



Association Sortir du Nucléaire Bugey

**76 impasse Mozart, 01360 Loyettes**

[www.sdn-bugey.org](http://www.sdn-bugey.org) / <https://www.facebook.com/sdnbugey> / [contact@sdn-bugey.org](mailto:contact@sdn-bugey.org)

**AVIS DE L'ASSOCIATION  
SORTIR DU NUCLEAIRE BUGEY**

**PLAN PARTICULIER D'INTERVENTION  
DU C.N.P.E. DU BUGEY**

# Sommaire

1. PARTIE PEDAGOGIQUE	3
1.1 Plan d'urgence interne	3
1.2 Plan Communal de Sauvegarde	3
1.3 Présentation du risque	3
1.3.1 Les rejets radioactifs	3
1.3.2 Protection dans un bâtiment	4
1.3.3 Seuils de déclenchement	5
1.4 Présentation du site	5
1.4.1 Dates de mise en service	5
1.4.2 Fonctionnement du réacteur	7
2. PERIMETRE D'APPLICATION	8
2.1 Principes	8
2.2 Rappel des accidents de Tchernobyl et Fukushima	9
2.2.1 Tchernobyl	9
2.2.2 Fukushima	10
2.3 Pour un périmètre d'application plus étendu	12
3. ALERTE ET COMMUNICATION	16
4. MESURES POSSIBLES	17
4.1 Mise à l'abri et écoute	17
4.2 Périmètre de sécurité	17
4.3 Ingestion d'iode stable	17
4.4 Restriction de la consommation des aliments	17
4.5 Evacuation	18
4.5.1 Evacuation massive au moins jusqu'à 50 km	18
4.5.2 Evacuation des animaux	21
4.5.3 Evacuation spontanée	21
5. GESTION OPERATIONNELLE	21
5.1 Evacuations	21
5.2 Mesures de la radioactivité	25
6. DIVERS	27
7. SYNTHÈSE ET CONCLUSION	28
ANNEXE 1	31
ANNEXE 2	33

# 1. PARTIE PEDAGOGIQUE

## 1.1 Plan d'urgence interne

Le plan d'urgence interne (PUI) est du ressort de l'exploitant du site nucléaire, mais il comporte des obligations pour ce dernier, en particulier celle d'alerter sans délai le préfet et l'Autorité de Sécurité Nucléaire (ASN). Ceci est particulièrement important afin de mobiliser au plus vite les différents services au cas où l'accident ayant conduit au déclenchement du PUI prendrait de l'ampleur et nécessiterait le déclenchement du Plan Particulier d'Intervention (PPI).

Pourtant le 2 août 2013, un incident grave sur le réacteur n° 5 a nécessité le déclenchement du PUI, mais l'exploitant n'a pas prévenu immédiatement le préfet et l'ASN. Il a fallu attendre plusieurs heures pour que ces autorités soient informées :

- ASN Lyon : 2 h 10 mn de retard,
- ASN nationale : 3 h 30 de retard,
- Préfet : 4 h 40 de retard.

Quelle garantie pouvons nous avoir que l'exploitant ne recommencera pas ?

Les heures ainsi perdues peuvent s'avérer dramatiques dans le cas d'un accident à cinétique rapide conduisant à un rejet immédiat.

## 1.2 Plan Communal de Sauvegarde

Les communes du périmètre du PPI ont l'obligation de réaliser un plan communal de sauvegarde (PCS).

Il n'est pas précisé de délai pour la réalisation de ces PCS par chaque commune. Un délai d'une année maximum devrait être imposé.

Par ailleurs, il nous semble que cette obligation devrait être étendue aux communes désignées pour avoir un Centre d'Accueil et de Regroupement (CARE).

## 1.3 Présentation du risque

### 1.3.1 Les rejets radioactifs

Il est dit « on attache une grande importance à la "dose thyroïde" car l'iode radioactif se fixe préférentiellement sur la thyroïde » ce qui est exact. Cependant comme il n'est cité aucun autre composant radioactif présent dans les rejets qui peuvent survenir, cette phrase tend à faire croire que le seul problème est l'iode radioactif et que la prise de comprimés d'iode va nous protéger contre les rejets radioactifs.

Malheureusement, l'iode radioactif n'est qu'un des composants présents dans les rejets et il serait bien de le dire plus explicitement en citant d'autres composants contre lesquels la seule protection est l'évitement à leur exposition externe et surtout interne.

Le rapport CEA-R-4844 Rev. 1 "Irradiation externe pendant et après le passage d'un nuage radioactif" de 1980 du Commissariat à l'Energie Atomique précise en page 12 « Dans la présente version, le catalogue se compose de 121 nouveaux produits de fission (et de leurs descendants), de 75 produits d'activation et de 9 transuraniens, auxquels il convient d'ajouter les 71 radionucléides qui figurent déjà dans le rapport CEA-R-4844, dont certains ont subi une mise à jour. La liste de ces radionucléides est donné au tableau 2. » (voir annexe 1).

L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) donne une liste d'éléments radioactifs dans sa base de connaissances "Mesures de radioactivité en cas de crise nucléaire : Les principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant une centrale nucléaire" et, pour chacun d'eux, indique le mode d'exposition des populations et son comportement vis à vis des denrées alimentaires et du sol (voir annexe 2).

En plus de l'iode radioactif cité dans ce projet de PPI, il conviendrait d'ajouter au moins quelques autres composants radioactifs et plus particulièrement ceux dont la période radioactive dépasse plusieurs dizaines d'années, comme le Césium 137, le Strontium 90, les Uranium, les Plutonium, l'Américium 240 ... qui vont former les dépôts et qui seront prépondérants par la suite pour ce qui concerne l'irradiation externe des populations et la contamination interdisant le retour des populations dans les zones les plus touchées.

### 1.3.2 Protection dans un bâtiment

On citera la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) qui explique que « *la mise à l'abri consiste à utiliser la structure d'un bâtiment pour réduire l'exposition à un panache radioactif et/ou à la contamination présente dans l'air. Les bâtiments solidement construits peuvent atténuer le rayonnement de matières radioactives déposées sur le sol et réduire l'exposition aux panaches aériens. Les bâtiments construits en bois ou en métal ne sont généralement pas appropriés pour une utilisation en tant qu'écran de protection contre le rayonnement externe, et des bâtiments non étanches à l'air ne sont pas efficaces dans la protection contre toute exposition » [ICRP109 (B4)].*

Il convient de noter, comme le précise la CIPR, que les maisons en bois ne protègent pas suffisamment de l'exposition externe et qu'une mise à l'abri n'y est pas conseillée. Il en est de même pour les nombreux lieux de travail aux parois métalliques. Ce cas concerne de nombreuses entreprises de la zone industrielle de la Plaine de l'Ain, située à proximité immédiate du site nucléaire du Bugey. Comment les autorités françaises comptent-elles faire pour ces cas là ? Pour les futures constructions, faut-il interdire la construction de ce type de bâtiments dans la zone du PPI ?

La CIPR précise aussi que les bâtiments non étanches à l'air ne sont pas efficaces. Il conviendrait donc de faire contrôler tous les bâtiments situés dans la zone du PPI et, si leur étanchéité est insuffisante, de financer des travaux pour renforcer cette étanchéité à l'air.



Test d'étanchéité à l'air d'un bâtiment

Les personnes concernées sont-elles informées des faiblesses de leur bâtiment ? Ceci est encore plus critique pour les bâtiments hébergeant des enfants et des femmes enceintes, plus sensibles aux radiations.

### 1.3.3 Seuils de déclenchement

Les différents seuils pour les actions de protection sanitaire de la population en situation d'urgence radiologique sont définis dans l'arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision n° 2009-DC-0153 de l'ASN du 18 août 2009.

Pour la protection dans un bâtiment, le seuil est une dose efficace de 10 mSv pour le corps entier. A titre de comparaison, la Belgique applique une mise à l'abri dès 5 mSv et santé Canada 5 mSv sur une période d'un jour, ce qui est conforme à la recommandation de l'Agence Internationale de Energie Atomique (AIEA) qui est de 10 mSv sur deux jours. Dans l'Ontario, la mise à l'abri est prévue dès que la dose prévisible pour la population atteindrait ou dépasserait 1 mSv.

**L'abaissement du seuil de mise à l'abri à une dose efficace de 5 mSv serait souhaitable pour ce projet de PPI.**

Pour la prise des comprimés d'iode stable, le seuil de déclenchement en France est une dose équivalente à la thyroïde de 50 mSv. Ceci correspond aux directives de l'AIEA, mais l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande que « *la planification pour la prophylaxie de l'iode stable pour les enfants devrait idéalement être considérée au 1/10ème du niveau d'intervention générique, c'est à dire 10 mGy de dose évitable à la thyroïde. Ce niveau est également approprié pour les femmes enceintes* » [Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accident, Update 1999]. Conformément à cette recommandation, la Belgique et d'autres pays européens ont également introduit le niveau optimisé de 10 mSv à la thyroïde pour les enfants et les femmes enceintes ou qui allaitent.

**Il nous semble donc que la France devrait introduire un seuil plus protecteur pour les enfants et les femmes enceintes conformément aux recommandations de l'OMS.**

## 1.4 Présentation du site

### 1.4.1 Dates de mise en service

Le projet de PPI indique que les réacteurs Bugey 2 et Bugey 3 ont été mis en service en 1979 et ceux de Bugey 4 et Bugey 5, en 1979 et 1980. Ceci est erroné.

Le document de l'ASN ci-après donne comme date 1978 et 1979.



**Le site en bref**

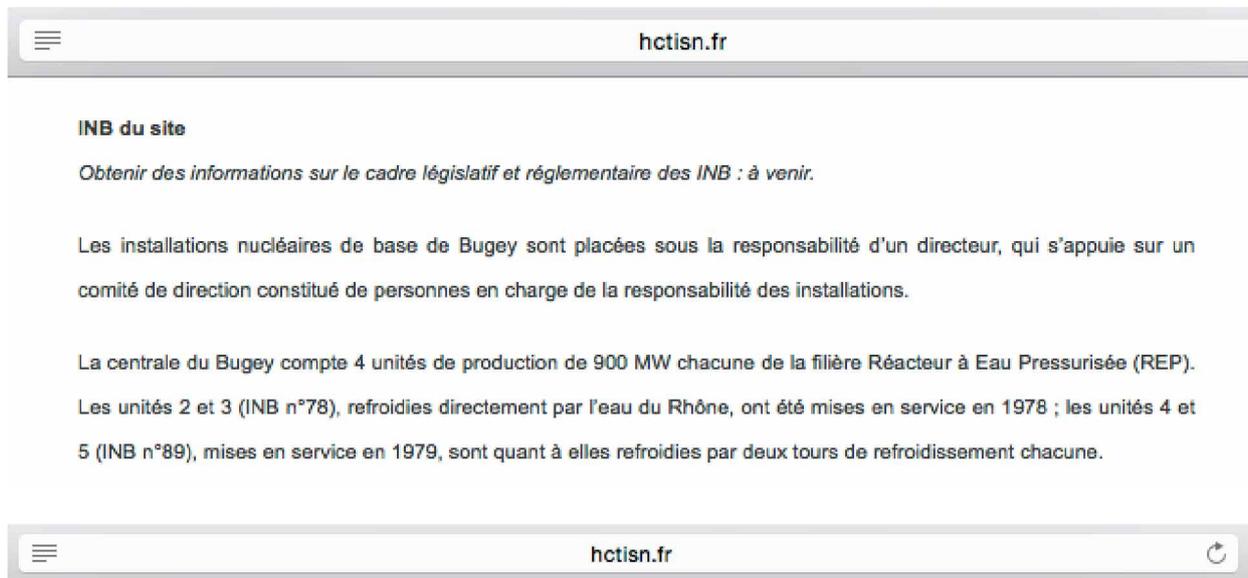
La [centrale nucléaire](#) du Bugey, exploitée par EDF dans la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain, à 35 km à l'est de Lyon, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MWe chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire ([FARN](#)), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

Le site du Bugey comprend également un réacteur de la filière [uranium](#) naturel - graphite-gaz ([UNGG](#)), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de [démantèlement](#), ainsi que l'installation de [conditionnement](#) et d'[entreposage](#) de déchets activés ([Iceda](#)). Enfin, le site est doté d'un Magasin interrégional ([MIR](#)) d'entreposage du combustible.

**INSTALLATION CONTRÔLÉE PAR**

[la division de Lyon](#)

Il en est de même des documents ci-après extraits du site du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN).



hctisn.fr

**INB du site**

*Obtenir des informations sur le cadre législatif et réglementaire des INB : à venir.*

Les installations nucléaires de base de Bugey sont placées sous la responsabilité d'un directeur, qui s'appuie sur un comité de direction constitué de personnes en charge de la responsabilité des installations.

La centrale du Bugey compte 4 unités de production de 900 MW chacune de la filière Réacteur à Eau Pressurisée (REP). Les unités 2 et 3 (INB n°78), refroidies directement par l'eau du Rhône, ont été mises en service en 1978 ; les unités 4 et 5 (INB n°89), mises en service en 1979, sont quant à elles refroidies par deux tours de refroidissement chacune.

hctisn.fr

Gaz).

- 1972 - Mise en service de Bugey 1.
- 1973 - Mise en chantier des unités REP (Réacteur à Eau Pressurisé) 2 et 3.
- 1974 - Mise en chantier des unités REP 4 et 5.
- 1978 - Mise en service des unités REP 2 et 3.
- 1979 - Mise en service des unités REP 4 et 5.
- 1989 à 1991 - Première révision décennale des 4 unités REP
- 1993 - Remplacement des générateurs de vapeur de l'unité de production n°5.
- 1994 - Arrêt définitif de production de Bugey 1.

Il convient donc de corriger le projet de PPI et d'écrire :

- Bugey 2 et Bugey 3, mis en service en 1978,
- Bugey 4 et Bugey 5, mis en service en 1979.

### 1.4.2 Fonctionnement du réacteur

En page 17 du projet de PPI, il est écrit : "Le confinement de la radioactivité permet d'éviter la dispersion des produits radioactifs dans l'environnement. Il est assuré par les trois barrières étanches."

Un tel document officiel se doit d'avoir une rigueur technique et scientifique et de ne pas diffuser de fausses informations. En effet, aucune de ces trois barrières n'est étanche.

La définition du dictionnaire Larousse définit le terme étanche ainsi :



The image shows a screenshot of the Larousse dictionary website. At the top, the URL 'larousse.fr' is visible. Below it, the word 'étanche' is displayed in a large blue font, followed by the word 'adjectif' in red. A note in parentheses indicates '(féminin de l'ancien français *estanc*, desséché)'. Below this, there are two tabs: 'Définitions' (selected) and 'Synonymes'. Under the 'Définitions' tab, there is a single bullet point: '▪ Qui ne laisse pas passer les liquides, les gaz, les poussières, l'humidité : *Tonneau étanche.*'

En page 18, les trois barrières sont décrites en réutilisant le terme "étanche" ou "étanchéité" ou "hermétique" (parfaitement étanche selon le Larousse).

