



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de la défense,
de la protection de la population et des sports DDPS

Office fédéral de la protection de la population
OFPP
Centrale nationale d'alarme CENAL

23.09.2011

Exercice d'aéroradiométrie 2011 du 19.09 au 23.09.2011



Rapport d'exercice et résultats

Le présent rapport est disponible sur le site de la CENAL www.cenal.ch

Table des matières

1. Résumé.....	3
2. Exercice d'aéroradiométrie 2011.....	4
2.1. Mesures aériennes sur mandat de l'IFSN.....	4
2.2. Régions d'intérêt métrologique dans les cantons du TI, de ZH, des GR et d'UR.....	4
2.3. Mesurages urbains à Chiasso.....	4
2.4. Exercice avec les forces d'intervention du canton du Tessin.....	4
2.5. Autres objectifs poursuivis par l'équipe d'aéroradiométrie.....	5
2.6. Information de la population et des autorités.....	5
2.7. Organisations partenaires participantes.....	5
3. Résultats de l'exercice ARM 11.....	6
3.1. Mesures aériennes sur mandat de l'IFSN	6
Informations concernant le survol radiométrique de la centrale nucléaire de Mühleberg (CNM):.....	6
Informations concernant le survol radiométrique de la centrale nucléaire de Gösgen (CNG):.....	8
3.2. Résultats de régions d'intérêt métrologique dans les cantons du TI, de ZH, des GR et d'UR.....	9
Informations concernant le survol radiométrique du delta de la Reuss (décharge de la NLFA):.....	9
Informations concernant le survol radiométrique de Sedrun (décharge de la NLFA):.....	10
Informations concernant le survol radiométrique du Pizzo Ometto:.....	12
Informations concernant le survol radiométrique de Rasa (zone de référence de l'OFSP):.....	14
Informations concernant le survol radiométrique de Sigirino (décharge et portail de la NLFA):.....	15
Informations concernant le survol radiométrique de Novazzano (décharge):.....	16
Informations concernant le survol radiométrique à Croglio (décharge):.....	17
Informations concernant le survol radiométrique de Novaggio (zone de référence de l'OFSP):.....	19
Informations concernant le survol radiométrique de Vezia (portail de la NLFA):.....	21
Informations concernant le survol radiométrique de Camorino (portail de la NLFA):.....	22
Informations concernant le survol radiométrique de Rodi (zone de référence de l'OFSP):.....	23
Informations concernant le survol radiométrique de Faido (portail de la NLFA):.....	24
Informations concernant le survol radiométrique de Faido (décharge de la NLFA):.....	26
Informations concernant le survol radiométrique de Bodio (portail de la NLFA):.....	28
Informations concernant le survol radiométrique de Biasca (décharge de la NLFA):.....	30
Informations concernant le survol radiométrique du Piz Giuv:.....	32
Informations concernant le survol radiométrique d'Affoltern a. A., société Agir (décharge de la NLFA):.....	34
3.3. Aéroradiométrie urbaine de Chiasso.....	35
Informations concernant le survol radiométrique de Chiasso:.....	35
3.5. Enseignements tirés de l'exercice d'aéroradiométrie 11.....	41
4. Aéroradiométrie en général.....	42
4.1. Comment fonctionne l'aéroradiométrie?.....	42
4.2. Evaluation des données aéroradiométriques.....	42

1. Résumé

L'exercice d'aéroradiométrie 11 incluait la participation des forces d'intervention du Tessin, le relevé de Chiasso ainsi que diverses mesures ponctuelles dans les cantons du Tessin, de Zurich, des Grisons et d'Uri. Ce sont cette fois les environs des centrales nucléaires de Mühleberg et de Gösgen qui ont été survolés pour le compte de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN). Au Tessin, trois points de mesure de référence, entrant dans le programme normal de surveillance de l'OFSP, ont fait l'objet de mesurages à la demande des autorités cantonales tessinoises (Division de l'environnement du Département de l'aménagement du territoire et Laboratoire cantonal).

Principaux résultats de l'exercice d'aéroradiométrie 11:

- L'exercice commun avec les forces d'intervention du canton du Tessin s'est avéré concluant. Les objectifs fixés (réquisition et déploiement de l'hélicoptère d'aéroradiométrie, localisation aérienne de sources radioactives, identification et sécurisation des sources par collaboration des équipes dans les airs et au sol) ont été atteints.
- Une carte de la radioactivité a pu être établie pour tout le territoire de la commune de Chiasso.
- Les débits de dose ambiants sont dans la normale à Rasa, Novaggio, Rodi, Croglio, Genestrerio et Novazzano. On constate toujours des valeurs légèrement augmentées pour le césium, des suites de l'accident nucléaire de Tchernobyl de 1986.
- Les déblais rocheux provenant du percement du tunnel de base du Gothard n'ont présenté aucune radioactivité anormalement élevée. Comme on pouvait s'y attendre, les valeurs mesurées à Affoltern am Albis, Altdorf UR, Sedrun, Monte Ceneri (Sigirino), Vezia, Faido, Bodio, Biasca et Camorino sont sans danger.
- Aucune accumulation de radioactivité artificielle n'a été constatée aux alentours des sites d'exploitation des centrales nucléaires de Mühleberg et Gösgen.
- Au Piz Giuv, il a été possible de dresser une carte du DDA très intéressante du point de vue scientifique et aux valeurs très variables. Ces variations sont dues à la géologie particulière de la montagne (stratification du sol, cours d'eau) et proviennent des isotopes naturels du potassium (K 40), de l'uranium (U 238) et du thorium (Th 232).
- Une délégation de la Division nucléaire de l'Agence danoise de gestion des situations d'urgence a observé une partie de l'exercice aux fins d'information et d'échange d'expériences.
- Les spécialistes de mesure de la radioactivité, les techniciens et les pilotes de l'équipe d'aéroradiométrie possèdent tous un excellent niveau de formation et d'entraînement.

Les conditions météorologiques ont imposé une adaptation du programme de mesures, qui a néanmoins pu être effectué dans son intégralité.

2. Exercice d'aéroradiométrie 2011

Les mesures aériennes ont eu lieu du 19 au 23 septembre 2011, dans plusieurs régions suisses.

2.1. Mesures aériennes sur mandat de l'IFSN

Toutes les centrales nucléaires suisses font l'objet de mesures bisannuelles ordonnées par l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN). Cette année, c'était au tour des centrales nucléaires de Mühleberg et de Gösgen de se soumettre à ces mesures aéroradiométriques.

2.2. Régions d'intérêt métrologique dans les cantons du TI, de ZH, des GR et d'UR

L'équipe d'aéroradiométrie a reçu pour mandat d'effectuer une campagne de mesures dans des régions d'intérêt métrologique des cantons du Tessin, de Zurich, des Grisons et d'Uri. Il s'agissait en particulier de petits périmètres dont les caractéristiques du sol sont inconnues ou frappantes. Les mesurages se sont notamment concentrés sur les sites où ont été déchargés les matériaux d'excavation de la NLFA/Transit alpin ainsi que sur trois superficies suggérées par les autorités cantonales tessinoises. Par ailleurs, deux régions présentant des particularités radiologiques ont été à nouveau visitées plus de 10 ans plus tard. En 1998, les plus hautes valeurs de Cs 137 jamais enregistrées en Suisse étaient mesurées au Pizzo Ometto TI. En 1999, des valeurs élevées de radioactivité naturelle étaient détectées au Piz Giuv GR.

L'ensemble de ces vols ont servi en premier lieu à la formation et à l'entraînement de l'équipe de radiométrie.

2.3. Mesurages urbains à Chiasso

Depuis plusieurs années, la CENAL déploie un programme de mesurages urbains dans le but d'établir des référentiels concernant toutes les villes et grandes agglomérations ainsi que les principaux axes routiers de Suisse. Il peut être recouru aux référentiels lors d'une suspicion de radioactivité augmentée à la suite d'un événement. La comparaison des mesures effectuées avec les référentiels permet de mettre en évidence même de faibles écarts. C'est dans le cadre de ce programme de mesurages qu'à été arpenté le territoire de la commune de Chiasso.

2.4. Exercice avec les forces d'intervention du canton du Tessin

La collaboration de l'équipe d'aéroradiométrie avec des forces tessinoises d'intervention au sol a fait l'objet d'un exercice.

Un premier survol a servi à l'évaluation de différentes stratégies de mesurage. La meilleure des stratégies a ensuite été mise en œuvre lors d'un vol consécutif visant la localisation précise de sources radioactives.

Une fois détectées, leurs coordonnées étaient transmises à la direction de l'intervention au sol.

2.5. Autres objectifs poursuivis par l'équipe d'aéroradiométrie

Les objectifs suivants étaient au programme de la semaine d'exercice:

- Installation et disponibilité opérationnelle de l'équipement de mesures dans les délais impartis.
- Rafrâichissement des connaissances requises pour une intervention: préparation d'une intervention, manipulation de l'équipement durant l'intervention, lecture et interprétation des résultats, évaluation immédiate sur le terrain, entraînement du pilote.
- Evaluation: acquisition d'expériences supplémentaires lors de l'évaluation en ligne.
- Présentation des résultats: mise à disposition d'un condensé et d'une interprétation des résultats deux heures après le dernier vol.
- Vérification et actualisation de la documentation d'intervention
- Formation d'un nouveau membre de l'équipe d'aéroradiométrie rattachée à l'EM CF CENAL. Cette formation de type milicien, qui renforce la CENAL opérationnelle, compte quelque 200 militaires. L'équipe d'aéroradiométrie est formée de huit militaires.

2.6. Information de la population et des autorités

En raison des émissions sonores de l'hélicoptère de radiométrie, une vaste information préalable a paru indispensable. Dans cette optique, les autorités des communes survolées de même que les polices cantonales concernées ont toutes été informées par écrit des vols prévus et invitées à se référer à la CENAL en cas de questions provenant de la population.

Tous les vols radiométriques ont été annoncés dans un communiqué de presse le 14.09.11. Dans les territoires survolés, les dates retenues ont en outre été spécialement communiquées aux médias locaux et, en particulier, aux radios locales. Des renseignements sur les vols prévus ont été donnés préalablement lors d'interviews téléphoniques avec plusieurs radios locales couvrant les territoires concernés. Durant la semaine de mesurages, le travail de l'équipe d'aéroradiométrie a été présenté à des journalistes de l'agence Keystone et de la Radio et télévision de la Suisse italienne.

2.7. Organisations partenaires participantes

Voici les organisations associées dans la réalisation de l'exercice d'aéroradiométrie 2011:

- CENAL
- EM CF CENAL
- Forces aériennes suisses
- Groupe spécialisé Aéroradiométrie
- IFSN
- Canton du Tessin (police cantonale, sapeurs-pompiers de Bellinzzone, ambulance, Section de la protection de l'air, des eaux et du sol, Section Protpop)
- Institut Paul Scherrer

La CENAL et l'équipe d'aéroradiométrie remercient de leur coopération tous les participants.

3. Résultats de l'exercice ARM 11

3.1. Mesures aériennes sur mandat de l'IFSN

Cette année, c'était au tour des centrales nucléaires de Mühleberg et de Gösgen de se soumettre à ces mesures aéroradiométriques.

Informations concernant le survol radiométrique de la centrale nucléaire de Mühleberg (CNM):

Date:	19.09.2011
Couloirs survolés:	21 couloirs de 250 m de large
Durée du vol:	2 h
Zone survolée:	centrale nucléaire de Mühleberg; env. 60 km ²
Altitude au-dessus du sol:	env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales hors du site d'exploitation. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

La CNM n'étant pas en service au moment du vol radiométrique, il n'a pas été possible de mesurer le rayonnement N 16 usuellement détectable au-dessus de la salle des machines (N 16 ou azote 16 est un isotope de vie brève qui se forme durant l'exploitation d'un réacteur). En revanche, des conteneurs renfermant des matières radioactives ont été détectés dans l'entrepôt intermédiaire de la CNM lors du survol du site. La carte du bas indique que le rayonnement est dû à du cobalt 60. La valeur mesurée d'env. 120 nSv/h s'avère légèrement supérieure au rayonnement naturel du sous-sol, qui est d'env. 100 nSv/h, mais nettement inférieure à la valeur limite du site qui correspond à 650 nSv/h. Des rapports similaires étaient déjà enregistrés en 2007, lors de l'exercice international d'aéroradiométrie. ([Voir le rapport de l'IPS N° 09-07 de juin 2007](#)) .

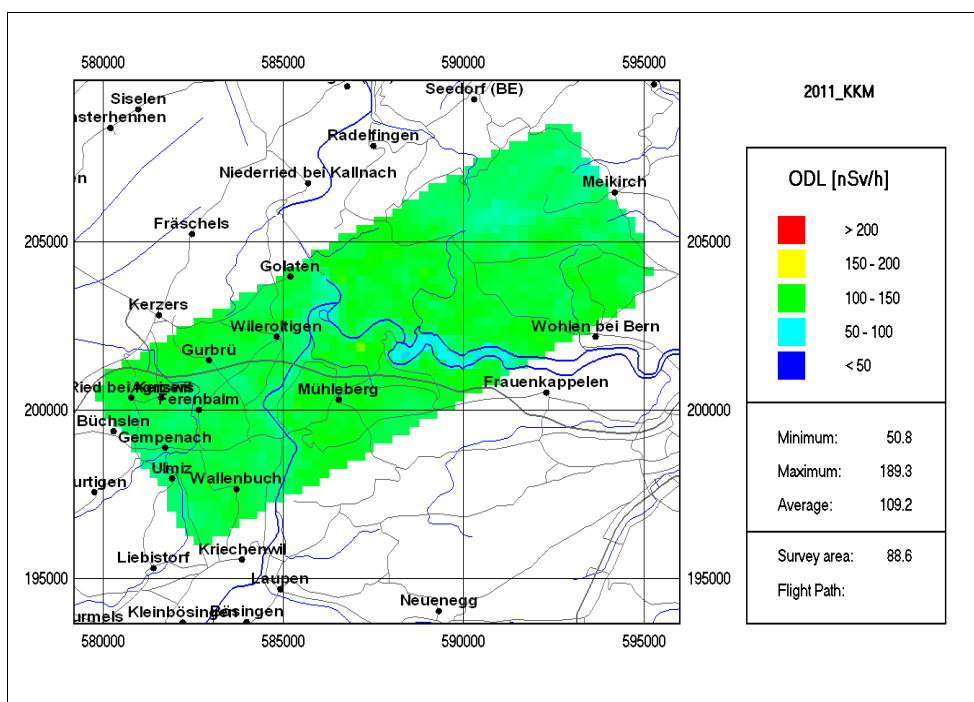


Fig. 1: carte du débit de dose ambiant pour la centrale nucléaire de Mühleberg

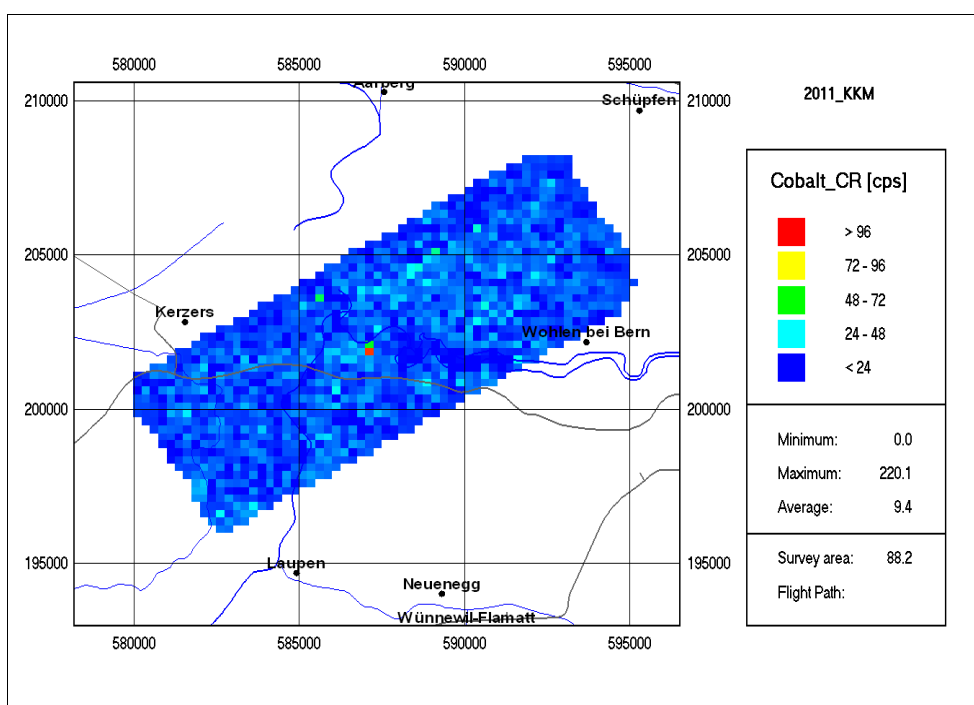


Fig. 2: carte du taux de comptage dans la fenêtre spectrale du cobalt, zone survolée: CN de Mühleberg

