



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

LE DISPOSITIF DE L'IRSN EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DU TERRITOIRE

BILAN DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA STRATEGIE ETABLIE EN 2009 ET PERSPECTIVES



MEMBRE DE

ETSON

L'EXPERT PUBLIC DES RISQUES NUCLEAIRES ET RADIOLOGIQUES

Expertiser, rechercher, protéger, anticiper, partager, telles sont les missions de l'IRSN au service des pouvoirs publics et de la population.

La singularité de l'Institut réside dans sa capacité à associer chercheurs et experts pour anticiper les questions à venir sur l'évolution et la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques.

Les femmes et les hommes de l'IRSN ont à cœur de faire connaître leurs travaux et de partager leurs savoirs avec la société. Ils contribuent ainsi à améliorer l'accès à l'information et le dialogue avec les parties prenantes.

L'Institut concourt aux politiques publiques de sûreté et sécurité nucléaires, de santé, d'environnement et de gestion de crise.

Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous la tutelle conjointe du ministre chargé de l'Environnement, du ministre de la Défense, et des ministres chargés de l'Énergie, de la Recherche et de la Santé, l'IRSN inscrit pleinement son action dans les politiques de modernisation de l'État avec sa démarche de management des risques et la mise en œuvre d'une politique globale en matière de responsabilité sociétale

Dans le cadre de ses missions, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) contribue notamment à la veille permanente en radioprotection sur le territoire national.

À cet égard, la surveillance radiologique de l'environnement, réalisée par l'IRSN, participe :

- à la vérification du fonctionnement des installations qui rejettent de la radioactivité dans l'environnement ;
- à l'analyse de l'évolution des niveaux de radioactivité – dans le temps et l'espace – et à la détection d'élévations inhabituelles de ces niveaux ;
- à l'évaluation de l'exposition des populations et des écosystèmes aux rayonnements ionisants ;
- à la mise en place de moyens susceptibles d'être mobilisés en situation d'urgence radiologique ou en situation post-accidentelle ;
- à la qualification des modèles de dispersion de la radioactivité dans l'environnement et d'évaluation de ses impacts.

Elle est assortie d'une obligation de transparence qui conduit l'Institut à publier régulièrement ses résultats de mesure et des synthèses sur l'état radiologique des territoires

L'INSTITUT
COMPTE
ENVIRON
1 816
COLLABORATEURS

parmi lesquels
de nombreux
ingénieurs,
médecins,
agronomes,
vétérinaires,
techniciens,
experts
et chercheurs.

Pour mener à bien
ses missions,
l'IRSN dispose
**D'UN BUDGET
D'ENVIRON
271 M€**

RESUME

Quelques années après sa création en 2002, l'IRSN avait réorganisé et mutualisé les activités de surveillance de la radioactivité dans l'environnement antérieurement réalisées par l'OPRI et l'IPSN. Dans son contrat d'objectif 2006-2009, il prévoyait l'engagement d'un plan de modernisation et d'optimisation de ses réseaux basé sur une stratégie actualisée. Cette stratégie a été présentée et discutée avec les principales parties intéressées en 2009¹.

Le présent document dresse le bilan des actions menées depuis lors et présente l'analyse de leurs résultats.

Il présente également une actualisation du contexte et des enjeux ainsi que les principes et objectifs constituant l'évolution de la stratégie de surveillance de l'environnement de l'IRSN en situation normale et événementielle, mise en application à partir de 2019-2020.

A cet égard, les principes qui avaient guidés la définition de la stratégie de surveillance de l'environnement de l'IRSN en 2009 - l'excellence scientifique et technique, l'indépendance, l'utilité sociale et la flexibilité - sont réaffirmés et cohérents avec la réflexion prospective « IRSN 2030 ».

De même, les objectifs techniques suivants sont poursuivis : maintien en conditions opérationnelles et optimisation des réseaux de surveillance régulière, entretien d'une culture de flexibilité et de réactivité, conservation du rôle de référent métrologique et contribution aux politiques publiques en matière sanitaire et environnementale.

En complément, de nouveaux objectifs sont définis : **transformer les constats radiologiques régionaux en étude radiologiques de sites** (INB, ICPE, stockage, naturel renforcé...), **reconfigurer la stratégie de surveillance en cas de situations singulières** (événement radiologique, crise nucléaire, crise sanitaire...), **mettre en place les outils numériques de centralisation et d'exploitation des données** (entrepôt unique de toutes les mesures dans l'environnement, traitement de masses importantes de données,

algorithme de détection de mesures radioactives anormales, modélisation des zones influencées par les rejets des installations, ...).

Pour préparer la surveillance radiologique de demain, l'IRSN :

- continuera ses actions de recherche et développement (ex. systèmes de prélèvements passifs) et procédera périodiquement à l'adaptation de son plateau technique afin de tirer parti des dernières évolutions en matière de prélèvement et de métrologie.
- interagira avec les parties prenantes, et notamment avec la société civile, afin d'étudier et mettre en œuvre une coopération répondant à leur attente et au bénéfice des deux parties.
- poursuivra les travaux engagés dans la centralisation et l'exploitation des données de l'environnement en s'appuyant notamment sur des processus automatisés (appui de l'IA) pour orienter sa surveillance et contribuer aux études radiologiques de sites.

La surveillance de l'environnement de l'IRSN contribuera également au 4^{ème} Plan national Santé-Environnement et à l'un de ses objectifs visant à « mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé » (via « green data hub ») ainsi qu'aux études sur la composante radiologique de l'exposome, notamment par la mise à disposition de ses bases de données relatives à l'état radiologique du territoire.

Ce rapport matérialise l'engagement pris par l'IRSN dans son Contrat d'Objectif et de Performance 2019-2023 (jalon 30) d'actualiser sa stratégie de surveillance radiologique du territoire en situation normale et événementielle.

¹ Conseil d'Administration de l'IRSN [CA], Comité d'Orientation de l'Expertise Nucléaire de Défense de l'IRSN [CODEND], Autorité de

Sûreté Nucléaire [ASN], Haut-Comité pour la Transparence et la Sécurité Nucléaire [HCTISN]

SOMMAIRE

1. CHAPITRE 1 - RAPPEL DES ELEMENTS DE STRATEGIE DEFINIS EN 2009.....	6
1.1 LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE L'IRSN EN 2009	6
1.2 PRENDRE EN COMPTE L'EVOLUTION DU CONTEXTE	7
1.3 LES QUATRE PRINCIPES DIRECTEURS DEFINIS EN 2009	7
1.4 LES AXES STRATEGIQUES DE LA MODERNISATION ET DU REDEPLOIEMENT DE LA SURVEILLANCE DEFINIS EN 2009	8
2. CHAPITRE 2 - BILAN DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA STRATEGIE DEFINIE EN 2009	9
2.1 MODERNISATION DES RESEAUX.....	9
— Surveillance du milieu atmosphérique	9
— Surveillance des denrées alimentaires.....	28
2.2 BILAN DE LA SURVEILLANCE <i>AD HOC</i>	32
— Constats radiologiques régionaux.....	32
— Surveillance renforcée après l'accident de Fukushima.....	33
— Surveillance radiologique des eaux destinées à la consommation humaine	34
— Surveillance du milieu marin	35
— Surveillance du tritium dans l'environnement.....	36
2.3 RETOUR SUR LES OBJECTIFS STRATEGIQUES DEFINIS EN 2009.....	37
— Orienter la surveillance de l'environnement vers la protection des populations	37
— Tenir à jour des référentiels sur la radioactivité dans l'environnement en développant les constats radiologiques régionaux	37
— Moderniser et redéployer	37
— Mettre en place une surveillance plus flexible.....	38
— Développer des partenariats nationaux ou locaux.....	39
— Limiter le coût du développement et de l'entretien des dispositifs de surveillance	39
— Améliorer l'appropriation et la compréhension par le public des résultats de la surveillance de l'environnement	40
3. CHAPITRE 3 - ELEMENTS DE CONTEXTE ACTUALISES	41
3.1 CONTEXTE INDUSTRIEL.....	41
3.2 POLITIQUES PUBLIQUES	41
— Prévention des risques	41
— Protection des milieux.....	42
— Transparence.....	42
— Modernisation de l'action publique.....	43
3.3 SCIENCES ET TECHNIQUES	43
4. CHAPITRE 4 - ACTUALISATION DE LA STRATEGIE	45
4.1 LES PRINCIPES	45
4.2 LES OBJECTIFS TECHNIQUES	45
— PRESERVER	45
— FAIRE EVOLUER	47

CHAPITRE 1 - RAPPEL DES ELEMENTS DE STRATEGIE DEFINIS EN 2009

La stratégie définie en 2009 par l'IRSN était fondée sur un examen préalable des pratiques et réseaux existants et sur une analyse du contexte. Elle se déclinait en principes directeurs et en axes stratégiques pour la modernisation et le redéploiement des moyens de la surveillance du territoire. Elle distinguait l'évolution de la surveillance déployée à proximité des installations nucléaires de celle des territoires non soumis à l'influence des rejets des activités nucléaires. Les termes de cette stratégie sont rappelés ci-après².

1.1 LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE L'IRSN EN 2009

Les dispositifs de surveillance de la radioactivité de l'environnement exploités en 2009 par l'IRSN étaient le fruit de développements initiés dans les années 50 par le SCPRI et poursuivis depuis 1994 par l'OPRI, jusqu'à la création de l'IRSN en 2002. Au départ, la mise en place d'une surveillance radiologique du territoire visait à mesurer les retombées radioactives des essais nucléaires atmosphériques réalisés dans l'hémisphère nord. A partir des années 70, avec le développement du parc électronucléaire français, ce dispositif a évolué vers un ensemble de stations de prélèvement et de mesure ayant un rôle de « sentinelle », réparties sur l'ensemble du territoire national, en privilégiant l'environnement proche des principaux sites nucléaires. Enfin, l'accident de Tchernobyl survenu en 1986 a conduit à renforcer le rôle d'alerte de la surveillance radiologique, principalement au travers du développement du réseau TELERAY mis en place dans les années 90 pour mesurer en temps réel le débit de dose gamma ambiant.

Ainsi, le dispositif de surveillance de la radioactivité dans l'environnement mis en œuvre à cette époque par l'IRSN, fondé sur le même principe que celui retenu par la plupart des pays nucléarisés, distinguait :

- **des réseaux de prélèvement régulier d'échantillons** qui fournissaient des prélèvements de natures variées sur lesquels étaient pratiquées *a posteriori* des analyses de radioactivité en laboratoire. La grande majorité de ces échantillons (78 %) provenait du réseau de prélèvement d'aérosols par filtration de l'air ambiant (stations dites « AS »). Les autres types de prélèvements concernaient des matrices variées, avec une prédominance des analyses pour le milieu aquatique superficiel. La collecte de ces échantillons était assurée en partie par des correspondants locaux (Météo-France, exploitants nucléaires, services déconcentrés de l'Etat, ...);
- **des réseaux automatisés de télésurveillance** en continu de l'air et des eaux superficielles. Le principal réseau (TELERAY), dédié à l'atmosphère, comportait une fonction d'alerte en cas d'élévation inhabituelle de la radioactivité mesurée. En 2008, il était constitué de 158 balises réparties sur le territoire métropolitain, auxquelles s'ajoutaient 6 balises dans les DOM-TOM.

En complément de cette surveillance permanente de la radioactivité, l'IRSN, et avant lui l'IPSN, menait depuis de nombreuses années des études radioécologiques aussi bien dans l'environnement des sites nucléaires que dans des territoires non soumis à l'influence directe des installations. Ces études avaient pour objectifs de caractériser aussi précisément que possible l'état radiologique des milieux, d'expliquer l'origine et le devenir des radionucléides décelés, ainsi que, pour certaines d'entre elles, d'évaluer les doses reçues par les personnes susceptibles d'être exposées. Elles étaient conduites dans le cadre soit de programmes de recherche en radioécologie initiés par l'Institut afin de développer les connaissances sur l'état radiologique de l'environnement, soit d'expertises menées à la demande d'exploitants ou des autorités.

Avec la création de l'IRSN en 2002, c'est très naturellement qu'est apparue la nécessité pour l'Institut de réfléchir globalement aux perspectives de ces activités d'étude et de surveillance de la radioactivité de l'environnement, en examinant à la fois la question du vieillissement de certains des équipements (en particulier TELERAY), celle de l'évolution des techniques et des contextes, en particulier les relations de l'IRSN avec différents acteurs associés à ces activités, celle des besoins nouveaux propres à conforter la capacité d'expertise de l'IRSN, notamment en situation de crise mais aussi en considérant l'évolution depuis plus de 40 ans de l'état radiologique de l'environnement.

² Les § 2.1 à 2.6 sont extraits du document intitulé « Le dispositif de l'IRSN en matière de surveillance radiologique du territoire, situation actuelle et stratégie d'évolution », base de la présentation faite le 8 septembre 2009 au collège de l'ASN (réf. DEI 2009-03).

1.2 PRENDRE EN COMPTE L'ÉVOLUTION DU CONTEXTE

L'analyse faite en 2009 de l'évolution du contexte dans lequel l'IRSN exerçait sa mission de surveillance radiologique de l'environnement a conduit à souligner plusieurs facteurs devant être considérés pour la poursuite des activités concourant à cette mission :

- la diminution des niveaux de radioactivité d'origine artificielle dans l'environnement, due à la réduction globale des rejets des installations et à la décroissance radioactive des produits introduits dans l'environnement lors des essais nucléaires atmosphériques ou lors d'accidents nucléaires ;
- le développement de la diffusion des résultats de surveillance à un public de plus en plus large et attentif, nécessitant un contenu informatif et explicatif pertinent (par exemple ne pas se contenter de rendre compte que les valeurs sont en dessous des limites de détection) ;
- le besoin, en conséquence, de pouvoir mesurer la radioactivité de l'environnement à des niveaux très bas ou sur des indicateurs spécifiques, avec des moyens métrologiques aux performances accrues, tout en veillant à maîtriser les coûts de la surveillance ;
- les évolutions technologiques en matière de détection des rayonnements, de (télé)transmission du signal et de localisation géographique, sans omettre les développements d'outils numériques de modélisation de plus en plus performants, aidant à interpréter les résultats de surveillance ;
- la nécessité de mieux intégrer la surveillance de la radioactivité de l'environnement et les capacités techniques associées dans la démarche d'expertise des conséquences accidentelles et post-accidentelles provoquées par des activités nucléaires ;
- le nombre croissant d'acteurs, partenaires possibles de l'IRSN, aujourd'hui impliqués à divers titres dans des actions de surveillance radiologique de l'environnement, en lien avec une demande de la société d'un plus grand pluralisme des sources de mesure ;
- la demande forte, exprimée par de multiples parties prenantes, d'une plus grande transparence sur l'exercice des activités de surveillance radiologique de l'environnement et, pour certaines d'entre elles, d'y être plus étroitement associées, afin que soit mieux prise en compte leur perception des risques nucléaires et radiologiques ;
- l'état des dispositifs déployés par d'autres pays, notamment européens et leurs évolutions.

1.3 LES QUATRE PRINCIPES DIRECTEURS DEFINIS EN 2009

Compte tenu de l'analyse de l'évolution du contexte faite en 2009, l'IRSN a poursuivi ses réflexions et ses développements techniques, en s'appuyant sur les quatre principes directeurs suivants :

- **assurer une surveillance fondée sur la recherche de l'excellence scientifique et technique** : considérant que l'IRSN doit rester une référence au plan national et international dans le domaine de l'évaluation des risques radiologiques et nucléaires, l'Institut doit s'attacher à produire des résultats de surveillance dont la pertinence est reconnue, c'est-à-dire des résultats techniquement indiscutables, scientifiquement représentatifs et qui permettent d'atteindre les objectifs scientifiques et techniques de cette surveillance ; la mise en œuvre de ce principe implique notamment la poursuite des échanges scientifiques et techniques avec les organismes homologues à l'étranger, dans une démarche partagée d'amélioration de l'état de l'art ;
- **garantir l'indépendance des activités de surveillance menées par l'IRSN** : il importe que les conditions de réalisation de la surveillance, que ce soit pour l'exploitation des dispositifs techniques ou lors de l'interprétation et de la diffusion des résultats, assurent à la fois l'indépendance technique de l'IRSN vis-à-vis des opérateurs nucléaires, grâce à une capacité de prélèvement et de mesure sous sa maîtrise directe, et aussi une indépendance reconnue de l'ensemble de la démarche de surveillance, garantissant l'absence d'influence ou de biais pouvant rendre contestables les conclusions tirées de cette surveillance ;
- **renforcer l'utilité sociétale de la surveillance radiologique du territoire** : tout d'abord, l'IRSN a l'intention d'ouvrir davantage ses activités de surveillance aux acteurs des territoires, le plus en amont possible et à toutes les étapes de la surveillance, afin, d'une part, d'ajuster la démarche de surveillance aux spécificités territoriales et, d'autre part, de contribuer à une meilleure compréhension et appropriation des résultats de la surveillance par le public. En outre, la conception même du dispositif de surveillance doit prendre davantage en compte les attentes de nos concitoyens : la surveillance doit être mise en œuvre de façon à permettre d'établir un lien aussi direct que possible avec les attentes de la société, qui portent davantage sur la compréhension de l'impact radiologique des radionucléides présents dans l'environnement que sur des résultats de mesure « désincarnés » ;
- **développer la flexibilité du dispositif de surveillance** : au-delà de la démarche traditionnelle d'observation régulière de la radioactivité en des points fixes, permettant d'assurer la continuité des chroniques de mesure, il

importe que l'IRSN puisse modifier rapidement le profil de ses programmes de surveillance, soit à la suite d'événements ou d'incidents imprévus, soit pour approfondir les investigations permettant de mieux caractériser une situation particulière (étude de marquages anciens, questionnement sur un territoire, un milieu, etc.).

1.4 LES AXES STRATEGIQUES DE LA MODERNISATION ET DU REDEPLOIEMENT DE LA SURVEILLANCE DEFINIS EN 2009

Sur la base de l'analyse du contexte faite en 2009 et des quatre principes directeurs définis en conséquence, l'IRSN a défini un programme de modernisation et de redéploiement de ses dispositifs et modalités de surveillance selon les axes stratégiques suivants :

1. une orientation plus marquée du dispositif de surveillance générale du territoire vers la protection des populations et les composantes les plus sensibles de l'environnement et de l'économie (agriculture notamment), plutôt que vers le suivi du voisinage des sources de rejet (sauf pour la détection des rejets accidentels) ;
2. le maintien à jour de la connaissance sur l'état radiologique de l'environnement, en systématisant la réalisation périodique de constats radiologiques régionaux ; il s'agissait de disposer d'états radiologiques de référence représentatifs des différentes parties du territoire et leurs composantes (air, eaux, sols et cultures), en veillant à associer des acteurs et parties prenantes locaux pour à la fois discuter des plans de prélèvements et de mesures et analyses à mettre en œuvre, mais également pour contribuer à la réalisation opérationnelle de ces constats ;
3. la modernisation et le redéploiement de l'ensemble des réseaux de surveillance à la fois autour des sites nucléaires et sur l'ensemble du territoire national, notamment afin de traiter l'obsolescence de certains équipements due à leur ancienneté et d'améliorer une couverture optimale du territoire en situation de contamination accidentelle. Cette modernisation concernait les dispositifs de prélèvement et de mesurage ainsi que la sécurisation de la transmission des données de télésurveillance et de leur archivage ;
4. la mise en place d'une surveillance plus flexible, ce qui concerne aussi bien les équipements que les personnels appelés à les exploiter ou à les maintenir. Considérée comme l'un des critères d'adaptabilité et de réactivité de l'Institut, elle visait à doter l'IRSN d'une capacité :
 - à faire face à des situations imprévues de pollution radioactive exigeant rapidement une évaluation, notamment en cas de crise environnementale ou de situation post-accidentelle ;
 - à mettre en place des dispositifs de surveillance dans le cadre d'opérations programmées, périodiques ou non, permettant de compléter et d'actualiser la connaissance de l'état radiologique de l'environnement, d'expliquer les éventuels marquages de l'environnement décelés au voisinage des activités nucléaires actuelles ou passées et, le cas échéant, à investiguer des situations jugées inhabituelles ou anormales afin d'en évaluer l'impact réel ;
5. le développement de partenariats, locaux ou nationaux, avec des organismes pouvant apporter un concours à l'IRSN, en vue d'optimiser et, s'il y avait lieu, de mutualiser certaines activités de surveillance ;
6. la limitation du coût du développement et d'exploitation des dispositifs de surveillance radiologique de l'environnement, en ajustant à la baisse la charge de prélèvements quotidiens, l'expérience montrant que certains n'étaient plus pertinents ni justifiés, au profit d'une démarche plus qualitative et flexible, notamment à l'occasion des constats radiologiques régionaux ;
7. l'amélioration de l'appropriation et de la compréhension, par le public, des résultats de la surveillance menée par l'IRSN et de l'interprétation qu'on peut en faire, en poursuivant le développement de la mise à disposition du public des résultats de la surveillance et des études radioécologiques, notamment sur internet (site IRSN, RNM, sites partenaires), mais aussi en développant le dialogue avec les acteurs locaux sur la restitution des résultats.

CHAPITRE 2 - BILAN DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA STRATEGIE DEFINIE EN 2009

Le présent chapitre présente le bilan des actions menées par l'IRSN depuis 2009 au regard de la stratégie définie à cette époque. Il détaille le résultat de ses actions en matière de modernisation des réseaux de surveillance (§ 2.1) et de surveillance ad'hoc (§ 2.2) puis les met en perspective des objectifs stratégiques assignés en 2009 (§ 2.3).

2.1 MODERNISATION DES RESEAUX

La modernisation des réseaux de surveillance prévue en 2009 visait principalement la surveillance atmosphérique (stations de prélèvement d'aérosols, réseau Téléray) et la surveillance alimentaire (avec la mise en place d'un partenariat avec la DGAL et la DGCCRF). La modernisation prévue pour la surveillance du compartiment aquatique restait modeste.

— Surveillance du milieu atmosphérique

Réseau de surveillance des aérosols OPERA-AIR

Une partie de la radioactivité rejetée dans l'atmosphère par les installations nucléaires (en situation normale comme en situation accidentelle) se trouve sous forme de gaz, l'autre, sous forme de particules. Ces dernières, transportées par les vents, peuvent être interceptées sur des filtres prélevés manuellement à des fréquences plus ou moins élevées, puis mesurées en laboratoire. Compte tenu des délais liés à la fréquence de collecte des filtres, à leur acheminement vers les laboratoires et aux méthodes d'analyse, ce type de système ne permet pas la détection immédiate d'un évènement anormal. Mais il peut être très important pour une évaluation a posteriori des quantités de radioactivité dans l'atmosphère et des expositions résultant de l'inhalation de particules radioactives.

Au début de l'année 2009, le réseau de surveillance des aérosols de l'IRSN était composé de stations de prélèvement héritées de l'OPRI, dénommées « stations AS », et de stations de prélèvement issues du réseau des stations d'étude « Opéra-Air » de l'IPSN.

Les premières, au nombre de 70 et dotées d'une capacité de prélèvement limitées (10 m³/h environ), étaient disposées sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les DOM-TOM, selon une double logique :

- une station auprès de chaque installation nucléaire pour surveiller plus spécifiquement les rejets de celles-ci (soit 34 en France métropolitaine) ;
- des stations réparties de manière aussi homogène que possible sur l'ensemble du territoire (32 en France métropolitaine et 4 en outre-mer), de préférence à proximité de centres urbains afin d'être en mesure d'évaluer les éventuelles conséquences d'un accident survenant à distance d'une installation nucléaire.

Les secondes, au nombre de 9 et dotées d'une capacité de prélèvement supérieures (300 m³/h), étaient toutes installées à distance d'installations nucléaires. Associées à une métrologie performante, elles permettaient de caractériser le bruit de fond radiologique des différents radionucléides naturels et artificiels recherchés dans des environnements non directement impactés par les rejets d'une installation, la connaissance de ce bruit de fond permettant d'évaluer les niveaux de radioactivité susceptibles de résulter de rejets réalisés dans le cadre du fonctionnement normal des installations et ceux découlant de situations accidentelles.

