



Stéphane Maillard 19.10.2022

Vols de mesure de la radioactivité

5 au 9 septembre 2022

L'essentiel en bref

En début août, le Centre de compétences NBC-DEMUNEX [1] informait de la tenue de sa campagne annuelle de mesure de la radioactivité par hélicoptère. Malgré des conditions météorologiques parfois capricieuses, la presque totalité du programme de mesure a pu être réalisée. Une petite partie des mesures prévue dans la région du Moléson a été annulée en raison des précipitations et les zones à plus forte densité de population ont été privilégiées. Le présent document tient lieu de rapport préliminaire et consigne les premiers enseignements.

De manière générale, les résultats correspondent à une situation radiologique normale pour le plateau suisse et aucune vérification au sol n'a été nécessaire.

Cette campagne a permis d'acquérir les données radiologiques de base pour une surface d'environ 900 km². Les données récoltées ont été mises à disposition des organes compétents et seront intégrées dans le rapport scientifique annuel ad hoc.

Le Centre de compétences NBC-DEMUNEX et les forces aériennes tirent un bilan positif de cette campagne. Les équipages étaient composés d'opérateurs professionnels expérimentés ainsi que de quelques nouveaux opérateurs en formation. Leur niveau de formation est excellent et les équipements de détection et de mesure sont fonctionnels et opérationnels.

Vols de mesure de la radioactivité

1 Programme 2022

La campagne 2022 avait des objectifs similaires aux années précédentes et devait notamment servir à la l'acquisition des données radiologiques de base pour de nouvelles régions, à l'entraînement des opérateurs expérimentés ainsi qu'à la formation de quelques nouveaux opérateurs. En marge de ces objectifs habituels, une partie du programme était dédiée à la vérification des équipements ainsi qu'à du contrôle de qualité.

Le programme 2022 concernait 4 zones distinctes désignées "ARNEX", "CHATEL", "MOUDON" et "TRAVERS". Il prévoyait le survol de 114 communes réparties sur les cantons de Fribourg, Neuchâtel et Vaud. Les plans de vols sont sciemment répartis sur plusieurs zones géographiques distinctes afin de pouvoir s'adapter aux conditions météorologiques et de visibilité locale et ainsi utiliser au mieux les heures de vols disponibles.

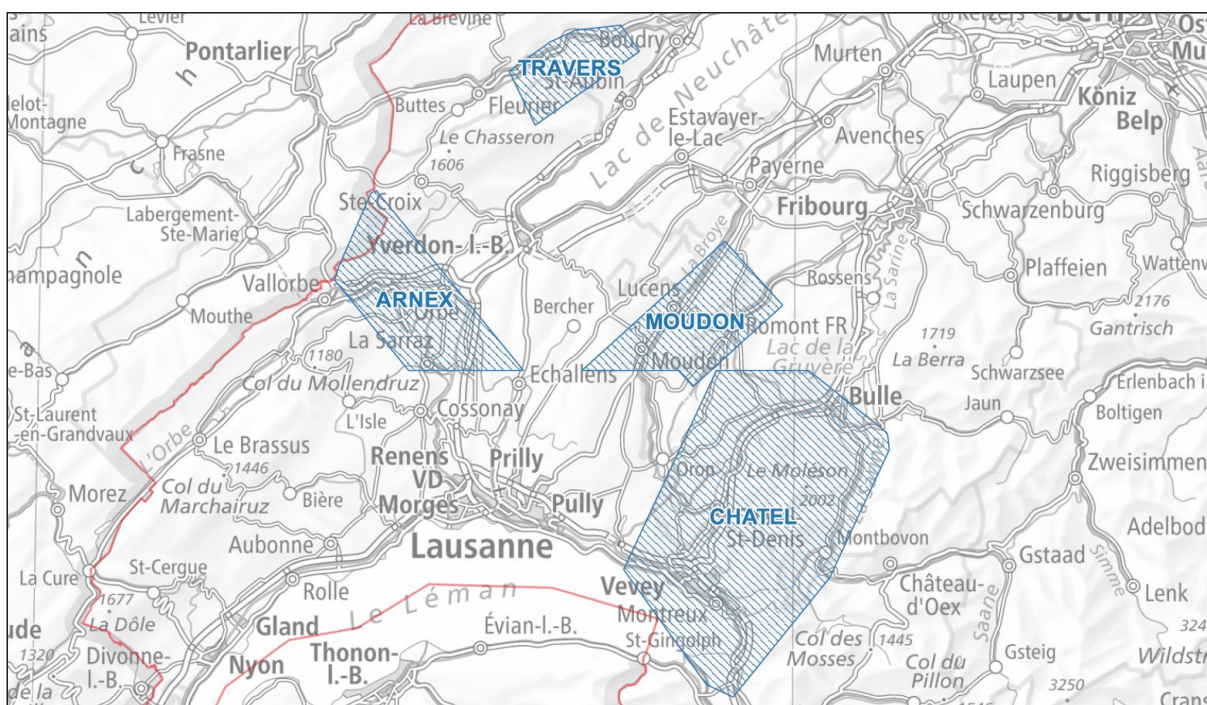


Figure 1 Programme 2022

2 Déroulement

Lundi 05.09.2022	Mardi 06.09.2022	Mercredi 07.09.2022	Jeudi 08.09.2022	Vendredi 09.09.2022
ARNEX 01	CHATEL 01 TRAVERS 01	MOUDON 01	<i>Maintenance hélicoptère</i>	CHATEL 04
ARNEX 02	CHATEL 02	MOUDON 02 MOUDON 03 CHATEL 03	TRAVERS 02 TRAVERS 03	<i>Démontage de l'équipement</i>

3 Résultats préliminaires

En ce qui concerne les régions survolées cette année, aucune surprise n'est à relever et les cartes [2] obtenues montrent une situation radiologique normale pour le plateau suisse. Les variations locales visibles sont expliquées par la géologie et géographie. L'absorption du rayonnement terrestre est par exemple notable au-dessus des lacs et ainsi qu'au-dessus des zones humides.

