

Accident de Fukushima-Daiichi

Bulletin d'information n° 4 du 20 avril

Ce bulletin destiné à l'information des résidents français au Japon est élaboré par l'IRSN

POINT DE SITUATION SUR L'ACCIDENT ET SES CONSEQUENCES

Ce chapitre résume les principales informations relatives aux opérations conduites sur le site de la centrale de Fukushima, aux données disponibles sur les rejets radioactifs provenant des réacteurs accidentés et aux conséquences environnementales de l'accident.

1.1. Situation sur le site de Fukushima-Daiichi et plan de sortie de crise

L'état de trois réacteurs (1, 2 et 3) reste préoccupant. L'eau douce est maintenant utilisée pour refroidir les réacteurs et les piscines. Néanmoins, ce refroidissement s'effectue toujours par injection d'eau en cuve en circuit ouvert et ne peut donc être pérenne. TEPCO injecte depuis le 6 avril à un débit faible de l'azote à l'intérieur de l'enceinte du réacteur n°1 afin de limiter le risque d'explosion de l'hydrogène présent dans ce bâtiment. La même action sera réalisée ultérieurement dans les enceintes des réacteurs 2 et 3. Ces opérations, qui dureront plusieurs jours pour chaque réacteur, pourront générer de nouveaux rejets atmosphériques. L'évolution de la pression enceinte du réacteur n°1 confirme la présence d'une fuite de cette enceinte selon TEPCO.

TEPCO a déplacé les tableaux d'alimentation électriques pour les protéger contre les effets d'un tsunami.

La présence d'eau contaminée dans les bâtiments des turbines des trois unités résulte des déversements d'eau sur les réacteurs pour assurer leur refroidissement ainsi que de probables fuites d'eau en provenance des bâtiments des réacteurs 2 et 3. Le pompage de cette eau est une opération délicate compte tenu de la quantité d'eau à traiter et de sa forte contamination.

Une fissure du puits adjacent au bâtiment turbine du réacteur 2 a entraîné un rejet direct d'eau fortement contaminée dans la mer. TEPCO a stoppé ce rejet le 6 avril vers 6h00 heure locale en colmatant la fuite par une injection de silicate de sodium. Une partie de l'eau contaminée présente dans ce puits a été pompée et stockée dans le condenseur de la turbine afin de la « confiner ».

Du 4 au 10 avril, TEPCO a effectué des rejets volontaires en mer d'une eau qu'il qualifie de « faiblement contaminée ». Il s'agit principalement de 10 000 tonnes d'effluents liquides stockés dans des réservoirs, qui étaient en attente de traitement et de rejet avant l'accident. TEPCO justifie cette opération par le besoin de libérer des capacités de stockage sur site pour accueillir les eaux fortement contaminées présentes dans les bâtiments des trois unités accidentées. Après vérification de l'étanchéité des réservoirs de stockage, TEPCO a commencé le 19 avril le transfert de l'eau présente dans le bâtiment turbine du réacteur 2 dans ces réservoirs.

Les mesures effectuées pendant plusieurs jours dans l'eau de mer à proximité de la centrale ont montré une forte contamination du milieu marin, conséquence de l'écoulement vers la mer d'une partie des eaux très contaminées présentes dans les unités accidentées.

Des rejets atmosphériques (panaches de vapeur) se poursuivent vraisemblablement mais ils sont de faible ampleur et sans commune mesure avec ceux résultant des opérations de dépressurisation des enceintes de confinement qui ont eu lieu au cours de la première semaine suivant le début de l'accident. Ces rejets ne devraient pas modifier de manière notable, dans les prochains jours, la contamination de l'environnement déjà présente.

