

Note d'information n°5

Incendies en Ukraine dans la zone d'exclusion autour de la centrale de Tchernobyl : Derniers résultats des mesures et bilan des conséquences environnementales et sanitaires

Depuis la parution des notes d'information des 7, 15, 17 et 24 avril 2020, les foyers d'incendies seraient désormais éteints.

La présente note fait état des dernières informations disponibles, notamment des résultats de mesure de la radioactivité effectués par l'IRSN et ses partenaires scientifiques ukrainiens et européens. La modélisation des trajectoires des masses d'air contaminées par les incendies a été mise à jour en tenant compte de ces données.

L'ensemble des mesures, les résultats obtenus grâce à la modélisation de l'IRSN ainsi que ses estimations dosimétriques confirment que ces incendies n'ont pas occasionné de conséquences environnementales et sanitaires en France.

1/ Etat actuel de la situation

Après une décroissance importante du nombre de foyers d'incendies constatés depuis une dizaine de jours (voir note d'information du 24 avril 2020¹), les pluies qui sont tombées sur la zone depuis le samedi 2 mai 2020 ont, d'après les images satellites, permis l'extinction de l'ensemble des feux.

Ainsi, l'image satellite du 4 mai 2020 ne montre plus aucun feu dans la zone d'exclusion ou à proximité de la frontière Biélorusse (cf. Figure 1).

Selon les autorités ukrainiennes², les moyens déployés pour combattre les sinistres restent mobilisés afin de garder sous contrôle d'éventuels feux couvant (tourbières...).

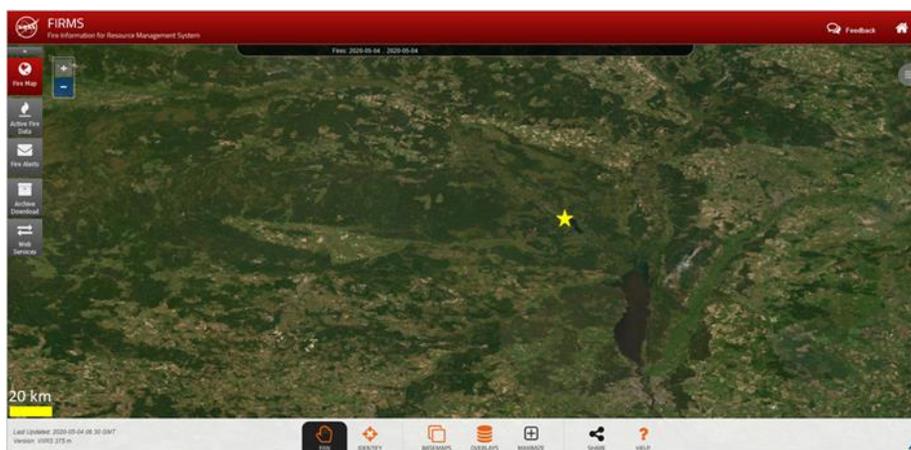


Figure 1 : Carte des foyers d'incendie (absents) sur l'image satellite du 4 mai 2020 à 6h30 (TU)
(source : NASA / FIRMS).

(La centrale de Tchernobyl est repérée par l'étoile. La détection des feux peut être occultée par le couvert nuageux)

¹ https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20200424_NI-Tchernobyl-ukraine-Incendies-zone-exclusion-resultats-mesures-france.aspx

² <http://dazv.gov.ua/novini-ta-media/vsi-novyny.html>

Pour tirer le bilan de cet évènement, l'IRSN a considéré le cumul des différents foyers d'incendies visibles par l'imagerie satellite depuis début du mois d'avril 2020. Si comme indiqué ci-dessus la situation s'est améliorée depuis une dizaine de jours (cf. Figure 2), les trois premières semaines du mois d'avril ont vu le développement de foyers particulièrement importants en superficie et en nombre (cf. Figure 3). Ces différentes périodes ont été prises en compte dans la modélisation des relâchements de radioactivité.

L'UHMI³ (Ukrainian Hydrometeorological Institute) indique que la superficie des incendies sur le territoire de la zone d'exclusion de la centrale de Tchernobyl et des zones adjacentes, pendant la période du 2 avril au 20 avril, aurait atteint environ 800 km². La zone brûlée dans la zone proche de la centrale de Tchernobyl a été estimée à environ 65 km².