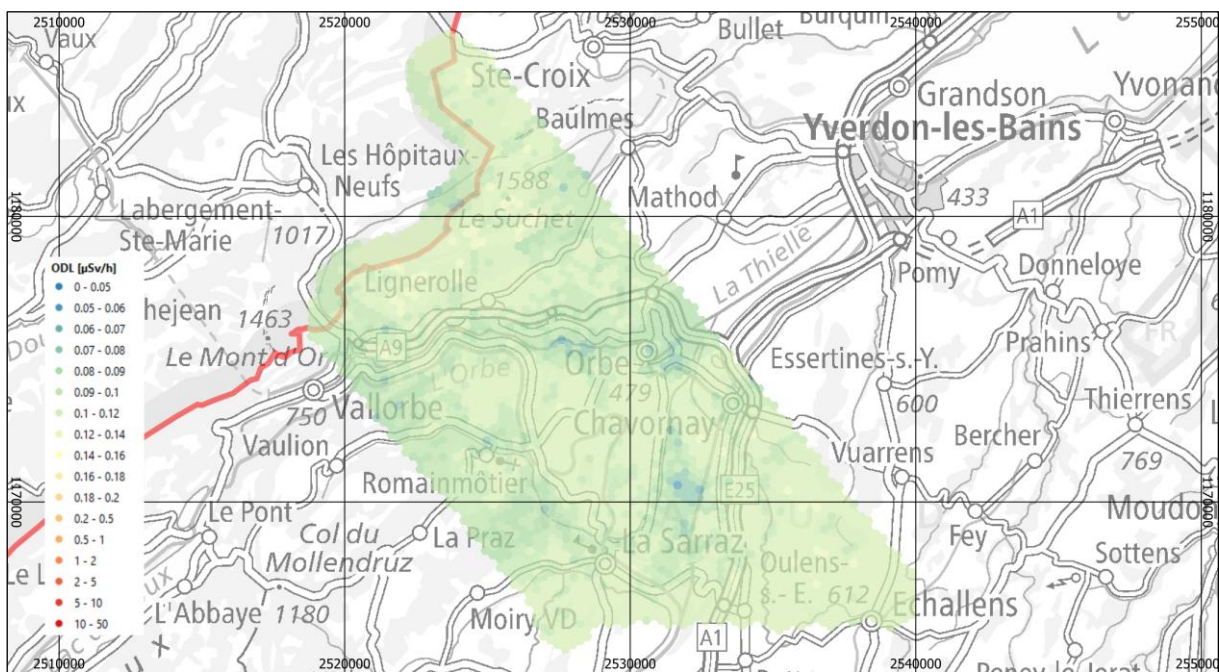


Figure 2 Carte du débit de dose, région "ARNEX"

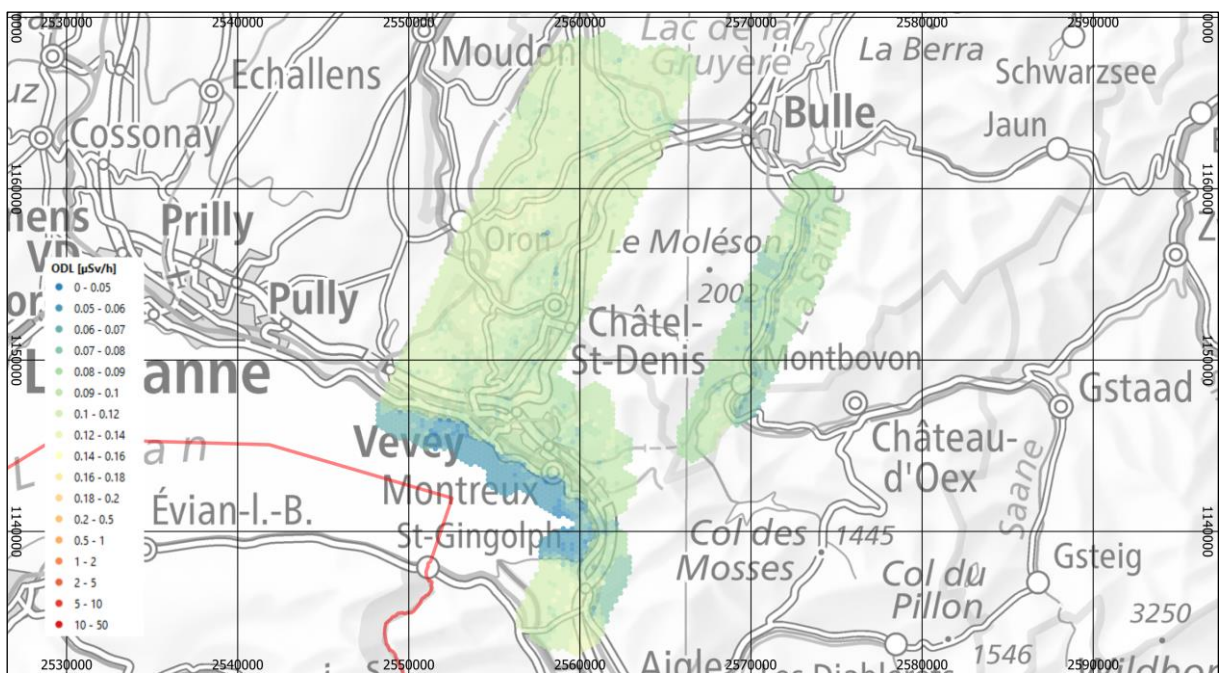


Figure 3 Carte du débit de dose, région "CHATEL"

