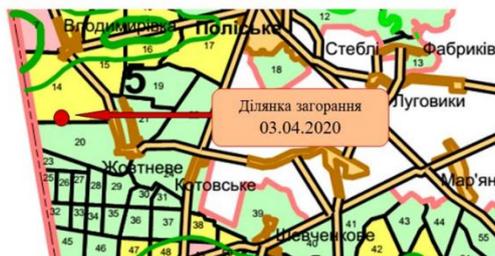


Commission de Recherche et d'Information
Indépendantes sur la Radioactivité

29 cours Manuel de Falla / 26000 Valence / France
☎. 33 (0)4 75 41 82 50 / laboratoire@criirad.org

Incendies près de Tchernobyl



De nombreux incendies en Ukraine, y compris en zone contaminée

Le territoire Ukrainien est parcouru actuellement par de nombreux incendies.

Le correspondant de RFI à Kiev indiquait dans un article¹ du 6 avril : « Chaque année au printemps, des particuliers brûlent des ordures, des feuilles mortes et de l'herbe coupée dans leurs jardins. Les feux grossissent avec le vent et peuvent devenir incontrôlables. Au cours des dernières 48 heures, on recense ainsi 800 feux de prairie, de steppe et de forêt à travers tout le pays, dont 140 autour de Kiev. Plusieurs quartiers de la capitale enregistrent une pollution de l'air excessive. »

Plusieurs foyers concernent des secteurs très contaminés par les retombées radioactives liées à la catastrophe de Tchernobyl en 1986.

Diverses sources ont fait état de départs de feu dans la zone d'exclusion de 30 kilomètres autour de la centrale de Tchernobyl. C'est ce que déclarent également des sites officiels Ukrainiens. Par exemple, le Centre Scientifique et Technique d'Etat pour la Sécurité Nucléaire et Radiologique d'Ukraine indiquait² «selon le Service d'Urgence de l'Etat, un feu de forêt sur une surface de 20 hectares s'est développé dans la zone d'exclusion près du village de Vladimirovka dans le district de la forêt de Kotovsky, le 4 Avril après-midi».

La carte satellite des incendies durant les 7 jours précédant le 7 avril, élaborée par la NASA (Fire Information for Resource Management System³) indique que les foyers sont effectivement situés dans le secteur de Volodymyrivka, à quelques kilomètres à l'ouest de Poleskoje (voir page suivante). Cette zone est située à l'ouest de la zone interdite, à environ 53 kilomètres à l'ouest / sud-ouest du réacteur accidenté, et non pas dans le périmètre des 30 kilomètres. Les risques radiologiques n'en sont pas moins très importants puisque le secteur de Poleskoje est en tout cas bien situé dans une zone qui a subi en 1986 des retombées radioactives très importantes (plus de 1 480 000 Bq/m² de césium 137).

Les incendies entraînent nécessairement une **remise en suspension de substances radioactives dans l'atmosphère**. En effet le bois, le couvert végétal, la litière en forêt, sont des réservoirs de contamination. La combustion de ces matériaux contaminés propulse alors dans l'atmosphère les substances radioactives accumulées.

¹<http://www.rfi.fr/fr/europe/20200406-incendie-fait-rage-pr%C3%A8s-la-centrale-nucl%C3%A9aire-tchernobyl-en-ukraine>

