

LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE NOUS



2.1

Conception et réalisation graphiques : www.kazoar.fr – Pictos : Freepik, Kazoar – Photos : David Claval/Médiathèque IRSN, Arnaud Bouissou/MEDDE/Médiathèque IRSN
Reproduction interdite sans l'accord de l'ASN/IRSN. Pour toute information : contact@irsn.fr



LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE NOUS

D'OÙ VIENT LA RADIOACTIVITÉ ?



Même si la radioactivité a été découverte il y a seulement un peu plus d'un siècle, elle a toujours été présente autour de nous ! Depuis la création de la Terre jusqu'à la fabrication d'éléments radioactifs pour les examens médicaux, ses **origines** sont multiples.

RADIOACTIVITÉ NATURELLE

RADIOACTIVITÉ TELLURIQUE

Les roches qui composent la Terre contiennent depuis sa formation de nombreux éléments radioactifs. Certaines, comme le granit, sont par exemple connues pour contenir de l'uranium.



Potassium 40, thorium, uranium et ses descendants (radon...)

RADIOACTIVITÉ COSMOGÉNIQUE

Notre planète est également bombardée en permanence par des particules solaires et interstellaires, les rayonnements cosmiques, à l'origine d'une partie de la radioactivité mesurée au sol et qui croît avec l'altitude. De plus, sous l'influence de ces rayonnements, les atomes constituant l'atmosphère donnent naissance à des éléments radioactifs.



Tritium, carbone 14, béryllium 7...

RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE

REJETS DES INSTALLATIONS

Les installations nucléaires en exploitation procèdent à des rejets liquides et gazeux. Ils sont encadrés par la réglementation et surveillés par les autorités en charge de leur contrôle.



Tritium, carbone 14, gaz rares (krypton...), iode, césium, cobalt...

REJETS LIÉS AU MÉDICAL

Dans le domaine médical, certaines applications comme la scintigraphie nécessitent l'injection au patient de substances radioactives à vie courte. Même si leur radioactivité diminue rapidement, une partie, évacuée par les urines, est rejetée dans l'environnement. Les installations de fabrication des produits radioactifs sont également à l'origine de rejets de faible ampleur qui sont réglementés et contrôlés.



Fluor 18, iode 131...

L'HÉRITAGE DU PASSÉ

ESSAIS NUCLÉAIRES ATMOSPHÉRIQUES

Depuis la découverte de la radioactivité, son utilisation a évolué avec le développement de ses applications, civiles comme militaires. Lors de la guerre froide, de nombreux essais nucléaires atmosphériques ont projeté à haute altitude de nombreux éléments radioactifs issus des réactions lors des explosions.



Césium 137, strontium 90, plutonium 239 et plutonium 240 encore visibles aujourd'hui

ACCIDENTS

Les accidents nucléaires majeurs, comme ceux de Tchernobyl et Fukushima, ont également dispersé sur des zones plus ou moins étendues les éléments radioactifs présents dans les installations au moment de l'événement. N'étant plus confinés, ceux-ci vont alors occasionner une pollution radioactive.



Césium 137 encore visible en France

POLLUTIONS HISTORIQUES

Enfin, les industries ayant fait usage ou produit des substances radioactives (horlogerie, productions d'objets au radium...) ont également pu, notamment dans la première moitié du XX^e siècle, entraîner des pollutions sur leurs sites ou à proximité, encore visibles aujourd'hui.



Radium encore présent de nos jours



LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE NOUS

LA RADIOACTIVITÉ DANS L'AIR



Notre atmosphère est traversée par des rayonnements naturels venant du sol et de l'espace. On y trouve également des éléments radioactifs artificiels issus des activités humaines.

LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE DANS L'AIR

Nous recevons en permanence des rayonnements cosmiques en provenance des confins de l'univers. Des dizaines de milliers de particules frappent chaque mètre carré de la Terre, chaque seconde.

De plus, au contact de notre atmosphère, ces particules cosmiques sont responsables de la formation d'éléments radioactifs comme le tritium, le béryllium 7 ou le carbone 14.

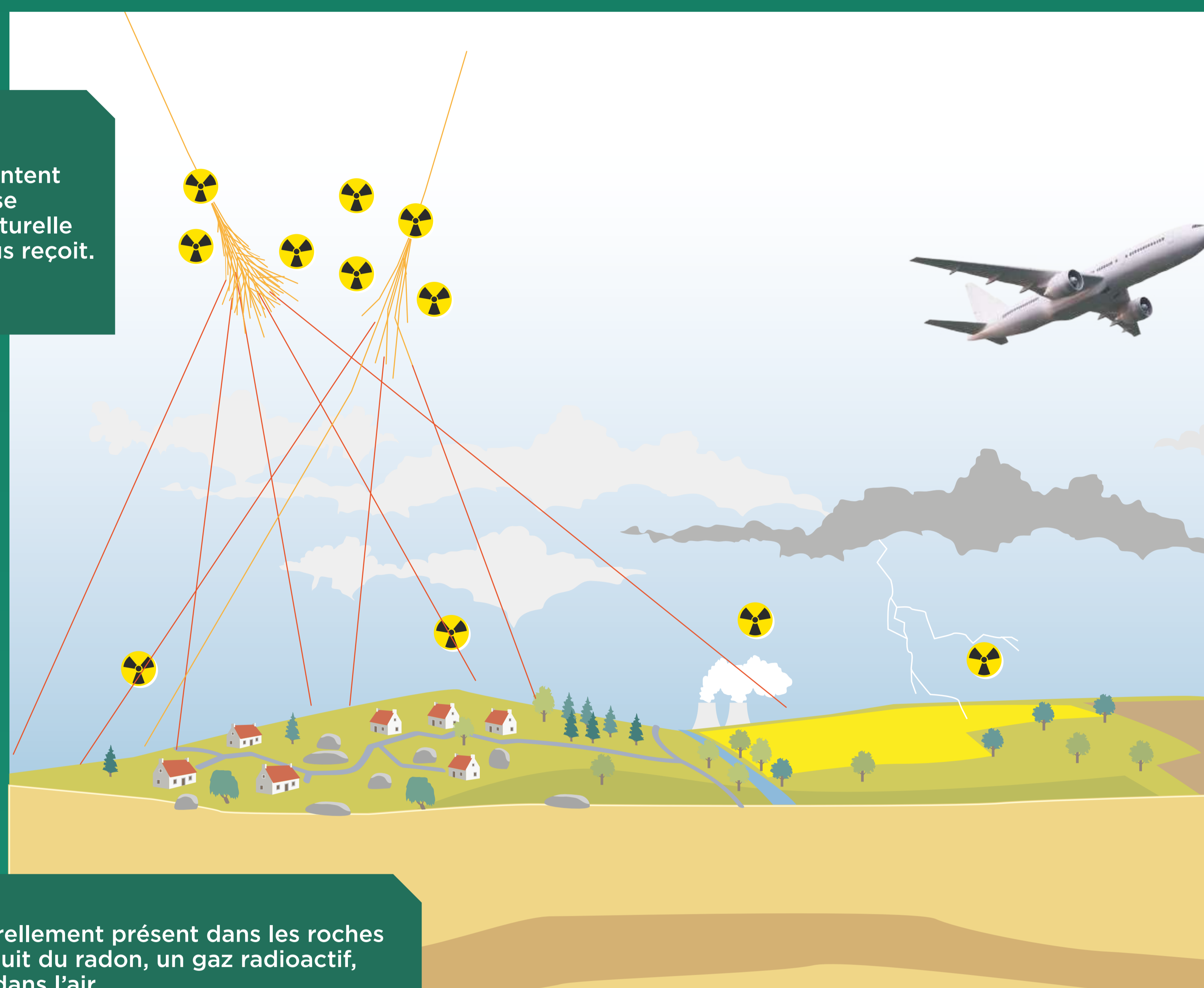
PLUS ON MONTE EN ALTITUDE, PLUS LA PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS COSMIQUES DIMINUE