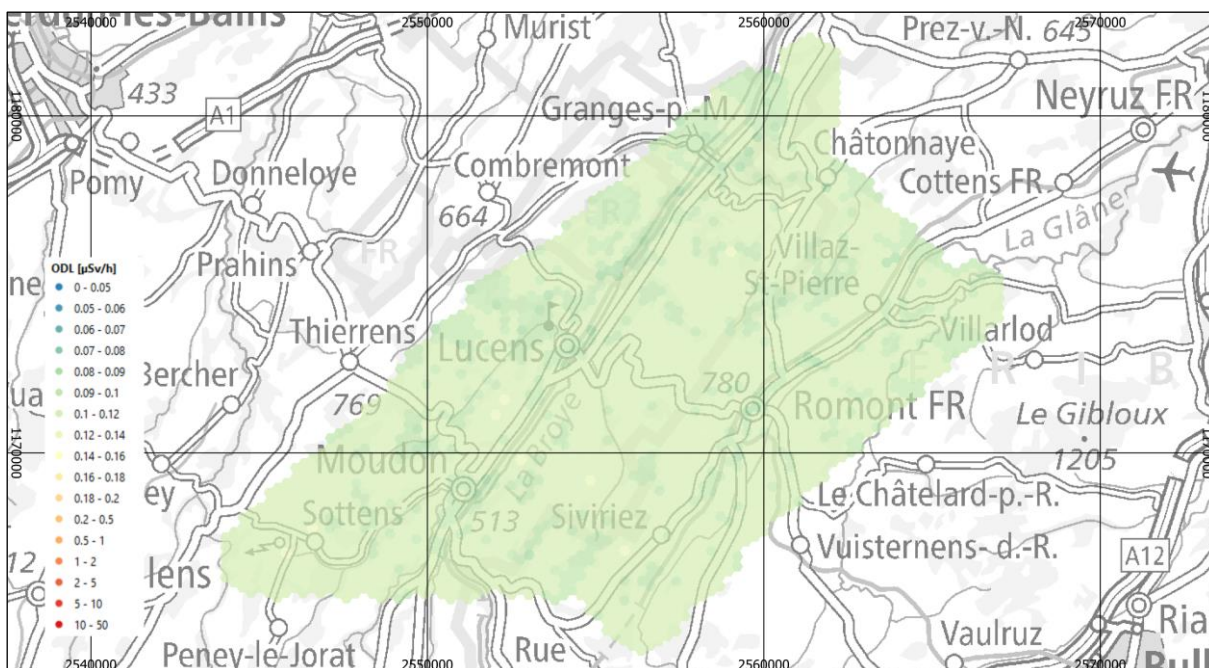


Figure 4 Carte du débit de dose, région "MOUDON"

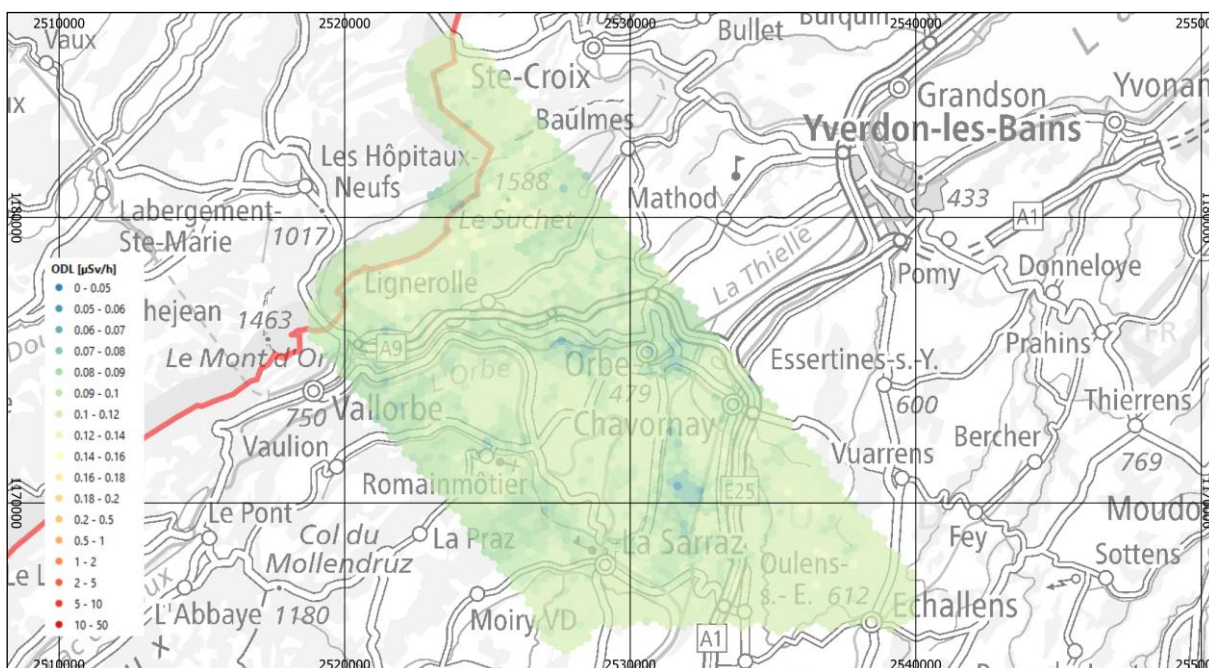


Figure 5 Carte du débit de dose, région "TRAVERS"

4 Contrôle de qualité

Afin de vérifier la reproductibilité de la méthode, une partie du programme a été répétée plusieurs fois (zone "TRAVERS") ou selon un plan de vol différent (zone "MOUDON"). Les résultats sont satisfaisants et sont détaillés dans les annexes.