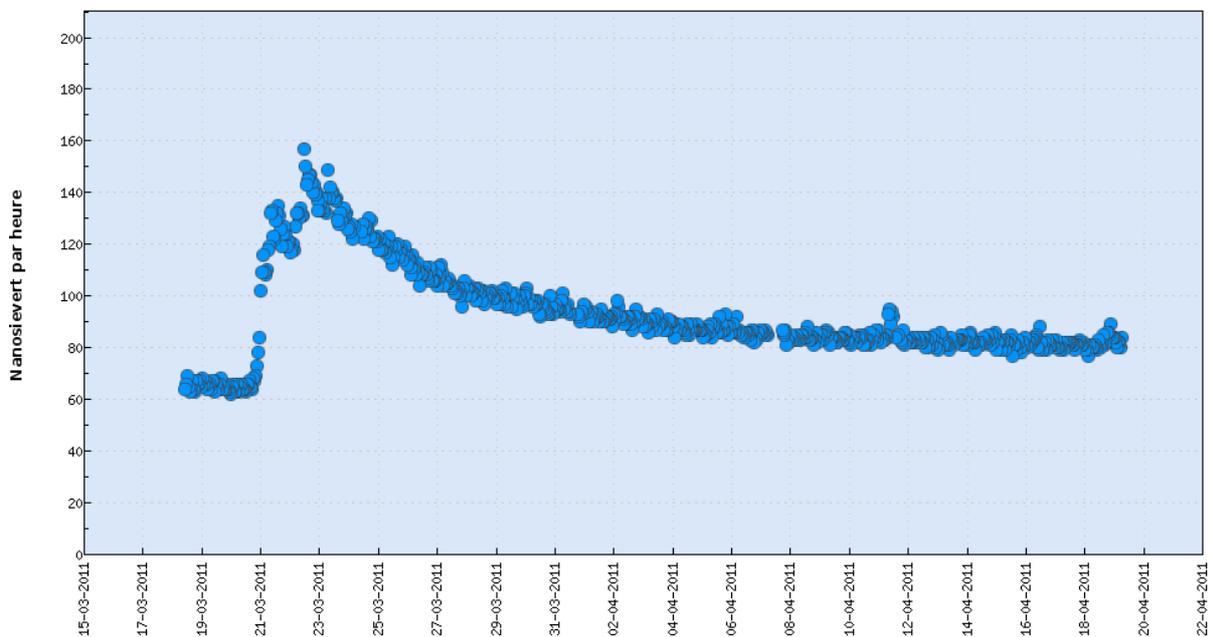
Le 17 avril, TEPCO a présenté son plan de sortie de crise pour la centrale de Fukushima.

Le plan prévoit 2 phases. La première phase qui devrait durer 3 mois a pour objectif de réduire les rejets radioactifs, de fiabiliser le refroidissement des réacteurs et des piscines et de sécuriser les stockages d'eau contaminée. La seconde phase qui devrait durer entre 3 et 6 mois a pour objectif de sécuriser les bâtiments afin de maîtriser les rejets radioactifs rendus faibles à l'issue de la phase 1, ainsi que d'atteindre un état d'arrêt froid pour les réacteurs et de diminuer la quantité d'eau contaminée présente sur site.

L'IRSN estime que les actions décrites dans ce plan d'action sont crédibles, mais qu'il convient de rester prudent sur les délais qui ne peuvent être qu'indicatif compte tenu de l'accessibilité très difficile en raison de la contamination.

1.2. Historique du débit de dose mesuré à Tokyo depuis le 18 mars

Le graphe ci-dessous montre l'évolution du débit de dose ambiant mesuré par la balise Téléray à l'ambassade de France à Tokyo depuis le 18 mars. Après le 23 mars, aucune présence significative de radionucléides artificiels n'a été décelée dans l'air à Tokyo. En conséquence, seul le rayonnement émis par le dépôt radioactif contribue au débit de dose mesuré par la balise Téléray. Ce débit de dose a diminué régulièrement du fait de la décroissance radioactive des radionucléides à vie courte présent dans le dépôt. On note que la valeur du débit de dose (environ 80 nSv/h) est comparable à celle couramment mesurée dans de nombreuses régions en raison de la radioactivité naturelle.