Lorsque l'on prend l'avion, on est donc plus exposé aux rayonnements venant de l'espace. Un vol Paris/New-York correspond à peu près à la dose de radioactivité reçue lors d'une radiographie panoramique dentaire.

Ce n'est pas une dose de rayonnement très importante, mais cela peut commencer à compter lors de voyages très fréquents, raison pour laquelle les personnels navigants bénéficient d'une surveillance de leur exposition.

DOSE COSMIQUE

Les rayonnements cosmiques représentent 15 à 20 % de la dose de radioactivité naturelle que chacun de nous reçoit. Cela représente 0,3 à 0,5 mSv/an.



LE RADON

L'uranium naturellement présent dans les roches en France produit du radon, un gaz radioactif, qui s'échappe dans l'air. Les sols granitiques sont les plus concernés, comme en Bretagne et dans le Limousin.

CALCULEZ LA DOSE REÇUE

Flashez le QR code suivant et calculez la dose reçue pour votre prochain vol en avion.



LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE DANS L'AIR

Entre 1945 et 1980, plus de 500 essais nucléaires ont été réalisés dans l'atmosphère. Les éléments radioactifs émis passent alors de quelques heures à quelques mois dans l'atmosphère avant de retomber au sol.

Par ailleurs, les installations nucléaires rejettent dans l'air des éléments radioactifs tels que le tritium, le carbone 14 ou l'iode 131.

Les doses dues aux essais nucléaires atmosphériques

C'est en 1963 que les concentrations des éléments radioactifs dans l'air ont été les plus élevées, entraînant les dépôts radioactifs les plus importants, ainsi qu'une contamination conséquente de la chaîne alimentaire, notamment par le césium 137 et le strontium 90.

En France, la dose moyenne reçue par la population cette année-là fut du même ordre de grandeur que celle de l'année 1986, due aux retombées de Tchernobyl, soit 0,3 mSv.



LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'AIR

Les rejets gazeux liés aux installations nucléaires sont mesurés par les exploitants et contrôlés par l'ASN en regard des valeurs fixées par la réglementation. L'impact des rejets gazeux sur l'environnement est surveillé par les exploitants et par l'IRSN.

Plusieurs dispositifs permettent de surveiller la radioactivité dans l'air : outre le réseau de sondes Téléray, qui mesure la radioactivité ambiante, le réseau des 50 stations OPERA-Air de l'IRSN prélève de l'air sur des filtres et permet ainsi de mesurer la radioactivité des particules en suspension.

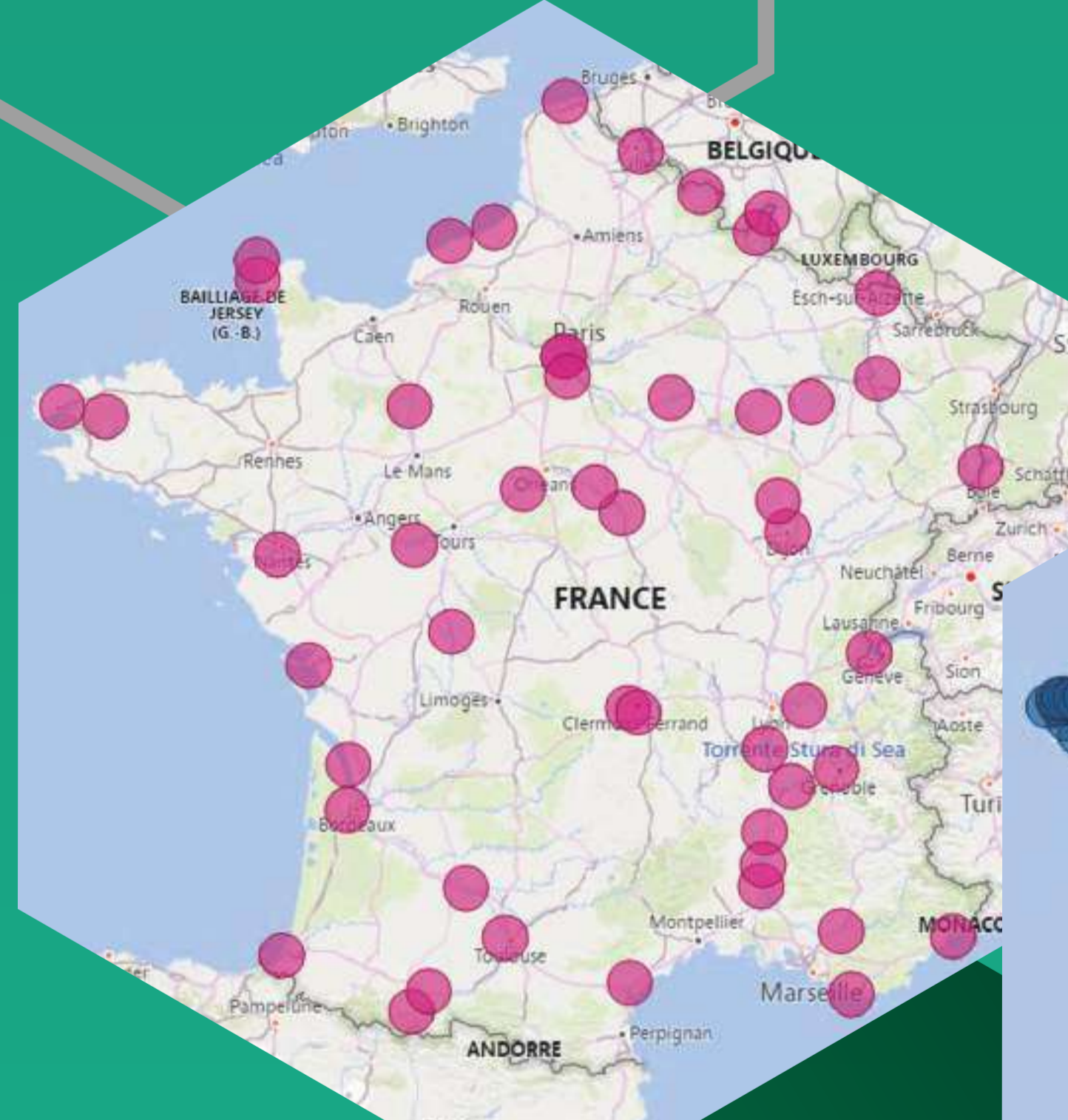
Il permet de détecter d'infimes traces de radioactivité, de quelques dizaines de nBq/m³ d'air, soit quelques désintégrations dans plus de 100 000 000 m³ d'air !