5 Contamination artificielle

Les campagnes 2020 et 2021 avaient mis en évidence de faibles contaminations artificielles en césium 137 (Cs-137) sur les crêtes du Mont Tendre. Il s'agissait d'une identification purement qualitative ; l'instrumentation très sensible ayant été en mesure d'identifier les radiations spécifiques du Cs-137 au milieu du spectre de radiations naturelles. Cette identification avait été confirmée par des mesures sur le terrain [5].

Cette année, une partie des mesures a eu lieu sur les crêtes du Jura en dessus de Travers, dans une zone géographiquement comparable à celle du Mont Tendre. Cette région avait cependant recueilli moins de précipitations que le Mont Tendre après l'accident nucléaire de Tchernobyl de 1986 et une contamination en Cs-137 plus faible était attendue. Le très faible nombre d'alarmes Cs-137 dans la région « TRAVERS » confirme cette hypothèse et l'origine avancée du Cs-137. La concentration du Cs-137 reste très faible et ne dépasse qu'à de rares exceptions le seuil de quantification (par hélicoptère).

En ce qui concerne le regard particulier porté sur le Cs-137, il s'agit ici de préciser qu'il s'agit plus de curiosité scientifique et avant tout d'une excellente opportunité pour valider les différentes méthodes de mesure et exercer des spécialistes. Il n'y a ici ni risque sanitaire ni urgence quelconque.

6 Bilan

Les objectifs fixés pour cette campagne ont été atteints et le bilan général de la campagne 2022 est largement positif :

- Le niveau de formation et d'entraînement des spécialistes et des équipages est excellent.
- Les équipements de détection et de mesure sont fonctionnels et opérationnels.
- Des nouvelles valeurs de référence sont disponibles pour environ 900 km² supplémentaires.
- L'efficacité des équipements, des procédures et des équipages a notamment été à nouveau démontrée par la détection sporadique de Cs-137 en faible quantité sur les crêtes du Jura.
- Les informations préalables ont reçu un accueil favorable auprès des cantons et communes. Une part importante des communes a relayé ces informations sur leur propre site internet.

7 Références

- [1] Centre de compétences NBC-DEMUNEX de l'armée
<https://www.vtg.admin.ch/fr/organisation/kdo-ausb/genie-sauvetage/komp-zen-abc-kamir.html>
- [2] Office fédéral de la santé publique, OFSP, « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse. » 2021.
<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/das-bag/publikationen/taetigkeitsberichte/jahresberichte-umweltradioaktivitaet.html>
- [3] Centrale nationale d'alarme, CENAL.
<https://www.naz.ch/>
- [4] © 2022 swisstopo (1047B-D/161219).
- [5] Centre de compétences NBC-DEMUNEX, « Vols de mesure de la radioactivité, 30 août au 3 septembre 2021. » 2021.
<https://www.vtg.admin.ch/fr/organisation/kdo-ausb/genie-sauvetage/komp-zen-abc-kamir.html>

8 Annexes

8.1 Qu'est-ce qui est mesuré ?

Les larges détecteurs du système de mesures sont sensibles aux radiations gamma des rayonnements terrestres et cosmiques ainsi qu'au rayonnement émis par d'éventuelles sources ou contaminations radioactives. Le système de mesures est capable de distinguer les différentes énergies des radiations détectées (analyse spectrométrique) et de les classer en fonction de leur source probable. Le système de mesures est ainsi capable d'estimer les concentrations respectives du potassium 40 (K-40), de thorium (Th) et de l'uranium (U) naturellement contenu dans le sol. Le cas échéant, il est également capable de détecter certaines radiations artificielles et d'en quantifier l'intensité.

La grandeur communément utilisée est le débit de dose au niveau du sol ; il est généralement exprimé en $\mu\text{Sv/h}$ (microsievert par heure). Ce débit de dose est la somme des contributions des rayonnements terrestres et cosmiques. Le rayonnement terrestre, c'est-à-dire le rayonnement provenant du sol et des roches, induit une dose moyenne pour la population suisse de $350 \mu\text{Sv}$ par an et dépend de la composition géologique du sol (concentration en potassium, thorium et uranium) ainsi que de son utilisation. La dose associée au rayonnement cosmique s'élève en moyenne à $380 \mu\text{Sv}$ par an pour la population suisse. Le rayonnement cosmique augmente avec l'altitude [3]. Le débit de dose au niveau du sol fait l'objet d'une surveillance permanente à l'aide d'un réseau national de mesure et d'alarme. Les valeurs mesurées par ce réseau peuvent être consultées sur le site de la Centrale nationale d'alarme [4].

