



Stéphane Maillard 20.09.2023

Vols de mesure de la radioactivité

11 au 15 septembre 2023

L'essentiel en bref

Au mois d'août, le Centre de compétences NBC-DEMUNEX [1] informait de la tenue de sa campagne annuelle de mesure de la radioactivité par hélicoptère. En raison de conditions météorologiques parfois capricieuses et de la disponibilité réduite du personnel, une partie du programme de mesure n'a pu être réalisée et sera prise en compte ultérieurement. 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 500 km². Les données récoltées ont été mises à disposition des organes compétents et seront intégrées dans le rapport scientifique annuel ad hoc [2].

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 bon et les équipements de détection et de mesure sont fonctionnels et opérationnels.

Vols de mesure de la radioactivité

1 Programme 2023

La campagne 2023 avait des objectifs similaires aux années précédentes [3] et devait notamment servir à la poursuite de l'acquisition des données radiologiques de base pour de nouvelles régions, à l'entraînement des opérateurs expérimentés ainsi qu'à la formation initiale de quelques nouveaux opérateurs. En marge de ces objectifs habituels, une partie du programme était dédiée à un exercice de recherche de source radioactive.

Le programme 2023 concernait 10 zones distinctes. Il prévoyait le survol de 167 communes réparties sur les cantons de Berne, Fribourg, Neuchâtel, Valais et Vaud. Les plans de vols sont sciemment surdimensionnés et répartis sur plusieurs zones géographiques distinctes afin de pouvoir s'adapter aux conditions météorologiques locales et ainsi utiliser au mieux les heures de vols disponibles.

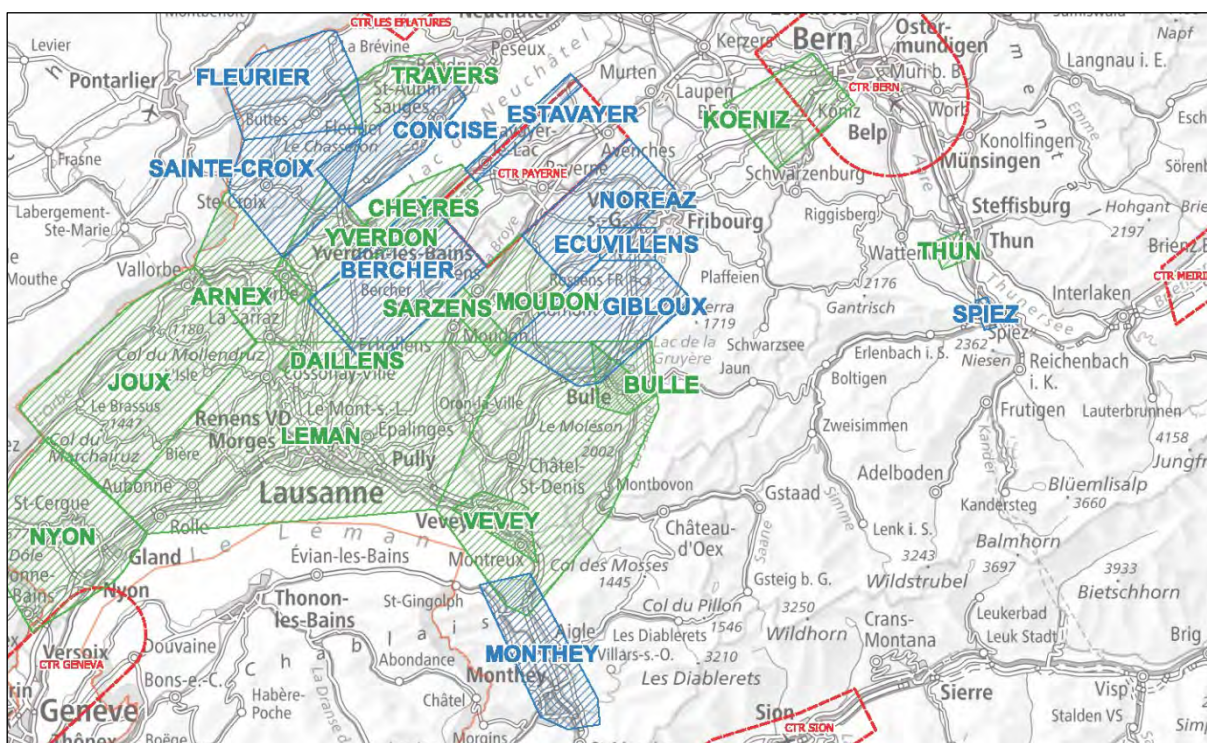


Figure 1 Programme 2023 (en bleu) et campagnes précédentes (en vert)