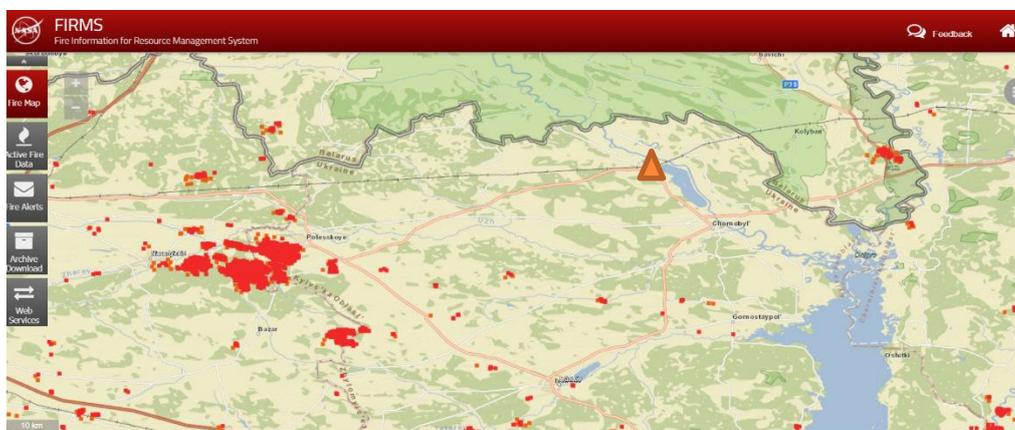
²<https://sstc.ua/news/fahivci-dntc-yarb-zdijsnyuyut-sposterezhennya-za-radiacijnyu-situaciyeyu-u-zv-yazku-iz-pozhezheyu-v-chzv>

³https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#z:11;c:29.5,51.2;t:adv-points;d:2020-04-01..2020-04-02;l:countries,firms_noaa20-viirs,firms_viirs,firms_modis_a,firms_modis_t

Les personnes soumises à ces fumées sont exposées immédiatement à une irradiation externe par le panache et à une exposition interne par inhalation d'air contaminé. Elles sont ensuite soumises à une exposition différée, à l'issue des retombées (par exemple contamination par ingestion de denrées contaminées par les nouveaux dépôts au sol).

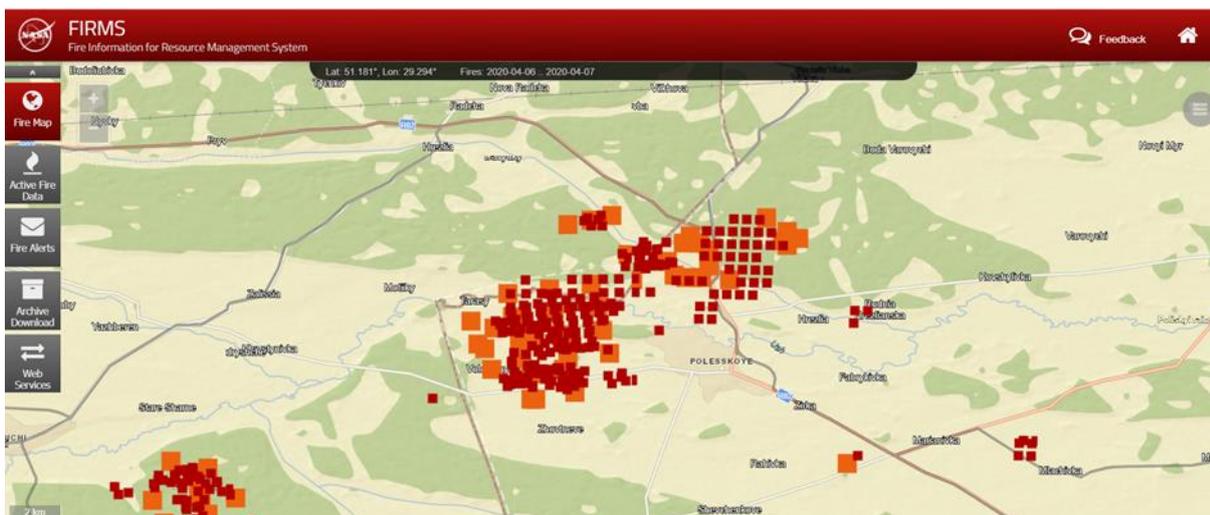
Carte des incendies à l'ouest de Tchernobyl durant les 7 jours précédant le 7 avril (source : NASA / FIRMS)