Des précipitations peuvent augmenter temporairement les valeurs mesurées, par rinçage de la radioactivité contenue dans l'atmosphère. Cette augmentation est plus ou moins marquée par l'intensité des précipitations et de la durée de la période sèche préalable. L'absorption du rayonnement terrestre par une couche neigeuse peut conduire à une réduction du débit de dose au niveau du sol. Pour l'établissement d'une cartographie nationale de référence, les mesures sont donc généralement effectuées par conditions météorologiques stables et sèches ; c'est notamment la raison pour laquelle les vols de mesure sont généralement interrompus en cas de fortes précipitations. En cas d'urgence, les mesures sont évidemment possibles par tous les temps.

Les résultats de ces mesures seront intégrés dans l'évaluation nationale annuelle et feront l'objet d'un rapport scientifique complet. En guise d'information préliminaire, les cartes disponibles dans ce rapport illustrent le débit de dose extrapolé à 1 mètre au niveau du sol.

8.2 Contrôle des spectres

La résolution (largeur des pics) des 4 détecteurs a été contrôlée individuellement avec une petite source de Césium 137 (~9 kBq Cs-137) pendant la campagne de mesures et aucune déviation notable n'a été observée. Les résolutions ont été mesurées entre un minimum de 7.1% et un maximum 8.5% avec une résolution médiane de 7.5% ; ces valeurs sont conformes aux spécifications du système.

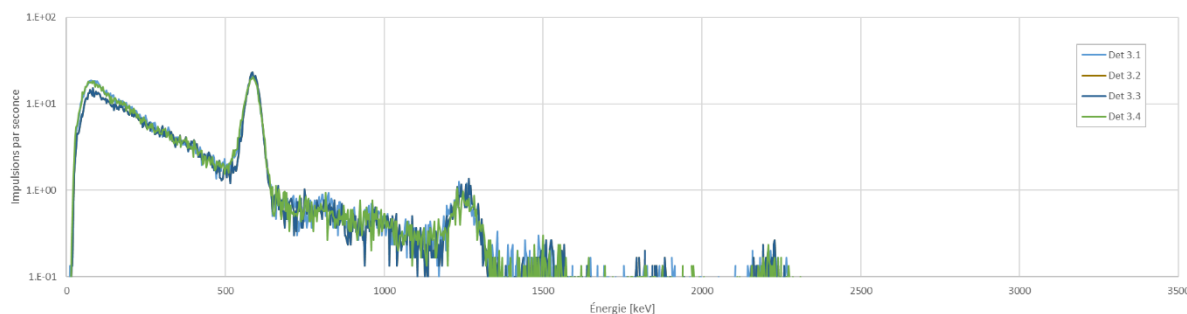


Figure 6 Exemple de spectre de contrôle de la calibration en énergie (07.09.2022)

Le pic des émissions de Potassium 40 (K-40) naturel à 1460 keV est utilisé pour la stabilisation des appareils en cours de mission. Une position stable de ce pic ainsi qu'une largeur aussi faible que possible (résolution) sont essentielles pour la qualité des analyses ; l'amplitude ou la hauteur du pic est par contre largement dépendante de la concentration en Potassium de la zone survolée et peut varier d'une mission à l'autre. Pour chaque mission enregistrée, un spectre total a été généré afin de détecter une éventuelle dégradation de la calibration pendant la mission. Aucune déviation notable n'a été observée.

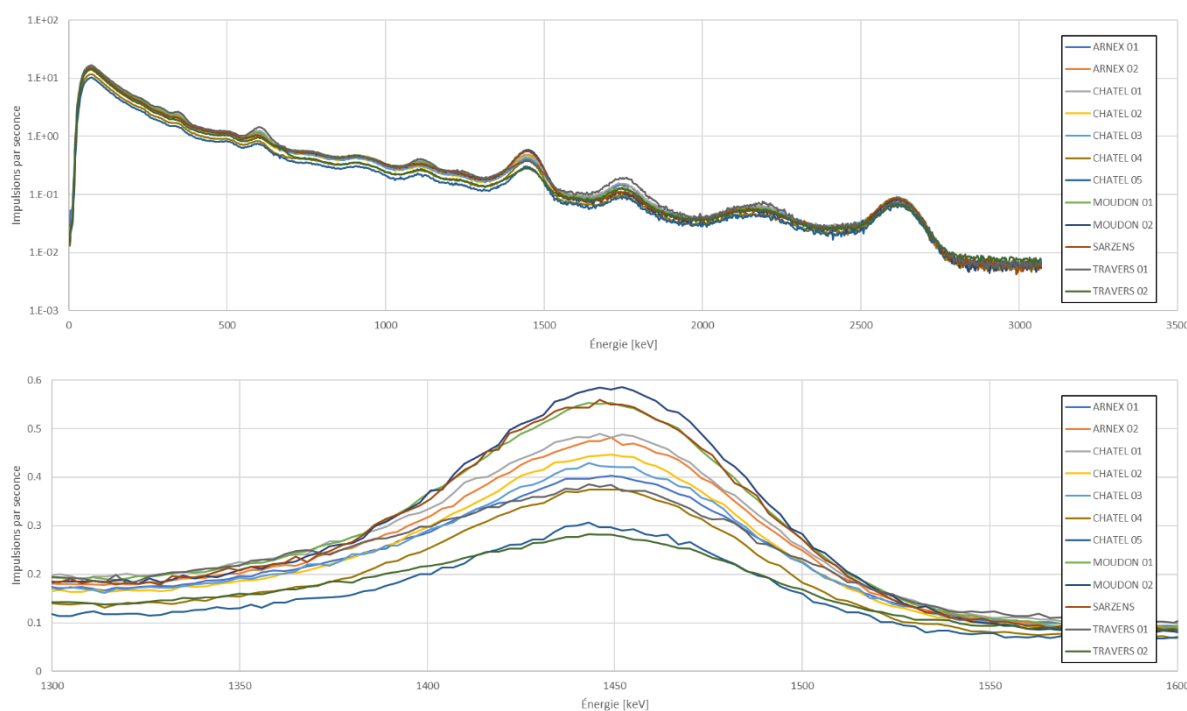


Figure 7 Contrôle de la stabilisation des spectres en cours de mission, agrandissement du pic du K-40