D'autres éléments radioactifs peuvent être présents sous la forme de gaz, comme le tritium ou le carbone 14. On utilise alors des systèmes spécifiques appelés « barboteurs » ou « piègeurs passifs ».

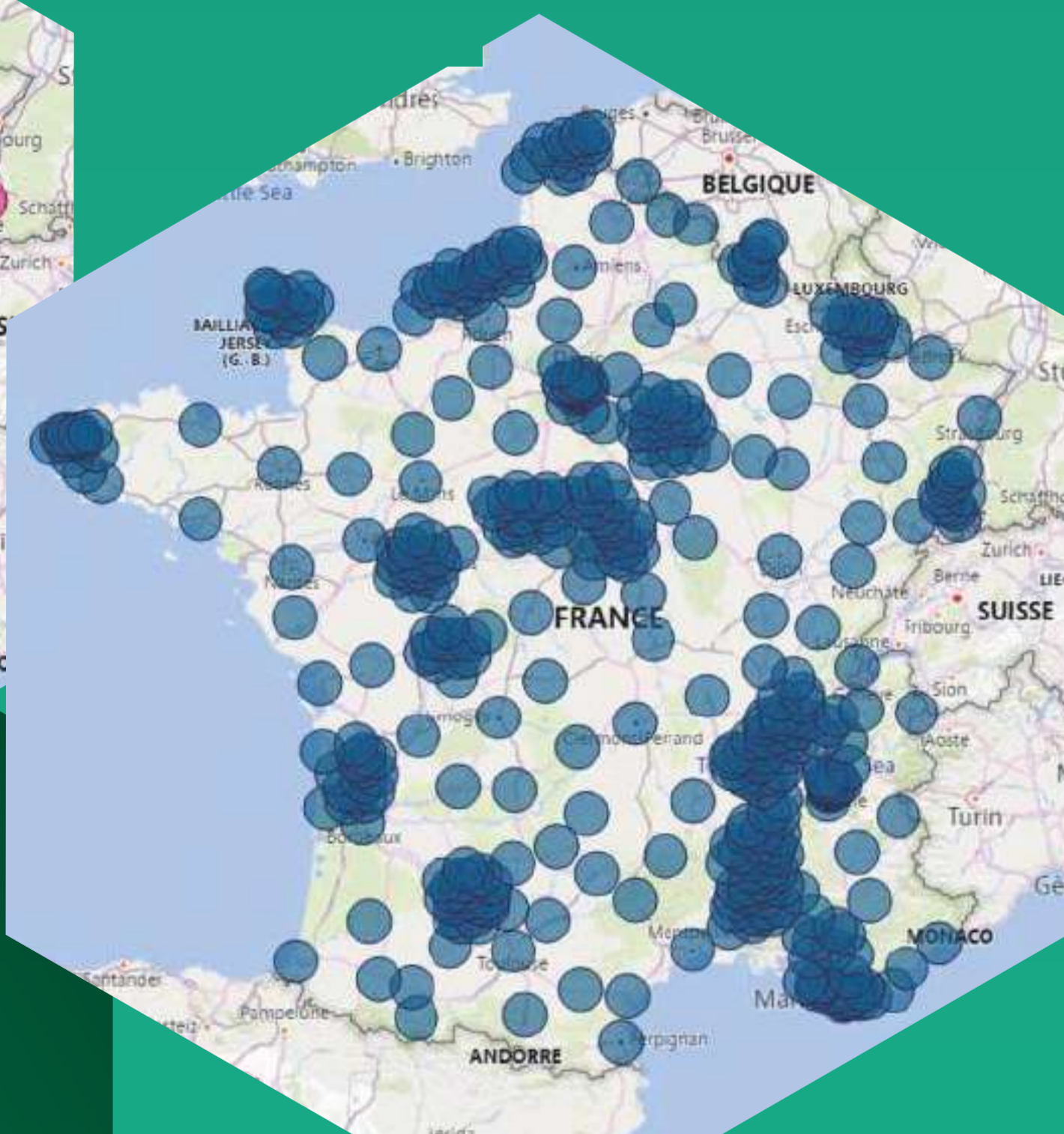
Les stations OPERA-Air sont pour la plupart équipées de dispositifs de prélèvement de l'iode sous forme gazeuse sur des « charbons actifs », qui seraient utilisés en cas d'accident nucléaire par exemple.

DES MESURES EN CONTINU

Des mesures du rayonnement ambiant dans l'air sont effectuées en continu à l'aide de balises automatiques. Plus de 400 balises Téléray de l'IRSN effectuent des dizaines de millions de mesures par an dans l'air.



Carte du réseau OPERA-Air



Carte du réseau Téléray



LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE NOUS

LA RADIOACTIVITÉ DANS LES SOLS



Dès l'origine de la Terre, les sols étaient naturellement riches en éléments radioactifs. Depuis le XX^e siècle, l'Homme y a apporté une part de radioactivité artificielle.

