

Foire Aux Questions

18 mars 2011

Liste des questions abordées dans ce document

SURETE

Que doivent faire les intervenants sur place ?

Quels sont les problèmes liés au refroidissement sur la piscine du réacteur 4 et le cœur des réacteurs ?

Pourquoi faut-il refroidir le combustible dans les piscines de déchargement ?

Combien de temps faut-il encore refroidir ?

Quelle a été l'évolution des rejets au Japon depuis la première explosion survenue le samedi 12 mars au matin ?

Qu'est ce qui est le plus inquiétant dans la situation actuelle ?

Comment l'Institut est informé de la situation localement au Japon ?

Peut-on comparer la situation de Fukushima et de Tchernobyl ?

Quelle la situation la plus catastrophique qui pourrait arriver ?

ENVIRONNEMENT

A-t-on observé des mesures de radioactivité anormales autour de la centrale de Fukushima et dans un environnement plus éloigné ?

Comment se forme un panache radioactif ? Que contient-il ?

Comment ce panache se propage-t-il dans l'environnement ?

Comment les produits radioactifs du panache se déposent-ils ?

Quelle est la météo sur place ?

Quelle surveillance de l'environnement sera nécessaire pour un tel accident ?

Peut-on faire une comparaison du point de vue des rejets avec Tchernobyl ?

Quel est le scénario le plus catastrophique qui pourrait arriver ?

Quelle confiance peut-on accorder aux calculs ?

Que mesurait-on dans l'air avant l'accident ?

RADIOPROTECTION

Quelle est la signification des unités de mesure ?

Pour comparaison, quelles sont les sources d'exposition des personnes en France ?

Comment mesure-t-on les doses reçues ?

Quels sont les risques pour la santé au Japon du fait des rejets ?

Quelles sont les conditions de prise de comprimés d'iode pour les personnes soumises au Japon à des retombées ?

Pour comparaison, quelles sont les sources d'exposition des personnes en France ?

Comment expliquer cet accident à des enfants ?

<http://iffo-rme.fr/content/gafforisk>.

Que doivent faire les intervenants sur place ?

Depuis le début de cet accident, l'espoir revient car des nouveaux moyens pour refroidir les réacteurs ont été apportés.

Les intervenants tentent de lutter contre la baisse des niveaux d'eau dans la cuve des réacteurs et dans les piscines de déchargement situées dans la partie haute de la superstructure du bâtiment. Ils sont actuellement mal refroidis. Des hélicoptères essaient d'amener de l'eau sur le toit du réacteur 4 mais il n'est pas évident d'apporter l'eau au bon endroit, dans la piscine de déchargement. Les circuits de refroidissement devraient être réalimentés par un câble électrique qui est en train d'être connecté au réseau électrique. S'ils n'ont pas été dégradés par le séisme ainsi que par le tsunami, ils pourraient être de nouveau mis en service. Un canon à eau va aussi être amené sur le site.

Ils ouvrent aussi régulièrement une vanne pour dépressuriser l'enceinte de confinement pour limiter la pression due à l'ébullition de l'eau.

Dans le réacteur 2, cette enceinte n'est plus étanche. La perte d'étanchéité existante conduit à des rejets permanents et à une radioactivité importante sur place. Cela rend les conditions de travail et d'interventions très difficiles pour le personnel, qui selon nos informations est formé d'équipes qui se succèdent.

Quels sont les problèmes liés au refroidissement sur la piscine du réacteur 4 et le cœur des réacteurs ?

L'eau assure à la fois le refroidissement du combustible et la protection contre les rayonnements dans les piscines.

Aussi, il faut continuer à injecter de l'eau dans le cœur des piscines de déchargement et les cœurs des réacteurs. S'il n'est pas possible de remettre de l'eau dans la piscine ou dans un réacteur, l'eau va bouillir et le niveau baisser. Lorsque l'eau ne sera plus à une hauteur suffisante pour refroidir correctement le combustible, il va être en partie ou totalement hors d'eau. La gaine de métal qui contient les pastilles de combustible peut alors réagir fortement avec la vapeur ou l'air, se casser

en laissant échapper des produits de fissions. Les débris de combustible resteraient au fond de la piscine ou du réacteur pouvant former un magma problématique.