Informations concernant le survol radiométrique de la centrale nucléaire de Gösgen (CNG):

Date: 19.09.2011
Couloirs survolés: 24 couloirs de 250 m de large
Durée du vol: 1 h 30 min
Zone survolée: centrale nucléaire de Gösgen; env. 75 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

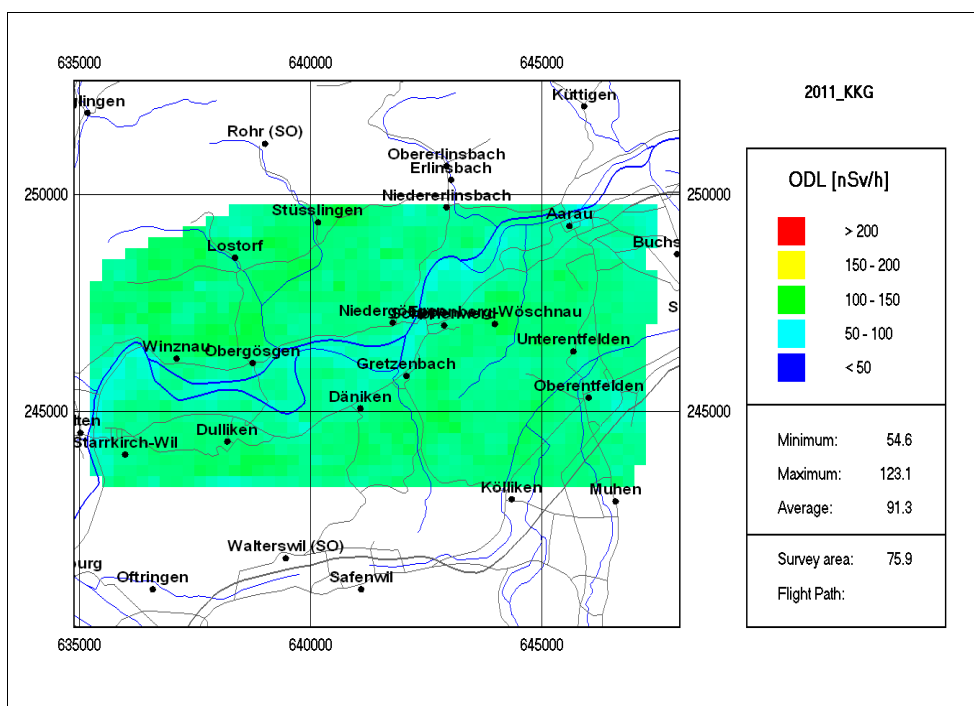


Fig. 3: carte du débit de dose ambiant pour la centrale nucléaire de Gösgen

3.2. Résultats de régions d'intérêt métrologique dans les cantons du TI, de ZH, des GR et d'UR

Informations concernant le survol radiométrique du delta de la Reuss (décharge de la NLFA):

Date: 20.09.2011
Couloirs survolés: 6 couloirs de 125 m de large
Durée du vol: 40 min
Zone survolée: delta de la Reuss, Altdorf; env. 3 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation. La rétention du rayonnement terrestre par le lac (zone bleue) est bien visible.

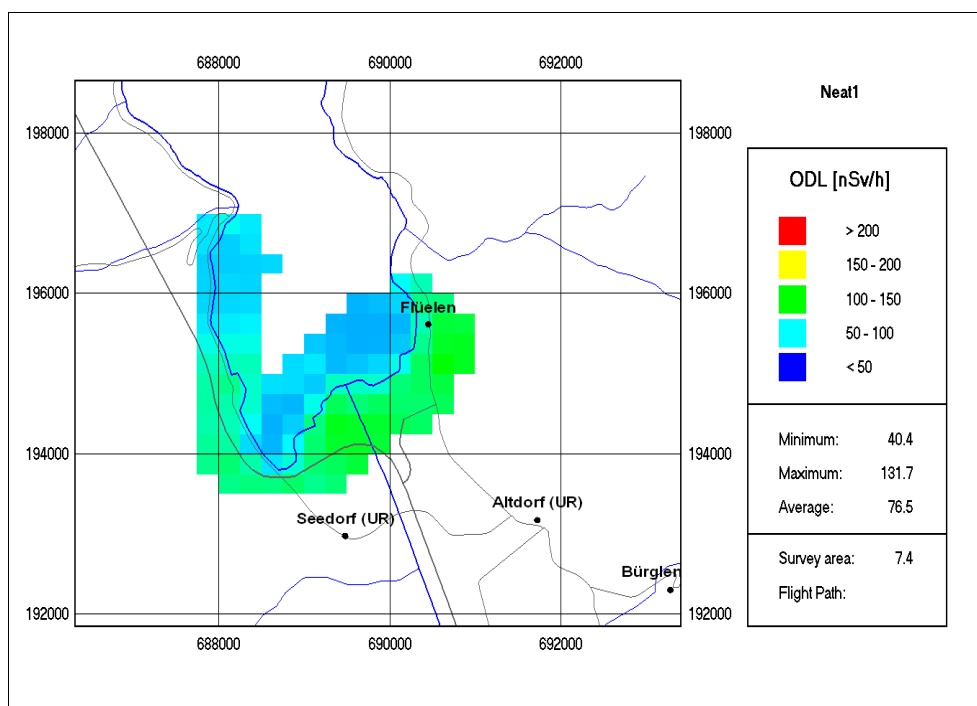


Fig. 4: carte du débit de dose ambiant pour le delta de la Reuss

Informations concernant le survol radiométrique de Sedrun (décharge de la NLFA):

Date: 20.09.2011
Couloirs survolés: 7 couloirs de 125 m de large
Durée du vol: 45 min
Zone survolée: commune de Sedrun; env. 3 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

Les valeurs du débit de dose plus élevées que l'on peut distinguer ont été enregistrées à l'est du territoire examiné, soit hors chantier NLFA. Elles sont dues à la présence de radionucléides naturels. L'illustration ci-dessous (fig. 6) représente un spectre moyen pour le territoire en question.

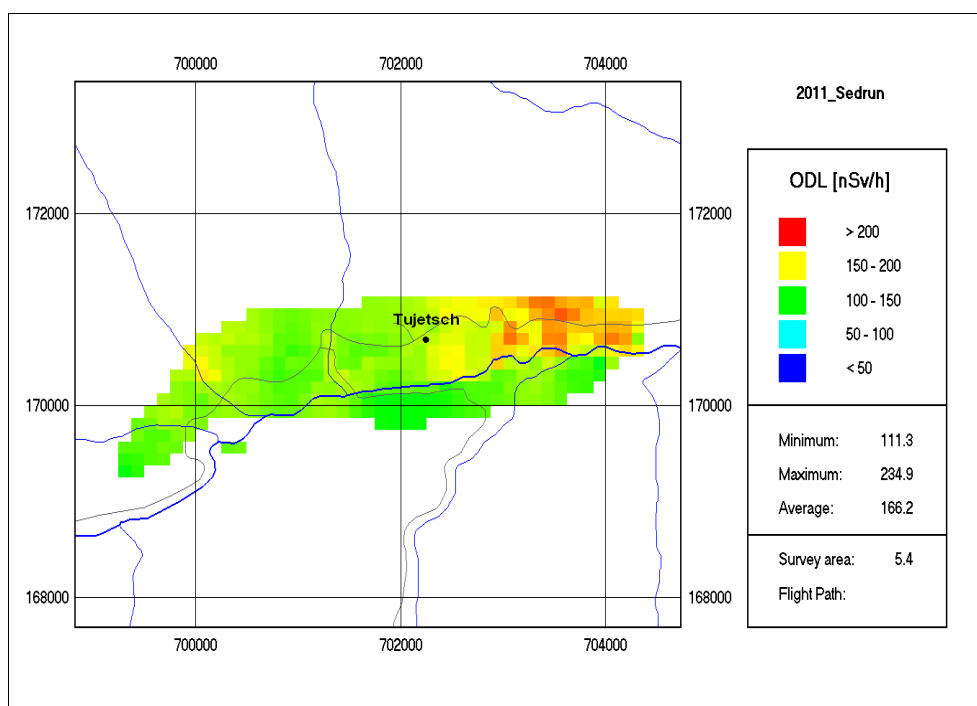


Fig. 5: carte du débit de dose ambiant à Sedrun

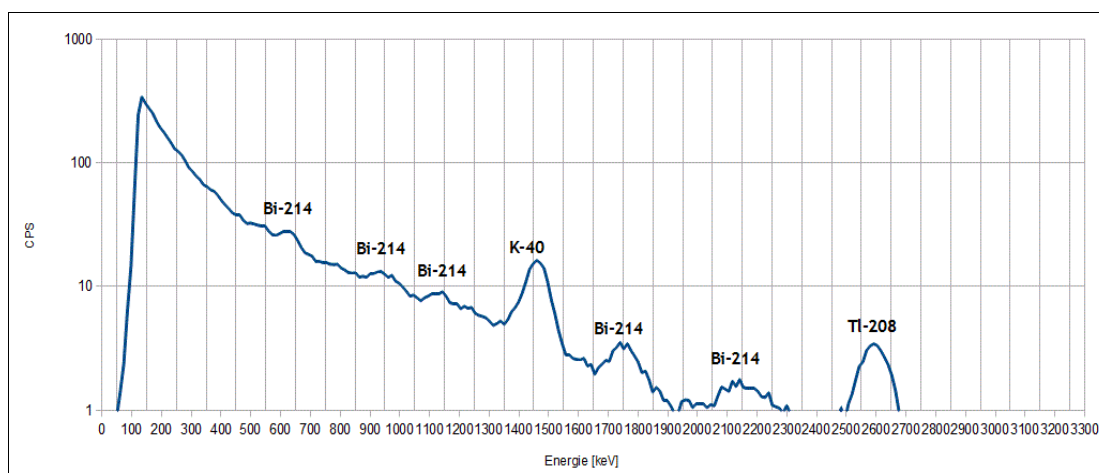


Fig. 6: Spectre moyen du territoire survolé

Informations concernant le survol radiométrique du Pizzo Ometto:

Date: 20.09.2011
Couloirs survolés: 15 couloirs transversaux et 6 couloirs parallèles de 125 m de large
Durée du vol: 1h 15 min
Zone survolée: Pizzo Ometto; env. 3,5 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

Des passages d'hélicoptère tant parallèles que transversaux ont été effectués au-dessus de la crête de la montagne. Les résultats des deux survols ont été regroupés sur une seule carte.

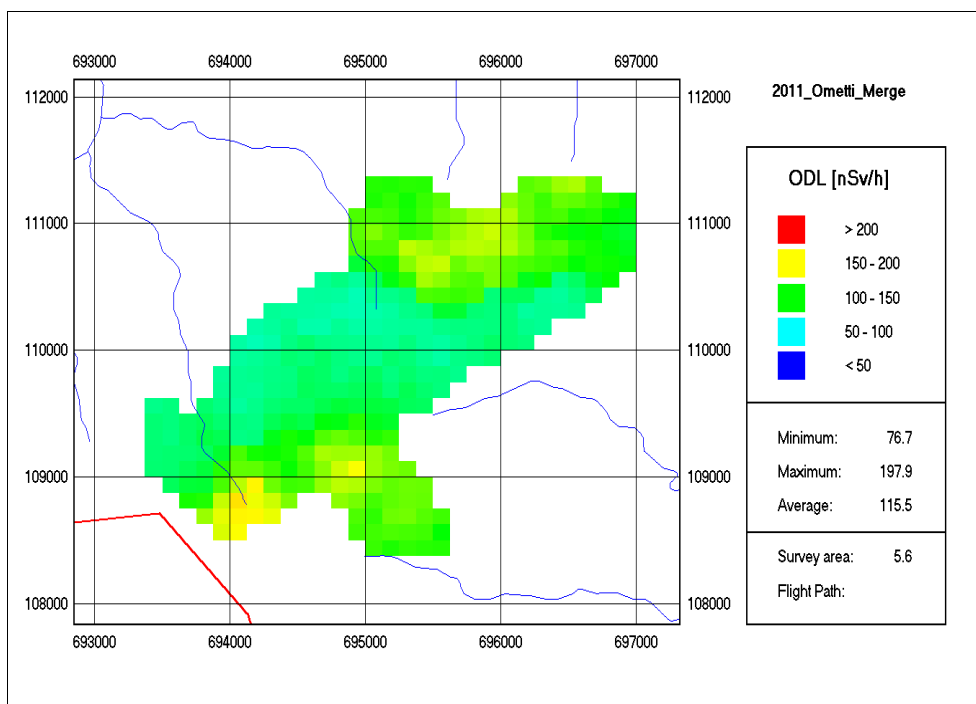


Fig. 7: carte du débit de dose ambiant au Pizzo Ometto

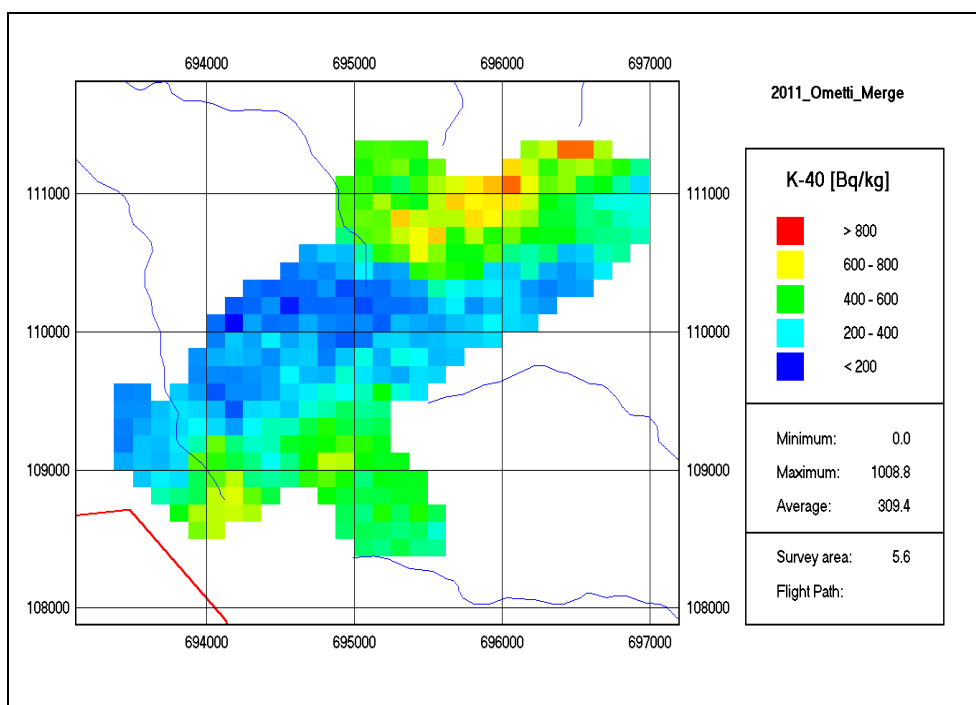


Fig. 8: carte de la concentration d'activité du K 40 au Pizzo Ometto

La carte d'activité du K 40 illustre les zones présentant les valeurs du DDA les plus élevées. Les valeurs élevées de Cs, qui étaient détectées en 1999, n'ont pas été confirmées cette année. La diminution des taux mesurés provient de la désintégration normale des radionucléides et de la migration du Cs 137 dans des strates du sol plus profondes.