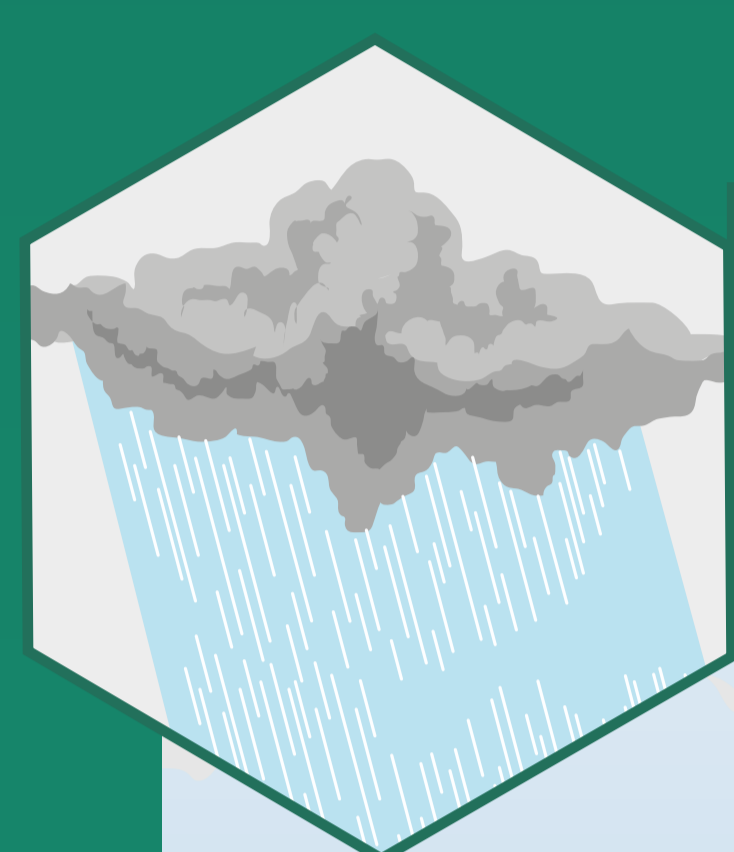
LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE DANS LES SOLS

De nombreux éléments radioactifs comme le potassium, l'uranium, le radium et le thorium sont présents dans l'écorce terrestre. Leur concentration varie selon la nature du sol. La radioactivité est ainsi 5 à 20 fois plus élevée dans les sols des massifs granitiques que dans les autres terrains.

LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE DANS LES SOLS

En fonctionnement normal, les installations nucléaires rejettent dans l'air des éléments radioactifs en quantités très faibles. Ceux-ci se déposent sur les sols et les végétaux et s'y intègrent.

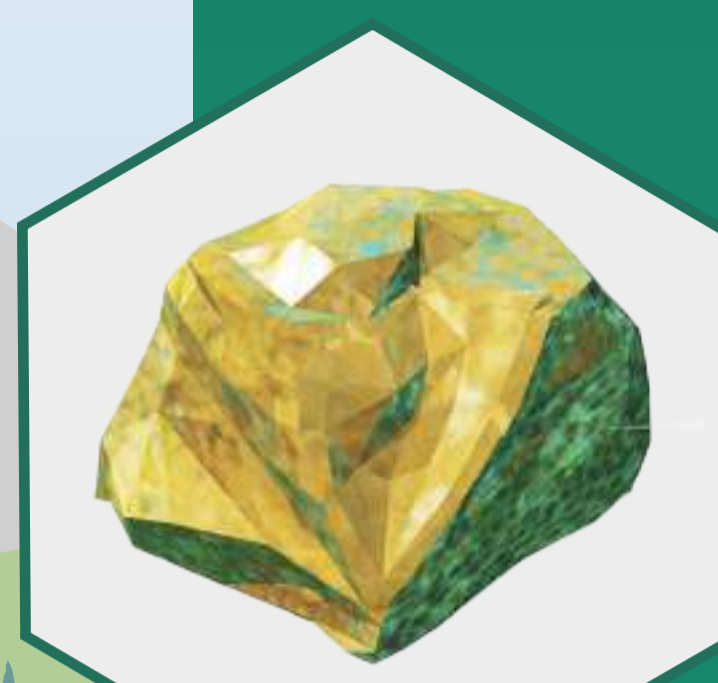
Les éléments radioactifs artificiels présents aujourd'hui dans les sols en France métropolitaine proviennent quasi exclusivement des retombées des essais nucléaires atmosphériques ayant eu lieu dans l'hémisphère nord et de l'accident de Tchernobyl.



La pluie dépose les éléments radioactifs de l'air dans le sol.



Les plantes absorbent les éléments radioactifs du sol par leurs racines.



Certaines roches contiennent de l'uranium, du thorium, du radium et il s'en échappe du gaz radon.

LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ DANS LES SOLS

La surveillance de la radioactivité dans le milieu terrestre repose essentiellement sur des prélèvements. Pour mesurer les éléments radioactifs qui se sont déposés récemment, on prélève le sol en surface. Pour déterminer la façon dont ils ont migré au fil du temps, on réalise des carottages. Ils fournissent des éléments quant à l'histoire du sol, en remontant à des dizaines d'années en arrière selon la profondeur du prélèvement.

D'autres moyens permettent de réaliser une mesure directe des rayonnements gamma émis par le sol, sans prélèvement préalable : on parle alors de spectrométrie gamma *in situ*. Bien que moins performante qu'une analyse en laboratoire, elle peut fournir rapidement de précieuses informations quant aux éléments radioactifs présents.



Exemple de carotte de sol.



Mesure en spectrométrie gamma *in situ* à proximité de la centrale nucléaire de Saint-Alban.



Les végétaux qui poussent dans le sol

sont également de précieux indicateurs, car ils y puisent les éléments nécessaires à leur croissance.

Les légumes racinaires tels que la pomme de terre, la betterave ou encore l'oignon vont ainsi capter les éléments radioactifs, naturels comme artificiels, présents dans le sol.

Leur analyse permettra de disposer d'informations sur le sol cultivé.



LA RADIOACTIVITÉ DANS L'EAU



L'eau contient des éléments radioactifs d'origine tellurique, mais également présents dans l'atmosphère. Elle est aussi le reflet des activités humaines mettant en jeu de la radioactivité.

LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE DANS L'EAU

L'eau contient naturellement des éléments radioactifs dont une partie provient des terrains qu'elle traverse. Ces éléments vont donc se retrouver dans les nappes phréatiques et les rivières.

Les eaux minérales puisées dans des terrains granitiques peuvent contenir du potassium 40, du radon ou de l'uranium dissous et sont ainsi naturellement plus radioactives que les eaux de surface.