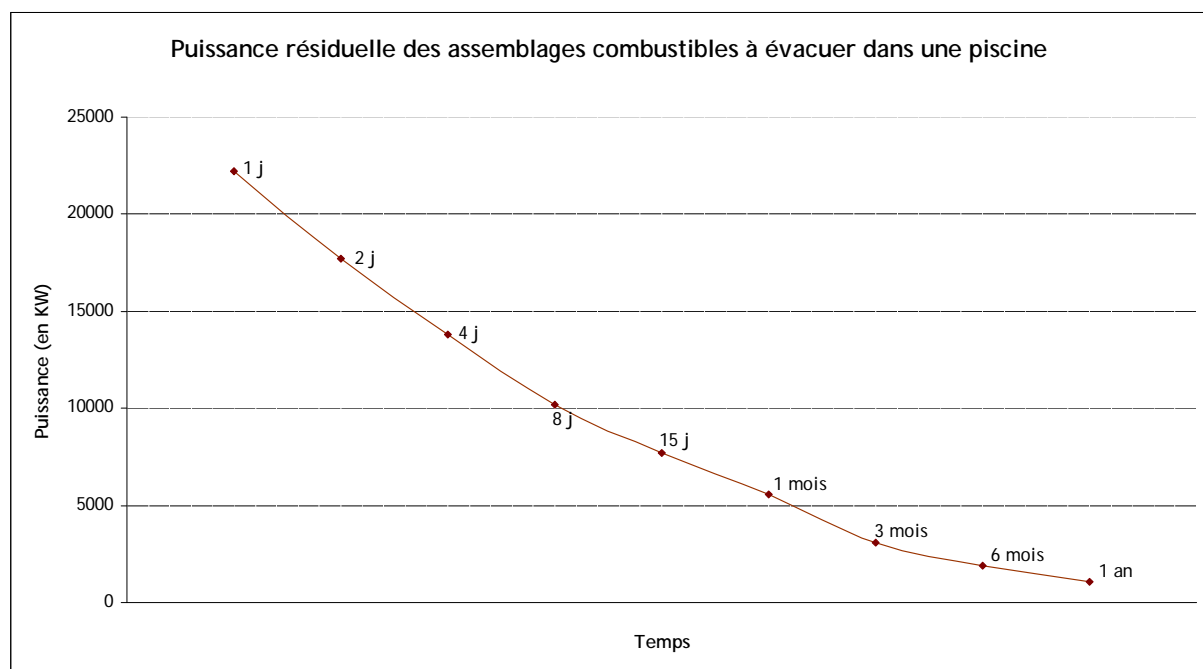
La vitesse à laquelle les niveaux d'eau peuvent baisser dans les piscines de déchargement est beaucoup plus faible que celles des cuves des réacteurs 1, 2, 3.

Normalement l'eau de la piscine de déchargement est de 30°C. Dans la piscine du réacteur N°4, aujourd'hui, elle est à 84°C. Si elle se maintient à cette température, cela convient à condition que le combustible reste couvert d'eau.

L'eau assure aussi une protection pour les travailleurs à condition que la hauteur d'eau soit suffisante. Le niveau a tellement baissé que le rayonnement est très intense et pourrait atteindre les pilotes des hélicoptères par exemple.

Pourquoi faut-il refroidir le combustible dans les piscines de déchargement ?

Le combustible déchargé dans la piscine contient des produits radioactifs qui continuent à dégager de la chaleur. Au fil du temps, la quantité de chaleur à évacuer diminue.



Les atomes radioactifs créés artificiellement lors de la fission de l'uranium tels que le xénon, le krypton, l'iode, le strontium, le césium, le tellure, etc... dégagent de l'énergie. Il faut toujours refroidir le combustible. Certains ont une durée de vie très faible. Donc progressivement, l'énergie va baisser. La piscine du réacteur N°4 contient deux cœurs déchargés depuis plus de 3 mois.

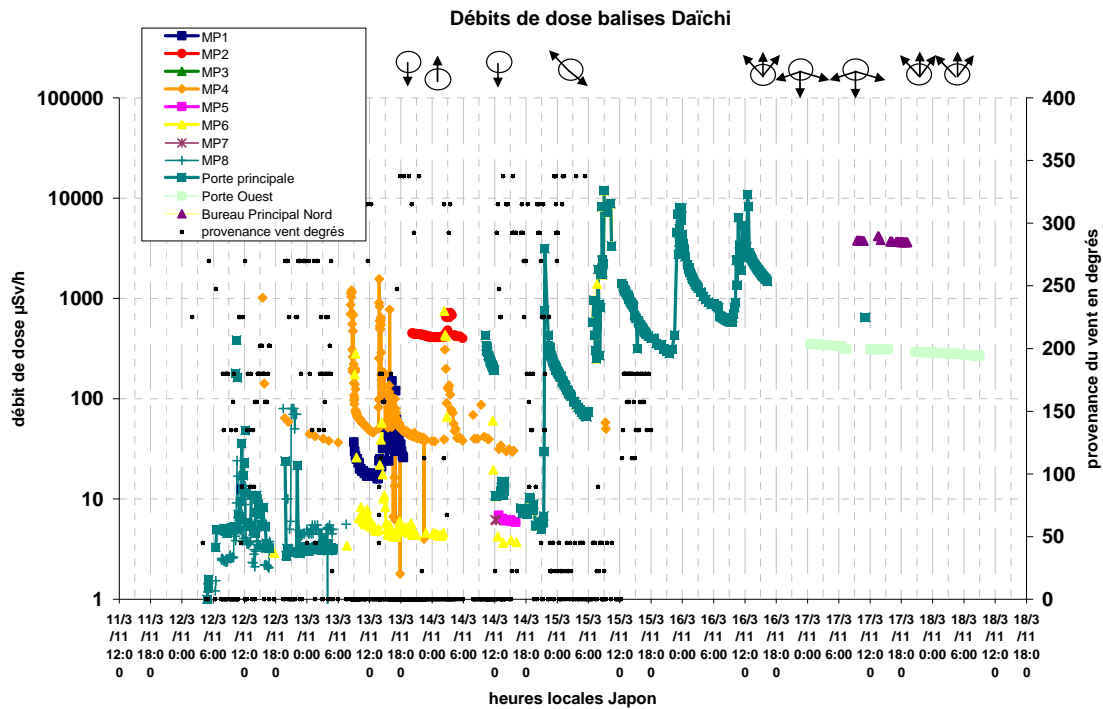
Pour mieux comprendre, un exemple : si l'on compare l'énergie produite par un réacteur à celle d'une lampe de 100 Watt, lorsque l'on éteint l'interrupteur, il va encore rester immédiatement 3 Watt de puissance. Au bout de 3 mois, il restera 0,1 Watt de puissance à évacuer. Cela est peu, mais rapporté à la puissance thermique du réacteur qui est de 2400 Mégawatt, la puissance à évacuer est de 2,4 Mégawatt : il faut environ 100 m³/h pour la dissiper.