8.3 Contrôle de la reproductibilité

Les mesures le long d'une des lignes de la région de "TRAVERS" ont été répétées plusieurs fois (6 passages supplémentaires). Les mesures individuelles ont été regroupées dans une grille de 250 mètres de part et d'autre du plan de vol nominal et la répartition des résultats dans chaque cellule de la grille a été évaluée.

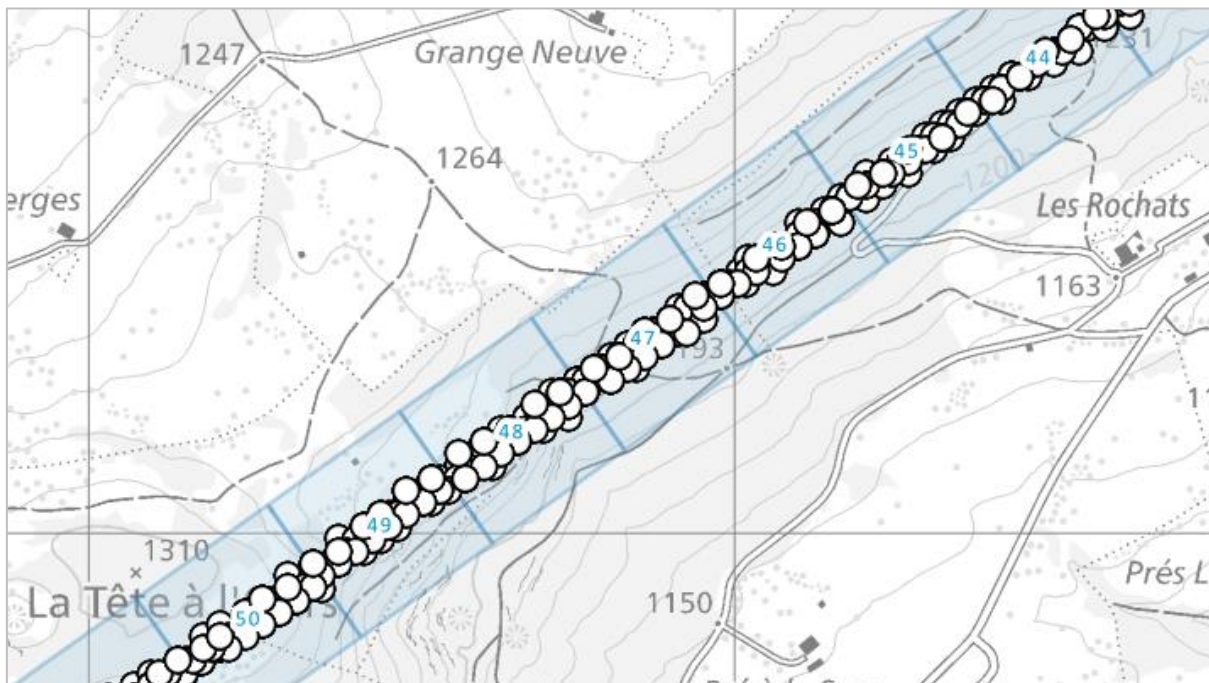


Figure 8 Principe de contrôle, zone "TRAVERS"

La Figure 9 montre les 34 à 49 mesures individuelles du débit de dose au sol les 52 cellules de la grille ainsi que la valeur moyenne et la déviation standard pour chacune des cellules.

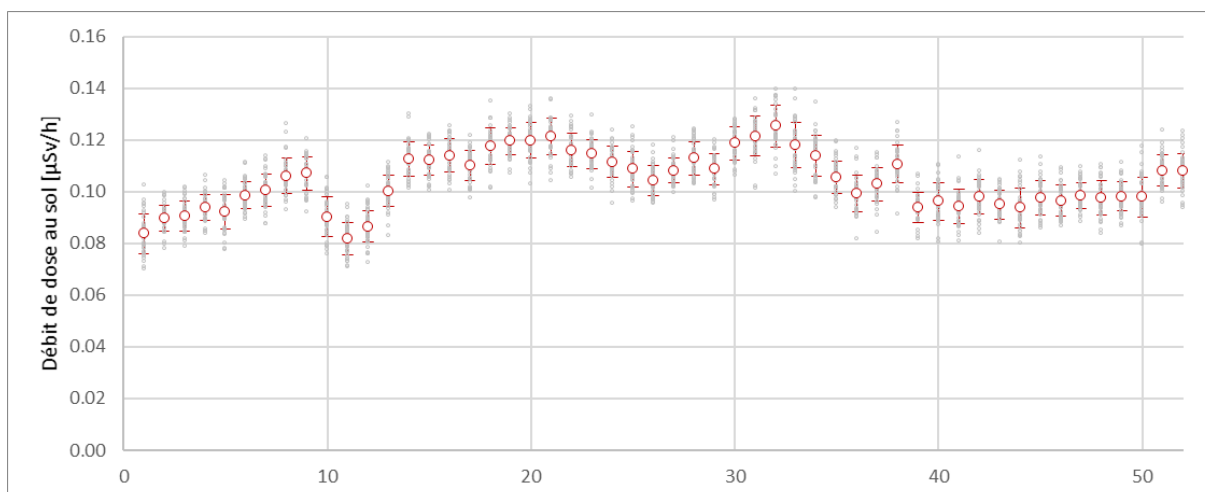


Figure 9 Répartition du débit de dose dans la grille "TRAVERS"

