

SURVEILLANCE DES AEROSOLS ATMOSPHERIQUES : QUELLES AVANCEES AUTOUR DU RESEAU OPERA-AIR 80 DE L'IRSN ?

Malvina ARTUFEL¹, Magali BEGUIN LEPRIEUR², Donato D'AMICO¹, Vincent MECHENET², Maxime MORIN², Michaël PETITFRERE², Romain VIDAL¹

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

¹PSE-ENV/SAME/LMN

²PSE-ENV/SIRSE/LSE

31, rue de l'Ecluse

BP 40035

78116 LE VESINET cedex

La surveillance radiologique du compartiment atmosphérique a été initiée à l'origine en France pour mesurer les retombées radioactives des essais nucléaires atmosphériques réalisés dans l'hémisphère nord, principalement par les Etats-Unis et l'Union Soviétique. À partir des années 1970, avec le développement du parc électronucléaire français, ce dispositif a évolué vers un ensemble de stations de prélèvement d'aérosols réparties sur le territoire national, en privilégiant l'environnement proche des principaux sites nucléaires. L'accident de Tchernobyl en 1986 a conduit à renforcer le rôle d'alerte de la surveillance radiologique, ce qui s'est notamment traduit en France par le développement dans les années 90 du réseau TELERAY, dédié à la mesure en temps réel du débit de dose équivalent de dose gamma ambiant.

La diminution progressive des rejets des installations nucléaires dans l'environnement a amené l'IRSN à revoir sa stratégie de surveillance par prélèvements en vue de l'adapter à l'évolution des niveaux ambiants et d'en améliorer les performances (réduire le nombre de résultats de mesures en limite de détection). Ces réflexions menées à partir des années 2000 ont notamment concerné la surveillance des aérosols dont le réseau, issu de l'héritage de l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) et de l'Office de protection des rayonnements ionisants (OPRI), était vieillissant.

1. Amélioration des performances des dispositifs de prélèvement

Les premières stations de prélèvement d'aérosols avaient été mises en œuvre dès la fin des années 50 par le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) et le Commissariat à l'énergie atomique (CEA). De cette organisation historique, l'IRSN a hérité d'un réseau de préleveurs à « bas débit » (70 stations), déployées par le SCPRI puis par l'OPRI, assurant une surveillance à proximité et à distance des installations nucléaires, et d'un réseau de préleveurs à « grand débit » (8 stations), développés par l'IPSN, dédiés principalement à des études et à la détermination du bruit de fond à distance des installations. En 2009, l'ensemble du réseau aérosols de l'IRSN comptait 78 stations, dont 15 stations de référence placées hors influence des INB, 29 stations localisées à proximité des centres urbains et industriels (dont 4 en outre-mer) et 34 stations situées à proximité des installations nucléaires.

Après une première phase d'optimisation en 2010 ayant entraîné l'arrêt des 7 stations de référence à bas débit, l'obsolescence du matériel a conduit l'IRSN à engagé une réflexion sur son renouvellement. Pour le renouvellement de ce réseau, l'IRSN s'est orienté vers un préleveur dimensionné pour un débit nominal de 80 m³/h modulable et régulé disposant

d'une voie iode séparée. Des systèmes de chauffage ont également été installés sur les deux voies de prélèvement afin d'éviter le gel à la surface du filtre, de limiter le colmatage du filtre et de réguler l'humidité relative de la voie iode.

La taille et les caractéristiques du filtre ont été adaptées au volume du débit, à la fréquence de prélèvement (hebdomadaire) et à la mesure. Ainsi, le filtre choisi est un filtre polypropylène de 130 mm de diamètre présentant de bonnes propriétés de filtration et une très faible perte de charge. Il est exempt de tout radionucléide et notamment de potassium 40 afin de limiter son bruit de fond intrinsèque. Il possède en outre l'avantage de pouvoir être dissous ou minéralisé.

Le renouvellement du matériel a également donné lieu à une réflexion sur le redéploiement du réseau baptisé « OPERA-Air 80 ». Au 1^{er} janvier 2019, 37 préleveurs sur les 40 prévus ont été installés.