Combien de temps faut-il encore refroidir ?

Il faudra encore refroidir avec des moyens non conventionnels pendant très longtemps (cela se chiffre en années).

Quelle a été l'évolution des rejets au Japon depuis la première explosion survenue le samedi 12 mars au matin ?

Le schéma ci-dessous présente les données qui nous arrivent avec un décalage de plus de 10 heures et que nous reportons au fil du temps. L'échelle à gauche est une échelle logarithmique où les différentes couleurs montrent les rejets suite aux différentes explosions. La courbe verte, pour laquelle les valeurs sont les plus importantes, est liée à l'explosion du réacteur n° 2. Les jours précédents, les rejets n'étaient pas continus, mais en bouffées à cause des rejets volontaires pour dépressuriser le réacteur. L'échelle est en micro sievert par heure.



Qu'est ce qui est le plus inquiétant dans la situation actuelle ?

Du point de vue des installations, c'est la sauvegarde des barrières de confinement, car si elles venaient à se rompre, une radioactivité importante pourrait être libérée. D'autre part, les piscines de déchargement du cœur sont aussi une source d'inquiétude du fait des conditions d'intervention très difficiles et des moyens limités disponibles pour refroidir.

Sur le réacteur 4, c'est notre principale inquiétude. L'Institut ne s'explique pas la cause de l'explosion autour de la piscine et l'Institut ne connaît pas la masse de combustible stockée dans ces piscines ni depuis combien de temps les combustibles y sont stockés. Ce paramètre est très important car l'iode radioactif a une période de vie de 8 jours. Ce qui signifie qu'au bout de 100 jours, elle a disparu.

De point de vue de l'environnement, il est essentiel de connaître la contamination sur le territoire dans les 20 à 30 km et au-delà, sur les territoires où la pluie aurait pu déposer des particules radioactives. Dans ces régions, les produits issus des cultures et de l'élevage peuvent être contaminés et devenir impropres à la consommation. Des personnes qui se nourriraient de tels produits, pourraient accroître très fortement le niveau de leur contamination.

Comment l'Institut est informé de la situation localement au Japon ?

L'information arrive de façon décalée d'au moins 10 heures. Les sources principales sont : l'AIEA qui redistribue l'information qui lui parvient, l'ambassade de France, les organisations qui constituent l'appui technique des autorités à l'étranger (GRS...).

L'Institut a dépêché un de ses experts spécialiste de l'environnement.

Peut-on comparer la situation de Fukushima et de Tchernobyl ?

Dans l'accident de Tchernobyl, c'est une réaction en chaîne non maîtrisée qui a commencé dans une partie du réacteur et l'a fait exploser. L'explosion a détruit le cœur du réacteur et tous les éléments du cœur. L'explosion a libéré des produits de fission, propulsés jusqu'à plus de 3000 m dans l'atmosphère et les débris du cœur du réacteur dans tout le périmètre de la centrale. Un incendie a fait brûler les éléments de graphite que contenait le réacteur continuant de libérer les produits de fission. **Il n'y avait pas d'enceinte de confinement ni de cuve pour confiner les restes du cœur.**

Cet accident au Japon n'a pas les mêmes caractéristiques. La réaction en chaîne s'est arrêtée automatiquement au moment du séisme et donc également la production d'électricité. L'accident est lié à l'absence de moyen à la suite du tsunami pour refroidir le cœur du réacteur qui chauffe avec l'énergie résiduelle des produits de fission, quelques pourcents de la puissance installée. Le cœur a été dénoyé en partie et du combustible (on ne sait pas l'importance de ce dénoyage et la proportion de combustible dénoyé) n'a pas été refroidi, il a chauffé et a pu dégager des produits de fission. Cet accident présente certaines similitudes avec l'accident de Three Miles Island de 1979 au cours duquel la réfrigération du cœur a été interrompue, entraînant sa fusion. Mais sans rejet radioactif important. L'importance des dégâts dans le réacteur de Three Miles Island a été connue des années après l'accident. Du point de vue des rejets, il est trop tôt pour les comparer. On estime les rejets depuis le 12 mars à un dixième des rejets gazeux de Tchernobyl.