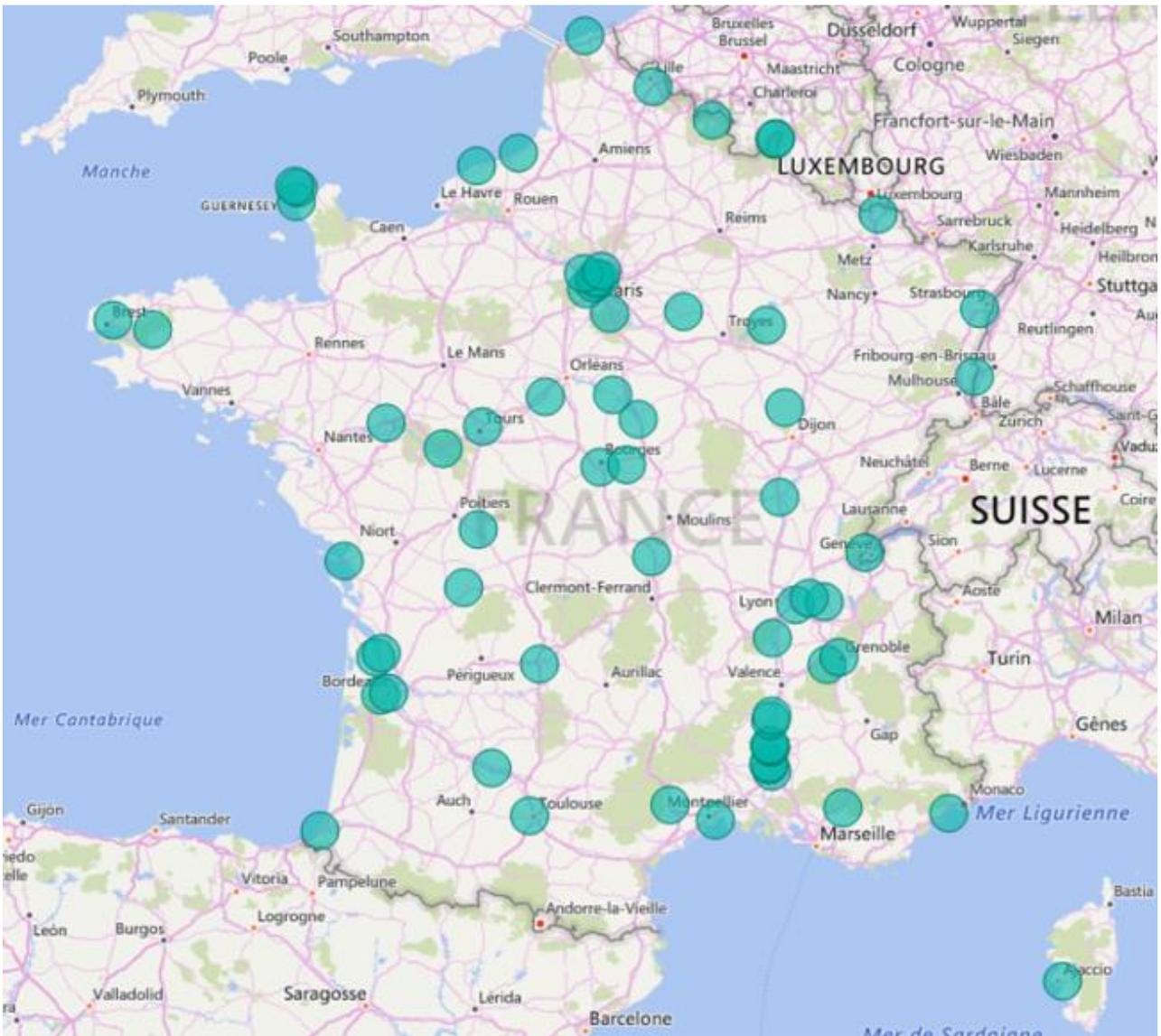


Figure 1 : Points d'implantation des stations AS et GD de l'IRSN en 2009



Figure 2. Stations AS (à gauche) et 300 m³/h (à droite)

Le réseau des stations AS présentait l'avantage d'une robustesse éprouvée et, de par la simplicité des protocoles d'analyses associés³, permettait des mesures fréquentes (une toutes les 24 heures). Pour les stations situées à proximité des installations nucléaires, il fournissait des résultats susceptibles d'être comparés directement à ceux des exploitants, ces derniers mettant en œuvre le même type de protocoles. Il présentait toutefois quelques limitations :

- la haute fréquence de prélèvement n'était pas réellement synonyme de réactivité dans la mesure où, pour de faibles dépassements de seuils (β), qui ne pouvaient être détectés que cinq jours après la fin du prélèvement⁴, il convenait d'engager de nouvelles mesures, générant à leur tour des délais. De fait, la question d'une mesure γ directe, sans passer par une étape préalable de mesure d'un indice β était posée ;
- si l'indice β constituait un bon outil pour le suivi global des tirs nucléaires atmosphériques (objet initial de la mise en place du réseau des stations AS à partir de 1961) et s'il a permis de tracer le passage des poussières radioactives résultant de l'accident de Tchernobyl, il n'a pas fourni d'information directement utilisable pour l'évaluation de l'impact aux populations résultant des activités nucléaires en France ;
- compte tenu des fluctuations naturelles de l'indice β et de son caractère non spécifique, il ne permettait pas la détection d'événement de faible ampleur (incidents mineurs à proximité des installations ou accidents survenant à plus grande distance).

Considérant par ailleurs que les exploitants disposaient eux-mêmes de stations du même type positionnées en plusieurs endroits autour de leurs installations et que les procédures de prélèvement et d'analyse pouvaient être adaptées en cas de signalement d'incident ou d'accident, l'IRSN s'est tourné vers la mesure directe des radionucléides au moyen de la mesure systématique des filtres par spectrométrie γ . Pour atteindre les performances analytiques requises dans cet objectif, il devait à la fois :

- accroître les quantités de particules prélevées ;
- utiliser des méthodes spectrométriques performantes.

Pour ce faire, il a :

- progressivement remplacé les stations AS par des stations au débit d'aspiration plus élevé (80 m³/h, stations dites « moyen débit » (MD)) ;
- allonger la fréquence de collecte (pour converger in fine vers le principe d'un prélèvement hebdomadaire unique) ;
- fait évoluer ses méthodes et équipements de mesure par spectrométrie gamma pour abaisser les limites de détection. Il a ainsi augmenté les temps de comptage sur les équipements existants, testé l'apport de dispositifs anti-cosmiques, procédé au compactage de filtres⁵...

Grâce à ces modifications, les performances de détection du réseau MD ont été accrues en fonctionnement ordinaire de près d'un facteur 10 par rapport à celles du réseau AS (passant, pour la détection du ¹³⁷Cs, de seuils de décision de l'ordre d'une centaine de $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ à des seuils de décision de l'ordre de la dizaine de $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$). La mise en œuvre des techniques de compaction des filtres, de mesure (24 heures) avec des spectromètres équipés de systèmes anti-cosmiques et/ou le traitement des données par cumul de spectres permet de réduire encore ces seuils pour atteindre des valeurs de l'ordre de 1 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; c'est-à-dire, de s'approcher des performances de l'ancien réseau « Opéra-Air » et, par exemple, de détecter de temps à autres, des radionucléides issus des rejets normaux des CNPE (ce qui n'était pas possible avant ces évolutions)⁶. Ce sont d'ailleurs les stations MD installées en Corse et dans le Sud de la France qui ont permis de détecter au début du mois d'octobre 2017, en des quantités extrêmement faibles (de l'ordre de la dizaine de $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$), du ruthénium 106 en provenance de l'Est de l'Europe.

Pour permettre aux stations de l'ancien réseau Opéra-Air de conserver leur capacité à mesurer le bruit de fond radiologique dans un contexte d'abaissement global du niveau des rejets et de réduction lente des activités environnementales résultant des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl, celles-ci ont également été progressivement remplacées par des modèles de plus grande capacité de prélèvement (700 m³/h, dites « stations à très grand débit » (TGD)). Compte tenu de son niveau de performance, la métrologie associée n'a pas été sensiblement modifiée. Les performances de l'actuel réseau TGD permettent de détecter presque systématiquement le ¹³⁷Cs ambiant (issu des retombées atmosphériques d'essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl), dans des gammes de concentration inférieures de près d'un ordre de grandeur à celles du réseau MD associé aux procédures d'analyse les plus performantes (comprises entre 0,01 et 0,1 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$).

³ Mesure de l'indice d'activité β globale deux et cinq jours après le prélèvement (cette deuxième mesure permettant de s'affranchir des descendants du radon). En cas de dépassement de seuils (associés à chaque station), des mesures par spectrométrie γ et spectrométrie α étaient réalisées.

⁴ Délai ne prenant pas en compte celui de l'acheminement postal des filtres vers les laboratoires. En pratique, en situation normale, le délai moyen de ce type d'analyse était de l'ordre d'une douzaine de jours.

⁵ Pour la surveillance des installations de l'amont du cycle du combustible (qui manipulent divers isotopes de l'uranium dont certains ne sont pas mesurables par spectrométrie γ , l'IRSN a mis au point d'autres méthodes d'analyse plus performantes (ICP-MS précédée d'étapes de minéralisation).

⁶ L'usage de ces dernières techniques n'est pas en vigueur de manière routinière mais devrait progressivement l'être.

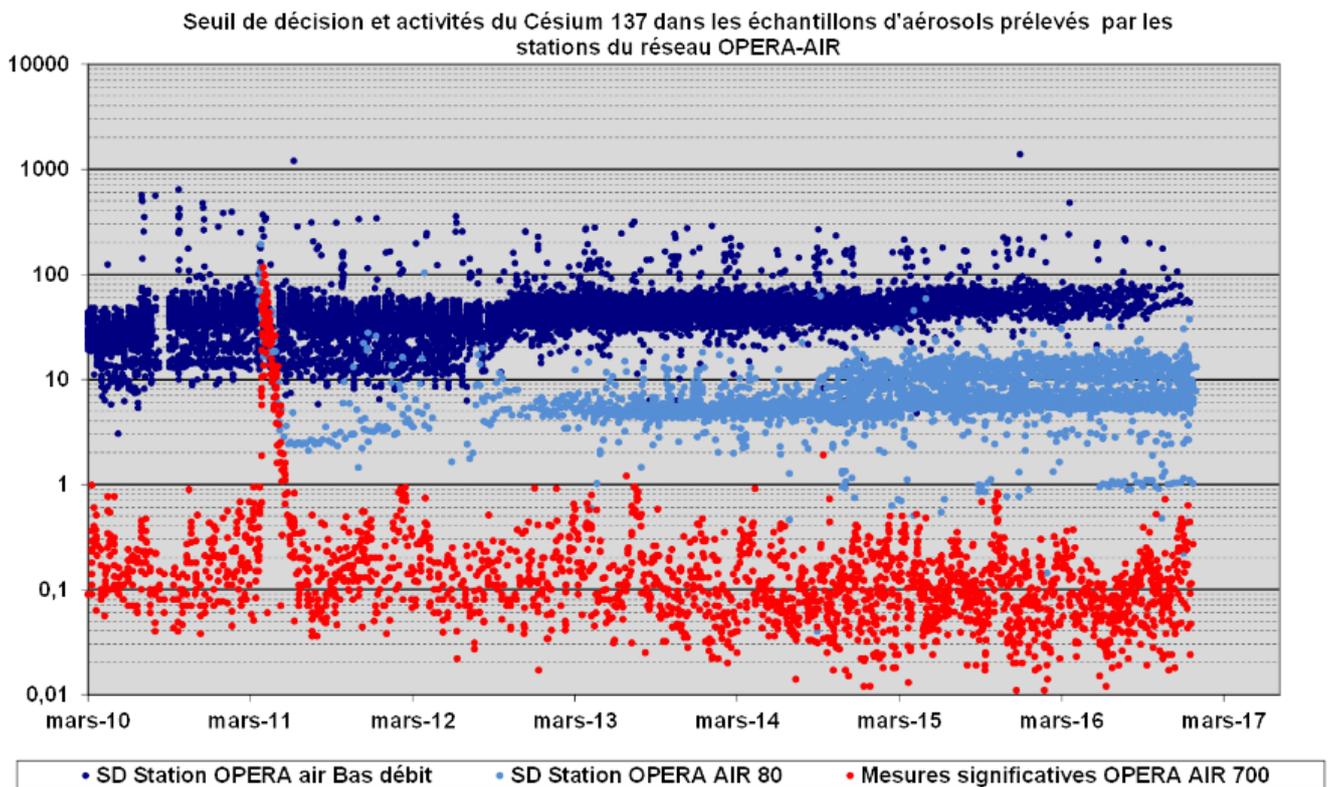


Figure 3 : Performances comparées des systèmes de prélèvement et de mesure associés aux stations 10, 80 et 700 m^3/h du réseau OPERA-AIR (en $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$).

Afin de limiter le coût global de ces évolutions, l'IRSN a réduit le nombre total de stations installées (pour passer de 70 stations AS 8 m^3/h à 40 stations OPERA-AIR 80 m^3/h). Cette réduction, qui a porté sur les stations localisées à distance des installations nucléaires, a été rendue possible grâce à l'accroissement de la sensibilité de détection (*i.e.* il est possible de détecter de très faibles quantités de radionucléides à grande distance des installations), par le repositionnement géographique de certaines d'entre-elles et par l'intégration des réseaux OPERA-AIR 80 m^3/h et OPERA-AIR Très Grand Débit (pour éviter les doublons).

Débit ● 400 m³/h ● 500 m³/h ● 700 m³/h ● 80 m³/h ● 80 m³/h (projet) ● 900 m³/h

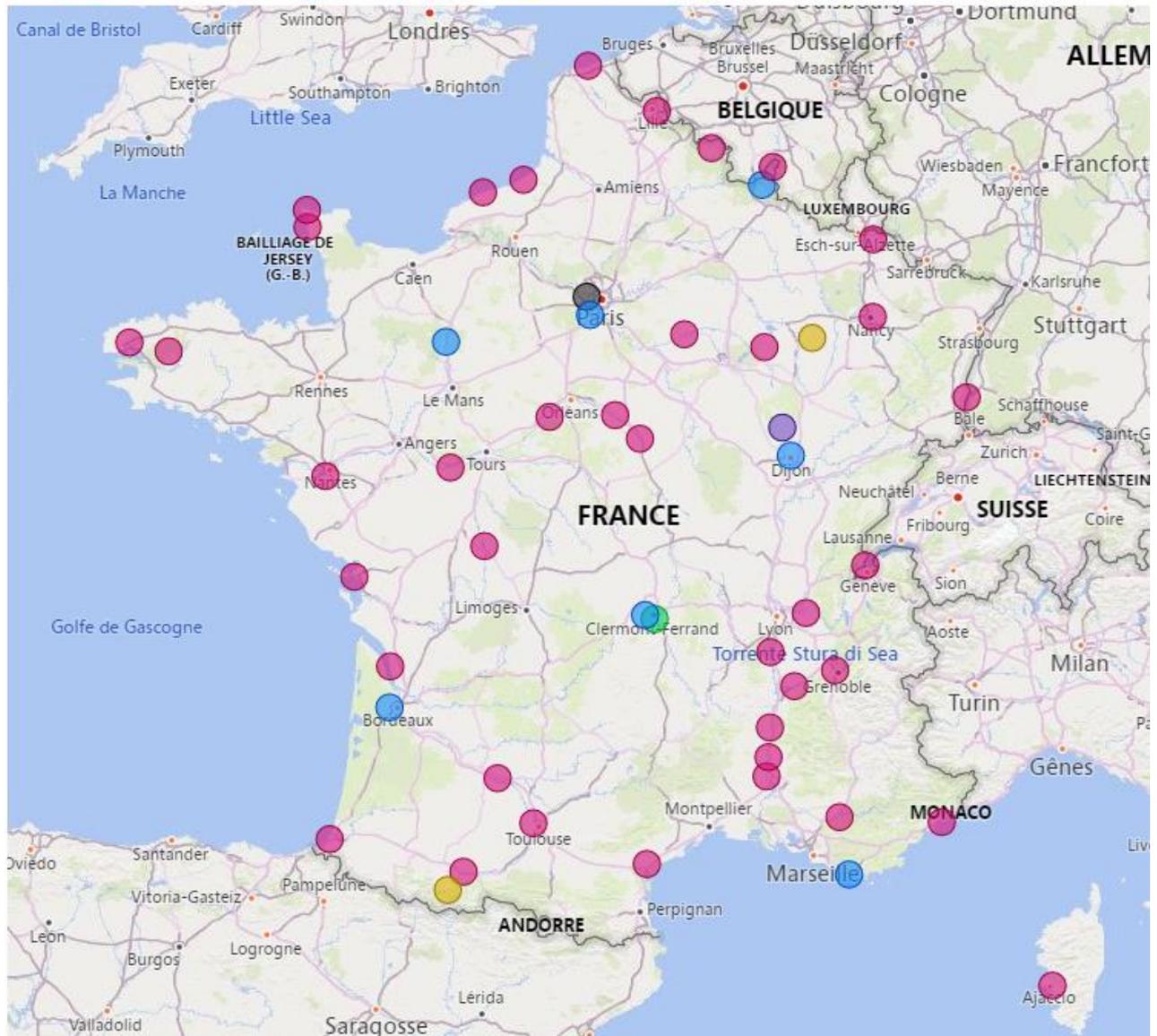


Figure 4 : Points d'implantation des stations du réseau OPERA-AIR de l'IRSN en 2021



Figure 5 : Station 80 m³/h (moyen débit) et 700 m³/h (très grand débit)

Ainsi, l'IRSN dispose aujourd'hui d'un réseau de surveillance des aérosols un peu moins dense qu'autrefois, produisant un nombre de mesures annuel moins important au regard des pratiques en vigueur en 2009, mais analytiquement plus performant et fournissant une information plus utile pour l'expertise. Il peut être regardé en partie comme un complément au réseau de surveillance des exploitants nucléaires :

- par sa couverture spatiale : il dispose de stations installées à distance des INB, dans des zones plus densément peuplées ;
- par sa résolution temporelle : ses prélèvements sont intégrés sur des périodes relativement longues (en général, sur une semaine). Cette pratique, nécessaire pour obtenir les niveaux de détection attendus, limite la capacité à définir la date du dépôt en cas d'accident radiologique. Mais cet inconvénient peut être relativisé puisque l'Institut peut modifier les protocoles de prélèvement dès qu'il dispose d'informations quant à la survenue d'un événement radiologique ;
- par des performances métrologiques élevées.

En raison de la lourdeur logistique liée à l'exploitation de ces stations (besoin d'alimentation électrique, de capacité de communication et d'une permanence humaine pour le changement et l'expédition des filtres), l'IRSN est resté tributaire des industriels⁷ pour les stations installées à proximité des installations nucléaires. Pour les autres, il a globalement conservé les partenariats (universités) ou services (Météo-France) dont il bénéficiait antérieurement et supprimé les stations opérées par des particuliers.

Surveillance des gaz

La fraction gazeuse des rejets d'une installation en fonctionnement normal peut être porteuse de la plus grande quantité de radioactivité émise dans l'atmosphère. Parmi les radionucléides les plus rejetés sous cette forme on distingue le tritium (³H, sous forme d'eau, d'hydrogène ou de méthane), le carbone 14 (¹⁴C, sous forme de dioxyde de carbone) ou certains gaz rares (le krypton 85 [⁸⁵Kr], le xénon 133 [¹³³Xe]). Par ailleurs, certains radionucléides émis sous cette forme peuvent constituer des sources d'exposition relativement significatives du public en situation normale (ex. le ⁸⁵Kr rejeté ordinairement par l'usine de retraitement de La Hague) ou en situation accidentelle (ex. les isotopes radioactifs de l'iode produits par les réacteurs nucléaires ou traités par les usines de l'aval du cycle du combustible [¹²⁹I, ¹³¹I]). Il est donc potentiellement intéressant de disposer d'une surveillance des radionucléides gazeux à proximité des installations nucléaires les émettant ordinairement en grande quantité (aux fins du suivi du fonctionnement de l'installation et, le cas échéant, de l'évaluation des expositions) ou de celles susceptibles d'émettre les plus radiotoxiques d'entre eux en situation accidentelle (aux fins de l'évaluation des expositions). Toutefois, la collecte environnementale de la fraction gazeuse d'un rejet nécessite l'installation et l'exploitation de dispositifs de prélèvement spécifiques pour chaque radionucléide recherché, une alimentation électrique et une présence humaine régulière pour leur exploitation⁸. Ce type de surveillance dans l'environnement reste donc limité.

Lors de la mise à jour de sa stratégie de surveillance de 2009, l'IRSN a prévu de renforcer le suivi des radionucléides gazeux selon deux axes :

- l'installation, pour un suivi continu, de barboteurs dédiés au piégeage du tritium autour des principales installations le rejetant (La Hague, Marcoule, Valduc, Saclay et ILL à Grenoble) et pour le suivi du carbone 14 autour du site de La Hague, d'autres sites pouvant faire l'objet d'une surveillance ponctuelle ;
- la mise au point d'un dispositif télécommandé de piégeage de l'iode, à installer dans les stations de prélèvement des aérosols (MD et/ou TGD) et dont l'activation n'interviendrait qu'en cas de rejet (suspecté ou avéré).

Surveillance du tritium gazeux

En 2009, seul le site de Marcoule disposait d'une station de surveillance du tritium atmosphérique gazeux (prélèvement au moyen d'un barboteur permettant la discrimination de l'eau et de l'hydrogène tritiés). En 2010 et en 2013, les sites de l'Institut Laue Langevin (Réacteur à Haut Flux/Grenoble) et d'Orano à La Hague en ont été équipés.

En 2021, deux stations de surveillance du tritium atmosphérique gazeux (au moyen d'un barboteur) sont opérationnelles à proximité des sites de l'ILL et d'Orano de La Hague. En complément, une surveillance du tritium atmosphérique gazeux (vapeur d'eau) par des piègeurs passifs est assurée pour les sites CEA de Cadarache, Saclay et Valduc, le site Orano de La Hague, le CERN (Prévessin) et le GANIL (Caen).

⁷ Qui hébergent les stations et procèdent au remplacement et à l'envoi à l'IRSN des filtres.

⁸ Autant de contraintes qui rendent ce type de surveillance très coûteuse.

Surveillance du carbone 14 gazeux

Compte tenu des contraintes d'exploitation du dispositif de prélèvement du carbone 14 (proche de celles du barboteur de prélèvement du tritium et nécessitant de manipuler de la soude), aucun dispositif n'a été mis en œuvre pour la surveillance régulière du site de La Hague.

Développement des pièges à iode

Les accidents de Tchernobyl et de Fukushima ont montré que les contributions respectives des formes gazeuse et particulaire des iodes à l'exposition des populations restaient mal connues mais en tout état de cause, que les formes gazeuses prédominaient assez largement (à la fois en termes d'activité atmosphérique et de dose). C'est pourquoi l'IRSN a demandé au constructeur de ses stations de prélèvement d'aérosols (OPERA-Air 80) de concevoir et d'équiper chacune d'elle d'une voie spécifique de prélèvement de l'iode gazeux (sur la base des spécifications de l'IRSN). Conçu pour n'être mis en œuvre qu'en cas d'accident (présumé ou avéré), ce système équipe aujourd'hui toutes les stations OPERA-Air 80 déployées sur le territoire ; autrement dit, à proximité des principales installations nucléaires mais également à distance de celles-ci⁹.

Par ailleurs, des travaux d'étude pour mieux connaître les concentrations respectives des formes particulaires et gazeuses de l'iode et leur composition chimique ont été menés sur des stations de prélèvement à grand débit. Ils doivent déboucher dans les années à venir sur un projet de brevet de pièges à iode et la perspective de l'équipement des stations TGD.

Surveillance des gaz rares

S'ils contribuent relativement peu aux expositions du public, les gaz rares, rejetés en très grandes quantités par certaines installations nucléaires, peuvent être d'excellents indicateurs de leur fonctionnement et ils peuvent contribuer à une évaluation indirecte des rejets d'autres radionucléides, potentiellement plus importants en matière de radioprotection (ex. les iodes). La stratégie de surveillance de l'IRSN établie en 2009 n'avait pas prévu le déploiement d'instruments de surveillance régulière de ces radionucléides. Pour autant, des études ont été menées sur le ⁸⁵Kr autour de l'installation de La Hague, études susceptibles de déboucher à l'avenir sur l'installation permanente de certains systèmes de mesure de ce type de radionucléide gazeux¹⁰.

Surveillance des eaux de pluie

Les eaux de pluies peuvent contenir à la fois des gaz dissous et des particules en suspension (captées dans l'atmosphère au moment de la formation des nuages ou lors du lessivage pluvial). L'analyse des particules en suspension contenues dans l'eau de pluie permet d'estimer la fraction des aérosols qui retombent au sol par voie humide (celle qu'on ne retrouve pas sur les filtres des stations de prélèvement d'aérosols). L'analyse dans l'eau de pluie des radionucléides rejetés sous forme gazeuse permet d'estimer la teneur en gaz atmosphérique de la substance lorsque celle-ci s'échange rapidement et de manière équilibrée avec l'eau (ex. tritium).

