

Synthèse des résultats des mesures de radioactivité dans le cadre de la surveillance de l'impact à très longue distance des rejets de l'accident de Fukushima Dai-ichi en France

Note d'information n° 15

Version du 8 juin 2011, mise à jour le 10 juin 2011

Dès la mi-mars, l'IRSN a mis en œuvre une surveillance renforcée en France métropolitaine et en outre-mer pour évaluer les risques radiologiques de l'accident de Fukushima Dai-ichi ([voir description dans la note du 29 mars](#)). Les résultats de plusieurs centaines d'analyses d'air, de végétaux et de laits réalisés dans les laboratoires de l'IRSN, ainsi que ceux fournis par les exploitants nucléaires à la demande de l'ASN, ont été communiqués régulièrement sur le site internet de l'Institut, et sont disponibles dans l'outil cartographique "CRITER - Crise au Japon"⁽¹⁾. Depuis début mai, les concentrations en radionucléides artificiels sont revenues à des niveaux proches des limites de détection et il n'est désormais plus justifié de poursuivre ce plan de surveillance renforcée.

La présente synthèse dresse un bilan des résultats acquis durant la période de surveillance renforcée et est la dernière de la série. Ne sont commentés ici que les faits essentiels relevés par l'IRSN lors de cette surveillance renforcée. Des informations plus spécifiques peuvent être trouvées dans les 14 synthèses précédemment publiées par l'IRSN.

Les concentrations en radionucléides artificiels imputables à l'accident de Fukushima (iode 131, césium 134 et 137, tellure 132) mesurées en France ont été très faibles, avec une tendance à la baisse observée à partir de la deuxième semaine du mois d'avril. Les niveaux maximaux en iode 131 détectés ont été de l'ordre de :

- quelques millibecquerels par mètre cube d'air (mBq/m³) ;
- la dizaine de becquerels par kilogramme (Bq/kg) de végétaux (herbe ou légumes-feuilles) ;
- quelques becquerels par litre (Bq/L) dans l'eau de pluie ou dans le lait.

Des traces de césium 134 et de césium 137 ont également été mesurées dans l'air en différents points du territoire, à des concentrations au maximum de quelques dixièmes de millibecquerels par mètre cube d'air. Ponctuellement, le tellure 132 a été détecté dans l'air fin mars.

Ces niveaux sont cohérents avec les estimations issues des modélisations réalisées par l'IRSN en collaboration avec Météo France (voir la note sur l'impact à très grande distance des rejets radioactifs provoqués par l'accident de Fukushima Dai-ichi).

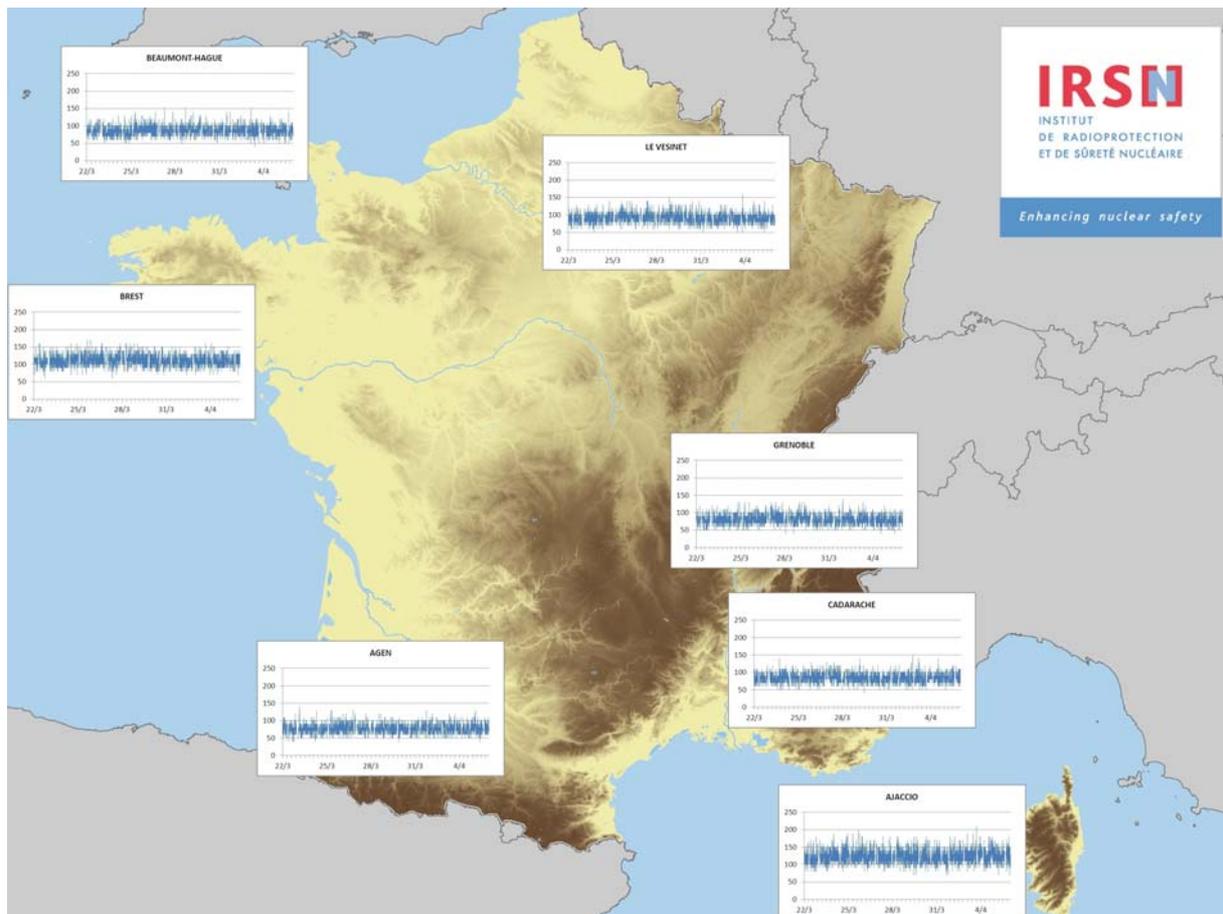
A aucun moment, ils n'ont présenté, en France métropolitaine et dans les DOM-COM, un risque environnemental ou sanitaire.