Evolution du débit de dose ambiant mesuré à l'ambassade de France à Tokyo

1.3. Dépôts radioactifs et contamination des denrées alimentaires terrestres

Dépôts radioactifs

L'IRSN ne dispose pas de suffisamment de mesures pour estimer précisément l'importance et la localisation des dépôts radioactifs. Toutefois, les dépôts mesurés dans différentes préfectures montrent des niveaux significatifs de césium 137 et d'iode 131, par exemple 28 300 Bq/m² de césiums et 29 700 Bq/m² d'iode 131 dans la préfecture d'Ibaraki. Des niveaux encore plus importants de dépôts surfaciques sont susceptibles d'être observés dans certaines zones plus proches du site accidenté en particulier dans la préfecture de Fukushima.

Les résultats de mesure d'activité surfacique de césium (période radioactive de 30 ans, voir annexe 1) sont stables au cours du temps, ce qui laisse penser qu'il n'y a pas eu de dépôt supplémentaire significatif ces derniers jours. Les dépôts d'iode 131 (période radioactive de 8 jours, voir annexe 1) diminuent, du fait de la décroissance radioactive.

Légumes

Des données acquises régulièrement dans la préfecture d'Ibaraki montrent qu'en moins d'un mois, la contamination des légumes a baissé d'un facteur 100 pour l'iode 131 et d'un facteur 10 pour le césium 137, montrant l'effet conjugué de la décroissance radioactive (pour l'iode 131) et d'effets liés à l'environnement (pluie notamment) ou à la croissance des végétaux (pour l'iode et le césium). Un facteur 10 de décroissance en 1 mois a également été observé pour le césium dans les légumes à Fukushima. Toutefois, les données disponibles à l'IRSN ne permettent pas une analyse fine de la situation.

Les nouvelles mesures fournies par le ministère de la santé japonaise (MLHW) montrent que des concentrations importantes de césium 137 (niveau maximal admissible au Japon : 500 Bq/kg) ou d'iode-131 (niveau maximal admissible au Japon : 2000 Bq/kg) sont encore observées dans des prélèvements effectués depuis le 9 avril dans des denrées produites dans les zones autour de la centrale. Par exemple, la contamination des épinards à Kitaibaraki (Ibaraki) est de l'ordre de 1 800 Bq/kg d'iode 131 et de 621 Bq/kg de césium. Dans la préfecture de Fukushima, l'activité de l'iode-131 et des césiums reste encore importante le 11 avril jusqu'à atteindre 2100 Bq/kg d'iode 131 (épinards de Fukushima) et 8900 Bq/kg de césium dans les brocolis de plein champ d'Otama. En revanche, les végétaux prélevés dans les préfectures de Miyagi, Gunma, Saitama et Tochigi ces trois derniers jours ne présentent pas de mesure supérieure aux niveaux maximaux acceptables japonais.

Champignons

Plusieurs mesures ont été réalisées dans des champignons prélevés au sein de la préfecture de Fukushima. Les dernières valeurs datent du 8 avril 2011. Les champignons prélevés à Iitate présentaient des activités en iode-131 et césiums très élevées : respectivement 12000 Bq/kg et 13000 Bq/kg.

Lait et viande

Dans la préfecture de Fukushima, les dernières mesures de la contamination du lait donnent des activités de 27 Bq/L d'iode-131 (le niveau maximal admissible pour la consommation et la commercialisation au Japon est de 100 Bq/L) et 16 Bq/L pour les césiums (la limite acceptable au Japon est de 200 Bq/L).

Les mesures réalisées dans du lait prélevé dans les préfectures de Miyagi, Gunma, Saitama et Tochigi ces derniers jours montrent qu'aucune contamination n'est détectable.

Les mesures effectuées récemment dans la viande (muscle et foie) de porc, bœuf et poulet dans la préfecture de Fukushima montrent qu'aucune contamination n'est détectable.