En 2009, le dispositif de surveillance des eaux de pluie comprend une cinquantaine de points de prélèvements réguliers.

⁹ Les stations AS du réseau de l'OPRI étaient également équipées de systèmes de piégeage de l'iode gazeux. La principale amélioration apportée à l'occasion du changement de technologie provient du fait qu'au stade de la mesure, l'étape de désorption de l'iode n'est plus nécessaire : le système de prélèvement est lui-même la géométrie de comptage – ce qui permet de réduire les délais d'analyse -.

¹⁰ Pas nécessairement au moyen de systèmes de prélèvement mais peut-être au travers de systèmes de télédétection.

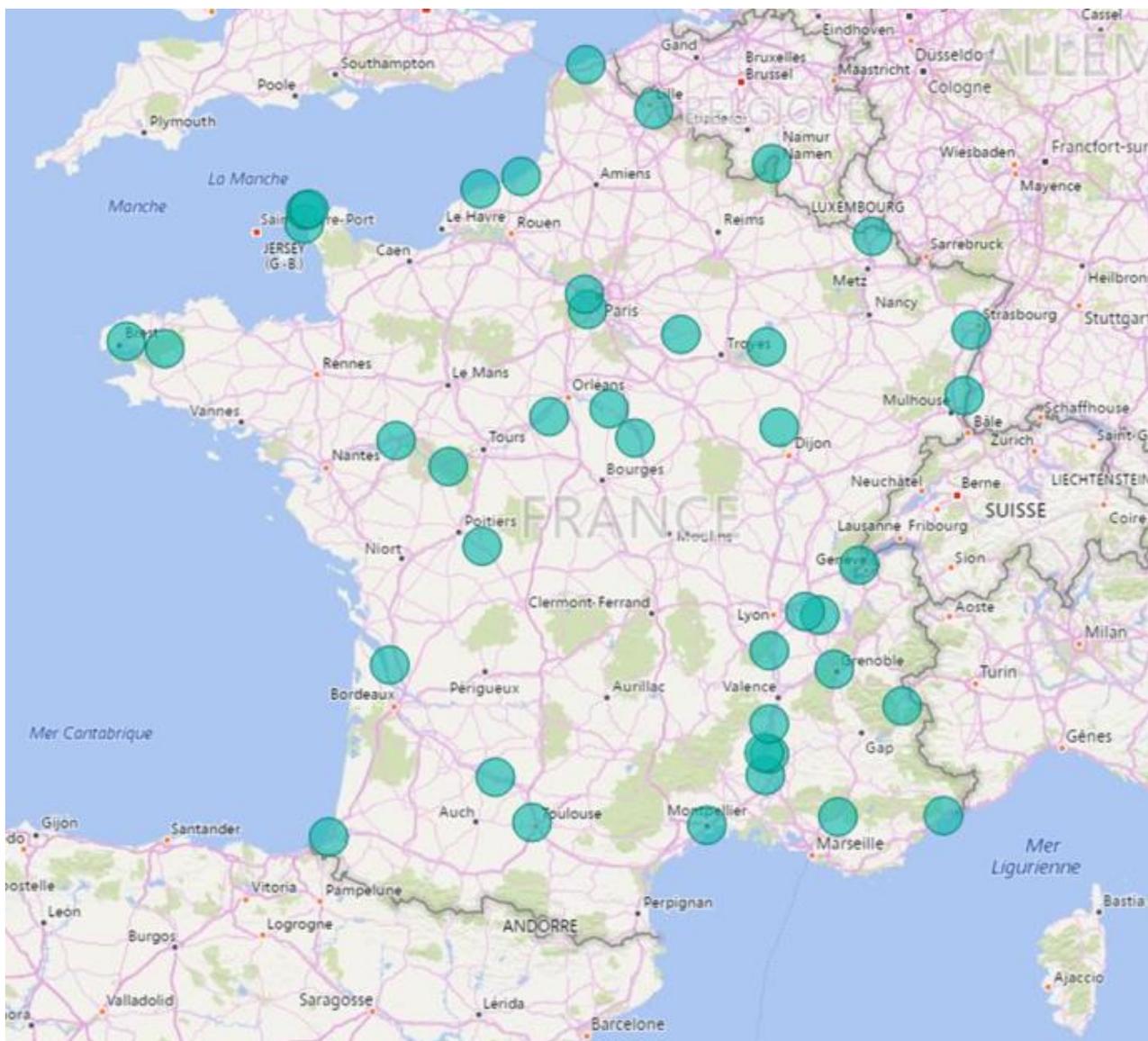


Figure 6 : Points d'implantation des stations de prélèvement d'eau de pluie de l'IRSN en 2009

Il est associé à la mesure mensuelle systématique des indices α et β , du tritium et à une analyse par spectrométrie γ . Pour autant à cette époque déjà, en raison de la baisse des niveaux de rejet des installations nucléaires intervenue depuis les années 90, aucune des mesures réalisées par spectrométrie γ ne renvoie de valeur significative et celle des indices de radioactivité (positives une fois sur deux pour l'indice β) est principalement associée à la variation du bruit de fond de radioactivité naturelle. Seule l'analyse du tritium renvoie régulièrement des valeurs supérieures à celles du bruit de fond.

Dans le but de rationaliser la pratique, il est alors décidé :

- de ne plus réaliser l'analyse des eaux prélevées à distance des installations nucléaires tout en maintenant leur prélèvement afin de conserver la capacité de les réaliser en cas d'accidents radiologique ou nucléaire (on parle de « réseau dormant ») ;
- de ne plus réaliser de mesure systématique à proximité des installations nucléaires, exceptée celle du tritium ;
- de réserver la mesure par spectrométrie γ aux stations proches des installations susceptibles de rejeter principalement ce type d'émetteurs.

Au début de l'année 2021, la localisation¹¹ et le type d'analyse de routine réalisé par l'IRSN sont les suivants :

¹¹ Pour des raisons de logistique, les points de prélèvement sont généralement les mêmes que ceux de l'implantation des stations de prélèvement d'aérosols.

Analyse ● 3H total ● 3H total & Spectrométrie gamma ● Réseau dormant ● Spectrométrie gamma

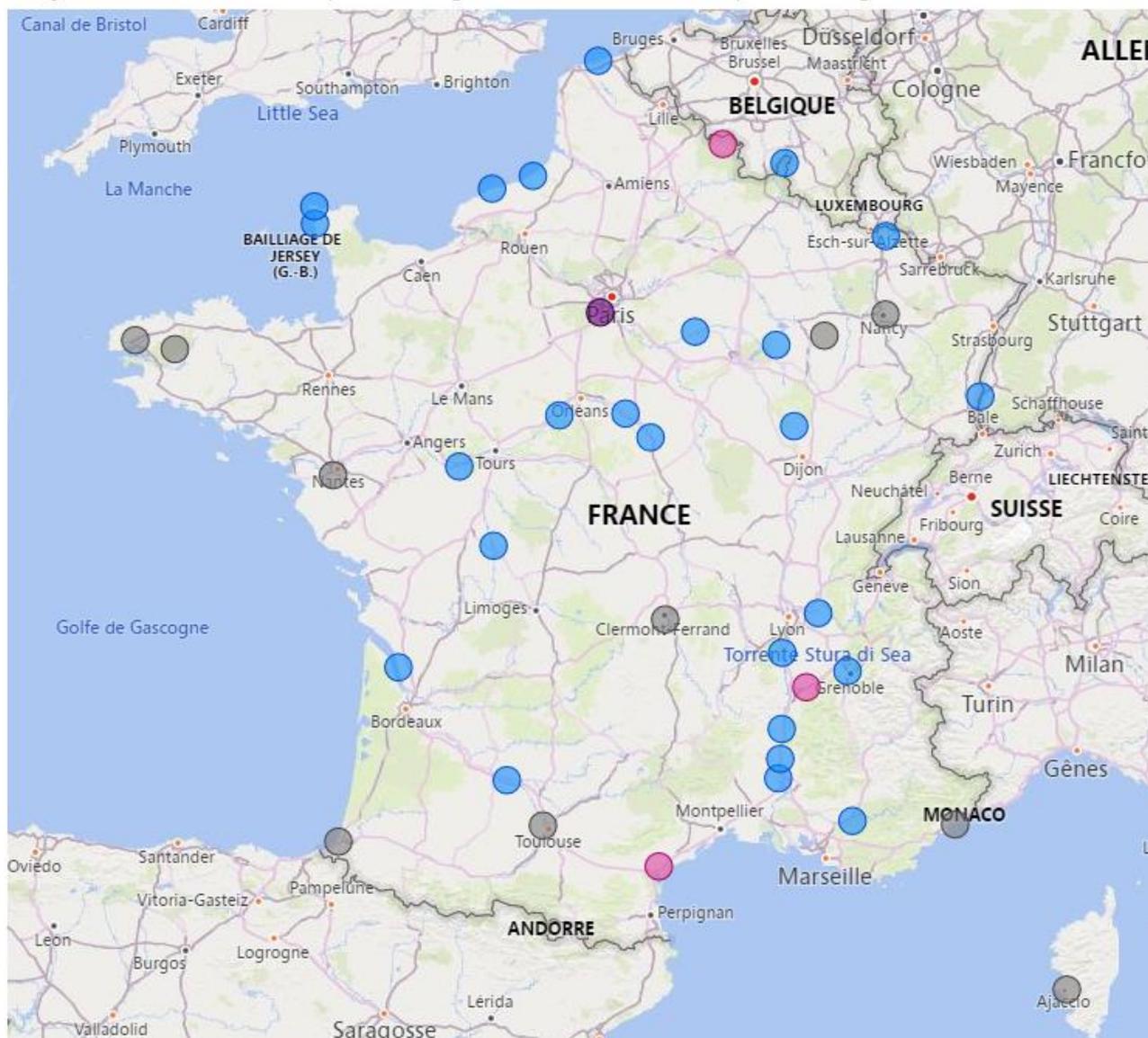


Figure 7 : Points d'implantation des stations de préleveurs d'eau de pluie de l'IRSN en 2021

Point gris : « réseau dormant », point bleu : tritium, point rose : spectrométrie gamma, point violet : tritium et spectrométrie gamma).

L'objectif défini en 2009 a donc été atteint : le nombre de mesures réalisées ordinairement dans les eaux de pluie a été abaissé tout en conservant une couverture globale du territoire en cas d'accident.

Surveillance du débit de dose gamma ambiant

La mesure directe d'une grandeur opérationnelle de radioprotection est une autre manière de surveiller l'environnement. Elle permet de restituer le résultat d'une mesure physique sous la forme d'un indicateur de gestion du risque (exprimé en Sv) sans passer par des étapes de scénarisation et de calcul. Le choix des détecteurs pour ce type de mesure détermine le délai de restitution de la mesure ou la capacité de son utilisateur à visualiser à distance son résultat (ou non).

Réseau Téléray

Quelques années après l'accident de la centrale de Tchernobyl (en 1991), le SCPRI a mis en place un réseau de télémessure (« Téléray ») destiné à détecter aussi rapidement que possible une élévation significative du niveau de radioactivité dans l'environnement. Il était constitué d'environ 160 détecteurs de rayonnement γ (de type Geiger-Müller) disposés de manière relativement homogène sur le territoire comme à proximité des installations nucléaires et reliés par voie téléphonique à un centre de supervision. Celui-ci permettait de visualiser en un même lieu et en temps quasi réel l'ensemble des mesures. Confié à l'IRSN en 2002, ce réseau n'a pas beaucoup évolué jusqu'en 2009.

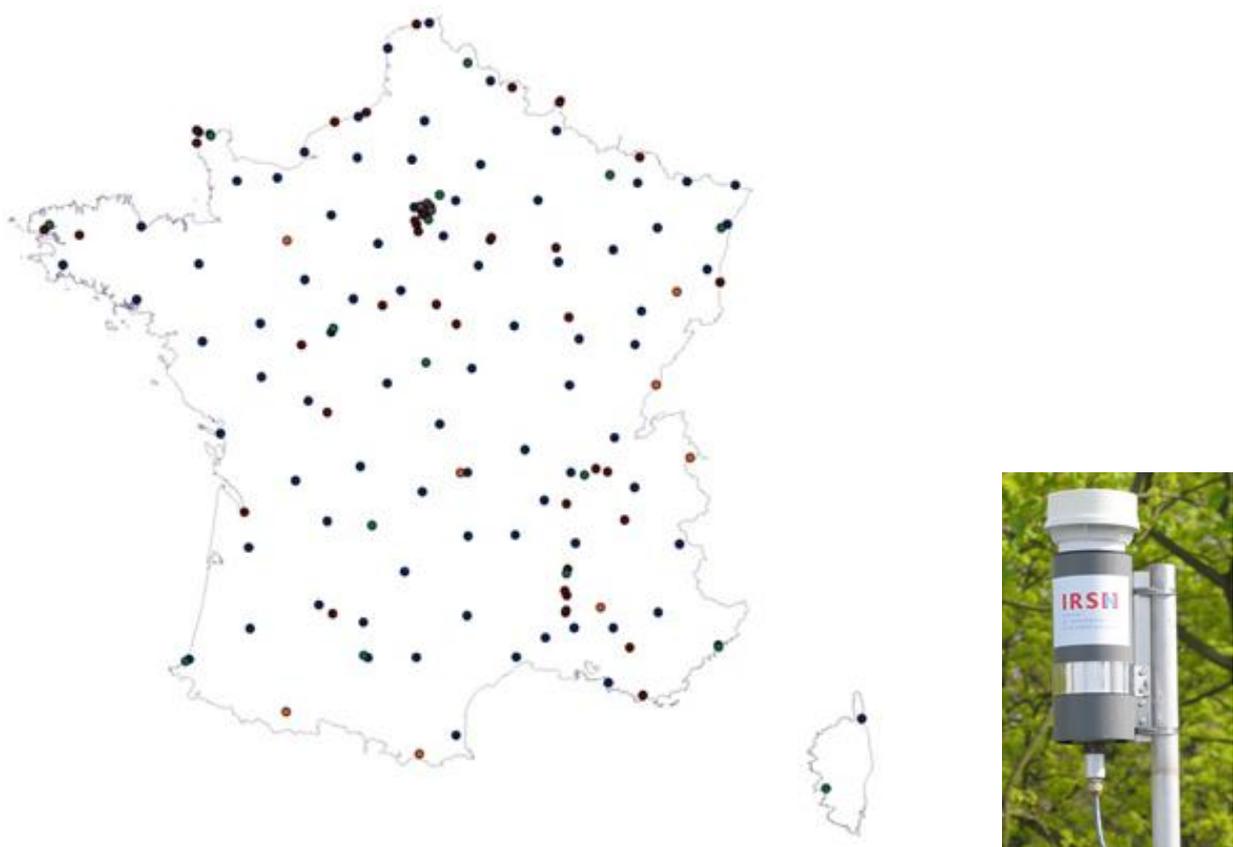


Figure 8 : Points d'implantation des balises du réseau Téléray en 2009 et photographie d'une balise

Dès 2007, l'IRSN a mis en évidence le besoin d'en organiser la jouvence du fait de l'obsolescence avérée de certains composants informatiques (logiciel de supervision, base de données), de celle prévisible de certains équipements (modems, connectique, etc.) et de l'arrivée en fin de vie des capteurs. L'objectif assigné à ce programme de jouvence dépassait celui du réseau d'origine tant sur le plan de la performance métrologique que sur le plan de la couverture géographique. Pour l'amélioration des performances métrologiques, l'IRSN a testé pendant plusieurs mois différentes sondes du commerce auxquelles pouvaient être associés différents capteurs (température, pluie...). Cette phase d'essai s'est achevée début 2009 avec le choix d'un nouveau type de sonde fixe (compteur proportionnel) plus sensible et plus réactif. Le réexamen du positionnement géographique de ces sondes s'est quant à lui fondé sur deux principes : un déploiement au plus près des populations (dans les villes ou les villages) et, autant que possible, une indépendance logistique vis-à-vis des exploitants. L'objectif d'une densification et d'un élargissement de la zone surveillée autour des installations nucléaires (notamment, la couverture de la zone des 10 à 30 km autour des CNPE¹²) a également été retenu. Enfin, l'objectif d'une « remontée » en temps réel, vers l'équipe de supervision du réseau Téléray de l'IRSN, des mesures des sondes de surveillance des centrales d'EDF et du réacteur de l'ILL¹³ a également été pris en considération.

Deux logiques d'implantation étaient donc définies :

- au moins une sonde par département pour garantir une couverture minimale de la totalité du territoire, dans les zones peuplées (en général dans chaque préfecture), y compris dans les départements distants de toute installation nucléaire ;
- l'installation densifiée des sondes autour des installations nucléaires¹⁴, dans un périmètre élargi, de préférence dans des zones où vivent les populations.

¹² Zone identifiée comme sensible en matière de gestion des situations d'urgence et post-accidentelles par le CODIR-PA.

¹³ L'IRSN a ainsi choisi, dans un premier temps, de ne pas installer de sondes dans les zones déjà équipées par les exploitants nucléaires dont les mesures lui parvenaient en permanence (EDF et ILL).

¹⁴ Celles rejetant ou susceptible de rejeter des radionucléides émetteurs γ .

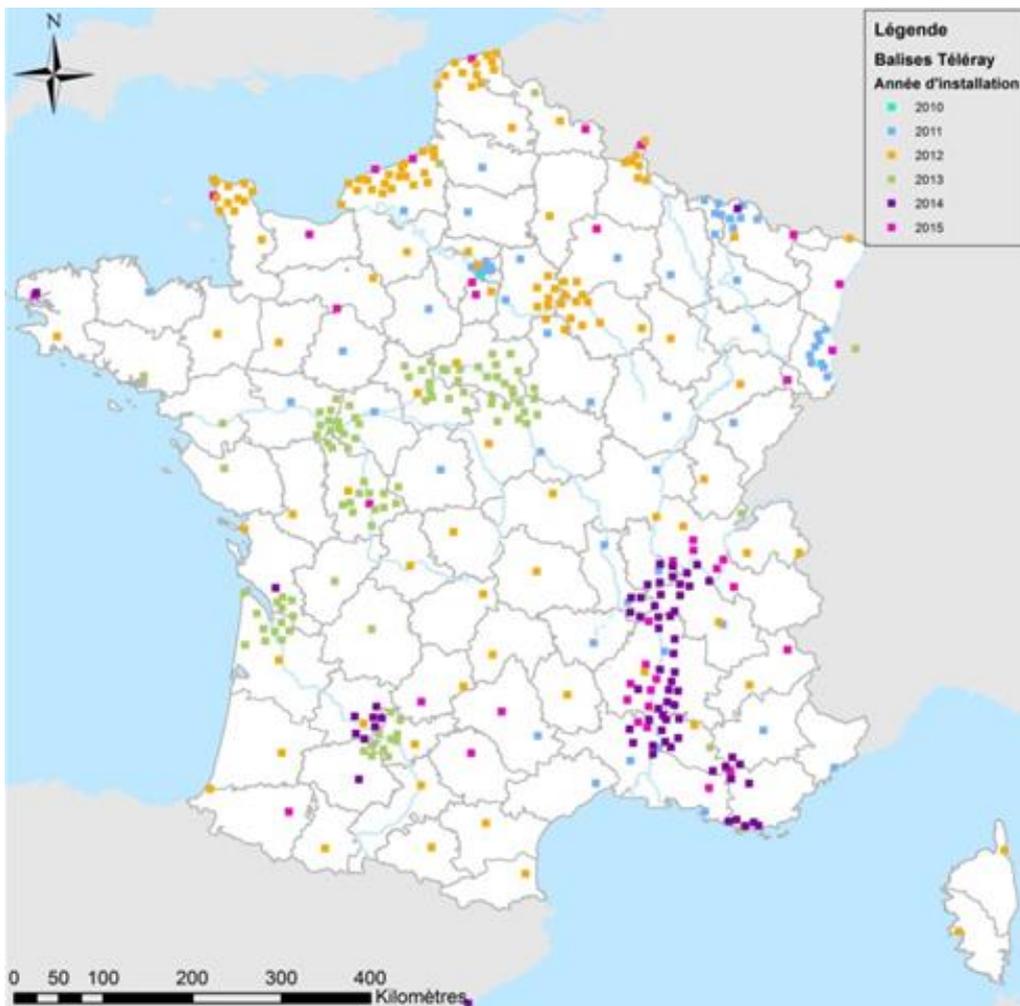


Figure 9 : Points d'implantation des balises du réseau Téléray entre 2010 et 2015 et photographie d'une balise

Ce sont ainsi plus de 400 sondes d'un nouveau modèle qui ont été progressivement installées, majoritairement entre 2011 et 2014, selon ce schéma de principe. A partir de 2016, l'IRSN a équipé plus spécifiquement les zones à proximité des ports militaires (Brest, Cherbourg et Toulon).

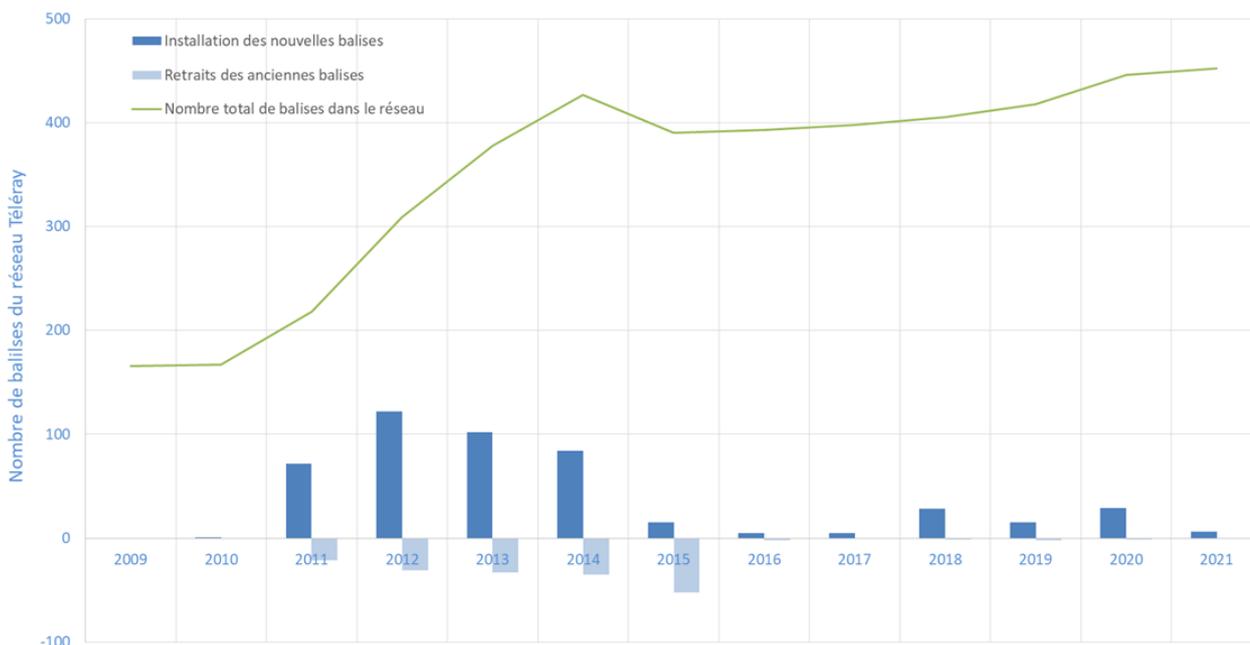


Figure 10 : Evolution du nombre de balises fixes du réseau Téléray déployées

A partir de 2017, l'Institut a également entrepris de compléter le réseau en équipant d'une sonde chaque brigade du peloton spécial de protection de la gendarmerie (basée à proximité ou à l'intérieur même de chaque CNPE¹⁵) et de disposer ainsi d'une balise dans la zone des 10 km autour de ce type d'installations en complément de celles d'EDF¹⁶.

On peut considérer aujourd'hui que l'IRSN a accompli la modernisation du réseau selon les principes et modalités annoncés en 2009 avec 454 nouvelles balises Téléray déployées et en fonctionnement à la date de publication de ce rapport. Géré comme un système d'alerte¹⁷, il permet de détecter très rapidement une faible élévation du niveau de radioactivité ambiante¹⁸. Grâce au partenariat mis en place avec la gendarmerie nationale pour l'accueil des sondes et les télécommunications, il a réussi à en limiter significativement le coût d'exploitation.

