



Impact des Pollutions Radioactives sur l'Environnement

TCHERNOBYL

1er mai 2022

Université de Limoges

IUT du Limousin site de Tulle

Auteur : Gwendal Vitry



**Université
de Limoges**



**Instituts
Universitaires
de Technologie**

Impact des Pollutions Radioactives sur l'Environnement à la suite de la catastrophe nucléaire du 26 avril 1986 en Ukraine



TCHERNOBYL



Gwendal Vitry¹

¹Etudiant en deuxième année de DUT d'Hygiène Sécurité Environnement – Université de Limoges -
France

Résumé : L'accident de Tchernobyl s'est démarqué des autres par ces multiples impacts sur la société et notamment sur la vision de la population de ce qu'est le nucléaire. Là où l'une des terres les plus fertiles existait autrefois, il n'existe aujourd'hui plus qu'une étendue broussaillée appelée « zone d'exclusion » à cause de sa forte radioactivité encore dangereuse aujourd'hui et ce pour des centaines d'années voire des centaines de milliers d'années à proximité de la centrale. L'incendie a emmagasiné dans ses fumées une quantité astronomique de radioéléments qui ont contribué à la pollution atmosphérique, à celle des sols, des mers et des cours d'eau ayant pour conséquences la mort de la végétation et la désertification d'un secteur lucratif, jeune et plein d'avenir. Qui aurait cru que tous les espoirs d'un pays, d'une union, d'un peuple pourraient être réduit à néant par la simple négligence d'une hiérarchie incompétente et d'une gestion hasardeuse de l'économie et de l'électricité ? Ce n'est pas la question à laquelle nous allons répondre dans cette synthèse mais elle permet de se projeter dans un avenir nucléarisé et sûr, en gardant en mémoire ce qui s'est réellement passé et en ne commettant plus jamais les mêmes erreurs.

« Il y a trois sortes de personnes : celles qui refont toujours les mêmes erreurs, celles qui ne refont plus les mêmes, puis celles qui utilisent les erreurs des autres pour ne pas en faire. »

Julien Cabrier – Manager ISG

Mots-clés : Tchernobyl, Contamination, Radioactivité, Césium, Iode, Environnement, Incendie, Agriculture, Alimentation, Faune, Flore, Ukraine, Biélorussie

Introduction

L'accident de Tchernobyl est une catastrophe nucléaire mondiale qui a entraîné des répercussions sur l'environnement à différentes échelles. Cet événement a aussi eu des impacts économiques et sociaux importants mais nous ne nous concentrerons pas sur ces points. Dans cette revue nous présenterons les aspects de la contamination liée à la catastrophe nucléaire et notamment à l'incendie par la mise en suspension dans les fumées des radioéléments. En 1986, les rejets ont été considérables (2×10^{18} Bq), les contaminations ont été très hétérogènes et ont surtout été transportées par les fumées. Cependant, la gestion de crise de l'union soviétique fût exceptionnelle et a permis une extinction rapide des flammes ainsi qu'un isolement des radionucléides principaux (Iode 131, Strontium 90, Césium 137, Plutonium 239) malgré les effets terribles de la contamination et de l'irradiation causés par l'accident.

L'accident de Tchernobyl a été le premier événement à être catégorisé 7 sur l'échelle de l'INES¹, soit le dernier palier de l'échelle et l'un des premiers événements industriels majeurs dans le monde. Les deux seuls actuellement à ce palier sont Tchernobyl (1986) et Fukushima (2011) qui ont changé radicalement la façon de penser vis-à-vis du nucléaire et de la sûreté de ces installations si précieuses pour notre quotidien. Pour résumer très synthétiquement l'accident de Tchernobyl, il s'agit d'un essai incontrôlé ayant conduit à deux explosions : une première liée à une radiolyse de l'eau et une explosion d'hydrogène dans la cuve du réacteur puis une deuxième essentiellement liée à une rupture de confinement de la cuve à la suite d'une surpression de vapeur de cette dernière. Le combustible étant à l'air libre il a continué à se consumer et à fondre par manque de refroidissement. L'union soviétique étant en pleine guerre froide au moment du drame, aucune communication extérieure qui pouvait entraver l'ascension de l'URSS n'a été promulguée. Aujourd'hui l'incertitude plane toujours au-dessus du nombre de décès liés directement et indirectement à l'accident, certaines sources parlent d'une quarantaine, d'autres de milliers voire certainement plus. Une chose est sûre, c'est que Tchernobyl a laissé une trace indélébile dans l'histoire, que ce soit par le déclin de l'union soviétique, ou par l'impact socio-économico-environnemental de l'évènement.

Vous trouverez dans une première partie les 3 types de pollutions environnementales, atmosphériques, souterraines et marines. Nous nous sommes concentrés sur les environs de la centrale (Biélorussie, Ukraine). Dans une deuxième partie, vous trouverez les effets de ces contaminations sur l'environnement, le monde agricole, les forêts et les consommations alimentaires.

Compte tenu de l'actualité il pourrait y avoir de nombreuses contaminations post-Tchernobyl (Incendies en 2020 et Guerre Russo-Ukrainienne actuellement). Nous ne traiterons de ces sujets qu'en conclusion puisque l'actualité est très récente et compte tenu des possibles manipulations de chiffres ou d'informations nous préférons mettre en garde sur les données que nous donnerons.