¹ CRITER est un système d'information accessible sur internet, développé par l'IRSN et conçu pour rendre compte spécifiquement, sous forme cartographique, des résultats de mesures environnementales en situation de crise. Ainsi, « CRITER-Crise au Japon » a été mis en ligne pour restituer les résultats de la surveillance renforcée mise en place après l'accident de Fukushima. Cet outil ne rend pas compte des résultats de la surveillance de routine des exploitants nucléaires, déversés périodiquement dans la base de données du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM). Le RNM n'a pas pour objectif de gérer des résultats en situation de crise. C'est pourquoi la comparaison des données présentées dans ces deux systèmes d'information, selon des règles différentes, nécessite des précautions et n'est pas possible dans certains cas.

1. RESULTATS DE MESURE DANS LE COMPARTIMENT ATMOSPHERIQUE

1.1. Surveillance du rayonnement gamma ambiant

Durant ces deux derniers mois, aucune élévation anormale du rayonnement gamma ambiant n'a été détectée sur l'ensemble des sondes du réseau Téléray de l'IRSN en métropole et dans les DROM-COM. Le graphique suivant illustre que les débits de dose enregistrés entre le 22 mars et le 6 avril n'ont pas montré de variations significatives. En effet, les traces de radionucléides artificiels décelées dans l'air au cours de cette période étaient trop faibles pour entraîner une élévation mesurable du rayonnement ambiant, qui est majoritairement dû aux diverses sources naturelles de radioactivité. Les résultats des 170 sondes acquis en temps-réel sont consultables sur le site CRITER-Crise au Japon.



Débit de dose gamma ambiant enregistré par 7 des 170 sondes du réseau Téléray (nSv/h) en métropole du 22 mars au 6 avril 2011

1.2. Les aérosols et l'iode sous forme gazeuse

Les aérosols

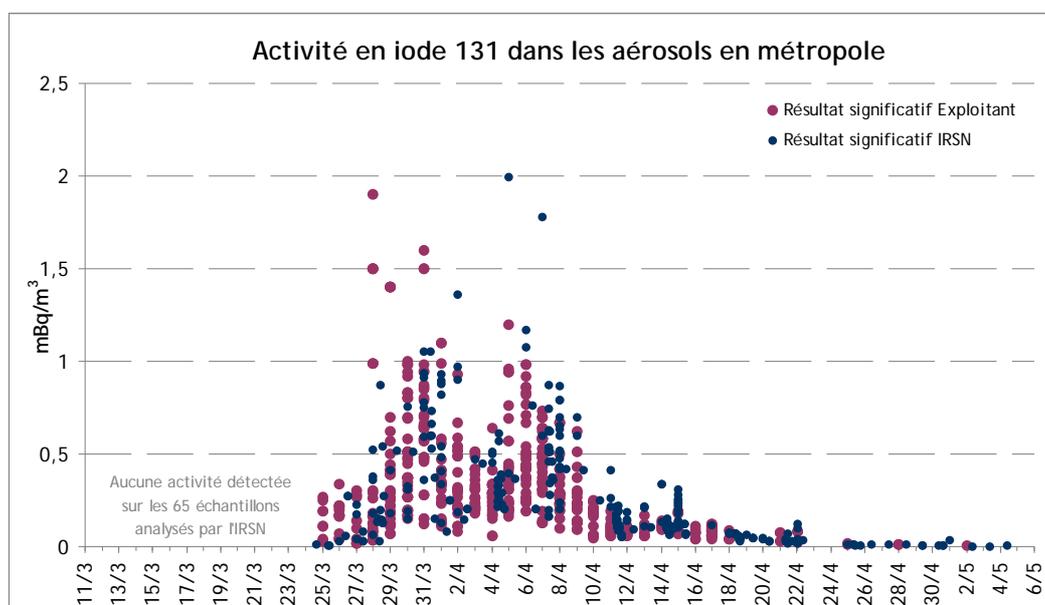
Les premières traces d'iode 131 sous forme particulaire (aérosols) ont été mises en évidence les 22 et 23 mars dans le nord de l'Europe (Suède, Finlande) à des concentrations de 0,3 à 1 mBq/m³, conformément aux prévisions effectuées par Météo France en collaboration avec l'IRSN.

En France, tous les résultats de mesure obtenus sur des prélèvements d'air effectués jusqu'au 23 mars étaient inférieurs aux limites de détection des techniques d'analyse ⁽²⁾, comprises entre moins de 0,01 et 0,05 mBq/m³.

Des traces d'iode 131 particulaire ont été détectées pour la première fois sur un prélèvement d'aérosols relevé le 24 mars sur une station IRSN à très grand débit, installée au sommet du Puy-de-Dôme (concentration estimées à 0,04 mBq/m³ pour la journée du 24 mars). Les autres résultats de mesure obtenus sur des prélèvements quotidiens effectués le 24 mars étaient tous inférieurs aux limites de détections (9 stations de l'IRSN et 25 stations des exploitants nucléaires, représentatives de l'ensemble du territoire).

Des valeurs dépassant les limites de détection ont été observées le 25 mars sur plusieurs prélèvements quotidiens de l'IRSN (0,006 mBq/m³ à Orsay) et des exploitants nucléaires (0,03 mBq/m³ à La Hague, 0,038 mBq/m³ à Saclay, 0,11 mBq/m³ à Chooz, 0,19 mBq/m³ à Civaux, 0,25 mBq/m³ à Gravelines, 0,27 mBq/m³ à Cattenom). Il est difficile de déterminer un gradient de concentration à l'échelle du territoire, même si les valeurs les plus élevées ont été observées au nord et au nord-est de la France.