Informations concernant le survol radiométrique de Rasa (zone de référence de l'OFSP):

Date: 20.09.2011
Couloirs survolés: 6 couloirs de 60 m de large
Durée du vol: 10 min
Zone survolée: Rasa; env. 0,3 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

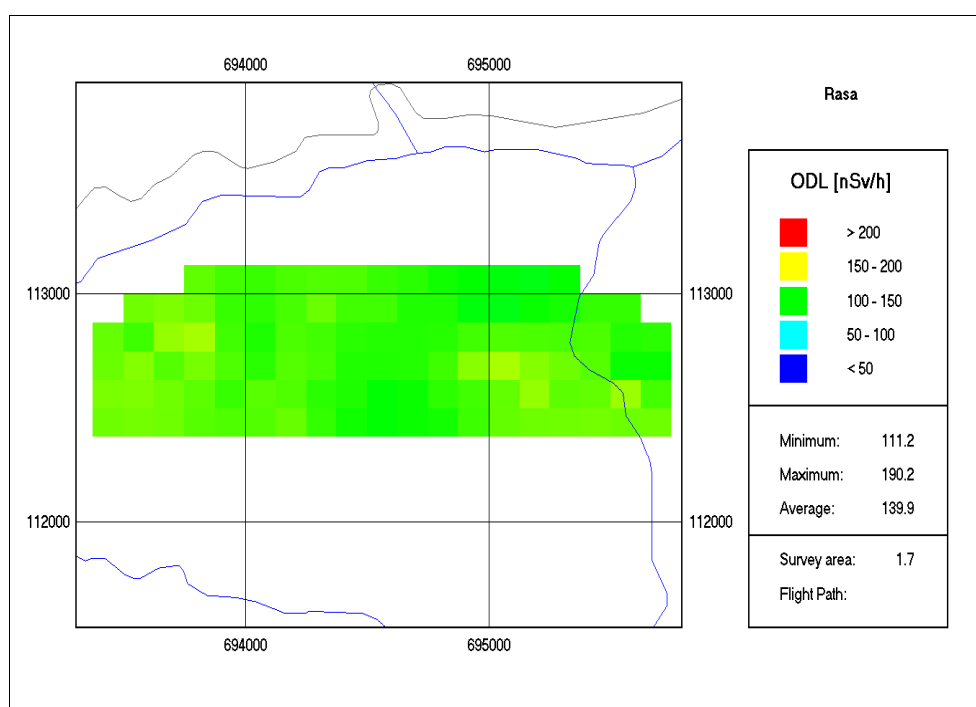


Fig. 9: carte du débit de dose ambiant à Rasa, OFSP

Les valeurs du Cs 137 sont nettement plus basses qu'en 1999. Les secteurs plus clairs (jaunes) sur la carte du DDA sont en corrélation avec les radionucléides naturels K 40 et Th 232.

Informations concernant le survol radiométrique de Sigirino (décharge et portail de la NLFA):

Date: 20.09.2011
Couloirs survolés: 11 couloirs de 125 m de large
Durée du vol: 20 min
Zone survolée: Sigirino; env. 3,0 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

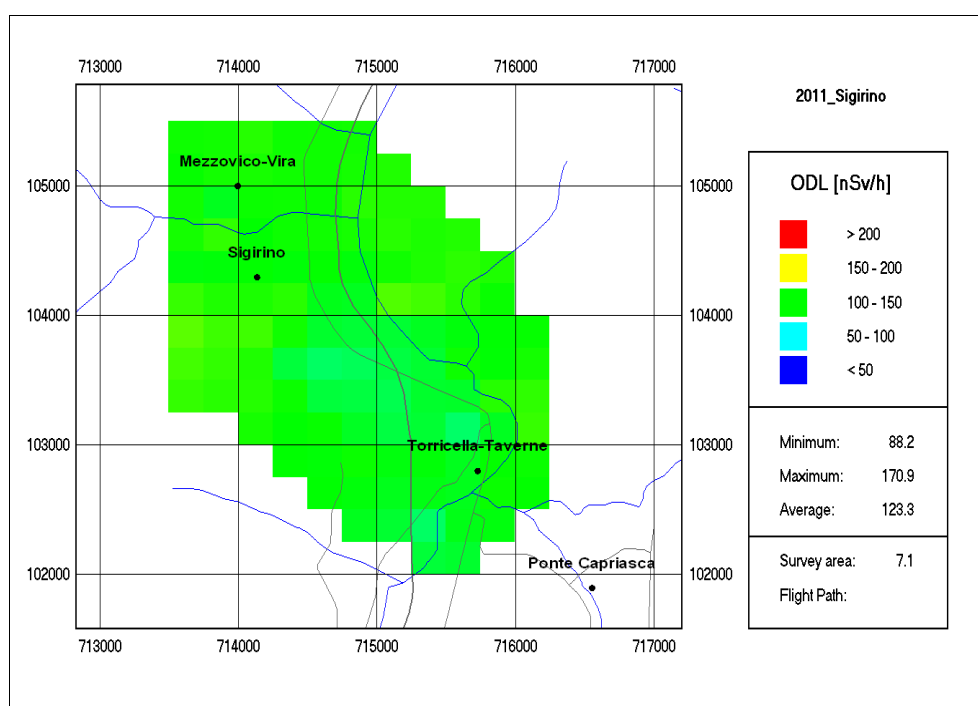


Fig. 10: Carte du débit de dose ambiant à Sigirino

Informations concernant le survol radiométrique de Novazzano (décharge):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 11 couloirs de 125 m de large (sur 1800 m)
Durée du vol: 15 min
Zone survolée: Novazzano; env. 2,5 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

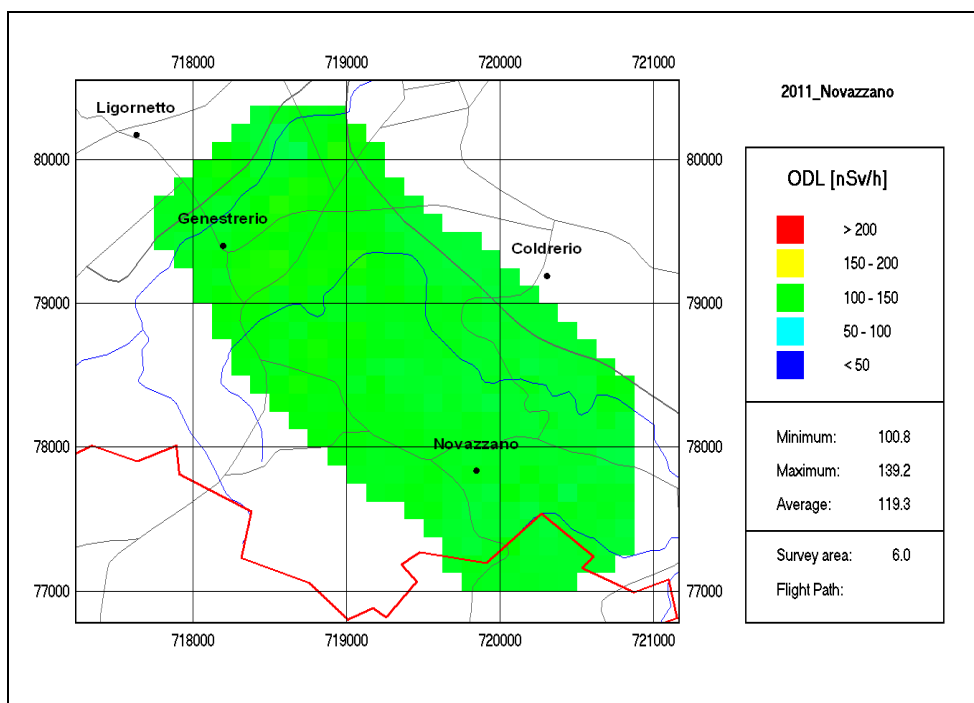


Fig. 11: carte du débit de dose ambiant à Novazzano

Informations concernant le survol radiométrique à Croglio (décharge):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 5 couloirs de 125 m de large (sur 1200 m)
Durée du vol: 5 min
Zone survolée: Croglio; env. 0,8 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

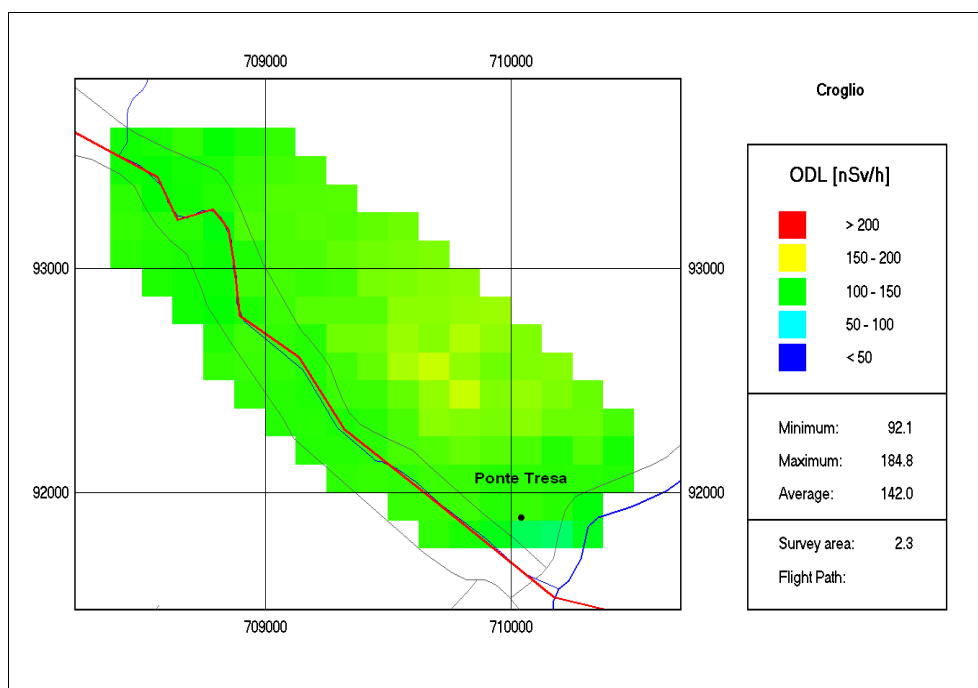


Fig. 12: carte du débit de dose ambiant à Croglio

Les valeurs légèrement augmentées au centre du périmètre examiné s'expliquent par la présence de K 40 naturel et de Cs 137. Ces valeurs ont toutefois été mesurées à l'extérieur de la décharge.

Carte du Cs 137

La carte du Cs 137 laisse apparaître ponctuellement des valeurs légèrement élevées. Elles ne sont pas inusuelles pour le Sottoceneri, où on peut encore mesurer à certains endroits des valeurs de césium légèrement augmentées en conséquence de l'accident nucléaire de Tchernobyl en 1986.

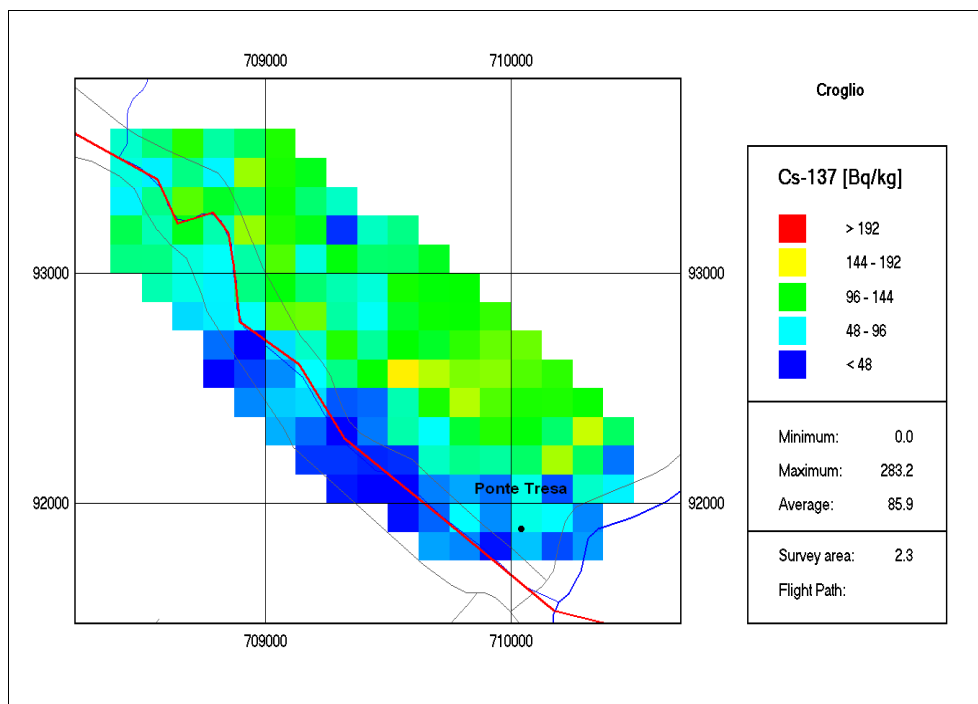


Fig. 13: carte de la concentration d'activité du Cs 137 à Croglia

Informations concernant le survol radiométrique de Novaggio (zone de référence de l'OFSP):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 4 couloirs de 60 m de large (sur 400 m)
Durée du vol: 5 min
Zone survolée: Novaggio; env. 0,2 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