ENVIRONNEMENT

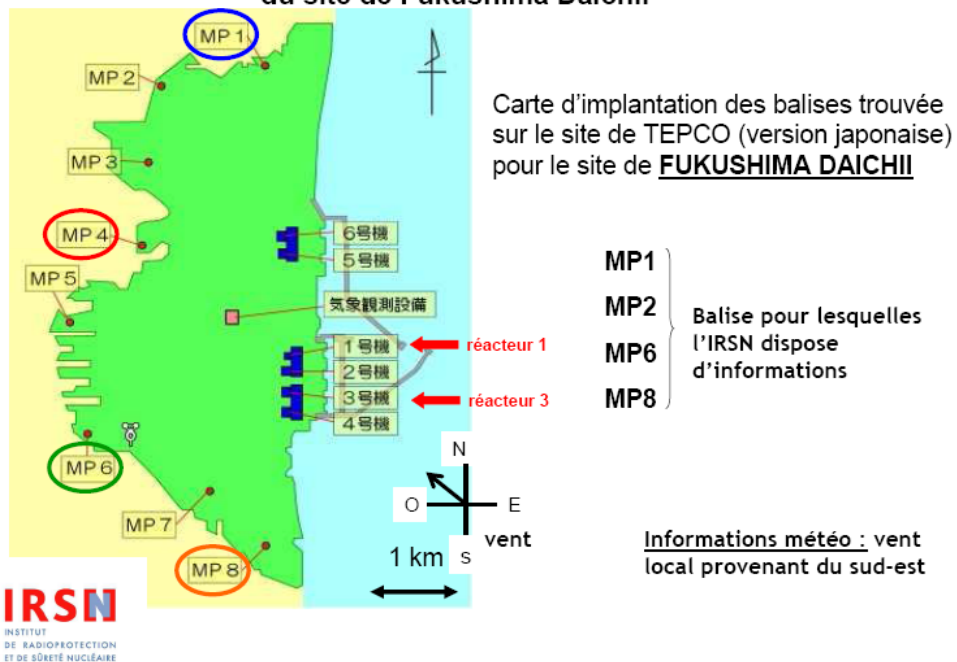
A-t-on observé des mesures de radioactivité anormales autour de la centrale de Fukushima et dans un environnement plus éloigné ?

Nous disposons de résultats sur le site ou à sa périphérie, grâce aux balises de surveillance. Ces mesures sont très élevées, ce qui traduit une situation très grave sur le site. Nous n'avons que peu de données sur l'environnement plus lointain.

Toutefois, ces balises ne permettent pas de déterminer la nature des produits radioactifs présents dans l'atmosphère et la composition des rejets en gaz et en particules. Ceci est une information clé pour estimer les conséquences sur l'environnement. A défaut de connaître cette composition, nous transposons à la situation actuelle de la centrale de Fukushima les connaissances acquises sur des accidents de référence. Ceci nous permet d'apprécier la situation, sans toutefois l'approcher de manière sûre par rapport à la réalité.

L'IRSN a dépêché sur place un expert spécialiste de l'environnement pour avoir des informations plus régulières. Pour les autorités japonaises, l'heure est aujourd'hui à gérer la crise et à protéger au mieux les populations.

Balises de mesure de la radioactivité autour du site de Fukushima Daïchii



Comment se forme un panache radioactif ? Que contient-il ?

Il ne faut pas confondre panache et nuage. Le panache peut être comparé à la fumée d'un feu. Le nuage est un phénomène météorologique normal, lié aux conditions atmosphériques. A la rencontre du panache, il se charge en matière radioactive. D'où le nom de « nuage radioactif ».

Les matières radioactives issues des rejets se retrouvent dans le panache qui transporte alors des gaz rares (xénon, krypton...) et des particules en suspension dans l'air : iode, césium, strontium.

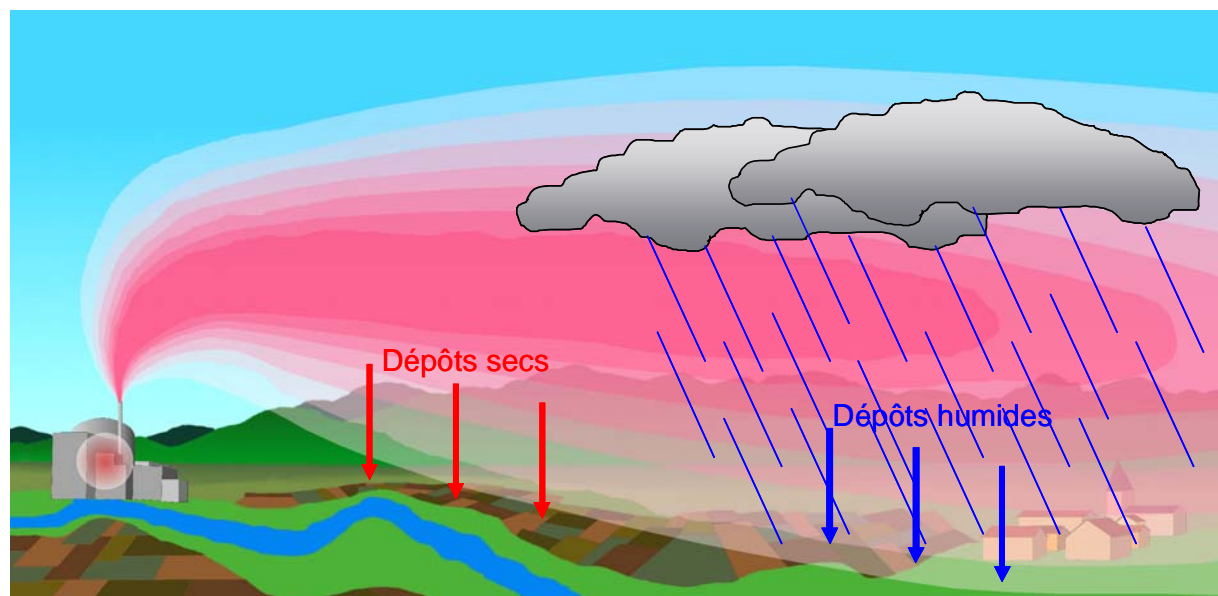
Comment ce panache se propage-t-il dans l'environnement ?