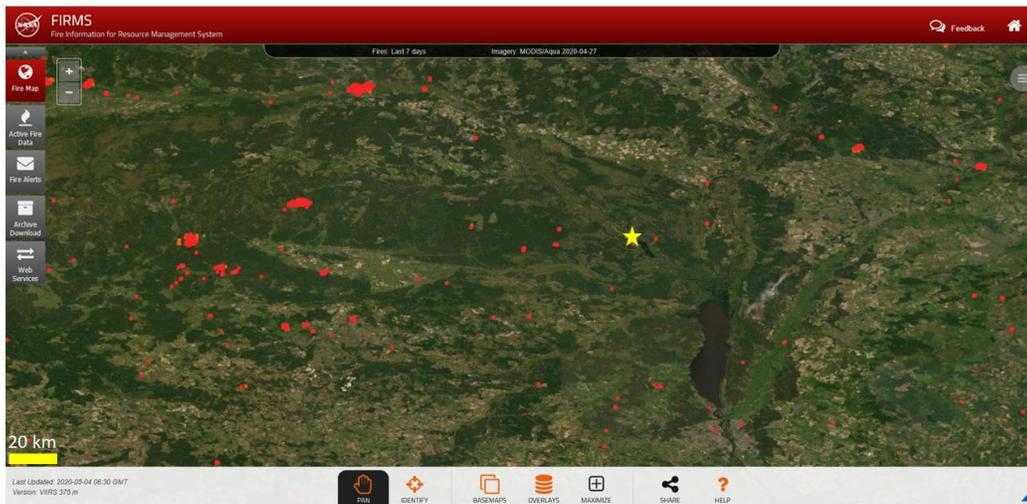


Figure 2 : Carte du cumul des foyers d'incendies entre le 27 avril et le 4 mai 2020 (source : NASA / FIRMS) (la centrale de Tchernobyl est repérée par l'étoile)

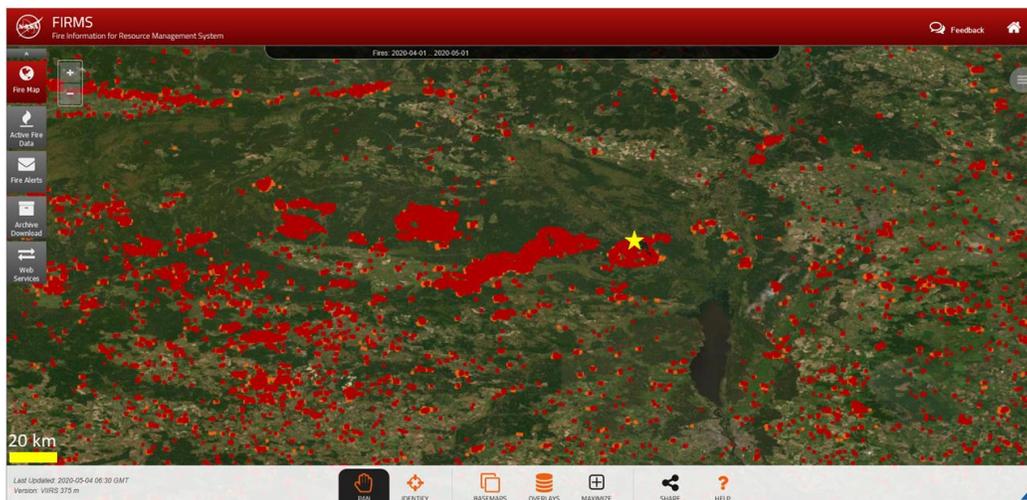


Figure 3 : Carte du cumul des foyers d'incendies entre le 1^{er} avril et le 1^{er} mai 2020 (source : NASA / FIRMS) (la centrale de Tchernobyl est repérée par l'étoile)

³ <https://uhmi.org.ua/msg/fire2020/analytical.pdf>

2/ Mesures IRSN en France

L'IRSN publie ci-après l'ensemble des résultats, disponibles à ce jour, des mesures de l'activité volumique du césium 137 dans l'air prélevé par les stations de son réseau OPERA⁴.