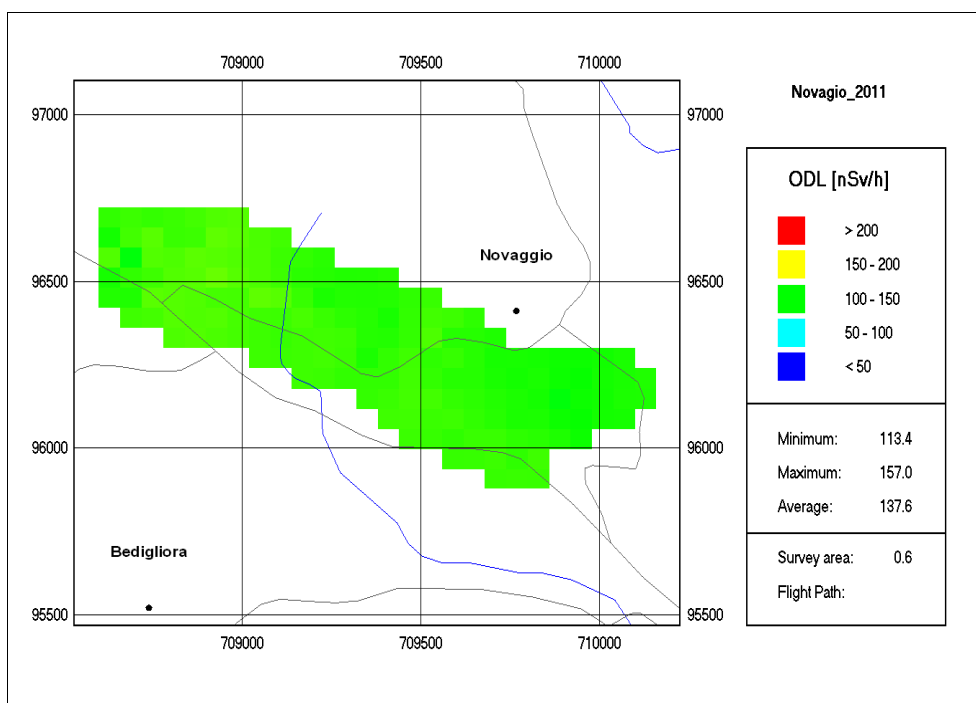


Fig. 14: carte du débit de dose ambiant à Novaggio

Carte du Cs 137

La carte du Cs 137 laisse apparaître ponctuellement des valeurs légèrement augmentées. Elles coïncident avec les mesures d'échantillons du sol que l'OFSP exécute chaque année ([voir le rapport 2010 sur la radioactivité de l'environnement et les doses de rayonnements en Suisse, OFSP](#)).

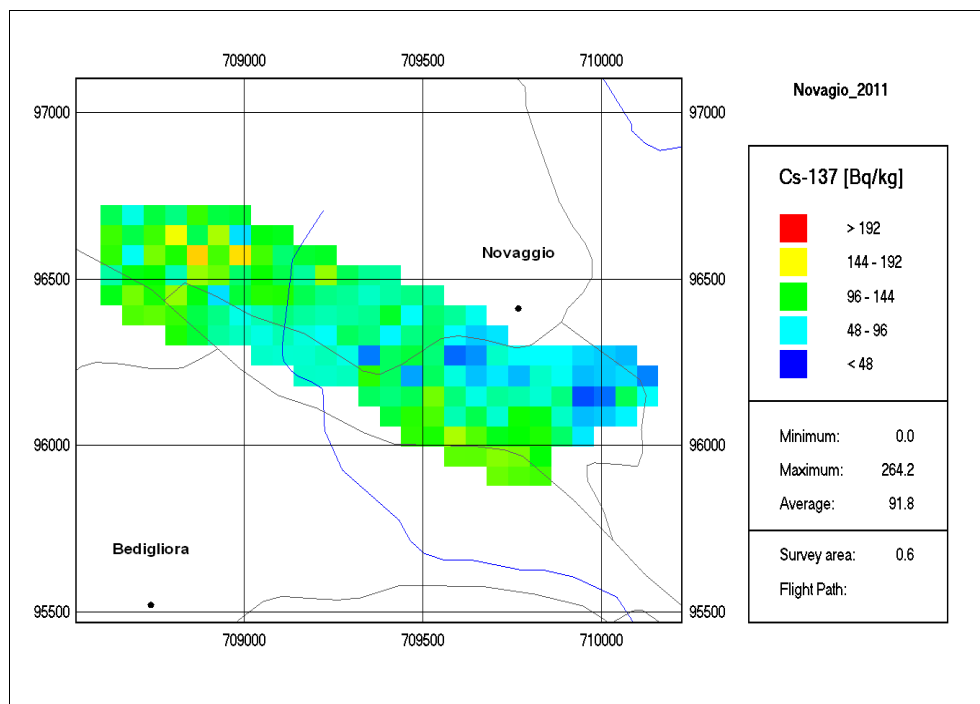


Fig. 15: carte de la concentration d'activité du Cs 137 à Novaggio

Informations concernant le survol radiométrique de Vezia (portail de la NLFA):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 4 couloirs de 125 m de large (sur 1000 m)
Durée du vol: 5 min
Zone survolée: Vezia; env. 0,5 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

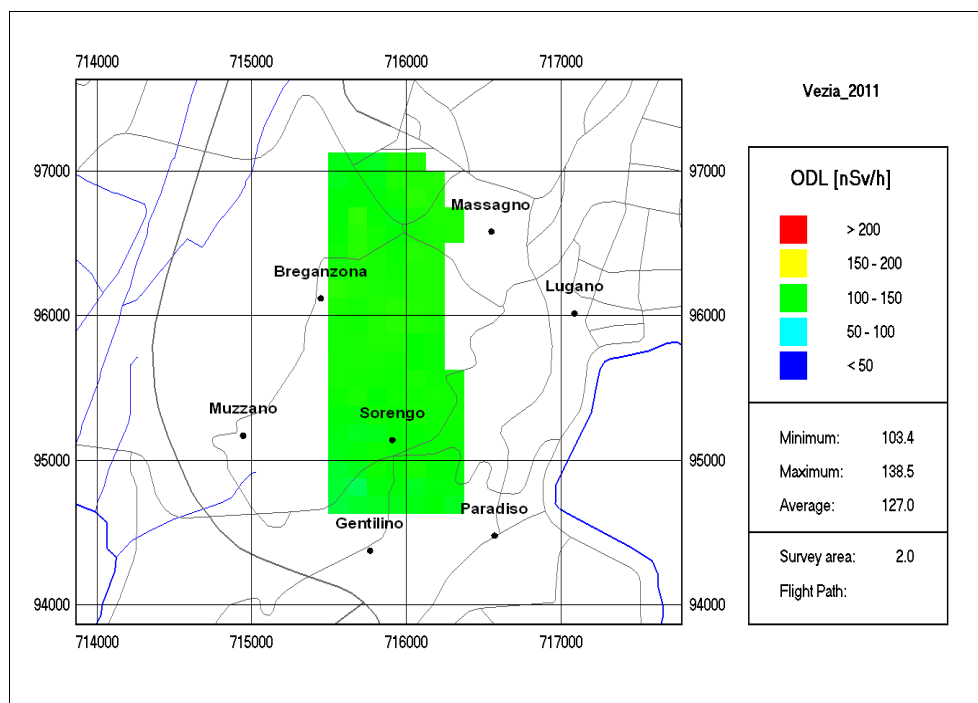


Fig. 16: carte du débit de dose ambiant à Vezia

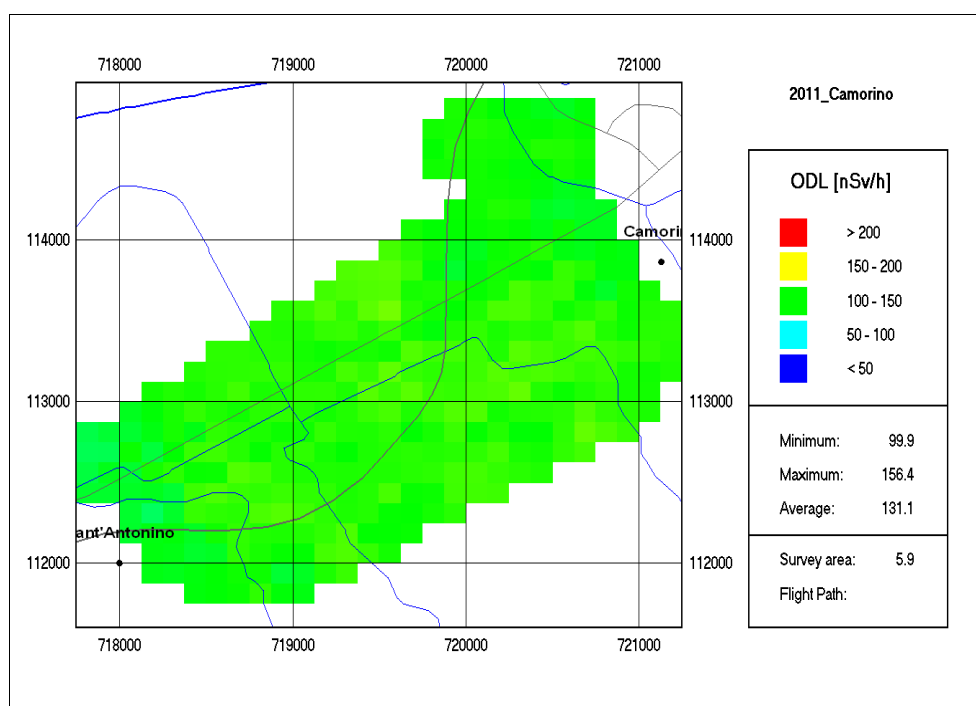
Informations concernant le survol radiométrique de Camorino (portail de la NLFA):

Date: 22.09.2011
Couloirs survolés: 11 couloirs de 125 m de large (sur 2000 m)
Durée du vol: 15 min
Zone survolée: Camorino; env. 3 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Remarque: Initialement prévu pour le 21.09.2011, ce survol n'a pu s'effectuer que le jour suivant en raison d'une panne technique de l'hélicoptère et de la perte de temps qu'elle a occasionnée.

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.



Informations concernant le survol radiométrique de Rodi (zone de référence de l'OFSP):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 5 couloirs de 60 m de large (sur 2000 m)
Durée du vol: 15 min
Zone survolée: Rodi; env. 0,5 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

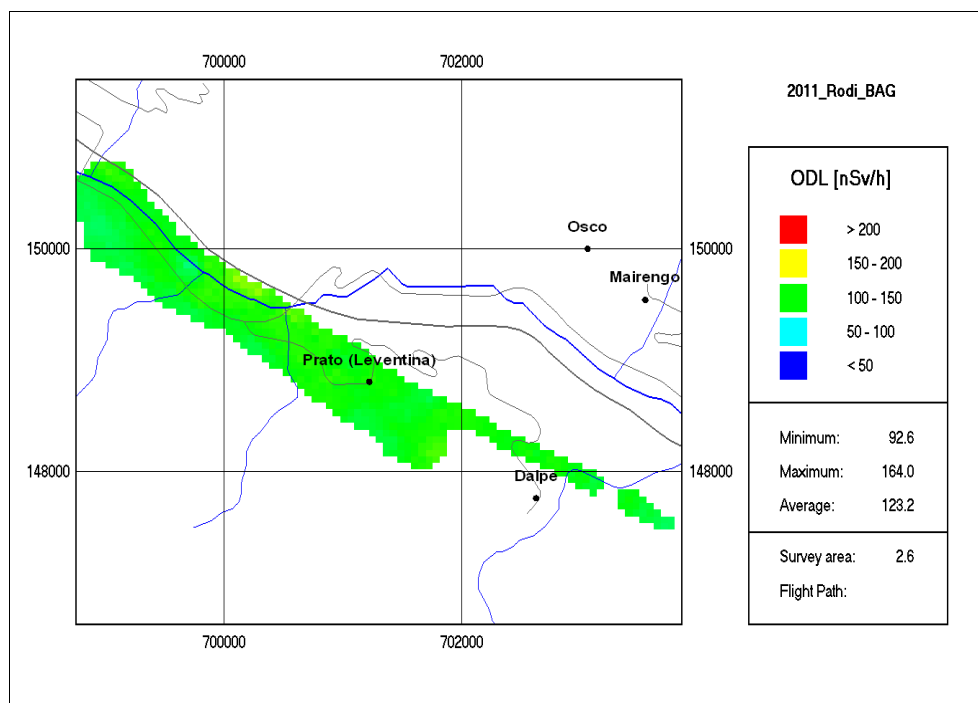


Fig. 18: carte du débit de dose ambiant à Rodi

Informations concernant le survol radiométrique de Faido (portail de la NLFA):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 5 couloirs de 125 m de large (sur 2500 m)
Durée du vol: 20 min
Zone survolée: Portail de la NLFA; env. 1,5 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation. Les valeurs légèrement augmentées au sud-est du périmètre examiné sont causées par les radionucléides naturels de la roche (voire fig. 20).