Pour la première barrière, la gaine du combustible, il est exact qu'à l'origine, elle est étanche. Mais un cœur de réacteur contient un très grand nombre de gaines de combustible et, dans les bases de conception des réacteurs nucléaires d'EDF, il est admis de pouvoir continuer à fonctionner avec quelques gaines de combustible rompus, et donc plus étanches (environ 1 %).

Pour la seconde barrière, le circuit primaire fermé, les règles générales d'exploitation prévoient une valeur limite de 2 300 litres par heure pour le débit de fuite global (jusqu'à 20 148 m<sup>3</sup>/an). En plus de cette valeur générale, les fuites diffuses ne doivent pas dépasser une valeur limite de 230 litres par heure. Ce circuit primaire n'est jamais étanche dans un réacteur nucléaire, il a un taux de fuite permanent. C'est pour partie une des causes de la production d'effluents radioactifs rejetés en permanence dans l'environnement en respect d'un arrêté de rejets.

Enfin, pour la troisième barrière, un taux de fuite maximal est autorisé. Il ne doit pas excéder 0,3 % par jour de la masse de gaz contenue dans l'enceinte (par la paroi et les traversées).

Le terme "étanche" pour ces trois barrières est donc à proscrire et il faut utiliser soit "barrière de sûreté" soit "barrière de confinement".

## 2. PERIMETRE D'APPLICATION

### 2.1 Principes

Ce nouveau PPI étend le périmètre d'application à 20 km au lieu de 10 km précédemment. C'est bien sûr une amélioration, mais pour notre association, elle est nettement insuffisante.

Dans son rapport 2016 "Plans d'urgence nucléaire en France : forces et faiblesses", l'Association Nationale des Commissions et Comités Locaux d'Information (ANCCLI) réclamait une révision en profondeur des périmètres des PPI des Installations Nucléaires de Base (INB) et suggérait une extension de ces plans d'urgence à un rayon de 80 km et elle demandait de prévoir une pré-distribution d'iode stable jusqu'à 50 km au moins afin de pouvoir protéger plus efficacement la population en cas d'accident grave.

Le PPI actuellement en consultation, prévoit trois périmètres :

- une zone de 2 km autour du site nucléaire du Bugey adaptée pour des rejets immédiats et courts : c'est la phase réflexe avec mise à l'abri immédiate et écoute des recommandations ;
- une zone s'étendant à 5 km autour du site, englobant la zone précédente de 2 km : c'est la phase immédiate, prévue pour des rejets rapides et longs, avec évacuation des populations de cette zone ;
- une zone au delà des 5 km s'étendant jusqu'à 20 km autour du site nucléaire : c'est la phase concertée qui repose sur l'échange entre le décideur et ses appuis compétents (ASN, IRSN, exploitant, ...). Selon l'ampleur de l'accident, plutôt de cinétique lente avec rejets de longue durée, une mise à l'abri dans tout ou partie de cette zone peut être demandée et éventuellement suivie d'une évacuation.

Par ailleurs si besoin, des actions (mise à l'abri, évacuation, ...) peuvent être prévues au delà de cette zone de 20 km.

Les comprimés d'iode stable sont distribués dans la totalité de la zone de 20 km, mais pas au delà. En cas de nécessité en dehors des 20 km, une distribution serait organisée par un grossiste-distributeur qui conditionne des cartons en lot pour des communes relais et approvisionne ces communes, celles-ci ayant ensuite la charge de réceptionner ces lots de comprimés d'iode, d'effectuer la distribution sur leur commune et de remettre le reste aux autres communes du secteur. A noter que le grossiste-distributeur se chargera de la livraisons des comprimés d'iode, dans la limite de ses capacités opérationnelles et qu'en cas de défaillance ou d'indisponibilité de chauffeurs-livreurs, la distribution se fera par l'intermédiaire des forces armées à la suite d'une expression de besoin signifiée par un formulaire (Plan ORSEC, disposition spécifique : distribution des comprimés d'iode, hors zone PPI).

Dans sa publication d'octobre 2008 "Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations", la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) précise : « *pour obtenir une efficacité maximale de la réduction de la dose à la thyroïde, l'iode stable doit être administré avant toute inhalation d'iode radioactif, ou dès que possible après. Si l'iode stable est administré par voie orale dans les 6 heures précédant la prise d'iode radioactif, la protection offerte est presque optimale ; si l'iode stable est administré au moment de l'inhalation de l'iode radioactif, l'efficacité de blocage de la thyroïde est d'environ 90%. L'efficacité de la mesure diminue en fonction du retard à débiter la prophylaxie, et l'absorption de l'iode radioactif peut*

*être encore réduite d'environ 50% si le blocage est réalisé quelques heures après l'inhalation ».*

La distribution des comprimés d'iode stable, telle que prévue au delà de 20 km, n'est compatible qu'avec des rejets de radioactivité n'intervenant que deux ou trois jours après le lancement de l'alerte. En cas de rejets plus immédiats, cette distribution n'est pas satisfaisante pour assurer une bonne protection des populations. Il semble que dans les projets d'accident, l'éventualité d'une rejet immédiat ou assez rapide impactant des zones situées au delà des 20 km du PPI n'est pas considéré. Pourtant il ne peut être exclu, en particulier dans le cas d'un avion gros porteur s'écrasant sur un des réacteurs PWR de Bugey (accident ou acte terroriste).

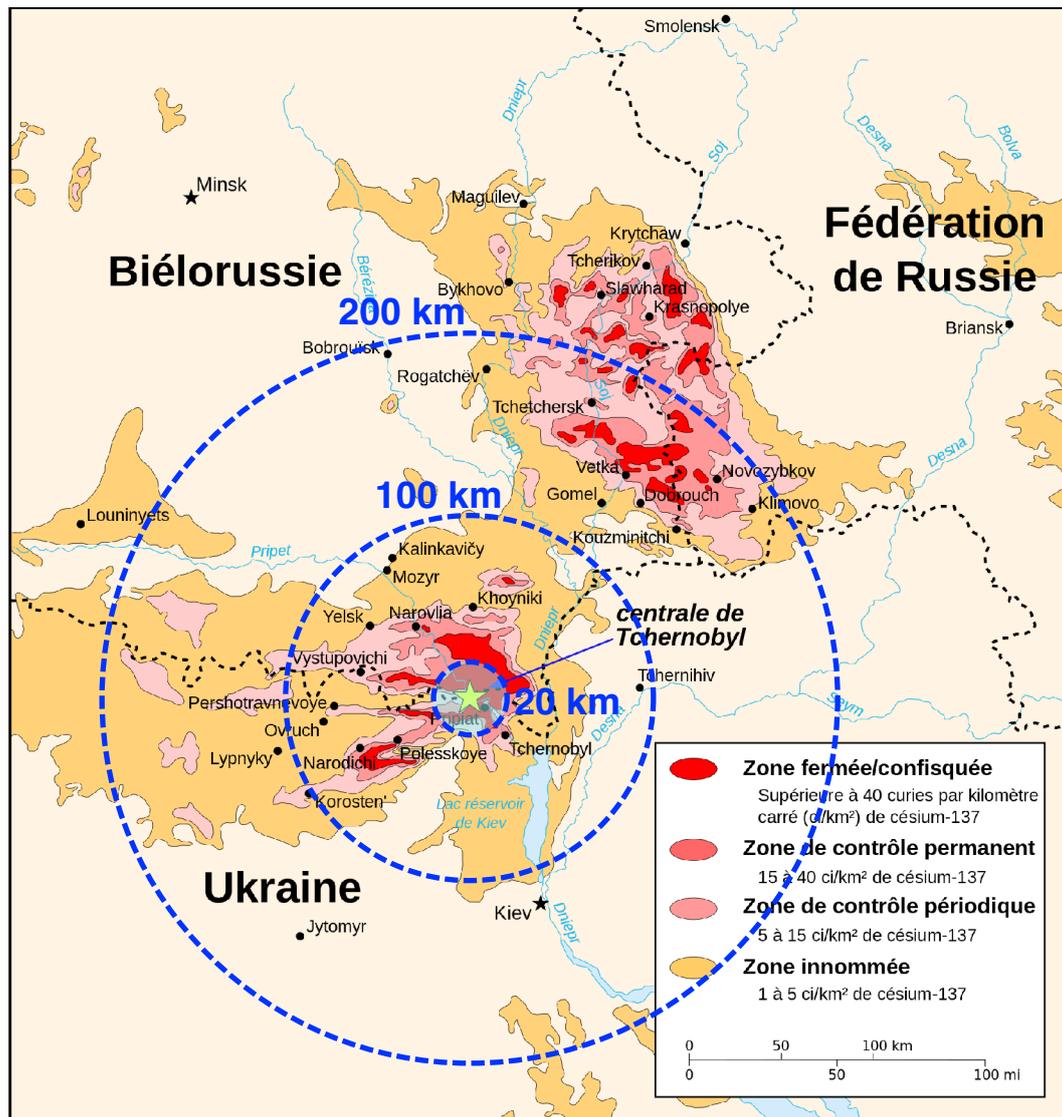
## **2.2 Rappel des accidents de Tchernobyl et Fukushima**

### **2.2.1 Tchernobyl**

L'accident de Tchernobyl (26 avril 1986) a été causé par une augmentation brutale et incontrôlée de la réaction nucléaire, qui a entraînée l'explosion du cœur du réacteur, la destruction du bâtiment et un incendie du graphite du réacteur. Les rejets ont été immédiats et, comme le combustible s'est trouvé pour bonne part à l'air libre, ils ont été continus pendant une dizaine de jour.

Les rejets radioactifs ont été très importants et ont été transportés sur de longues distances et le territoire français n'a pas été épargné. Plus localement la contamination a été très importante et de nombreuses zones sont exclues de toute vie humaine.

La carte ci-après montre les zones très contaminées dont celles totalement interdites.



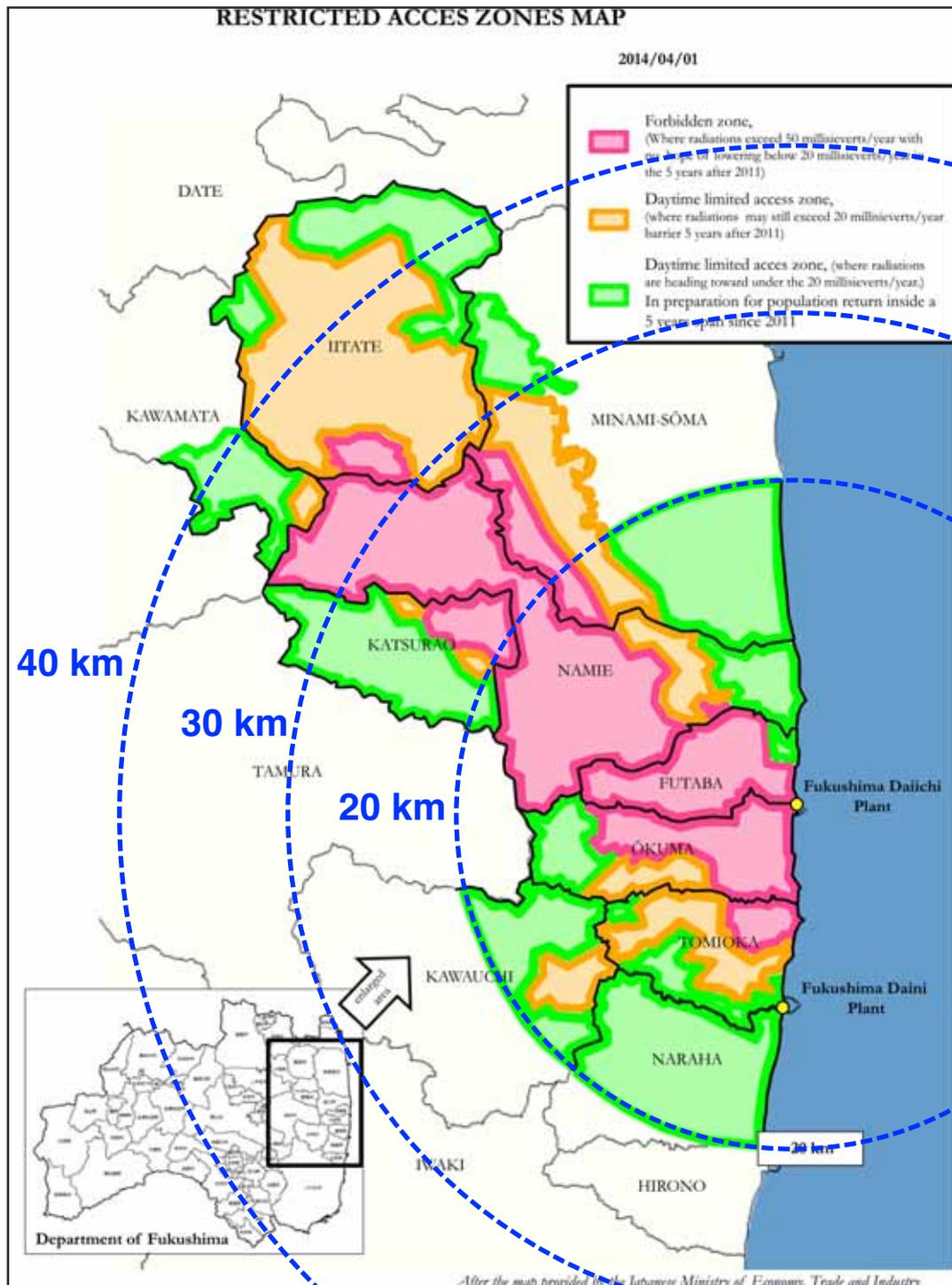
Sur cette carte, nous avons ajouté les cercles de 20 km, 100 km et 200 km autour de la centrale nucléaire de Tchernobyl. Nous constatons que des zones fortement contaminées se trouvent même à plus de 200 km de la centrale.

Le cercle de 20 km correspond au projet de PPI pour le site nucléaire du Bugey et dans ce contexte, nous voyons son insuffisance pour une bonne gestion de l'accident nucléaire et pour une protection efficace des populations.

### 2.2.2 Fukushima

L'accident de Fukushima (11 mars 2011) a été dû à la perte des alimentations électriques et des sources de refroidissement des réacteurs. Cela a entraîné la dégradation du combustible nucléaire puis la fusion du cœur de 3 réacteurs, suivie de décompressions des enceintes de confinement et d'explosions d'hydrogène. Le premier rejet de radioactivité n'intervient qu'une vingtaine d'heure après le début de l'alerte nucléaire qui a fait suite au tsunami. Il s'en suit une quinzaine d'épisodes de rejets discontinus pendant une douzaine de jours.