Tableau 1 : Mesures IRSN de l'activité volumique du césium 137 dans l'air

Localité de prélèvement (département)	Période de prélèvement		Activité volumique en ¹³⁷ Cs dans l'air (en µBq/m ³)
	du	au	
* Bouc Bel Air (13)	28/03/2020	04/04/2020	0,294 ± 0,048
* Bouc Bel Air (13)	04/04/2020	10/04/2020	1,16 ± 0,22
* Bouc Bel Air (13)	10/04/2020	17/04/2020	1,16 ± 0,13
* Bouc Bel Air (13)	17/04/2020	24/04/2020	0,288 ± 0,054
* Dijon (21)	30/03/2020	06/04/2020	0,184 ± 0,046
* Dijon (21)	06/04/2020	10/04/2020	0,59 ± 0,12
* Dijon (21)	15/04/2020	22/04/2020	0,344 ± 0,064
* Mérignac (33)	07/04/2020	14/04/2020	0,622 ± 0,11
* Orsay (91)	01/04/2020	08/04/2020	0,139 ± 0,031
* Orsay (91)	08/04/2020	15/04/2020	0,267 ± 0,064
* Orsay (91)	15/04/2020	22/04/2020	0,290 ± 0,066
* Revin (08)	01/04/2020	16/04/2020	0,183 ± 0,038
* Revin (08)	16/04/2020	28/04/2020	0,404 ± 0,070
* Romagnat (63)	03/04/2020	09/04/2020	0,269 ± 0,079
* Romagnat (63)	09/04/2020	16/04/2020	0,72 ± 0,11
** Bugey (01)	30/03/2020	06/04/2020	< 2,70
** Cadarache (13)	30/03/2020	06/04/2020	0,48 ± 0,18
** Cadarache (13)	06/04/2020	14/04/2020	1,31 ± 0,24
** Fessenheim (68)	30/03/2020	06/04/2020	< 0,70
** Fessenheim (68)	06/04/2020	13/04/2020	0,51 ± 0,20
** Fessenheim (68)	13/04/2020	20/04/2020	< 0,44
** Grenoble (38)	30/03/2020	06/04/2020	< 0,44
** Grenoble (38)	06/04/2020	14/04/2020	0,92 ± 0,25
** Grenoble (38)	14/04/2020	20/04/2020	< 0,60
** Nancy (54)	31/03/2020	07/04/2020	< 2,50
** Nancy (54)	07/04/2020	14/04/2020	< 2,60
** Nancy (54)	14/04/2020	21/04/2020	< 3,00
** Saint-Alban (38)	06/04/2020	13/04/2020	0,74 ± 0,22

Les résultats indiqués après le signe < correspondent à des valeurs inférieures au seuil de décision.

Les activités sont rendues à la date de milieu de prélèvement (par convention).

Les localités dont les noms sont précédés d'une * sont équipées d'une station à très grand débit de prélèvement (400 à 700 m³/h) pour la recherche de traces.

Les localités dont les noms sont précédés de ** sont équipées d'une station à débit de prélèvement plus faible (80 m³/h).

Les mesures indiquées en caractères gras sont celles que l'IRSN considère être supérieures au bruit de fond⁵ habituellement constaté pour chacune de ces stations et à cette saison.

⁴ Le schéma de fonctionnement de son réseau OPERA (du prélèvement à la mesure des filtres aérosols) est présenté en annexe à la note d'information IRSN du 24 avril 2020.

Compte tenu de la bonne corrélation entre les dates des prélèvements et la prédiction par modélisation de l'arrivée des masses d'air sur le territoire français, l'IRSN attribue cette légère augmentation à un marquage radioactif des masses d'air en provenance des zones d'incendies en Ukraine.

L'activité volumique en césium 137 la plus élevée a été mesurée à la station de Cadarache ($1,31 \pm 0,24 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$) pour un prélèvement réalisé à un débit de $80 \text{ m}^3/\text{h}$ du 6 au 14 avril 2020. Cette mesure et celles de la station de Bouc Bel Air (13) confirment les résultats des modélisations qui indiquaient que les masses entreraient en France par le sud-est.

L'IRSN publie en annexe les mesures réalisées par ses partenaires européens⁶ et ukrainiens. Ces mesures suivent un gradient décroissant d'est en ouest sur la première quinzaine du mois d'avril 2020 traduisant une dilution des activités volumiques en césium 137 au fur et à mesure du transport des masses d'air.

Un grand nombre de mesures ont été réalisées en Ukraine ce qui permet de consolider l'estimation du marquage radiologique des masses d'air. Les mesures confirment qu'en ordre de grandeur la contamination des masses d'air a été de l'ordre d'une fraction de mBq/m^3 dans la région de Kiev et d'une fraction de Bq/m^3 dans la zone d'exclusion autour de la centrale de Tchernobyl.