2 Déroulement

		Matin	Après-midi
Lundi	11.09.2023	<ul style="list-style-type: none">• Contrôles de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none">• BERCHER (1^{ère} partie)
Mardi	12.09.2023	<ul style="list-style-type: none">• Maintenance hélicoptère• Formation au sol	
Mercredi	13.09.2023	<ul style="list-style-type: none">• SPIEZ• BERCHER (2^{ème} partie)	<ul style="list-style-type: none">• BERCHER (1^{ère} partie) répétition
Jeudi	14.09.2023	<ul style="list-style-type: none">• MONTHEY	<ul style="list-style-type: none">• BERCHER (3^{ème} partie)• ESTAVAYER• NOREAZ (1^{ère} partie)
Vendredi	15.09.2023	<ul style="list-style-type: none">• NOREAZ (2^{ème} partie)	<ul style="list-style-type: none">• NOREAZ (2^{ème} partie) répétition

3 Résultats préliminaires

En ce qui concerne les régions survolées cette année, aucune surprise n'est à relever et les cartes [4] obtenues montrent une situation radiologique normale pour le plateau suisse. Quelques alarmes automatiques ont été générées par le système de mesures et ont conduit à un survol de vérification ; aucune de ces alarmes n'a pu être confirmée et aucune vérification supplémentaire au sol n'a été nécessaire. Quelques alarmes sont illustrées au chapitre 5 en guise d'exemple.

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. Quelques exemples de réductions du rayonnement naturel terrestre par les eaux de surfaces sont marqués en bleu sur certaines des cartes ci-dessous.

Des variations locales et temporaires peuvent être engendrées par des précipitations (voir explications dans l'annexe 8.1) et l'établissement de la cartographie nationale de référence est généralement effectué par conditions météorologiques stables et sèches. Puisque quelques précipitations ont été observées pendant les mesures, certaines lignes de mesures ont été répétées afin de mettre en évidence de possibles effets transitoires. Les zones impactées par ces précipitations sont marquées en rouge sur certaines des cartes ci-dessous.

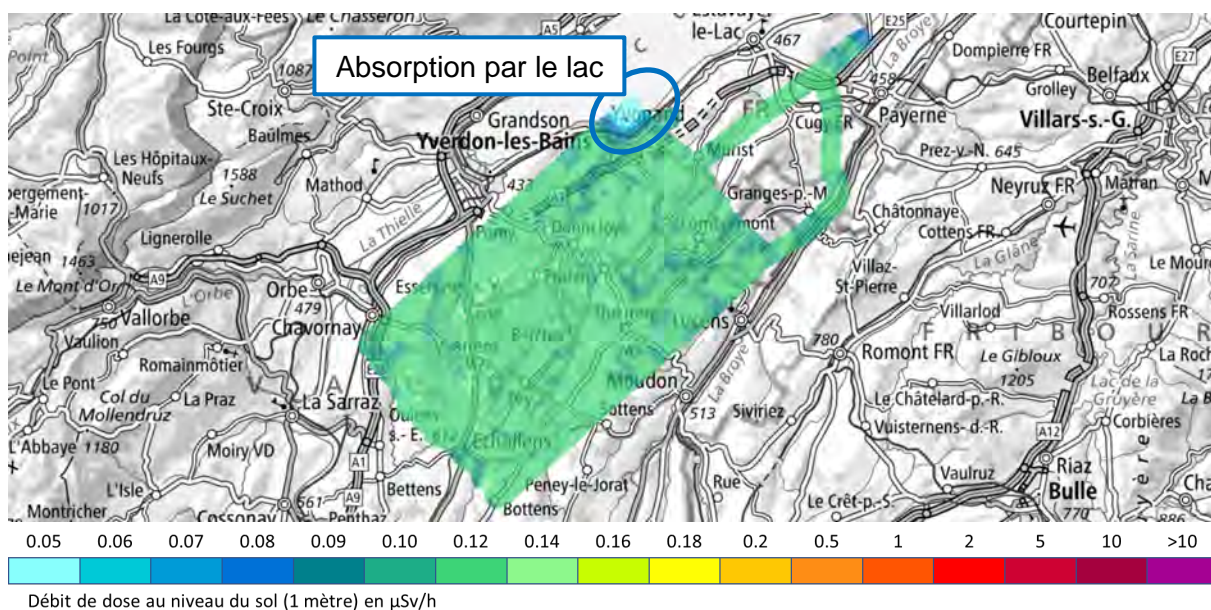


Figure 2 Carte du débit de dose, région "BERCHER"