¹ Echelle Internationale des Evènements Nucléaires (AIEA)

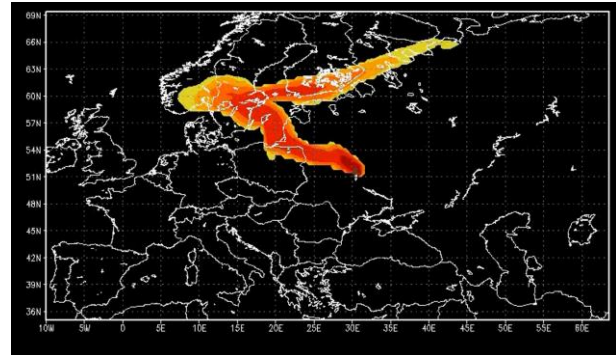
Pollution Atmosphérique

Le 26 avril 1986, l'incendie causé par l'implosion de la cuve du RBMK n°4¹ de Tchernobyl a entraîné un panache de fumée conséquent qui a mobilisé une trentaine de pompiers sur site. Ils se sont battus avec courage et dévouement ainsi que peu d'espoir de survie et tout cela sans le savoir et sans reconnaissance directe des autorités... L'incendie a duré 14 jours mais les sapeurs-pompiers de Pripiat n'ont pu rester sur le sinistre « que » 24h avant d'être conduit à l'hôpital le plus proche puis à celui de Moscou qui deviendra par la suite leur mouiroir. Ce sont ensuite des milliers de tonnes de bore et de sable qui ont été largués par des hélicoptères pilotés héroïquement ayant permis de mettre un terme au rejet radioactif (Dose reçue : 150 mSv/8s). Le panache causé par l'incendie lui s'est répandu avec le vent jusqu'à la mi-mai 1986 en se déchargeant progressivement de sa radioactivité tout en relâchant ses radioéléments.

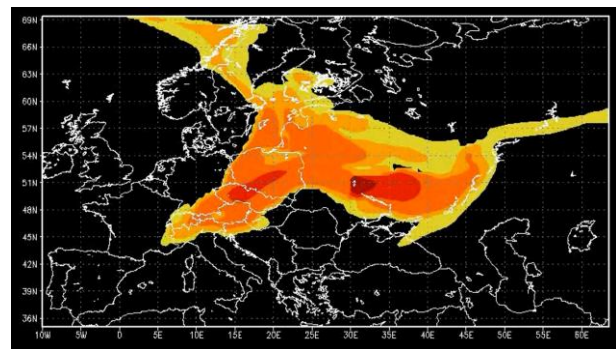
La masse de fumées s'est tout d'abord dirigée vers le nord-ouest (315°) et a atteint en premier la Suède et la Norvège puis la Scandinavie le 28 avril. Pour l'anecdote, l'URSS n'ayant pas prévenu l'Europe de cet accident, c'est la détection d'une hausse de la radioactivité dans une centrale électronucléaire en Suède qui a permis le début des investigations puis la découverte du sinistre par l'étude des images satellites américaines.

Le nuage s'est ensuite dirigé vers le sud-ouest tout en continuant sa route à l'est. Le panache a poursuivi son chemin en épargnant l'Espagne et le Portugal qui ont été les seuls pays européens non touchés par une radioactivité significative ($> 0,01 \text{ Bq/m}^3$) !

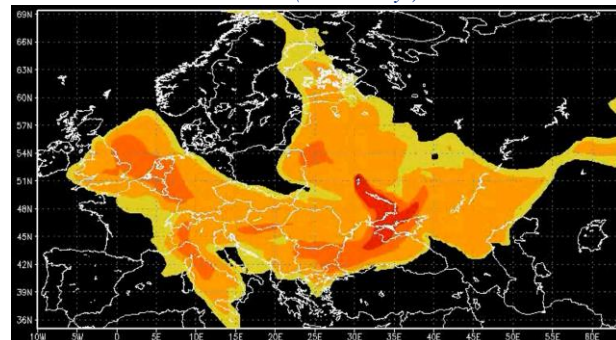
Comme vous pouvez le constater sur cette modélisation de l'IRSN² datant de 2005 et correspondant au seul rejet de Césium 137 (Il n'est pas pris en compte le rejet d'Iode 131), elle concorde avec les évaluations réalisées entre 1986 et 1990. En France, le nuage radioactif était censé être arrêté par un anticyclone, mais on a pu également le voir sur les modélisations précédentes, tout le nord est, l'est de la France et la Corse ont été touchés. Les contaminations de césium ont été détectées à partir du 30 avril 1986 en France mais à un niveau bien plus faible en comparaison avec ce qui a été observé aux alentours de la centrale de Tchernobyl !



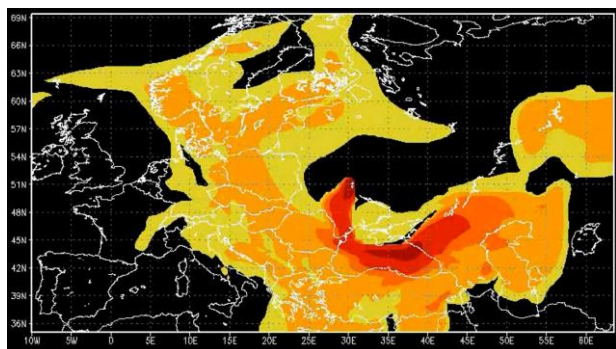
Carte 1 – Modélisation de la dispersion du panache radioactif le 28 avril 1986 (Tchernobyl) - IRSN