NB : la centrale de Tchernobyl figurée par un triangle, est située à environ 15 km au nord / nord-ouest de la ville de Chernobyl



La consultation du site de la Nasa montre que les incendies étaient toujours actifs sur la période du 6 au 7 avril à l'ouest de Poleskoye (voir carte ci-dessous)

Carte des incendies dans le secteur de Poleskoye du 6 au 7 avril (source : NASA / FIRMS)



Nature des substances radioactives qui peuvent être remises en suspension

Des retombées radioactives très importantes ont eu lieu en 1986 suite à la catastrophe de Tchernobyl. Les substances radioactives à longue période comme le césium 137 ou le strontium 90 (demi-vie de 30 ans) ou encore le plutonium 239 (demi-vie de 24 130 ans) sont toujours présentes dans la couche superficielle du sol, mais aussi dans la végétation et les forêts.

La CRIIRAD a pu observer la rémanence de la contaminations par le césium 137 trente ans après les retombées, y compris sur le territoire français⁴

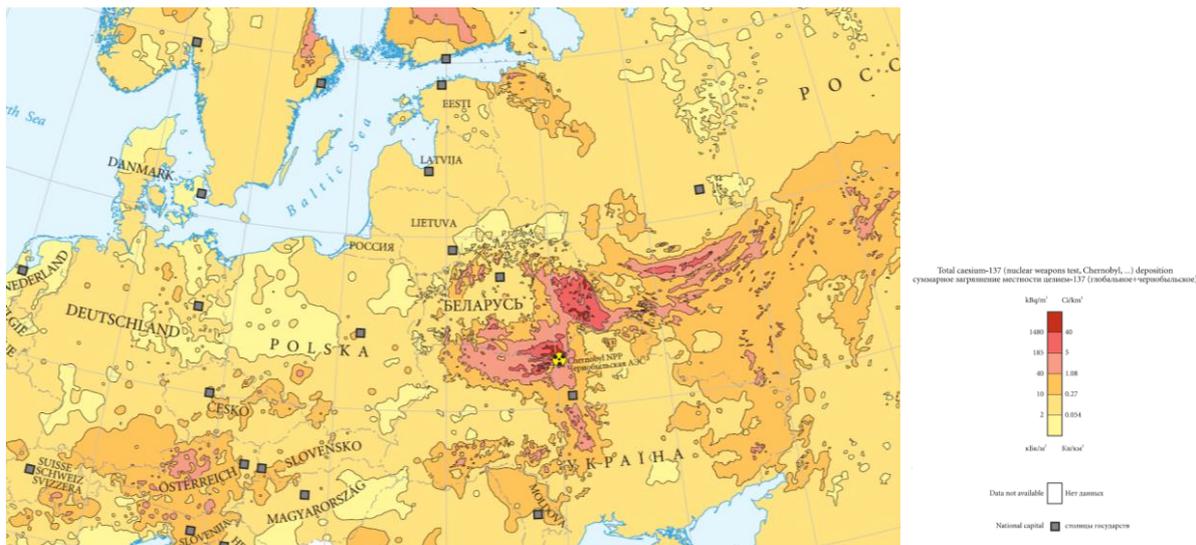
⁴Voir les études CRIIRAD en Région Rhône-Alpes : http://www.criirad.org/actualites/tchernobylfrancbelarus/tchernobylmisajourjuil05/Radioactivite_Sol_Rhone-Alpes_2015_CRIIRAD.pdf, en Alsace : http://www.criirad.org/actualites/tchernobylfrancbelarus/tchernobylmisajourjuil05/Rapport_Alsace_CRIIRAD_2015.pdf, dans les Alpes : <https://www.criirad.org/tchernobyl/sols-alpins.html>, ainsi que la video sur les forts niveaux de radiation dans le Mercantour : <https://www.youtube.com/watch?v=xkbahCYqko&feature=youtu.be>

Rappelons que la demi-vie est le temps nécessaire pour que la radioactivité soit divisée par deux. Ainsi, pour le césium 137 retombé au sol en mai 1986, sa décroissance « naturelle » par désintégration n'a finalement abaissé le niveau de radioactivité que d'un facteur 2,2.