3/ Modélisation

A partir des données météorologiques fournies par Météo France, l'IRSN a complété sa simulation du transport des masses d'air qui couvre désormais la période du 2 au 30 avril 2020 (minuit).

Selon cette modélisation, **la quantité totale de césium 137 ré-émis dans l'atmosphère durant cette période est estimée à environ 700 GBq entre le 2 avril et le 30 avril.** L'essentiel de ce rejet (établi à partir des résultats de mesures), soit 625 GBq, est survenu durant la période la plus intense des incendies (du 2 au 24 avril 2020). Pour les jours suivants et au vu de l'évolution de la situation, l'IRSN a estimé que les rejets ont été de 20 GBq par jour du 25 au 27 avril puis de 5 GBq par jour du 28 au 30 avril traduisant l'importante réduction du nombre de foyers après les pluies du 26 avril 2020.

La vidéo⁷ de la simulation de la dispersion des masses d'air entre le 2 avril et le 30 avril est disponible sur le site internet de l'IRSN.

La simulation montre l'arrivée d'une première masse d'air marquée en France à partir du 7 avril par le sud-est, à des niveaux de concentrations très faibles, qui ont perduré jusqu'au 14 avril 2020, en cohérence avec les mesures relevées à Cadarache et Bouc Bel Air.

La mise à jour de la modélisation montre également qu'une seconde masse d'air marquée a pu pénétrer en France à partir du 23 avril 2020 par le sud-est à des niveaux comparables voire plus faibles que ceux de la première masse d'air et, sans doute, proches des limites de détection des stations les plus performantes. Ces masses d'air seraient restées sur une partie du territoire français jusqu'au 28 avril 2020 avant d'être évacuées sous l'effet de vents d'ouest.

⁵ dûs à la rémanence des retombées de l'accident de Tchernobyl en 1986 et des essais atmosphériques d'armes nucléaires.

⁶ Membres du réseau Ring of five

⁷ https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20200505_NI-Tchernobyl-ukraine-Incendies-zone-exclusion-synthese-des-consequences.aspx

4/ Impact dosimétrique

Le passage sur la France d'une masse d'air marquée à un niveau d'activité de l'ordre de 2 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ en césium 137 en moyenne⁸ durant une semaine, a occasionné une exposition infime de la population Française. Cette exposition est principalement liée au dépôt à la surface du sol, du césium 137 présent dans l'air. Le dépôt au sol qui s'est constitué sur une semaine est estimé à 0,006 Bq/m^2 . Pour mémoire, entre le 1^{er} et le 3 mai 1986, l'activité moyenne de l'air dans l'Est de la France a été de l'ordre de 1 Bq/m^3 ; en raison des pluies survenues durant cette période, cette contamination de l'air avait engendré des dépôts allant de 2000 Bq/m^2 (en l'absence de pluie), à plus de 40 000 Bq/m^2 sur les zones les plus touchées.

Pour une personne qui resterait à l'extérieur de manière permanente tout au long de l'année 2020, ce dépôt de 0,006 Bq/m^2 de césium 137 lié aux incendies d'avril 2020, se traduirait par une dose efficace externe de 0,08 nSv⁹. Cette dose est de l'ordre de 100 000 à 1 million de fois plus faible que celles qui résultent de l'exposition au césium 137 déjà présent dans les sols français suite aux essais nucléaires et l'accident de Tchernobyl. Celles-ci sont comprises entre 5 000 nSv/an à près de 50 000 nSv/an.

En outre, les doses liées à l'inhalation et à l'exposition externe pendant le passage de la masse d'air (une semaine), ont été négligeables au regard de celles liées au dépôt car inférieures à 0,002 nSv.

Une partie du dépôt de césium 137 survenu en avril dernier a été interceptée par les feuilles des végétaux et notamment par les herbages et les denrées agricoles en cours de culture. La contamination maximale qui a pu en résulter n'a probablement pas dépassé 3 mBq/kg frais dans les légumes-feuilles (salades, épinards...) et la viande et 0,6 mBq/L dans le lait. Cette contamination ajoutée est beaucoup plus faible que celles habituellement mesurées dans les denrées produites en France qui est de l'ordre de 10 à 50 mBq/kg de césium 137 dans les légumes, de 10 à 200 mBq/L dans le lait et de 20 à 700 mBq/kg dans la viande de bœuf. **En supposant une consommation continue jusqu'à la fin de l'année, la dose efficace engagée en 2020 serait de 0,5 nSv.** A titre de comparaison, la dose efficace moyenne actuelle en France liée à l'incorporation de césium 137 est estimée à près de 200 nSv/an. En 1986, elle avait été estimée à 140 000 nSv soit 0,14 milliSievert (mSv) de mai à décembre 1986 (même période).