¹⁵ A venir sur les sites nucléaires de Civaux et de Creys-Malville.

¹⁶ Dans le cadre d'une convention IRSN-EDF, EDF transmet en temps réel à l'IRSN les mesures de débit de dose de ses balises installées entre la clôture du site et un rayon de 10 km autour de ce dernier.

¹⁷ L'équipe de supervision assure un suivi 7 jours sur 7, 24 heures sur 24.

¹⁸ Il détecte des augmentations de radioactivité de moins de 10 nSv/h en quelques dizaines de minutes (sachant que les élévations naturelles du débit de dose γ ambiant atteignent régulièrement plus de 20 nSv/h lorsqu'il pleut – rabattement des radionucléides à vie courte du radon).

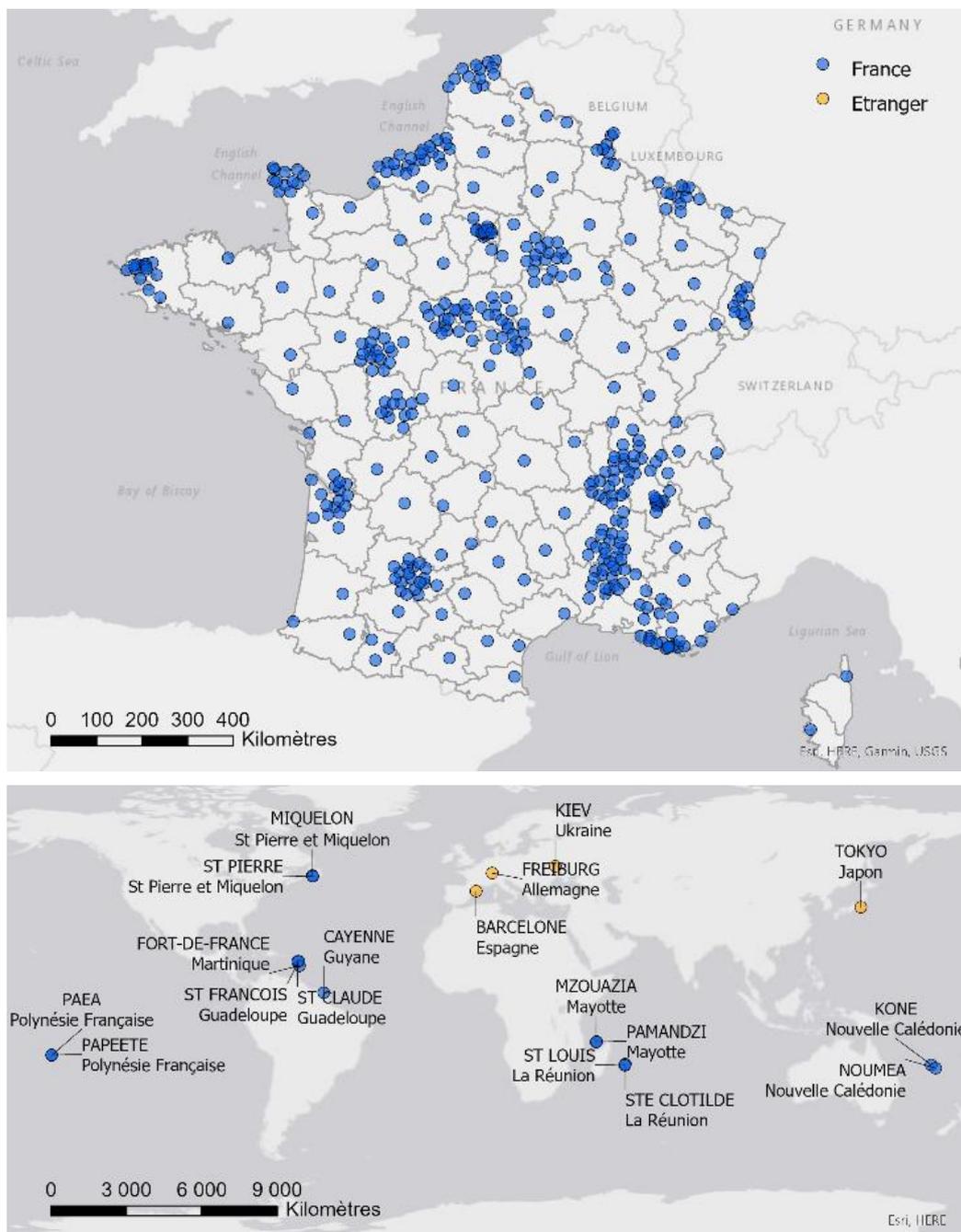


Figure 11 : Carte d'implantation des balises du réseau Téléray fin 2021

Réseau des dosimètres environnementaux

Immédiatement après l'accident de la centrale de Tchernobyl, le SCPRI avait fait installer des dosimètres passifs (DTL¹⁹) à proximité des installations nucléaires françaises. Par la suite, cette pratique a été largement étendue, avec une logique d'implantation proche de celle de l'actuel réseau Téléray. En 2009, l'IRSN disposait d'environ 900 dosimètres passifs répartis sur l'ensemble du territoire (y compris dans les DROM-COM) relevés trimestriellement par des correspondants des DDASS.

¹⁹ Dosimètres Thermo-Luminescents.

Légende

■ DTL-2009

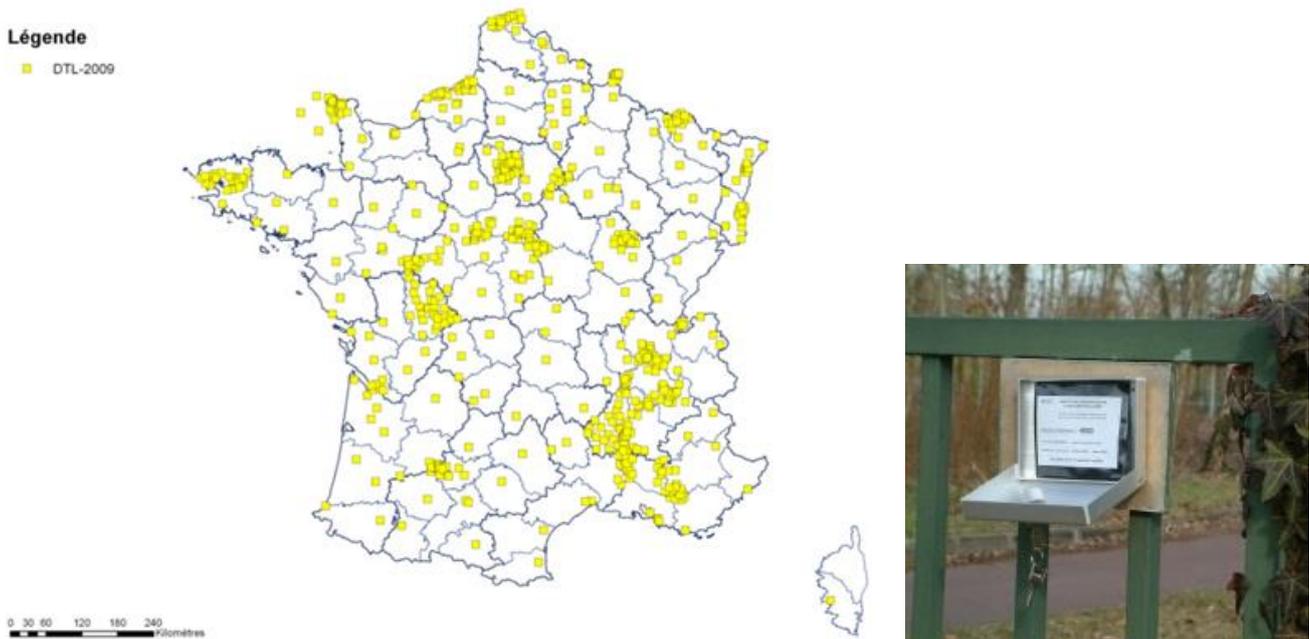


Figure 12 : Points d'implantation des dosimètres passifs (DTL) en 2009 et photographie d'un dosimètre DTL

Ce réseau permettait d'obtenir une image du bruit de fond radiologique environnemental. En cas d'accident, il aurait également permis de disposer d'une évaluation grossière des doses ajoutées résultantes. Pour autant, du fait du délai d'acquisition nécessaire à l'obtention d'une mesure de qualité, il ne pouvait être considéré comme un outil destiné à l'évaluation rapide des impacts.

Au début des années 2010, ce réseau a évolué pour tenir compte à la fois :

- de sa lourdeur logistique de gestion (notamment du fait de la perte du soutien logistique apporté par les DDASS jusqu'au début des années 2000) ;
- de l'arrivée sur le marché de détecteurs passifs de meilleures performances métrologiques ;
- de la rénovation à venir – et notamment de la densification - du réseau Téléray.

Ainsi, en 2011, l'IRSN a installé un nouveau type de détecteur passif sur le territoire, en réduisant très sensiblement la densité de sa couverture géographique et en changeant la technique de mesure (Radio-Photo-Luminescence – RPL). Cette pratique, dont il assure seul la gestion, s'est poursuivie depuis lors. En 2021, le réseau comptait environ 140 dosimètres répartis de manière relativement homogène sur le territoire et relevés tous les trimestres.



Figure 13 : Points d'implantation des dosimètres passifs (RPL) en 2021 et photographie d'un dosimètre RPL

Surveillance du milieu aquatique

Réseau d'hydrocollecteurs

La radioactivité rejetée du fait des activités humaines²⁰ dans l'eau des fleuves ou des océans se trouve sous forme dissoute ou sous forme particulaire (adsorbée sur la matière en suspension et les sédiments). Pour la mesurer sous chacune de ces formes, de manière aussi représentative que possible, l'IRSN dispose d'un réseau de préleveurs en continu (hydrocollecteurs) permettant de séparer les deux fractions (liquide/solide). Les prélèvements collectés sont acheminés pour analyse vers ses laboratoires, une fois par mois. Compte tenu des délais liés à la fréquence de collecte des flacons, à leur acheminement vers les laboratoires et aux analyses, ce réseau sert principalement à l'évaluation a posteriori des quantités de radioactivité moyennes présentes dans le milieu. Pour autant, en cas d'accident radiologique, l'Institut peut faire procéder au prélèvement immédiat des flacons et/ou accroître la fréquence de collecte.

En 2009, l'IRSN dispose d'un réseau comprenant 26 hydrocollecteurs implantés de manière à surveiller les 19 CNPE en exploitation (fleuves et mers) et les sites de Creys-Malville et Marcoule²¹.

²⁰ Centrales nucléaires, centres de recherche, hôpitaux...

²¹ L'aval du Rhône est également équipé d'une station observatoire, installée à Arles (SORA).



Figure 14 : Points d'implantation des hydrocollecteurs (points noirs) de l'IRSN en 2009 et photographie d'un hydrocollecteur

La stratégie de surveillance définie en 2009 prévoyait peu d'évolution pour ce réseau : elle consistait principalement en une optimisation du plan de surveillance (fréquence de prélèvement et type d'analyses) pour tenir compte du retour d'expérience des dernières années. Et en particulier :

- de l'absence récurrente de résultat significatif sur la mesure γ réalisée sur les eaux non filtrées ;
- de l'intérêt limité de la mesure des indices α et β globaux sur les eaux filtrées²² sur le plan de l'expertise ;
- du coût de la mesure systématique du ^{90}Sr , du $^{239+240}\text{Pu}$ et de l' ^{241}Am .

Il était ainsi conclu que seules les mesures de tritium dans l'eau filtrée (indicateur sensible des rejets industriels) et des émetteurs γ dans les matières en suspension (dans lesquelles on retrouve les plus grandes quantités de produits de fission ou d'activation) devaient être poursuivies avec une fréquence de prélèvement de 6 jours pour les eaux et mensuelle pour les matières en suspension (MES). Les analyses des isotopes de l'uranium, du plutonium, du strontium-90 et de l'américium-241 n'ont été conservées que pour certaines stations²³.

Le vieillissement des équipements et leur inadaptation aux nouvelles normes de prélèvement ont néanmoins conduit l'Institut à procéder à leur mise à niveau et à l'homogénéisation du parc. Cette mise à niveau matérielle a été réalisée progressivement sur la totalité du parc. Pour réduire le coût de ces évolutions et pour avoir une meilleure maîtrise de ses équipements, l'IRSN a ré-internalisé l'activité de maintenance, activité autrefois sous-traitée.

En matière d'implantation géographique, peu d'évolutions sont intervenues : les stations de Porcheville (jugée redondante avec celle du Vésinet), de Génissiat (en amont lointain des sites), d'Angers (située en aval des stations de Chinon et Civaux, déjà équipées) ont été supprimées.

²² Sur d'importantes durées d'acquisition (semaine, mois, année), ces indices rapportent principalement une information relative aux variations du bruit de fond des émetteurs α et β naturels et ne peuvent aider à caractériser une pollution anthropique ponctuelle (le niveau du bruit de fond naturel étant trop important). Par ailleurs, ils ne sont pas utiles pour caractériser une exposition.

²³ Pour les stations situées en amont et en aval du site du Tricastin (pour l'U : eaux et MES) et pour les stations situées en amont et en aval du site de Marcoule (pour U, Pu, Sr et Am sur MES).

En 2021, 23 stations hydrocollecteurs sont opérationnelles. En 2022, la station située en amont du CNPE de Cattenom sera redéployée en amont des CNPE situés sur la Loire (en amont du CNPE de Belleville) et une 24^{ème} station sera installée en amont du CNPE de Creys-Malville.

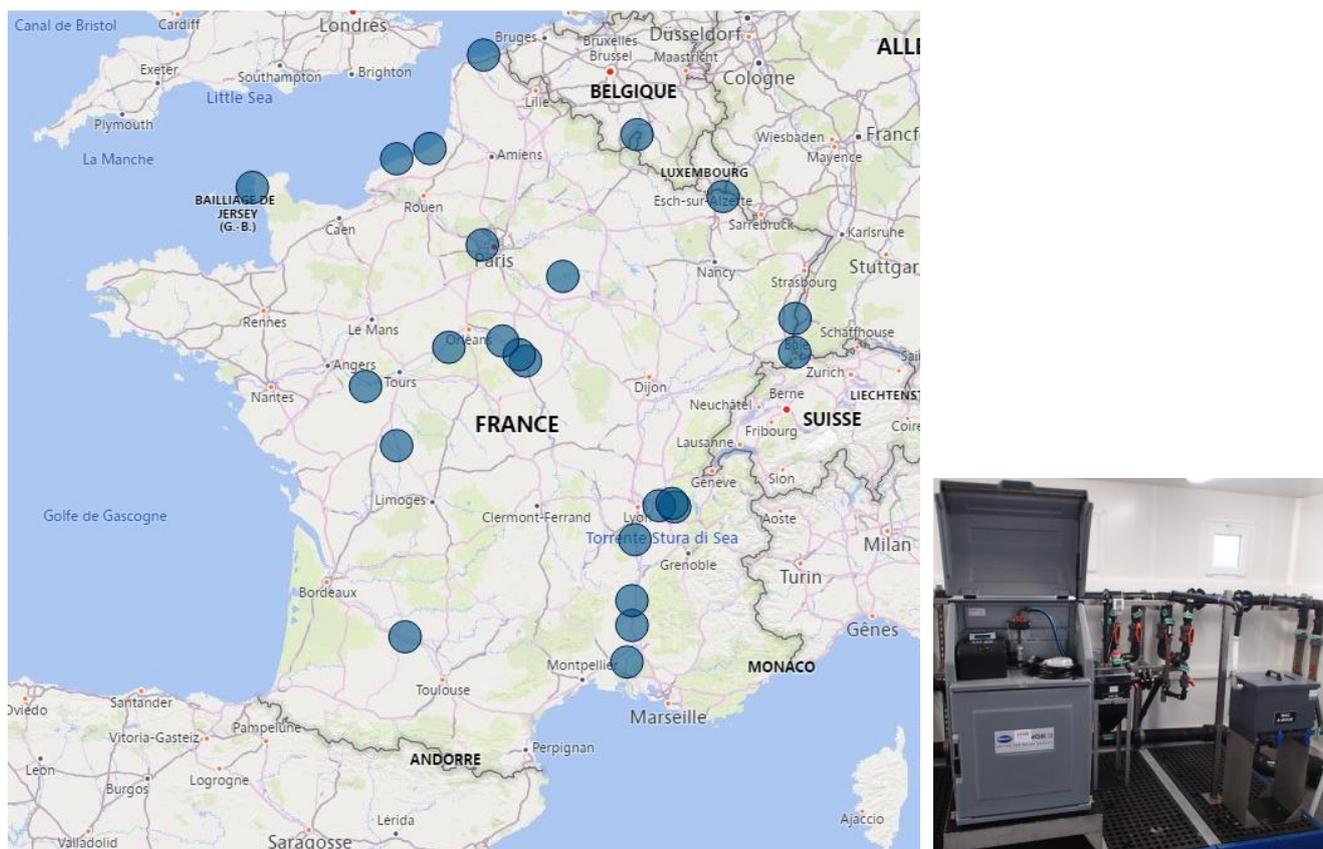


Figure 15 : Localisation des hydrocollecteurs de l'IRSN en 2021 et photographie d'un hydrocollecteur

La carte prend en compte les installations des dispositifs en amont Loire et Rhône

Par ailleurs, l'IRSN a travaillé sur la conception de nouveaux bacs de décantation associés aux hydrocollecteurs afin d'optimiser la collecte des matières en suspension. Le nouveau modèle de bac a été progressivement mis en place dans les diverses stations.

L'évolution du réseau des hydrocollecteurs de l'IRSN s'est faite conformément au plan défini en 2009, dans un souci d'optimisation (moins de mesures et abaissement des coûts de fonctionnement), tout en lui conservant sa fonction d'origine : réaliser un contrôle croisé de la surveillance des principales installations nucléaires et disposer d'installations fixes dont le fonctionnement peut être rapidement adapté en cas de rejet liquide accidentel.

Surveillance régulière du milieu aquatique par prélèvements ponctuels

Le coût et les contraintes d'installation et d'exploitation des hydrocollecteurs font qu'il n'est pas possible d'en disposer en très grand nombre. Pour compléter la surveillance régulière du périmètre des installations ne disposant pas d'hydrocollecteurs, l'IRSN procède (ou fait procéder) à des prélèvements ponctuels (manuels) d'eau de surface, de sédiments ou d'indicateurs végétaux²⁴ dans les étangs, les rivières, les estuaires ou en mer.

Les principales évolutions intervenues depuis 2009 pour ce type de surveillance sont :

- la réduction du nombre de points de prélèvements de l'environnement des sites miniers, au bénéfice de la mise en place de constats radiologiques régionaux et des contrôles de second niveau du programme Mimausa ;
- la suppression de points de prélèvement situés dans des zones couvertes par les hydrocollecteurs.

²⁴ Il prélève également des indicateurs animaux (poissons, mollusques, crustacés) mais la plupart du temps, ces indicateurs sont également des aliments, de sorte qu'aux fins du présent document, on retrouvera ce type de prélèvement dans la rubrique « surveillance alimentaire ».

Hormis ces évolutions planifiées, le plan de surveillance réalisé à proximité des installations nucléaires (CEA Valduc, Marcoule, Saclay, Cadarache, Fontenay aux Roses, Orano Malvési) pour ce type de milieu a peu évolué durant la période. La nature des analyses est adaptée aux rejets des installations.

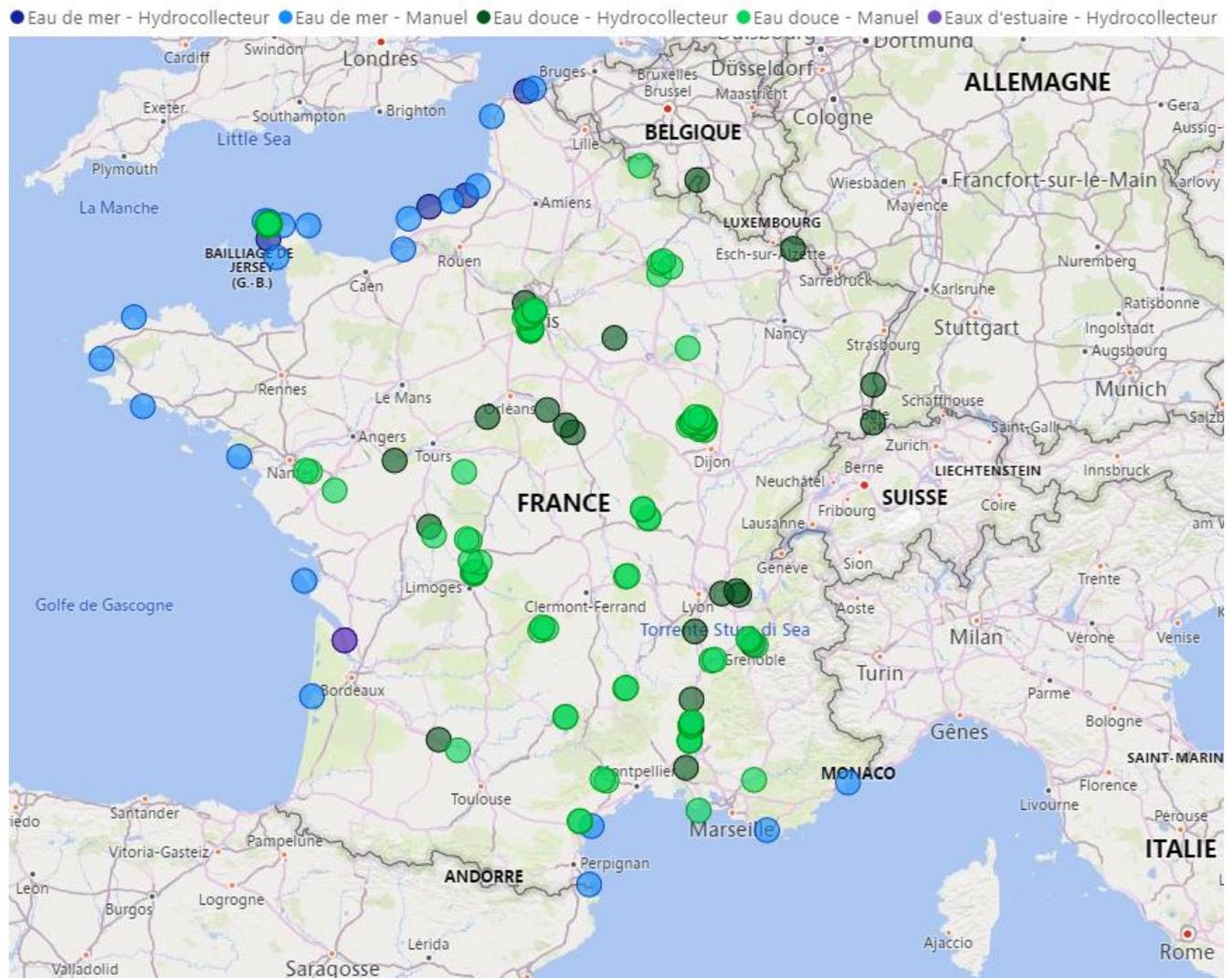


Figure 16 : Points de prélèvement des eaux de surface (notamment ponctuels) en 2021

Surveillance des eaux de nappe

La surveillance de la radioactivité des eaux de la nappe phréatique peut être un bon moyen de détecter/surveiller l'éventuel rejet diffus non maîtrisé d'une installation nucléaire. Une telle surveillance relève plus d'un contrôle de la sûreté des installations (pour lesquels le rejet en nappe est interdit) que d'une vigilance sanitaire puisqu'en France, les eaux de boisson bénéficient d'un contrôle à la source (chez le producteur), organisé par les ARS.

Lors du diagnostic fait par l'IRSN en 2009 pour ce type de surveillance, il avait été souligné :

- le faible nombre de points de prélèvements de l'IRSN existants à cette date (seuls 10 sites nucléaires étaient surveillés dont seulement 4 CNPE) ;
- que la plupart de ces points de prélèvement étaient des piézomètres installés à l'intérieur de l'enceinte du site et qu'ils servaient principalement à détecter/surveiller une éventuelle pollution du site lui-même.

L'IRSN a supprimé la surveillance reposant sur les prélèvements piézométriques des exploitants d'installations nucléaires. Cette évolution était sans préjudice de la réalisation ponctuelle de contrôles croisés à la demande des autorités de sûreté. En revanche, il a retenu de maintenir une surveillance régulière des eaux de résurgence des nappes à proximité des installations et des études ponctuelles lorsqu'un usage des eaux de ce type était établi (dans le cadre des constats radiologiques régionaux).