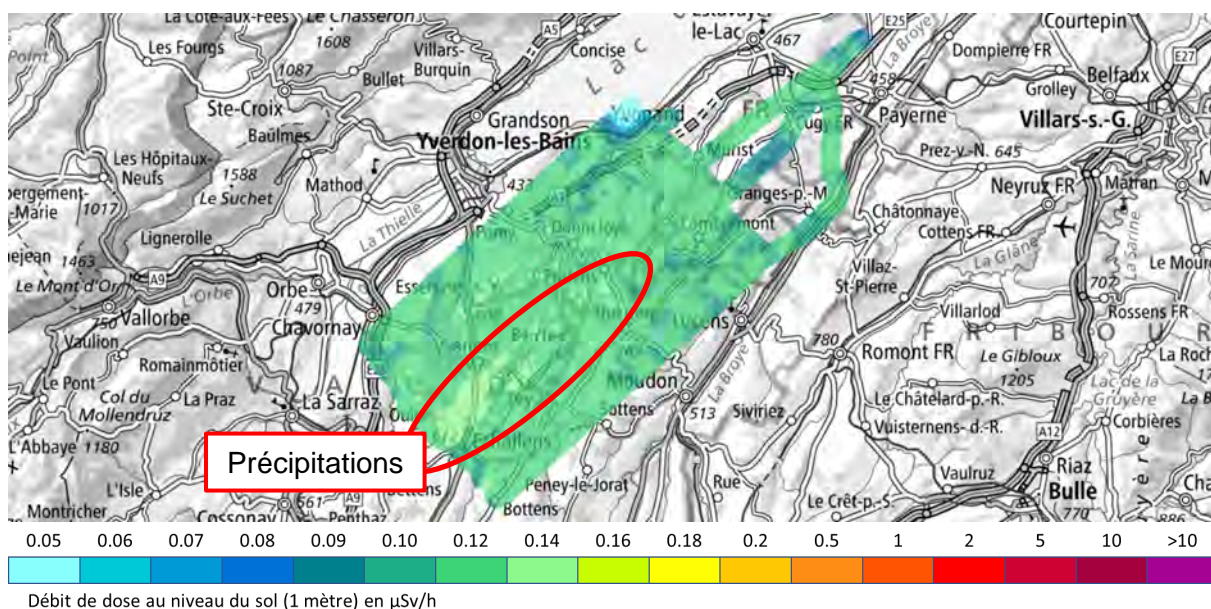
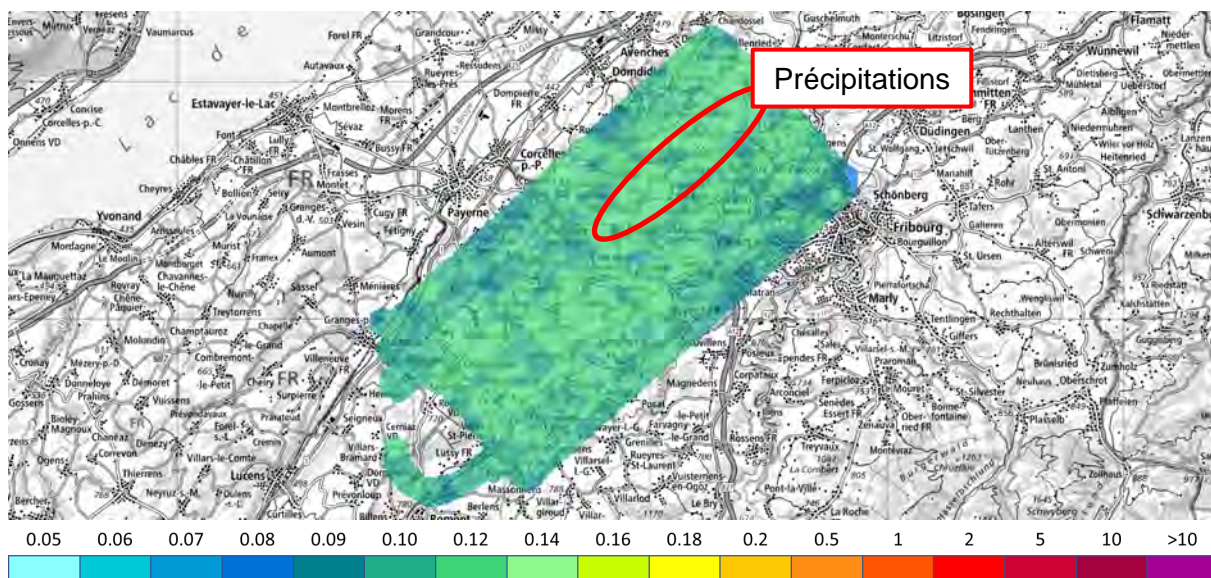


Figure 3 Carte du débit de dose, région "BERCHER", avec précipitations locales

Comme l'ensemble des zones planifiées étaient touchées par les précipitations du mercredi 13.09.2023, une partie de la zone "BERCHER" a été mesurée une seconde fois. Cette répétition a confirmé l'impact des précipitations sur les mesures du bruit de fond. Dans ce cas précis, le rincage de l'atmosphère par la pluie a conduit à une surestimation de la concentration naturelle au sol en uranium de plus de 80%. La surestimation du débit de dose extrapolé au niveau du sol est restée limitée à moins de 3%. Ces variations restent cependant largement dépendantes de la géologie locale ainsi que de la durée et quantité de précipitations.