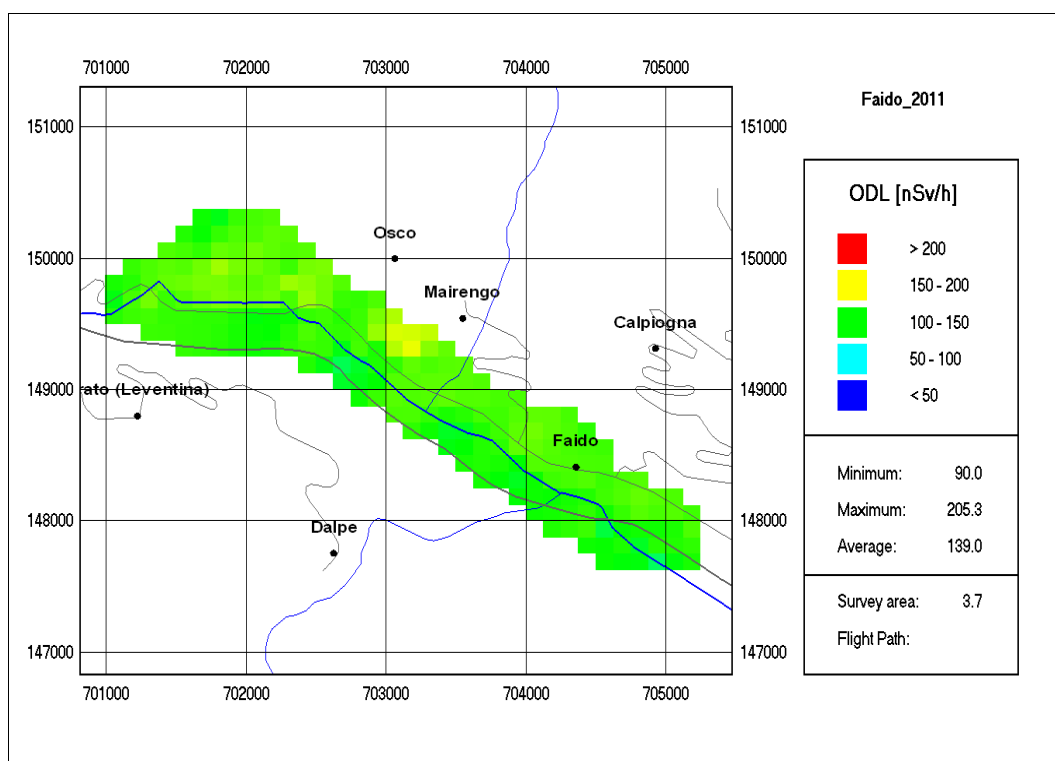


Fig. 19: carte du débit de dose ambiant à Faido, portail de la NLFA

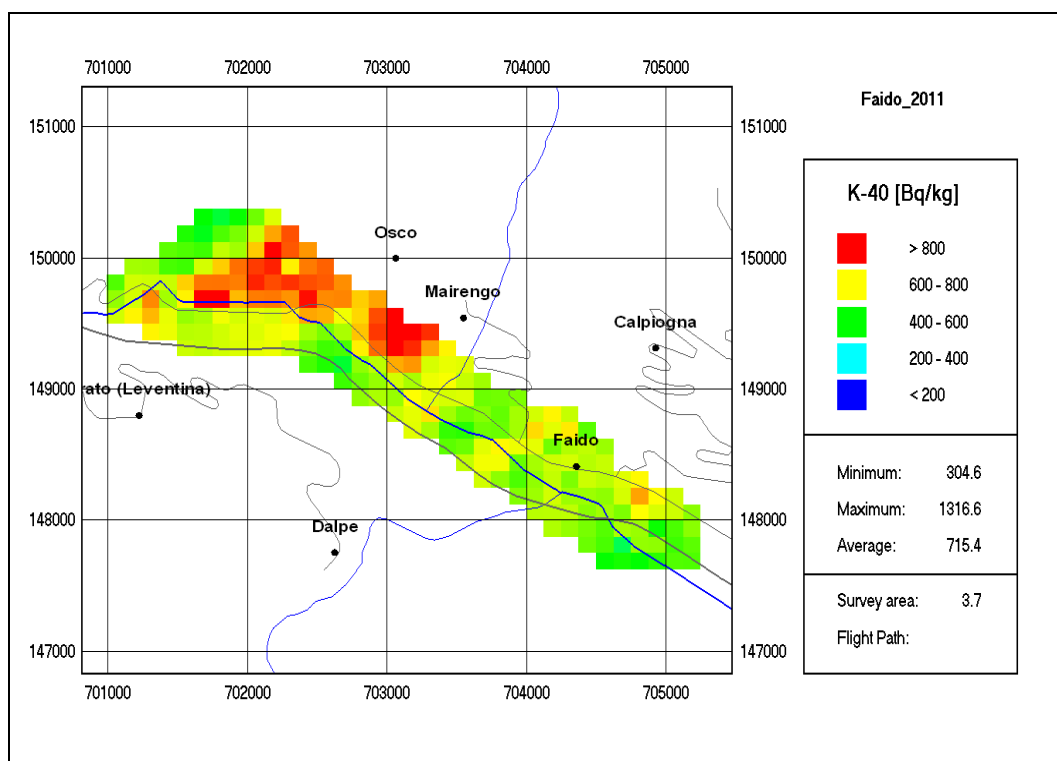


Fig. 20: carte de la concentration d'activité du K 40 à Faido, portail de la NLFA

Informations concernant le survol radiométrique de Faido (décharge de la NLFA):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 5 couloirs de 125 m de large (sur 2000 m)
Durée du vol: 20 min
Zone survolée: décharge de la NLFA de Faido; env. 1,2 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation. Les valeurs légèrement augmentées au sud-est du périmètre examiné proviennent de la présence de radionucléides naturels (K 40, Th 232, U 238) et du césium issu de l'accident nucléaire de Tchernobyl en 1986 (voire fig. 22 et 23).

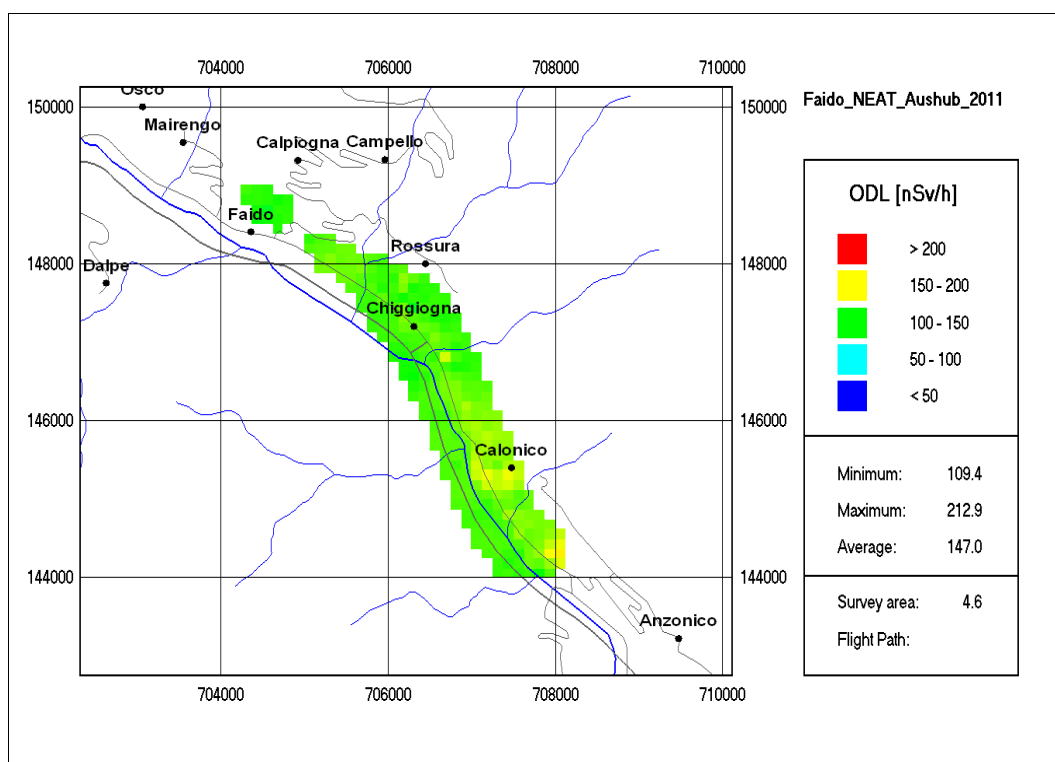


Fig. 21: carte du débit de dose ambiant à Faido, décharge de la NLFA

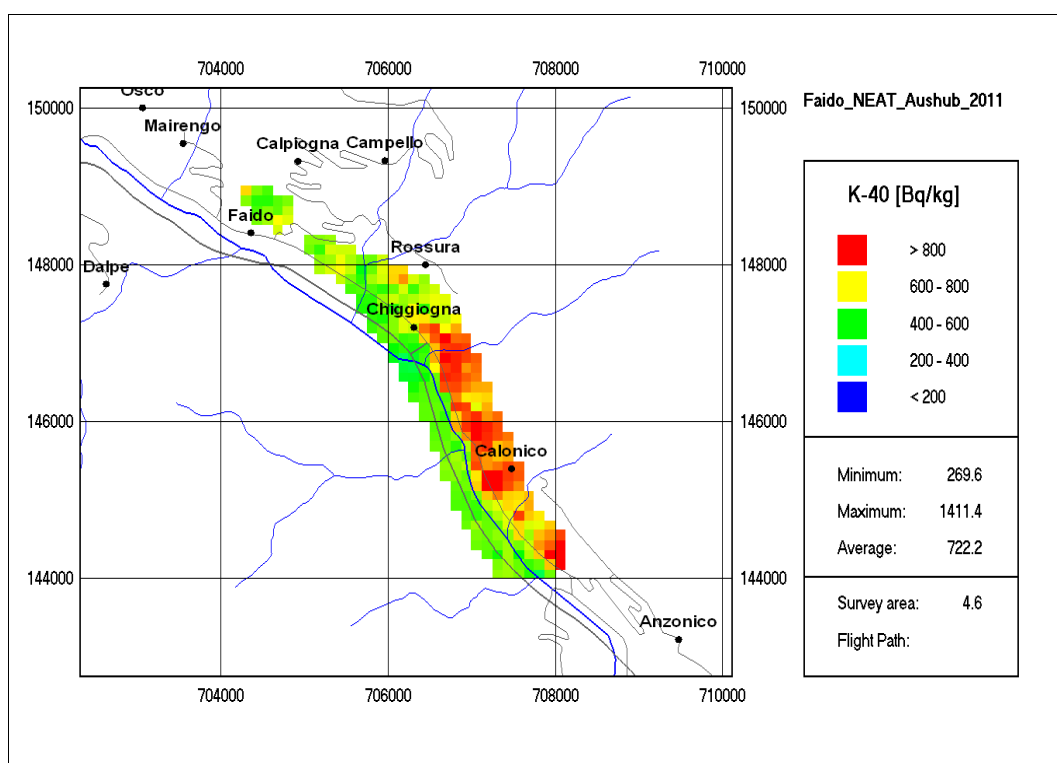


Fig. 22: carte de la concentration d'activité du K 40 à Faido, décharge de la NLFA

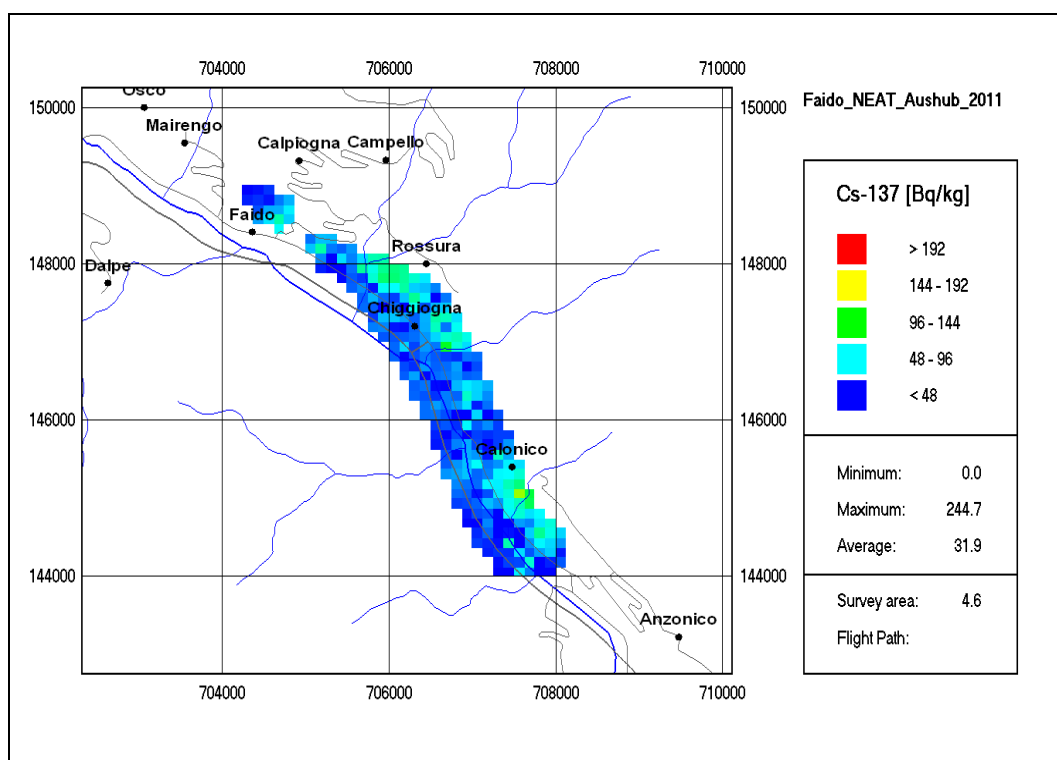


Fig. 23: carte de la concentration d'activité du Cs 137 à Faido, décharge de la NLFA

Informations concernant le survol radiométrique de Bodio (portail de la NLFA):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 8 couloirs de 125 m de large (sur 2000 m)
Durée du vol: 20 min
Zone survolée: Bodio; env. 2 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation. Les valeurs légèrement augmentées au nord-ouest du périmètre examiné sont causées par des radionucléides naturels (essentiellement le K 40, voire fig. 25).

