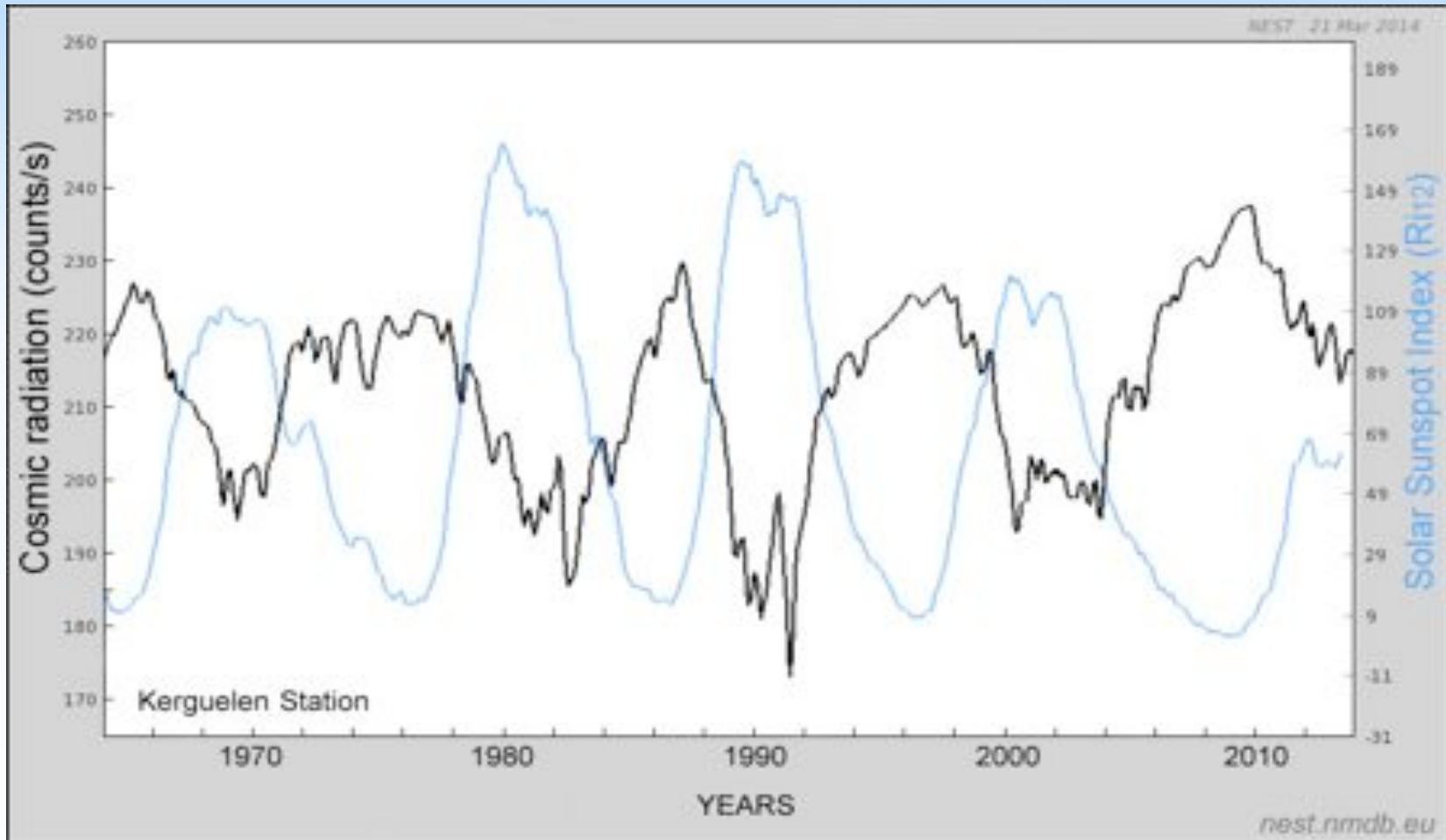
- **RÉSUMÉ :**

- La Publication s'inscrit dans l'objectif de la CIPR de décliner les recommandations aux situations d'exposition existantes (radon, ...)
- Optimisation : Niveau de référence à choisir dans une bande 5 – 10 mSv/an et approche graduée tenant compte de l'exposition