Débit de dose au niveau du sol (1 mètre) en $\mu\text{Sv/h}$

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

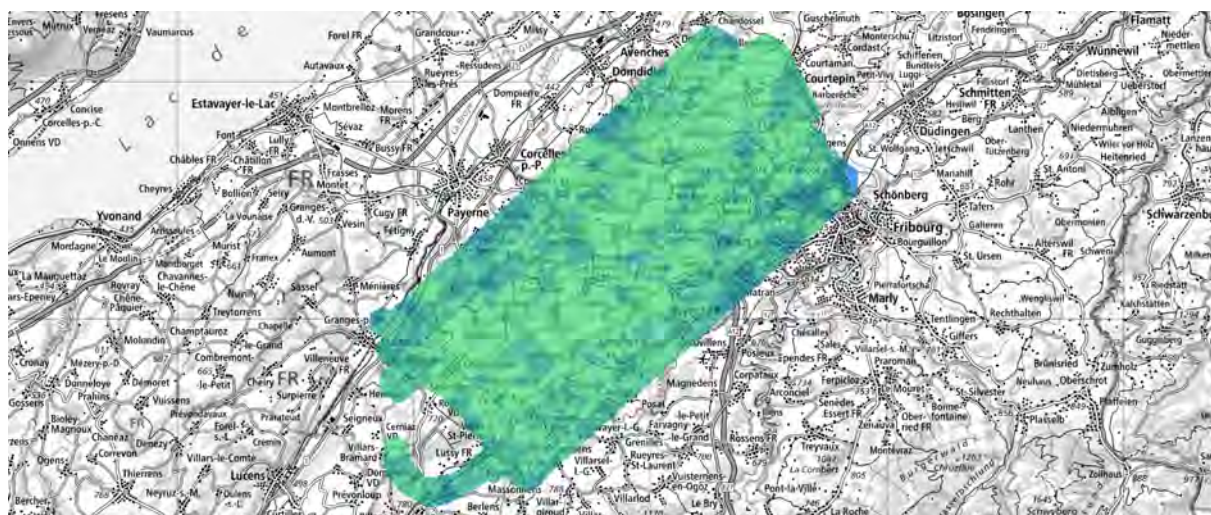
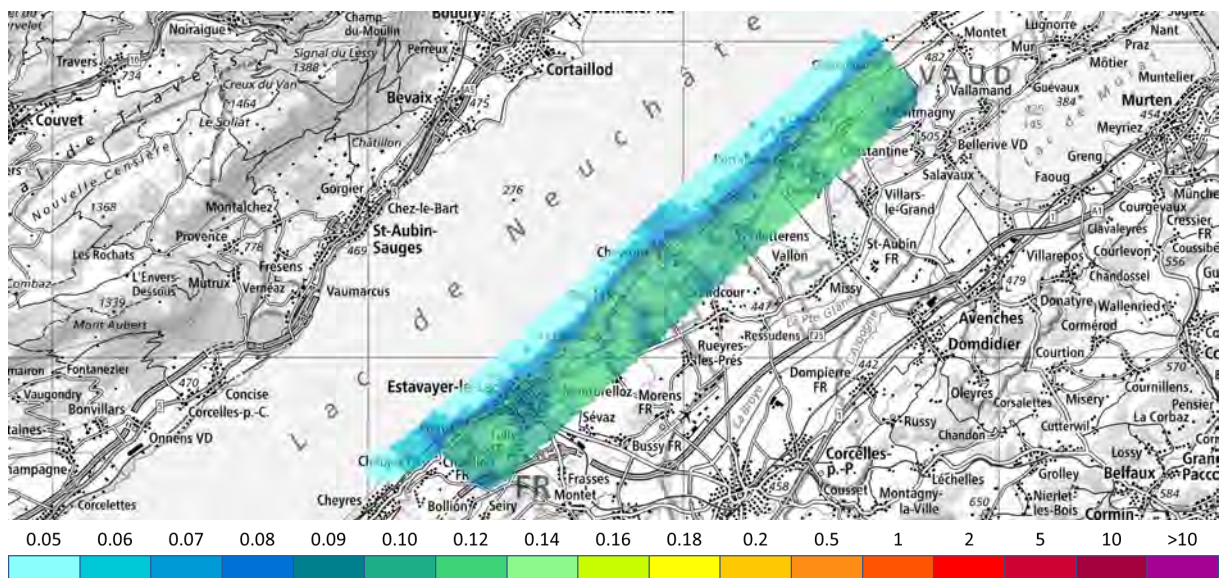
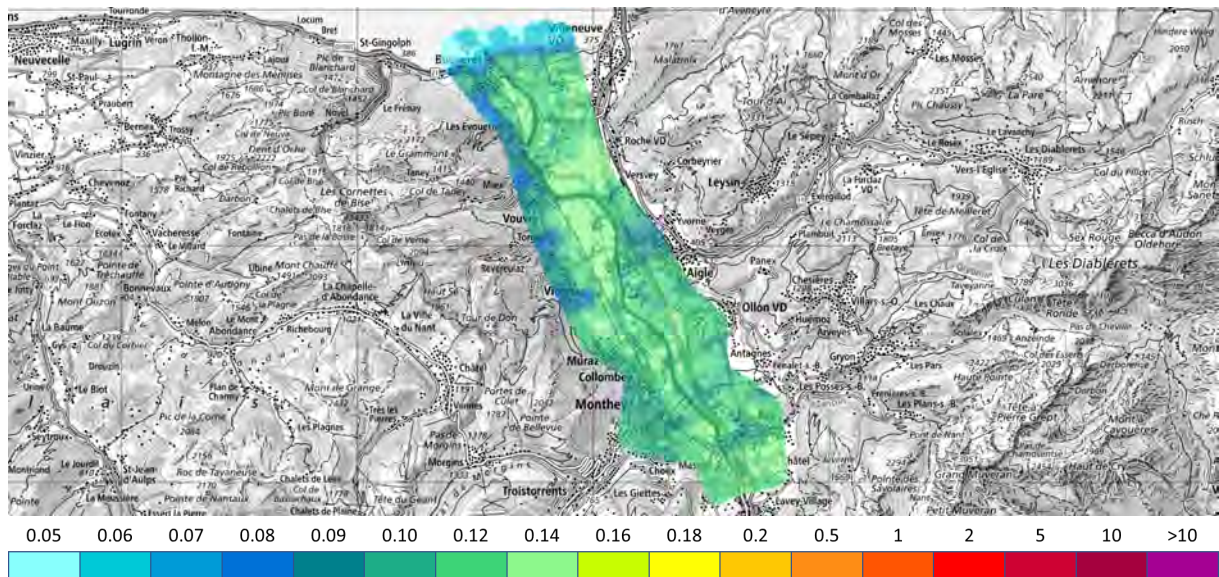