Ce sont les vents qui le propagent et le dispersent. Plus le panache persiste en un endroit, plus les dépôts sont importants. Plus on s'éloigne de l'installation, plus le panache s'élargit en hauteur.

La concentration de particules radioactives diminue avec l'augmentation des distances et diminue fortement après quelques dizaines de kms.

Comment les produits radioactifs du panache se déposent-ils ?

Les produits radioactifs du panache se déposent soit directement sur les sols, ce que l'on appelle les dépôts secs, soit par l'intermédiaire des précipitations, ce que l'on appelle les dépôts humides.



Quelle est la météo sur place ?

La météo (vent, pluie) est une donnée très importante pour l'évolution de la situation.

Une simulation prenant en compte l'évolution du vent est réalisée par l'IRSN et consultable sur le site Internet.

Quelle surveillance de l'environnement sera nécessaire pour un tel accident ?

Nous ne connaissons pas le dispositif de surveillance de l'environnement mis en place par le Japon, l'heure est aujourd'hui à gérer la crise et à préserver au mieux les populations.

En tout état de cause, il faudra s'assurer des conditions de dispersion du panache, prendre les mesures nécessaires en fonction des dépôts qui seraient enregistrés, et enfin surveiller la quantité de radioactivité dans les produits alimentaires (salades, épinards...). Cela pourrait aller jusqu'à interdire la consommation de certains produits dans les zones touchées .

Peut-on faire une comparaison du point de vue des rejets avec Tchernobyl ?

Le scénario n'est pas comparable à l'accident de Tchernobyl car il n'y avait pas d'enceinte de confinement et l'incendie a duré 12 jours, les rejets ont donc été maximisés. A Fukushima, nous n'en sommes pas là. Toutefois, actuellement, les rejets gazeux sont de l'ordre du 10^{ème} de ceux rejetés lors de l'accident de Tchernobyl.

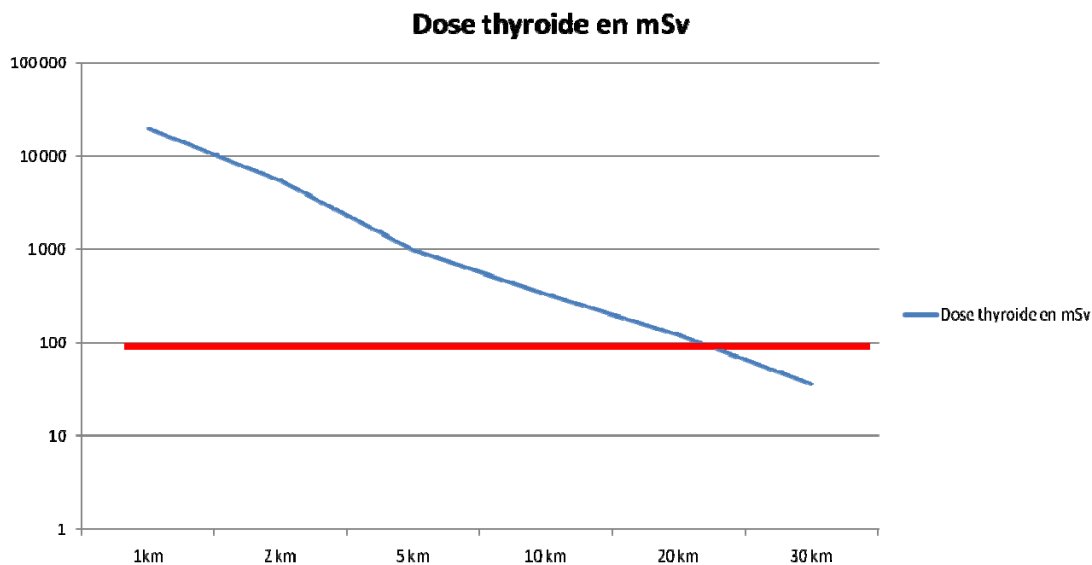
Quel est le scénario le plus catastrophique qui pourrait arriver ?

L'IRSN a fait une simulation d'une situation de catastrophe complète où 100% des produits radioactifs d'un réacteur en fusion serait totalement relâché dans l'atmosphère. Cette situation est le pire scénario pour un réacteur.