- **OBJECTIFS :**

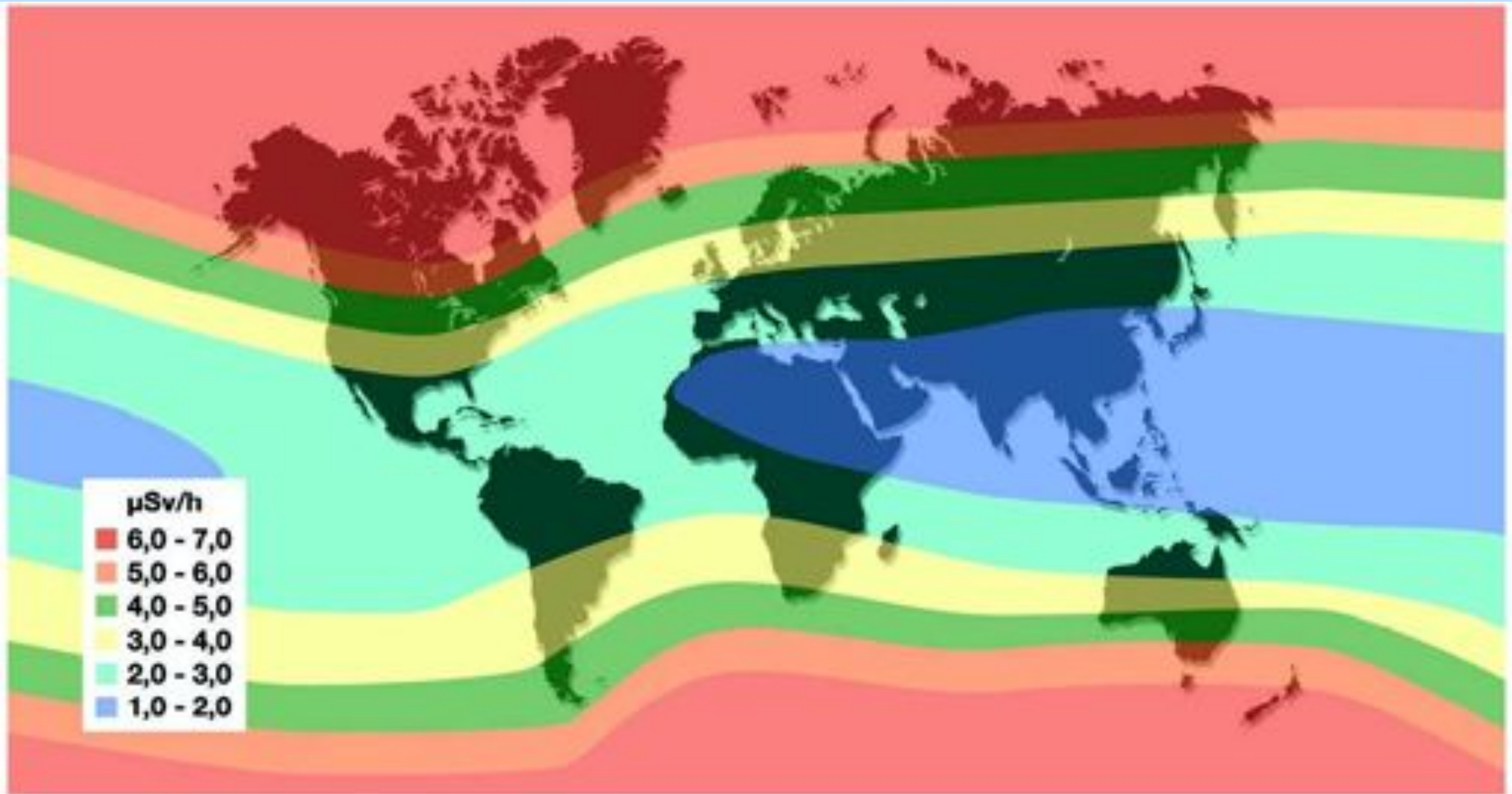
- Maintenir les doses des individus les plus exposés à des niveaux raisonnables
- Favoriser la diffusion d'information sur le rayonnement cosmique et la prise de décision éclairée en connaissant et acceptant les risques

Annexe



Anti-corrélation entre l'activité solaire (en nombre de taches solaire – courbe bleue) et l'exposition de la terre aux rayonnement galactique (en nombre moyen de protons/seconde) de 1964 à 2014, données Observatoire Paris-Meudon.