Figure 5 Carte du débit de dose, région "NOREAZ", avec précipitations locales

Quelques faibles précipitations ont été observés pendant une partie du vol au dessus de la region "NOREAZ" dans la matinée du vendredi 15.09.2023. Ces quelques lignes du programme ont été donc répétées dans l'après-midi. Cette répétition n'a cependant montré aucun changement significatif des mesures.



Débit de dose au niveau du sol (1 mètre) en $\mu\text{Sv/h}$
Figure 6 Carte du débit de dose, région "ESTAVAYER"



Débit de dose au niveau du sol (1 mètre) en $\mu\text{Sv/h}$
Figure 7 Carte du débit de dose, région "MONTHEY"

Les mesures dans la région "ESTAVAYER" se sont déroulées sans difficulté et le seul point à relever est la réduction du rayonnement terrestre au-dessus de l'eau et des zones humides le long des berges du lac de Neuchâtel.

En ce qui concerne la région plus accidentée de "MONTHEY", l'équipage a testé un plan de vol particulier avec comme objectif de trouver un compromis entre la couverture du terrain en plaine et le profil du terrain. La distance entre les lignes de mesures a été variée afin de couvrir au mieux la zone construite et habitée de la plaine du Rhône. En première évaluation, cette procédure permet d'obtenir des résultats satisfaisants ; elle est cependant plus exigeante en matière de planification et de pilotage. Une évaluation détaillée et des essais supplémentaires sont nécessaires.

4 Exercice de recherche de source radioactive

Pour l'entraînement des équipages, un exercice a été conduit au-dessus du Centre NBC de Spiez. Cet exercice prévoyait la découverte fortuite d'une ou plusieurs sources radioactives pendant un vol de routine. La mission de l'équipage changeait et il s'agissait alors de collecter autant d'information que possible pour permettre l'évaluation de la situation radiologique ainsi que l'organisation de la sécurisation du matériel radioactif.