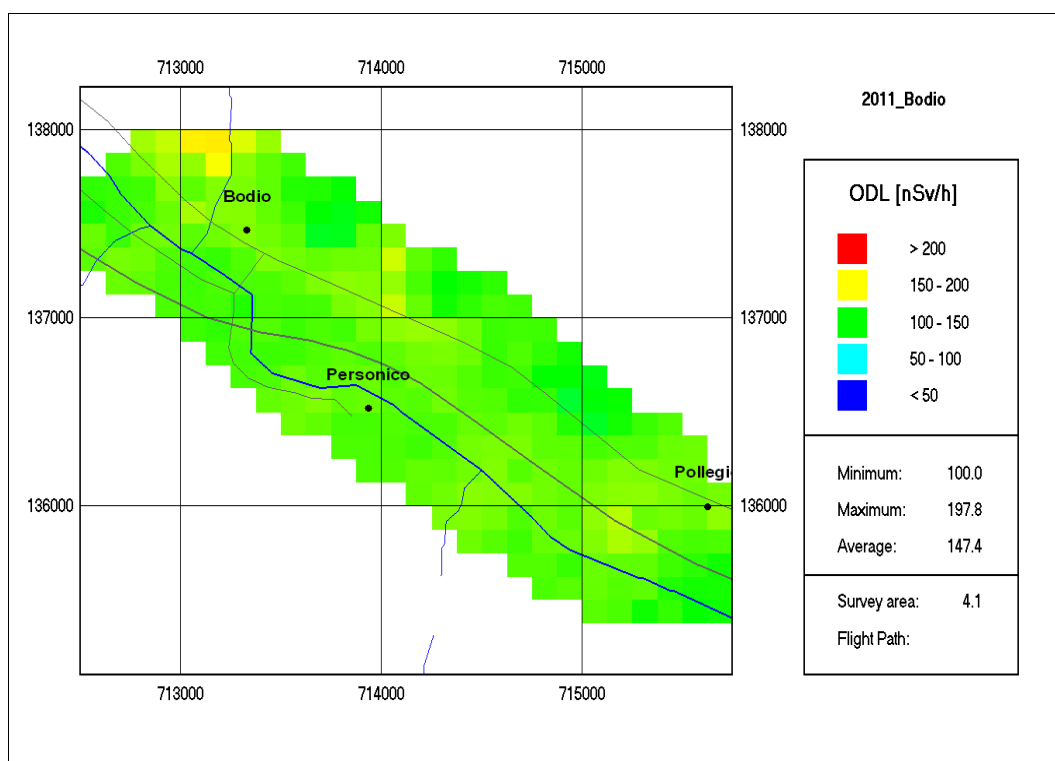


Fig. 24: carte du débit de dose ambiant à Bodio

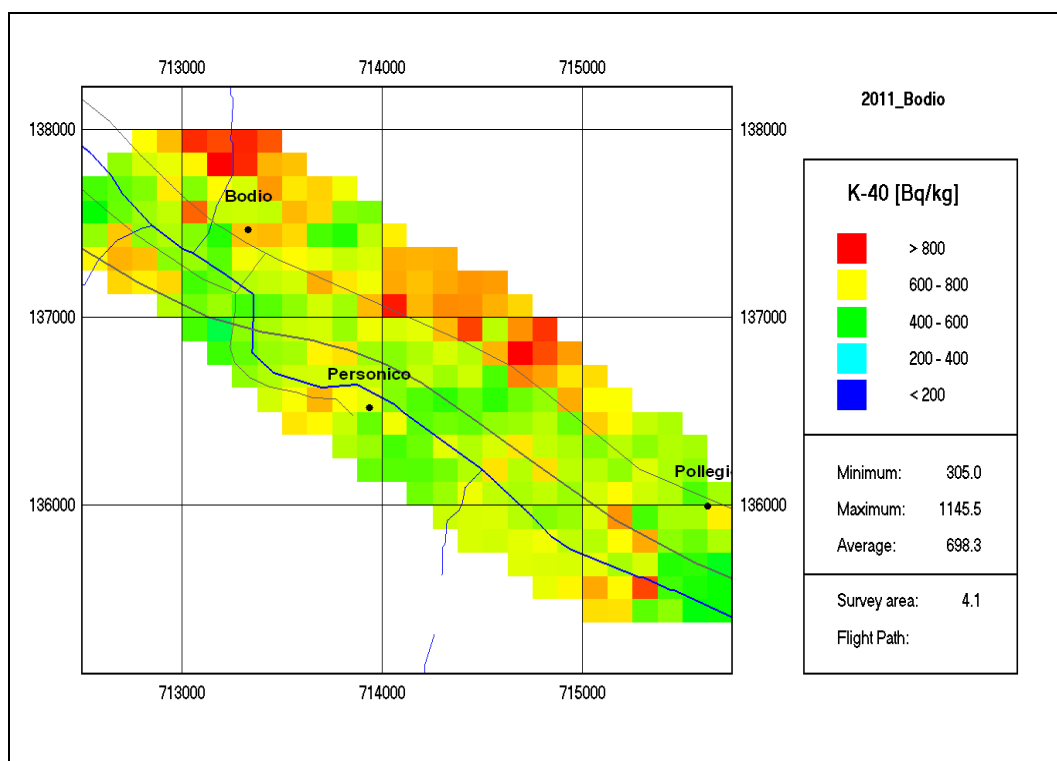


Fig. 25: carte de la concentration d'activité du K 40 à Bodio

Informations concernant le survol radiométrique de Biasca (décharge de la NLFA):

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 11 couloirs de 125 m de large (sur 4000 m)
Durée du vol: 45 min
Zone survolée: Biasca; env. 5 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation. Les valeurs légèrement augmentées au sud-est du périmètre examiné sont la conséquence des radionucléides naturels du secteur de la décharge (voir fig. 27 et 28).

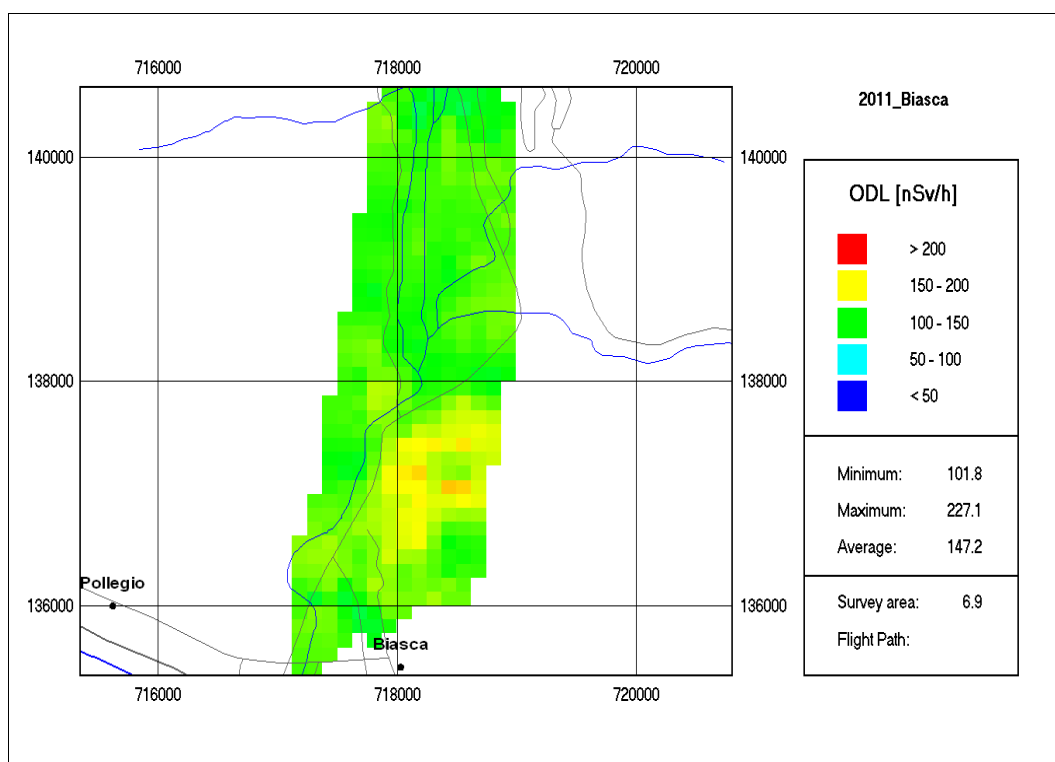


Fig. 26: carte du débit de dose ambiant à Biasca

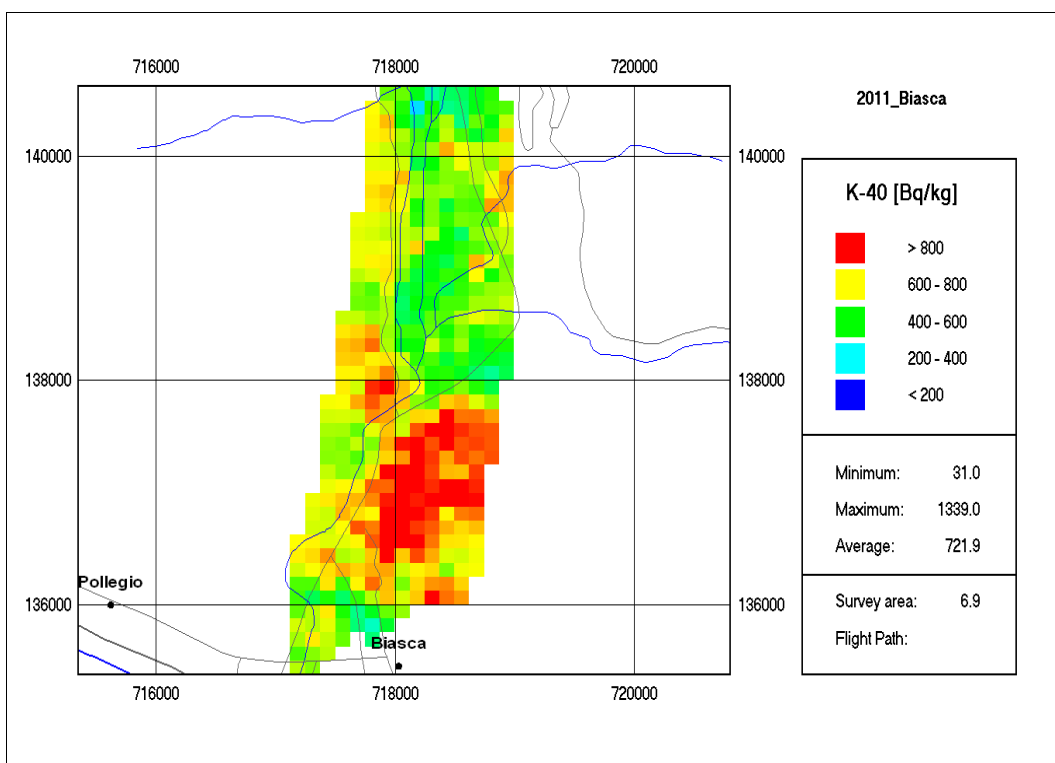


Fig. 27: carte de la concentration d'activité du K 40 à Biasca

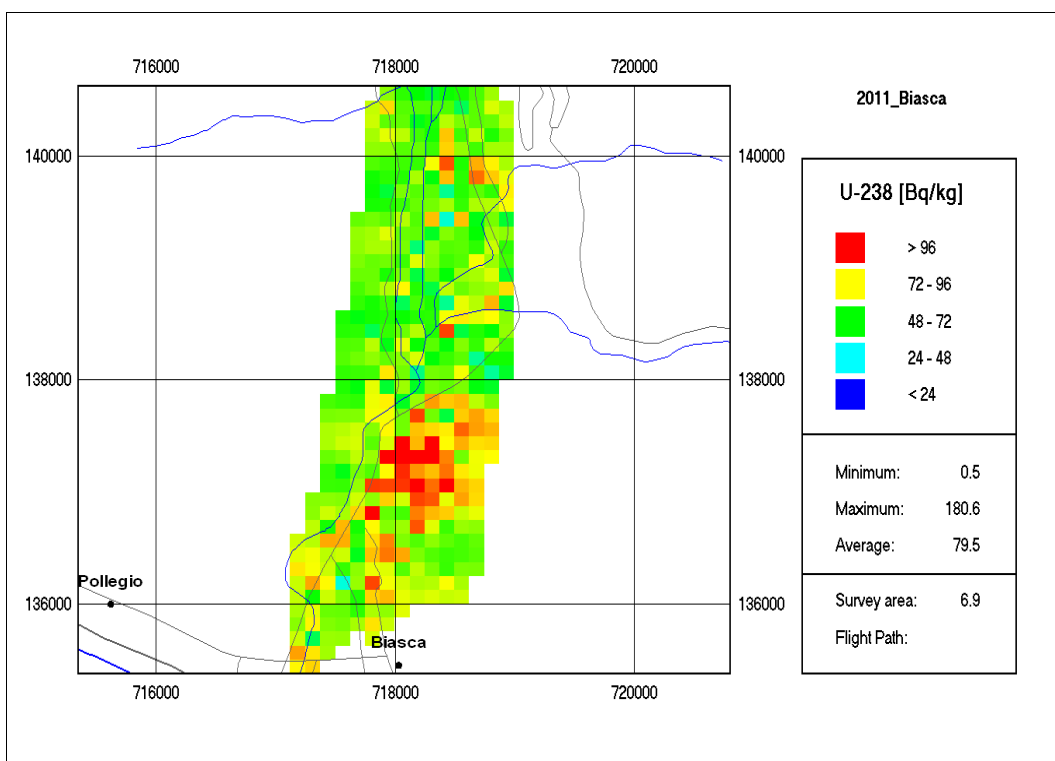


Fig. 28: carte de la concentration d'activité de l'U 238 à Biasca

Informations concernant le survol radiométrique du Piz Giuv:

Date: 22.09.2011
Couloirs survolés: 22 couloirs de 250 m de large (entre 500 et 5000 m)
Durée du vol: 1 h 30 min
Zone survolée: Piz Giuv; env. 30 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

Comme on s'y attendait, la carte du débit de dose ambiant indique des valeurs augmentées sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation. La région du Piz Giuv contient dans sa roche des concentrations élevées d'uranium, de thorium et de potassium (voir fig. 31). Les mesures effectuées confirment les résultats obtenus lors de l'exercice d'ARM de 1998. (Voir le rapport: Aeroradiometrische Messungen im Rahmen der Übung ARM98, B. Bucher, ETH, März 1999).

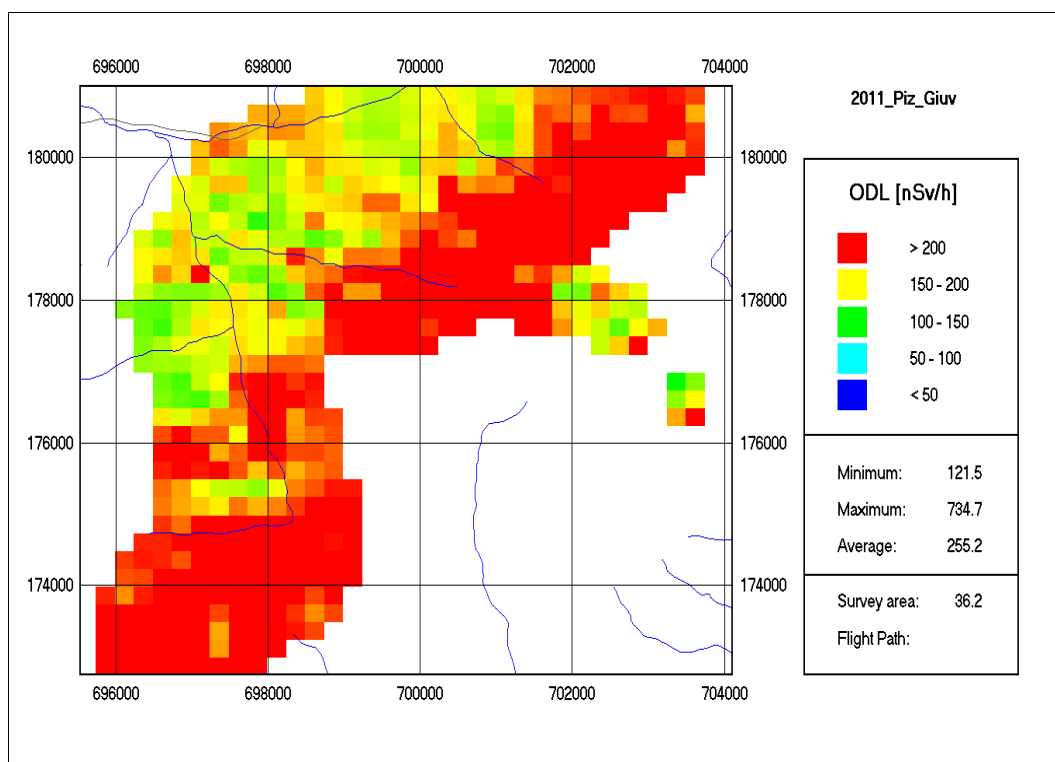


Fig. 29: carte du débit de dose ambiant au Piz Giuv (échelle standard)