Ce schéma montre une estimation des doses potentiellement reçues dans une telle situation.

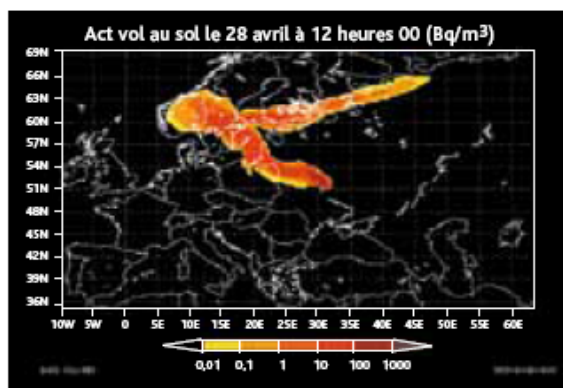
Il montre que du fait des dépôts simulés en prenant le vent à partir du 15 mars et sans pluie, la dose varierait très rapidement en fonction de la distance, à partir de 30 kms, la dose passe en-dessous de 100 mSv à la thyroïde, la limite seuil de précaution recommandée par les autorités japonaises (50 mSv en France). Cela veut dire que l'on pourra mesurer de la radioactivité sous le vent s'il se tourne vers l'intérieur des terres mais que l'on n'atteindra des doses dépassant les seuils de protection sanitaire dans un périmètre réduit. L'IRSN n'a aucune donnée sur les pluies tombées et ne pourrait pas prendre en compte les dépôts particuliers plus importants du fait de pluie ou de neige. La ligne rouge du schéma ci-dessous correspond à 100 mSv à la thyroïde, limite seuil de précaution recommandée par les autorités japonaises.

Estimation des doses potentiellement reçues dans la zone des 30 km en supposant que le cœur du réacteur n°2 de Fukushima-Daiichi a fondu à 100 % (15 mars 2011 – 6h00 heure locale)

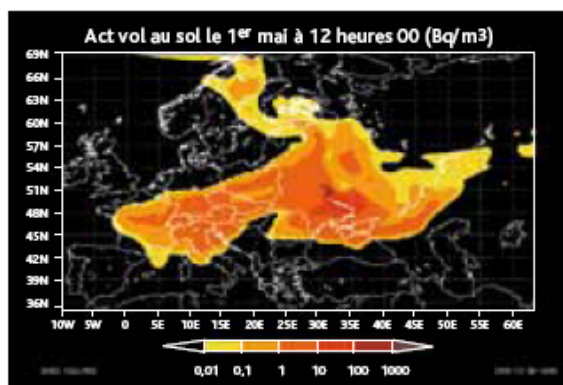


Quelle confiance peut-on accorder aux calculs ?

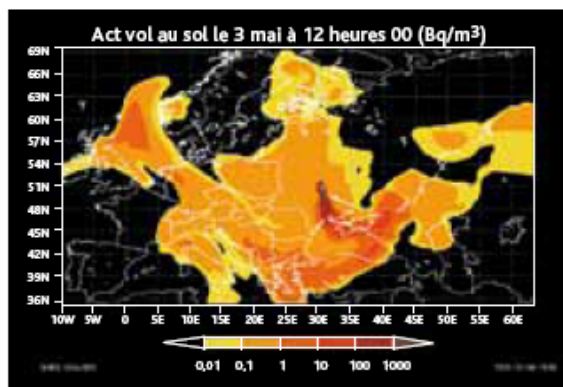
On peut avoir une certaine confiance dans les calculs effectués car ceux-ci sont basés sur l'ensemble de l'expérience passée. Un calcul de dépôt radioactif a pu être comparé avec la réalité. En effet, après l'accident de Tchernobyl, l'IRSN a souhaité pouvoir calculer les dépôts d'un accident qui surviendrait dans un réacteur avec, comme défi, de pouvoir reconstituer les dépôts dus au rejet de l'accident de Tchernobyl. On peut voir le résultat de cette modélisation sur la page de notre site Internet. Les résultats en utilisant cette carte et les niveaux de pluie tombée lors de la présence du panache est bien en accord avec les dépôts mesurés en France.



*Dispersion dans l'atmosphère
du césium 137 rejeté
par l'accident de Tchernobyl :
situation le 28 avril 1986
à 12 heures
(modélisation IRSN 2006).*



*Contamination de l'air
par le césium 137 :
situation le 1^{er} mai 1986
à 12 heures
(modélisation IRSN 2006).*



*Contamination de l'air
par le césium 137 :
situation le 3 mai 1986
à 12 heures
(modélisation IRSN 2006).*