Une partie de la zone "MOUDON" a été mesurée une seconde fois avec un plan de vol similaire avec des lignes perpendiculaires. Les mesures individuelles ont été regroupées dans une grille de 250 mètres de part et d'autre du plan de vol nominal et la répartition des résultats dans chaque cellule de la grille a été évaluée.

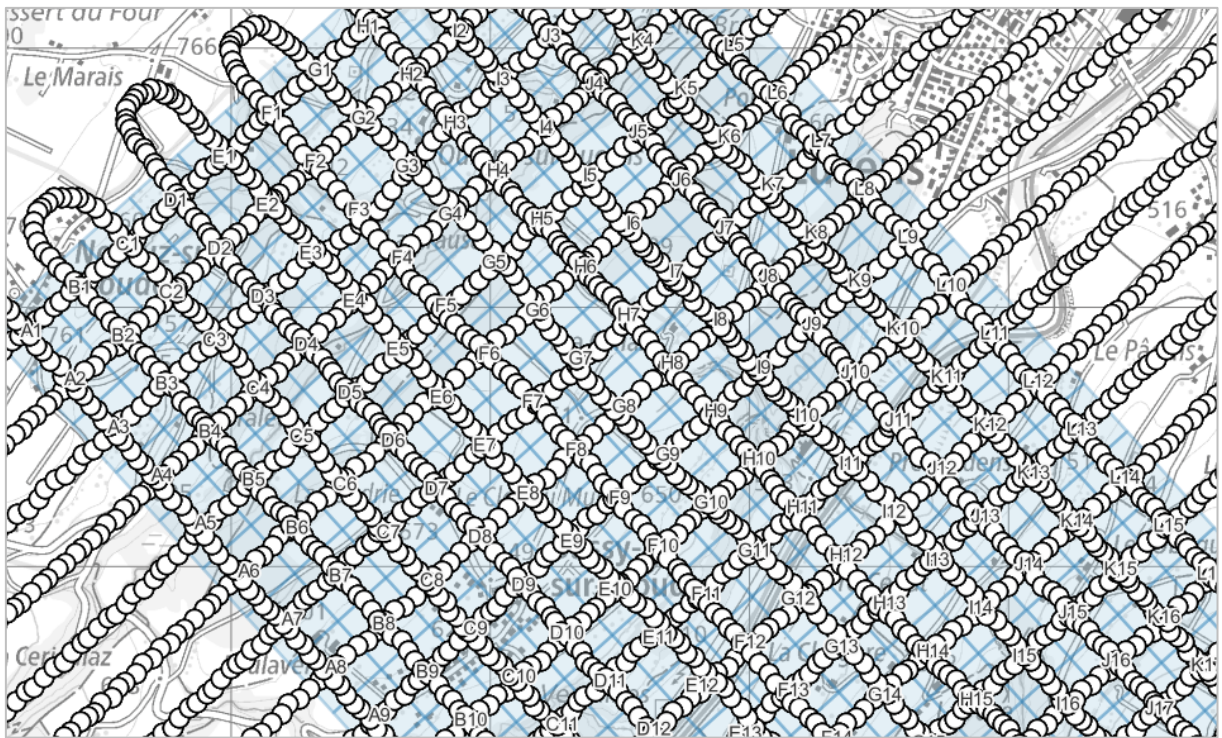


Figure 10 Principe de contrôle, zone "MOUDON"

La Figure 11 montre la répartition des 20 à 45 mesures individuelles du débit de dose au sol dans les 336 cellules de la grille ainsi que la valeur moyenne et la déviation standard pour chacune des cellules.