Les résultats des jours suivants ont confirmé la présence généralisée d'iode 131 particulaire en France. Les concentrations ont atteint un maximum en métropole entre le 27 mars et le 9 avril 2011 (voir graphique ci-après), avec des valeurs (moyennes sur la durée de prélèvement) atteignant parfois 1 à 2 mBq/m³ dans diverses régions de France. Après cette date, l'activité a décliné jusqu'à des niveaux inférieurs à 0,01 mBq/m³ début mai.



Activités en iode 131 (en mBq/m³) mesurées dans les aérosols en métropole

Concernant les DROM-COM, de l'iode 131 particulaire a été détecté à Fort-de-France sur un prélèvement effectué entre les 24 et 31 mars (0,21 mBq/m³), ainsi qu'à Saint-Pierre-et-Miquelon sur un prélèvement effectué entre les 25 mars et 1^{er} avril (0,48 mBq/m³). Des valeurs significatives ont continué d'être observées à Fort-de-France jusqu'au 14 avril (0,15 mBq/m³) et à Saint-Pierre-et-Miquelon jusqu'au 22 avril (0,28 mBq/m³).

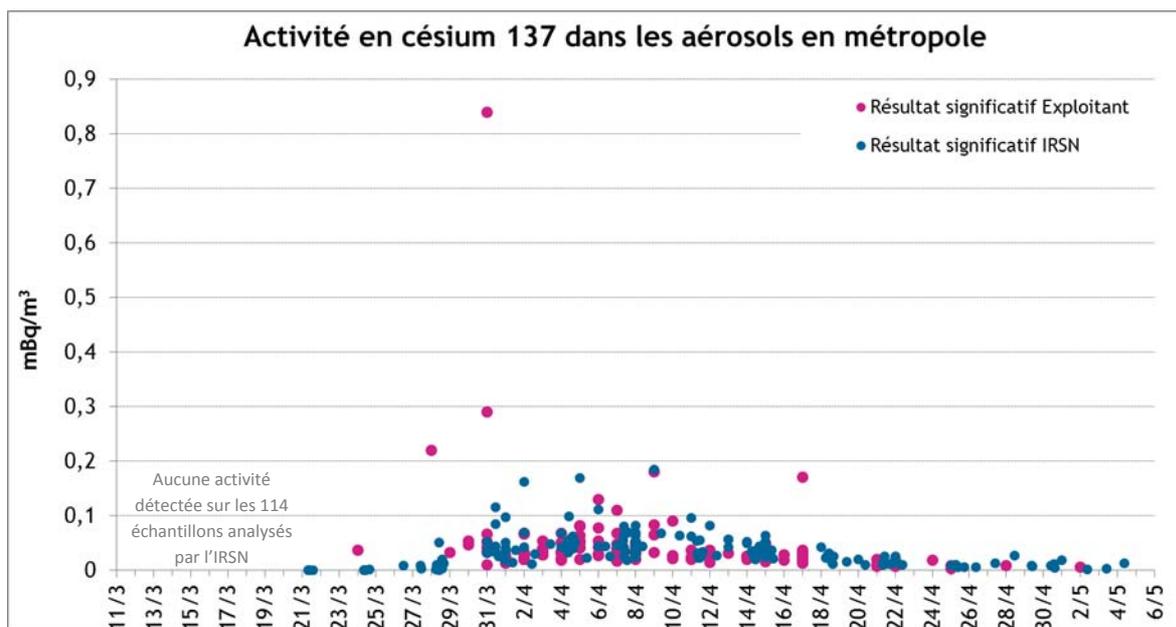
² Les limites de détection sont conditionnées par les volumes d'air filtrés et les performances métrologiques (types de détecteur, temps de mesure).

Remarque :

Jusqu'à la fin avril, l'iode 131 sous forme particulaire était le radionucléide le plus représentatif des rejets atmosphériques de l'accident de Fukushima. Sur l'ensemble de la période de surveillance renforcée, l'IRSN a produit près de 300 résultats de mesure d'iode 131 particulaire pour la France métropolitaine, dont les 2/3 dépassent les limites de détection des techniques d'analyse. Plus de 40% des prélèvements d'aérosols sont journaliers. Des prélèvements sur plusieurs jours ont également été réalisés avec pour objectif de filtrer de grandes quantités d'air afin d'être en mesure de détecter des niveaux d'activité très faibles. L'IRSN a également recueilli près de 600 résultats de mesure d'iode 131 particulaire produits par les exploitants nucléaires, dont les 2/3 dépassent les limites de détection. 92% de ces résultats concernent des prélèvements effectués sur une journée ou moins. Pour des raisons de lisibilité, les graphiques indiquent les résultats rapportés à la date de fin de prélèvement, quelle que soit la durée de celui-ci (un jour ou plus), en ne retenant que les valeurs supérieures aux limites de détection.

L'annexe 1 de ce bulletin présente, à titre d'exemple, les résultats enregistrés par deux stations de prélèvements en tenant compte de la durée de prélèvement (Cherbourg-Octeville (50) et Mérignac (33)).

Des traces de césium 134 et de césium 137 (voir le graphique ci-après) ont également été mesurées en différents points du territoire à des niveaux généralement 10 fois plus faibles que ceux de l'iode 131. Le rapport d'activité entre les isotopes 134 et 137 du césium mesurés dans les aérosols, proche de 1, est représentatif des rejets atmosphériques liés à l'accident de la centrale de Fukushima Dai-ichi. Il faut souligner que les valeurs les plus faibles présentées dans le graphe ci-après, notamment celles avant le 27 mars, correspondent à la persistance du césium 137 déposé à la suite des essais nucléaires en atmosphère et de l'accident de Tchernobyl.



