

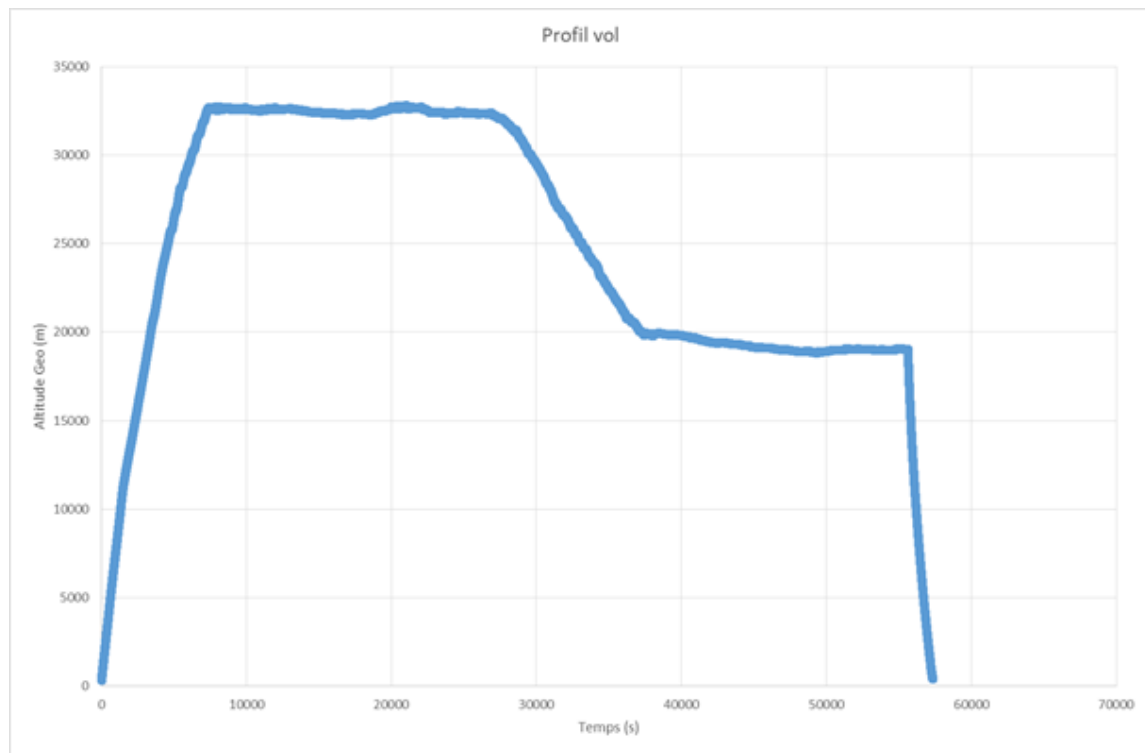
DOSIMÉTRIE POUR LA CAMPAGNE BERNADOTTE

Dosimétrie du rayonnement cosmique secondaire

Contexte de la demande

- Prestation IRSN pour le compte de l'INSERM : Expérience K-riBoo Timmins août 2019 et Expérience E-lan Kiruna août 2021
- Achat de dosimètres électroniques, prêts de dosimètres passifs et analyse des données
- Objectifs: estimer les doses dus au rayonnements cosmiques secondaires au niveau d'échantillons biologiques
- Mesures sous 8 blindages : bois, bois+paraffine, régolithe 1, régolithe 2, Alu, Alu+Kevlar, Alu+Kevlar+Alu, Pb, Pb+paraffine

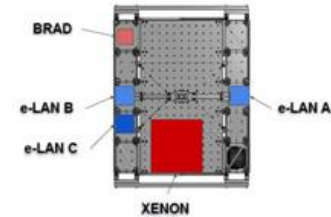
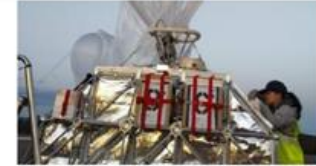
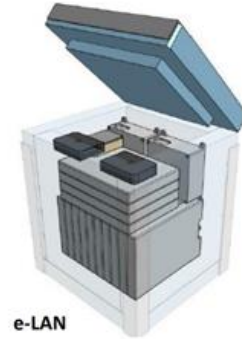
Description du vol (campagne Kiruna 2021)



Méthodes de dosimétrie

Dosimétrie passive :

- Radio photo luminescent (RPL), verre phosphate dopé Ag, type GD351 (@Technol corp.)
- Thermo luminescent (TL), Fli (enrichi en Li6 et en Li7)
- Dosimètres à traces (PADC)



Dosimétrie active :

- Spectromètre silicium (Liulin 6F)
- Dosimètre silicium (EPDN-2)



EPDN-2



Liulin 6 F

Principales difficultés dans le contexte des vols ballons

Etalonnage :