Eaux du robinet

Les nouvelles valeurs relevées le 14 avril dans les préfectures japonaises révèlent des valeurs au maximum de l'ordre de 1 Bq/L d'iode-131 et de césiums, ce qui est très inférieur aux normes de consommation qui sont respectivement de 300 Bq/L et 200 Bq/L.

Conclusion

Les mesures auxquelles l'IRSN a eu accès ne permettent pas une analyse complète de la situation. Toutefois, ces mesures montrent qu'aucun accroissement des dépôts et de la contamination n'a été observé ces derniers jours. Au contraire, les dépôts surfaciques et la contamination des aliments par l'iode ont fortement diminué en un mois. La contamination par le césium a également diminué dans les denrées. Toutefois, des mesures ont montré que la contamination dans certaines denrées (légumes comme les épinards et les brocolis) produites autour de la centrale reste encore au dessus des limites acceptables au Japon.

Enfin, il existe très peu de données sur la contamination de l'environnement par le strontium. Ces radionucléides sont moins volatils que les iodes et les césiums et, comme l'atteste de rares mesures il est probable que les rejets de strontium aient été beaucoup plus faibles que ceux en iodes et en césium. Cette hypothèse mériterait d'être confirmée par d'autres mesures.

1.4. Contamination de l'eau de mer et des espèces marines au Japon

Une pollution radioactive est observée dans le milieu marin, à plus ou moins grande distance de la centrale de Fukushima-Daiichi. Les principaux radionucléides régulièrement mesurés dans l'eau de mer sont: l'iode 131, césium 137, césium 134, césium 136, tellure 132/iode 132. D'autres ont également été décelés occasionnellement, à des concentrations plus faibles.

Cette pollution radioactive a trois origines possibles : les rejets radioactifs liquides venant du site accidenté, les retombées atmosphériques sur la surface de la mer et le transport de pollution radioactive par lessivage des terrains contaminés.

L'eau de mer

Les mesures effectuées pendant plusieurs jours dans l'eau de mer à proximité immédiate de la centrale (quelques centaines de mètres) ont montré une forte contamination du milieu marin, conséquence de l'écoulement vers la mer d'une partie des eaux très contaminées présentes dans les unités accidentées. L'impact de ces rejets liquides a été observé à partir du 21 mars à proximité de la centrale. Les concentrations dans l'eau de mer ont atteint 63 000 Bq/L de césium 137, 180 000 Bq/L d'iode 131.

Les concentrations en radionucléides décroissent rapidement lorsque l'on s'éloigne de la centrale de Fukushima Dai-ichi. Elles sont environ 10 fois plus faibles à 15 km de la centrale et 100 à 500 fois plus faibles à 30 km. Elles varient, à cette distance, de 2 Bq/L à 27 Bq/L pour le césium 137 et de 3 Bq/L à 57 Bq/L pour l'iode 131.

Les poissons et les autres espèces marines

Pour mémoire, les niveaux maximaux admissibles fixés par les autorités japonaises pour les produits de la mer après l'accident de Fukushima sont 2000 Bq/kg pour l'iode 131 et de 500 Bq/kg pour le césium 137.

L'espèce de poisson qui présente les niveaux de contamination les plus élevés est l'anguille des sables ou lançon japonais (*Ammodytes personatus*). Cette espèce est pêchée localement et de façon saisonnière (janvier à avril). Les autres valeurs concernant les produits de la mer se situent généralement au-dessous de 100 Bq/kg pour l'iode 131, et de 70 Bq/kg pour l'ensemble césium 134 plus césium 137 ; on peut même noter qu'aucune contamination radioactive n'est détectable ou est détectée à des niveaux faibles sur une majeure partie des poissons débarqués.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LES RÉSIDENTS FRANÇAIS AU JAPON