Carte 2 – Modélisation de la dispersion du panache radioactif le 30 avril 1986 (Tchernobyl) - IRSN



Carte 3 – Modélisation de la dispersion du panache radioactif le 2 mai 1986 (Tchernobyl) - IRSN



Carte 4 - Modélisation de la dispersion du panache radioactif le 4 mai 1986 (Tchernobyl) - IRSN

¹ Réacteur à eau bouillante (RBMK) – Puissance Nominale : 1000 MWe

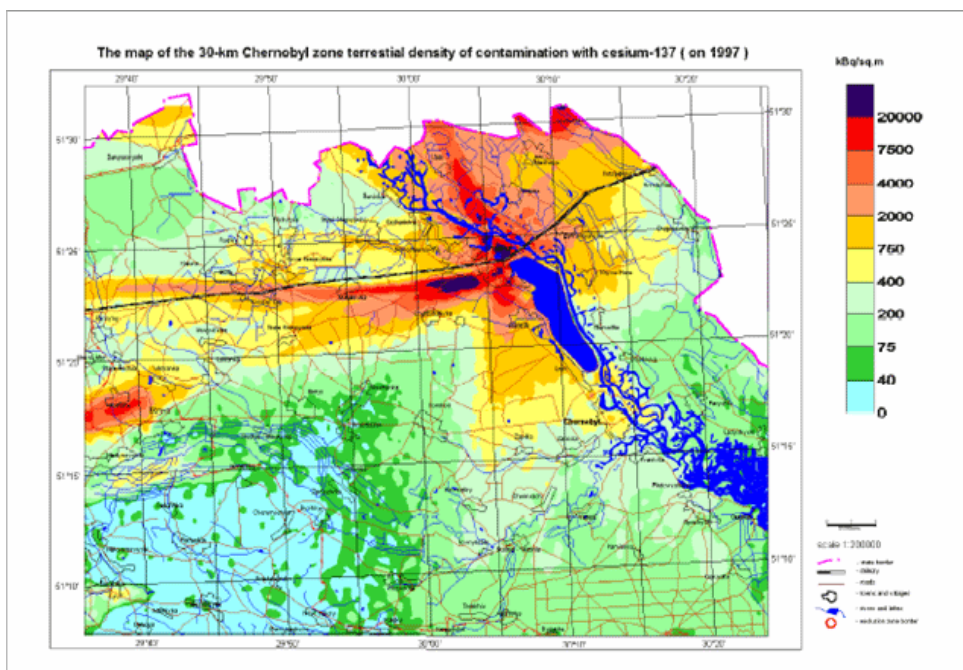
² IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

Pollution des sols

Comportement et toxicologie des radioéléments

Tout d'abord la pollution de l'environnement est majoritairement due aux dépôts qui se sont formés aux alentours de Tchernobyl à la suite de la deuxième explosion de l'accident (explosion de surpression). Ce territoire est aujourd'hui nommé : « Zone d'exclusion de Tchernobyl » qui a pour circonférence 30 km autour de ladite centrale. Cette zone a été contaminée de manière très hétérogène et une grande partie des particules radioactives sont retombées sur la Biélorussie (Influence importante du vent et de la pluie).