Ainsi, depuis 2010 l'IRSN ne pratique plus de surveillance basée sur les prélèvements piézométriques et insère celle des zones de résurgence des nappes dans le cadre plus global de la surveillance des eaux de surface (voir ci-dessus).

Réseau Hydrotéléray

Il est possible de réaliser une surveillance continue de la radioactivité dans le milieu aquatique (sans procéder à des prélèvements), en plongeant directement dans l'eau un détecteur dont les résultats de mesure sont télétransmis à un poste de supervision. En 1993, l'OPRI a ainsi établi sept stations de mesure (« Hydrotéléray ») équipées d'un spectromètre γ^{25} , positionnées en aval des grands fleuves nucléarisés (Rhône, Loire, Garonne, Seine) et avant la sortie du territoire des fleuves transfrontaliers (Rhin, Meuse, Moselle). Compte tenu de leur lieu d'implantation (à distance des installations nucléaires) et de leurs limites de détection relativement élevées, ces stations mettent rarement en évidence les rejets normaux des installations ; elles sont plutôt destinées à la détection d'un rejet accidentel plus important et permettent, en cas de dépassement d'un seuil d'alerte (5 Bq/L pour les ^{137}Cs , ^{60}Co et ^{131}I), le prélèvement automatique d'aliquotes susceptibles d'être analysés ultérieurement en laboratoire.

En 2009, le réseau Hydrotéléray était sensiblement tel qu'il avait été mis en place à l'origine. L'analyse du retour d'expérience des quinze années de fonctionnement de ces stations faite à cette époque révélait qu'une densification de ce réseau était hors d'atteinte pour l'IRSN compte tenu :

- de la lourdeur logistique de leur exploitation (nettoyage périodique des cuves et systèmes de prélèvement, étalonnage des détecteurs...);
- du coût unitaire de ce type de station (plus de 150 k€ l'unité).



Figure 17 : Position des stations de mesure du réseau Hydrotéléray en 2009 et en 2021 et photographie d'une station

De fait, jusqu'en 2017, l'IRSN n'a ajouté ni retiré aucune station dans le réseau. La seule modification à laquelle il ait procédé est le changement des systèmes de télétransmission des mesures (comme pour Téléray, passage du réseau téléphonique commuté (RTC) au réseau TCP-IP (internet). Pour pallier l'éventuelle nécessité d'ajouter ce type de détecteur dans une zone donnée en cas d'accident, il a rénové les sondes de son ancien réseau de mesure Téléhydro et les réserve pour un déploiement réactif (quatre balises en stock).

²⁵ Permettant l'identification et la quantification des émetteurs de ce type de rayonnement.

— Surveillance des denrées alimentaires²⁶

A la fin des années 1990, la surveillance radiologique des denrées alimentaires assurée par l'OPRI, reposait pour une grande part sur la mesure régulière de la radioactivité dans le lait et les céréales prélevés par des correspondants locaux au sein des DDASS (pour le lait) et de l'ONIC (pour les céréales). La fréquence de prélèvement et le type d'analyses réalisées étaient adaptés en distinguant les zones proches des installations nucléaires et les zones éloignées de celles-ci (à l'échelle départementale). Jusqu'en 2007, l'IRSN a maintenu cette pratique. Mais le désengagement progressif des DDASS dans l'activité de prélèvement (à partir de 2005), l'abaissement des niveaux de radioactivité mesurés et la faible variabilité de ceux-ci à l'échelle nationale ont conduit l'IRSN à réexaminer sa stratégie dans le domaine.

Assez rapidement après sa création, l'IRSN a recherché de nouveaux partenaires ayant une responsabilité ou un intérêt dans la surveillance de la qualité des aliments. Au terme de cette recherche (en 2008), il nouait avec la DGAL et la DGCCRF un accord formalisant l'objectif commun de rationalisation, de mutualisation et d'optimisation de la surveillance radiologique des aliments sur le territoire français : ainsi, les deux directions ministérielles mettaient à la disposition de l'IRSN une partie de la capacité de prélèvement de leurs services déconcentrés respectifs²⁷ et de son côté, l'IRSN mettait à la disposition des premières ses capacités d'analyse de la radioactivité, de normalisation et de formation et était désigné, par la DGAL, Laboratoire National de Référence pour la mesure de la radioactivité dans les denrées²⁸. Les services d'analyse de la DGAL et de la DGCCRF assuraient les mesures²⁹ des denrées provenant des zones éloignées des installations, que ce soit en métropole ou dans les territoires d'outre-mer, tandis que l'IRSN assurait les mesures des denrées à proximité des installations³⁰. Cet accord de coopération prévoyait également une entraide mutuelle en cas de crise radiologique.

La coopération historique avec l'ONIC (devenu plus tard France-Agrimer) pour la fourniture de céréales a été maintenue. La marine nationale a également été associée à la fourniture de produits de la mer. A partir de 2009, le plan de surveillance est réorganisé de la manière suivante :

Tableau 1 : Répartition des rôles pour la surveillance alimentaire à partir de 2009

		DGAL (lait, viandes et poissons)	DGCCRF (fruits et légumes)	France Agrimer (céréales)	Marine nationale	IRSN
Surveillance des installations	Prélèvement	X	X	X		
	Analyse					X
Surveillance départementale	Prélèvement	X	X	X		
	Analyse	X	X			X (céréales et lait)
Surveillance du littoral	Prélèvement	X				
	Analyse					X
Surveillance des zones de rémanence	Prélèvement	X	X			
	Analyse	X	X			

²⁶ Dans certains cas, les denrées alimentaires peuvent être également regardées comme des indicateurs de l'état radiologique d'un milieu (ex. salades pour le milieu atmosphérique, champignons pour le milieu terrestre ou poissons pour le milieu aquatique). Mais pour la facilité de lecture de ce document, tous les prélèvements biologiques susceptibles d'être consommés par l'homme sont regroupés dans cette rubrique.

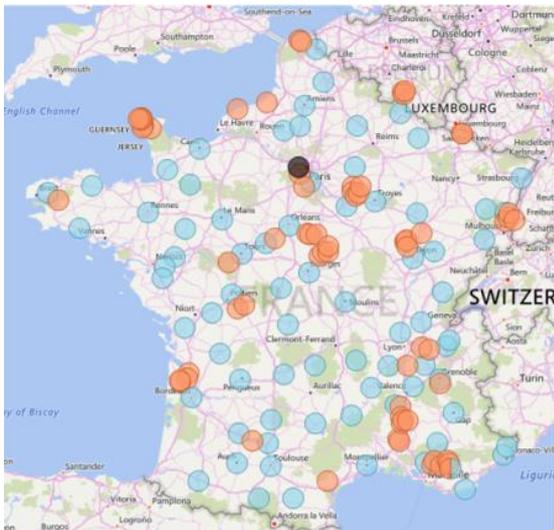
²⁷ Laboratoires départementaux d'analyse (LDA) pour la DGAL et Service Commun des Laboratoires (SCL) pour la DGCCRF.

²⁸ En 2008, l'IRSN devenait ainsi laboratoire national de référence (LNR) de la DGAL pour la mesure de la radioactivité. Depuis, il assure une activité de formation des personnels des laboratoires du réseau de la DGAL (ex. LDA) et du SCL, il propose la mise à jour des normes de mesure pour un maintien à l'état de l'art et il organise des exercices de comparaison interlaboratoires.

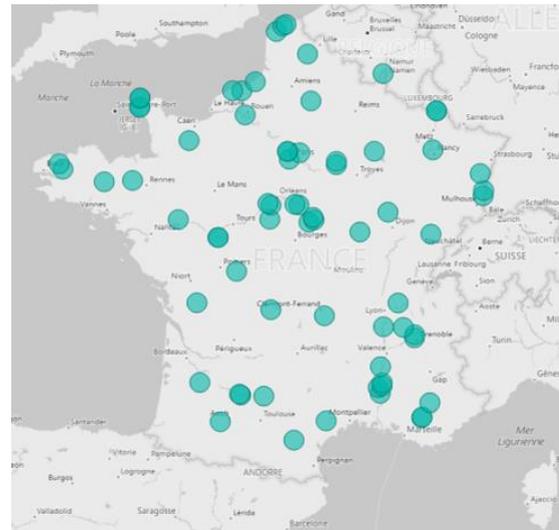
²⁹ Dans une optique de contrôle sanitaire effectué au regard de normes (Codex Alimentarius ou réglementation européenne sur la qualité radiologique des aliments). En pratique, il s'agit de mesure des concentrations de ¹³⁴Cs et de ¹³⁷Cs par spectrométrie γ .

³⁰ Dans une optique de contrôle des mesures effectuées par les exploitants. Ces mesures sont plus diversifiées et plus sensibles que les mesures de contrôle sanitaire puisqu'elles visent en partie à détecter une évolution, même fine, des niveaux de radioactivité ordinairement mesurés à proximité des installations.

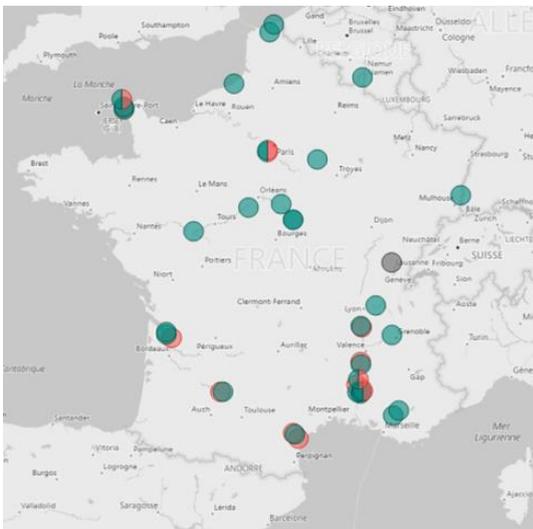
Dans le cadre de l'établissement du plan de surveillance de 2009, les partenaires ont tenté de maintenir une grande part des plans de prélèvement et d'analyse existant antérieurement tout en apportant une légère diversification des matrices (fruits, légumes, viandes, boissons...).



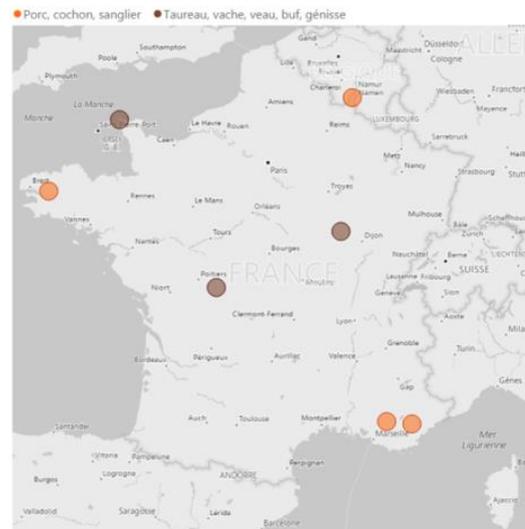
Points de prélèvement du lait



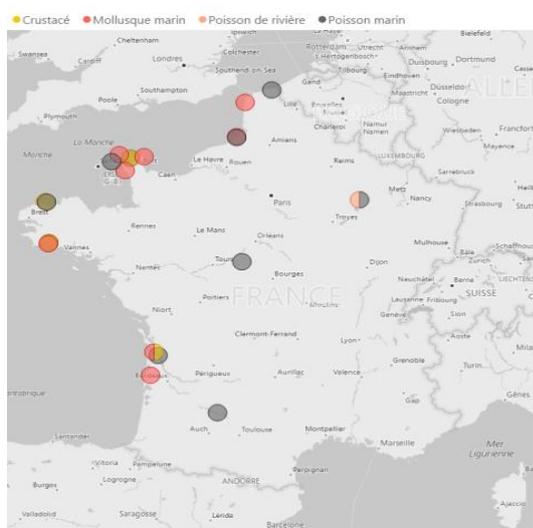
Points de prélèvement des céréales



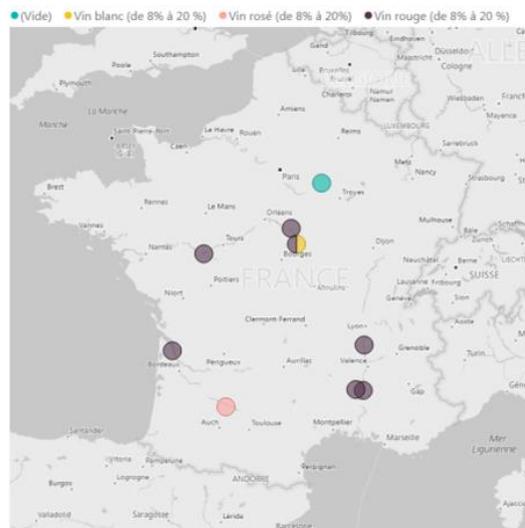
Points de prélèvement des fruits (vert) et légumes (rouge)



Points de prélèvement des viandes



Points de prélèvement des produits de la mer



Points de prélèvement des boissons

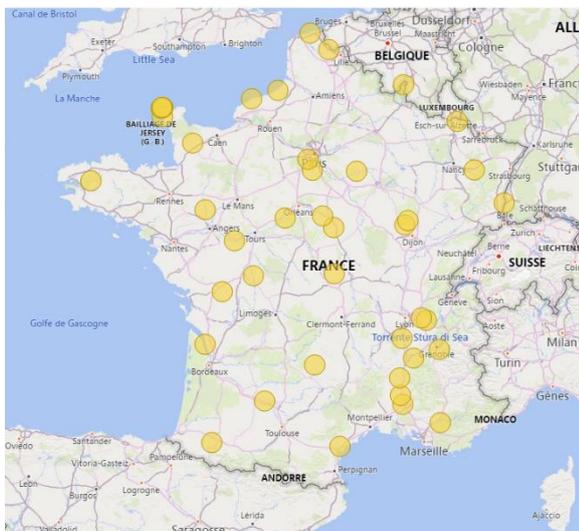
Figure 18 : Points de prélèvement des principales denrées alimentaires en 2009

De 2009 à 2014, ce plan a continument évolué pour tenir compte de la charge résultant de cette activité pour les LDA et le SCL et de la difficulté pratique d'atteindre les objectifs du plan de prélèvement. Considérant :

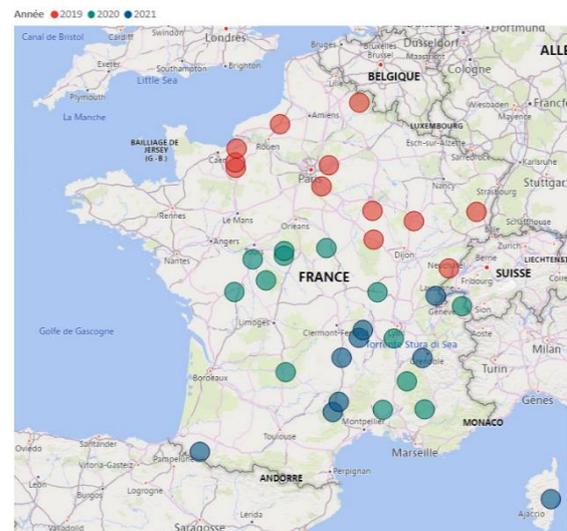
- la faiblesse des niveaux de radioactivité artificielle dans l'ensemble des matrices ;
- leur très lente évolution dans le temps ;
- la possibilité offerte par l'IRSN de compléter ce plan grâce aux constats radiologiques régionaux ;

les partenaires ont choisi de réduire le nombre de points de prélèvement (pour les zones distantes des installations) et d'optimiser leur fréquence. Ainsi, par exemple, il a été décidé de ne plus réaliser le prélèvement des laits « départementaux », à l'exception de certains d'entre eux, nécessaires pour le reporting annuel prévu au titre de l'article 35 du traité Euratom. La fréquence de prélèvement des fruits et légumes a également été réduite.

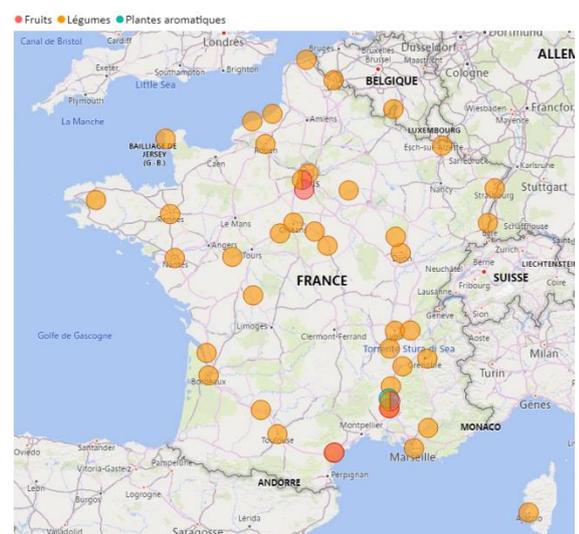
A partir de 2018, le plan a été révisé et différentes évolutions sont à souligner : la stratégie de prélèvement des boissons alcoolisées et de viande permettent une couverture globale du territoire en 5 ans ; les prélèvements de céréales effectués par France-Agrimer ont été arrêtés fin 2019 suite à une décision unilatérale de cet organisme et n'ont pu, à la date de rédaction de ce rapport, être remplacés malgré des contacts pris avec d'autres services de l'Etat ; des prélèvements de denrées AOP/AOC sont réalisés par campagne annuelle.



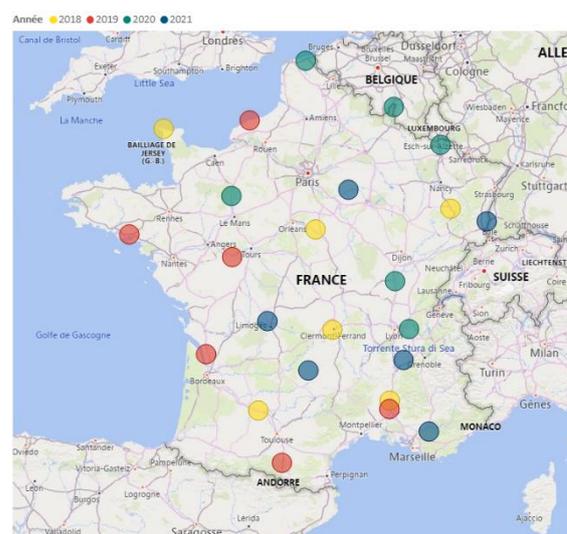
Points de prélèvement du lait



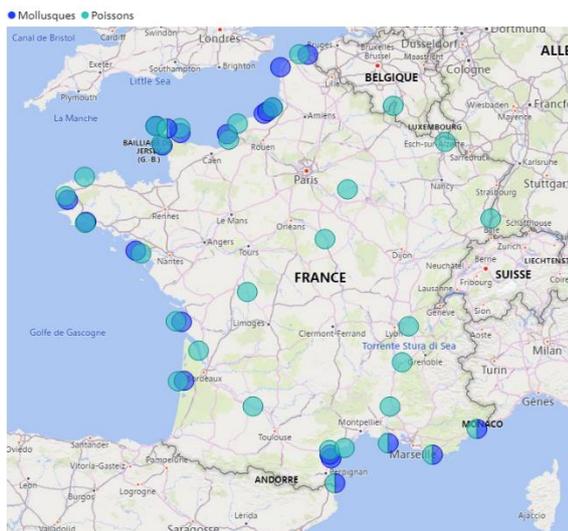
Points de prélèvement des fromages AOP/AOC (2019-2021)



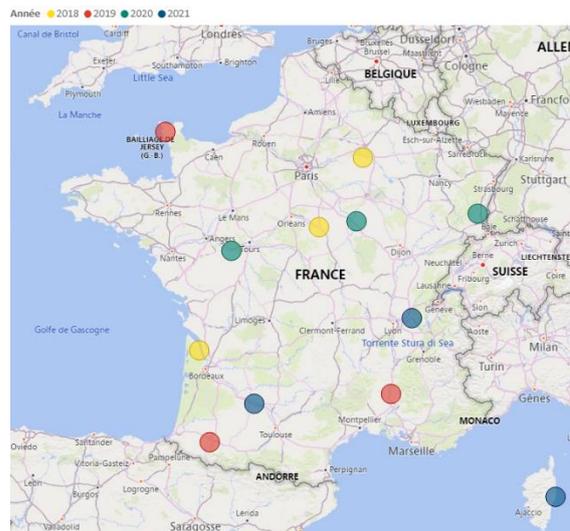
Points de prélèvement des fruits (rouge) et légumes (orange)



Points de prélèvement des viandes (2018-2021)



Points de prélèvement des produits de la mer



Points de prélèvement des boissons (2018-2021)

Figure 19 : Points de prélèvement des principales denrées alimentaires en 2021

L'IRSN a également adapté son plan d'analyse : il a pratiquement supprimé la mesure des indices de radioactivité (α globale et β globale), réduit celle du ^{90}Sr et a ajouté la mesure quasi systématique du ^3H et du ^{14}C (principaux radionucléides rejetés par les installations nucléaires aujourd'hui).

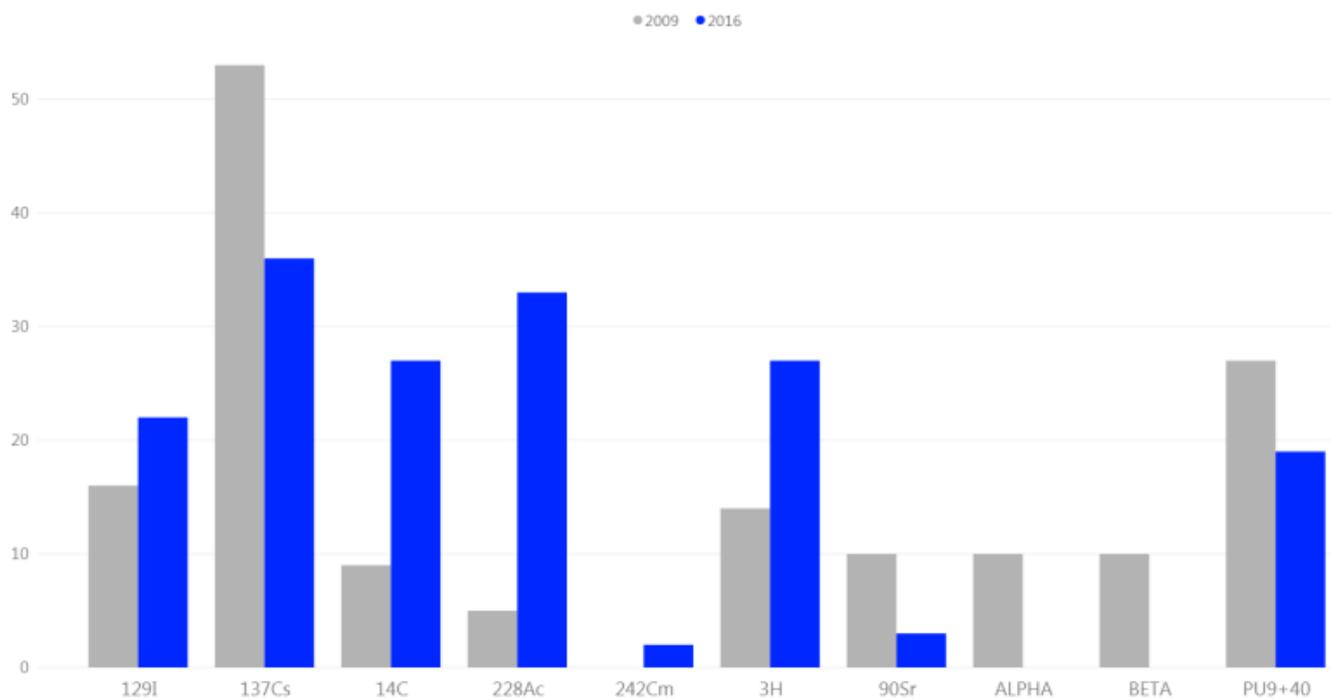


Figure 20 : Evolution du nombre d'analyses réalisées sur les produits de la mer, par radionucléide

Il a également recherché l'amélioration des limites de détection de ses analyses par spectrométrie γ grâce à un allongement des temps de comptage (de 6 à 24 heures par échantillon).

Ainsi, en parallèle de l'important changement résultant de la mise en place de nouveaux partenariats, la surveillance régulière de l'alimentation de l'IRSN a été poursuivie : la fréquence et le nombre de prélèvements ont été globalement réduits mais leur diversité et les performances analytiques associées ont été accrues. Une part non négligeable de cette surveillance a été complétée de manière ponctuelle au travers des constats radiologiques régionaux.