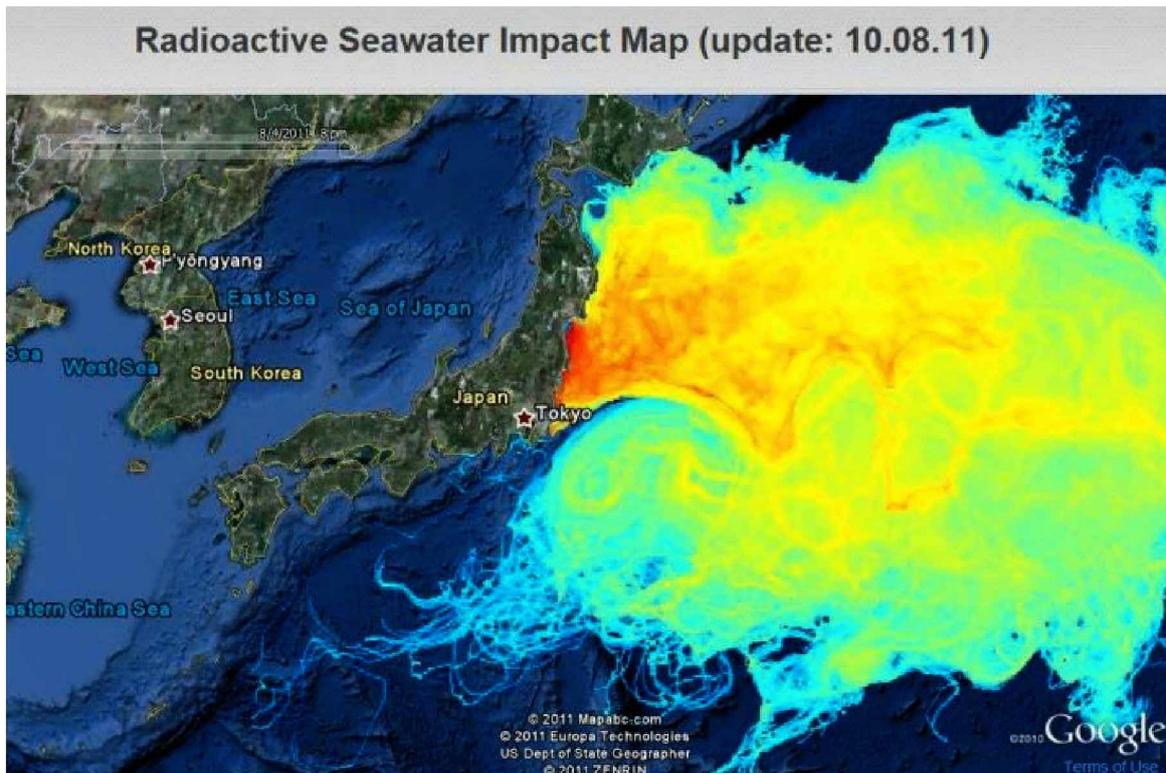
La carte ci-après montre les zones contaminées et celles où une exclusion de vie humaine a dû être prise.



Comme précédemment nous avons porté sur la carte les cercles de 20, 30 et 40 km. Des pollutions radioactives de moindre importance vont jusqu'à environ 80 km.

Pour l'accident de Fukushima, il faut aussi considérer que la pollution radioactive terrestre ne reflète pas la totalité de la radioactivité émise, puisque certains jours les vents soufflant

vers la mer, les zones terrestres ont été épargnées. 80 % de la radioactivité rejetée serait ainsi partie vers la mer.



Comme pour l'accident de Tchernobyl, des rejets radioactifs importants ayant nécessité l'évacuation des populations et la création de zones d'exclusion, ont eu lieu au delà du cercle de 20 km qui correspond au projet de PPI du site nucléaire du Bugey.

A Fukushima, l'évacuation des populations a pu être anticipée dans le cercle des 20 km, mais les zones fortement contaminées au delà de ce cercle n'ont été évacuées que très tardivement après que les niveaux élevés de radioactivité aient pu être constatés.

### 2.3 Pour un périmètre d'application plus étendu

Avec le projet de PPI pour le site nucléaire du Bugey, il nous semble que les leçons des catastrophes de Tchernobyl et Fukushima n'ont pas été tirées. Pourtant il est reconnu qu'un accident nucléaire de grande ampleur est possible en France. La probabilité d'un accident au Bugey s'accroît aussi fortement avec la prolongation de fonctionnement actuellement envisagée alors que les réacteurs ont 271 irrégularités (non respect des normes du nucléaire), que certaines cuves sont fragilisées (fissures, ...), que des enceintes de confinement commencent à avoir des taux de fuite élevés, que de nombreuses tuyauteries sont vétustes, etc.

Le site nucléaire du Bugey se trouve aussi dans un contexte très différent par rapport à Tchernobyl et Fukushima. Nous sommes au Bugey dans une zone beaucoup plus peuplée.

Le nouveau PPI étendu à 20 km représente une population de 334 232 habitants.

Le tableau suivant donne quelques éléments de comparaison avec Tchernobyl et Fukushima. Les données de population datent de 2011, hors Bugey 20 km qui est de 2016. Compte tenu de l'évolution démographique locale, ces nombres d'habitants peut être considéré comme un minimum.

Site / Rayon	10 km	20 km	30 km	50 km	80 km	110 km
Tchernobyl	61 000	81 000	135 000			
Fukushima		85 000	172 000			
Bugey		334 232	1 255 000	2 246 000	4 408 000	6 126 000

Source IRSN et revue Radioprotection 2012, vol 47, n°1 "La population autour des sites nucléaires français : un paramètre déterminant pour la gestion de crise et l'analyse économique des accidents nucléaires" par A. Pascal

Pour le site du Bugey, la population est 3 fois plus importante qu'à Fukushima pour le rayon de 20 km et elle croit très vite pour dépasser les 2 millions à 50 km et les 6 millions à 110 km.

Dans le cas d'un accident grave de l'ampleur de ceux de Tchernobyl et de Fukushima, il serait nécessaire de procéder à une évacuation massive sur une zone de 30 à 40 km. A ce jour, il n'y a pas en France, d'expérience d'évacuation de plus d'un million de personnes. Pour le cas de Bugey, le PPI à 20 km ne coordonnerait la gestion que de 334 000 personnes et il resterait plus d'un million de personnes à évacuer sans qu'aucune organisation et préparation n'aient été prévues. Ceci est inconcevable et la limite de 20 km est réellement insuffisante.

Le déplacement d'un panache de rejets radioactifs dépend de nombreux paramètres et reste difficile à appréhender. Deux paramètres principaux sont la direction des vents, leur vitesse et les précipitations. Ainsi une ville située à 100 km d'un site nucléaire, dans le sens du vent et dans une région pluvieuse, pourra être plus exposée qu'une autre située à 30 km de la même installation mais abritée par le relief ou les vents dominants.

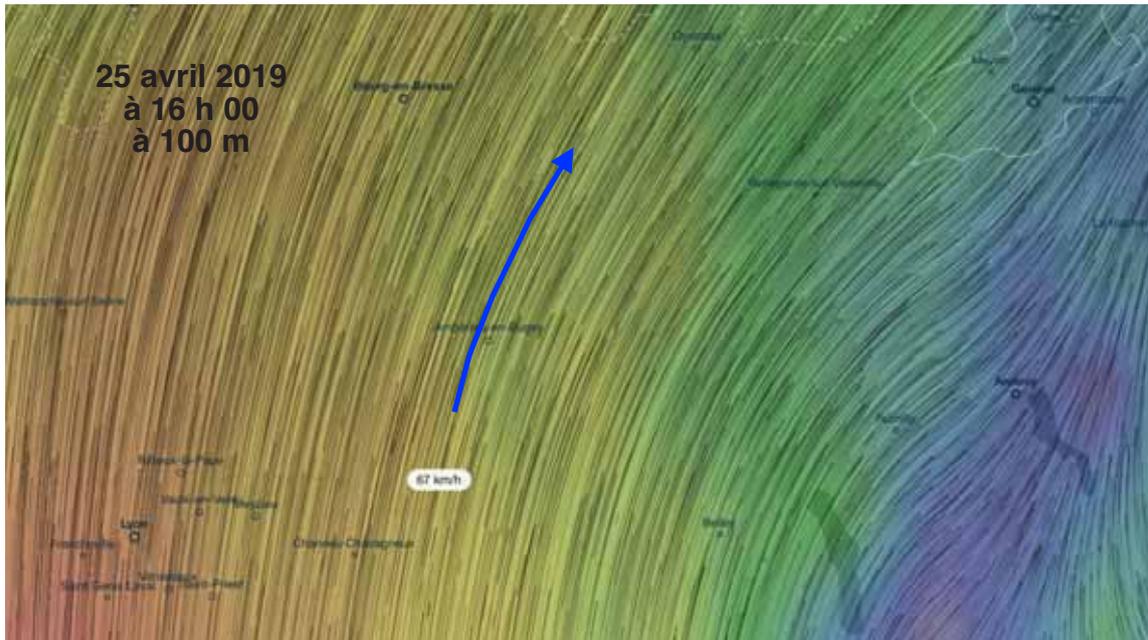
Le vent est aussi un paramètre complexe et pour un accident nucléaire, il n'est pas possible de se référer aux mesures et directions de vents faites à 10 m du sol. En cas de rejets radioactifs, ceux si seront à environ 50 m du sol et selon leur niveau de température, ils pourront s'élever jusqu'à plus de 300 m.

Les images de vent ci-après à différentes altitudes au dessus du site du Bugey montrent que par moment les directions de vents peuvent être différentes selon l'altitude.



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Par ailleurs, un rejet radioactif peut très vite être emporté en dehors de la limite des 20 km du PPI, comme sur l'image ci-après montrant un vent assez fort qui transporterait le panache radioactif en direction de la ville d'Oyonnax.



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Dans ces conditions, en une heure, les rejets radioactifs atteindraient la ville d'Oyonnax et si une pluie intervient à ce moment là sur cette ville, la pollution radioactive des sols et des populations serait très importante.

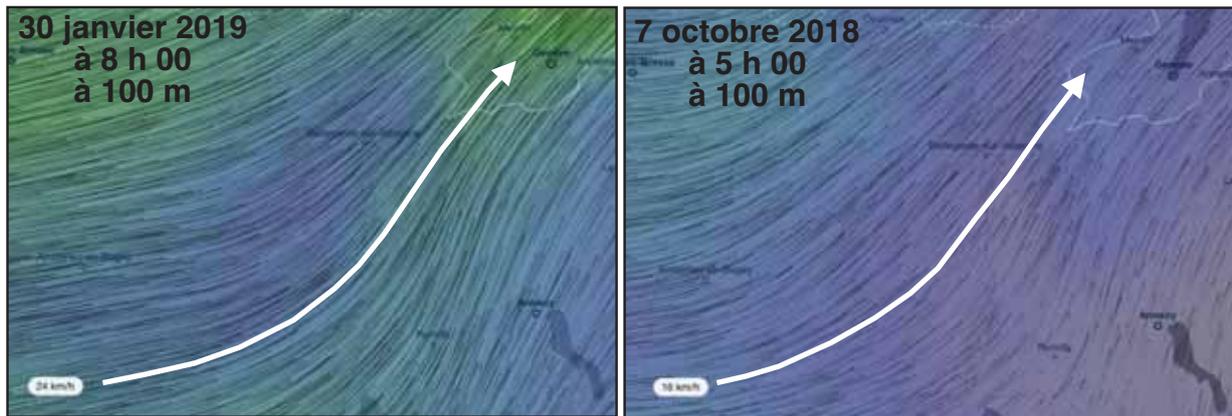
Mais comme cette ville n'est pas dans la zone PPI et, s'il s'agit d'un rejet immédiat, aucune mesure de protection n'aurait pu être prise et les habitants n'auraient pas de comprimés d'iode stable à prendre pour protéger leur thyroïde.

De grandes agglomérations peuvent aussi être sous les vents venant du site nucléaire du Bugey. C'est en particulier le cas de la métropole lyonnaise, de la région genevoise (Suisse), des villes d'Annecy, de Chambéry ...



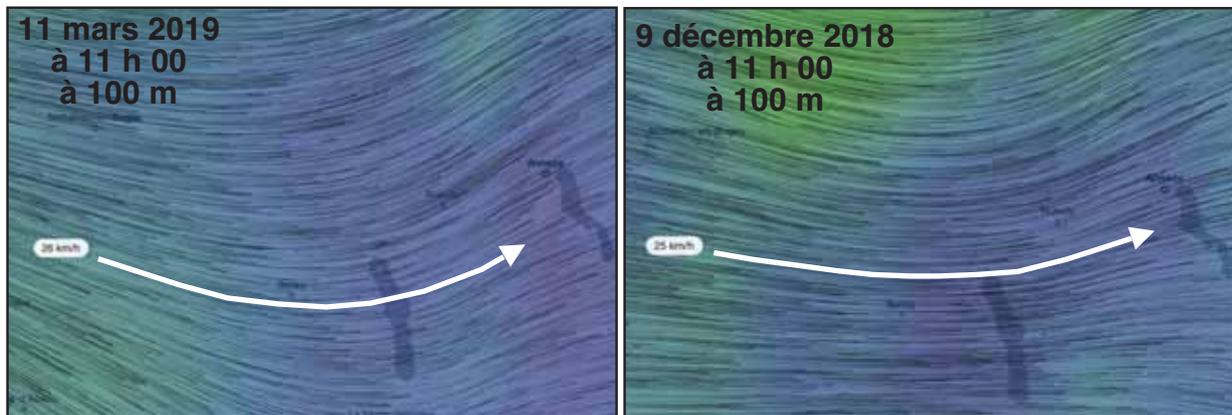
Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Métropole lyonnaise



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Région genevoise (Suisse)



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Ville d'Annecy



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Ville de Chambéry

Dans la suite de ce dossier, on verra que les villes de Grenoble, Villefranche sur Saône, Bourg en Bresse et Oyonnax sont aussi fréquemment sous les vents du site nucléaire du Bugey.

En conclusion, le périmètre d'application du PPI de 20 km est très insuffisant et comme le préconisait l'ANCCLI, il faudrait un périmètre d'un rayon de 80 km autour du site nucléaire du Bugey avec pré-distribution de comprimés d'iode stable sur l'ensemble de ce périmètre.

### 3. ALERTE ET COMMUNICATION

Une bonne partie des alertes repose sur des appels téléphoniques. Le système SAPPRE diffuse un message de sécurité sur le réseau téléphonique filaire. Ceci semble un peu antique, vu que le réseau téléphonique filaire actuel est appelé à disparaître et que pour de nombreuses personnes il est déjà remplacé par des box qui gèrent la fonction téléphone fixe.

Dans ce contexte, pour que les alertes téléphoniques arrivent à destination, il ne faut pas se trouver dans la situation d'une coupure électrique locale ou même généralisée. Pourtant cette situation pourrait arriver.

En effet, le projet de PPI ne prend pas en compte un accident nucléaire au Bugey résultant d'une rupture brutale du barrage de Vouglans. Dans ce contexte, il est très probable que de nombreuses communes seraient privées d'électricité car de nombreuses lignes à haute tension auront été emportées par la vague d'eau déferlant depuis le barrage. Il en serait de même pour la perte d'électricité dans le cas d'un très fort tremblement de terre.