Les premières analyses de strontium 90 dans l'air réalisées en Ukraine montrent que les activités de ce radionucléide seraient environ 4 fois plus faibles que celles de césium 137. On peut supposer que la contamination en strontium 90 des masses d'air arrivées en France ont été également 4 fois plus faibles que celles de césium 137, soit une activité de strontium 90 de l'ordre de 0,5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ en moyenne durant la semaine concernée¹⁰. Bien que plus radiotoxique que le césium 137, **la dose totale due aux retombées de strontium 90 en France à la suite des incendies survenus en Ukraine serait de l'ordre de**

⁸ Chaque résultat de mesure représente une valeur moyenne sur la période de prélèvement (généralement de 7 jours) qui ne correspond pas forcément à la période pendant laquelle la masse d'air marquée par le ¹³⁷Cs provenant des incendies en Ukraine était présente à la station de prélèvement. Cela peut donc conduire à une valeur inférieure à celle qui aurait été mesurée si le prélèvement avait démarré exactement au moment de l'arrivée de la masse d'air.

Afin d'en tenir compte, l'IRSN en se basant sur ses mesures hebdomadaires des niveaux en ¹³⁷Cs dans l'air à la station OPERA la plus proche de Bouc Bel Air (celle située à La Seyne sur Mer dans le Var) a estimé la valeur moyenne habituelle mesurée à la même période (de mars à mai) au cours des 5 dernières années sur la région. Ce niveau moyen correspond à un bruit de fond permanent en ¹³⁷Cs à cette saison. Il est de 0,15 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

En retranchant ce bruit de fond et en tenant compte le plus précisément possible des dates de présence de la masse d'air marquée en ¹³⁷Cs issu des incendies en Ukraine (données issues de la modélisation faite par l'IRSN), l'IRSN a estimé que le niveau moyen en ¹³⁷Cs ajouté momentanément par les incendies en Ukraine pendant la présence de la masse d'air a été au plus de 2 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Cette estimation est confirmée en ordre de grandeur par la mesure faite à la station de Cadarache.

⁹ 1 nanoSievert (nSv) = 10^{-9} Sievert

¹⁰ Les filtres des stations OPERA de l'IRSN présentant les activités en césium 137 les plus importantes feront l'objet d'une analyse en strontium 90.

10 fois inférieure à celle due aux retombées de césium 137. Cette faible contribution s'explique principalement par le fait que l'exposition externe au dépôt est beaucoup plus faible pour le strontium 90¹¹ et que le transfert du strontium 90 vers la viande est environ 100 fois plus faible que celui du césium 137.

S'agissant des estimations de doses qui ont pu être reçues par la population dans la région de Kiev et à proximité de la zone d'exclusion, les mesures transmises par les partenaires ukrainiens¹² de l'Institut confirment en ordre de grandeur les évaluations dosimétriques présentées dans la note d'information du 15 avril 2020 soit au maximum quelques dizaines de μSv pour la consommation de denrées contaminées par les dépôts de cendres radioactives à proximité de la zone d'exclusion.

Concernant l'impact possible du plutonium en Ukraine, l'IRSN ne dispose pas pour le moment de mesures de son activité dans l'air. Par ailleurs, en France, il est fort probable que les niveaux des isotopes de ce radioélément soient trop faibles pour être mesurés, même avec les techniques les plus performantes. De manière qualitative, il peut être souligné que, contrairement au césium 137 et au strontium 90, le transfert du plutonium aux végétaux est extrêmement faible ; cet élément est donc très peu présent dans la matière organique forestière et reste fixé dans la fraction minérale des sols contaminés en 1986. Sa remise en suspension lors des incendies a de ce fait dû être très faible. **Par ailleurs, le plutonium est très peu transféré dans la chaîne alimentaire. Malgré sa forte radiotoxicité, il est donc probable que sa contribution à l'exposition de la population par inhalation ou ingestion ait été négligeable. Il n'occasionne de plus aucune exposition externe.**

5/ Risque pour les installations

Il n'y a pas d'éléments nouveaux, par rapport à ceux figurant dans les notes du 15 et du 17 avril 2020, concernant la sûreté des installations sur le site de la centrale de Tchernobyl et dans la zone d'exclusion. Concernant les dépôts de déchets dans cette zone, les mesures transmises par nos partenaires scientifiques ukrainiens n'ont pas mis en évidence de relâchement d'activité en provenance des ceux-ci qui ait pu être provoqué par les incendies.