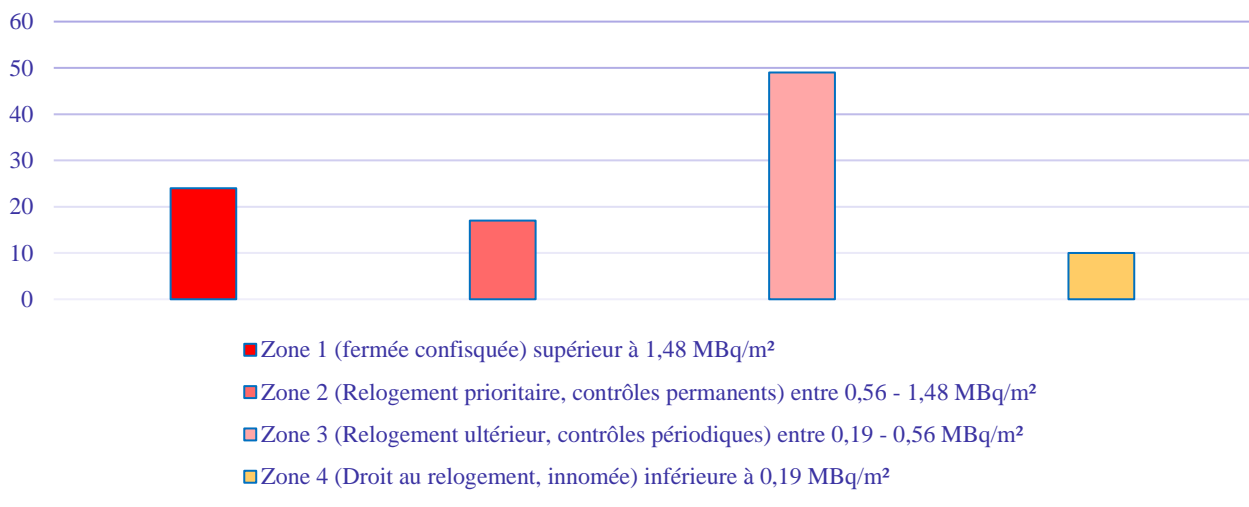
Selon un article de G. Hériard-Dubreuil et P. Girard : « *la Biélorussie est le pays le plus touché par l'accident de Tchernobyl avec 23% de son territoire contaminé, soit une surface d'environ 46500 km²* » Derrière cette contamination très importante de la Biélorussie se trouve l'Ukraine avec seulement 4.8% de son territoire contaminé. Cette forte contamination est en partie et majoritairement due aux vent du sud lors de l'accident qui ont poussé les fumées vers le nord de l'Europe. C'est en tout plus de deux millions de biélorusses qui vivent aujourd'hui toujours dans un territoire touché par le Césium 137 qui entame en cette année sa deuxième période de décroissance radioactive, ce qui veut dire plus grossièrement que plus de la moitié du Césium libéré à partir du 26 Avril 1986 s'est désintégré et n'est aujourd'hui plus radioactif. L'iode 131 est quant à lui le radioélément qui s'est le plus vite désintégré et il n'est plus aujourd'hui correct de dire qu'il y a un risque de contamination par l'iode de Tchernobyl, seulement il est important d'en parler car c'est l'un des éléments les plus rejetés par l'incendie du réacteur n°4 de la centrale de Tchernobyl. En effet ce sont environ 1 760 PBq (10¹⁵), c'est notamment l'iode 131 qui était à l'origine des différents cancers de la thyroïde à cette période. Le Strontium 90 est quant à lui moins rejeté que le Césium 137 (10 PBq contre 85 PBq), ces deux éléments ont été sources de pollution des sols et des nappes phréatiques et ce très longtemps puisque leurs durées de décroissance sont respectivement de 28.91 et 30.17 ans, la différence majeure entre le St90 et le Cs137 est leur volatilité, en effet le Césium est très volatil contrairement au strontium. C'est notamment grâce à ce constat que nous avons pu retrouver des contaminations au césium 137 dans nos campagnes alsaciennes et corses en grande quantité et ce peu après le début des rejets de matières radioactives de l'accident. Ensuite le plutonium 239 est lui resté aux alentours de la centrale du fait de sa masse molaire élevée et de sa faible volatilité en comparaison avec les éléments présentés précédemment. C'est en revanche l'élément le plus toxique de tous étant donné qu'il est principalement émetteur alpha (Particule très énergétique mais peu pénétrante), son ingestion est une très mauvaise idée. Enfin, les principales sources de rejet de matières radioactives et les sources de l'hétérogénéité des contaminations sont dues à la trajectoire du panache de fumée (vent) et des pluies qui ont accentué le dépôt.



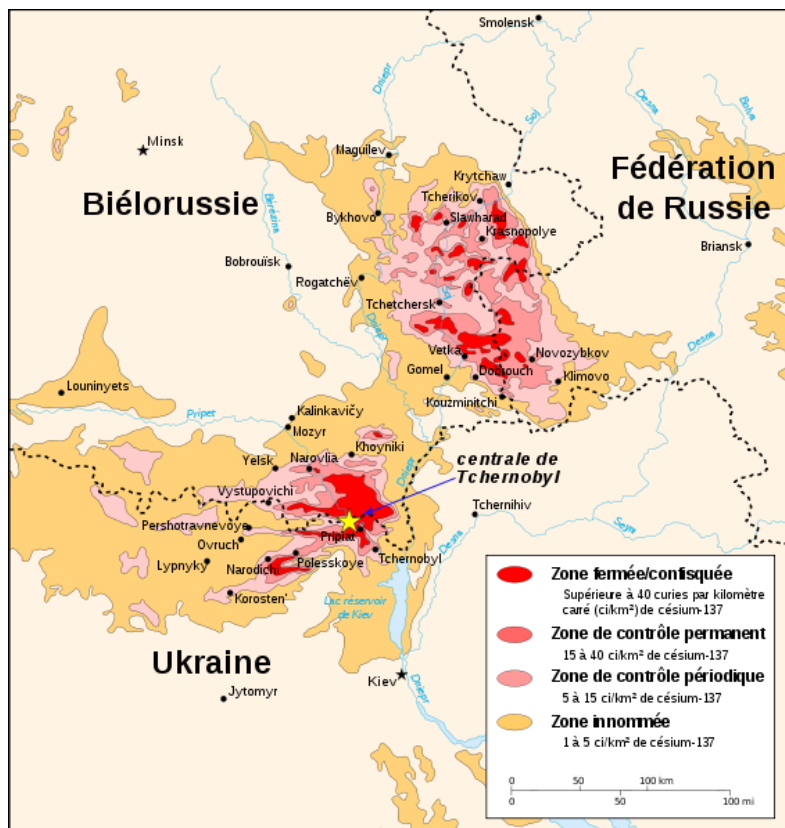
Carte 5 - Contamination autour de Tchernobyl (30km) du césium 137 - UIAR (Institut Ukrainien de Radioécologie Agricole)

En Biélorussie, le district le plus touché a été celui de Tchetchersk, situé à environ 180 km de la centrale. Avant l'accident, cette zone comptait 47 900 Hectares de terres agricoles connues pour être des plus fertiles en Europe. Près de 24% de ces terres (soit 11 500 Ha) ont été contaminées au Césium 137 à plus de 40 Ci/km² (soit 1.48×10^6 Bq/m² avec un facteur de conversion de 37 000 Bq/Ci). Ensuite 95 % de ce secteur est contaminé à plus de 5 Ci/km² (1.85×10^5 Bq/m²), la culture y est évidemment interdite pour des raisons de sécurité et de santé publique. C'est un véritable désastre économique pour l'agriculture de la Biélorussie. En 1994 le district de Tchetchersk produisait majoritairement des pommes de terre, du seigle, du blé, du lait et de la viande. Nous verrons plus tard l'aspect agronomique de ces contaminations du point de vue des bioaccumulations des radioéléments dans les différentes denrées alimentaires.