Activités en césium 137 (en mBq/m³) mesurées dans les aérosols en métropole³

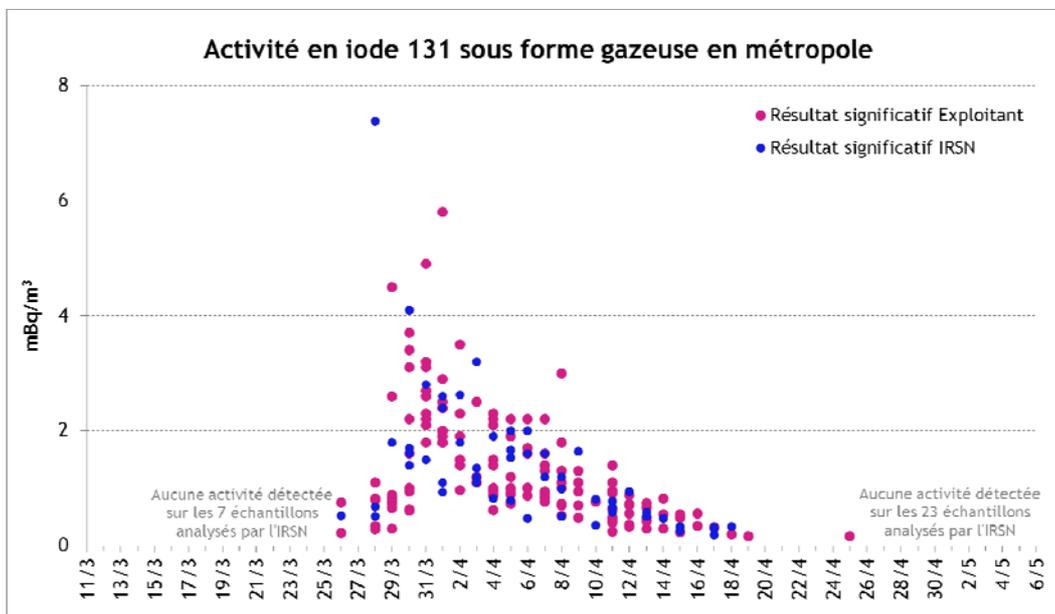
³ La valeur maximale représentée sur le graphique, communiquée par EDF (CNPE de Golfech), s'écarte nettement des autres activités mesurées sur le territoire français et constitue une valeur isolée de l'ensemble des autres données. En outre, pour tous les autres prélèvements quotidiens effectués à Golfech les jours précédent ou suivant le 31 mars, les résultats obtenus pour le césium 137 sont inférieurs aux limites de détection des techniques de mesure, qui sont de l'ordre 0,05 mBq/m³. C'est pourquoi cette valeur fait actuellement l'objet d'un examen complémentaire afin d'en confirmer le résultat.

L'iode sous forme gazeuse

Des prélèvements destinés à mesurer la présence d'iode 131 sous forme gazeuse ont été effectués par l'IRSN et par les exploitants nucléaires à partir du 21 mars (prélèvements sur cartouches de charbon actif). Au total, plus de 400 prélèvements de ce type ont été réalisés par l'IRSN (dont près de 10% en outre-mer) et les exploitants nucléaires. Près de 60% de ces résultats correspondent à des prélèvements d'une durée inférieure ou égale à 2 jours. Les autres prélèvements ont été réalisés sur des durées comprises entre 3 et 8 jours.

En métropole, tous les résultats de mesure obtenus sur les prélèvements effectués jusqu'au 25 mars sont inférieurs aux limites de détection des techniques d'analyse.

De l'iode 131 sous forme gazeuse a été détecté pour la première fois sur des prélèvements effectués entre le 24 et le 26 mars à Cherbourg et Cadarache (quelques dixièmes de millibecquerels par mètre-cube). Dans les jours suivants, de nouvelles traces d'iode 131 sous forme gazeuse, à des concentrations comprises entre quelques dixièmes et quelques millibecquerels par mètre-cube, ont été détectées sur l'ensemble du territoire métropolitain. Les concentrations maximales ont été mesurées sur des prélèvements effectués entre le 28 mars et 8 avril (17 valeurs entre 3 et 7,4 mBq/m³). Depuis le 25 avril, les concentrations mesurées par l'IRSN et les exploitants nucléaires sont inférieures aux limites de détection des appareils. Les mesures significatives obtenues en métropole sur l'ensemble de la période de surveillance sont présentées dans le graphique ci-après, en affectant les résultats à la date de fin de prélèvement.



Activités en iode 131 sous forme gazeuse (en mBq/m³) mesurées en métropole

Pour les DROM-COM, des activités significatives en iode 131 sous forme gazeuse ont uniquement été mesurées à Saint-Pierre-et-Miquelon, sur un prélèvement réalisé du 26 au 28 mars (0,81 mBq/m³) et sur plusieurs prélèvements de 2 jours effectués entre le 1^{er} et le 19 avril (valeurs moyennes comprises entre 0,12 et 4,8 mBq/m³).

L'iode 131 sous forme gazeuse représente en moyenne 70% à 80% de l'iode total. Des variations de cette proportion sont toutefois observées suivant la localisation et la date de prélèvement.