2.2 BILAN DE LA SURVEILLANCE AD HOC

Pour être en mesure de répondre aux demandes ponctuelles des pouvoirs publics, à une situation d'urgence ou pour compléter une connaissance de l'état radiologique du territoire qui ne pourrait être acquise au travers de mesures de routine, l'IRSN réserve une part de sa ressource pour des actions de caractérisation ponctuelles. Quelques-unes des actions de ce type engagées par l'IRSN depuis 2009 sont présentées ci-après.

Constats radiologiques régionaux

La stratégie mise au point en 2009 prévoyait une baisse globale du nombre de prélèvements et de mesures mais un accroissement de leur utilité dans le cadre de l'expertise, grâce à leur choix au travers de l'amélioration de la performance métrologique associée. Cette stratégie était justifiée par l'abaissement des niveaux de radioactivité environnementale et par la lenteur de leur évolution. Elle prévoyait une contrepartie : des campagnes de prélèvement et de mesure ponctuelles, organisées à l'échelle de régions : les constats radiologiques régionaux. Ces constats radiologiques régionaux avaient pour objectif d'établir sur un territoire étendu (plusieurs départements), un référentiel actualisé des niveaux de radioactivité dans certains compartiments de l'environnement caractéristiques du territoire concerné en exploitant l'ensemble des mesures disponibles et en les complétant, en tant que de besoin. Selon l'emprise du constat et le milieu étudié, l'accent était mis sur les productions agricoles végétales et animales typiques du territoire concerné, les produits de la pêche ou les (bio) indicateurs naturels. Ce référentiel devait rendre compte, d'une part, du « bruit de fond » radiologique lié à la radioactivité naturelle et à la rémanence des retombées atmosphériques anciennes (essais d'armes nucléaires et accident de Tchernobyl) et, d'autre part, de l'influence des rejets actuels ou passés des installations nucléaires éventuellement présentes sur ce territoire. En cas de rejet incidentel ou accidentel, ce référentiel servirait de base de comparaison et contribuerait à l'orientation du déploiement d'une surveillance renforcée.

Lors du lancement des constats, l'Institut comptait couvrir une grande part du territoire métropolitain et d'outre-mer et procéder à leur actualisation une fois tous les dix ans environ, en opérant une rotation. Entre le démarrage de chaque étude et la publication du rapport, un constat devait durer de deux à quatre ans.

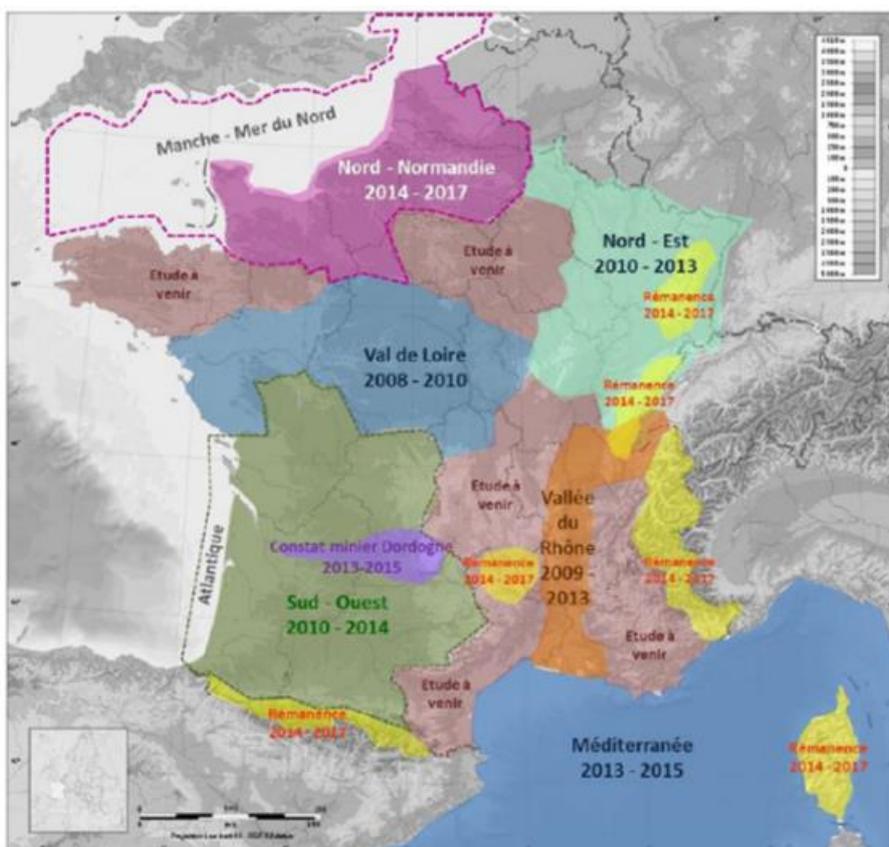


Figure 21 : Emprise et phasage des constats radiologiques régionaux planifiés

En pratique, durant la période 2009-2017, l'IRSN a réalisé des campagnes de prélèvement et de mesure pour les bassins Val de Loire, Vallée du Rhône, Sud-Ouest, Nord-Est, Dordogne, Méditerranée, Nord-Normandie et pour un ensemble de zones du territoire plus impactées que les autres par les essais nucléaires atmosphériques et l'accident de Tchernobyl (dans les zones dites de « rémanence »). Une campagne de mesure a également été réalisée en Nouvelle-Calédonie. Ces campagnes ont permis l'acquisition de nombreuses mesures de référence (avec la meilleure métrologie disponible), principalement dans les denrées alimentaires et les bioindicateurs mais aussi, plus ponctuellement, dans les sols, l'eau et les sédiments. Elles ont pu être l'occasion d'études particulières (comme celle visant à détecter les rejets normaux des CNPE de Cruas et Gravelines, à l'aide de stations de prélèvement à grand débit). Des rapports relatifs aux constats radiologiques des régions Val de Loire, Vallée du Rhône, Dordogne (appelé « constat minier »), Rémanence, Nord-Est, Méditerranée, Sud-Ouest et Normandie-Hauts-de-France ont été publiés entre 2010 et 2021. La plupart des données acquises dans ce cadre ont également été valorisées dans le cadre du bilan radiologique rédigé dans le cadre du réseau national de mesure (RNM).

Au regard de l'agenda fixé à l'origine pour ces constats, quelques reports de programmation ont dû être opérés : ils s'expliquent par le caractère volontaire de la programmation d'origine et très ambitieuse au regard des moyens disponibles.

— Surveillance renforcée après l'accident de Fukushima

Afin d'évaluer en France³¹ l'impact radiologique de l'accident de Fukushima Dai-ichi survenu le 11 mars 2011, l'IRSN a renforcé la surveillance de la radioactivité de l'environnement du territoire métropolitain et des Drom-Com. Cette surveillance renforcée avait pour objectif de confirmer et de quantifier la présence attendue dans l'air d'éléments radioactifs sous forme gazeuse ou sous forme de particules en suspension (iode 131 notamment), de suivre leur devenir dans l'environnement et d'évaluer leur impact éventuel sur la chaîne alimentaire (eau de pluie, herbe, légumes-feuilles, lait).

Dans les jours ayant suivi les rejets de la centrale, l'IRSN a ainsi :

- déployé des sondes de mesure du débit de dose γ ambiant de nouvelle génération en outre-mer (Guyane, Martinique, Guadeloupe, Nouvelle-Calédonie, Réunion, Polynésie française), à la demande des autorités locales. Il a également installé une sonde de ce type à l'ambassade de France à Tokyo. A partir du 14 mars 2011, le centre de supervision du réseau Téléray était activé 24h/24 ;
- modifié les protocoles de prélèvement et d'analyse associés aux stations de prélèvements atmosphériques du réseau Opéra-GD. Il a activé les systèmes de prélèvement d'iode gazeux et accru la fréquence de prélèvement des aérosols (entre 6 et 72 heures contre 24 à 120 heures ordinairement). Par ailleurs, deux stations de prélèvement supplémentaires ont été installées à Narbonne et Cadarache ;
- renforcé la fréquence de collecte des eaux de pluie (hebdomadaire) et adapté le protocole d'analyse aux radionucléides recherchés ;
- mis en place une surveillance de la chaîne alimentaire dédiée au travers d'indicateurs (herbe, lait, légumes-feuilles) prélevés de manière bihebdomadaire, en vingt-cinq points du territoire ;
- déployé des dosimètres environnementaux (RPL) destinés à évaluer, dans la durée, les expositions des populations aux rayonnements gamma ;
- mis en place, en Polynésie française, un suivi spécifique d'indicateurs alimentaires de denrées importées du Japon et entamé un suivi au long cours de la radioactivité artificielle des poissons pêchés au large des îles et atolls.

³¹ Il a également participé à la mesure de denrées alimentaires importées du Japon. Par la suite (en phase post-accidentelle), il a participé à plusieurs reprises à des campagnes internationales de caractérisation radiologique de la zone touchée par les rejets, à proximité de la zone évacuée de Fukushima.

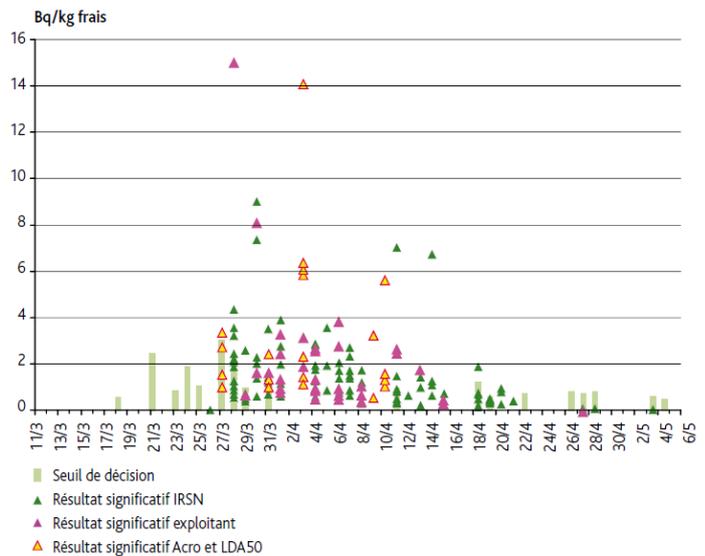


Figure 22 : Points de prélèvement de lait et de végétaux en France métropolitaine (gauche) et résultats de mesure de l'iode 131 dans l'herbe (droite) dans le cadre de la surveillance renforcée post-Fukushima

Tout au long de ce suivi, l'IRSN a adapté le plan de prélèvement et d'analyse pour tenir compte des prévisions faites par les modèles et du résultat des mesures. Ainsi, par exemple, la fréquence initiale de prélèvement du lait et des végétaux (bihebdomadaire) a été réduite à partir du 25 avril (hebdomadaire) puis arrêtée à partir du 6 mai, période à partir de laquelle, les niveaux de radioactivité mesurés étaient revenus au niveau de ceux observés avant l'accident.

Près de 1 400 prélèvements ont été réalisés et 5 700 résultats de mesures obtenus durant cette campagne spécifique, débutée en fin de première quinzaine de mars et achevée début mai 2011. Ces mesures ont permis de fournir aux autorités une information fiable sur les conséquences réelles de l'accident sur l'ensemble du territoire français. Elles ont également permis d'informer le public, au travers d'une quinzaine de notes d'information, de rapports et d'un site web ouvert au public pour l'occasion (CRITER).

Cette campagne a démontré l'intérêt de disposer de partenaires fiables pouvant intervenir en appui de l'Institut le moment venu (Météo-France, DGAL, DGCCRF, Gendarmerie Nationale) puisque chacun d'eux a été acteur de la gestion des réseaux, du prélèvement d'échantillons ou de la mesure³².

Surveillance radiologique des eaux destinées à la consommation humaine

Le contrôle sanitaire des eaux de boisson est une mission confiée à la direction générale de la santé (DGS). En pratique, ce contrôle est effectué par les Agences régionales de santé (ARS), réparties sur l'ensemble du territoire. Pour les aspects réglementaires du volet radiologique de ce contrôle, la DGS s'appuie sur l'ASN. Elle peut solliciter l'IRSN pour mener des études, analyser des données.

Bilan de la qualité radiologique des eaux du robinet (2011³³). Afin d'assurer l'information du public et la veille en matière de qualité radiologique des eaux du robinet, la DGS et l'ASN ont souhaité disposer d'un deuxième bilan national sur la présence de radioactivité dans les eaux du robinet (ou eaux distribuées) en France, dans la continuité du précédent bilan [2005 – 2007]. Reposant en grande partie sur les données collectées par les ARS entre 2008 et 2009, ce bilan a été complété par une analyse des données acquises par l'IRSN :

- sur les teneurs en radon dissous dans les eaux analysées entre 1977 et 2003 ;
- sur les teneurs en radionucléides des eaux dépassant un ou plusieurs des critères de qualité fixés par la réglementation.

³² Durant cette période, les exploitants nucléaires ont renforcé leurs plans de surveillance à la demande de l'ASN. Ils ont également participé au soutien du plan de surveillance renforcée de l'IRSN pour la gestion des réseaux et le prélèvement d'échantillons. Les associations non gouvernementales ont elles aussi participé à cette action.

³³ Date de publication du bilan 2008-2009.

Au-delà de l'objectif d'information du public de cette étude, l'Institut a fourni aux autorités une représentation des impacts potentiels d'une évolution de la réglementation européenne ou des normes internationales pour les teneurs en uranium et en radon dans l'eau.

Bilan de la qualité radiologique des eaux conditionnées (2013³⁴). Pour compléter les études précédentes sur les eaux du robinet, la DGS et l'ASN ont demandé à l'IRSN de réaliser une enquête permettant de disposer d'un état des lieux récent et exhaustif de la radioactivité dans les eaux conditionnées produites en France. Cette étude, réalisée sur 12 mois (en 2012), a conduit à la collecte de 142 eaux en bouteille ou en bidon (eau de source et eau minérale), à l'analyse systématique de leur teneur en tritium, en uranium, des indices d'activité β résiduelle, α globale et à la mesure ponctuelle du radon dissous. Pour les eaux dépassant les critères de qualité réglementaires, une analyse de la composition radiologique et un calcul de dose indicative ont été réalisés.

Les résultats de cette étude, publiée en 2013, ont montré qu'une faible proportion des eaux conditionnées dépassaient l'un des critères de qualité radiologique définis par la réglementation et qu'aucune ne dépassait le seuil de dose à partir duquel des actions d'optimisation sont à engager (0,3 mSv/an). Elle a toutefois révélé quelques cas d'étiquetage inadapté pour la consommation par les nourrissons.

Un bilan de la qualité radiologique sur les eaux de consommation humaine sur la période 2010-2019 est en cours à la date de rédaction de ce rapport.

— Surveillance du milieu marin

Des traités internationaux (Convention de Barcelone, Traité OSPAR, Convention de Carthage...) identifient le milieu marin comme une ressource essentielle qu'il convient de protéger. La directive cadre européenne pour une stratégie marine (DCSMM) confirme ce principe tout en l'élargissant et en engageant les Etats de l'union à définir une stratégie globale d'usage et de gestion de ce milieu. La réduction des pollutions d'origine humaine est l'un des objectifs communs de tous ces accords et textes de droit. Elle suppose une identification des pressions anthropiques, une caractérisation et une hiérarchisation des risques, un plan de réduction des sources de nuisances et une surveillance, à l'aide d'indicateurs choisis.

Par son activité de surveillance et de recherche, l'IRSN entretient des séries temporelles de données de caractérisation radiologique du milieu marin. Ces données sont acquises au moyen :

- des stations et points de surveillance régulière situés à distance des installations nucléaires le long des côtes (Nice, Arcachon, Concarneau, Roscoff, ...) ou au niveau des estuaires (Baie de Seine, Estuaire de la Loire, Delta du Rhône, ...);
- d'observatoires (ex. SORA³⁵);
- de réseaux d'observation et de recherche auxquels il est ou a été associé (ex. Rinbio³⁶, Mussel Watch³⁷);
- de campagnes réalisées dans le cadre de projets d'étude.

Ces séries temporelles sont d'un grand intérêt pour le suivi des pressions anthropiques sur le plan radiologique et l'appréciation des efforts réalisés par les Etats pour les réduire. Elles fournissent les données d'entrée pour une évaluation quantitative des impacts des radionucléides sur les espèces non humaines, au travers des méthodes d'évaluation développées par l'IRSN ou par d'autres.

Ainsi, depuis de nombreuses années, l'IRSN est sollicité par les pouvoirs publics (Ministère chargé de l'environnement / DGEC) pour établir la contribution française à l'évaluation des impacts et à la surveillance de la radioactivité de l'Atlantique Nord, au titre du traité OSPAR. Pour ce faire, il a non seulement collecté et analysé les données des indicateurs retenus pour ce suivi, mais il a aussi établi des plans de prélèvement spécifiques (mesure de poisson du large, d'eau de mer...) et contribué aux évaluations collectives faites dans ce cadre.

C'est en partie avec l'aide de l'IRSN et aux données collectées par lui (au titre de ses activités de surveillance, d'études, ou dans le cadre de la mise en œuvre du traité OSPAR) que la France (IFREMER) a pu établir les trois rapports de l'évaluation

³⁴ Date de publication.

³⁵ Station observatoire en Arles : cette station, associée à l'observatoire des sédiments du Rhône (OSR) permet de qualifier et quantifier les flux de substances radioactives se déversant en Méditerranée (information importante pour l'évaluation des pressions anthropiques sur le milieu marin).

³⁶ Réseau intégrateurs biologique : développé en partenariat avec l'IFREMER, ce réseau a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination chimique et radiologique dans chaque unité du référentiel géographique du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône Méditerranée et Corse. Comme le volet "matière vivante" du Réseau National d'Observation (RNO), il se base sur les capacités bioaccumulatrices de la moule, mais utilise la technique des transplants qui combine le contrôle expérimental que l'on peut réaliser en laboratoire, avec le réalisme des expériences pratiquées sur le terrain. Il procède par campagnes, tous les trois ans environ.

³⁷ Programme international d'observation des contaminants dans les moules ou les huîtres.

initiale du volet radiologique sur les pressions et impacts appelés par la DCSMM (Méditerranée occidentale, Golfe de Gascogne et Manche-mer du Nord), publiés en 2012.

Surveillance du tritium dans l'environnement

La difficulté technique à réduire significativement les rejets de tritium dans l'environnement, la perspective de la mise en service de nouvelles installations susceptibles de le rejeter en quantité (ITER, EPR), les incertitudes scientifiques relatives à son devenir dans l'environnement et à sa toxicité ont conduit l'ASN à organiser une réflexion pluraliste sur le sujet du tritium environnemental, dès 2008. Formalisée par un livre blanc rendu public en 2010, cette réflexion a conduit à l'établissement d'un plan d'actions comprenant pour objectifs principaux, la normalisation des méthodes de mesure (du tritium organique en particulier), l'amélioration du suivi des rejets autorisés, des plans de surveillance du tritium dans l'environnement et l'accroissement des connaissances relatives aux effets du tritium sur l'homme.

Depuis lors, comme d'autres acteurs, l'IRSN a pris part aux travaux susceptibles d'éclairer les controverses, y compris au travers de son activité de surveillance. A partir de 2010, il a progressivement adapté son plan de surveillance régulière (choix des matrices et plan d'analyse) notamment pour mieux intégrer la mesure du tritium organiquement lié (TOL) : entre 2010 et 2016, le nombre d'analyses de TOL mesuré dans les algues, les végétaux aquatiques, les végétaux terrestres, les animaux d'élevage ou le gibier, les céréales et le lait a globalement triplé.

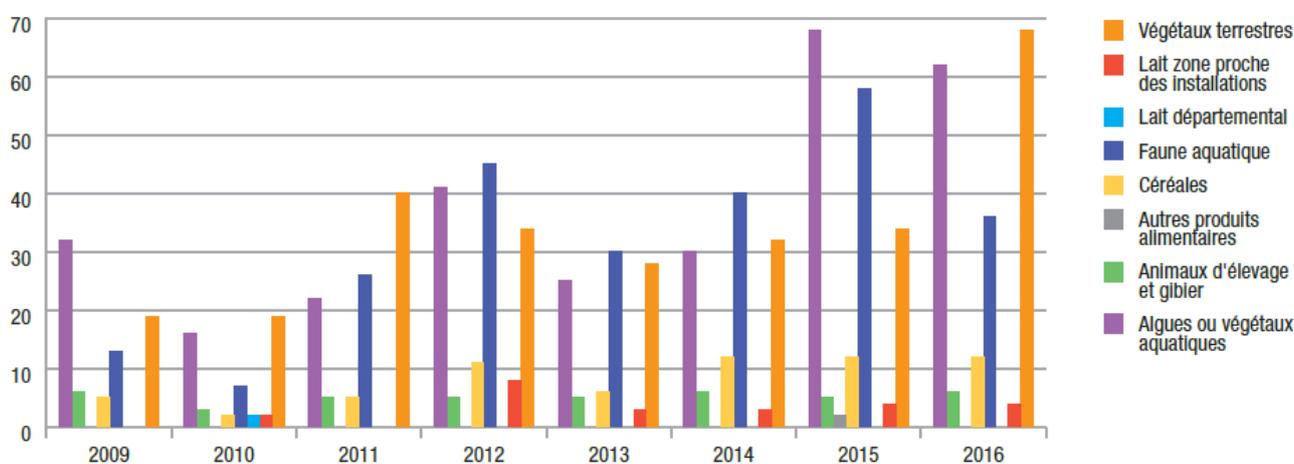


Figure 23 : Evolution du nombre d'analyses de tritium organiquement lié (TOL) dans le cadre de la surveillance de routine réalisée par l'IRSN

Cette évolution a également concerné le plan d'analyse des constats radiologiques régionaux³⁸. Ainsi par exemple, plus de 100 mesures de TOL ont été réalisées dans le cadre du constat radiologique des régions Normandie et Hauts-de-France, dans les compartiments aquatique continental (végétaux et poissons), marin (algues, crustacées et poissons), et terrestre (grandes cultures, produits AOP/AOC, végétaux, ...).

L'ensemble de données acquises dans ce contexte permet de connaître relativement bien les niveaux ambiants de tritium en France, au sein des différents compartiments et composantes de l'environnement.

En complément de la surveillance régulière, un certain nombre d'études spécifiques ont été lancées par l'IRSN à partir de 2010 afin d'étudier plus précisément le comportement du tritium sous ses différentes formes physico-chimiques dans différents milieux ou compartiments, et surtout afin de comprendre et d'expliquer les observations. Ainsi, pour le compartiment atmosphérique, les formes aérosols, gazeuses, les dépôts humides et secs sur l'herbe ont été étudiés dans le cadre du projet SPECTRA (SPÉciation du TRitium dans l'Atmosphère). En milieu terrestre, le transfert du tritium dans l'herbe et les légumes-feuilles a été étudié dans le cadre des projets VATO et LEGATO. Dans le compartiment fluvial, les travaux de l'IRSN se sont focalisés sur les flux de HTO et TOL délivrés par le Rhône en Méditerranée afin de connaître le poids de ce terme source sur les observations réalisées dans cette zone marine et sur le tritium technogénique dans la région du haut Rhône.

Dans le milieu marin, différents projets ont été développés en Méditerranée, en Manche, dans les Golfes de Gascogne et Normand-Breton afin de mieux connaître les dynamiques de transfert du tritium au sein de ces milieux. L'ensemble des

³⁸ A l'exception du constat sur la rémanence de la radioactivité artificielle.

observations réalisées par l'Institut au cours de ces dernières années a notamment permis d'acquérir les valeurs ou les gammes de valeurs du bruit de fond (ou de référence) en HTO et TOL par milieu.

Un rapport dressant l'état de l'art des connaissances sur le tritium environnemental et le résultat des travaux de l'Institut a été présenté au comité de suivi du plan d'action de l'ASN et publié en 2017³⁹.

2.3 RETOUR SUR LES OBJECTIFS STRATEGIQUES DEFINIS EN 2009

Ce paragraphe met en perspective le résultat de l'évolution de la surveillance radiologique de l'environnement de l'IRSN et leurs objectifs initiaux (voir § 2.4), plus de dix ans plus tard.