CONTAMINATION DES TERRITOIRES AGRICOLES DE LA BIÉLORUSSIE (%)



Histogramme 1 - Contamination des terres agricoles du district de Tchetcherk - Gwendal Vitry - Tiré de l'article "Conditions de vie dans les territoires contaminés en Biélorussie 8 ans après l'accident de Tchernobyl" de G. Hériard-Dubreuil (p209 à 228)



Carte 1 - "État de la contamination au césium-137 en 1996 à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl" (2006) - CIA Handbook of International Economic Statistics (1996) through a scan from the site of The University of Texas

Pollution des eaux

Comportement des particules et méthode de prélèvement

Après avoir parlé d'un aspect bien connu de la contamination environnementale de Tchernobyl, nous allons à présent traiter de l'impact environnemental du côté marin essentiellement. Nous nous sommes basés pour cette section d'un bulletin de l'AIEA¹ datant de 1996. Même si les essais atomiques des années 50 à 60 demeurent la principale source de radioactivité dans les mers et sur les continents, le rejet impressionnant de Tchernobyl ont fait dépasser les niveaux de contamination ambiante anthropique dans diverses parties du monde. Les milieux impactés par les rejets de l'incendie sont la mer Noire et la mer Baltique. De plus la distribution de la contamination dans ces deux étendues d'eau a été fortement aidée par des processus marins tels que le transport horizontal et vertical dans les eaux :

- Le ruissellement depuis les terres et les courants (\leftrightarrow),
- La sédimentation (\downarrow),
- La remise en suspension (\uparrow),
- L'absorption par les organismes vivants (\leftrightarrow),
- Le transferts par les chaînes alimentaires (\leftrightarrow) - Bioaccumulation

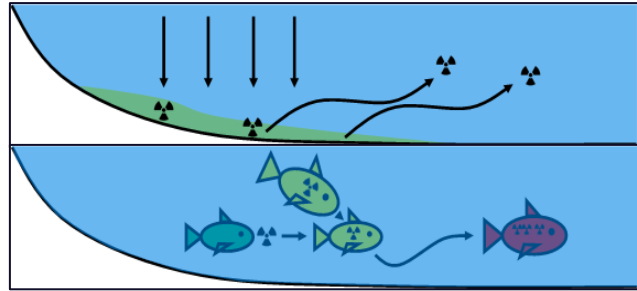


Figure 1 - Schéma de la dispersion de la contamination radioactive dans les eaux - Gwendal VITRY

Evidemment, la contamination fût telle que, tous les plans d'eau européens ont été contaminés. Une grande campagne de prélèvements d'eau a été entreprise en 1986 pour déterminer la concentration en particules radioactives de tous les milieux marins et fluviaux, ces prélèvements ont été effectués avec des pièges à sédiments (2^{ème} phase de la contamination vue ci-dessus). Par un heureux hasard, des scientifiques du LEM² avaient mis en place ce type de piège peu avant l'accident à 200m de profondeur dans le golfe de Gènes, quelques jours après le début du rejet de matières radioactives (5 mai) ont été constaté par des mesures atmosphériques cette fois ci que la plupart des retombées maximales de Tchernobyl avaient pénétré en une seule fois dans le golfe. Les particules descendant 30m par jour avec la gravité, elles ont atteint le piège entre le 8 et 15 mai 1986. Parmi le panel de radioéléments rejetés on y retrouve les plus importants qui ont servi pendant l'étude d'impact environnemental des océanographes, ce sont ceux qui ont été présentés dans la première section : Cs137 ; I131 ; St90 ; P239. Le césium et le strontium sont des éléments très solubles dans l'eau de mer et sont notamment utilisés pour étudier la dynamique des eaux. C'est le Césium 137 qui a été choisi pour l'étude de la radioactivité dans ces milieux car il a une période relativement longue (A l'échelle de l'accident), et qu'il représente la pollution la plus importante tant sur l'aspect de la quantité de rejet que la surface de sa contamination ainsi que sur sa longévité.