L'IRSN poursuivra les mesures des filtres aérosols de ses stations OPERA notamment pour vérifier les niveaux d'activité dus au passage du deuxième panache. Ces résultats de mesure seront publiés sur le site du Réseau national de mesure de la radioactivité dans l'environnement¹³.

--O--

¹¹ Le strontium 90 est un émetteur beta pur n'émettant pas de rayonnement gamma

¹² Agence gouvernementale ukrainienne pour la gestion des zones d'exclusion (DAZV), Ukrainian Hydrometeorological Institute - Kiev (UHMI), Central Geophysical Observatory - Kiev (CGO), SSE « Ecocentre » - Kiev.

¹³ <https://www.mesure-radioactivite.fr>

Annexe

Mesures réalisées par nos partenaires scientifiques ukrainiens et européens

Localité	Pays	Début prélèvement	Fin prélèvement	Radionucléide	Activité volumique dans l'air ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)
Brno	République Tchèque	06/04/2020	14/04/2020	Cs-137	2,51
České Budějovice	République Tchèque	30/03/2020	07/04/2020	Cs-137	1,42
České Budějovice	République Tchèque	07/04/2020	14/04/2020	Cs-137	1,84
Holešov	République Tchèque	06/04/2020	13/04/2020	Cs-137	3,75
Hradec Králové	République Tchèque	06/04/2020	14/04/2020	Cs-137	3,22
Cheb	République Tchèque	31/03/2020	07/04/2020	Cs-137	1,53
Kamenná	République Tchèque	06/04/2020	14/04/2020	Cs-137	1,83
Ostrava	République Tchèque	06/04/2020	13/04/2020	Cs-137	2,85
Praha	République Tchèque	07/04/2020	14/04/2020	Cs-137	1,61
Ústí nad Labem	République Tchèque	01/04/2020	07/04/2020	Cs-137	1,81
Thessaloniki	Grèce	11/04/2020	13/04/2020	Cs-137	20
Thessaloniki	Grèce	14/04/2020	16/04/2020	Cs-137	8
Thessaloniki	Grèce	20/04/2020	22/04/2020	Cs-137	6
Thessaloniki	Grèce	23/04/2020	24/04/2020	Cs-137	8
Svanhovd	Norvège	14/04/2020	20/04/2020	Cs-137	0,4
Viksjofjell	Norvège	12/04/2020	19/04/2020	Cs-137	0,5
Ahronomiya	Ukraine	08/04/2020	15/04/2020	Cs-137	75
Arbuzinka	Ukraine	31/03/2020	07/04/2020	Cs-137	8,22
Arbuzinka	Ukraine	07/04/2020	14/04/2020	Cs-137	53
Arbuzinka	Ukraine	14/04/2020	21/04/2020	Cs-137	18,4
Baryshivka	Ukraine	11/04/2020	14/04/2020	Cs-137	45
Baryshivka	Ukraine	14/04/2020	17/04/2020	Cs-137	190
Baryshivka	Ukraine	17/04/2020	20/04/2020	Cs-137	170
Buhs'ke	Ukraine	01/04/2020	08/04/2020	Cs-137	10,3
Buhs'ke	Ukraine	08/04/2020	15/04/2020	Cs-137	49
Buryakivka	Ukraine	30/03/2020	04/04/2020	Cs-137	210
Buryakivka	Ukraine	30/03/2020	04/04/2020	Sr-90	63
Buryakivka	Ukraine	04/04/2020	09/04/2020	Cs-137	77
Buryakivka	Ukraine	09/04/2020	15/04/2020	Cs-137	500
Buryakivka	Ukraine	09/04/2020	15/04/2020	Sr-90	140
Buryakivka	Ukraine	15/04/2020	21/04/2020	Cs-137	940
Buryakivka	Ukraine	18/04/2020	18/04/2020	Cs-137	190
Buryakivka	Ukraine	21/04/2020	21/04/2020	Cs-137	3300
Chornobyl	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Cs-137	14
Chornobyl	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Sr-90	8,6
Chornobyl	Ukraine	03/04/2020	08/04/2020	Cs-137	36
Chornobyl	Ukraine	08/04/2020	13/04/2020	Cs-137	370