Orienter la surveillance de l'environnement vers la protection des populations

L'une des principales considérations prises en compte par l'IRSN dans le cadre de la rénovation de son réseau Téléray était de disposer de moyens de mesure directe de l'exposition des populations positionnées dans les zones les plus densément peuplées, afin que l'évaluation dosimétrique qui en résulterait en cas d'accident soit représentative pour le plus grand nombre de personnes exposées. Ceci l'a conduit à positionner ses sondes dans les préfectures (et, dans certains cas les sous-préfectures) et dans les gendarmeries (puisque l'on ne trouve de gendarmeries que dans les communes relativement peuplées). C'est en vertu de cette logique qu'il a choisi d'étendre le périmètre de surveillance de son réseau autour des centrales nucléaires (au-delà de la zone des 10 km déjà couverte par les sondes d'EDF) en installant des capteurs dans une zone comprise entre 10 et 30 km autour des CNPE. Le déploiement du réseau étant aujourd'hui globalement accompli (au regard de son objectif initial), l'installation de quelques capteurs complémentaires autour des CNPE dans un périmètre plus proche peut être envisagée. Elle a d'ailleurs débuté avec l'équipement progressif des casernes des pelotons spécialisés de protection de la gendarmerie positionnés à proximité (ou à l'intérieur) des centrales.

Malgré la diminution du nombre de stations de son réseau de prélèvement des aérosols atmosphériques, l'IRSN lui a conservé une couverture territoriale aussi large et homogène que possible. Il a adapté ses protocoles d'analyse pour être en mesure de réaliser des évaluations dosimétriques, notamment en cas de rejets accidentel.

Tenir à jour des référentiels sur la radioactivité dans l'environnement en développant les constats radiologiques régionaux

Grâce à ses campagnes de mesure réalisées à l'échelle des régions dans le cadre des constats radiologiques (cf. §2.2), l'IRSN dispose aujourd'hui de nombreuses valeurs de référence pour les zones non directement influencées par des sources de rejet : le territoire métropolitain est globalement bien couvert et la fréquence de ce type d'étude peut maintenant être adaptée pour tenir compte de la stabilité de ces niveaux. Un rapport exploitant notamment les données acquises durant les constats régionaux est par ailleurs en cours de préparation sur le bruit de fond de radionucléides artificiels dans l'environnement français métropolitain. Les études particulières sur la radioactivité dans les eaux de boisson, sur le milieu marin ou le tritium environnemental ont également complété cette connaissance.

Moderniser et redéployer

L'IRSN a modernisé ses principaux réseaux de surveillance régulière de la radioactivité dans l'environnement : le réseau Téléray (disposant de capteurs sensibles installés en plus grand nombre sur le territoire), le réseau de prélèvement et de mesure des aérosols atmosphériques OPERA-AIR (qui assure une couverture globale du territoire et est associé à une métrologie performante) et le réseau des hydrocollecteurs (dont les modifications techniques permettent d'assurer une meilleure représentativité du prélèvement) ont tous trois été modernisés. Seul le réseau Hydrotéléray n'a fait l'objet d'aucune évolution.

Au-delà des réseaux de prélèvement, il doit être souligné que le besoin d'expertise associé à l'activité de surveillance a conduit l'IRSN à développer de nouvelles méthodes analytiques et/ou à acquérir des équipements permettant d'abaisser les limites de détection ou de réduire les incertitudes. Ses efforts ont principalement porté sur la mesure :

- **du tritium** : l'IRSN a entrepris de compléter et renouveler progressivement son parc de compteurs par scintillation liquide pour des équipements dits « bas bruit de fond » : aujourd'hui, 50 % de son parc historique est renouvelé. Il

³⁹ Rapport intitulé « Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement », IRSN réf. PRP-ENV/SERIS/2017-00004.

a également acquis des instruments à scintillation liquide de très hautes performances (ALOKA) lui permettant d'atteindre en routine des limites de détection de l'ordre de 0,2 Bq/L. Les premiers servent les activités de surveillance, les seconds, plutôt les études. Pour atteindre les niveaux requis pour la mesure du bruit de fond naturel du tritium, l'Institut s'est également doté d'une chaîne de mesure utilisant la spectrométrie de masse pour la mesure de l'hélium 3.

- **du carbone 14** : pour réduire les incertitudes de mesure de ce radionucléide, l'Institut a choisi d'accroître sa capacité de mesure du ^{14}C par synthèse chimique de benzène (par la mise en place d'une nouvelle chaîne de mesure au Vésinet permettant d'atteindre une incertitude de l'ordre de 6-7 %) tout en réservant aux programmes de recherche les mesures effectuées au moyen de la chaîne de mesure du LMC14⁴⁰ (permettant d'atteindre une incertitude de 2 à 3 %) ;
- **des émetteurs gamma**. Il a ainsi :
 - équipé un certain nombre de spectromètres γ existants de détecteurs de garde (« anti-cosmiques ») afin de réduire le bruit de fond ambiant⁴¹. Ces adaptations ont principalement été mises en œuvre dans le cadre de l'amélioration des performances de la mesure des aérosols du réseau OPERA-AIR (TGD et MD) ;
 - acquis une capacité de mesure selon la technique de coïncidence γ - γ permettant l'amélioration du rapport signal sur bruit ;
 - mis en service des détecteurs « puits », pour la mesure à très bas niveaux de très faibles quantités d'échantillons.

Mettre en place une surveillance plus flexible

Au-delà des équipes et moyens spécialement en place pour répondre à une crise radiologique ou nucléaire⁴², l'Institut a mis en place un ensemble de procédures et de pratiques permettant de mobiliser ses personnels au-delà de ses équipes spécialisées car il considère que tous ses salariés sont susceptibles de contribuer, à un titre ou un autre, à la gestion d'une situation de ce type. Dans cet objectif, il a notamment :

- mis en place une « école de la crise » dans le cadre de son université interne afin de renforcer la culture de la réactivité ;
- constitué un vivier de personnels susceptibles d'être affectés à des fonctions particulières en de telles situations ;
- entraîné régulièrement ses personnels dans le cadre d'exercices nationaux ou d'exercices internes ;
- mis en place une pratique d'exercice de contingence des laboratoires fixes pour la gestion d'échantillons « marqués » susceptibles de lui être transmis en grand nombre. Il prévoit également de se doter d'un laboratoire fixe, spécialement conçu pour accueillir et analyser ce type d'échantillons (LATAC) ;
- participé à plusieurs exercices de comparaison de mesure in-situ ou de mesure embarquée [exercices RANET de l'AIEA par exemple, missions communes avec l'US-DOE ou avec des homologues européens], ...

Il a aussi acquis de nouveaux équipements, l'accident de Fukushima ayant montré l'importance des méthodes de caractérisation *in situ* : par leur rapidité de restitution, elles permettent en effet de consolider rapidement les zonages établis sur la base de la modélisation (notamment dans la perspective de la préparation à la gestion post-accidentelle). Couplées à des méthodes de cartographie, elles fournissent des informations d'une grande utilité en matière de gestion de territoires. Ainsi, l'Institut a considérablement accru son niveau d'équipement en outils de spectrométrie γ pour la mesure embarquée (dans les avions, hélicoptères, voitures, quads, sacs à dos, ...) comme pour la mesure statique. Parallèlement, il a développé des outils et des méthodes de traitement statistique et cartographique de ce type de mesure.

⁴⁰ Laboratoire de mesure du carbone 14 disposant d'un outil de mesure couplant un accélérateur et un spectromètre de masse (AMS) et dont l'IRSN est co-financier (avec le CNRS, le CEA, le ministère de la culture et l'IRD).

⁴¹ Ces adaptations ont principalement été mises en œuvre dans le cadre de l'amélioration des performances de mesure des aérosols des réseaux TGD et MD.

⁴² Qui sont des moyens dédiés dont il n'est pas fait état dans ce document.



« Ulysse »
Spectrométrie γ embarquée
(avion/hélico/voiture)



« Marcassin »
Spectrométrie γ
embarquée (quad)



Spectrométrie γ
mobile (sac à dos)



Spectrométrie γ
in situ



Téléray mobile



Téléhydro
Spectrométrie γ en
milieu aquatique

Figure 24 : Moyens de caractérisation in situ

Aujourd'hui, ce type d'outil est de plus en plus utilisé en dehors du cadre de l'urgence radiologique : la mesure statique est régulièrement mise en œuvre dans le cadre des constats radiologiques régionaux ou d'études (en lieu en place de prélèvements de sols), la mesure embarquée sert la cause d'études particulières (ex. cartographie de zones karstiques pour l'étude de l'exhalaison du radon, cartographie de sites contaminés, ...) ou de travaux de recherche (ex. modélisation de l'évolution du débit de dose post-accidentel en zone forestière dans le cadre du projet AMORAD).

L'Institut a également développé des méthodes d'analyse en laboratoire plus rapides que celles mises en œuvre ordinairement dans le cadre de la surveillance ou de la recherche. Il s'agit de méthodes de mesurage des émetteurs α ou β requérant en général des étapes préalables de concentration et de séparation souvent longues si l'on recourt aux protocoles standards (plusieurs jours voire, plusieurs semaines)⁴³. Il s'agit de méthodes de :

- minéralisation rapide des matrices solides par micro-ondes ou par fusion alcaline ;
- couplage de la séparation chromatographique liquide (HPLC) du strontium (89-90) et de sa mesure par spectrométrie de masse (ICP-MS) ou par scintillation liquide (SL-Cerenkov) ;
- couplage de techniques d'extraction par chromatographie liquide (HPLC) et de mesure par spectrométrie de masse (ICP-MS) pour l'analyse des ²³⁴U, ²³⁵U, ²³⁶U, ²³⁸U, ²³⁰Th, ²³²Th, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu, ²³⁷Np, ²⁴¹Am et ²⁴⁴Cm.

Elles permettent de réduire à 1 ou 2 jours les délais de restitution des résultats de mesure pour des analyses nécessitant ordinairement une à plusieurs semaines. Utilisables en situation d'urgence, certaines de ces techniques ont été déployées dans le cadre de la surveillance régulière, là où elles permettent de gagner en productivité voire, en sensibilité (ex. recherche d'²³⁶U dans les filtres de prélèvement d'aérosols).

Développer des partenariats nationaux ou locaux

Durant la période, l'IRSN, la DGAL et la DGCCRF ont mis en place un partenariat efficace pour mutualiser la collecte et la mesure de la radioactivité dans les denrées alimentaires. Cette pratique permet à l'IRSN de bénéficier de l'apport logistique des services décentralisés de l'administration et à ces derniers, du support métrologique de l'Institut. Les collaborations avec France-Agrimer (pour le prélèvement des céréales) et la Marine-Nationale pour le prélèvement de produits de la mer ont été poursuivies. La plupart des exploitants ont continué (EDF notamment) à apporter leur concours pour l'exploitation de systèmes de prélèvement permanents (stations Opéra-MD, eaux de pluie, hydrocollecteurs). D'autres ont arrêté la pratique (certains centres du CEA, notamment). L'abandon progressif par Météo France de stations d'observation impose à l'IRSN de rechercher des solutions alternatives. A plusieurs reprises, il a tenté de recourir aux services d'associations citoyennes implantées localement (ex. SEIVA autour du centre CEA de Valduc) ou des services techniques de municipalités. Toutefois, ce type coopération ne s'est pas réellement développé du fait du manque de moyens général de ces structures locales, notamment s'il est question d'assurer une continuité de service. Il a également sollicité les acteurs locaux pour l'obtention de prélèvements dans le cadre du « Constat Dordogne ».

Limiter le coût du développement et de l'entretien des dispositifs de surveillance

Malgré l'accroissement temporaire de la dépense liée au programme de rénovation des réseaux et des instruments de métrologie (entre 2012 et 2015 principalement), le niveau d'engagement budgétaire pour l'activité de surveillance est resté contenu grâce notamment à son étalement dans le temps, à la réduction du nombre d'instruments installés⁴⁴ (ex. réduction

⁴³ Délais peu compatibles avec ceux requis pour une prise de décision en situation d'urgence radiologique ou nucléaire.

⁴⁴ En dehors du réseau Téléray.

du nombre de stations du réseau de prélèvement des aérosols) ou à la modification des plans d'analyse (réduction de la fréquence de certains prélèvements ou l'arrêt de certaines analyses). Le partenariat mis en place avec la gendarmerie nationale pour l'implantation des sondes Téléray et la télétransmission des données a permis de faire d'importantes économies. Pour limiter le coût et la difficulté d'exploitation de certains outils de prélèvement (préleveurs de tritium ou de carbone 14 par exemple) ou améliorer la représentativité des prélèvements, l'Institut a procédé au développement de systèmes passifs de prélèvements : prélèvement sur tamis moléculaire pour les prélèvements atmosphériques, ou technique des DGT pour les prélèvements aquatiques. La mise en œuvre progressive de ces techniques dans le cadre de la surveillance régulière devrait limiter également l'évolution des coûts pour la mesure du tritium atmosphérique ou permettre d'en accroître l'usage.

— Améliorer l'appropriation et la compréhension par le public des résultats de la surveillance de l'environnement

Au regard de l'objectif de transparence, d'amélioration de la compréhension et de l'appropriation des résultats de la surveillance, la pratique de l'Institut a assez fortement évolué : aujourd'hui, l'IRSN publie systématiquement les résultats de mesure de sa surveillance régulière, il édite des rapports (« Bilans radiologiques »), des synthèses ou des notes d'information en tachant d'être aussi pédagogue que possible. Il se rapproche des préoccupations locales ou régionales en répondant aux sollicitations des CLI, des associations... Dans le cadre des constats régionaux, il a publié les rapports afférant et organisé des réunions de présentation et des réunions de restitution des résultats.

Il a également développé, avec des partenaires, le projet « OpenRadiation » qui, à l'instar d'initiatives menées au Japon à la suite de l'accident de Fukushima (ex. <https://blog.safecast.org/>), permet à tout citoyen de mesurer la radioactivité de son propre environnement et de partager le résultat de ces mesures au travers d'une plateforme internet (<https://www.openradiation.org/fr>) et de les commenter.

S'agissant de la capacité des parties intéressées à agir sur la pratique de l'Institut en matière de surveillance ou d'étude, on soulignera que :

- le RNM fournit un lieu d'échange au sein duquel le dialogue s'opère (le groupe de travail de l'ASN sur le sujet de la stratégie de surveillance a fourni le cadre à d'intenses échanges entre producteurs de données) ;
- certains constats radiologiques régionaux ont permis aux acteurs locaux d'influencer le plan de prélèvement et d'analyse proposé par l'Institut (ex. Constats radiologiques « Dordogne » ou « Normandie - Hauts-de-France »).

CHAPITRE 3 - ELEMENTS DE CONTEXTE ACTUALISES

Les principes et objectifs de la stratégie de surveillance définie en 2009 résultaient d'une analyse des moyens et des pratiques de l'Institut pour cette mission au regard du contexte de sa mise en œuvre. Si la mission de surveillance radiologique de l'Institut n'a pas vraiment changé depuis lors, certains éléments de son « environnement » ont évolué et certaines des données d'entrée qui le définissaient à l'époque méritent certainement d'être réexaminées afin de vérifier si le cap doit être maintenu ou modifié pour l'avenir.

3.1 CONTEXTE INDUSTRIEL

Après avoir été considérablement réduits durant les années 90⁴⁵, les rejets des principales installations nucléaires de base sont aujourd'hui stables et conduisent à des niveaux de radioactivité environnementale faibles. La perspective du prochain démarrage de Flamanville 3, de constructions nouvelles (réacteur Jules Horowitz, Iter)⁴⁶ et de fermeture de centrales prévues par la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (4 à 6 réacteurs d'ici 2028) ne laisse pas entrevoir, à court terme, de modification majeure du nombre de sites à surveiller ou des niveaux de radioactivité rejetée. On peut donc considérer qu'en dehors d'autres considérations (budgétaire, technologique...), le contexte industriel ne justifiera pas une modification sensible de la pratique actuelle de l'IRSN en matière de surveillance radiologique, à proximité des INB comme à distance de celles-ci.

3.2 POLITIQUES PUBLIQUES

— Prévention des risques

Bien souvent dans le passé, les réglementations destinées à protéger l'homme ou l'environnement des nuisances résultant d'activités humaines ont été élaborées de manière séparées, en fonction des secteurs d'activité (*ex. industrie minière, incinération des déchets conventionnels, ...*), des milieux (*air ambiant, mer, eaux continentales, ...*) ou de la nature des nuisances ou des toxiques (*toxiques chimiques, radiologiques, particules atmosphériques, bruit, chaleur/froid, ...*) : leurs critères d'évaluation et leurs objectifs respectifs étaient distincts. Depuis quelques années toutefois, les politiques publiques tentent de faire converger non seulement les sources de droit correspondantes (code de la santé, de l'environnement, du travail) mais aussi les modalités de gestion des risques, dans une approche globale susceptible de faire progressivement disparaître les frontières liées à l'origine ou la nature des nuisances pour ne juger *in fine* que de leurs conséquences objectives sur l'homme ou les milieux⁴⁷.

Cette nouvelle manière d'appréhender la gestion des risques peut conduire à réévaluer les modalités de la surveillance de l'environnement et notamment à réduire la part de l'analyse systématique des toxiques dans les milieux (pratique requérant d'importants moyens analytiques et ne rendant pas directement compte d'une nuisance pour les personnes ou de l'état d'un milieu) au bénéfice d'indicateurs d'exposition ou d'indicateurs d'effets. Il convient donc d'envisager la possibilité d'organiser une surveillance globale des nuisances occasionnées par des sites industriels (que leurs activités soient nucléaires/radiologiques ou non) au moyen d'un nombre limité d'indicateurs.

⁴⁵ Exceptions faites du tritium et du carbone 14.

⁴⁶ Situées en des zones déjà surveillées par l'IRSN.

⁴⁷ Approche mise en avant notamment par la directive 2010/75/UE du parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) : « Plusieurs approches visant à réduire de manière séparée les émissions dans l'air, dans l'eau ou dans le sol sont susceptibles de favoriser des transferts de pollution d'un milieu de l'environnement à un autre, plutôt que de protéger l'environnement dans son ensemble. Il convient donc de prévoir une approche intégrée de la prévention et de la réduction des émissions dans l'air, l'eau et le sol, de la gestion des déchets, de l'efficacité énergétique et de la prévention des accidents. Une telle approche contribuera également à créer des conditions de concurrence homogènes dans l'Union à travers l'harmonisation des exigences en matière de bilan écologique des installations industrielles ».

L'IRSN suit attentivement cette évolution et l'accompagne (ses propres programmes de R&D comportant la recherche de tels indicateurs). Néanmoins, l'Institut considère qu'il convient de poursuivre la surveillance de l'environnement par les méthodes de quantification des radionucléides dans les milieux⁴⁸ car :

- elle permet de connaître précisément les niveaux de radioactivité dans l'environnement (à proximité ou à distance des installations nucléaires) et de suivre leurs évolutions temporelles ;
- la surveillance de l'environnement de l'IRSN participe à la vérification du bon fonctionnement des installations qui rejettent de la radioactivité dans l'environnement et permet de maintenir en conditions opérationnelles un plateau technique qui constitue un centre de ressources pour l'ensemble des pouvoirs publics, en situation normale comme en situation d'urgence radiologique ;
- l'attente des acteurs publics et de la société civile en matière de connaissance permanente des niveaux de radioactivité ambiante est explicite ;
- les indicateurs environnementaux rendent une information qu'il est souvent difficile d'utiliser au regard de la gestion d'un risque et constituent encore, à bien des égards, des objets d'expérimentation.

En parallèle, l'IRSN s'inscrit dans les approches globales en poursuivant son effort d'intégration au sein des communautés chargées de surveillances de l'environnement, en mettant notamment à disposition d'autres opérateurs responsables de ces surveillances les données qu'il produit (ex. IFREMER pour l'application de la directive cadre Stratégie pour le milieu marin [DCSMM]). Il accompagnera également cette évolution en participant à des travaux de recherche sur les expositions à des pollutions multiples (radiologiques ou chimiques) et à l'évolution des méthodes d'évaluation des impacts à l'homme ou aux écosystèmes.

L'IRSN participera également, au 4^{ème} plan national Santé-Environnement qui porte notamment parmi ses objectifs celui d'une orientation claire à destination de nos concitoyens avec la volonté de mieux les associer aux thématiques « Santé-Environnement » ainsi que celui du soutien indispensable de la science, au travers de la recherche, pour apporter des réponses aux nombreux questionnements sur les effets des expositions, quelles que soient leurs natures, sur la santé et l'environnement. Dans son domaine de compétence, l'IRSN sera plus particulièrement concerné par l'axe 4 du PNSE 4 « mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé » (cf. §4.2).

Protection des milieux

Depuis la fin des années 1990, un certain nombre de pays d'Europe ont développé des politiques de protection des milieux, d'abord pour protéger les personnes contre les effets des pollutions, ensuite pour protéger l'environnement et pour en préserver ou en développer le potentiel économique. Ces politiques se matérialisent par des accords multilatéraux⁴⁹ ou des directives⁵⁰ appelant une identification et une caractérisation des nuisances, leur surveillance à différentes échelles (bassin versant, zone maritime) et fixant, si nécessaire, des objectifs de réduction des rejets de substances toxiques dans l'environnement.

La question de l'impact radiologique lié aux activités industrielles à l'échelle du territoire a été relativement peu documentée dans le cadre de l'application de la DCE ou de la DCSMM en France⁵¹, du fait de l'existence concomitante du droit pris en application du Traité Euratom. Par les données et méthodes d'évaluation des impacts dont il dispose, l'IRSN peut contribuer à l'application de ces politiques car il est l'un des rares acteurs de la surveillance réalisant une caractérisation radiologique du territoire au-delà du périmètre immédiat des installations nucléaires (à l'échelle de bassins versants ou de régions). Les données qu'il produit dans ce cadre sont importantes lorsque des questions de santé environnementale se posent (i.e. les expositions chroniques à de faibles voire de très faibles concentrations de substances toxiques).

Transparence

Depuis la création de l'Institut en 2002, le corpus juridique relatif à la transparence de l'exercice de ses activités a évolué au travers notamment :

* du code de la santé publique (2003, CSP art. R1333-11), qui transpose la directive 2003/4/CE concernant l'accès du public à l'information en matière d'environnement et les normes européennes en matière de radioprotection (1996, directive Euratom 96/29) et met en place le réseau national de mesure de la radioactivité dans l'environnement,

⁴⁸ Hormis les indicateurs dosimétriques qu'il met déjà en œuvre (ex. Télec, dosimètres environnementaux).

⁴⁹ Convention de Barcelone, convention OSPAR, protocole de Göteborg, ...

⁵⁰ Directive cadre sur l'eau, directive cadre sur la stratégie pour le milieu marin, directive sur la réduction des polluants atmosphériques, ...

⁵¹ Il participe depuis de nombreuses années à l'établissement des évaluations et rapports appelés par le traité OSPAR, pour leur volet radiologique.

* de la charte de l'environnement (2005, loi constitutionnelle) qui stipule que toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement,

* de la loi sur la transparence sur la sécurité nucléaire (2006, loi n°2006-686⁵²) faisant obligation à l'autorité de sûreté nucléaire de rendre publics ses avis et décisions délibérées,

* de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (2015), qui précise et renforce les dispositions en matière de communication d'informations par les exploitants d'INB et conduit à la publication systématique des avis de l'IRSN,

* de la loi relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique (2016, loi n°2016-1691) qui met en place des mesures de prévention de la corruption et de protection des lanceurs d'alertes...

A chacune de ces évolutions, l'Institut s'est doté de l'organisation et de procédures permettant de répondre, à son niveau, aux nouvelles exigences. Ainsi, il a mis en place un responsable du traitement des demandes lui parvenant de la CADA, une organisation pour le routage et le suivi des réponses aux questions directes du public ou d'associations, une commission d'éthique et de déontologie (conformément au décret définissant ses missions), un suivi des déclarations publiques d'intérêt (DPI), une procédure pour la protection des lanceurs d'alerte...

L'Institut compte poursuivre ses efforts en la matière car il s'agit d'une exigence législative et d'une réponse aux attentes de la société, sa démarche d'ouverture à la société constituant un axe stratégique de son contrat d'objectif et de performance (COP). L'activité de surveillance de l'environnement fournit de nombreuses occasions de mettre en œuvre ce type de politique (communication de données brutes, de synthèses à destination du public, information réactive après détection de niveaux inhabituels, implication de parties prenantes dans des études locales...).

— Modernisation de l'action publique

En tant qu'opérateur public, l'IRSN s'associe à la politique gouvernementale de modernisation de l'action publique (AP2022) dont les principaux objectifs sont l'amélioration de la qualité de service, le développement d'un environnement de travail modernisé et l'accompagnement de la baisse de la dépense publique.