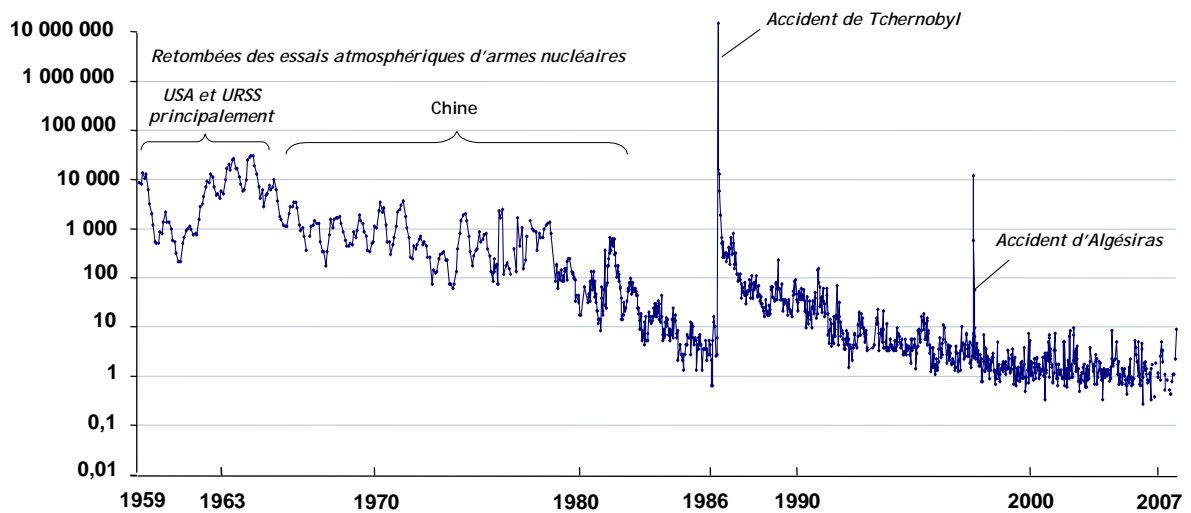
Que mesurait-on dans l'air avant l'accident ?

Depuis les années 1960, les laboratoires de mesure de la radioactivité de l'air surveillent les concentrations de particules radioactives dans l'air provenant des 500 tirs d'essais nucléaires faits dans le monde. Le schéma suivant montre le suivi de ces rejets à la Seyne Sur Mer par l'IRSN. On voit sur cette courbe l'importance des rejets dans les années 60, le pic de Tchernobyl et son atténuation progressive ainsi que le rejet du à l'incinération d'une source radioactive à Algésiras. Il

montre aussi un faible niveau de césium toujours actuel, mais si faible que l'on parle plutôt de traces. Ces mesures de niveau faible sont faites à Orsay, dans une installation qui permet de s'affranchir des autres sources de radioactivité (cosmos, radon etc ...). L'effet sur la santé de si faibles quantités de radioactivité dans l'air s'exprime en nano sieverts. Les effets des rejets actuels sur les pays hors Japon seront du même ordre de grandeur.

Historique des mesures de césium 137 dans l'air en France depuis le début des années 60

Activité volumique du ¹³⁷Cs dans les aérosols $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ d'air



Station OPERA de la Seyne-sur-Mer

RADIOPROTECTION

Quelle est la signification des unités de mesure ?

La radioactivité est imperceptible. Pour la mesurer, il faut des instruments spécialisés.

Le becquerel : il s'agit de l'intensité du rayonnement émis par la source contenant des produits radioactifs. Par exemple, si 1 m³ d'air contient des particules radioactives, pour estimer l'importance de la radioactivité, on va mesurer cet air et on donnera la valeur en becquerel par m³ (Bq/ m³). Pour mesurer, on aspire beaucoup d'air qu'on filtre et on mesure les particules sur le filtre. S'il y a très peu de particules, il faudra beaucoup de temps pour en avoir assez et avoir la mesure.

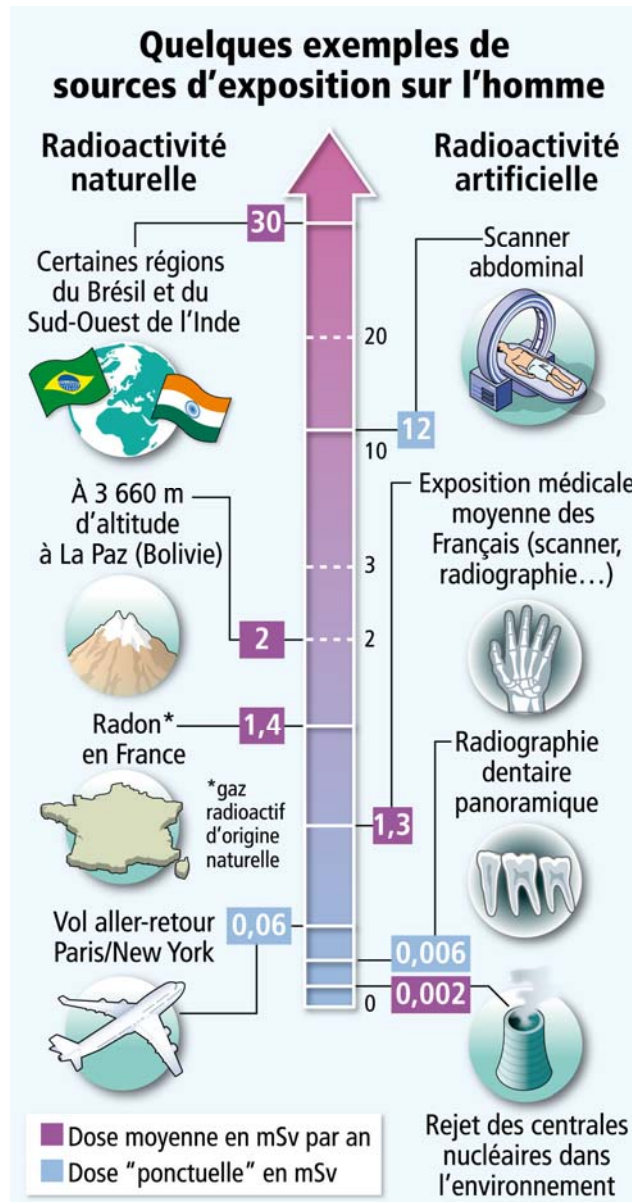
Le gray (dose absorbée) : le gray exprime la quantité de radioactivité absorbée par l'individu ou la matière. Ainsi, ce n'est pas parce que l'on est dans une pièce où il y a des particules radioactives que notre corps va être en contact avec toutes les particules, seule une petite partie peut nous atteindre. C'est ce que l'unité « gray » exprime.