1.3. Les eaux de pluies

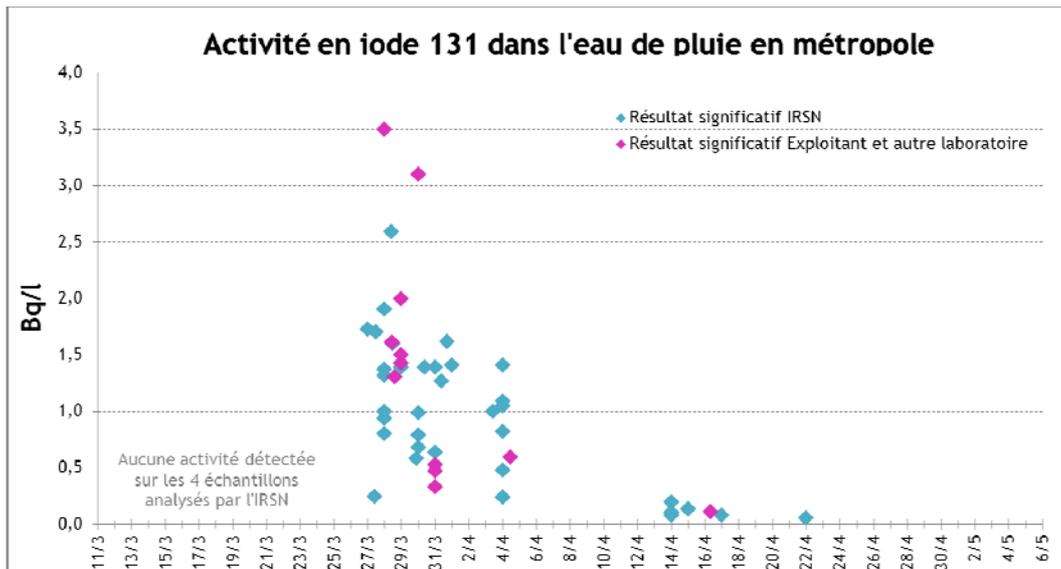
La présence d'iode 131 (1,7 Bq/L), détectée pour la première fois dans un prélèvement d'eau de pluie réalisé au Vésinet (78) du 25 au 27 mars et à Modane (73) du 26 au 27 mars, a été observée sur le reste du territoire dans les jours qui ont suivi, avec des concentrations variant entre 0,5 et 3,5 Bq/L. Le peu ou l'absence de précipitations du 5 au 12 avril 2011, puis à partir du 22 avril en métropole explique l'absence de résultats d'analyse sur ces périodes. Les prélèvements réalisés du 14 au 22 avril présentent des concentrations plus faibles, de l'ordre de 0,2 Bq/L.

Occasionnellement, du césium 137 a été détecté dans des échantillons d'eau de pluie collectés en avril, à des concentrations variant entre 0,07 et 0,75 Bq/L.

Aucune activité significative n'a été détectée dans les DROM-COM hormis à Saint-Pierre-et-Miquelon où de l'iode 131 a été détectée entre le 5 et le 12 avril (0,5 Bq/L).

Les concentrations observées dans l'eau de pluie sont cohérentes avec les niveaux mesurés dans l'air pour la même période.

Comme pour les prélèvements d'air, la durée de collecte d'eau de pluie varie d'un lieu à l'autre (de moins d'un jour en cas d'épisode pluvieux diurne, à une semaine). Les résultats de mesure présentés dans le graphique ci-après sont conventionnellement attribués à la date de fin de prélèvement, pour des raisons de lisibilité du graphique.



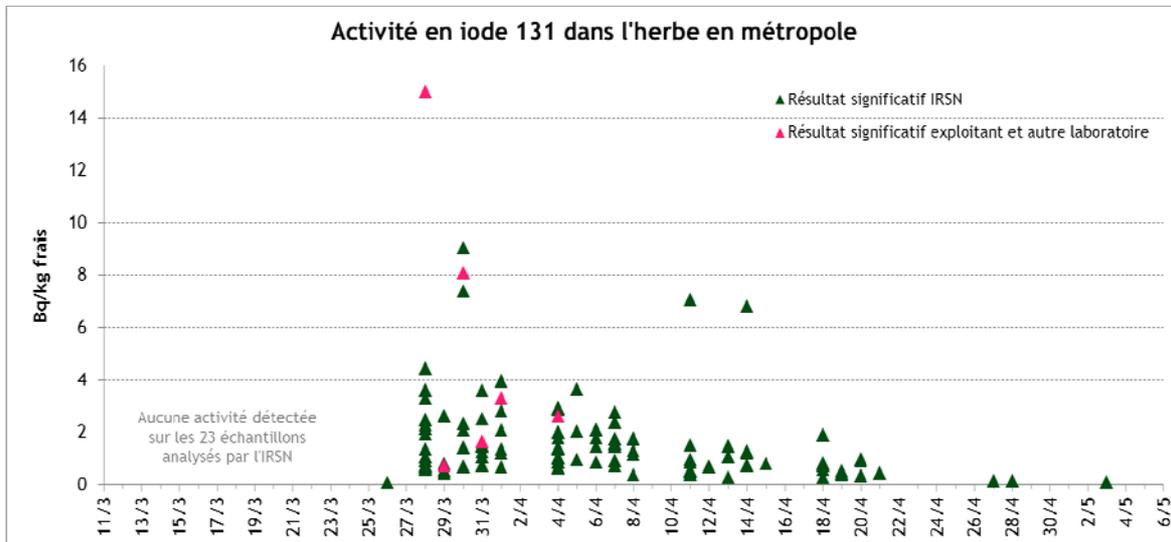
Activités en iode 131 (en Bq/L) mesurées dans l'eau de pluie en métropole

2. RESULTATS DE MESURE DANS LE COMPARTIMENT TERRESTRE

2.1. Les végétaux (herbes et mousse)

Les premières traces d'iode 131 ont été mesurées dans un prélèvement d'herbe à Pélussin (42) le 26 mars (0,09 Bq/kg frais). La détection s'est généralisée les jours suivants sur l'ensemble du territoire métropolitain à des niveaux de concentration compris entre 0,47 et 15 Bq/kg frais. Le 28 mars, la présence de ce radionucléide a été mise en évidence en Martinique (0,80 Bq/kg frais). Après le 15 avril, les résultats indiquent une tendance à la baisse de la concentration en iode 131 dans l'herbe. Les valeurs mesurées depuis début mai ne dépassent pas 0,12 Bq/kg frais et sont très souvent inférieures aux limites de détection des appareils, notamment dans les DROM-COM.