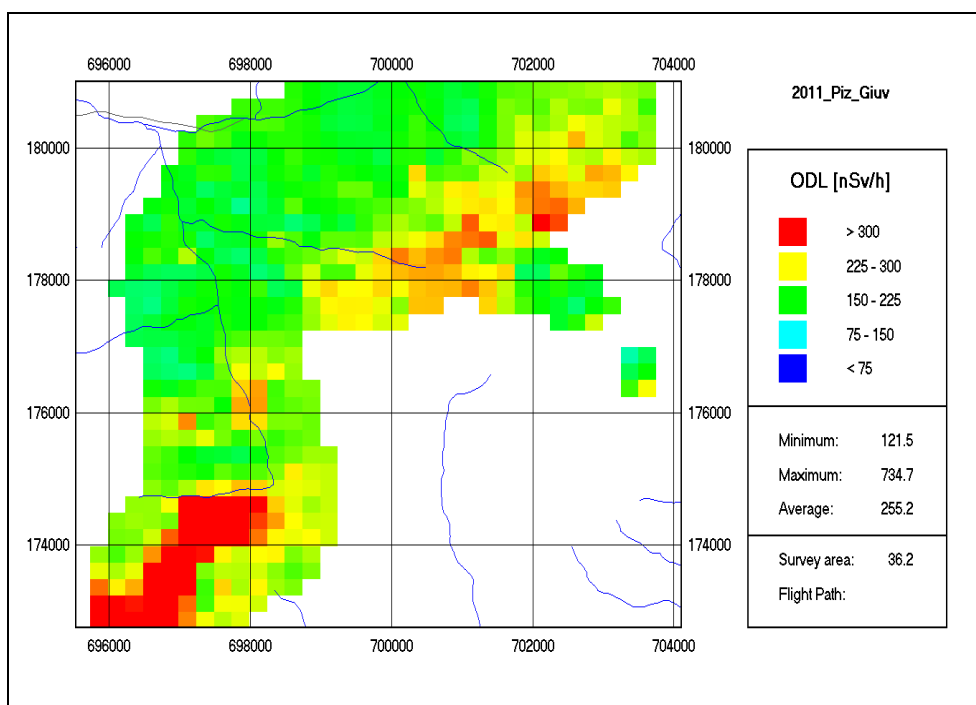


Fig. 30: carte du débit de dose ambiant au Piz Giuv sous correction d'altitude et redimensionnement grossier

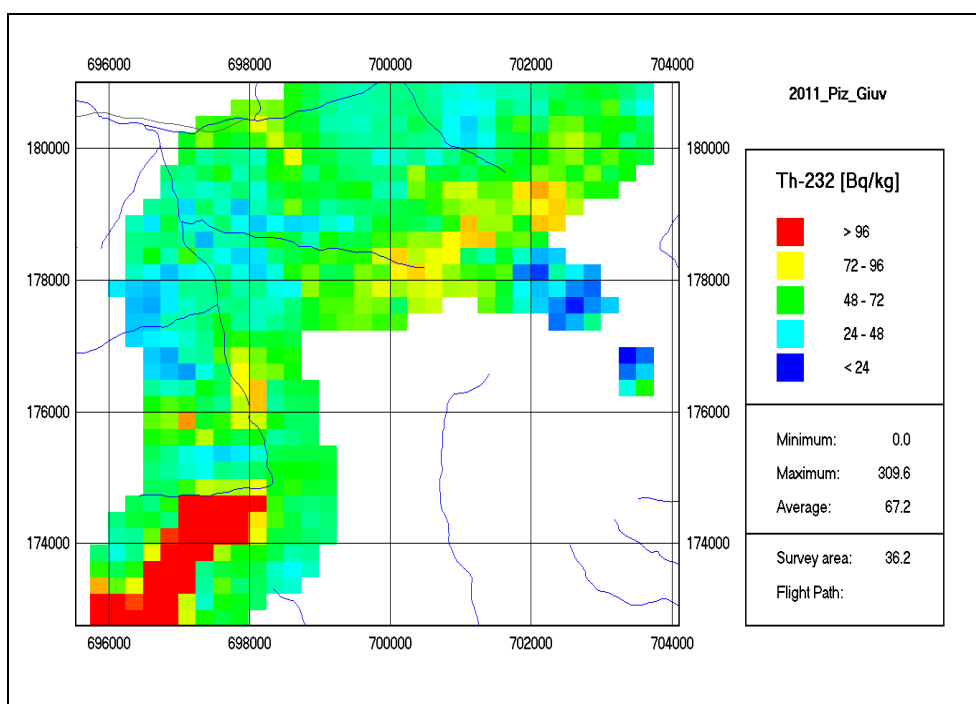


Fig. 31: carte de la concentration d'activité du Th 232 au Piz Giuv

Informations concernant le survol radiométrique d'Affoltern a. A., société Agir (décharge de la NLFA):

Date: 22.09.2011
Couloirs survolés: 8 couloirs de 125 m de large (sur 2000 m)
Durée du vol: 10 min
Zone survolée: Affoltern a.A.; env. 2 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Remarque: Initialement agendé au 21.09.2011, ce survol n'a pu s'effectuer que le jour suivant en raison des mauvaises conditions météorologiques.

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

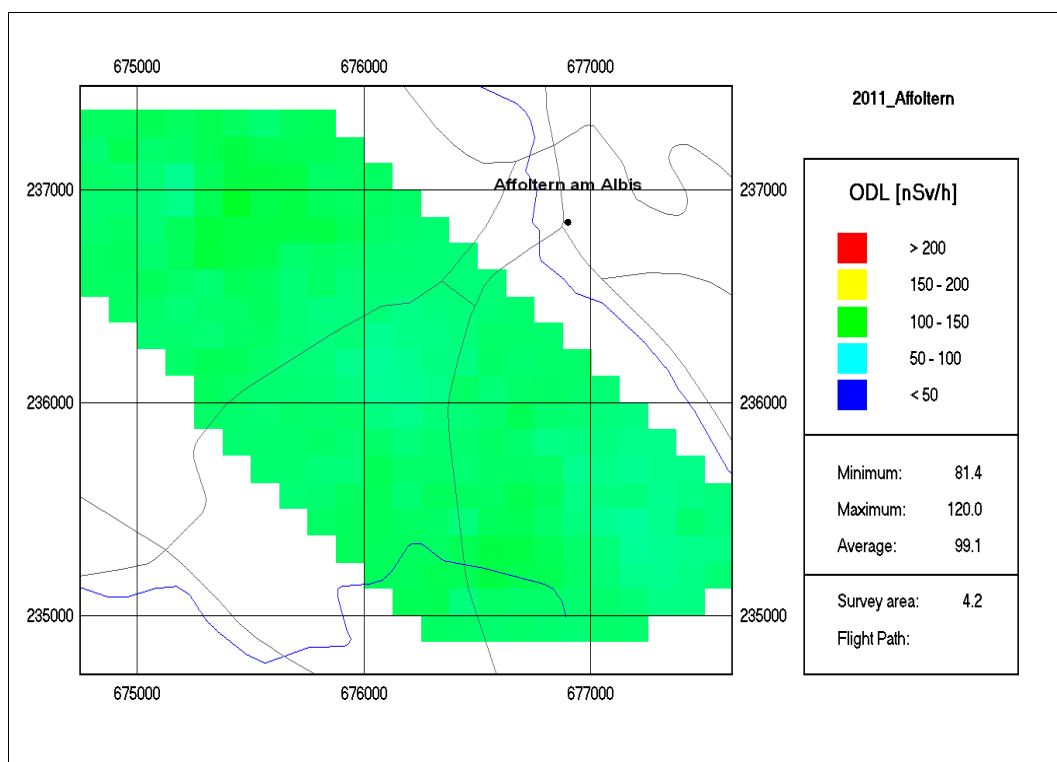


Fig. 32: carte du débit de dose ambiant à Affoltern a.A.

3.3 Aéroradiométrie urbaine de Chiasso

Informations concernant le survol radiométrique de Chiasso:

Date: 21.09.2011
Couloirs survolés: 25 couloirs de 125 m de large (sur 5000 m)
Durée du vol: 1 h 5 min
Zone survolée: Chiasso; env. 15 km²
Altitude au-dessus du sol: env. 90 m

Carte du débit de dose ambiant

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs normales sur tout le territoire exploré. Les variations observées dans la région survolée sont dues à la géologie, à la topographie des cours d'eau de même qu'à la végétation.

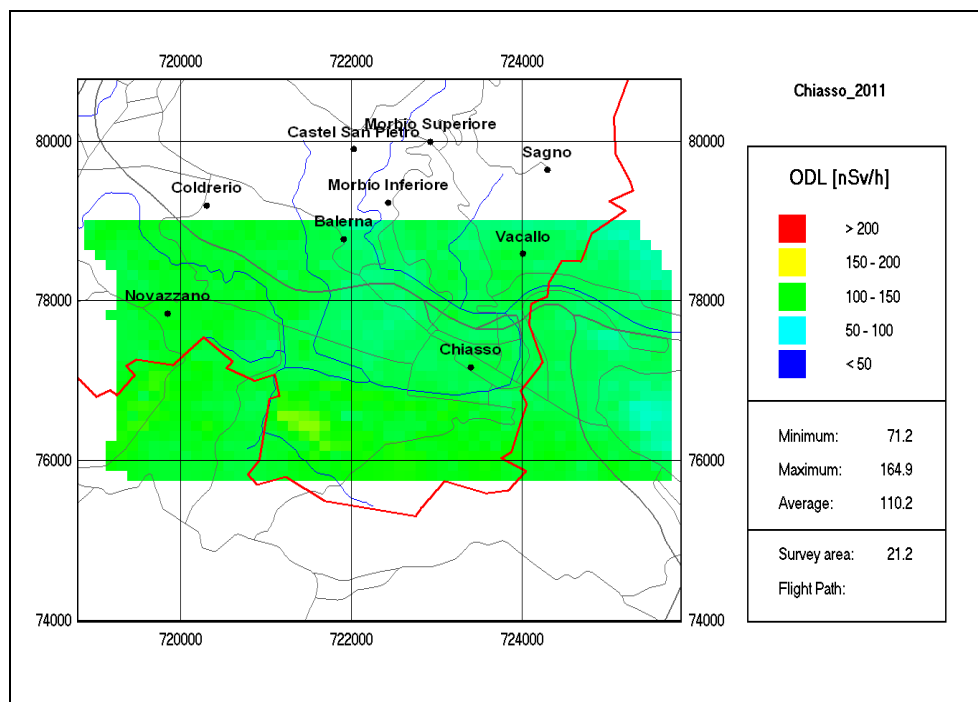


Fig. 33: Carte du débit de dose ambiant à Chiasso

Carte du Cs 137

La carte du Cs 137 laisse apparaître ponctuellement des valeurs légèrement augmentées. Elles coïncident avec les mesures d'échantillons du sol que l'OFSP exécute chaque année ([voir le rapport 2010 sur la radioactivité de l'environnement et les doses de rayonnements en Suisse, OFSP](#)).

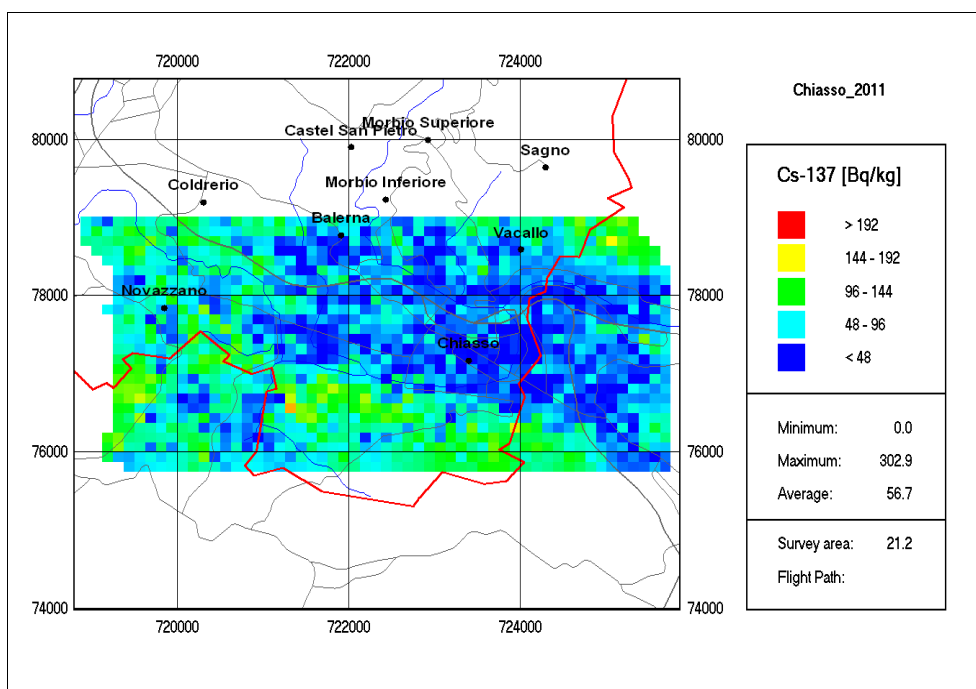


Fig. 34: carte de la concentration d'activité du Cs 137 à Chiasso

3.4. Résultat de l'exercice d'intervention au Tessin

Informations concernant la localisation aérienne de sources radioactives:

Date:	22.09.2011
Zone survolée:	Monte Ceneri; env. 0,5 km ²
Couloirs survolés I:	6 couloirs de 125 m de large (sur 700 m)
Durée du vol I:	6 min
Altitude au-dessus du sol I:	env. 90 m
Couloirs survolés II:	largeur 50 m, 10 couloirs (sur 700 m)
Durée du vol II:	5 min
Altitude au-dessus du sol II:	env. 50 à 60 m

Vol préparatif en vue de l'exercice d'intervention au Tessin

En guise de préparation, un survol radiométrique, faisant intervenir les paramètres standard (90 km/h, 125 m, 90 m; voir fig. 35), a été effectué au-dessus du périmètre d'intervention. Le périmètre a été survolé une nouvelle fois à une vitesse d'env. 150 km/h pour une hauteur de 50 à 60 m et une largeur des couloirs d'env. 50 m (voir fig. 36) afin de déterminer s'il était possible de détecter plus rapidement et plus précisément la position des sources.

Il est ressorti des deux survols qu'une vitesse accélérée réduisait légèrement la durée de la mesure (de 6 à 5 min), mais n'améliorait pas la précision de la localisation. Par ailleurs, la vitesse accrue rend quasiment impossible une analyse des données durant le vol car elle incommodait fortement l'équipe de mesures.

Les paramètres standard (altitude au-dessus du sol de 90 m, vitesse de 90 km/h, largeur des couloirs de 125 m) ont fait leurs preuves une nouvelle fois. La taille matricielle doit être réglée à 25 m. Il convient d'utiliser le curseur pour l'échelle des couleurs. L'évaluation des données étant difficile durant le vol, il conviendrait de la faire durant une courte escale.