Les rejets radioactifs provenant du site de la centrale ont causé une pollution radiologique sur une partie du territoire, essentiellement les préfectures de Fukushima, Tochigi, Ibaraki et Miyagi. Les recommandations ci-après ont pour objectif d'aider à limiter autant que possible les expositions aux rayonnements induits par ces rejets et les dépôts au sol en résultant. L'exposition directe aux rejets radioactifs dispersés dans l'air (exposition externe au rayonnement émis par le panache radioactif et inhalation de particules radioactives) est essentiellement passée, les rejets étant actuellement de faible importance. Aujourd'hui, le risque d'exposition est principalement lié à la consommation d'aliments contaminés par les retombées atmosphériques. Les denrées les plus sensibles à cette pollution radioactive sont les légumes à feuilles et le lait des animaux qui consomment de l'herbe ou du fourrage contaminé. Dans certaines zones de la préfecture de Fukushima, et au-delà de la zone de 30 km autour du site nucléaire, des dépôts importants ont été identifiés et peuvent entraîner une dose significative par irradiation externe en cas de séjour prolongé.

Les recommandations suivantes ne font naturellement pas obstacle à l'application des prescriptions édictées par les autorités japonaises.

1.5. Recommandations de pratiques alimentaires pour l'ensemble des résidents français au Japon

L'IRSN recommande :

- d'éviter de consommer de l'anguille des sables ou lançon japonais.
- d'éviter de consommer les légumes (épinards, hana wasaki, kakina, komatsuna, laitue, chrysanthème, chou, chou blanc, céleri, brocolis, bok choy, persil) et les champignons produits dans les préfectures de Fukushima, Tochigi, Ibaraki et Miyagi, Gunma ;
- d'éviter de donner aux enfants du lait frais produits depuis le 11 mars dans les préfectures de Fukushima, Tochigi, Ibaraki et Miyagi, Gunma ;
- de s'assurer que les denrées fraîches listées ci-dessus provenant de préfectures où des dépassements des normes autorisant la consommation ont été observés pour ces produits (Saitama, Tokyo, Kanagawa, Chiba) sont conformes à la réglementation japonaise en vigueur ;
- en l'absence d'information sur la provenance et la qualité radiologique des denrées fraîches, de varier son alimentation en évitant, autant que possible, la consommation prolongée de légumes à feuilles (épinards, hana wasaki, kakina, komatsuna, laitue, chrysanthème, chou, chou blanc, céleri, brocolis, bok choy, persil).

Aucune limitation d'usage de l'eau du robinet pour la préparation et la cuisson des aliments n'est à envisager.

Les produits stockés sous emballage hermétique au moment de l'accident (conserves, produits secs, lait UHT ou l'eau minérale embouteillée), peuvent être consommés sans risque.

Il est important de noter que la consommation occasionnelle de denrées contaminées à des niveaux légèrement supérieurs aux normes autorisées ne présente pas un risque significatif pour la santé.

1.6. Recommandations pour les résidents français dans les territoires les plus impactés par les dépôts radioactifs

D'une manière générale, il est recommandé d'éviter de se rendre dans les préfectures de Miyagi, Ibaraki, Tochigi et surtout Fukushima pour des activités de loisir ou de tourisme, afin d'éviter des doses injustifiées par irradiation externe due aux dépôts radioactifs, même si les doses potentiellement reçues seraient faibles dans une grande partie de ces préfectures.

A l'inverse, du fait même du caractère faible des doses potentiellement reçues, il n'est plus justifié d'éviter de se rendre pour des activités professionnelles ou pour des raisons personnelles importantes, dans les préfectures de Miyagi, Ibaraki et Tochigi, sous réserve d'appliquer par précaution toutes les recommandations listées ci-dessous pour les ressortissants français résidant dans ces préfectures.