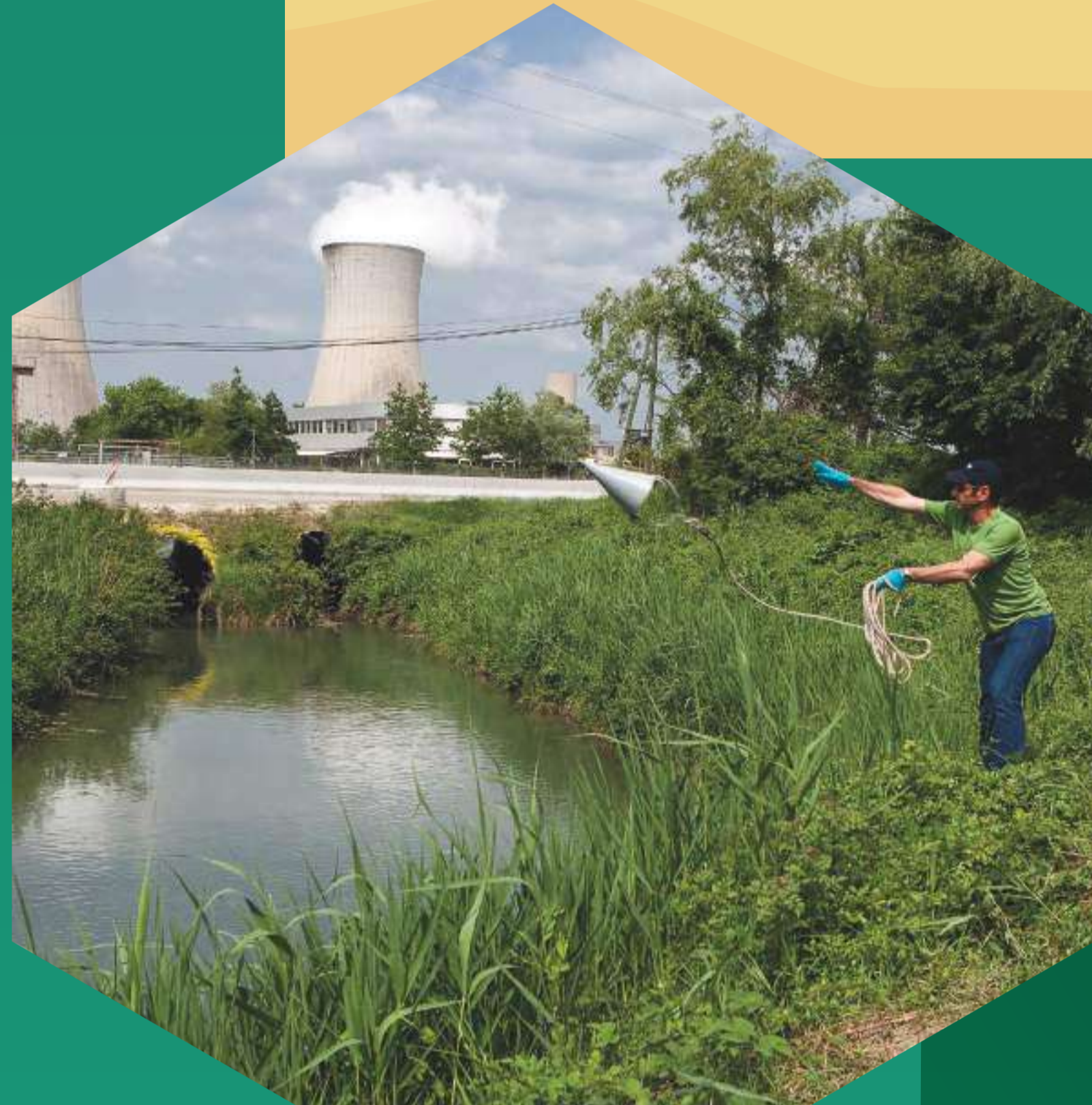
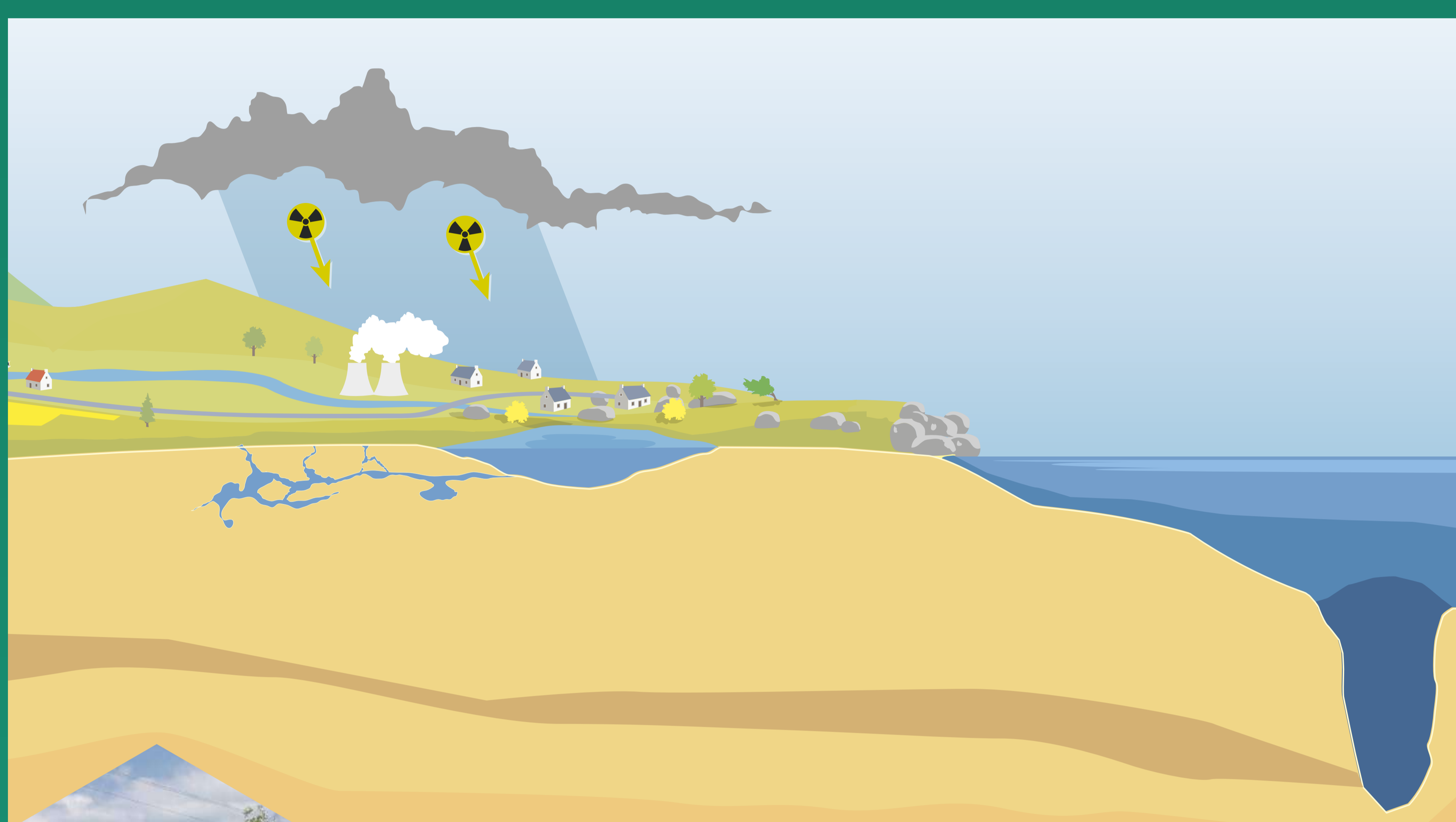
L'eau de mer est également naturellement radioactive : elle contient notamment du tritium et du polonium que l'on retrouve en particulier les poissons, coquillages ou crustacés.

LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE DANS L'EAU

En fonctionnement normal, les centrales nucléaires rejettent des éléments radioactifs sous forme liquide qui peuvent se retrouver dans les rivières et la mer puis dans des organismes vivants aquatiques.

Les eaux contiennent également des éléments radioactifs provenant des retombées des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl.

L'activité totale de l'eau de mer due aux éléments radioactifs qui s'y trouvent est d'environ 14 Bq/L. Elle est due à 90 % au potassium 40 présent naturellement dans l'eau. Ces éléments radioactifs peuvent se concentrer dans les produits de la mer.



Prélèvements dans le Lauzon, au sud du site du Tricastin.

LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'EAU

Les rejets liés aux installations nucléaires sont soumis comme les rejets gazeux à des valeurs seuils fixées par l'ASN. Leur impact sur l'environnement est également mesuré et surveillé par les exploitants et par l'IRSN.

Outre le système Hydrotéléray, qui mesure la radioactivité des fleuves, des hydrocollecteurs prélèvent à haute fréquence de l'eau en aval des sites nucléaires et dans les canaux de rejet des centrales nucléaires en façade maritime afin de déterminer plus finement les radionucléides présents.

Les équipements de l'IRSN sont aussi dotés de bacs de décantation des matières en suspension dans l'eau, qui permettent d'analyser les radionucléides présents dans ces particules transportées par le courant.

Des prélèvements manuels d'eau et de sédiments dans le lit des cours d'eau sont réalisés. Ces derniers, qui résultent du dépôt progressif des matières, sont donc représentatifs de la radioactivité accumulée au fil du temps.

La faune et la flore aquatique font également l'objet d'une surveillance. Poissons, mollusques, algues ou encore végétaux intègrent de la radioactivité, naturelle ou artificielle, tout au long de leur vie. Le prélèvement et la mesure d'échantillons permettent donc de disposer d'informations précieuses, non seulement vis-à-vis des différentes étapes de la chaîne alimentaire, mais plus généralement des éléments radioactifs présents.

DES MESURES EN CONTINU

Des mesures du rayonnement ambiant dans les fleuves sont effectuées en continu à l'aide de balises automatiques.

Sept stations Hydrotéléray sont dévolues à la surveillance continue des fleuves en aval des installations nucléaires.



Hydrocollecteur



EN DÉBAT L'IMMERSION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Depuis 1946, de nombreux pays ont rejeté leurs déchets dans les océans. En Europe, le Royaume-Uni et la Belgique les ont immergés dans la fosse des Casquets au nord-ouest du Cap de La Hague, et la France au grand large de la Galice et de la Bretagne.

L'immersion des déchets radioactifs dans les fonds marins avait été considérée comme sûre par la communauté scientifique. La dilution et la durée présumée d'isolement apportées par le milieu marin semblaient suffisantes.

L'immersion de déchets en mer est désormais interdite par le protocole de Londres signé en 1996 et ratifié en 2006 par 30 pays, dont la France.

La France a arrêté d'immerger ses déchets après 1969. Elle a construit des centres de stockage et d'entreposage sur terre.



LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE NOUS

DE L'ENVIRONNEMENT À L'ASSIETTE



Les animaux et les plantes puisent leurs ressources dans l'air, l'eau et le sol. Les éléments radioactifs se retrouvent ainsi tout au long de la chaîne alimentaire.

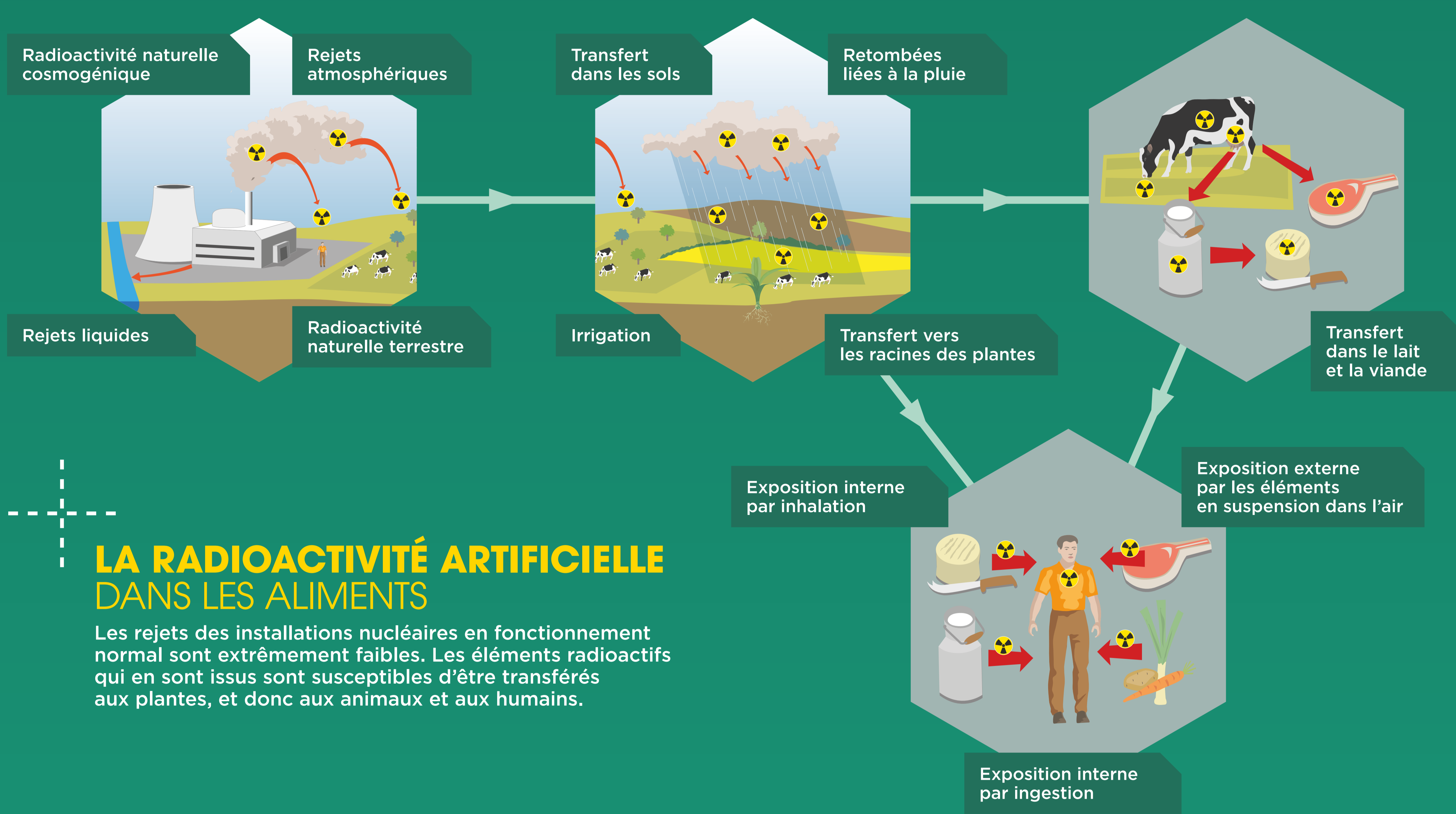
LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE DANS LES ALIMENTS