Chornobyl	Ukraine	13/04/2020	20/04/2020	Cs-137	400
Chornobyl	Ukraine	10/04/2020	10/04/2020	Cs-137	2600
Chornobyl	Ukraine	12/04/2020	12/04/2020	Cs-137	290
Chornobyl	Ukraine	04/04/2020	07/04/2020	Cs-137	33
Chornobyl	Ukraine	07/04/2020	10/04/2020	Cs-137	380
Chornobyl	Ukraine	10/04/2020	13/04/2020	Cs-137	290
Chornobyl	Ukraine	13/04/2020	16/04/2020	Cs-137	66
Chornobyl	Ukraine	17/04/2020	17/04/2020	Cs-137	2400
ChNPP area	Ukraine	13/04/2020	13/04/2020	Cs-137	180000
ASKRS Chernobyl	Ukraine	13/04/2020	13/04/2020	Cs-137	370
Denisovetske forestry	Ukraine	07/04/2020	07/04/2020	Cs-137	9400
Dytyatky	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Cs-137	7,3
Dytyatky	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Sr-90	1,6
Dytyatky	Ukraine	03/04/2020	08/04/2020	Cs-137	54
Dytyatky	Ukraine	08/04/2020	13/04/2020	Cs-137	89
Dytyatky	Ukraine	08/04/2020	13/04/2020	Sr-90	63
Dytyatky	Ukraine	13/04/2020	20/04/2020	Cs-137	200
ASKRS Dytyatky	Ukraine	13/04/2020	13/04/2020	Cs-137	89
Energodar	Ukraine	06/04/2020	13/04/2020	Cs-137	8,5
Energodar	Ukraine	13/04/2020	21/04/2020	Cs-137	33
Energodar	Ukraine	14/04/2020	21/04/2020	Cs-137	21
Energodar	Ukraine	15/04/2020	22/04/2020	Cs-137	29
Korogodske forestry, sq.11	Ukraine	12/04/2020	12/04/2020	Cs-137	43000
Korogodske forestry sq. 41	Ukraine	12/04/2020	12/04/2020	Cs-137	1600
Kyiv	Ukraine	27/03/2020	06/04/2020	Cs-137	25,2
Kyiv	Ukraine	08/04/2020	09/04/2020	Cs-137	290
Kyiv	Ukraine	10/04/2020	11/04/2020	Cs-137	567
Kyiv	Ukraine	11/04/2020	12/04/2020	Cs-137	185
Kyiv	Ukraine	12/04/2020	13/04/2020	Cs-137	57
Kyiv	Ukraine	16/04/2020	17/04/2020	Cs-137	236
Kyiv	Ukraine	06/04/2020	08/04/2020	Cs-137	48,4
Kyiv	Ukraine	08/04/2020	09/04/2020	Cs-137	126
Kyiv	Ukraine	09/04/2020	11/04/2020	Cs-137	477
Kyiv	Ukraine	11/04/2020	13/04/2020	Cs-137	94,3
Kyiv	Ukraine	13/04/2020	14/04/2020	Cs-137	39,2
Kyiv	Ukraine	14/04/2020	16/04/2020	Cs-137	32,5
Kyiv	Ukraine	15/04/2020	16/04/2020	Cs-137	76
Kyiv	Ukraine	16/04/2020	17/04/2020	Cs-137	114
Kyiv	Ukraine	17/04/2020	18/04/2020	Cs-137	124
Kyiv	Ukraine	18/04/2020	19/04/2020	Cs-137	78
Kyiv	Ukraine	17/04/2020	21/04/2020	Cs-137	135
Kyiv	Ukraine	21/04/2020	24/04/2020	Cs-137	40,4
Kyiv	Ukraine	24/04/2020	27/04/2020	Cs-137	18,8
Maryanivka	Ukraine	05/04/2020	05/04/2020	Cs-137	310