La variation des concentrations observées est à mettre en relation avec celle des précipitations à l'origine des dépôts au sol.

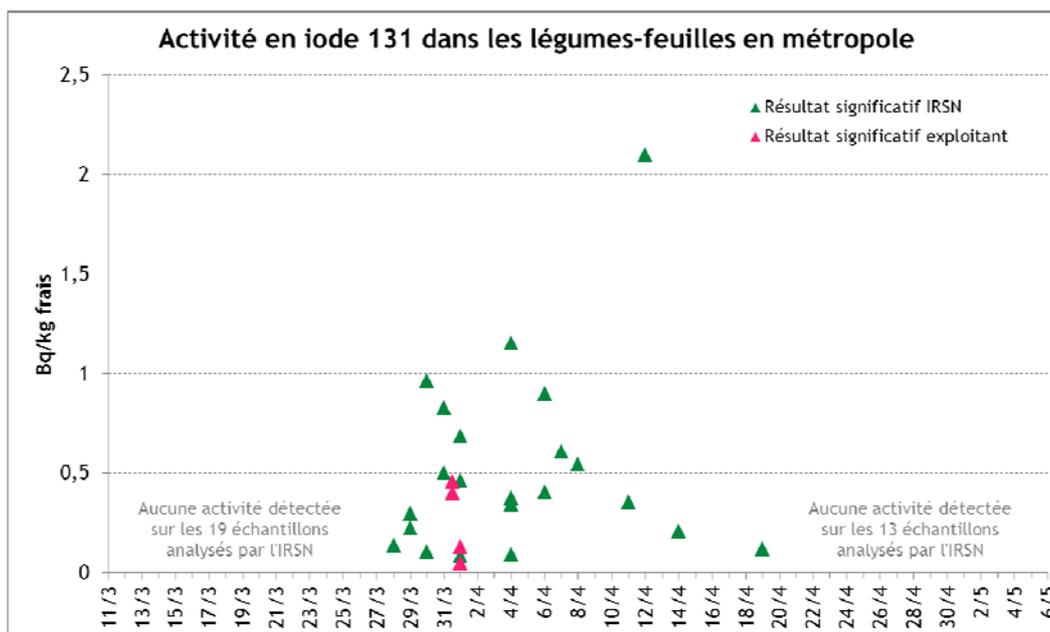


Activités en iode 131 (en Bq/kg frais) mesurées dans l'herbe en métropole

Depuis le 4 avril 2011, des traces de césium 134 et de césium 137, dans des proportions caractéristiques des rejets de Fukushima, ont été également mesurées sur dix stations de métropole. Leurs concentrations respectives sont équivalentes et globalement dix fois plus faibles que les niveaux d'activité en iode 131 mesurés aux mêmes dates.

Certains prélèvements de végétaux ont présenté des activités significatives uniquement en césium 137, pouvant atteindre plus d'une dizaine de Bq/kg (mousses). En l'absence de césium 134, ces activités ne sont pas imputables à l'accident de Fukushima. Elles s'expliquent par la persistance dans les sols (ainsi que dans les végétaux poussant sur ces sols) de césium 137 déposé à la suite des essais nucléaires en atmosphère et de l'accident de Tchernobyl.

2.2. Les légumes-feuilles



n'indiquent plus d'activité significative en France métropolitaine. Aucune activité significative n'a été mesurée dans les salades prélevées dans les Antilles durant cette période.

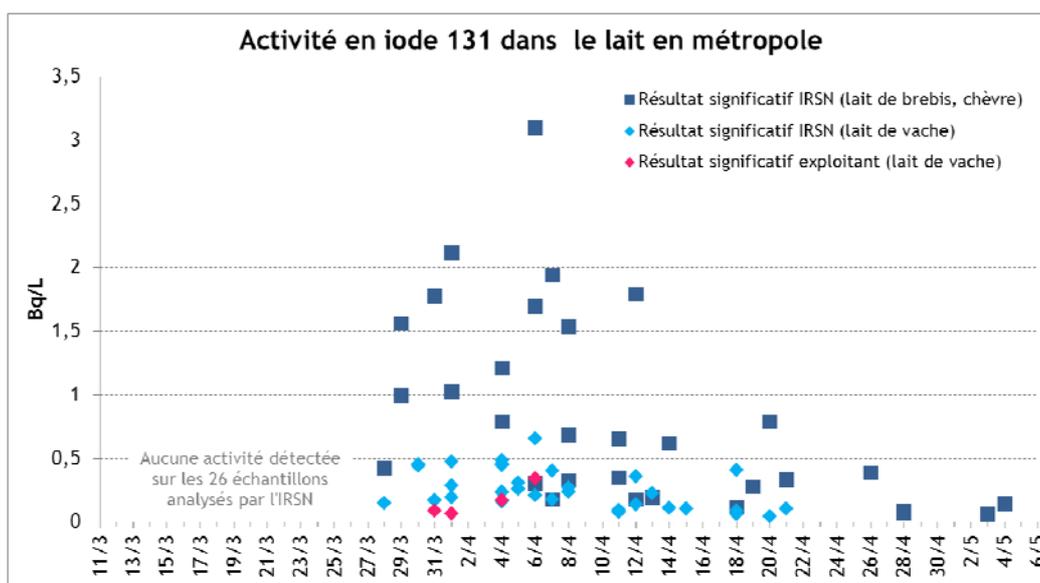
Des échantillons (salades, choux pommés, poireaux et épinards) ont présenté des traces de césium 137 à des niveaux compris entre 0,02 et 0,66 Bq/kg frais, à mettre en relation avec les retombées dues aux essais nucléaires atmosphériques et à l'accident de Tchernobyl.