Enfin, il est fortement déconseillé de se rendre dans le quart Nord-Est de la préfecture de Fukushima, en particulier à une distance de moins de 40 km de la centrale, en l'absence de nécessité impérative. Dans ce dernier cas, il conviendrait de rester dans cette zone pour un temps limité au strict nécessaire, d'appliquer rigoureusement les recommandations listées ci-dessous et de limiter le séjour dans cette zone aux seuls adultes.

En tout état de cause, il est impératif de respecter les consignes concernant les zones où les autorités japonaises ont formulé une demande d'éloignement de la population. Ces zones couvrent un rayon de 20 km autour de la centrale de Fukushima, de même que les communes de Katsurao-mura, Namie-Machi, Iitate-mura, Kawamata-Machi et Minami Sôma-Shi.

S'agissant des ressortissants français résidant dans les préfectures de Miyagi, Fukushima, Ibaraki et Tochigi, il convient de suivre les consignes diffusées par les autorités japonaises. En tout état de cause, l'IRSN recommande :

- de préparer l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants avec de l'eau minérale embouteillée.
- de limiter au maximum la consommation de denrées provenant d'un jardin potager ou d'un élevage familial.
- de laver soigneusement les fruits et légumes.

L'IRSN recommande également des bonnes pratiques d'hygiène à domicile afin de limiter les transferts de contamination à l'intérieur des bâtiments :

- laisser ses chaussures à l'extérieur, surtout par temps pluvieux,
- laver régulièrement les sols avec un linge humide,
- laver les grilles d'aération et les systèmes de ventilation,
- passer régulièrement l'aspirateur sur la surface des meubles, les tapis et les moquettes (changer régulièrement les sacs d'aspirateur).

Il est également recommandé de se laver régulièrement les mains avec du savon liquide en distributeur afin de limiter les risques de contamination involontaire par contact main-bouche.

ANNEXE 1 : QU'EST CE QUE LA RADIOACTIVITE ?

La radioactivité fait partie, depuis l'origine des temps, de l'environnement et de l'homme lui-même. Ce phénomène naturel permet au noyau instable d'un atome de se transformer en un noyau plus stable par libération d'un excès d'énergie. La diminution d'énergie qui accompagne cette libération d'énergie se fait par émission de particules (alpha, bêta), accompagnées parfois d'un rayonnement de photons (gamma, X).

PARTICULES ET RAYONNEMENTS IONISANTS

Certains noyaux atomiques (radionucléides ou atomes radioactifs) sont dits « instables ». Un noyau instable finit par libérer son excès d'énergie en se désintégrant, de manière spontanée, en un autre atome. Cette désintégration radioactive s'accompagne de l'émission d'un rayonnement ou d'une particule élémentaire.

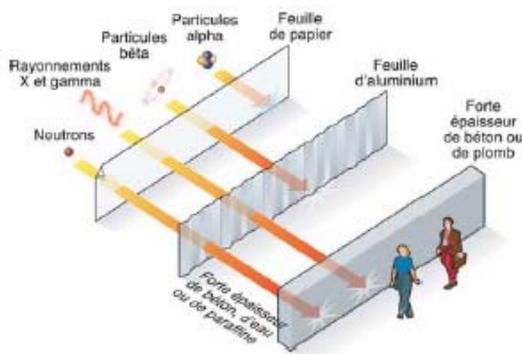
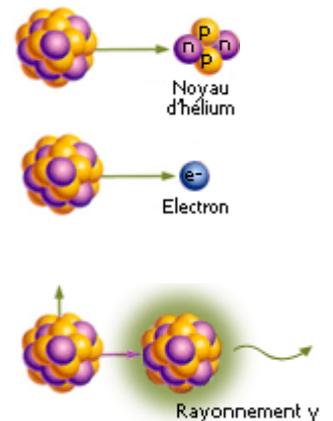
La radioactivité se mesure en Becquerel (Bq).

Le Becquerel caractérise la radioactivité (on parle plus simplement d'activité) d'un matériau radioactif et correspond au nombre de désintégrations par seconde.