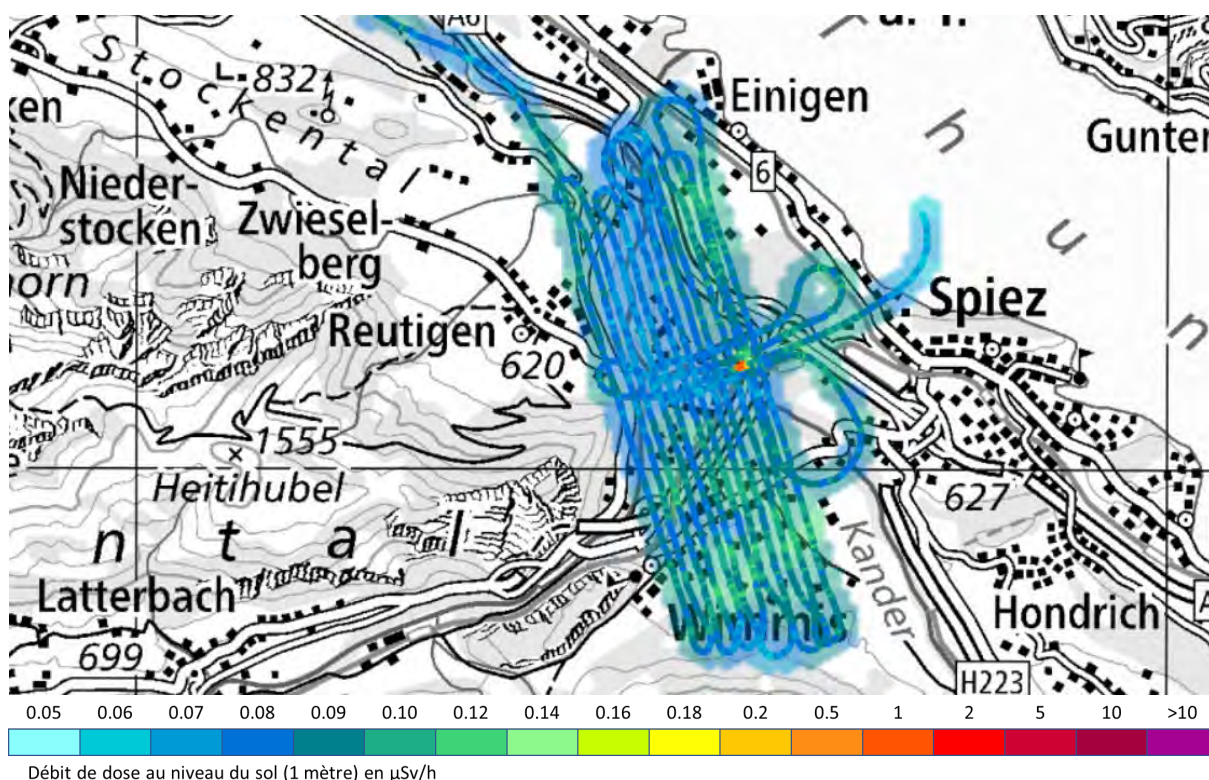


Figure 8 Carte du débit de dose, région "SPIEZ", pendant l'exercice avec sources radioactives

Suite à l'alarme automatique générée par le système de mesure, les opérateurs et les pilotes ont convenu d'une adaptation du plan de vol. En l'occurrence, un passage supplémentaire a été ajouté entre deux lignes. Afin de confirmer l'identification de la source et de préciser sa localisation, l'équipage a procédé à d'autres passages supplémentaires à angle droit par rapport au plan de vol initial. Ce quadrillage et la vitesse légèrement réduite permettent d'améliorer la résolution géographique des mesures et de procéder à des observations visuelles (y.c. des photographies) de la zone en question.

Un aperçu de la carte détaillée ainsi que le spectre de rayonnement gamma enregistré au-dessus des sources sont illustrés ci-dessous. 3 sources avec des isotopes et des activités différentes avaient été disposées ; seule la source la plus active a été détecté automatiquement. Son rayonnement a masqué le rayonnement moins intense ou moins énergétique des 2 autres sources. Les informations obtenues (identification, quantification précise à moins de 50%, localisation à moins de 10 mètres ainsi que des photographies) aurait permis une intervention au sol. Les conditions météorologiques (pluie) n'ont eu aucun impact sur la mission.