Seuls deux échantillons présentaient également des traces de césium 134 (épinards prélevés le 4 avril 2011 à Tourdan (38) : 0,13 Bq/kg frais ; le 11 avril 2011 à Bollène (84) : 0,05 Bq/kg frais), permettant ainsi d'en attribuer l'origine aux rejets de l'accident de Fukushima.

2.3. Les laits

La présence d'iode 131 a été décelée à partir du 28 mars dans le nord-ouest de la France (0,43 Bq/L dans le lait de chèvre à Sepmes (37) et 0,15 Bq/L dans le lait de vache à Brouzils (85)). Dans les jours qui ont suivi, des activités significatives ont été mesurées sur la plupart des stations du territoire métropolitain, avec des niveaux variant entre 0,07 Bq/L et 3,10 Bq/L, les maxima concernant les laits de chèvre et de brebis. Une tendance à la baisse des activités est observée depuis la mi-avril en métropole. Début mai, seul le lait de chèvre présentait encore des activités significatives, inférieures à 0,2 Bq/L (cf. figure ci-après). L'iode 131 n'est actuellement plus quantifiable dans les prélèvements de lait de vache.

Concernant les DROM-COM, seuls les prélèvements de lait de vache réalisés en Guyane ont présenté des activités significatives en iode 131 du 27 mars au 18 avril (maximum 0,27 Bq/L). Aucune activité significative n'a été décelée dans les autres DROM-COM depuis le début de l'accident de Fukushima.



Activités en iode 131 (en Bq/L) mesurées dans le lait en métropole

Des traces de césium 137 ont également été mesurées dans plusieurs échantillons de lait de vache et de chèvre prélevés dans différents départements de métropole et d'outre-mer. Les niveaux maximaux mesurés (entre 0,04 Bq/L et 0,58 Bq/L) correspondent à des valeurs souvent observées dans ce type de produit en raison de la persistance du césium 137 déposé à la suite des essais nucléaires en atmosphère et de l'accident de Tchernobyl. Seuls trois échantillons ont présenté des activités très faibles en césium 134 (maximum 0,1 Bq/L) dont l'origine est attribuable aux rejets de l'accident de Fukushima.

3. CONCLUSIONS

La surveillance renforcée de la radioactivité de l'environnement mise en place en France après l'accident de Fukushima Dai-ichi a permis de mettre en évidence la présence de traces des principaux radionucléides rejetés dans l'air lors de cet accident (iode 131, césiums 134 et 137 et dans une moindre mesure tellure 132) et d'en suivre l'évolution jusqu'à début mai.

L'ensemble des résultats de mesure obtenus dans l'air, l'eau de pluie et des produits terrestres montrent qu'aucune trace de radionucléides imputables à l'accident de Fukushima n'a été décelée avant le 24 mars. La présence d'iode 131 particulière dans l'air, détectée pour la première fois sur un prélèvement effectué le 24 mars au sommet du Puy-de-Dôme, a été confirmée pour l'ensemble de la France à partir du 25 mars.

Dans les autres compartiments environnementaux, les premiers résultats significatifs pour l'iode 131 ont été obtenus :

- sur des prélèvements effectués entre le 24 et le 26 mars pour l'iode sous forme gazeuse ;
- sur deux échantillons d'eau de pluie collectée entre le 25 et le 27 mars ;
- sur un échantillon d'herbe prélevé le 26 mars ;
- sur des feuilles d'épinard prélevées le 28 mars ;
- dans du lait recueilli le 28 mars.

Ces observations sont cohérentes entre elles, à la fois en termes temporel (augmentation progressive des concentrations dans l'environnement après le 24 mars) et de niveaux de concentrations dans les différents compartiments surveillés.

Le césium 137 (accompagné de césium 134) a également été détecté, à des concentrations généralement 10 fois plus faibles que celles de l'iode 131.

Les différentes observations ne conduisent pas à considérer que des régions françaises ont été plus touchées que d'autres. Le phénomène de dispersion des produits radioactifs a été global : des concentrations de même ordre de grandeur ont été observées sur l'ensemble du territoire, avec des fluctuations spatiales et temporelles dues au déplacement des masses d'air.