INTERACTIONS DES PARTICULES ET DES RAYONNEMENTS IONISANTS AVEC LA MATIERE

Les principaux types de rayonnements sont au nombre de 3 :

- Le rayonnement **alpha** : formé de noyaux lourds d'hélium, il ne parcourt que quelques centimètres dans l'air et peut être arrêté par une feuille de papier.
- Le rayonnement **bêta** : formé d'électrons (négatifs) ou positons (positifs), il parcourt quelques mètres dans l'air et peut être stoppé par une paroi de bois, de verre ou d'aluminium.
- Les rayonnements **gamma** ou **X** : formés de photons (gamma plus énergétiques que X), ils parcourent plusieurs centaines de mètres dans l'air ; des écrans épais de plomb ou de béton sont nécessaires pour les arrêter.



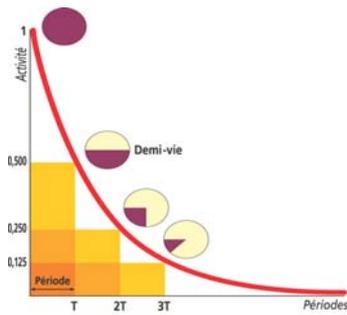
Ces rayonnements transportent une énergie importante qui est progressivement absorbée par la matière traversée. Il en résulte alors des perturbations (ionisation) au sein de la matière (en particulier les tissus vivants).

Source : <http://www.industrie.gouv.fr>

DECROISSANCE ET PERIODE RADIOACTIVES

Plus l'activité d'une source radioactive est élevée, plus la quantité de rayonnement émis par cette source est importante. Après plusieurs désintégrations radioactives, un radionucléide se transforme en nucléide stable : le caractère radioactif disparaît. L'ensemble de ce phénomène se nomme « décroissance radioactive de l'élément ».

Le rythme de décroissance radioactive d'un élément est caractérisé par la période radioactive (ou demi-vie), durée au bout de laquelle la radioactivité (concentration) d'un élément a été divisée par deux. Selon le noyau, la période est plus ou moins longue.



Source : IRSN

	Période radioactive
Te132 / Iode 132	78 h
Iode 131	8 jours
Césium 134	2,1 ans
Césium 137	30,2 ans

ANNEXE 2 : EFFETS DES RAYONNEMENTS IONISANTS ?

Les effets de la radioactivité sur la santé ne sont pas dus aux radionucléides eux-mêmes mais aux rayonnements qu'ils émettent quand ils se désintègrent.

• Principales voies d'exposition pour l'homme

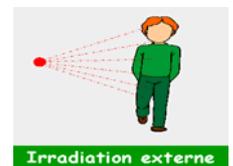
Une personne peut être exposée aux rayonnements ionisants de deux façons différentes :

- par exposition externe lorsque la source est à l'extérieur de l'organisme,
- par exposition interne lorsque la source de rayonnement est absorbée à l'intérieur de l'organisme (notamment par ingestion ou inhalation).

EXPOSITION EXTERNE

L'exposition externe peut se produire :

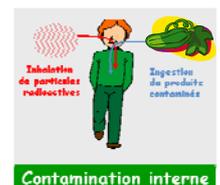
- à partir d'une source de rayonnements externe et distante, qui peut être ponctuelle ou, au contraire, de grande dimension et diffuse (par exemple un rayonnement émis à partir de la radioactivité du sol contaminé...)