Dans le domaine de la surveillance de l'environnement, l'Institut a engagé un travail d'optimisation, principalement en matière de ressource numérique (voir § 3.3.2) : en abandonnant les services redondants (ex. fermeture de la base de données « SWS » au bénéfice de la seule base « RNM »⁵³), en unifiant les outils de gestion de processus et en développant un entrepôt de données unique à l'échelle de l'Institut. Il compte poursuivre ce processus de modernisation en développant des outils de restitution des résultats de mesure ou d'indicateurs pour les diffuser :

- en permanence au sein des unités de l'IRSN, au-delà du cadre de celles chargées de les produire (unités responsables de la crise radiologique ou de la sûreté des installations),
- aux autorités et administrations pour qui ce type d'information est utile (ASN, DGPR, DGS, DGT, ...).

Il compte également mettre à disposition du public les données de la surveillance régulière qu'il acquiert mais qu'il ne pourrait publier au travers du site internet du RNM, en les publiant sur la plateforme ouverte des données publiques françaises (www.data.gouv.fr).

3.3 SCIENCES ET TECHNIQUES

Dans le domaine du prélèvement ou de la mesure de la radioactivité, aucune rupture technologique fondamentale n'est venue remettre en cause les pratiques de l'IRSN. L'Institut s'est attaché à suivre ou à accompagner les évolutions techniques pour appliquer à la surveillance les méthodes à l'état de l'art. Parmi les évolutions les plus marquantes, on soulignera toutefois :

- l'apparition de systèmes de télédétection fixe par spectrométrie gamma in situ, technologies susceptibles de compléter voire de prendre place dans le réseau Téléray à l'avenir ;
- la commercialisation de détecteurs gamma de grand volume utilisables pour la mesure embarquée ;
- le développement de méthodes de routine couplant chromatographie et spectrométrie de masse ;

⁵² Modifiée par l'ordonnance n° 2012-6 du 5 janvier 2012.

⁵³ Cette rationalisation permet à la fois une réduction des coûts et une meilleure lisibilité de l'action publique dans ce domaine.

-
- le développement de systèmes de piègeurs passifs pour le prélèvement ;
 - le développement d'algorithmes de traitement du signal susceptibles d'améliorer les limites de détection et/ou la rapidité de rendu de résultat des mesures voire, de les automatiser dans une certaine mesure ;
 - la multiplication des cas de mise en œuvre de drones pour la mesure ou l'imagerie ;
 - l'arrivée sur le marché de détecteurs très bon marchés (de qualité variable) susceptibles d'être utilisés par le grand public ;
 - le développement de plateformes de restitution de résultats et réseaux sociaux autour de la question de la radioactivité dans l'environnement...

CHAPITRE 4 - ACTUALISATION DE LA STRATEGIE

4.1 LES PRINCIPES

Les principes ayant prévalu à la définition des orientations de la stratégie de surveillance de l'environnement de l'IRSN affichés en 2009 n'ont pas été fondamentalement remis en cause depuis lors, ni dans le cadre de l'exercice de cette surveillance ni du fait de l'évolution de son environnement. A l'occasion de l'actualisation de cette stratégie, ils peuvent être réaffirmés. Ils sont cohérents avec ceux résultant de la réflexion prospective (« IRSN 2030 ») engagée par l'IRSN.



Figure 25 : Principes d'IRSN 2030

Ainsi, dans le domaine de la surveillance de l'environnement,

- **l'excellence** repose sur la capacité de l'Institut à déterminer les niveaux de radioactivité environnementaux de référence ou à détecter un éventuel accroissement des valeurs mesurées au regard de ces niveaux. Elle repose également sur la capacité à expliquer ou prévoir le devenir des radionucléides dans les milieux et à évaluer les conséquences sanitaires ou environnementales des expositions qui en résultent, c'est-à-dire, sur une expertise basée sur des études et des travaux de recherche ;
- **l'indépendance** s'entend comme la capacité de l'Institut à organiser et réaliser les caractérisations environnementales qu'il juge nécessaires, sans préjudice des réponses aux demandes des pouvoirs publics dans le domaine. Elle s'accompagne d'une exigence d'information des autorités et du public ;
- **l'anticipation** repose sur une veille technique, scientifique, réglementaire et sociétale permanente. Elle doit permettre à l'Institut de rester à l'état de l'art des pratiques et d'adapter son plateau technique et les compétences afférentes au mieux de cet état de l'art et d'anticiper les sujets d'intérêt des parties intéressées ;
- **le partage** s'entend comme la mise à disposition des données auprès des autorités et du public mais aussi leur interprétation sous des formes accessibles, la sensibilisation du jeune public, le recueil des besoins ou la co-construction de stratégies de caractérisation auprès de personnes impliquées localement, l'accompagnement d'initiatives de mesure citoyenne...

4.2 LES OBJECTIFS TECHNIQUES

— PRESERVER

Maintenir en condition opérationnelle les réseaux de surveillance régulière existants en les optimisant

D'une manière générale, l'IRSN dispose aujourd'hui d'un système de surveillance radiologique de l'environnement reposant sur un plateau technique relativement récent. Il n'envisage pas d'importantes jouvences de ces équipements à court terme (telles qu'ont pu être les reconfigurations du réseau Téléray ou du réseau Opéra-Air durant les dernières années). Ainsi, l'objectif de l'Institut à moyen terme est principalement d'assurer le maintien opérationnel des réseaux existants et de réaliser des évolutions limitées⁵⁴. En fonction des moyens disponibles, ces évolutions limitées pourront porter sur

⁵⁴ Par exemple, l'introduction progressive de sondes de spectrométrie gamma dans le réseau Téléray, opportunité incidente de renforcer ce réseau dans la zone des 10 km autour des centrales nucléaires ou de l'installation de retraitement de La Hague.

l'amélioration de la couverture du réseau Téléray⁵⁵ en champ proche des principales installations nucléaires et sur l'achat de dispositifs de prélèvements et de mesures de la radioactivité dans les aérosols autonomes et/ou opérables à distance⁵⁶ qui fonctionnent en toutes conditions pendant des périodes de confinement⁵⁷ provoquées par des situations de crise. L'optimisation de ces réseaux pourra également résulter d'une meilleure analyse des données qu'ils produisent ou des résultats de la modélisation de la dispersion des rejets.

L'Institut maintiendra également son antenne permanente pour la surveillance radiologique en territoire polynésien.

Entretenir une culture de la flexibilité et de la réactivité

A l'exception des moyens strictement dédiés à la gestion de crise⁵⁸, le plateau technique supportant l'activité de surveillance de l'environnement est celui qui supporte également les activités d'expertise, de prestation, de R&D et de gestion de crise. Depuis 2009, il a évolué afin d'intégrer des équipements utilisables en situation normale comme en situation d'urgence radiologique. Il a notamment intégré nombre d'équipements de mesure in situ et de mesure embarquée. Les pratiques métrologiques ont également évolué pour réduire les délais d'analyse de certains radionucléides et répondre au plus vite aux questions des pouvoirs publics relatives à la protection des populations. L'Institut a mis au point de nouvelles procédures pour gérer au mieux la transition entre la situation normale et une situation d'urgence, procédures qu'il éprouve très régulièrement dans le cadre d'exercices. Il a également mis au point de nouvelles formations pour former de manière robuste les personnels à la caractérisation environnementale en situation de crise. Cette culture de l'adaptation et de la réactivité doit être entretenue à l'avenir, par son intégration dans le cursus de formation permanente du personnel et à chaque fois qu'il est question d'adapter le plateau technique ou les méthodes de mesure.

Conserver un rôle de référent métrologique

Sa position de référent en matière de métrologie oblige l'Institut, aujourd'hui comme demain, à développer et adapter les méthodes lui permettant de demeurer à l'état de l'art ou de contribuer à le faire évoluer. Il doit aussi développer et entretenir un ensemble d'accréditations sur un champ très étendu de techniques et de matrices environnementales et se soumettre aux intercomparaisons nationales et internationales. Cette exigence, garante de sa capacité et de son savoir-faire, devra continuer à être satisfaite dans les années à venir. Toutefois, il conviendra de s'interroger avec les principales parties intéressées sur l'intérêt du maintien de telle ou telle accréditation, notamment en raison du coût de ces pratiques.

Contribuer explicitement aux politiques publiques

Par son programme de surveillance ou certaines de ses études, l'IRSN dispose de données de caractérisation environnementale et d'évaluation des impacts potentiellement utiles pour les responsables de politiques environnementales que l'IRSN cherchera à valoriser dans les différentes politiques environnementales ou sanitaires mises en œuvre en France.

Dans cet objectif, l'IRSN contribuera au 4^{ème} plan national Santé-Environnement dont l'axe 4 « mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé » est orienté vers la valorisation des connaissances existantes et le développement de nouvelles connaissances. Il s'agit de tirer le meilleur profit des connaissances et données existantes au moyen de la création du Green Data Hub ou de mettre à l'agenda de la recherche des sujets complexes visant à comprendre de manière plus fine les liens entre les différentes sources d'expositions environnementales et leurs effets sur la santé.

S'agissant du Green Data Hub et de l'intégration des bases de données environnementales, l'Institut, au titre de ses missions de contribution à la veille permanente en matière de radioprotection, administre plusieurs bases de données relatives notamment à l'état radiologique du territoire. Il dispose dans ces différents compartiments d'un volume important de mesures et d'un historique qui pourront être largement mis à profit dans le cadre du projet de hub. Ces données pourront également participer aux travaux liés à l'exposome, l'exposition radiologique constituant une des composantes de ce dernier.

⁵⁵ Par exemple, l'introduction progressive de sondes de spectrométrie gamma dans le réseau Téléray (SpectroTéléray), opportunité incidente de renforcer ce réseau dans la zone des 10 km autour des centrales nucléaires ou de l'installation de retraitement de La Hague.

⁵⁶ Par exemple, l'achat de dispositifs de prélèvement et de mesures de la radioactivité dans les aérosols totalement autonomes (cf. station CINDERELLA du réseau du Traité d'interdiction des essais nucléaires – TICE)

⁵⁷ Périodes où les opérations de prélèvement des échantillons et de mesures peuvent être réduites voire suspendues.

⁵⁸ Non évoqués dans le présent document.

FAIRE EVOLUER

Transformer les constats radiologiques régionaux en études radiologiques de sites

Les constats radiologiques régionaux réalisés à ce jour ont montré que les niveaux de radioactivité artificielle mesurés à distance des installations nucléaires évoluaient très lentement et qu'il n'y avait pas lieu de les renouveler fréquemment. A l'avenir, l'Institut utilisera la capacité de surveillance réservée aux constats radiologiques régionaux pour réaliser des études centrées sur l'environnement proche des sources de radioactivité⁵⁹ dénommées « étude radiologique de site ». Ces études ont pour but d'affiner nos connaissances sur l'influence radiologique d'un site nucléaire sur son environnement et d'estimer de manière réaliste les expositions des populations avoisinantes en associant les acteurs de la société civile. De telles études comprendront :

- un volet descriptif dressant le bilan de nos connaissances de l'état radiologique de la zone et des expositions susceptibles d'en résulter. Ce volet appelé « référentiel de site » fournira à la fois une vision rétrospective et une vision actualisée de l'influence des rejets des sites sur leur environnement, au regard notamment des niveaux mesurés à distance des installations (bruit de fond) ;
- des campagnes de caractérisation de terrain complémentaires⁶⁰ en densifiant et diversifiant les types de prélèvements à proximité et à distance du site et en mettant en œuvre des moyens métrologiques performants ou des moyens expérimentaux spécifiques afin de mesurer la radioactivité à des niveaux très bas ;
- un volet destiné à éprouver le réalisme des hypothèses ou des modèles mis en œuvre dans le cadre des études d'impact (en matière de transfert de la radioactivité dans les milieux ou en matière d'évaluation des expositions) par la confrontation des mesures de terrain et des calculs. Ce volet doit permettre d'estimer de manière réaliste les expositions des populations avoisinantes qui en résultent, par l'utilisation combinée des résultats de mesures dans l'environnement, des modèles numériques et des informations recueillies au cours d'enquêtes de proximité.

Pour tester ce type d'études et envisager de les optimiser à terme, l'IRSN procédera dans un premier temps à des études pilotes. Une telle étude pilote est actuellement en cours autour du CNPE EDF de Saint-Alban.

Comme les résultats de la surveillance régulière, ces études alimenteront la banque de données (caractérisation / dose) susceptible d'être utilisée dans le cadre des travaux de recherche sur la question générique des expositions environnementales aux « micropolluants » (exposome) ou lorsque des questions résultant de la veille sanitaire sont posées (ex. recherche d'imputabilité, identification de clusters de pathologies, ...).

Pour ces volets, l'Institut recherchera la meilleure façon d'associer les parties prenantes locales (information, participation à la définition du périmètre de l'étude, participation au prélèvement ou à la mesure, enquête sur les habitudes de vie et régimes alimentaires, ...) et de leur restituer les résultats de l'étude de façon intelligible.

Reconfigurer la stratégie de surveillance en cas de situations singulières (événement radiologique, crise nucléaire, crise sanitaire...)

L'accident de Fukushima en 2011, et de divers événements radiologiques de moindre intensité survenus au cours de la dernière décennie (détection de ruthénium 106 en provenance de l'est de l'Europe, incendie du sous-marin Perle, feux de forêt à proximité de Tchernobyl, ...) ont mis en lumière un besoin accru, tant de la part des pouvoirs publics que des citoyens, d'évaluation de la situation et de ses conséquences ainsi que de communication de la part de l'IRSN. Afin d'y répondre, l'Institut a intégré à sa stratégie de surveillance de la radioactivité dans l'environnement un ensemble de dispositions (procédures, formations, exercices, ...) lui permettant de se reconfigurer pour s'adapter aux différentes situations pouvant survenir en France ou dans le monde.

Cette reconfiguration de la surveillance de l'IRSN dans le cas de situations singulières consiste en une adaptation graduée de la surveillance l'environnement à la situation et à ses enjeux. Elle prévoit notamment de mobiliser les moyens techniques et humains permettant :

- de définir un plan de surveillance radiologique adapté dès les premières heures de l'événement afin de renforcer les actions de prélèvements à l'échelle locale comme nationale en lien avec son réseau de préleveurs et les pouvoirs publics ;
- de fournir des niveaux de radioactivité dans l'environnement avant l'événement permettant l'évaluation et un dédouanement plus rapide des zones non impactées ;

⁵⁹ Y compris les sites miniers, les ICPE ou les installations mettant en jeu des produits concentrant la radioactivité naturelle (NORM) dont l'Institut avait prévu d'assurer le suivi au moyen des constats radiologiques régionaux.

⁶⁰ si l'examen des données réalisé dans ce cadre devait révéler des lacunes (ex. zone échappant à la surveillance régulière, matrice non analysée ordinairement...)

- de mobiliser et d'adapter ses capacités analytiques en fonction de la situation (type d'évènement, localisation, ...) afin de fournir rapidement des résultats de mesures sur un flux important d'échantillons ;
- d'assurer la logistique de transfert des échantillons vers ses laboratoires de mesures ;
- d'assurer un appui technique aux laboratoires publics mobilisés pour la réalisation des caractérisations dans la zone impactée comme des contrôles libérateurs sur les biens et denrées alimentaires ;
- de communiquer les résultats de cette surveillance aux pouvoirs publics comme au public (via des sites internet dédiés).

Sur le plan des moyens techniques, l'IRSN a modernisé ses infrastructures en lançant la construction sur le site du Vésinet d'un laboratoire de traitement et d'analyses d'échantillons environnementaux en situation post-accidentelle (LATAC) dont la mise en production est attendue pour fin 2022. Ce laboratoire qui permettra la gestion du flux d'échantillons prélevés en situation de crise, tout en s'adaptant au type d'évènement et aux niveaux de radioactivité présents, sera également utilisé pour la surveillance de routine, optimisant ainsi cet investissement.

Ce travail d'adaptation de la surveillance de l'environnement à des situations singulières intègre le retour d'expérience de la période de pandémie (Covid 19) qui, en raison notamment des périodes de confinement prolongées, a conduit l'IRSN à adapter ponctuellement sa surveillance en fonction de enjeux et des moyens disponibles sur ces périodes.

Mettre en place les outils numériques de centralisation et d'exploitation des données

L'IRSN a lancé un projet d'unification de ses bases de données pour la gestion des processus de laboratoire et des données qui en résultent (avec le développement d'un logiciel de gestion de processus de laboratoires et d'un entrepôt de données unique). Ce travail doit conduire :

- à une uniformisation des pratiques et à la suppression de plusieurs autres bases de données ;
- à la standardisation et la centralisation des données pour en faciliter l'exploitation et pour en accroître la puissance ;
- à l'automatisation des tâches d'exportation des données dans d'autres bases, vers d'autres portails (RNM, Eurdep, RemDB, [...]) et ultérieurement, des portails d'open data ou des portails environnementaux spécialisés ;
- au développement d'outils de visualisation et de traitement statistique de la donnée utiles à l'Institut mais aussi aux administrations ou organismes publics utilisateurs ou gestionnaires d'indicateurs ou des séries temporelles radiologiques. Ces développements devraient conduire également à la création de connaissances nouvelles au travers du croisement de données ;
- à un accès plus aisé aux référentiels de sites ou de régions en situation d'urgence radiologique.

L'Institut a également entamé des travaux destinés à optimiser l'exploitation des mesures par le biais de logiciels de traitement du signal, de traitement des données brutes (cumul de spectres, traitement statistique de données censurées, « démélange » spectral, ...) : mises en œuvre de manière opérationnelle, ces méthodes permettront à terme l'amélioration des performances métrologiques « nettes » (sans modification du parc instrumental) et une automatisation de certaines actions humaines (détection de valeurs « anormales », validation des mesures, ...).

Ces actions de modernisation sont prioritaires et s'inscrivent dans la feuille de route pour la valorisation des données scientifiques et techniques de l'Institut.

Enfin, l'IRSN renforcera l'utilisation de ses outils de modélisation des dispersions des rejets des installations nucléaires et de leurs transferts dans l'environnement comme aide à la définition des points de surveillance de l'environnement⁶¹ d'une installation.

PREPARER L'AVENIR

L'IRSN considère qu'il lui est essentiel de disposer d'un plateau technique de qualité en matière de caractérisation environnementale à l'état de l'art des pratiques en matière de prélèvement et de mesures afin de maintenir son rôle de référent en métrologie. Cette nécessité, combinée à celle de la continuité de service⁶², conduit l'Institut à poursuivre ses efforts de recherche et développement (ex. systèmes de prélèvement passifs) et à procéder périodiquement au renouvellement d'équipements et à adapter son plateau technique afin de tirer parti des dernières évolutions

⁶¹ Cf. Etude menée par IRSN en 2020-2021 sur les activités en tritium dans la Loire à Saumur

⁶² Les réseaux de surveillance régulière (Téléray, Hydrotéléray, Hydrocollecteurs, Opéra-Air, ...) sont réputés être opérationnels en permanence et ce, malgré l'inévitable vieillissement / obsolescence des équipements qui les constituent.

technologiques (ex. automatisation de systèmes de mesure, spectrométrie de masse appliquée à la mesure des émetteurs alpha...).

Dans un souci d'efficacité, l'Institut étudiera annuellement les inflexions possibles du dispositif de surveillance (modification de la fréquence de certains prélèvements, de la diversité des analyses, adaptation de certains réseaux [en densité ou en périmètre de couverture, en fonction du retour d'expérience ou des capacités de modélisation] ...). Dans le cadre de sa réflexion, l'IRSN interagira avec les parties prenantes notamment sur la place relative des acteurs de la surveillance (exploitants/IRSN/associations/citoyens) et plus particulièrement avec la société civile afin d'étudier l'intérêt et les modalités de la mise en place d'une coopération au bénéfice des deux parties (surveillance en réponse aux attentes de la société civile et mise en place d'un réseau de préleveurs locaux).

L'IRSN poursuivra également les efforts engagés dans la centralisation et l'exploitation des données de l'environnement en s'appuyant notamment sur des processus automatisés (appui de l'IA) pour croiser un nombre important de données et les restituer de façon adaptée aux divers objectifs : orienter sa surveillance régulière (ex. identification d'anomalies), réaliser des études radiologiques (ex. référentiel de sites, modélisation des rejets, des expositions...).

L'IRSN s'efforcera d'alimenter de ses données le site gouvernemental de l'OpenData. Par ailleurs, la mise à disposition des bases de données relatives de l'IRSN à l'état radiologique du territoire, issues notamment de la surveillance de l'environnement, permettra de contribuer au 4^{ème} Plan national Santé-Environnement (PNSE 4) (via « green data hub ») et à l'objectif de « mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé » ainsi qu'aux études sur la composante radiologique de l'exposome⁶³.

⁶³ Evaluation de l'ensemble des expositions auxquelles un être humain est soumis tout au long de la vie

Table des illustrations et tableaux

■ Illustration

Figure 1 : Points d'implantation des stations AS et GD de l'IRSN en 2009	10
Figure 2.Stations AS (à gauche) et 300 m ³ /h (à droite).....	10
Figure 3 : Performances comparées des systèmes de prélèvement et de mesure associés aux stations 10, 80 et 700 m ³ /h du réseau OPERA-AIR (en µBq/m ³).	12
Figure 4 : Points d'implantation des stations du réseau OPERA-AIR de l'IRSN en 2021	13
Figure 5 : Station 80 m ³ /h (moyen débit) et 700 m ³ /h (très grand débit)	13
Figure 6 : Points d'implantation des stations de prélèvement d'eau de pluie de l'IRSN en 2009	16
Figure 7 : Points d'implantation des stations de préleveurs d'eau de pluie de l'IRSN en 2021.....	17
Figure 8 : Points d'implantation des balises du réseau Téléray en 2009 et photographie d'une balise.....	18
Figure 9 : Points d'implantation des balises du réseau Téléray entre 2010 et 2015 et photographie d'une balise	19
Figure 10 : Evolution du nombre de balises fixes du réseau Téléray déployées.....	20
Figure 11 : Carte d'implantation des balises du réseau Téléray fin 2021	21
Figure 12 : Points d'implantation des dosimètres passifs (DTL) en 2009 et photographie d'un dosimètre DTL	22
Figure 13 : Points d'implantation des dosimètres passifs (RPL) en 2021 et photographie d'un dosimètre RPL	23
Figure 14 : Points d'implantation des hydrocollecteurs (points noirs) de l'IRSN en 2009 et photographie d'un hydrocollecteur	24
Figure 15 : Localisation des hydrocollecteurs de l'IRSN en 2021 et photographie d'un hydrocollecteur	25
Figure 16 : Points de prélèvement des eaux de surface (notamment ponctuels) en 2021	26
Figure 17 : Position des stations de mesure du réseau Hydrotéléray en 2009 et en 2021 et photographie d'une station	27
Figure 18 : Points de prélèvement des principales denrées alimentaires en 2009	29
Figure 19 : Points de prélèvement des principales denrées alimentaires en 2021	31
Figure 20 : Evolution du nombre d'analyses réalisées sur les produits de la mer, par radionucléide	31
Figure 21 : Emprise et phasage des constats radiologiques régionaux planifiés	32
Figure 22 : Points de prélèvement de lait et de végétaux en France métropolitaine (gauche) et résultats de mesure de l'iode 131 dans l'herbe (droite) dans le cadre de la surveillance renforcée post-Fukushima	34
Figure 23 : Evolution du nombre d'analyses de tritium organiquement lié (TOL) dans le cadre de la surveillance de routine réalisée par l'IRSN	36
Figure 24 : Moyens de caractérisation in situ	39
Figure 25 : Principes d'IRSN 2030	45

■ Tableau

Tableau 1 : Répartition des rôles pour la surveillance alimentaire à partir de 2009	28
---	----

IRSN
Pôle santé et environnement
Direction de l'environnement

E-mail
contact@irsn.fr

N° du rapport
Rapport IRSN 2021-00915
Tous droits réservés IRSN
Décembre 2021

Photo de couverture :
Station du réseau OPERA-Air de l'IRSN au nord de l'établissement Orano de la Hague, © IRSN.
Autres photos :
IRSN



31, avenue de la division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
RCS Nanterre B 440 546 018

COURRIER

B.P 17
92260 Fontenay-aux-Roses Cedex

TÉLÉPHONE

+33 (0)1 58 35 88 88

SITE INTERNET

www.irsn.fr

Email

contact@irsn.fr

 [@IRSNFrance](https://twitter.com/IRSNFrance)