De vastes territoires situés bien au-delà du cercle de rayon 30 kilomètres de la « zone interdite » présentent des niveaux de contamination radioactive très importants et parfois supérieurs à ceux de secteurs situés à l'intérieur de la zone interdite.

C'est le cas en particulier au Belarus, en Ukraine et en Russie avec des zones ayant subi des retombées supérieures à **1 480 000 Bq/m²**, comme le montre un extrait de la carte officielle publiée en 1998 au niveau Européen⁵. Elle représente les dépôts de césium 137 liés à la catastrophe de Tchernobyl et au reliquat des retombées des essais nucléaires (résultats exprimés en Becquerels par mètre carré). La centrale de Tchernobyl est représentée par un cercle avec le symbole de la radioactivité.

Carte des dépôts de césium 137 (source : Europe, 1998)



La radioactivité gamma ambiante a-t-elle augmenté sur place ?

Le strontium 90 émet des rayonnements bêta, le césium 137 des rayonnements bêta et gamma, le plutonium 239 des rayonnements alpha. Ce sont les rayonnements gamma qui sont les plus pénétrants et peuvent accroître le niveau du débit de dose ambiant mesuré en nanoSieverts par heure (nSv/h) ou en microSieverts par heure (µSv/h).

La vidéo postée par monsieur Firsov

Dans une dépêche du 5 avril 2020, l'AFP (Agence France Presse) a indiqué⁶ :

"Il y a de mauvaises nouvelles : la radioactivité est supérieure à la normale au cœur de l'incendie", a déclaré sur Facebook Egor Firsov, à la tête du service d'inspection écologique. Il a accompagné son message d'une vidéo montrant un compteur Geiger affichant un niveau de radioactivité 16 fois supérieur à la normale.

La vidéo montre un radiamètre qui affiche **2,6 µSv/h (microSieverts par heure)**. Le texte en ukrainien sur la page Facebook de monsieur Firsov, tel que traduit avec « Google Translate », précise : « le rayonnement est supérieur à la normale au centre d'un incendie. Comme vous pouvez le voir dans la vidéo, les performances de l'appareil sont de 2,3 à 0,14. Mais cette situation n'est qu'au cœur du feu. » (traduction automatique).

Ces résultats ont été largement repris par les médias et interprétés comme une indication que c'étaient les incendies qui étaient responsables de ces forts niveaux de radiation gamma. Une valeur de 2,6 µSv/h est en effet de l'ordre de 20 à 30 fois supérieure au niveau naturel usuel émis par un sol non contaminé (0,1 µSv/h).

⁵Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident / 1998 / publié par la Commission Européenne.

⁶Voir par exemple <https://www.ladepeche.fr/2020/04/05/un-feu-de-foret-pres-de-tchernobyl-provoque-une-hausse-de-la-radioactivite,8834163.php>

Mais cette vidéo et la mesure indiquée ne peuvent pas être interprétées de façon fiable. En effet, on ne sait pas où et quand a été effectuée la mesure et si elle rend compte d'une augmentation de la radioactivité ambiante qui serait liée à la remise en suspension de matières radioactives (effet du panache contaminé) ou s'il s'agit de l'enregistrement des radiations gamma émises directement par le sol contaminé. En effet, même avant les incendies, dans le secteur de Polesskoje, sur les terrains qui ont reçu en 1986 des retombées en césium 137 supérieures à 1 480 000 Bq/m², les niveaux de radiation gamma ambiants peuvent être supérieurs à 1 µSv/h encore actuellement.

Dans la zone d'exclusion de Tchernobyl, et même au-delà, les niveaux de radiation ambiante sont évidemment élevés, voire très élevés par endroits, du fait de la contamination résiduelle des sols. Il existe d'ailleurs des points chauds qui ne sont pas tous répertoriés.