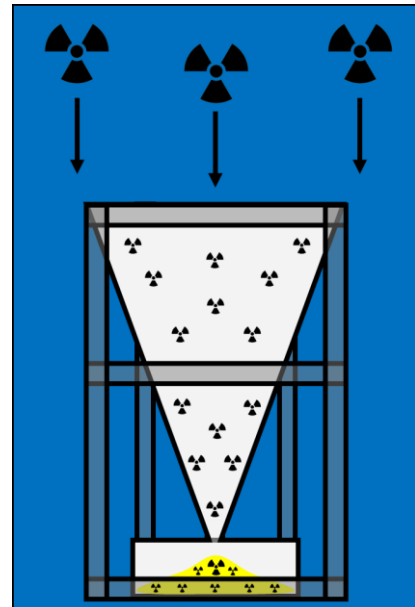


Figure 2 - Schéma d'un piège à sédiments - Gwendal VITRY

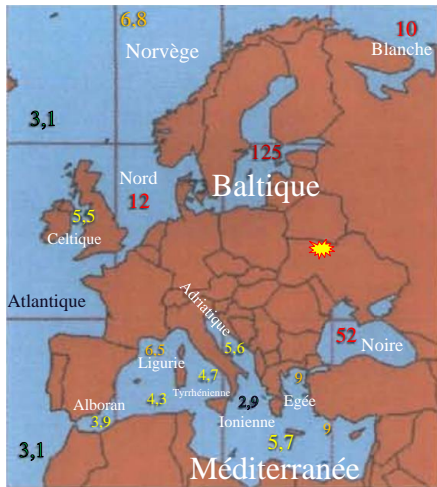
La contamination en chiffres

La concentration en radio-césium a été estimée en moyenne pour la mer Baltique (La plus contaminée) à 2400 Bq/m³ en 1986 soit 2 à 3 ordres de grandeur plus élevés que dans les autres mers. La mer du Nord a quant à elle été contaminée à environ 52 Bq/m³ en 1990 (Similaire à la mer d'Irlande). Le dépôt le plus abondant a été trouvé dans sa partie nord ayant une activité de 500 Bq/m³. Les contaminations

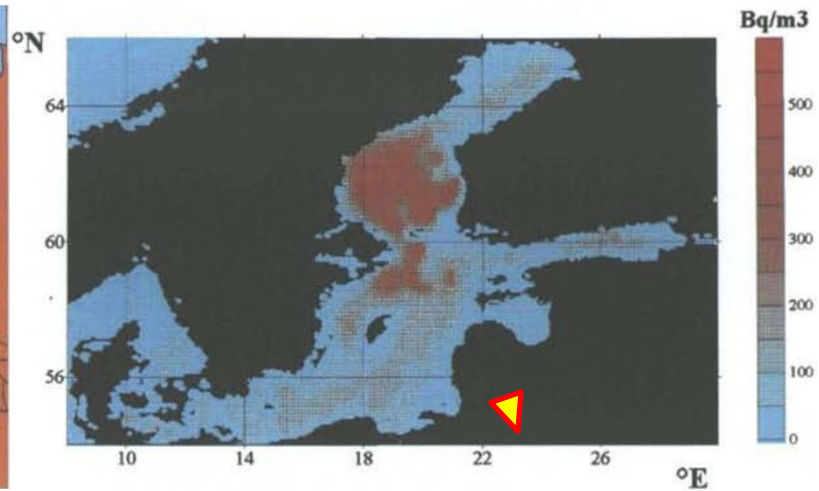
¹ AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique

² LEM : Laboratoire d'Electrochimie Moléculaire

sont expliquées par des effets à court terme (Rejets atmosphériques) et à long terme (Rejet par les cours d'eau et lacs : Lac artificiel de Kiev, bassins du Dniepr, du Dniestr et du Danube). Enfin la contamination des eaux de surfaces de la mer Méditerranée s'explique surtout par un échange des eaux entre la mer Noire et la mer Méditerranée par la mer Egée. L'activité estimée moyenne a été de $5,7 \text{ Bq/m}^3$ en 1990.



Carte 6 - Activité volumique moyenne de Césium 137 dans les eaux de surface (1990) - Rapport de la MARINA-MED de la Commission des Communautés Européennes



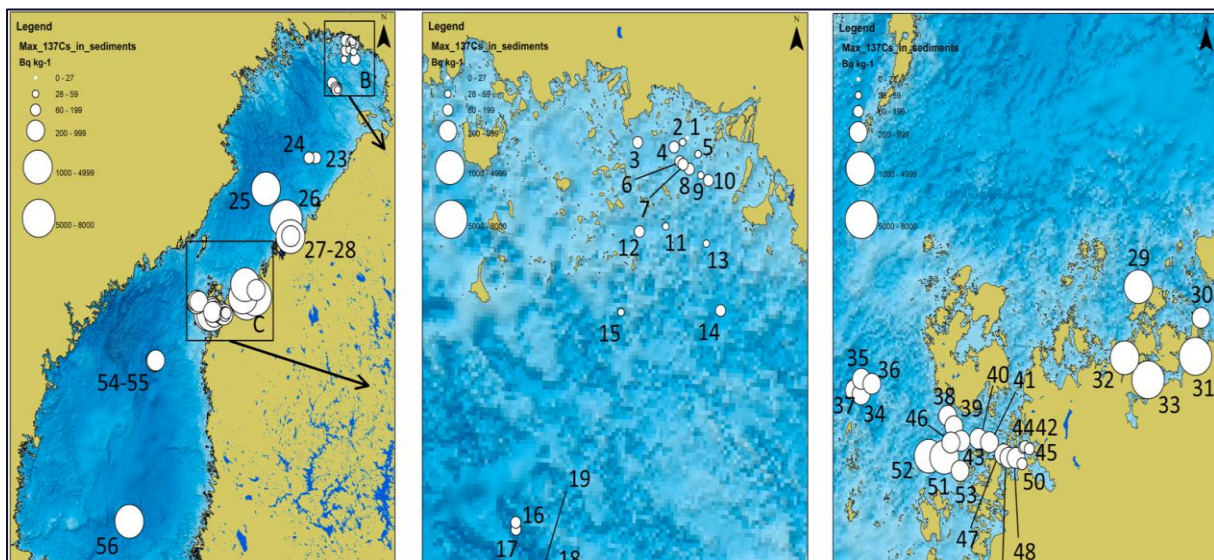
Carte 7 - Zonage de la radioactivité (Césium 137) dans les eaux de surface de la mer Baltique pour la période 1986-1988 - LEM

Il a été démontré que la dose reçue par ingestion a été très négligeable par rapport à celle du polonium 210 naturellement présent dans les aliments marins. La concentration en Césium 137 dans l'eau était supérieure à 2 ou 3 ordres de grandeur par rapport à la concentration évaluée en 1985, celle-ci faible mais bien présente et due aux rejets conventionnels des installations nucléaires.