Par ailleurs, bien que dans ce contexte, l'accident nucléaire serait probablement à cinétique lente, la distribution de comprimés d'iode stable au delà des 20 km serait rendu très difficile puisque de nombreuses routes seraient détruites.

Il nous paraît important de prendre en compte dans l'élaboration de ce PPI, la rupture du barrage de Vouglans conduisant au déclenchement d'un accident nucléaire sur le site du Bugey.

Sans être dans le cas d'une coupure généralisée d'électricité, comme l'alerte téléphonique est donnée par un automate, il nous semble important que cet automate dispose d'une alimentation électrique de secours.

Il faut aussi savoir que de nombreuses communes n'ont plus de sirène. Il semble qu'il va falloir en réinstaller et qui va payer et dans quels délais ?

Le schéma page 26 fait état d'une alerte des maires des communes de la zone des 5 km. Il nous semble que pour une meilleure efficacité, c'est tous les maires du PPI (20 km) qui devraient être prévenus immédiatement afin de préparer la mise en œuvre de leur plan communal de sauvegarde (PCS). Comme vu précédemment, un rejet immédiat par jour de grand vent, peut très vite impacter des communes entre 5 et 20 km et même au delà.

Pour rappel, en Europe, la convention d'Aarhus sur l'accès à l'information et la participation du public [Aarhus1998] stipule, dans son article 5, « *qu'en cas de menace imminente pour la santé ou l'environnement, qu'elle soit imputable à des activités humaines ou qu'elle soit due à des causes naturelles, toutes les informations susceptibles de permettre au public de prendre des mesures pour prévenir ou limiter d'éventuels dommages qui sont en la possession d'une autorité publique soient diffusées immédiatement et sans retard aux personnes qui risquent d'être touchées.* » Il s'agit d'une perspective complètement différente de celle généralement pratiquée allant de haut en bas.

## **4. MESURES POSSIBLES**

### **4.1 Mise à l'abri et écoute**

Nous avons vu précédemment que certains bâtiments n'assuraient pas une bonne protection contre les radiations (bâtiments en bois ou métal) et que d'autres n'avaient pas une étanchéité à l'air suffisante pour éviter une contamination à court ou moyen terme. Il conviendrait que préalablement à l'accident des solutions aient été apportées pour que les personnes de ces bâtiments soient correctement mises à l'abri.

La durée préconisée pour la mise à l'abri (quelques heures) est satisfaisante mais l'évacuation des personnes peut tout de même poser problème, dans cas d'un rejet immédiat de longue durée : comment protéger les populations pendant leur évacuation ?

### **4.2 Périmètre de sécurité**

Les forces de l'ordre vont se trouver en première ligne pour gérer ces périmètres de sécurité. Elles vont devoir être présentes même au moment des rejets de radioactivité. Le PPI a-t-il prévu l'équipement de protection nécessaire et les dosimètres pour tous les membres des forces de l'ordre qui se trouveront exposés (au moins une centaine) ? Ces équipements seront-ils présents localement car il ne semble pas que ça soit actuellement le cas.

### **4.3 Ingestion d'iode stable**

Nous avons déjà formulé précédemment de nombreuses remarques et critiques à ce sujet.

En complément, nous nous interrogeons sur la conservation des comprimés d'iode et, plus particulièrement, sur la limite de température de 25 °C. Dans de nombreux appartements, en période estivale avec de forte chaleur (canicule), cette limite risque d'être dépassée. Quel serait les conséquences, si les comprimés d'iode sont stockés pendant plusieurs jours à des températures ambiantes de 30 °C, sachant que ces épisodes chauds vont se renouveler chaque année ?

Par ailleurs, comment être certain que les habitants retrouveront rapidement leurs boîtes de comprimé d'iode ? Quelle information et éducation pour accompagner la remise de ces comprimés ? Quels contrôles dans les habitations ?

### **4.4 Restriction de la consommation des aliments**

Cette mesure est impérative dès qu'il y a un risque de relâchement de composants radioactifs dans l'environnement et elle doit immédiatement être appliquée à la totalité du périmètre d'application du PPI.

Il est cependant dit qu'un arrêté préfectoral encadrera cette restriction. Dans quel délai, sera pris cet arrêté préfectoral pour sa signature et sa diffusion ?

Il n'est pas fait état de contrôles. Ceux-ci ne sont peut-être pas nécessaire pour les jardins familiaux, si une bonne information a été faite, mais on est pas à l'abri de quelques agriculteurs qui voudraient écouler leur récolte ?

## 4.5 Evacuation

### 4.5.1 Evacuation massive au moins jusqu'à 50 km

Dans un premier temps l'évacuation ne concerne que les habitants de la zone de 5 km autour du site nucléaire. Le principe retenu est l'auto-évacuation vers des communes jumelles.

Il semble donc que les communes jumelles doivent être informées dès le déclenchement du PPI afin de se préparer à recevoir cet afflux de population, dont :

- la gestion d'un flux très important de véhicules avec les besoins de parkings,
- la préparation des salles pour l'accueil des populations évacuées,
- l'installation du centre d'accueil,
- etc.

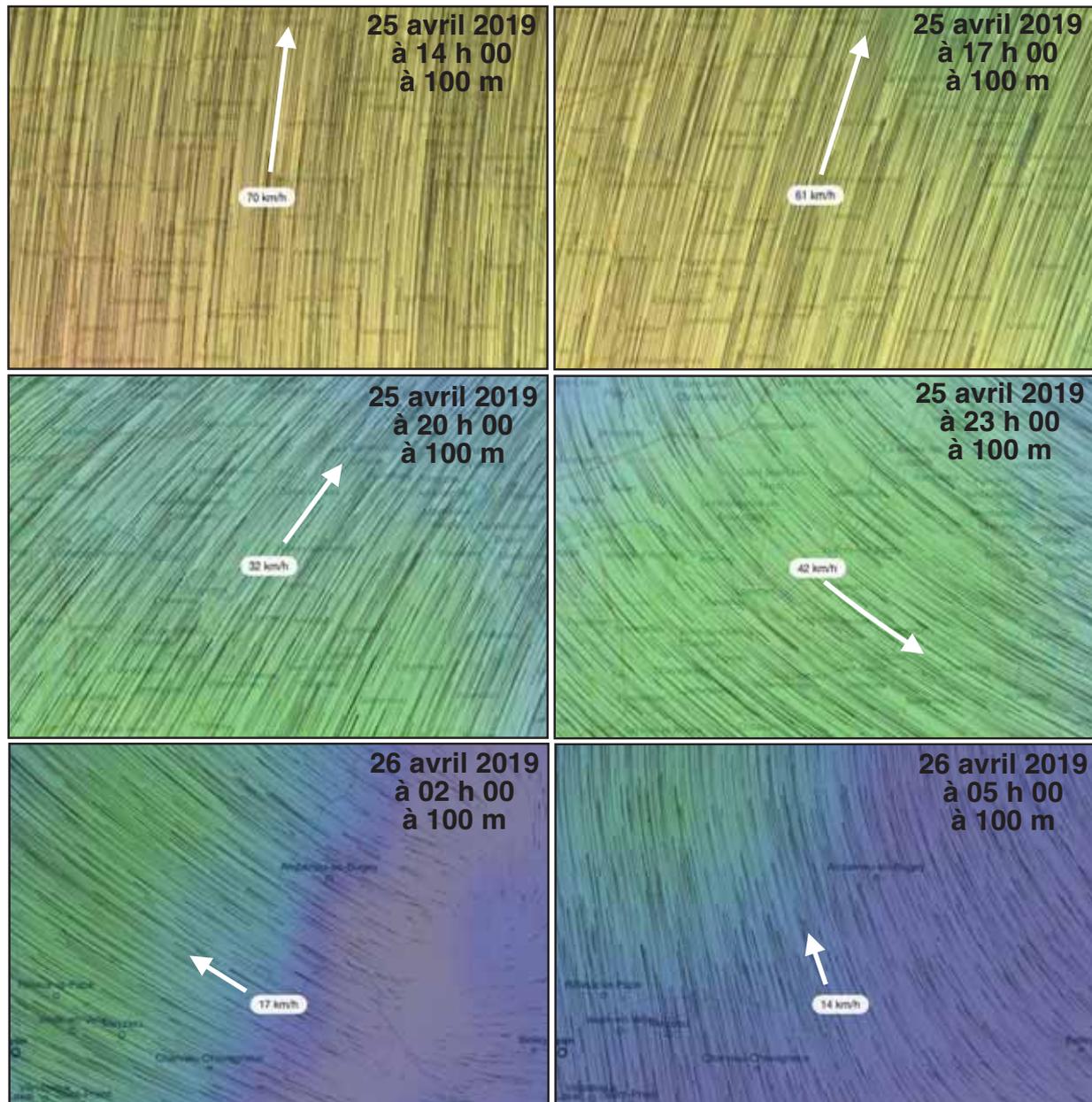
Pour les populations entre les 5 et 20 km, l'évacuation sera décidée en fonction de rejets radioactifs, soit réels (rejets immédiats et mesures sur le terrain) soit prévisionnels (rejets différés).

Les accidents de Tchernobyl et Fukushima ont montré que la pollution liées aux rejets radioactifs pouvaient se disperser sur un large territoire et il nous semble que pour une protection maximum, il faudrait évacuer toutes les populations de la zone 20 km, mais aussi d'une zone pouvant aller jusqu'à 50 km.

Les rejets des accidents de Tchernobyl et Fukushima ont largement dépassé la zone de 20 km et se sont répandus dans diverses directions selon l'évolution des vents.

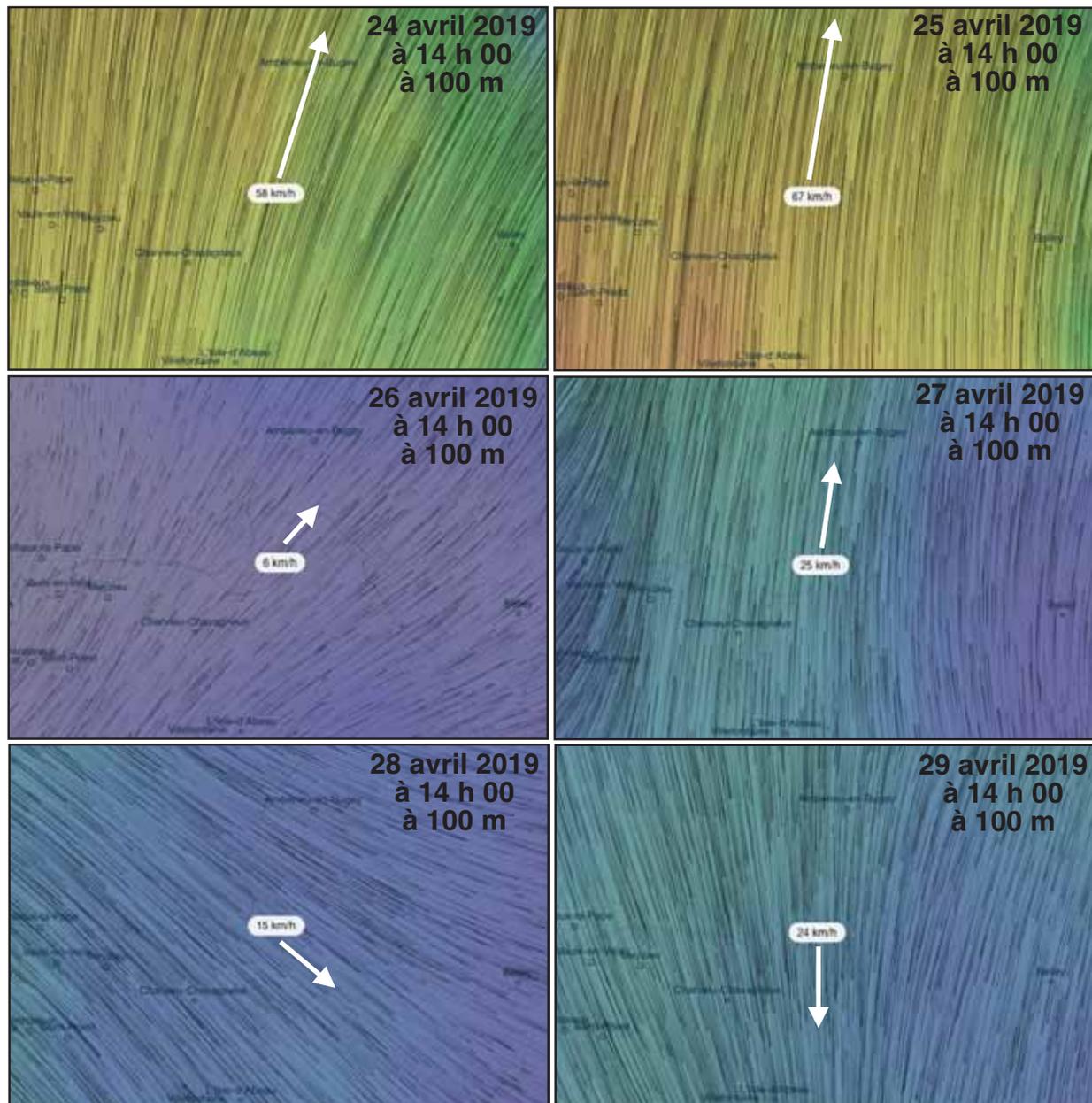
Ne vouloir évacuer que le secteur sous le vent à un moment donné est totalement insuffisant, sauf conditions météorologiques très stables, ce qui n'est quasi jamais le cas sur une période de plusieurs jours.

Les images ci-après nous montrent l'évolution des vents à 100 m d'altitude au dessus du site nucléaire du Bugey sur quelques heures.



Il ressort qu'entre 14 h 00 le 25 avril 2019 et 5 h 00 le 26 avril 2019, le vent a soufflé vers le nord, puis le nord-est, puis le sud-est, puis l'ouest, puis à nouveau vers le nord-ouest et que la vitesse de 70 km/h a chuté jusqu'à 14 km/h. Donc les rejets radioactifs qui seraient intervenus pendant cette courte période aurait été dispersés quasiment sur 360 °, mais à des distances plus ou moins importantes en fonction de la vitesse des vents (et des éventuelles chutes de pluie ou neige).

Les images suivantes montrent l'évolution du vent (vitesse et direction) sur 6 jours à 14 h. Comme précédemment sur quelques heures, on voit que le vent change d'intensité et de direction avec d'abord des vents forts vers le nord, puis un passage de vent faible suivi de vents moyens d'abord vers le nord puis vers le sud-est et le sud. Sur cette période là, un rejet long de radioactivité au site nucléaire du Bugey aurait contaminé un grand secteur au nord et au sud.



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

L'organisation de l'évacuation des personnes entre 10 k et 20 km et au delà sur la base de la direction des vents en court ou prévue à court terme, conduirait à ne pas anticiper un changement de direction des vents et à n'évacuer les personnes se trouvant maintenant sous le vent, que trop tardivement.