En **octobre 2000**, la CRIIRAD avait⁷ ainsi détecté par hasard un point très actif au bord de la route reliant la ville évacuée de Pripiat à la centrale de Tchernobyl. Le débit de dose gamma mesuré à 1 mètre du sol était de **247 microSieverts par heure** soit une valeur 2 470 fois supérieure au niveau naturel typique. Le sol était très fortement contaminé par le césium 137 (2,7 millions de becquerels par kilogramme), par tout un cocktail d'autres substances radioactives (cobalt 60, antimoine 125, césium 134, europium 154, europium 155) ainsi que par de l'américium 241 (27 500 Bq/kg), qui est un indicateur de la présence de plutonium.

Plus récemment, en **avril 2019**, une équipe du « National Center for Nuclear Robotics » anglais, en effectuant une surveillance au moyen de drones, a mis en évidence⁸ une forte anomalie, à quelques kilomètres au sud de la centrale. Un débit de dose de **1 200 microSieverts par heure**, soit une valeur 12 000 fois supérieure au niveau naturel, a été mesuré sur les ruines d'une ancienne installation utilisée pour trier la terre.

Mesures publiées par l'Agence d'Etat pour la gestion de la zone d'exclusion

Selon l'Agence d'Etat de l'Ukraine⁹ pour la gestion de la zone d'exclusion de Tchernobyl, le **6 avril** au matin, deux incendies étaient toujours actifs à l'ouest de la zone interdite, sur des surfaces respectives de 20 et 5 hectares. Le niveau de rayonnement gamma ambiant dans la zone interdite est suivi automatiquement en continu en 39 points de mesure (réseau ASKRS) dont 3 sont situés près de la zone d'incendie. Selon cette agence « *Les débits de dose équivalents de rayonnement gamma selon les points ASKRS dans la zone d'incendie n'ont pas changé de manière significative, les fluctuations des valeurs actuelles sont dans les limites habituelles pour chaque élément (tableau 1)* ».

Valeurs de débit de dose gamma en nSv/h mesurées sur les 3 stations les plus proches des zones d'incendie (période du 5 avril 21h au 6 avril 8h) (minimum, moyenne, maximum, niveau de contrôle)

| № п/п | Назва поста АСКРС | Мінімум | Середнє | Максимум | Контрольні рівні |
|-------|-------------------|---------|---------|----------|------------------|
| 1 | Діброва | 262 | 273 | 281 | 700 |
| 2 | Орджонікідзе | 88 | 97 | 119 | 170 |
| 3 | Ст. Соколи | 115 | 122 | 131 | 280 |

⁷Voir le compte rendu de Christian Courbon dans le magazine CRIIRAD TU N°18 (décembre 2 000).

⁸<https://www.bbc.com/news/science-environment-48193866>

⁹Voir <http://dazv.gov.ua/novini-ta-media/vsi-novyny/u-zoni-vidchuzhennya-prodovzhuyutsya-zakhodi-shchodo-likvidatsiji-dvokh-oseredkiv-pozhezhi.html>

Les mêmes constats sur la non augmentation des débits de dose gamma sont effectués dans le communiqué¹⁰ du **8 avril** avec les valeurs reproduites ci-dessous. Selon ce communiqué, au total, 274 personnes sont impliquées dans l'extinction des incendies dans la zone d'exclusion y compris 3 avions et 3 hélicoptères.

Valeurs de débit de dose gamma en nSv/h mesurées sur les 3 stations les plus proches des zones d'incendie (Période du 7 avril 8H au 8 avril 8H)

| № п/п | Назва поста АСКРС | Мінімум | Середнє | Максимум | Контрольні рівні, |
|-------|-------------------|---------|---------|----------|-------------------|
| 1 | Вільча | 122 | 132 | 146 | 470 |
| 2 | Діброва | 266 | 277 | 293 | 700 |
| 3 | Іллінці | 95 | 109 | 127 | 260 |

La comparaison des valeurs minimales et maximales ne montrent pas d'écart significatif. Ces résultats sont cependant difficiles à interpréter car la distance exacte par rapport aux lieux des incendies n'est pas spécifiée ni la pertinence des mesures par rapport à la direction des vents.