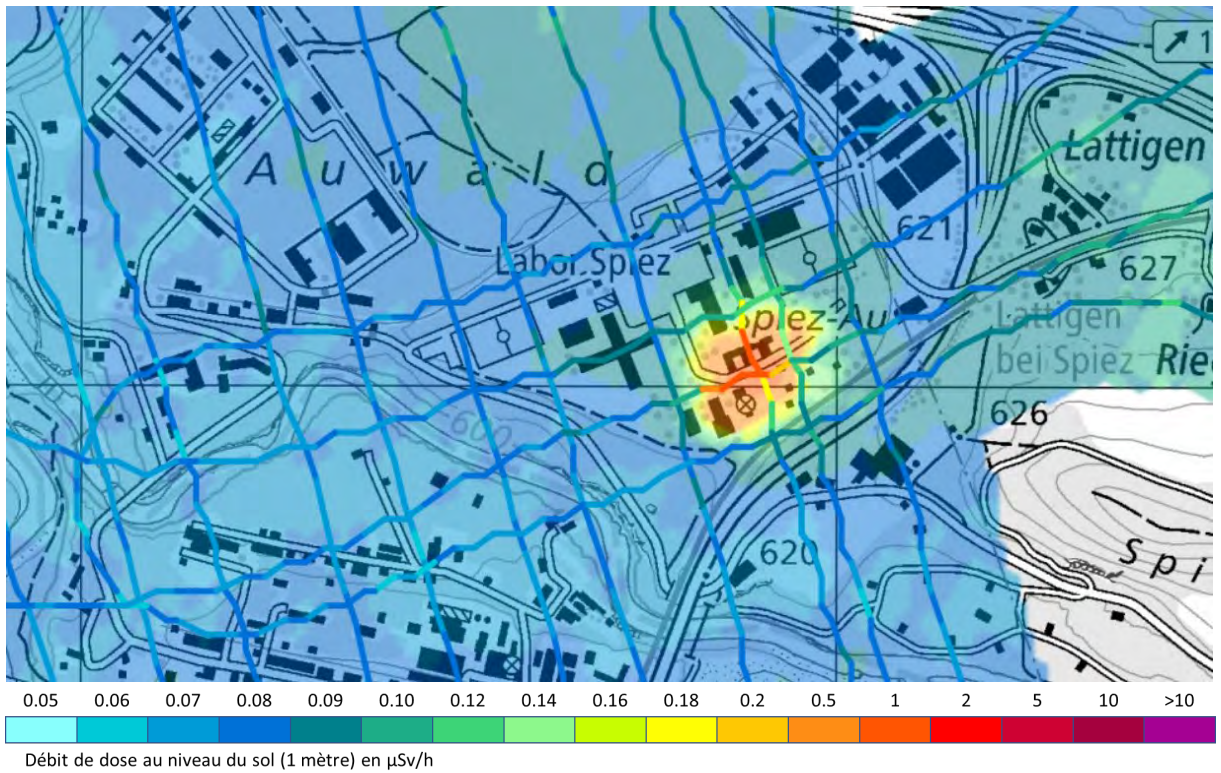


Figure 9 Carte de détail au niveau des sources

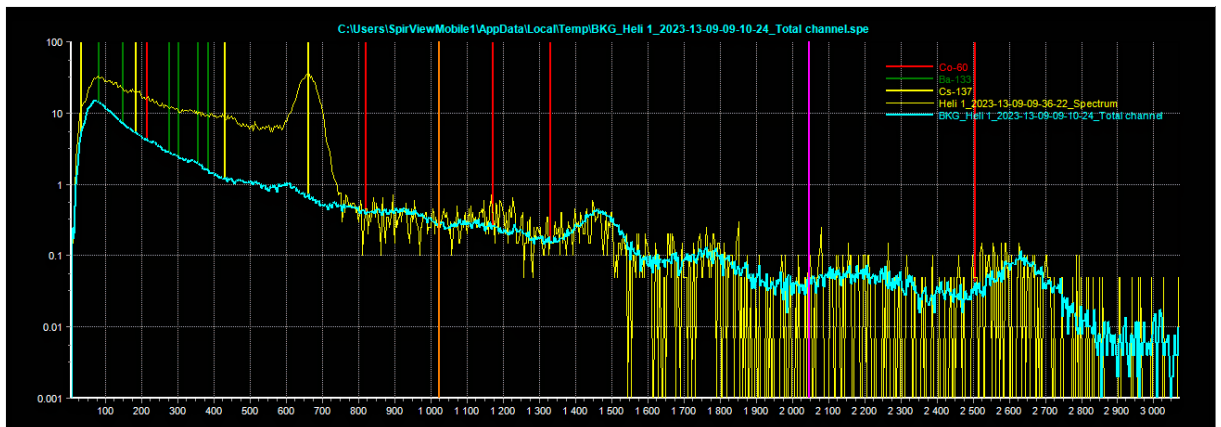


Figure 10 Spectre enregistré au-dessus des sources

5 Contamination artificielle

Quelques alarmes sont parfois générées automatiquement par les appareils. Ces alarmes sont classifiées en fonction de leur possible origine : naturelle, industrielle ou médicale. Les opérateurs procèdent immédiatement à une évaluation manuelle de l'alarme et conviennent si nécessaire d'un passage de vérification avec les pilotes.