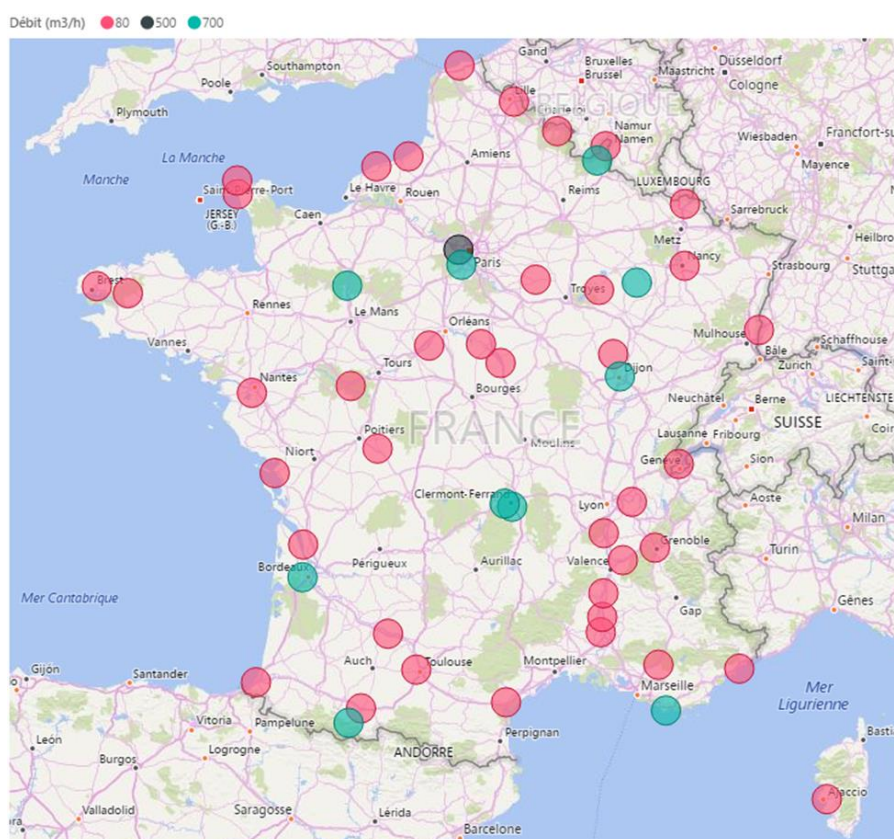


Figure 1 : Le réseau de surveillance des aérosols en France métropolitaine de l'IRSN

2. Amélioration des performances météorologiques et stratégie de mesure

D'un prélèvement quotidien sur les anciennes stations bas débit, l'IRSN est passé à un prélèvement hebdomadaire sur ses nouvelles stations, représentant un volume filtré théorique de 13 440 m³ contre 192 m³ auparavant. Chaque prélèvement est mesuré individuellement par spectrométrie gamma. Pour quelques cas particuliers où le taux d'encrassement est important, il est nécessaire de réaliser un remplacement bihebdomadaire et la mesure est réalisée sur le regroupement des deux filtres. Actuellement, compte tenu des capacités météorologiques de l'IRSN, la durée de mesure en routine est de

6 heures (avec possibilité de mesure 24 heures sur détecteur équipé de dispositif anti-cosmique). Seuls les filtres de la station située à proximité de l'usine de retraitement de La Hague font l'objet d'un comptage systématique de 24 heures sur spectromètre gamma équipé d'un système anti-cosmique afin de suivre les rejets en iode 129.

Le choix de la géométrie de comptage des prélèvements d'aérosols est un facteur déterminant pour l'amélioration des performances de détection des radionucléides : il a donc été décidé depuis le 1^{er} janvier 2018 de compacter les filtres de 130 mm pour les faire tenir dans des boîtes en plastique de 42,2 mm, qui correspond à un diamètre inférieur au diamètre des détecteurs.

Cette stratégie de prélèvement et de mesure et les performances métrologiques associées ont permis à l'IRSN d'abaisser d'environ un facteur 10 ses seuils de décision par rapport aux anciennes stations bas débit.