Mesures sur les secteurs proches

Le site européen EURDEP¹¹ centralise les résultats de mesure de la radioactivité gamma ambiante en Europe.

Au niveau des 6 stations¹² les plus proches de la zone d'exclusion de Tchernobyl, les valeurs consultées par la CRIIRAD le 06 avril à 12h TU ne montraient pas de hausse significative du débit de dose gamma pour la période entre le 03 avril et le 06 avril (début de matinée). C'est-à-dire une période correspondant aux incendies dans les zones contaminées. Les valeurs sont en effet restées proches de celles obtenues la semaine précédente.

Nécessité de surveiller l'activité du césium 137 dans l'air ambiant

Mais la mesure du débit de dose gamma ambiant n'est pas un paramètre suffisant pour évaluer les risques radiologiques pour les populations exposées aux fumées potentiellement contaminées par des substances radioactives.

Il est nécessaire de disposer en effet de mesures de la concentration des substances radioactives dans l'air, ce que l'on appelle **l'activité volumique**, exprimée en Becquerels par mètre cube (Bq/m^3), ou ses sous-multiples le millibecquerel par mètre cube (mBq/m^3) ou le microbecquerel par mètre cube ($\mu Bq/m^3$). L'obtention de ce type de résultats nécessite l'utilisation de moyens lourds car il s'agit de pomper l'air à travers des dispositifs de filtration puis de mesurer ces filtres, sur le terrain ou en laboratoire, afin de déterminer la quantité d'atomes radioactifs retenus sur les filtres. Ces résultats sont à rechercher en priorité sur les secteurs en direction desquels se dirigent les panaches de fumées.

Trajectoire des panaches de fumée

Les simulations réalisées le 6 avril par la CRIIRAD à l'aide du système de modélisation Hysplit montrent que des particules injectées dans l'atmosphère le 4 avril¹³ à 12h TU depuis la zone d'exclusion de Tchernobyl se sont d'abord dirigées du nord-ouest en direction du sud-est, puis en journée du 5 avril vers le sud, traversant le territoire ukrainien en direction de la Mer Noire. A partir du 6 avril, les masses d'air ont eu tendance à se diriger vers l'ouest en direction des pays des Balkans puis de l'Italie.

¹⁰<http://dazv.gov.ua/novini-ta-media/vsi-novyny/operativna-informatsiya-shchodo-lisovikh-pozhezh-na-territoriji-zoni-vidchuzhennya-bezumovnogo-obov-yazkovogo-vidselennya.html>

¹¹ <https://remap.jrc.ec.europa.eu/Simple.aspx>

¹²Bragin, Tchernobyl, Chernihiv, Teteriv, Mozyr, Kiev etc..

¹³Les trajectoires modélisées sont très proches pour des émissions produites le 4 avril à 18HTU ou le 5 avril à 0H TU.

Augmentation de l'activité du césium 137 à Kiev

En ce qui concerne la ville de Kiev, située à environ 110 km au sud / sud-est de Polessoyko, dans un secteur potentiellement exposé aux fumées des incendies qui touchent les zones très contaminées, le Centre Scientifique et Technique d'Etat pour la Sûreté Nucléaire et Radiologique d'Ukraine a indiqué¹⁴ que l'activité maximale du césium 137 dans l'air n'avait pas dépassé **1,2 mBq/m³** dans la **nuit du 4 au 5 avril 2020** et était redescendue en dessous de 0,01 mBq/m³ à 10H le 5 avril. Le texte reste ambigu sur la question de savoir s'il s'agit de mesures effectives ou de modélisations. **Ces résultats suggèrent qu'à Kiev, les incendies ont conduit à une augmentation d'au moins 120 fois de l'activité volumique du césium 137 dans l'air ambiant.**