La bonne protection des populations nécessite une évacuation massive même en phase concertée et jusqu'à des distances de 40 à 50 km. Pour nous le périmètre d'application du PPI est nettement insuffisant.

Une évacuation massive, compte tenu de la population présente autour du site nucléaire du Bugey, mettrait beaucoup de voitures sur les routes en direction des centres d'accueil et de regroupement (CARE) ; il y aurait aussi besoin d'un très grand nombre d'autobus et de nombreuses ambulances pour évacuer les scolaires et les personnes vulnérables ; il

faudrait des lieux d'accueil complémentaires à ceux prévus pour la population de la zone des 5 km ; etc. Le projet de PPI qui nous est présenté, nous semble être relativement théorique et manque de beaucoup de précision sur tous ces sujets. La très forte densité de population autour du site nucléaire du Bugey ne semble pas réellement avoir été prise en considération ni le contexte local, en particulier avec la zone industrielle de la Plaine de l'Ain, qui, avec ses bientôt 7 000 emplois, génère chaque jour d'importants ralentissements de circulation automobile au pont de Loyettes, à l'embranchement de l'autoroute et vers le pont de Lagnieu.

#### **4.5.2 Evacuation des animaux**

Le PPI est totalement muet sur la gestion des animaux domestiques et d'élevage.

Pour de nombreux éleveurs, abandonner leurs bêtes est difficilement envisageable. Au Japon, certains ont refusé d'évacuer. D'autres retournaient dans la zone d'évacuation pour nourrir leurs bêtes ou les traire. Mais ce n'était pas toujours possible. De nombreux animaux d'élevage sont morts, d'autres lâchés dans la nature où ils errent encore. Des éleveurs n'ont pas pu le supporter et se sont suicidés. Cette question des animaux d'élevage devrait être discutée en amont avec les éleveurs.

Au Japon, les centres d'accueil n'acceptaient pas les animaux domestiques et beaucoup ont donc dû être abandonnés. Quelle serait la politique pour les centres d'accueil prévu dans ce PPI ?

#### **4.5.3 Evacuation spontanée**

Une autre lacune de ce projet de PPI est la non prise en compte de l'évacuation spontanée.

Le guide pour l'estimation du temps d'évacuation des États-Unis stipule qu'il faut prendre en compte 20 % d'évacuation spontanée dans l'analyse. Par évacuation spontanée (shadow evacuation), les autorités entendent l'évacuation de personnes qui ne sont pas dans les zones à évacuer. Il faut donc recenser la population vivant au-delà de la zone de préparation à l'urgence, comprise entre 10 et 15 miles (16 et 24 km) ["Criteria for Development of Evacuation Time Estimate Studies", novembre 2011, U.S. Nuclear Regulatory Commission].

Pour mémoire, lors de l'accident nucléaire de Three Mile Island, en 1979, environ 200 000 personnes vivant dans un rayon de 40 km ont choisi de fuir spontanément. Outre le trafic engendré par cette fuite qui ralentit l'évacuation des personnes qui en ont besoin, l'évacuation spontanée déstabilise la vie dans les territoires affectés.

## **5. GESTION OPERATIONNELLE**

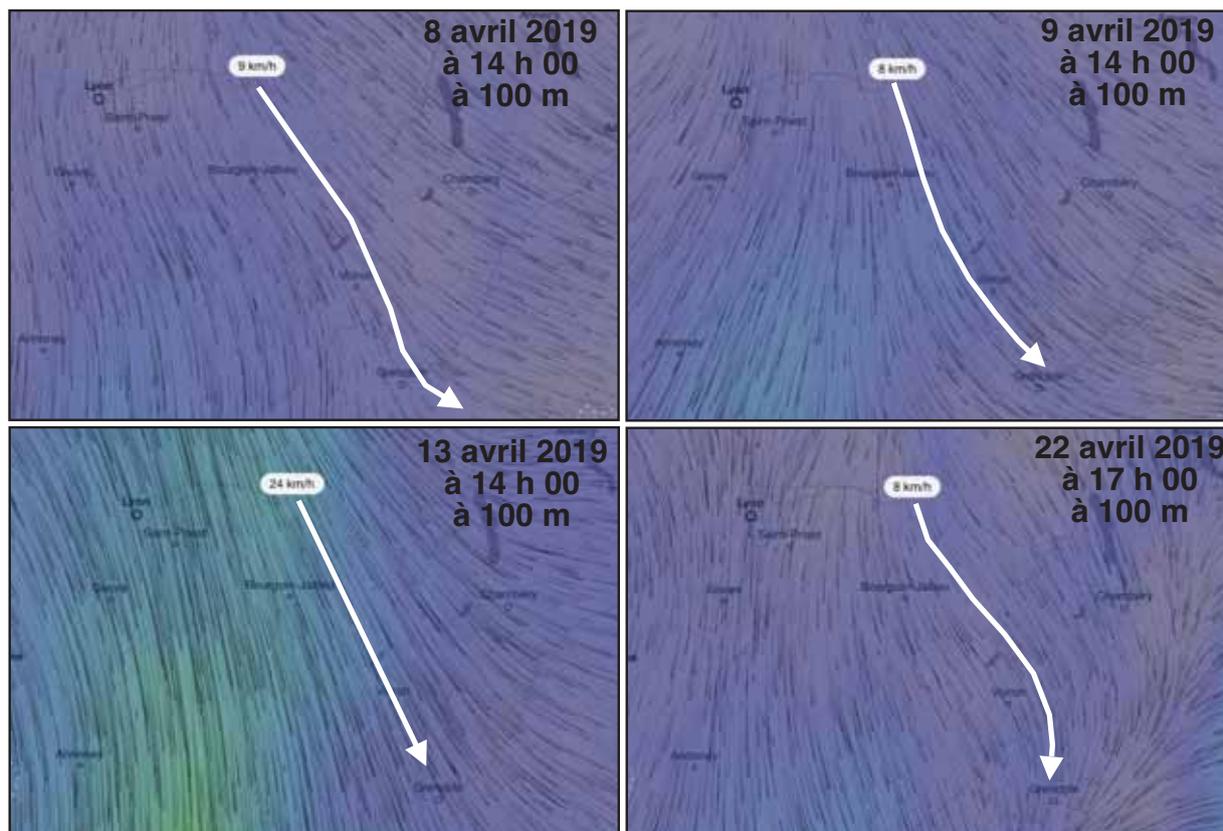
### **5.1 Evacuations**

Les actions préconisées en page 37 lors de l'activation du PUI, avant activation du PPI, nous semblent satisfaisantes. Il en est de même de la phase réflexe pour les 2 km.

L'évacuation immédiate de la zone de 5 km est également une bonne pratique. Il devrait s'agir majoritairement d'une auto-évacuation vers des centres d'accueil et de regroupements (CARE).

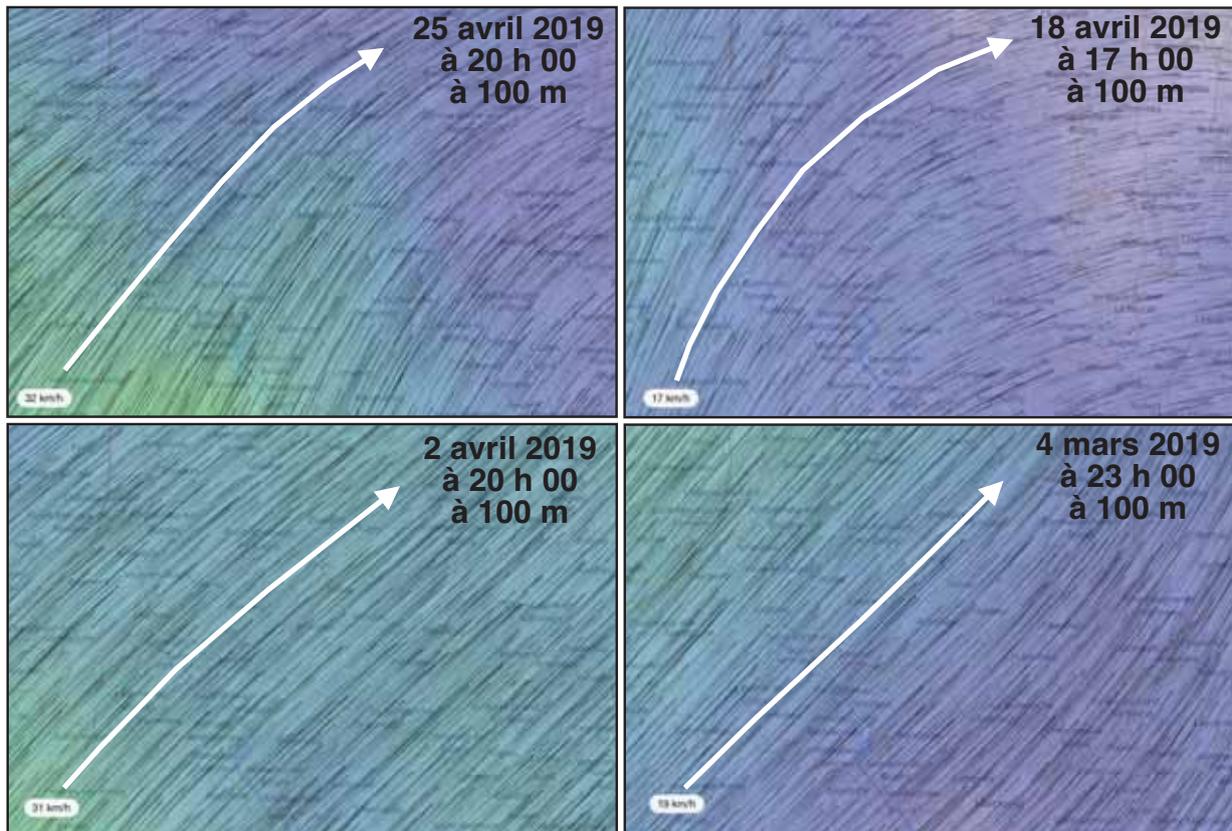
Par contre, nous sommes très critiques sur le choix des CARE du département de l'Ain.

Pour l'Isère, la ville de Grenoble convient très bien compte tenu de son éloignement. Cette ville est cependant assez souvent sous les vents venant du site nucléaire du Bugey, mais elle est un peu protégée par le relief environnant et, avec l'éloignement, les rejets radioactifs bénéficient d'une certaine dispersion.



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

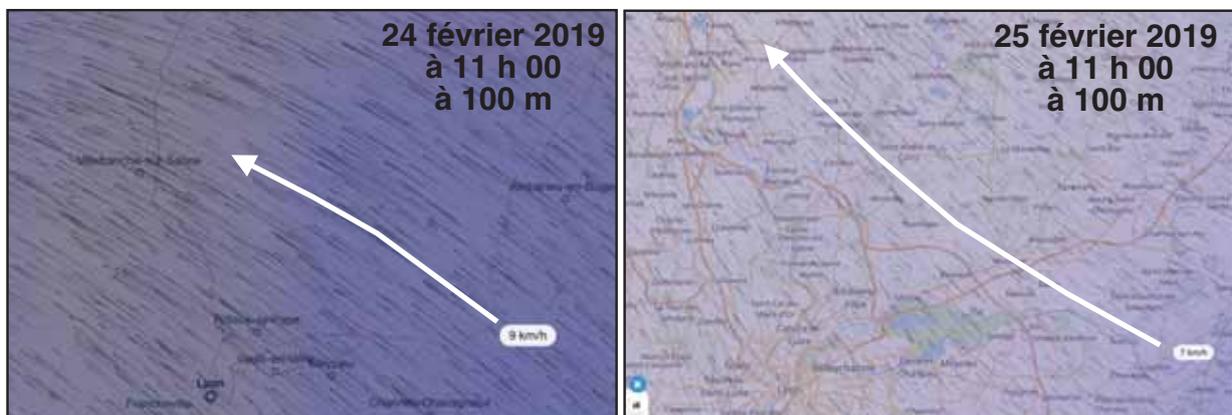
Le CARE du plateau d'Hauteville-Lompnès est le plus critique, car il n'est qu'à 33 km du site nucléaire du Bugey et il est assez fréquemment sous les vents venant de ce site. Si le vent venait à souffler vers Hauteville-Lompnès au moment du relâchement de radioactivité avec un vent assez fort, le secteur d'Hauteville-Lompnès pourrait être contaminé, avant même que les premiers réfugiés arrivent. En plus la contamination pourrait être relativement importante, si, par exemple en période estivale, un orage se produisait lors de l'arrivée du panache radioactif (les orages sont assez fréquents sur ces versants montagneux).



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

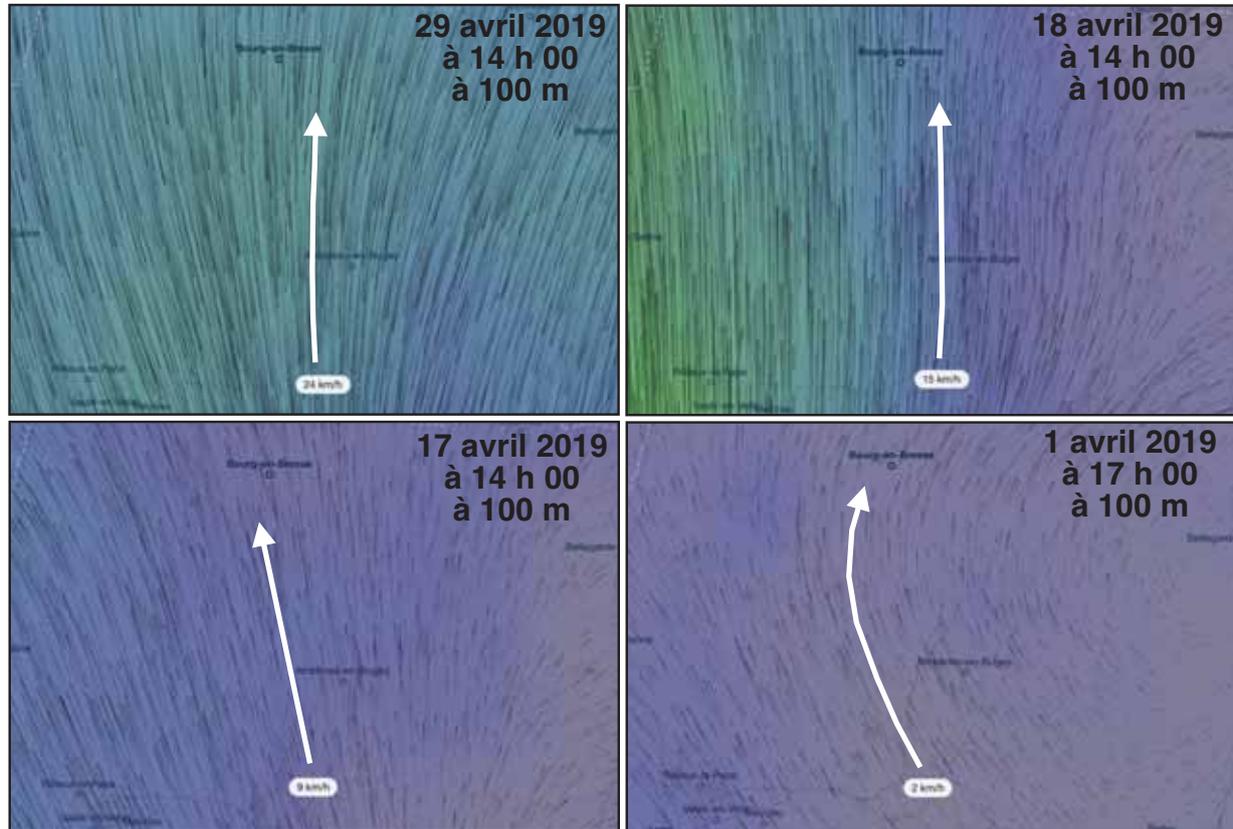
Par ailleurs, le plateau d'Hauteville-Lompnès est une zone de montagne et son accès peut en hiver nécessiter des équipements spéciaux (chaînes, ...). En plus si l'évacuation doit se faire à un moment de fortes chutes de neige, les routes risquent d'être difficilement praticables et l'auto-évacuation pourrait conduire à un blocage de nombreuse personnes et donc à leur non mise à l'abri des retombés radioactives.