Tous les aliments sont naturellement radioactifs car ils contiennent de nombreux radionucléides, dont le potassium 40, le carbone 14 ou le polonium 210. Un kilogramme de pommes de terre contient par exemple environ 130 Bq de potassium 40.

L'eau, qui contient naturellement du tritium ou des traces d'uranium, est également radioactive.

LA DOSE MOYENNE LIÉE L'ALIMENTATION

est estimée à 0,55 mSv/an.



LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE DANS LES ALIMENTS

Les rejets des installations nucléaires en fonctionnement normal sont extrêmement faibles. Les éléments radioactifs qui en sont issus sont susceptibles d'être transférés aux plantes, et donc aux animaux et aux humains.

LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ DANS LES ALIMENTS

La surveillance radiologique est adaptée aux rejets des installations nucléaires, mais prend également en compte les productions alimentaires locales et leur saisonnalité.

Le programme de surveillance réglementaire prévoit l'analyse de la radioactivité dans des denrées représentatives de la production locale autour des installations.

Au niveau national, différents organismes participent à la surveillance de la radioactivité dans l'alimentation : la Direction générale de l'alimentation (DGAL), la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) et l'IRSN, avec une convention nationale commune entre ces trois acteurs.



L'EAU POTABLE RÉGLEMENTÉE

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que la dose totale indicative par habitant liée à l'eau de consommation ne doit pas dépasser 0,1 mSv/an, à raison d'une consommation de 2 litres par jour.

Plusieurs critères de qualité de l'eau et limites sont ainsi fixés. Une eau destinée à la consommation humaine ne doit par exemple pas contenir plus de 10 000 Bq/L de tritium.

Une étude de l'IRSN a dressé en 2013 un état des lieux complet de la qualité radiologique des eaux en bouteilles produites dans l'Hexagone. Sur les 75 eaux de sources et 67 eaux minérales analysées, 6 dépassaient le seuil recommandé de 0,1 mSv/an pour la dose totale indicative (DTI).



Bilan qualité radiologique

Parcourez le bilan qualité radiologique des eaux minérales commercialisées en France en flashant le QR Code suivant.



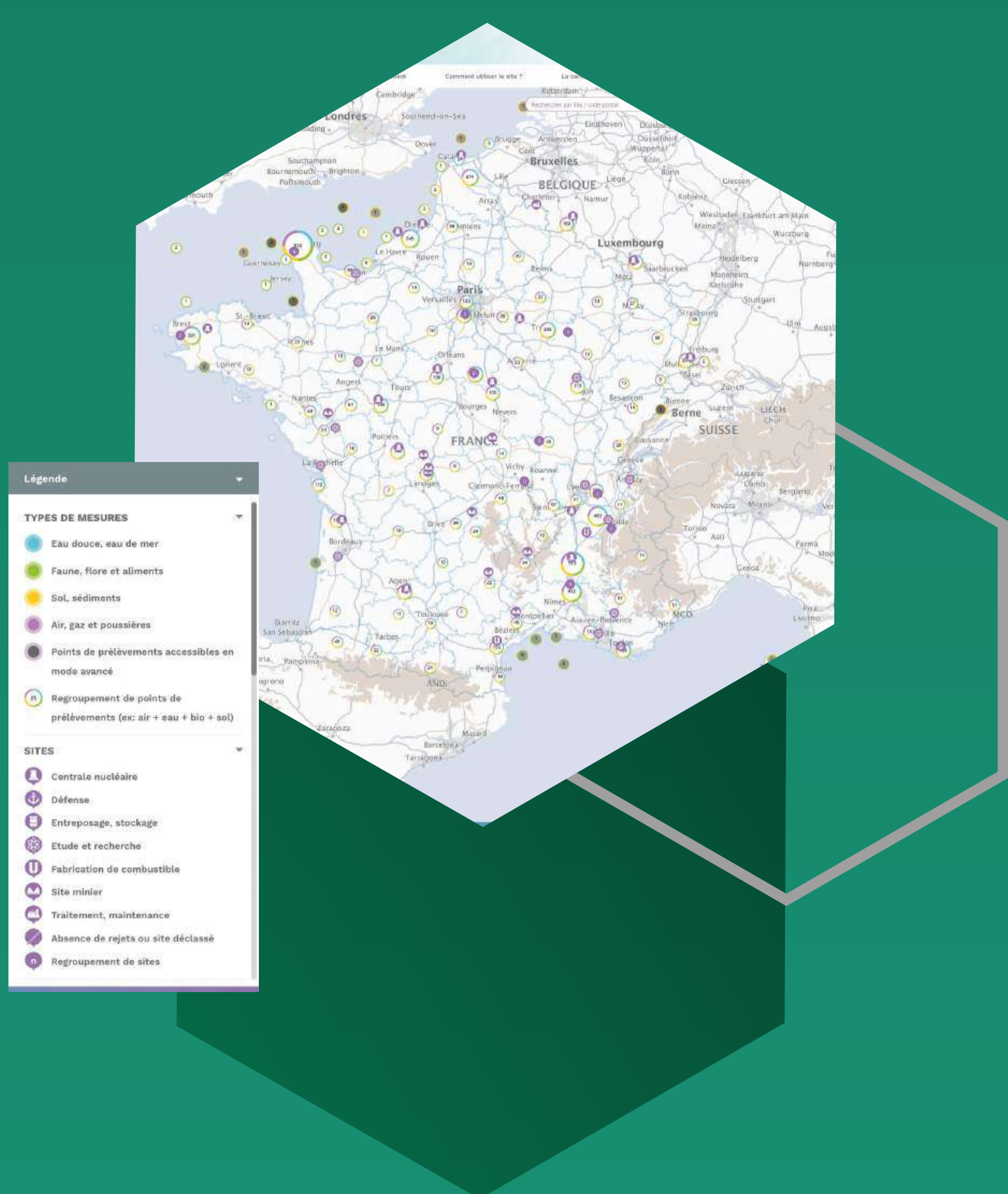


LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE NOUS

CONNAÎTRE LA RADIOACTIVITÉ AUTOUR DE MOI



De nombreux acteurs réalisent des mesures de radioactivité dans l'environnement français : exploitants d'installations nucléaires, services de l'État, IRSN ou encore associations. Afin de diffuser auprès du public l'ensemble de ces mesures en toute transparence, l'ASN a mis en place le **Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM)**, qui centralise l'ensemble de ces données, s'assure de leur qualité et de leur harmonisation et les restitue via une interface Internet.