- Complexité du Rayonnement Cosmique (RC) variant avec altitude, latitude et dans le cycle solaire
- Grandeur dosimétrique d'intérêt D_{tissu} , mais détecteurs caractérisés en $H^*(10)$ vis-à-vis du RC et à 10-12 km d'altitude
- Pas d'installation de référence, étalonnage in situ vs détecteur de référence (CPET)
- Difficulté plus importante pour la composante dite haut Transfert d'Energie Linéique (TEL) (cf. neutron)

Seuil de détection :

- Avec les dosimètres neutron passifs (PADC) surtout avec des neutrons de haute énergie

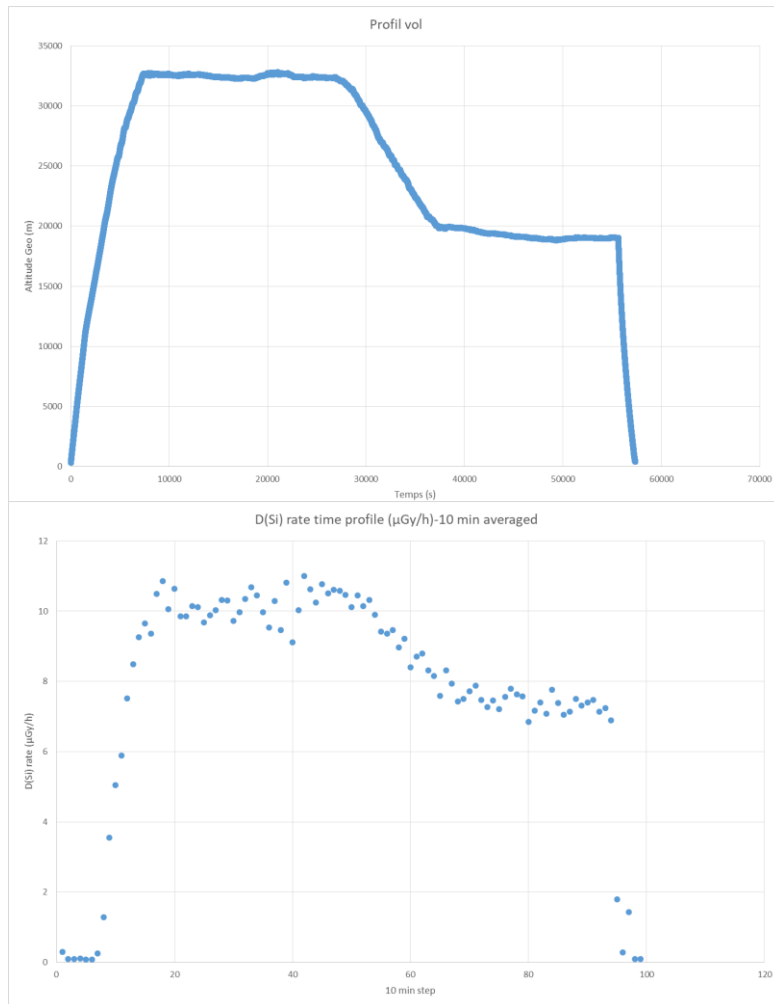
Campagne Bernadotte

RÉSULTATS LIULIN

Profil de débit de dose (Liulin)

Dose intégrée sur le vol :

- $D(\text{Si}) = 134,4 \mu\text{Gy}$
- $H^*(10) = 344,6 \mu\text{Sv}$ (avec étalonnage $Z=10-12 \text{ km}$ et latitude nord ($>50^\circ$))
- $D(\text{Si})$ mesurée par le Liulin est une bonne approximation pour le RC de $D(\text{tissu})$ (cf. Mertens et al., 2016) aux mêmes altitudes mais avec R_c (Cut off rigidity) différente

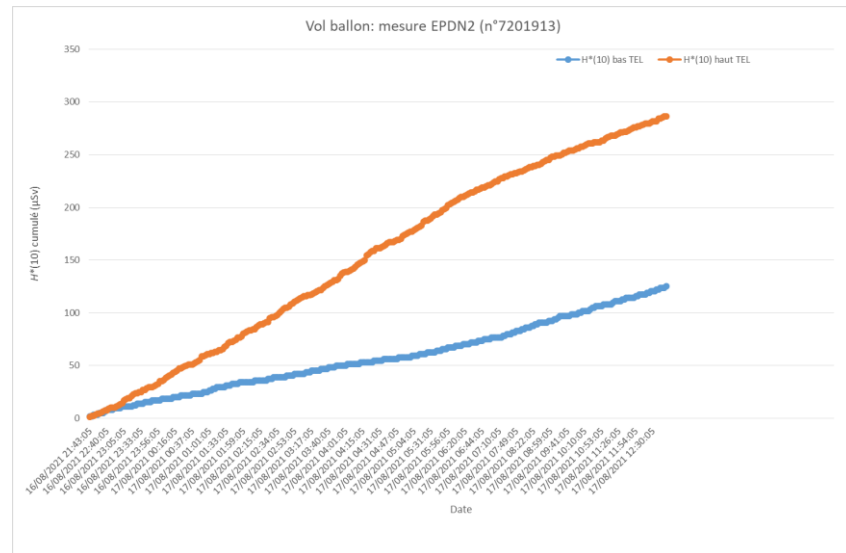


Campagne Bernadotte

RÉSULTATS EPDN2

■ Dose intégrée sur le vol :