Focus sur la mer Bothnian (La plus impactée)

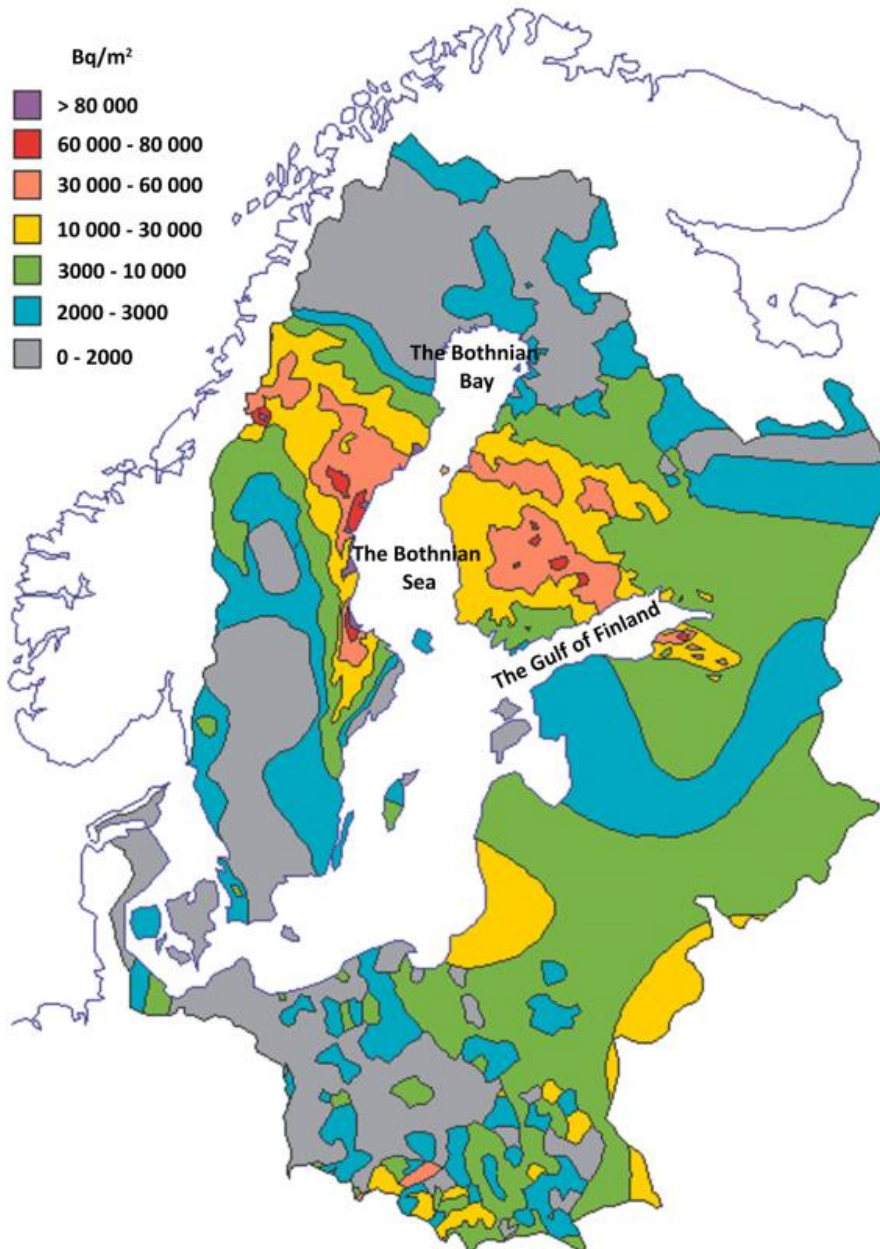
Selon, cette fois ci, un rapport de la pollution marine de la mer Bothnian en Césium 137 (Marine Pollution Bulletin 172) la sédimentation est prépondérante en ce qui concerne la contamination liée au césium 137 puisqu'elle est très rapide par rapport aux échanges d'eau entre la mer Baltique et l'océan Atlantique nord, ce qui justifie en partie de la forte concentration de césium 137, aux endroits où le nuage est passé et les très faibles concentrations là où la fumée radioactive n'est pas passée.

Les prélèvements ont été effectués par carottage et ont ensuite été étudiés en laboratoire. L'étude a nécessité 56 points de prélèvements dans toute l'étendue d'eau, à des profondeurs variables (de 4 à 230cm, mais en majorité aux alentours de 10cm de profondeur). Ces points étaient ciblés sur des zones estimées à forte contamination de Cs137. Certains sites ont des concentrations allant jusqu'à 7600 Bq/kg au maximum et 1200 Bq/kg en moyenne.



Carte 8 - Concentrations Maximales de Cs137 en fonction des zones de prélèvement (Mer Baltique) en Bq/kg - HELCOM, BSHC

Ces prélèvements ont permis de construire une carte des contaminations estimée sur le continent autour de la mer Baltique.