EXPOSITION INTERNE

L'exposition interne peut intervenir de différentes façons :

- par ingestion de produits contaminés (par exemple des aliments) ;
- par ingestion involontaire de contamination déposée sur la peau, notamment les mains
- par inhalation de particules radioactives présentes dans l'air lors du passage du panache radioactif ou après remise en suspension des particules déposées sur les surfaces ;

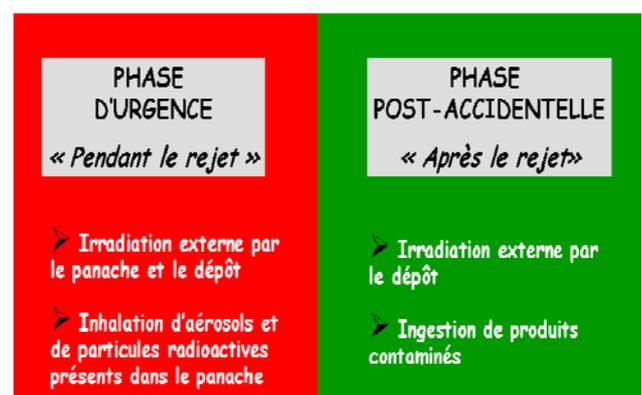


L'exposition interne dure tant que les substances radioactives demeurent dans le corps. Elles y séjournent plus ou moins longtemps en fonction de la vitesse avec laquelle l'organisme les élimine.

CONTRIBUTION DES VOIES D'EXPOSITION DURANT LES DIFFÉRENTES PHASES D'UN ACCIDENT SUR UN REACTEUR

En phase d'urgence, les principales voies d'exposition sont l'inhalation de particules présentes dans le panache radioactif et l'exposition externe aux radionucléides présents dans le panache et, dans une moindre mesure, déposés sur le sol.

En phase post-accidentelle, l'exposition d'un individu est essentiellement due à l'ingestion de produits contaminés et à l'exposition externe aux radionucléides déposés dans l'environnement.



• Notions de « Dose » : du becquerel au sievert

LA DOSE ABSORBÉE

Lorsqu'ils traversent la matière, les rayonnements ionisants entrent en collision avec les atomes qui la constituent et leur cèdent de l'énergie. Ce « transfert d'énergie » s'appelle la **dose absorbée**.

A forte dose, les rayonnements ionisants traversant un corps vivant provoquent la destruction des cellules et induisent la nécrose des tissus au niveau des organes exposés. Des effets cliniques « aigus » sont alors observables à plus ou moins court terme (ex : brûlures de la peau, cataracte, troubles hématologiques,...). Ces effets à forte dose ne concernent pas les populations mais potentiellement les travailleurs qui seraient intervenus lors des opérations d'urgence à la centrale.

LA DOSE EFFICACE

Les rayonnements ionisants induisent également des transformations des cellules qui, plusieurs années après l'exposition, peuvent engendrer des effets sanitaires aléatoires dits « **stochastiques** », comme les leucémies et divers cancers (poumons, thyroïde, voies digestives et urinaires). Ces effets peuvent être engendrés à plus faibles doses et c'est la probabilité d'apparition de ces effets qui est liée à l'importance de la dose reçue (par précaution, on suppose qu'il n'y a pas de seuil d'apparition, c'est-à-dire qu'une dose faible augmente légèrement le risque d'obtention d'un effet). Pour quantifier le risque de survenue de ces effets, on utilise un indicateur appelé " dose efficace ", dont l'unité de mesure est aussi le **Sievert (Sv)** et plus généralement le **milliSievert (mSv)** ou **microSievert (µSv)**. Dans le cas de l'exposition externe, on parle également de **débit de dose**, grandeur qui correspond à la dose reçue par un individu durant une unité de temps, généralement une heure (par ex mSv/h ; µSv/h ; nSv/h).

Le Sievert traduit l'effet d'un rayonnement sur un organe. Ainsi, pour une même dose absorbée, les dommages varient en fonction de la nature du rayonnement, des modalités d'exposition et de l'organe atteint.

Exemple de conversion d'unité

	Sievert (Sv)	milliSievert (mSv)	microSievert (µSv)	nanoSievert (nSv)
Sievert (Sv)	1	1000	1 000 000	1 000 000 000
milliSievert (mSv)	0,001	1	1000	1 000 000
microSievert (µSv)	0,000001	0,001	1	1000
nanoSievert (nSv)	0,000000001	0,000001	0,001	1