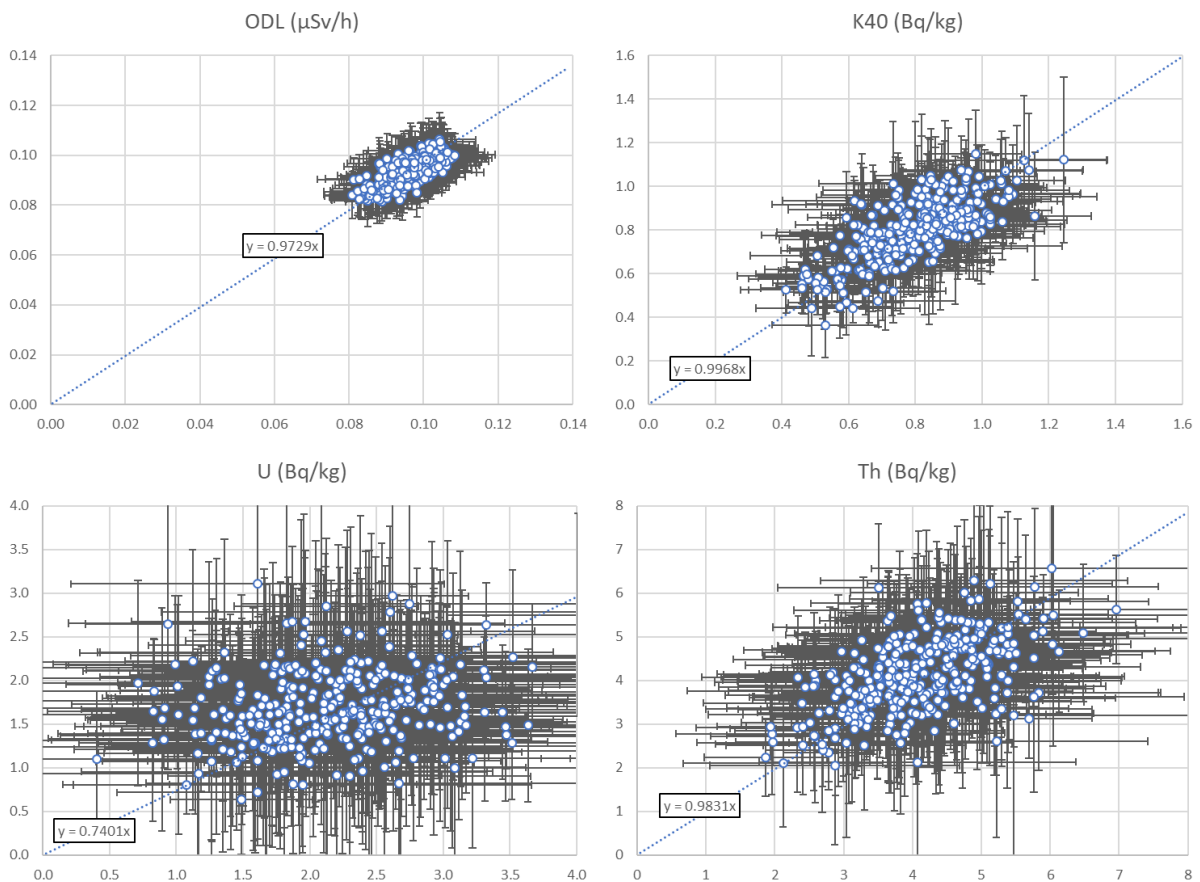


Figure 11 Répartition des mesures principales dans la grille "MOUDON"

Les résultats correspondent aux attentes et confirment la validité de la méthode utilisée pour l'analyse préliminaire. La Figure 12 montre la dispersion relative des mesures individuelles dans chacune des cellules des grilles de « MOUDON » et de « TRAVERS ».

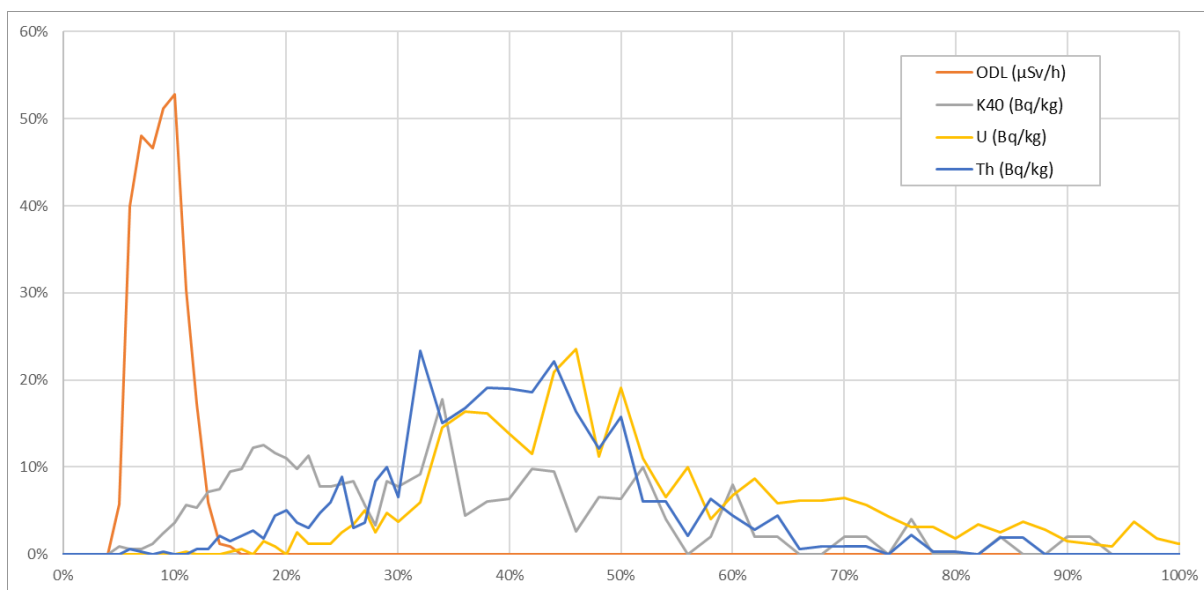


Figure 12 Dispersion des mesures individuelles

La plus grande dispersion des mesures pour les concentrations en Potassium 40 (K-40), Uranium (U) et Thorium (Th) s'expliquent par la plus faible intensité du signal mesuré. La mesure du débit de dose se base sur l'intégrale du spectre détecté et bénéficie ainsi d'un signal plus intense et donc d'une meilleure statistique.

Grandeur de mesure	Unité de mesure	Reproductibilité
Débit de dose au sol	μSv/h	9%
Concentration de Potassium 40 (K-40)	Bq/kg	21%
Concentration d'Uranium (U)	Bq/kg	50%
Concentration de Thorium (Th)	Bq/kg	34%