QUELLES MESURES ?

Les exploitants nucléaires ont l'obligation de transmettre et ainsi mettre à disposition du public tous les résultats de la surveillance réglementaire de l'environnement qu'ils réalisent autour de leurs installations.

L'IRSN transmet également tous les résultats obtenus dans le cadre de sa surveillance radiologique nationale.

D'une manière générale, tout producteur de données peut transmettre les résultats de ses analyses de radioactivité environnementales au RNM s'il dispose d'un agrément de l'ASN.

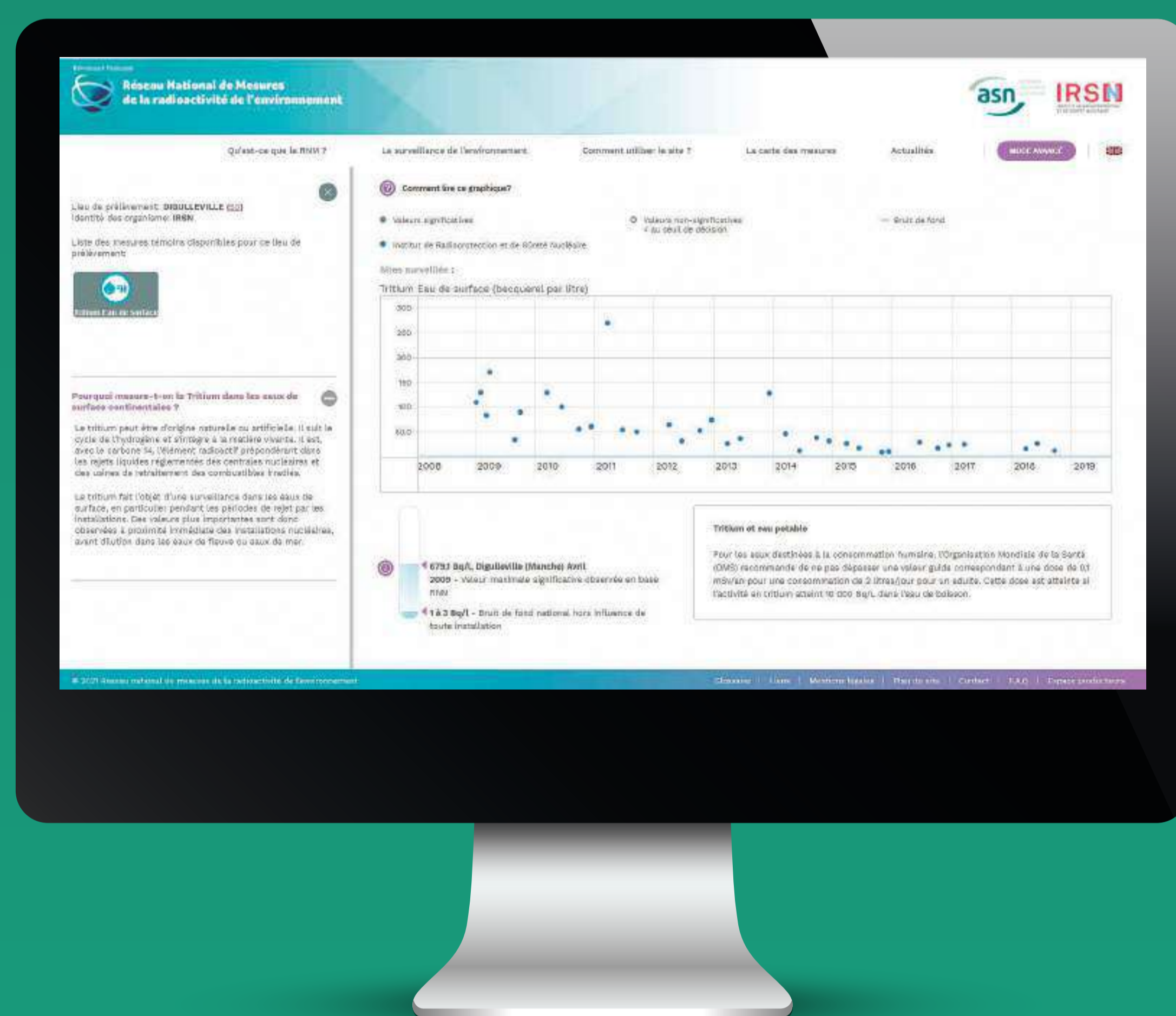
LES MESURES SONT-ELLES FIABLES ?

Une procédure d'agrément par l'ASN, qui prévoit notamment le respect de normes internationales et la participation à des comparaisons entre laboratoires organisées par l'IRSN, et s'appuie également sur des inspections dans les laboratoires, permet de s'assurer que les données transmises au RNM respectent un standard en matière de qualité.

COMMENT ACCÉDER AUX DONNÉES ?

Toutes les données sont mises en ligne sur le site www.mesure-radioactivite.fr.

Comprendre la radioactivité n'est pas toujours simple au premier abord. Les données sont donc accompagnées de repères graphiques et d'explications afin de contextualiser et d'enrichir les résultats de mesure, facilitant ainsi leur interprétation et leur compréhension.



LA RADIOACTIVITÉ PRÈS DE CHEZ MOI

Depuis 2010, le site www.mesure-radioactivite.fr rend accessible à tous, en toute transparence, les 300 000 mesures réalisées annuellement en France dans les différents milieux (air, eau, sols, faune et flore) et dans les produits alimentaires.

Vous pouvez consulter les données statistiques sur un département ou autour d'un site nucléaire : nombre, type de prélèvements et de mesures (air, eau, denrées...), acteurs de la surveillance locale. Tous les résultats sont projetés sur une carte avec la possibilité de se géolocaliser.

Un mode expert permet d'accéder à de nombreux filtres et ainsi d'obtenir facilement l'information souhaitée par une sélection multi-critères.