Aucune des alarmes enregistrées lors de cette campagne 2023 n'a pu être confirmée par un nouveau passage. Aucune contamination artificielle n'a été mise en évidence.

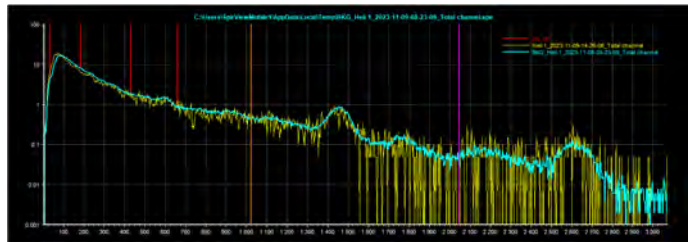
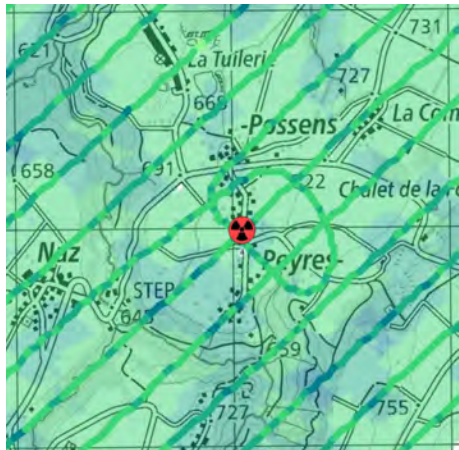


Figure 11 Exemple d'alarme et de vérification dans la zone "BERCHER"

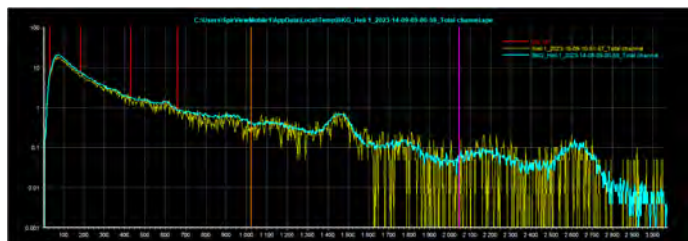
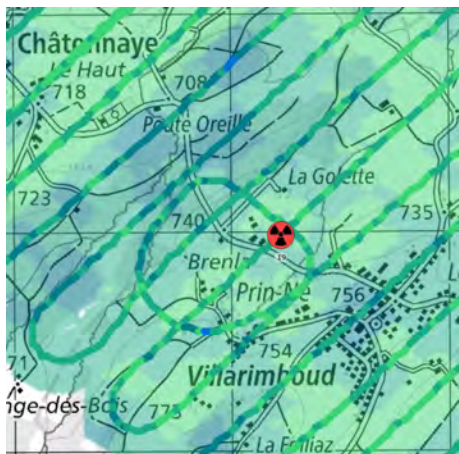


Figure 12 Exemple d'alarme et de vérification dans la zone "NOREAZ"

6 Bilan

Les objectifs fixés pour cette campagne ont été atteints et le bilan général de la campagne 2023 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 500 km² supplémentaires.
- L'efficacité des équipements, des procédures et des équipages a notamment été à nouveau démontrée lors d'un exercice de recherche de source radioactive.
- 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] Fachgruppe Aeroradiometrie
<https://far.ensi.ch/>
- [3] Centre de compétences NBC-DEMUNEX, « Vols de mesure de la radioactivité, 5 au 9 septembre 2022 » 2022.
https://www.vtg.admin.ch/fr/organisation/kdo-ausb/genie-sauvetage/komp-zen-abc-kamir.html#infotabs_2
- [4] © 2022 swisstopo (1047B-D/161219).
- [5] Office fédéral de la santé publique, OFSP, « Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse. » 2022.
<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/das-bag/publikationen/taetigkeitsberichte/jahresberichte-umweltradioaktivitaet.html>
- [6] Centrale nationale d'alarme, CENAL.
<https://www.naz.ch/>

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 mesure 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 [5]. 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 [6].

Des précipitations peuvent augmenter temporairement les valeurs mesurées, par rinçage de la radioactivité contenue dans l'atmosphère et par l'augmentation de sa concentration au niveau du sol. 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.