Le CARE de secours à Villefranche sur Saône ne présente pas cet inconvénient de routes enneigées (sauf cas exceptionnel), mais il est lui aussi qu'à 48 km du site nucléaire du Bugey et parfois sous des vents pouvant venir de ce site.



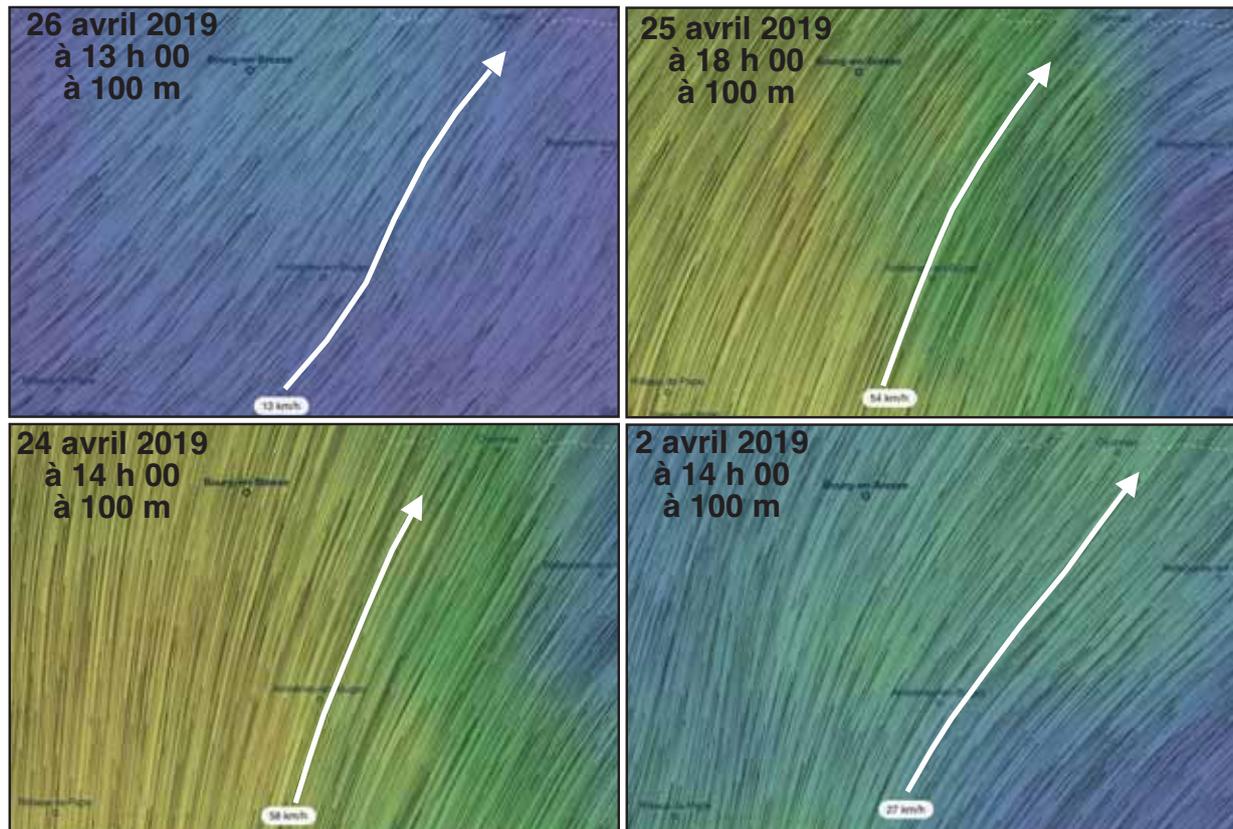
Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Le CARE de Bourg en Bresse est à 45 km du site nucléaire du Bugey, mais contrairement à Villefranche sur Saône, le secteur de Bourg en Bresse est plus fréquemment sous les vents venant de du site du Bugey.



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Le CARE d'Oyonnax est le plus éloigné à 60 km du site nucléaire du Bugey, mais comme Bourg en Bresse, il est plus fréquemment sous les vents venant du site du Bugey et souvent avec des vents forts. La distance plus importante devrait permettre une certaine dispersion des rejets radioactifs, mais le centre d'accueil pourrait tout de même être contaminé.



Source : [www.ventusky.com](http://www.ventusky.com)

Si pour l'Isère, la commune jumelle de Grenoble est satisfaisante, ce n'est pas le cas de celles du département de l'Ain. Le CARE du plateau Hauteville-Lompnès est inacceptable car trop proche, trop souvent sous les vents venant du site nucléaire du Bugey et trop difficile d'accès.

Les autres CARE sont plus acceptables, car d'une part ils sont proches de liaisons autoroutières et d'autre part ils sont plus éloignés. Cependant ceux de Bourg en Bresse et Oyonnax sont souvent sous les vents dominants venant du site nucléaire du Bugey. Le CARE de secours de Villefranche sur Saône est plus exceptionnellement sous les vents dominants.

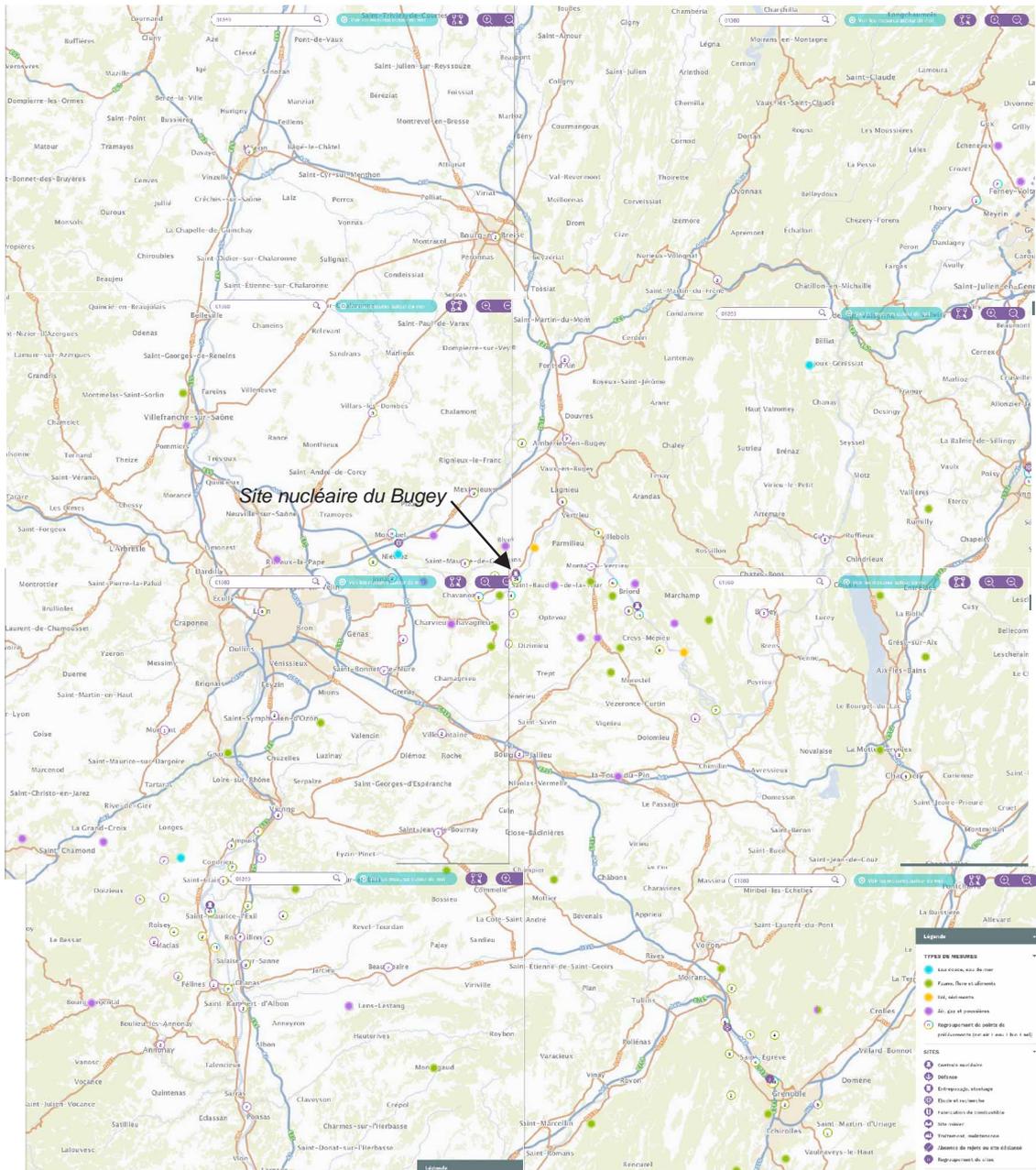
Globalement, il serait souhaitable d'avoir des CARE plus éloignés (une centaine de km).

Par ailleurs, ces CARE servent pour évacuer la zone de 5 km autour du site du Bugey, mais, en cas d'évacuation dans la zone entre 5 et 20 km, voire même au delà, rien n'est vraiment prévu et le nombre de personnes à évacuer sera vite très élevé. Sur ce point le PPI est nettement incomplet.

## 5.2 Mesures de la radioactivité

Les mesures de radioactivité sont très importantes pour identifier les zones contaminées au moment des rejets de radioactivité, pendant et après.

La carte ci-après indique les balises de mesures de la radioactivité implantées autour du site nucléaire du Bugey, dont celles en mauve qui mesurent la radioactivité ambiante (dose gamma).



Source : Réseau National de Mesures de la radioactivité et de l'environnement

La première constatation est l'absence de mesures de radioactivité pour les CARE d'Hauteville-Lompnès et Oyonnax. Des balises de mesures devraient donc impérativement être installées dans ces deux villes.

Par ailleurs, le réseau de mesures est peu dense, hormis près des centrales nucléaires et des centres de recherche nucléaire. Globalement le département de l'Isère est mieux doté que le département de l'Ain et la répartition est meilleure pour permettre la détection de rejets radioactifs selon diverses direction. Pour le département de l'Ain, des zones

comme les plateaux d'Hauteville-Lompnès et du Retord, une bonne partie de la Dombes et le secteur du Revermont ne dispose pas de balises de mesures. Il est donc nécessaire de compléter le réseau existant.

Le dossier du PPI fait état de balises mobiles mais ne donne aucune indication quantitative à ce sujet. Il conviendrait donc de préciser les balises mobiles mobilisables très rapidement.

Dans ce dossier, il est dit que "*La prise en charge sanitaires des populations peut aussi nécessiter très tôt des mesures permettant le contrôle de contamination externe et doit être anticipée.*" Il s'agit d'une phrase relativement générique qui n'explique nullement les moyens à mettre en œuvre.

Dans l'hypothèse d'un rejet immédiat et long, les populations seront évacuées dans un environnement déjà contaminé. À l'entrée des CARE, la contamination des personnes et des véhicules fuyant les zones potentiellement exposées aux retombées devra être contrôlée. De quels moyens disposent les CARE ? Rien n'est dit à ce sujet. Il semblerait que l'IRSN dispose de 4 véhicules d'intervention légers qui peuvent contrôler près de 600 personnes par jour. Cet institut disposerait aussi de quatre "shelters" pouvant être aéroportés et pouvant contrôler 1 600 personnes par jour. Tous ces moyens permettraient le contrôle de 2 200 personnes par jour, mais ne seraient pas disponibles immédiatement. La population évacuée de la zone des 5 km totalise 12 958 personnes : il faudrait donc 6 jours pour effectuer les contrôles !

Il est nécessaire que chaque CARE soit équipé d'un équipement complet pour le contrôle de la contamination, les moyens mobiles ne devant servir qu'au contrôle des autres populations évacuées lors de la phase concertation et ses moyens devraient être présents à proximité et renforcés en nombre. La zone entre 5 et 20 km totalise 321 265 personnes et il faudrait 146 jours pour contrôler toute cette population avec le matériel précité.

Compte tenu du précédent du "nuage de Tchernobyl", il faut aussi savoir comment sera géré l'information des populations. Beaucoup de personnes penseront que la réalité des rejets radioactifs sera minimisée. Il faudrait une transparence totale : sera-ce la cas ?

Il y a un risque que des contre-mesures, fiables ou pas, circulent parallèlement sur les réseaux sociaux.

## 6. DIVERS

Afin que le document final soit écrit correctement, nous vous signalons ci-après quelques corrections à effectuer :

- page 10 : "*La préfecture, les élus et les associations en sont informés, notamment le cadre de la commission locale d'information (CLI).*" Il doit manquer "dans" : notamment **dans** le cadre ...
- page 11 : "*les particules radioactives présentes dans l'air du fait de rejets radioactifs sans l'atmosphère.*" Ça doit être **dans** l'atmosphère.
- page 29 : "Dans le cadre cette disposition, la mise en place d'un PCO ne semble pas pertinente. La direction de l'opération et la coordination des différentes mesures s'effectue depuis les COD." Au début, ça doit être "Dans le cadre **de** cette disposition ..."

## 7. SYNTHÈSE ET CONCLUSION

La meilleure protection des populations vivant autour du site nucléaire du Bugey est l'arrêt des 4 réacteurs nucléaires en cours de fonctionnement et la non-mise en service de l'Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés (ICEDA). C'est ce que demande notre association.