Si cette situation ne dure que quelques heures, l'exposition résultante par inhalation, pour les habitants de Kiev est très faible¹⁵. Mais tant que les incendies ne sont pas maîtrisés, la situation doit être suivie de près. Une évaluation rigoureuse des doses induites nécessitera d'ailleurs de disposer de mesures détaillées intégrant la question de la remise en suspension d'autres substances radioactives, beaucoup plus difficiles à mesurer que le césium 137, comme le strontium 90 ou le plutonium. Il faut également évaluer les doses par ingestion consécutives aux retombées au sol et sur les denrées alimentaires.

On peut d'ailleurs regretter que, dans son communiqué du 7 avril 2020, l'IRSN¹⁶ indique que sa sonde située au niveau de l'ambassade de France à Kiev n'a pas mesuré d'augmentation du débit de dose gamma ambiant, sans relativiser cette information en rappelant l'importance de disposer de mesures plus fines pour évaluer précisément les risques pour les habitants de Kiev.

La question la plus préoccupante est celle de l'exposition des personnes qui se situent au plus près des incendies, qu'il s'agisse des pompiers ou des villageois proches des foyers. Nous n'avons trouvé pour l'instant aucune information fiable sur les concentrations en éléments radioactifs de l'air au plus près des feux. Il est profondément choquant de constater que, près de 34 ans après la catastrophe de Tchernobyl, les citoyens qui vivent sur les territoires les plus contaminés n'ont toujours pas accès à des mesures précises de la contamination de l'air qu'ils respirent.

Difficulté d'accès à des mesures au niveau européen

Les données concernant la radioactivité des poussières atmosphériques dans l'air ambiant étaient auparavant collectées et consultables au niveau européen sur la plateforme EURDEP via un lien¹⁷ qui n'est aujourd'hui plus fonctionnel. Un nouveau lien¹⁸ a été mis en place mais les dernières données d'analyses publiées datent de 2011. **Il n'est donc pas possible de trouver rapidement des données globales récentes concernant l'activité du césium 137 dans l'air des pays d'Europe potentiellement situés dans le panache des incendies.**

Cette difficulté pour les citoyens et scientifiques indépendants, d'avoir accès à des mesures précises, est scandaleuse et a déjà été dénoncée¹⁹ par la CRIIRAD dans le cadre des événements de détection de ruthénium 106 dans l'atmosphère à l'automne 2017.

Les citoyens doivent alors rechercher par eux-mêmes, pour chaque pays, les sites des autorités en charge du contrôle de la radioactivité atmosphérique et consulter les données. Ce type d'opération est particulièrement chronophage.

La CRIIRAD a consulté par exemple les 6, 7 et 8 avril les sites internet des organismes de surveillance de la radioactivité atmosphérique de Grèce et de Roumanie, mais les mesures disponibles²⁰ ne sont pas suffisamment précises pour permettre de conclure.

¹⁴<https://sstc.ua/news/fahivci-dntc-yarb-zdijsnyuyut-sposterezhennya-za-radiacijnoyu-situaciyeyu-u-zv-yazku-iz-pozhezhayu-v-chzy>

¹⁵L'inhalation pendant 24 H d'un air contenant 1,2 mBq/m³ de césium 137 entraîne une dose efficace inférieure à 1 millième de microSievert, pour un adulte, sur la base des coefficients officiels de la Commission Internationale de Protection Radiologique.

¹⁶https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20200407_NI-Tchernobyl-ukraine-Incendie-zone-exclusion-impact-possible-france.aspx#.Xo2MIXI69PY

¹⁷<http://eurdepweb.jrc.ec.europa.eu/EurdepMap/Default.aspx>

¹⁸<https://remap.jrc.ec.europa.eu/Routine.aspx>

¹⁹<https://www.criirad.org/accident-et-pollutions/som-accidents&pollutions.html>

²⁰Pour la Grèce, par exemple, sont données des mesures du débit de dose gamma ambiant actualisées mais cela ne permet pas de renseigner sur les très faibles concentrations en césium 137 attendues. Quant aux résultats de mesure

Et en France ?