Annexe



Effet du bouclier magnétique terrestre – débits de dose typiques à 12 000 mètres d'altitude

Annexe

Evaluez la dose reçue

DÉPART :		ARRIVÉE :	
Pays :	<input type="text" value="Sélectionnez un pays"/>	Pays :	<input type="text" value="Sélectionnez un pays"/>
Ville :	<input type="text" value="Aucun pays sélectionné"/>	Ville :	<input type="text" value="Aucun pays sélectionné"/>
Date (local) :	<input type="text" value="14/11/2014"/>	Date (local) :	<input type="text" value="14/11/2014"/>
Heure (local) :	<input type="text" value="00 : 00"/>	Heure (local) :	<input type="text" value="00 : 00"/>
Type d'avion :		<input type="text" value="Subsonique"/>	

Calculer la dose de rayonnements cosmiques reçue lors de ce vol

Sous réserve des modifications de la réglementation locale, les dates et heures du vol prennent en compte le décalage horaire et éventuellement l'heure d'été. Vérifier la durée du vol.

Annexe

<i>Dose are in mSv</i>	Abu-Dhabi (Emirates)	Johannes-burg	Kuala-Lumpur	Lima	London	Mexico (city)	Moscow	New-York (city)	Rio de Janeiro (city)	Tokyo	San Francisco	Sydney
Abu-Dhabi (Emirates)		0.015	0.013	0.037	0.025	0.107	0.016	0.077	0.029	0.024	0.109	0.039
Johannesburg	0.015		0.025	0.046	0.027	0.048	0.028	0.045	0.032	0.035	0.072	0.096
Kuala-Lumpur	0.013	0.025		0.131	0.043	0.072	0.028	0.1	0.067	0.012	0.59	0.012
Lima	0.037	0.046	0.131		0.039	0.013	0.073	0.024	0.014	0.058	0.025	0.072
London	0.025	0.027	0.043	0.0385		0.079	0.019	0.049	0.028	0.08	0.08	0.075
Mexico (city)	0.107	0.048	0.072	0.013	0.079		0.091	0.017	0.023	0.062	0.009	0.036
Moscow	0.016	0.028	0.028	0.073	0.019	0.091		0.064	0.04	0.053	0.089	0.045
New-York (city)	0.077	0.1	0.1	0.024	0.049	0.017	0.064		0.025	0.095	0.03	0.058
Rio de Janeiro (city)	0.029	0.067	0.067	0.014	0.028	0.023	0.04	0.025		0.126	0.038	0.102
Tokyo	0.024	0.012	0.012	0.058	0.08	0.062	0.053	0.095	0.126		0.042	0.02
San Francisco	0.109	0.59	0.59	0.025	0.08	0.009	0.089	0.03	0.038	0.042		0.033
Sydney	0.039	0.012	0.012	0.072	0.075	0.036	0.045	0.058	0.102	0.02	0.033	

Exemple d'utilisation du logiciel Sievert

Recommandations

- **Cas des femmes enceintes**

- Public :

- Pas d'action de protection *a priori* (ICRP 82)
- Cependant la Commission recommande que les femmes enceintes ajustent leur fréquence de vols (le cas échéant)

- Travailleurs exposés :

- Embryon/foetus \equiv membre du public \Rightarrow assurer dose additionnelle embryon/foetus < 1 mSv
- La Commission recommande que le personnel naviguant féminin soit informé
- Après déclaration, l'entreprise doit assurer < 1 mSv durant le reste de la grossesse (par exemple dans les compagnies aériennes : affectation à un emploi au sol).

ICRP

www.icrp.org