Compte tenu de ces enseignements, les critères suivants ont été retenus pour l'exercice proprement dit:

- Survol du périmètre d'intervention en utilisant les paramètres standard
- Pixels des points mesurés réduits à 25 m
- Adjonction de couloirs de mesure intermédiaires dans les zones "suspectes"

Carte du débit de dose ambiant

Préparation de l'exercice

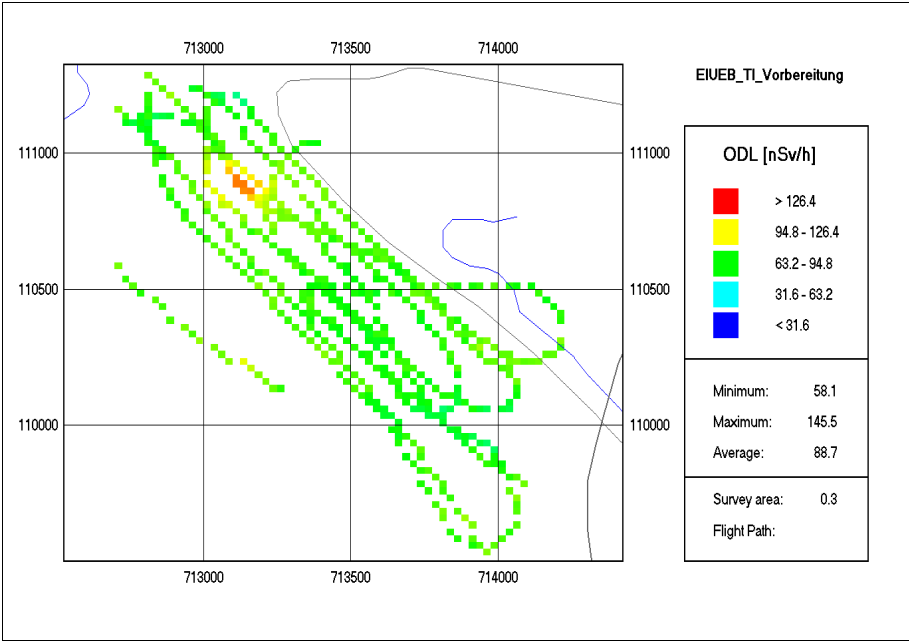


Fig. 35: carte du débit de dose ambiant: préparation de l'exercice d'intervention TI survol sous paramètres standard

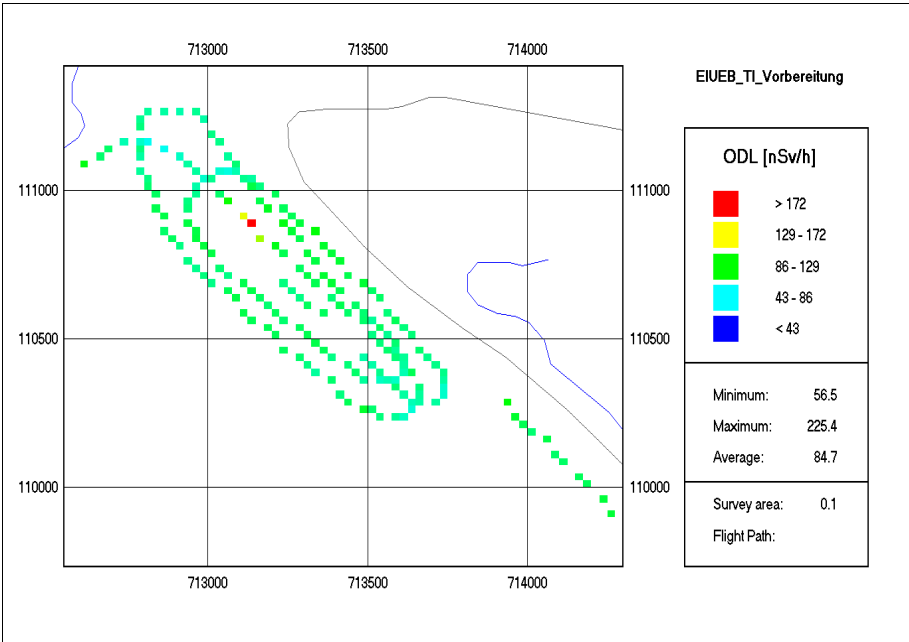


Fig. 36: carte du débit de dose ambiant: préparation de l'exercice d'intervention TI survol sous paramètres adaptés

Scénario de l'exercice d'intervention

A la suite d'une collision entre une voiture et un camion, ce dernier a perdu une partie de son chargement qui contenait notamment des substances radioactives.

La carte du débit de dose ambiant indique des valeurs augmentées à l'endroit de l'accident de circulation. Deux points sortent du lot.

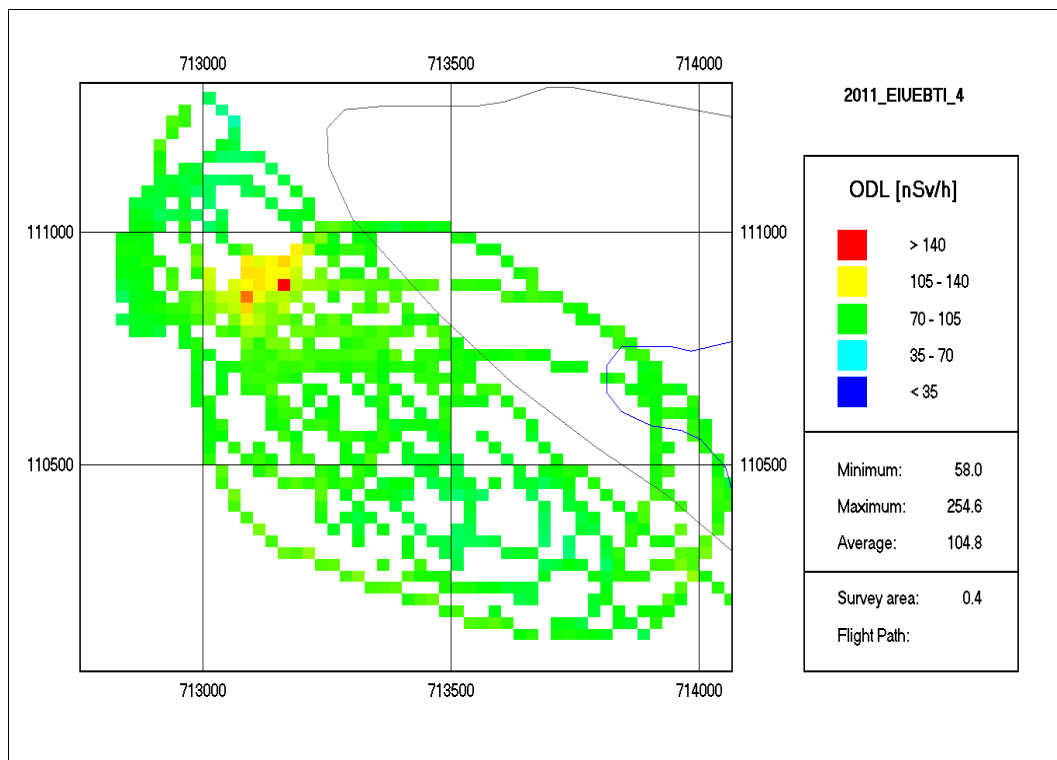


Fig. 37: carte du débit de dose ambiant: exercice d'intervention TI

Une analyse sommaire durant le vol a permis d'identifier trois emplacements susceptibles de receler les sources radioactives. Ainsi, les trois coordonnées suivantes ont pu être transmises par radio au chef d'intervention:

- 713 094 / 110 857
- 713 015 / 110 884
- 713 136 / 110 937

Cela a permis de réduire considérablement le périmètre devant être ratissé par les forces d'interventions pour retrouver les sources radioactives.

Concentrations d'activité spécifique aux différents nucléides

On distingue un seul point "chaud" sur la carte des taux de comptage du Cs 137 (fig. 38). En revanche, celle qui illustre les taux de comptage du Co 60 (fig. 39) met en évidence quatre points "chauds" susceptibles de correspondre chacun à une source radioactive.

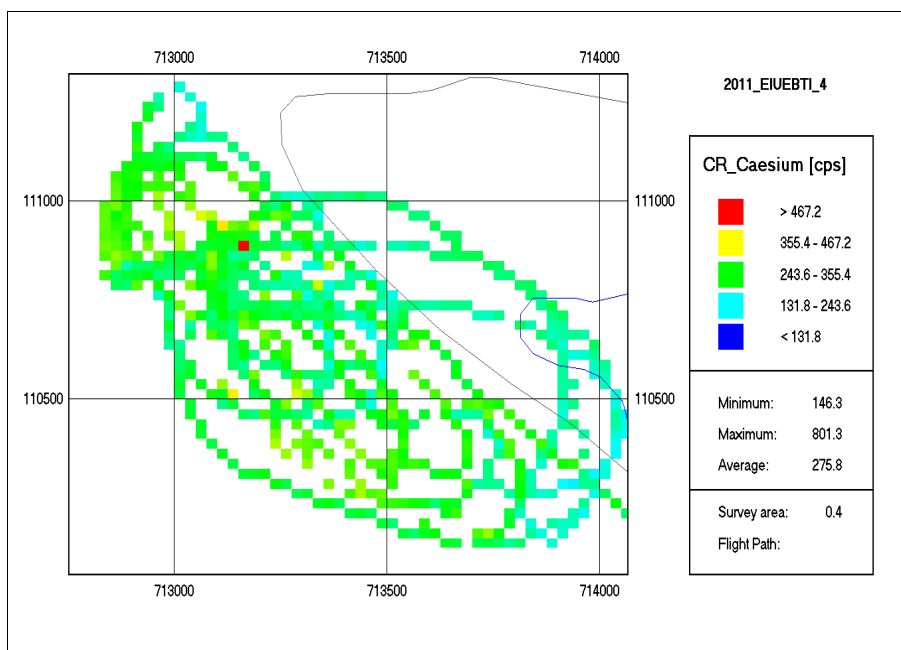


Fig. 38: carte des taux de comptage du Cs 137 à l'exercice d'intervention du TI

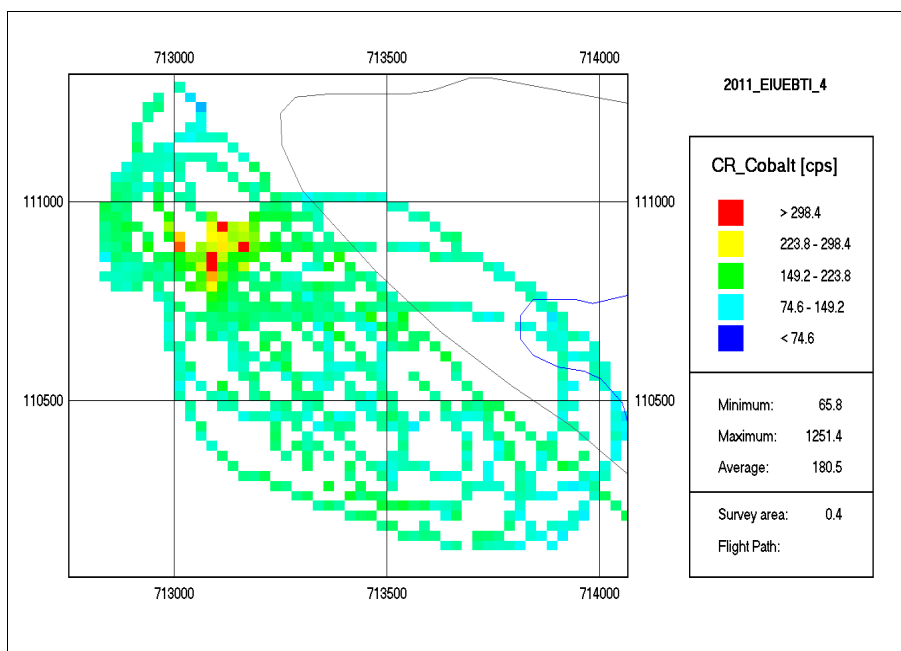


Fig. 39: carte des taux de comptage du Co 60 à l'exercice d'intervention du TI

3.5. Enseignements tirés de l'exercice d'aéroradiométrie 11

Les objectifs fixés pour la semaine d'exercice d'aéroradiométrie 2011 ont été pleinement atteints. En raison des conditions météorologiques et d'ennuis techniques, il a fallu revoir le programme de vols à plusieurs reprises. Tous les survols radiométriques agendés ont néanmoins pu être réalisés. Les spécialistes de mesure de la radioactivité, les techniciens et les pilotes de l'équipe d'aéroradiométrie justifient tous d'un excellent niveau de formation et d'entraînement.

La documentation d'intervention a été vérifiée et actualisée. La présentation des résultats s'est toujours faite dans les deux heures qui ont suivi la fin des survols radiométriques. Une nouvelle procédure d'établissement du rapport succinct a fait ses preuves.

L'initiation et la formation d'un nouveau membre de l'équipe de mesure ont été menées à bien.

L'exercice avec les forces d'intervention tessinoises a apporté la démonstration du bon fonctionnement de la coopération entre l'équipe de mesure dans les airs et des forces d'intervention au sol.

Il est apparu que la recherche aérienne de sources radioactives à une vitesse plus élevée et une altitude réduite au-dessus du sol apportait certes un petit gain de temps, mais incommodait fortement l'équipe de mesure. Ces constatations feront encore l'objet d'analyses plus détaillées avant d'être répercutées dans un concept définitif de mesure pour la recherche de sources radioactives.

4. Aéroradiométrie en général

4.1. Comment fonctionne l'aéroradiométrie?

La [factsheet](#) aéroradiométrie donne une description détaillée de la méthode de mesure et de l'équipement utilisé.

4.2. Evaluation des données aéroradiométriques

La méthode d'évaluation des données aéroradiométriques est décrite dans SCHWARZ, G.F., 1991: Methodische Entwicklungen zur Aerogammaspektrometrie (Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geophysik Nr. 23, Commission suisse de géophysique).

Dans la pratique, on utilise souvent une procédure simple pour évaluer les mesures aéroradiométriques directement sur le terrain. Deux méthodes ont fait leurs preuves:

- **Rapport MMGC:** cette méthode est fondée sur la détermination du rapport entre les deux extrémités du spectre énergétique. Les isotopes radioactifs artificiels produisant en général des rayonnements gamma faiblement énergétiques, ce rapport correspond à peu près au rapport entre le rayonnement artificiel et le rayonnement naturel.
- **Estimation du débit de dose ambiant:** le débit de dose à 1 m au-dessus du sol est estimé à l'aide du spectre entier. Pour ce faire, l'intégrale des impulsions sur tout le spectre est corrigée avec le bruit de fond, le rayonnement cosmique et les variations de hauteur de vol. Cette valeur corrigée est ensuite convertie à l'aide d'un facteur d'étalonnage en débit de dose. Le débit de dose ambiant est ensuite obtenu en additionnant au débit de dose la partie provenant du rayonnement cosmique. Cette dernière est déterminée mathématiquement en fonction de l'altitude du point mesuré.

Lors de l'interprétation des cartes aéroradiométriques, il convient de tenir compte du fait que les mesures effectuées en vol représentent une valeur moyenne sur une surface de 300 m x 300 m. A titre de comparaison, les mesures au sol ne couvrent qu'une surface de 100 m².

Résultats des mesures effectuées aux alentours des centrales nucléaires

Les installations nucléaires suisses peuvent être détectées grâce à leur rayonnement direct, à l'exception des CN de Beznau et Gösgen (réacteurs à eau pressurisée). Le champ de rayonnement se limite à l'aire des installations nucléaires. On ne détecte pas de radioactivité artificielle plus élevée aux alentours.

A l'Institut Paul Scherrer, on mesure le rayonnement dû à l'accélérateur (PSI-Ouest) et celui dégagé par les déchets radioactifs (dépôt intermédiaire fédéral (BZL), PSI-Est).

Dans les réacteurs à eau bouillante (CNM et CNL), le produit d'activation N 16 parvient à la salle des machines avec la vapeur. Le toit de cette salle étant relativement peu blindé, le rayonnement gamma à haute énergie du N 16 peut être très bien détecté de l'extérieur. Les CN équipées de réacteurs à eau pressurisée (CNG et CNB) diffusent un très faible rayonnement gamma et ne sont généralement pas détectables.

En dehors du périmètre clôturé des centrales nucléaires, on ne constate aucune augmentation de la radioactivité artificielle qui ne puisse s'expliquer par Tchernobyl ou les essais nucléaires militaires des années 1960. Le niveau d'activité dans les alentours des CN est resté constant ces quinze dernières années.