Le risque d'un accident est effectivement très important pour le site nucléaire du Bugey. Les 4 réacteurs fonctionnent depuis 1978 et 1979 (et non de 1979 et 1980 comme écrit à tort dans le projet de PPI). En juillet 2019, il auront tous atteint 40 années de fonctionnement, c'est à dire, la date limite correspondant à la conception de nombreux composants de ces réacteurs. Outre le vieillissement qui fragilise ses réacteurs, depuis les problèmes de malfaçons sur l'EPR de Flamanville, il a été découvert de nombreuses anomalies de fabrication sur les réacteurs de Bugey et, à ce jour, les 4 réacteurs totalisent 271 irrégularités pour non respect des normes du nucléaire lors de la fabrication, dont plus de la moitié concerne les cuves des réacteurs qui ont été fabriquées avant 1975. Il n'est pas possible de faire confiance à une industrie qui fraude depuis plus de 40 ans avec l'aval de l'exploitant (EDF). A cela s'ajoute pour Bugey 4, deux générateurs de vapeur avec trop de carbone suite à une mauvaise fabrication du japonais JCFC, des fissures de sa cuve, de même que pour celle de Bugey 2, et, pour Bugey 5, une enceinte de confinement rafistolée pour limiter ses fuites et une cuve avec des joints qui ont atteint leurs limites. Comme en plus, la maintenance de nombreux composants est faite à minima (voir les lettres de suite d'inspection de l'ASN), le risque d'un accident (y compris acte terroriste) sur le site nucléaire du Bugey est très important.

Le projet de PPI qui est soumis à consultation, n'est pas à la hauteur de ce risque. Il ne peut satisfaire qu'à un accident de faible ampleur, mais pas à un accident de type Tchernobyl ou Fukushima, qui impacterait des zones jusqu'à 50 km et plus. Le périmètre de 20 km est bien sûr une amélioration par rapport au précédent périmètre de 10 km, mais il est vraiment très insuffisant pour le site nucléaire du Bugey.

Nous exigeons donc que notre gouvernement revoie la circulaire du 3 octobre 2016 qui fixait l'extension du PPI à 20 km, afin de porter ce périmètre à 80 km, comme le suggérait l'Association Nationale de Commissions et Comités d'Information (ANCCLI) dans son rapport de 2016. Les comprimés d'iode devront aussi être distribués dans ce périmètre de 80 km.

Par rapport au projet de PPI soumis à consultation, nous avons de nombreuses remarques :

- quelle garantie pouvons nous avoir que l'exploitant prévendra immédiatement l'ASN et la préfecture dès le déclenchement de son plan d'urgence interne (PUI), compte tenu de retards constatés par le passé ?
- un délai maximal doit être imposé pour la réalisation des PCS (une année par exemple),
- il faut étendre la réalisation d'un plan communal de sauvegarde (PCS) aux communes jumelles qui doivent gérer des centres d'accueil et de regroupement (CARE) ;
- pour les composants radioactifs rejetés en cas d'accident, il ne faut pas se limiter au seul iode radioactif ; il conviendrait d'ajouter au moins quelques autres composants radioactifs et plus particulièrement ceux dont la période radioactive dépasse plusieurs dizaine d'années, comme le Césium 137, le Strontium 90, les Uranium, les Plutonium, l'Américium 240 ... qui vont former les dépôts et qui seront prépondérants par la suite pour ce qui concerne l'irradiation externe des populations et la

contamination interdisant le retour des populations dans les zones les plus touchées ;

- pour la protection dans un bâtiment, il y a un manque d'efficacité pour certains types de bâtiments :
- il faudrait recenser tous les bâtiments non étanches à l'air et inefficaces, dans la zone du PPI et financer et faire faire des travaux pour améliorer l'étanchéité de ceux qui ne sont pas assez étanches,
- les bâtiments construits en bois et en métal sont reconnus comme peu efficaces pour protéger des rayonnements externes : qu'est-il prévu pour informer les personnes vivant dans ces bâtiments et pour leur garantir une bonne mise à l'abri ? dans la zone du PPI, ne faudrait-il pas interdire la construction de type de bâtiments ?
- il faut abaisser le seuil de mise à l'abri dans un bâtiment à une dose efficace de 5 mSv ;
- il faut prévoir un seuil de dose équivalente à la thyroïde de 10 mSv pour les enfants et les femmes enceintes, conformément aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ;
- il convient donc de corriger le projet de PPI et d'écrire :
  - Bugey 2 et Bugey 3, mis en service en 1978,
  - Bugey 4 et Bugey 5, mis en service en 1979,
- le mot "étanche" est à proscrire pour les trois barrières de sûreté, car c'est une fausse information, puisqu'aucune de ces barrières n'est réellement étanche et il faut le remplacer soit par "barrière de sûreté", soit par "barrière de confinement" ;
- il n'est pas envisagé pour les alertes, le cas où il n'y a plus d'électricité dans un large secteur autour du site du Bugey, suite par exemple à la rupture du barrage de Vouglans ou un très fort tremblement de terre ?
- pour une meilleure efficacité, c'est tous les maires du PPI (20 km) qui devraient être prévenus immédiatement afin de préparer la mise en œuvre de leur plan communal de sauvegarde (PCS) et pas seulement de la zone des 5 km ;
- en cas de rejets immédiats et longs, comment protéger les populations évacuées ?
- les forces de l'ordre vont être en première ligne afin de gérer les périmètres de sécurité : le PPI a-t-il prévu l'équipement de protection nécessaire et les dosimètres pour tous les membres des forces de l'ordre qui se trouveront exposés (au moins une centaine) ? Ces équipements seront-ils présents localement car il ne semble pas que ça soit actuellement le cas.
- nous nous interrogeons sur la conservation des comprimés d'iode et, plus particulièrement, sur la limite de température de 25 °C, alors que dans de nombreux appartements, en période estivale avec de forte chaleur (canicule), cette limite risque d'être dépassée. Quelles seraient les conséquences, si les comprimés d'iode sont stockés pendant plusieurs jours à des températures ambiantes de 30 °C, sachant que ces épisodes chauds vont se renouveler chaque année ?
- comment être certain que les habitants retrouveront rapidement leurs boîtes de comprimé d'iode ? Quelle information et éducation pour accompagner la remise de ces comprimés ? Quels contrôles dans les habitations ?

- restriction de la consommation des aliments :
  - arrêté préfectoral encadrant cette restriction : quel délai et comment sera faite la diffusion ?
  - est-il prévu des contrôles (on n'est pas à l'abri d'agriculteurs qui voudraient écouler leur récolte) ?
- informer les communes jumelles dès le déclenchement du PPI afin qu'elles puissent se préparer au cas où une évacuation serait prescrite ;
- une évacuation massive, compte tenu de la population présente autour du site nucléaire du Bugey (voir page 13), mettrait beaucoup de voitures sur les routes en direction des centres d'accueil et de regroupement (CARE) ; il y aurait aussi besoin d'un très grand nombre d'autobus et de nombreuses ambulances pour évacuer les scolaires et les personnes vulnérables ; il faudrait des lieux d'accueil complémentaires à ceux prévus pour la population de la zone des 5 km ; etc. Le projet de PPI qui nous est présenté, nous semble être relativement théorique et manque de beaucoup de précision sur tous ces sujets. La très forte densité de population autour du site nucléaire du Bugey ne semble pas réellement avoir été prise en considération ni le contexte local, en particulier avec la zone industrielle de la Plaine de l'Ain, qui, avec ses bientôt 7 000 emplois, génère chaque jour d'importants ralentissements de circulation automobile au pont de Loyettes, à l'embranchement de l'autoroute et vers le pont de Lagnieu.
- le PPI doit être complété à propos de la gestion des animaux domestiques (admis dans les CARE ?) et d'élevage (à discuter en amont avec les agriculteurs) ;
- le risque d'une évacuation spontanée importante doit être pris en compte dans le PPI ;
- le CARE du plateau Hauteville-Lompnès est inacceptable car trop proche, trop souvent sous les vents venant du site nucléaire du Bugey et trop difficile d'accès ;
- globalement, il serait souhaitable d'avoir des CARE plus éloignés (une centaine de km) ;
- en cas d'évacuation dans la zone entre 5 et 20 km, voire même au delà, rien n'est vraiment prévu et le nombre de personnes à évacuer sera vite très élevé. Sur ce point le PPI est nettement incomplet.
- il faut compléter le réseau de balises de mesures de radioactivité ambiante dans les secteurs qui en sont dépourvus et pour les sites des CARE d'Hauteville-Lompnès et Oyonnax ;
- chaque CARE doit aussi être équipé d'un ensemble complet de matériel pour le contrôle de la contamination, les moyens mobiles ne devant servir qu'au contrôle des autres populations évacuées lors de la phase concertation ;
- il semble que les moyens mobiles de contrôle de la radioactivité et de la contamination sont très insuffisants : il en faut un grand nombre à proximité immédiate et capable de permettre le contrôle de plusieurs milliers de personnes évacuées en un temps relativement court (plus de 320 000 personnes dans le périmètre des 20 km).
- prendre en compte le risque que de contre-mesures de radioactivité, fiables ou pas, circulant parallèlement sur les réseaux sociaux et garantir une transparence totale sur les mesures officielles de radioactivité.

## **ANNEXE 1**

radio-nucléide	période	radio-nucléide	période	radio-nucléide	période	radio-nucléide	période	radio-nucléide	période
Na-22	2,6 a	Y-93	10,25 h	In-113m	1,66 h	I-130	12,3 h	Pr-145	5,9 h
Na-24	15,005 h	Nb-93m	13,6 a	Sn-113	115,1 j	Sb-131	23 mn	Pm-145	17,7 a
A-41	1,83 h	Mo-93	3500 a	Sn-113m	20 mn	Te-131m	30 h	Sm-145	340 j
Cr-51	27,7 j	Mo-93m	6,85 h	Pd-114	2,4 mn	Te-131	25 mn	Ce-146	14,2 mn
Mn-54	312,3 j	Sr-94	76,5 s	Ag-114	4,52 s	I-131	8,06 j	Pr-146	24 mn
Fe-55	2,7 a	Y-94	20,3 mn	In-114m	49,51 j	Xe-131m	11,93 j	Pr-147	12 mn
Co-58	71 j	Nb-94	6,24 mn	In-114	71,9 s	Cs-131	9,69 j	Nd-147	10,98 j
Fe-59	44,6 j	Nb-94m	20300 a	Ag-115	20 mn	Ba-131	11,8 j	Pm-147	2,623a
Co-60	5,27 a	Y-95	10,7 mn	Cd-115m	44,6 j	Sn-132	40 s	Pr-148	2,3 mn
Zn-65	243,8 j	Zr-95	63,98 j	Cd-115	53,46 h	So-132	4,2 mn	Pm-148m	41,3 j
Ga-72	14,1 h	Nb-95m	3,61 j	In-115m	4,3 h	Te-132	77,7 h	Pm-148	5,37 j
Ga-74	8,25 mn	Nb-95	35,05 j	In-115m	4,3 h	I-132	2,26 h	Nd-149	1,73 h
Ge-75m	48,9 s	Nb-96	23,35 h	In-116m	54,15mn	Te-133m	55,4 mn	Pm-149	53,08 h
Ge-75	1,38 h	Zr-97	16,5 h	Cd-117m	3,4 h	Te-133	12 mn	Pm-150	2,7 h
As-77	1,618 j	Nb-97m	59 s	Cd-117	2,5 h	I-133	21 h	Nd-151	12,4 mn
Se-77m	17,38 s	Nb-97	1,183 h	In-117	44 mn	Xe-133m	2,19 j	Pm-151	1,158j
Ge-77	11,3 h	Tc-97m	89 j	In-117m	1,93 h	Xe-133	5,29 j	Sm-151	90 a
Ge-78	87 mn	Ru-97	2,9 j	In-118	5 s	Ba-133m	1,621j	Pm-152	4,1 mn
As-78	90,7 mn	Nb-98m	51	Cd-119m	3,2 mn	Ba-133	10,5 a	Pm-153	5,4 mn
As-79	9,01 mn	Nb-98	2,8 s	Cd-119	9,4 mn	Te-134	43 mn	Sm-153	1,946j
Se-79m	3,91 mn	Mo-99	66,2 h	In-119m	18,2 mn	I-134m	3,7 mn	Gd-153	242 j
Kr-79	34,9 n	Tc-99m	6,02 h	In-119	3,1 mn	I-134	52,8 mn	Pm-154	1,8 mn
Br-80m	4,42 h	Tc-99	2,14 E5 a	In-121m	3,76mn	Cs-134m	2,91 h	Eu-154	8,5 a
Br-80	17,4 mn	Mo-101	14,6 mn	Sn-121m	50 a	Cs-134	2,061a	Sm-155	22,4 mn
Se-81m	57,25 mn	Tc-101	14,2 mn	Sn-121	1,127j	I-135	6,7 h	Eu-155	4,96 a
Se-81	18,5 mn	Tc-102m	4,35 mn	Te-121m	154 j	Xe-135m	15,6 mn	Eu-156	9,4 h
Br-82	35,4 h	Tc-102	5,28 s	Te-121	17 j	Xe-135	9,2 h	Eu-157	15,2 h
Se-83	22,5 mn	Ru-103	39,35 j	Sb-122m	4,2 mn	Cs-135m	53 mn	Eu-158	46 mn
Br-83	2,4 h	Rh-103m	56,12 mn	So-122	2,7 j	Cs-135	2,3 E 6a	Eu-159	18 mn
Kr-83m	1,83 h	Tc-104	18,2 mn	Sn-123	129,3 j	Ba-135m	28,7 h	Gd-159	18 h
Se-84	3,3 mn	Rh-104m	4,34 mn	Te-123m	119,7 j	Cs-136	13 j	Dy-159	144,4 j
Br-84m	6 mn	Rh-104	42,3 s	Sb-124	60,2 j	Xe-137	3,9 mn	Tb-160	72,1 j
Br-84	31,8 mn	Ru-105	4,44 h	Sn-125m	9,52mn	Ba-137m	2,55mn	Gd-161	3,7 mn
Br-85	3 mn	Rh-105	1,479 j	Sn-125	9,65 j	La-137	60 000 a	Tb-161	6,91 j
Kr-85m	4,4 h	Rh-105m	37 s	Sb-125	2,77 a	Ce-137m	34,4 h	Er-163	75 mn
Kr-85	10,71 a	Ru-106	369 j	Te-125m	58 j	Ce-137	9 h	Dy-165	2,334h
Sr-85	64,5 j	Rh-106	30,4 s	I-125	59,89 j	Xe-138	14,3 mn	Er-165	10,36 h
Sr-85m	69,5 mn	Ru-107	4,2 mn	Sb-126	12,4 j	Cs-138	32,2 mn	Dy-166	81,6 h
Kr-87	76 mn	Rh-107	21,7 mn	Sb-126m	19,1 mn	Cs-139	8,9 mn	Ho-166	26,8 h
Sr-87m	2,806 h	Rh-108	16,8 s	Sn-127	2,12 h	Ba-139	82,9 mn	Yb-169	30,7 j
Kr-88	2,8 h	Ag-108m	127 a	Sb-127	3,89 j	Ce-139	137,6 j	Er-169	9,3 j
Rb-88	17,7 m	Ag-108	2,41 mn	Te-127m	109 j	Ba-140	12,8 j	Tm-170	128,6 j
Kr-89	3,178mn	Pd-109m	4,69 mn	Te-127	9,35 h	La-140	40,2 h	Er-171	7,52 h
Rb-89	15,5 mn	Pd-109	13,46 h	Sb-128m	10,4 mn	Ba-141	18 mn	Tm-171	1,92 a
Sr-89	50,6 j	Ag-109m	39,6 a	Sb-128	9 h	La-141	3,9 h	Hg-203	46,6 j
Rb-90	2,7 mn	Ag-110m	250,4 j	I-128	25 mn	Ce-141	32,38 j	Pu-238	87,75 a
Sr-90	28,1 a	Ag-110	24,7 s	Sn-129	7,5 mn	Ba-142	10,6 mn	Np-239	2,36 J
Y-90	64,1 h	Pd-111m	5,5 h	Sb-129	4,31 h	La-142	92 mn	Pu-239	24000 a
Y-90m	3,2 h	Pd-111	22 mn	Te-129m	33,3 j	Pr-142	19,13 h	Pu-240	6537 a
Rb-91	58,2 s	Ag-111m	74 s	I-129	1,7 E 7a	Ce-143	1,375j	Pu-241	14,8 a
Sr-91	9,48 h	Ag-111	7,45 j	Xe-129m	8 j	Pr-143	13,58 j	Am-241	2,1 E 6 a
Y-91 m	50 mn	Cd-111m	49,6 mn	Sn-130	3,72mn	Ce-144	284 j	Pu-242	3,7 E 5 a
Y-91	58,9 j	Pd-112	20,12 h	Sb-130m	40 mn	Pr-144	17,3 mn	Cm-242	163 j
Sr-92	2,71 h	Ag-112	3,13 h	Sb-130	6,3 mn	Ce-145	3 mn	Cm-244	18 a
Y-92	3,54 h	Ag-113	5,37 h	I-130m	9,2 mn				
		Cd-113m	13,6 a						