- $H^*(10)$ total = 415,9 μSv (avec étalonnage défini pour $h = 10\text{-}12$ km et latitude nord ($>50^\circ$))
- Conversion composante haut TEL en D tissu avec hypothèse facteur de qualité (Q_n) de 6 (calculé à partir des données de Merten et al., 2016)
- Très bonne reproductibilité entre les deux détecteurs (Bas et haut TEL)
- Bon accord pour la composante bas TEL avec la dosimétrie passive (RPL)



$H^*(10)$ intégré sur le vol

	$H^*(10)$ corrected (μSv)	
	gamma	neutron
EPDN2 n°1	123,4	286,2
EPDN2 n°2	126,6	295,6
Moyenne	125,000	290,9

Niveau d'incertitude

(*) : < 20 %

(**) : >> 20 %

BILAN RESULTATS DOSE VOL (D (TISSU))

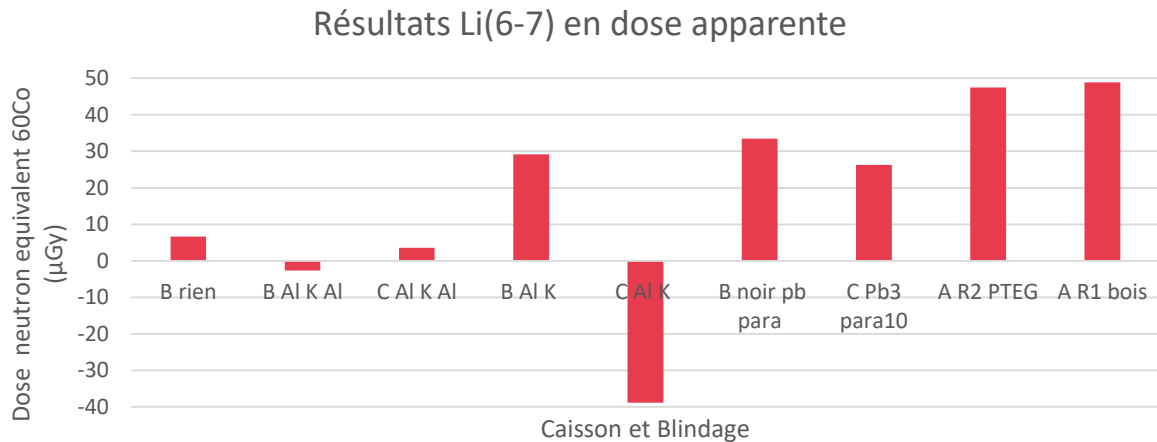
	Palier 1 (32 km)	Palier 2 (20 km)	Vol complet
Liulin (total)	76,5 µGy (*)	34,8 µGy (*)	134,4 µGy (*)
EPDN2 (bas TLE)	47,9 µGy(*)	25,1 µGy(*)	137,9 µGy (*)
EPDN2 (haut TLE)	28,5 µGy(**)	12 µGy(**)	48,5 µGy (**)
EPDN2 (total)	76,4 µGy(**)	37,1 µGy(**)	186,4 µGy(**)
RPL (bas TLE)	-	-	143,3 µGy (*)
TLD (bas TLE)	-	-	153,0 µGy (*)

Pas de résultats pour les PADC (<LD)

Résultats des doses bas TEL vol TLD (D_{tissu}) (μGy) sous écran

	Caisson A	Caisson B	Caisson C
Rien		1,306E+02	1,391E+02
noir pb para		1,216E+02	
Al K Al		1,384E+02	1,281E+02
Al K	1,457E+02	1,394E+02	1,457E+02
ALu3	1,362E+02		
R1 bois	1,380E+02		
R2 PTEG	1,231E+02		
Combi/Bois3Para1	1,271E+02		
Pb 3 para10			1,416E+02

Evaluation contribution des neutrons sous les blindages



Section efficace très importante pour les neutrons thermiques

ENSEIGNEMENTS

- Bon accord pour la composante bas TEL entre les différents détecteurs
- Cohérence entre détecteurs électroniques (Liulin vs EPDN2)
- Difficultés cumulées pour la composante neutron (faible niveau et problème d'étalonnage) : nécessiterait une campagne de mesure en vol pour étalonnage des détecteurs vs CPET (= instrument de référence) (cf. NASA/RAD-X)
- Problématique de la mesure derrière les écrans : caractérisation des particules secondaires (recours à la simulation nécessaire) pour interpréter les données biologiques