Tableau 1 : Ordres de grandeur des seuils de décision obtenus par l'IRSN pour les mesures en spectrométrie gamma des prélèvements d'aérosols des stations 80 m³/h.

| Volume prélevé Durée du prélèvement théorique | Géométrie | Type de détecteur | Durée de la mesure (h) | Seuil de décision (en micro Bq/m ³) pour | | |
|--|------------------------|-------------------|------------------------|--|------------|---------------|
| | | | | Cs-137 (1) | Ru-106 (1) | I-131 (1) (2) |
| 1920 m ³ 1 jour | Filtre 130 mm | Classique | 24 | 18 à 29 | 160 à 240 | 24 à 40 |
| | | Anti cosmique | 24 | 6,6 à 13 | 56 à 120 | 9,8 à 17 |
| | | Anti cosmique | 133,33 | 2,8 à 5,4 | 24 à 47 | 3,8 à 8 |
| 1920 m ³ 1 jour | Filtre 130 mm compacté | Classique | 24 | 11 à 13 | 84 à 105 | 12 à 18 |
| | | Anti cosmique | 24 | 3,3 à 6,4 | 30 à 98 | 6 à 12 |
| | | Anti cosmique | 133,33 | 1,4 à 2,8 | 16 à 42 | 2,4 à 4,1 |
| 13440 m ³ 7 jours | Filtre 130 mm | Classique | 6 | 5,1 à 8,1 | 44 à 68 | 9 à 15 |
| | | Anti cosmique | 24 | 0,94 à 1,8 | 8 à 16 | 1,6 à 3,5 |
| | | Anti cosmique | 133,33 | 0,40 à 0,77 | 3,4 à 6,6 | 0,70 à 1,5 |
| 13440 m ³ 7 jours | Filtre 130 mm compacté | Classique | 6 | 2,9 à 3,6 | 24 à 30 | 4,4 à 6,4 |
| | | Classique | 24 | 1,5 à 1,8 | 12 à 15 | 2,2 à 3,2 |
| | | Anti cosmique | 24 | 0,47 à 0,91 | 4,2 à 14 | 0,9 à 2,2 |
| | | Anti cosmique | 133,33 | 0,20 à 0,39 | 2,2 à 5,9 | 0,38 à 0,85 |

(1) Tous les seuils de décision ont été estimés en observant les résultats des mesures réalisées sur les prélèvements d'aérosols depuis janvier 2013 et en recherchant dans quel intervalle se situait la majorité des seuils de décision.

(2) Les SD pour la mesure de l'iode 131 ont été estimés en supposant que les mesures ont été réalisées 3 jours après la date de fin de prélèvement et elles sont ramenées à la date de mi-prélèvement.

3. Contribution à la surveillance du compartiment atmosphérique

Les capacités actuelles de l'IRSN le rendent capable de suivre le fonctionnement normal des installations nucléaires et leurs rejets chroniques, comme c'est le cas avec l'iode 129 émis par l'usine de retraitement de La Hague, ou de détecter des événements de faible ampleur. L'IRSN a ainsi observé en 2018 des activités significatives en cobalt 58 et en cobalt 60 respectivement à proximité des CNPE de Gravelines et de Cattenom. Une activité ponctuelle plus élevée de ces radionucléides artificiels a été détectée dès les mesures de routine ce qui a permis de débiter rapidement des investigations complémentaires et d'engager des

échanges avec l'exploitant sur l'origine du phénomène.

Les performances actuelles peuvent également être adaptées en cas de signalement d'évènement et ainsi renforcer la capacité de détection et d'évaluation, comme cela a été fait en 2017 après la détection de ruthénium 106 dans l'atmosphère en Europe. L'augmentation du temps de comptage et l'utilisation de détecteurs anti-cosmiques a ainsi permis de faire baisser très sensiblement les seuils de décision et de mesurer significativement du ruthénium 106 sur trois échantillons prélevés sur les stations de Nice et d'Ajaccio, où les concentrations relevées dans l'atmosphère ont été les plus fortes.

A travers différents exemples issus du suivi réalisé par l'IRSN dans le cadre du réseau OPERA-Air 80, l'objectif de la présentation sera de présenter les évolutions mises en œuvre par l'IRSN pour moderniser ce réseau et l'adapter aux niveaux actuellement mesurés dans l'environnement afin d'être en mesure de suivre le fonctionnement des installations nucléaires ou de détecter des évènements survenus en France ou à l'étranger.