TABLEAU 2

LISTE DES RADIONUCLÉIDES CONSIDÉRÉS DANS LE CATALOGUE

## **ANNEXE 2**

Les principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant une centrale nucléaire

27/04/2019 19:17

Tous nos sites

English version

S'abonner à la newsletter

Suivez-nous



Faire avancer la sûreté nucléaire

Rechercher un article, sujet...

OK

Recherche avancée

Base de connaissances | Professionnels de santé | Presse



L'IRSN

LA RECHERCHE

ACTUALITÉS

AVIS ET RAPPORTS

PRESTATIONS &amp; FORMATIONS

CARRIÈRES

## Base de connaissances

Accueil &gt; Base de Connaissances &gt; Installations nucléaires &gt; La sûreté nucléaire &gt; Le risque nucléaire et sa gestion &gt; Mesures de radioactivité en cas de crise nucléaire

INSTALLATIONS  
NUCLÉAIRESSANTÉ ET  
RADIOPROTECTIONSURVEILLANCE DE  
L'ENVIRONNEMENTNUCLÉAIRE ET  
SOCIÉTÉ

MEDIATHÈQUE

VOS QUESTIONS

GLOSSAIRE

## Mesures de radioactivité en cas de crise nucléaire

## Les principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant une centrale nucléaire

## Au Sommaire

Le rôle des mesures

Les types de mesures et les moyens de leur réalisation

**Les principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant une centrale nucléaire**

Le comportement et la toxicité des éléments radioactifs peuvent être très différents. La connaissance des produits libérés en cas d'accident est, par conséquent, importante pour définir les actions de gestion de la population et des territoires contaminés.

## Les produits de fission

Les produits de fission résultent de la cassure des noyaux d'uranium 235 dans le combustible. Seule, une très faible fraction de ces produits passe dans le circuit primaire des réacteurs à travers les défauts d'étanchéité des gaines de combustible. Certains accidents peuvent conduire à une libération de ces produits de fission par perte des propriétés de confinement des gaines.

	Radionucléides les plus importants		Périodes radioactives	Rayonnement dominant
Gaz rares	<sup>85</sup> Kr	Krypton 85	10,8 ans	(β, γ)
	<sup>133</sup> Xe	Xénon 133	5,2 jours	(β, γ)
Iode à vie courte	<sup>131</sup> I	Iode 131	8,02 jours	(β, γ)
Iode à vie longue	<sup>129</sup> I	Iode 129	1,6 · 10 <sup>7</sup> ans	(β, γ)
Césium	<sup>137</sup> Cs	Césium 137	30 ans	(β, γ)
	<sup>134</sup> Cs	Césium 134	2,07 ans	(β, γ)
<i>Note : <sup>134</sup>Cs n'est pas un produit de fission</i>				
Strontium	<sup>89</sup> Sr	Strontium 89	50,6 jours	(β, γ)
	<sup>90</sup> Sr / <sup>90</sup> Y	Strontium 89 / Yttrium 90	28,8 ans	β

## Autres thèmes

déchets radioactifs

démantèlement <sup>ECS</sup> EPR

Fukushima séismes

sécurité Tchernobyl

Three Mile Island transport

visite décennale crise

maintenance Vieillessement

incendie centrales nucléaires

sûreté des centrales

inondations REX GV

Les principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant une centrale nucléaire

27/04/2019 19:17

Ruthénium	<sup>103</sup> Ru	Ruthénium 103	39,26 jours	(β, γ)
	<sup>106</sup> Ru	Ruthénium 106	372,6 jours	(β, γ)
Autre produits de fission	<sup>144</sup> Ce	Cérium 144	285 jours	(β, γ)
	<sup>95</sup> Zr	Zirconium 95	64 jours	(β, γ)
	<sup>140</sup> Ba / <sup>140</sup> La	Baryum 140 / Lanthane 140	12,75 jours	(β, γ)

	Expositions des populations	Comportement		Commentaires
		Sensibilité des denrées alimentaires	Sol	
Gaz rares ( <sup>85</sup> Kr, <sup>133</sup> Xe)	Externe ( <i>au panache</i> )	Non assimilés	Ne se déposent pas au sol	Éléments peu dangereux sauf par exposition externe au panache et inhalation
	Inhalation			
Famille des iodés ( <sup>131</sup> I, <sup>129</sup> I ...)	Ingestion	Lait ( <i>rapide</i> )	Très mobile ( <i>soluble dans l'eau du sol</i> )	Les rejets d' <sup>131</sup> I et leurs conséquences à court terme sont très importants lors de leur rejet. Il est facilement assimilable et rapidement transféré chez l'homme.  129I a un rôle très secondaire en situation accidentelle (quantité peu importante dans les installations). Il persiste à long terme et pourrait être observé en faible quantité dans le lait principalement.
	Inhalation	Végétaux ( <i>rapide</i> )		
	Externe	Viande Eau		
Famille des césiums ( <sup>137</sup> Cs, <sup>134</sup> Cs ...)	Externe ( <i>dépôt au sol</i> )	Lait	Peu mobile au delà de la couche superficielle du sol ( <i>fixés par les argiles</i> )	Le césium prédomine, avec l'iode, en cas d'accident de réacteur. Il pose les problèmes les plus importants à long terme.  Il possède un comportement voisin du potassium et se répartit ainsi dans la masse musculaire des organismes.
		Végétaux		
	Ingestion	Viande		
	Inhalation	Eau		
Famille des strontiums ( <sup>89</sup> Sr, <sup>90</sup> Sr / <sup>90</sup> Y...)	Externe	Lait	Peu mobile au delà de la couche superficielle du sol	Le strontium accompagne souvent le <sup>137</sup> Cs en cas d'accident de réacteur mais ses rejets sont beaucoup moins importants. Il est assez bien transféré aux végétaux par absorption racinaire. Il possède un comportement voisin du calcium et se répartit dans le squelette.
		Viande		
	Ingestion	Végétaux		
	Inhalation	Eau		
Famille des ruthéniums ( <sup>103</sup> Ru, <sup>106</sup> Ru)	Externe	Viande	Généralement peu mobile dans les sols mais fonction de sa forme chimique	Le ruthénium est très faiblement transféré dans la chaîne alimentaire.
		Lait		
	Ingestion	Végétaux		
	Inhalation	Eau		
Autres produits de fission ( <sup>144</sup> Ce, <sup>95</sup> Zr, <sup>140</sup> Ba)	Externe	Viande	Éléments peu mobiles dans les sols	Le transfert de ces éléments est généralement faible dans la chaîne alimentaire.
		Lait		
	Ingestion	Végétaux		
	Inhalation	Eau		

Légende : Plus la couleur est foncée, plus l'importance du phénomène associé est élevée.

## Les produits d'activation et de corrosion

Ces radionucléides sont formés à partir des atomes (fer, cobalt, nickel...) présents dans la structure métallique et le béton des réacteurs, par absorption de neutrons (ex :  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ...).

En fonctionnement normal, ces radionucléides sont présents dans le circuit primaire du réacteur du fait de la corrosion des structures qui conduit à la libération de très fines particules qui peuvent contenir des produits d'activation ou s'activer lors de leur passage dans le cœur du réacteur.

	Radionucléides les plus importants	Périodes radioactives	Rayonnement dominant
Tritium	$^3\text{H}$	Tritium gaz	12,3 ans $\beta$ <i>(de très faible énergie)</i>
Autres	$^{60}\text{Co}$	Cobalt 60	5,3 ans $(\beta, \gamma)$
	$^{54}\text{Mn}$	Manganèse 54	312 jours $\gamma$
	$^{55}\text{Fe}$	Fer 55	2,7 ans $X$
	$^{58}\text{Co}$	Cobalt 58	70,8 jours $(\beta, \gamma)$
	$^{65}\text{Zn}$	Zinc 65	244 jours $(\beta, \gamma)$
	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	Argent 110m	250 jours $(\beta, \gamma)$

	Exposition des populations	Comportement		Commentaires
		Organismes vivants Chaîne alimentaire	Sol	
$^3\text{H}$	Ingestion ( <i>très faible toxicité</i> )	Eau	Par temps de pluie, l'eau tritiée pénètre dans le sol	Initialement sous forme de gaz, il peut se combiner à des molécules d'eau et donner de l'eau tritiée (HTO). Sous cette forme, il suit le cycle de l'eau dans la biosphère et s'élimine assez rapidement des végétaux, principalement par temps sec.  Dans une moindre mesure, le tritium peut aussi se présenter sous forme organique. Il a un grand pouvoir de pénétration dans l'organisme qui l'élimine rapidement dans sa quasi-totalité (période d'une dizaine de jours).
		Végétaux		
	Inhalation	Viande		
	Externe	Lait		
$^{60}\text{Co}$ $^{54}\text{Mn}$ $^{55}\text{Fe}$ $^{58}\text{Co}$ $^{65}\text{Zn}$ $^{110\text{m}}\text{Ag}$	Ingestion	Eau	Mobilité généralement faible, favorisée en milieu acide et oxydant	Faible probabilité qu'un accident engendre une libération importante de ces éléments radioactifs.  Problèmes liés à l'utilisation de l'eau (irrigation, boisson).
	Inhalation	Végétaux		
		Viande		
	Externe	Lait		

*Légende* : Plus la couleur est foncée, plus l'importance du phénomène associée est élevée.

## Les émetteurs alpha

Ils sont produits dans le combustible et résultent de l'absorption de neutrons par les noyaux des isotopes de l'uranium. Les nouveaux noyaux formés ont une masse atomique supérieure à celle de l'uranium (ex : plutonium 239, américium 241...).

Les principaux radionucléides rejetés en cas d'accident affectant une centrale nucléaire

27/04/2019 19:17

On les appelle transuraniens. Ils sont tous radioactifs. Ils sont dits artificiels car ils n'existent pas à l'état naturel.

		Radionucléides les plus importants	Périodes radioactives	Rayonnement dominant	
Emetteurs artificiels	alpha	<sup>241</sup> Am	Américium 241	432,6 ans	(α, γ)
		<sup>239</sup> Pu	Plutonium 239	24100 ans	α
		<sup>238</sup> Pu	Plutonium 238	87,7 ans	α
		<sup>240</sup> Pu	Plutonium 240	6561 ans	α
Uranium descendants	et	<sup>238</sup> U	Uranium 238	4,5.10 <sup>9</sup> ans	(α, β, γ)
		<sup>235</sup> U	Uranium 235	7.10 <sup>8</sup> ans	(α, β, γ)
		<sup>234</sup> U	Uranium 234	2,5.10 <sup>5</sup> ans	(α, β, γ)
Radium et descendants		<sup>226</sup> Ra	Radium 226	1600 ans	(α, β, γ)

	Exposition des populations	Comportement		Commentaires
		Organismes vivants Chaîne alimentaire	Sol	
<sup>241</sup> Am	Inhalation (principale)	Eau	Très peu mobiles, composés insolubles dans l'environnement	Les émetteurs alpha artificiels sont peu absorbés par les racines et très faiblement transférés vers les produits animaux.  Chez les animaux, ils se fixent préférentiellement sur le squelette et les organes épurateurs (foie).
<sup>239</sup> Pu		Végétaux		
<sup>238</sup> Pu	Ingestion	Viande		
<sup>240</sup> Pu	Externe	Lait		
<sup>238</sup> U	Inhalation	Eau	Mobilité moyenne, favorisée par des conditions acides et oxydantes	Principaux composants de l'uranium naturel ( <sup>238</sup> U: 99,28%, <sup>235</sup> U: 0,71%, <sup>234</sup> U: 0,005%, % en masse).  Ils sont peu impliqués dans les situations accidentelles (sauf si associé au fluor). Toxicité mixte à la fois chimique et radiologique.
<sup>235</sup> U		Végétaux		
<sup>235</sup> U	Ingestion	Viande		
<sup>234</sup> U	Externe	Lait		

Page 4 de 4

**L'IRSN**

Présentation et missions  
Implantation et plans d'accès  
Organigramme  
Offres d'emplois  
Offres de stages  
Contact

**RECHERCHE**

Equipes de recherche  
Programmes de recherche  
Collaborations scientifiques  
Publications scientifiques  
Thèses / Post-docs / HDR

**PRESTATIONS ET FORMATIONS**

Payez vos factures par carte bancaire  
Examen du CAMARI  
Prestations en dosimétrie et radioprotection  
Prestations et études environnementales  
Prestations pour les installations nucléaires et industrielles  
Formations Radioprotection et PCR  
Formations Sécurité nucléaire  
Formation Sécurité nucléaire  
Laboratoire de Dosimétrie de l'IRSN

**S'INFORMER**

Actualités  
Actualités scientifiques  
Avis aux autorités  
Rapport d'expertise  
Rapports aux groupes permanents d'experts

**PUBLICATIONS**

Rapport annuel  
Baromètre IRSN  
Magazine Repères  
Lettre scientifique Aktis  
Ouvrages scientifiques  
Publications pour les professionnels

**SÛRETÉ**

Nouvel ouvrage sur les questions de sûreté et de radioprotection des réacteurs nucléaires de recherche



LIRE