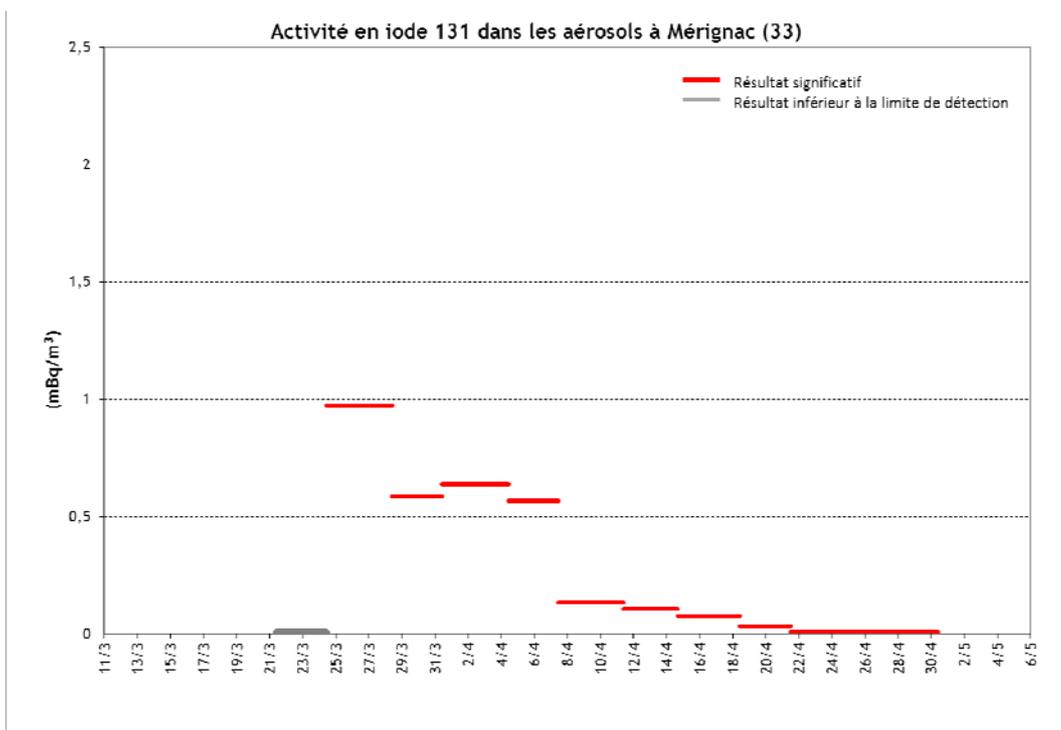
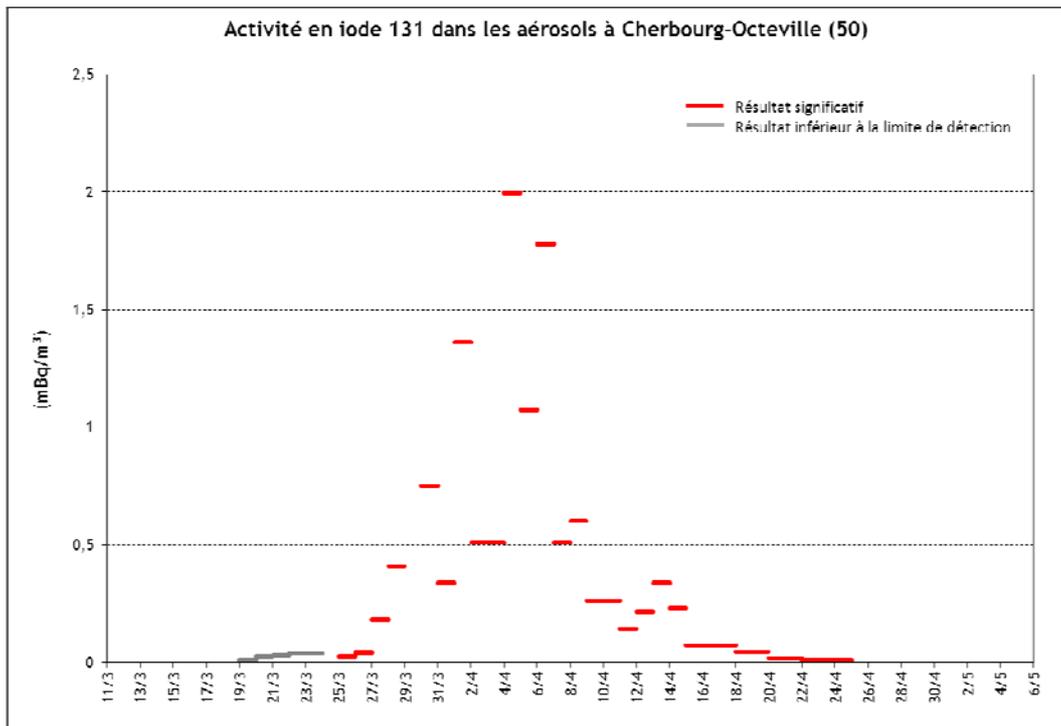
Les concentrations les plus élevées en iode et en césium ont été observées entre le 27 mars et le 9 avril dans l'air, et jusqu'à mi-avril dans les végétaux et le lait. Ces concentrations se situaient à des niveaux de 500 à plus de 1000 fois inférieurs à ceux mesurés début mai 1986 en France suite à l'accident de Tchernobyl.

Au cours du mois d'avril, les concentrations en iode 131 ont progressivement diminué au point d'être difficilement détectables à partir de début mai. Le césium 137 restait mesurable dans l'air début mai, à des concentrations extrêmement faibles (de l'ordre de 0,01 mBq/m³).

A aucun moment, les concentrations en radionucléides d'origine artificielle (iode 131 et césium 134 et 137) mesurées dans les différents compartiments de l'environnement en France métropolitaine et dans les DOM-COM, n'ont présenté un risque environnemental ou sanitaire.

L'Institut poursuivra une analyse scientifique des nombreuses données recueillies dans le cadre de cette surveillance renforcée, afin de préciser les connaissances sur la dispersion atmosphérique et les transferts environnementaux des polluants radioactifs rejetés lors de l'accident de Fukushima. Ce travail sera rendu public et permettra à la communauté scientifique nationale et internationale de bénéficier de l'expertise et de la connaissance acquise lors de cet événement.

Annexe 1 : activités en iode 131 (en mBq/m³) mesurées dans les aérosols recueillis à 2 stations de surveillance en tenant compte de la durée de prélèvement (longueur des barres dans les graphiques)



Les valeurs sont présentées par des barres horizontales dont la longueur correspond à la durée de prélèvement. Cette durée est variable d'une station de surveillance à l'autre (entre 12h et quelques jours) en fonction d'impératifs techniques, logistiques ou d'optimisation du plan de surveillance renforcée (les niveaux de concentration attendus étant très bas, il était justifié de prélever sur des périodes longues). En l'absence d'éléments permettant d'attribuer l'activité mesurée sur le prélèvement à un moment particulier de la période de collecte, la concentration indiquée correspond à une valeur moyenne sur cette période. Ce choix ne conduit pas à minimiser le risque, quelle que soit la concentration, car les doses reçues dépendent des concentrations intégrées sur la durée d'exposition, et non de la concentration à un instant donné.