La CRIIRAD a reçu plusieurs demandes de citoyens inquiets quant aux risques de retombées radioactives sur le territoire français.

Le retour d'expérience des années passées montre que ces incendies dans les territoires contaminés par les retombées de Tchernobyl remettent en suspension du césium 137 et que, en fonction des conditions météorologiques, cet impact peut être mis en évidence à grande distance, y compris jusqu'en France, mais à des concentrations particulièrement faibles.

Il faut pour cela mettre en œuvre des dispositifs de pompage à gros volume, comme les stations du réseau OPERA de l'IRSN. Ces stations avaient mis en évidence²¹, lors des incendies de 2002 par exemple, l'augmentation ponctuelle de l'activité du césium 137 en France (pic à 1,5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ pour une moyenne annuelle de 0,45 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$).

Le laboratoire de la CRIIRAD exploite avec l'aide de collectivités locales un réseau de balises²² de surveillance de la radioactivité atmosphérique en vallée du Rhône, d'Avignon jusqu'au Péage de Roussillon (dispositifs d'aspiration de l'air de volume typique 20 à 25 m^3/h) et de sondes de mesure du débit de dose gamma à Péruges (secteur du Bugey) et à Genève. Ces dispositifs, qui effectuent une surveillance automatique en continu n'ont déclenché aucune alarme²³, ce qui est normal compte tenu du très faible impact attendu. Le dispositif est complété par des analyses en différé des filtres aérosols qui permettent d'atteindre une limite de détection pour le césium 137 de l'ordre²⁴ de 10 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

La modélisation effectuée par la CRIIRAD au moyen du logiciel Hysplit montre qu'une partie des panaches liés aux incendies initiés le 4 avril peut atteindre le territoire français cette semaine.

Les filtres mensuels des balises de Romans et Montélimar (Drôme) qui seront prélevés pour analyse la semaine prochaine feront l'objet de mesures au laboratoire de la CRIIRAD pour vérifier cet impact.

Compte tenu des données disponibles (activités évaluées à Kiev), les concentrations en césium 137 sur le territoire français devraient rester très faibles et probablement en dessous des limites de détection. Le service balises de la CRIIRAD reste vigilant sur l'évolution de la situation des incendies qui touchent des territoires très contaminés par les retombées de Tchernobyl.

Rédaction : Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, directeur du laboratoire de la CRIIRAD, avec la participation de Jérémie Motte, ingénieur environnement, responsable du service balises.

Contact : bruno.chareyron@criirad.org

d'activité des aérosols ils sont donnés sous forme d'un code couleur (actuellement couleur verte donc normale) sans que l'on sache quel paramètre est mesuré et avec quel niveau de précision. La Roumanie donne des valeurs actualisées de l'activité bêta globale des aérosols (valeurs du 7 avril accessibles le 8 avril) mais sous forme d'un code couleur, qui correspond à un seuil très élevé (< 10 Bq/m^3) qui ne peut renseigner sur l'impact des incendies en cours en Ukraine.

²¹https://www.irsln.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20200407_NI-Tchernobyl-ukraine-Incendie-zone-exclusion-impact-possible-france.aspx#.Xo2MIXI69PY

²²Voir <http://balises.criirad.org/>

²³Jusqu'au 8 avril 2020 10H

²⁴Lors des incendies de 2010, cette limite avait été abaissée à 1,4 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ pour le filtre aérosols d'Avignon. Aucune contamination mesurable par le césium 137 n'avait été décelée. <http://balisescriirad.free.fr/pdf/Note%20Rus-sie/Note%20CRIIRAD%2010-119%20Russie.pdf>