Naftobaza	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Cs-137	190
Naftobaza	Ukraine	03/04/2020	08/04/2020	Cs-137	410
Naftobaza	Ukraine	08/04/2020	13/04/2020	Cs-137	8300
Naftobaza	Ukraine	13/04/2020	21/04/2020	Cs-137	3800
Netishyn	Ukraine	05/04/2020	06/04/2020	Cs-137	14,5
Netishyn	Ukraine	06/04/2020	07/04/2020	Cs-137	42,5
Netishyn	Ukraine	06/04/2020	07/04/2020	Sr-90	8,66
Netishyn	Ukraine	11/04/2020	12/04/2020	Cs-137	13,5
Netishyn	Ukraine	12/04/2020	13/04/2020	Cs-137	14,7
Odessa	Ukraine	09/04/2020	12/04/2020	Cs-137	48
Odessa	Ukraine	12/04/2020	15/04/2020	Cs-137	77
Ovruch Control Checkpoint	Ukraine	07/04/2020	07/04/2020	Cs-137	960
Ryabokoneve	Ukraine	31/03/2020	07/04/2020	Cs-137	5,11
Ryabokoneve	Ukraine	07/04/2020	14/04/2020	Cs-137	53
Ryabokoneve	Ukraine	14/04/2020	21/04/2020	Cs-137	17
Ragivka	Ukraine	04/04/2020	04/04/2020	Cs-137	910
Richtza	Ukraine	21/04/2020	21/04/2020	Cs-137	1200
Snovsk	Ukraine	09/04/2020	12/04/2020	Cs-137	52
Snovsk	Ukraine	12/04/2020	15/04/2020	Cs-137	41
Stara Krasnitza	Ukraine	21/04/2020	21/04/2020	Cs-137	8200
Varash	Ukraine	30/03/2020	05/04/2020	Cs-137	4,45
Varash	Ukraine	05/04/2020	06/04/2020	Cs-137	13,5
Varash	Ukraine	06/04/2020	07/04/2020	Cs-137	61,1
Varash	Ukraine	06/04/2020	07/04/2020	Sr-90	11,1
Varash	Ukraine	07/04/2020	08/04/2020	Cs-137	15,8
Varash	Ukraine	08/04/2020	09/04/2020	Cs-137	12,7
Varash	Ukraine	09/04/2020	10/04/2020	Cs-137	4,73
Varash	Ukraine	10/04/2020	11/04/2020	Cs-137	8,86
Varash	Ukraine	11/04/2020	12/04/2020	Cs-137	14,5
Varash	Ukraine	12/04/2020	13/04/2020	Cs-137	19,4
Varash	Ukraine	13/04/2020	14/04/2020	Cs-137	2,88
Varash	Ukraine	14/04/2020	21/04/2020	Cs-137	6,73
Volya	Ukraine	02/04/2020	09/04/2020	Cs-137	1,53
Volya	Ukraine	09/04/2020	16/04/2020	Cs-137	81,2
VRP-750	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Cs-137	390
VRP-750	Ukraine	29/03/2020	03/04/2020	Sr-90	71
VRP-750	Ukraine	03/04/2020	08/04/2020	Cs-137	630
VRP-750	Ukraine	08/04/2020	13/04/2020	Cs-137	1400
VRP-750	Ukraine	08/04/2020	13/04/2020	Sr-90	240
VRP-750	Ukraine	13/04/2020	20/04/2020	Cs-137	10000
Yasen	Ukraine	05/04/2020	05/04/2020	Cs-137	1300
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	31/03/2020	07/04/2020	Cs-137	8,27
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	02/04/2020	09/04/2020	Cs-137	17,5
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	06/04/2020	10/04/2020	Cs-137	14,5

Yuzhnoukrainsk	Ukraine	07/04/2020	13/04/2020	Cs-137	49,5
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	08/04/2020	15/04/2020	Cs-137	75
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	09/04/2020	16/04/2020	Cs-137	92,4
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	10/04/2020	17/04/2020	Cs-137	89,6
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	14/04/2020	21/04/2020	Cs-137	18,4
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	15/04/2020	22/04/2020	Cs-137	24,7
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	16/04/2020	23/04/2020	Cs-137	27,6
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	17/04/2020	24/04/2020	Cs-137	30
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	21/04/2020	27/04/2020	Cs-137	11,5
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	21/04/2020	28/04/2020	Cs-137	15,9
Yuzhnoukrainsk	Ukraine	14/04/2020	21/04/2020	Cs-137	24
Zhovtneve	Ukraine	04/04/2020	04/04/2020	Cs-137	3600