Le sievert (équivalent de dose) : le sievert exprime l'effet produit sur un individu du contact avec la radioactivité. Toutes les particules radioactives n'ont pas la même énergie et ne vont pas avoir le même effet. Concrètement, le sievert est la quantité de radioactivité absorbée par l'individu (gray) multipliée par deux facteurs possibles. Le premier facteur dépend du rayonnement (alpha, beta et gamma), il est de 10 pour le rayonnement alpha, et de 1 pour les deux autres. Le deuxième facteur prend en compte la sensibilité des organes du corps humain à la radioactivité des particules. Par exemple, la thyroïde est particulièrement sensible à l'iode radioactive, c'est pourquoi on indique toujours une dose à la thyroïde et une dose au corps entier.

Des seuils d'exposition maximum sont définis par les spécialistes. Par exemple, la Commission Internationale de Protection Radiologique estime que la mesure sur une personne du public ne doit jamais atteindre plus de 1 millisievert/an du fait de la radioactivité artificielle venant des installations nucléaires.

Pour comparaison, quelles sont les sources d'exposition des personnes en France ?

Les sources d'exposition peuvent être naturelles ou artificielles. Voici un exemple de différentes sources d'exposition avec, pour chacune, une dose moyenne associée. La valeur indiquée pour les rejets des centrales nucléaires dans l'environnement est liée aux rejets chroniques annuels.



Comment mesure-t-on les doses reçues ?

Pour être sûr des doses ingérées ou inhalées, il faut faire des mesures anthropogammamétriques et des mesures dans les urines. Le temps d'une analyse anthropogammétrique étant de 20 à 25 minutes, selon l'importance de la population touchée, les moyens disponibles risquent vite d'être débordés.

L'antropogammamétrie permet de détecter la présence de radionucléides émetteurs gamma.

Par exemple, en France, l'Institut a 4 véhicules, véritables laboratoires mobiles, disposant de 4 postes de mesure permettant de mesurer les doses reçues par les individus exposés.

Quels sont les risques pour la santé au Japon du fait des rejets ?

Des pronostics à la lumière de la connaissance acquise par les scientifiques sur les rejets depuis l'accident de Tchernobyl peuvent être réalisés.

On peut faire des pronostics pour 3 situations :

1. la situation des personnes qui interviennent dans les centrales ; on mesure des doses très élevées sur le site et elles doivent être extrêmement élevées dans la centrale. Si ces personnes ont reçues des doses supérieures à 1 Gray, la moelle osseuse est atteinte, le taux de cellules sanguines diminue. Une telle dose reçue imposera des traitements dans un hôpital. Ils risquent leur vie.
2. La deuxième situation est celle des populations locales situées dans la dizaine de kilomètres qui entourent la centrale. Pour celles-ci, il n'y aura pas de symptômes mais une augmentation du risque de développer des cancers propres à ce type d'exposition.
3. La troisième situation concerne la population régionale soumise au passage du panache très large et moins concentré. Celle-ci aurait sans doute des doses infinitésimales et sans risque.

Quelles sont les conditions de prise de comprimés d'iode pour les personnes soumises au Japon à des retombées?

La prise de comprimé d'iode doit se faire idéalement une heure avant l'arrivée du panache radioactif et dans les 24 heures au plus tard.

La protection vient aussi du confinement à l'intérieur des habitations qui peut réduire d'un facteur 10 le risque de cancer. Toutefois, l'efficacité de ce confinement se réduit au fil des heures car l'air intérieur se renouvelle.

Il faut savoir qu'en cas de retombées radioactives les particules sont très fines et peuvent se déposer sur les vêtements, les cheveux et sur le sol. Donc les mesures de protection consistent à se laver et se doucher pour enlever ces particules et de nettoyer le sol régulièrement.

Comment expliquer cet accident à des enfants ?

Des fascicules avec de nombreux dessins ont été créés pour expliquer les différents risques (phénomènes naturels, accidents nucléaires...) à destination des enfants.

Vous trouverez l'ensemble de ces fascicules à l'adresse suivante

<http://iffo-rme.fr/content/gafforisk>.