Carte 9 - Dépôts de Césium 137, sur la surface de drainage dans la mer Baltique - HELCOM (2007)

Effets des contaminations sur l'environnement

Les particules retombées au sol par action de la gravité ou aidées par la pluie vont avoir une interaction particulière avec les végétaux, la terre, les plans d'eau et les animaux sauvages, ce qui va conduire à une pollution alimentaire conséquente difficilement gérable en comparaison avec la pollution des sols. Seul le Cs137 a conduit à une contamination durable des territoires. Environ 150 000 km² de territoire ont reçu 60% de la radioactivité totale rejetée (Ukraine, Biélorussie et la Russie). Dans ces endroits les contaminations ont largement dépassé les 40 000 Bq/m². On peut distinguer 2 types de dépôt :

- Le dépôt sec qui a l'avantage de rester dans la zone où il est tombé mais très sensible au vent s'il n'est pas encore intégré (Dépôt plus homogène)
- Le dépôt humide qui pose plus de problèmes par rapport au ruissellement (Dépôt hétérogène et très localisé donc très dangereux par endroit)

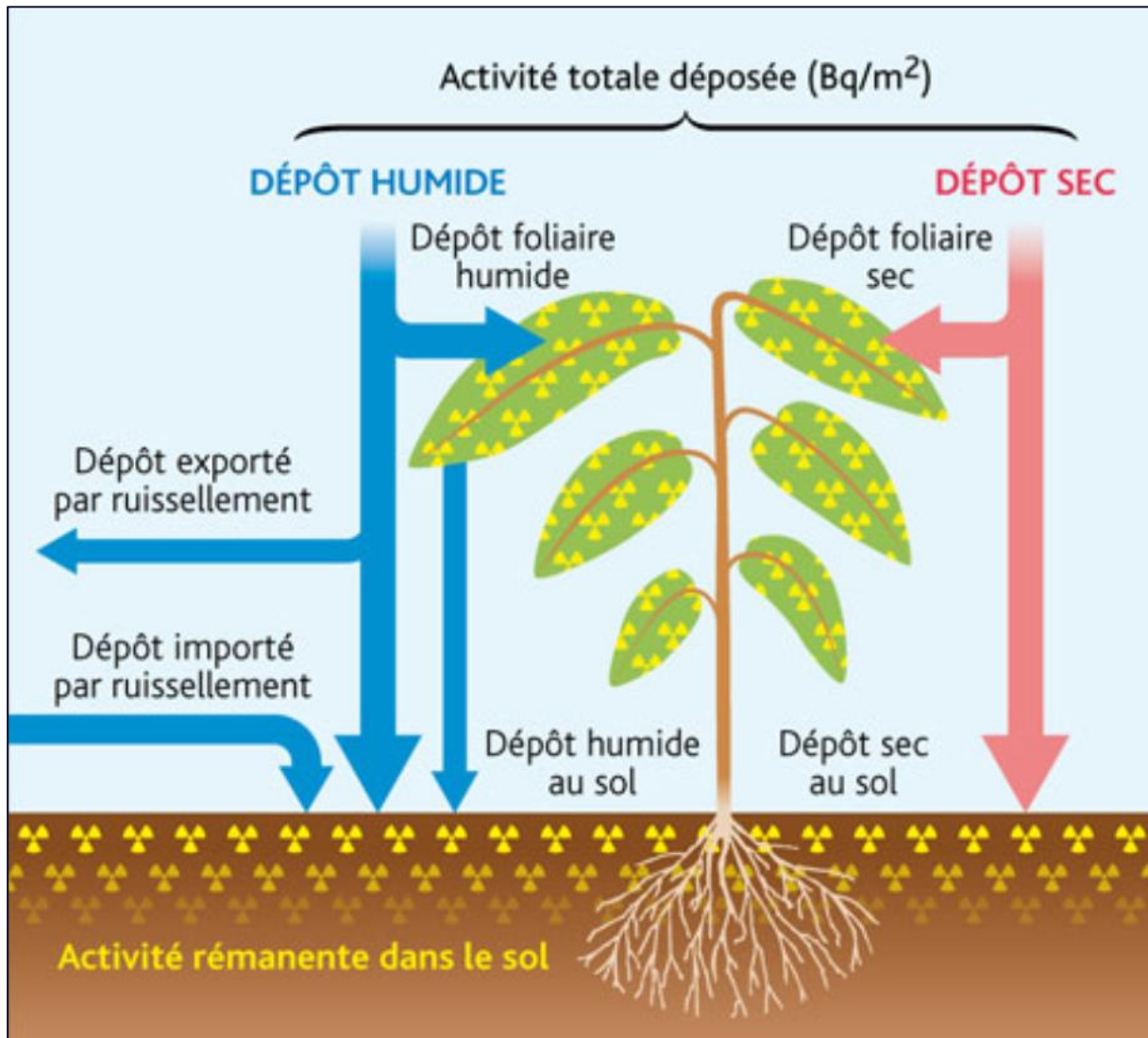


Figure 3 - Schéma illustrant les retombées atmosphériques sèches et humides et leur répartition entre le couvert végétal et le sol – INRS

Les végétaux sont les premiers concernés par la pollution radioactive, ils sont contaminés par interception des feuilles des radioéléments en suspension (particules dans l'air = aérosols), on appelle ce phénomène le « dépôt foliaire ». En avril, lors de l'accident, les légumes les plus touchés étaient les légumes à feuilles :

- Salades
- Epinards
- Poireaux

Tous les animaux herbivores et les animaux ayant pour proies ces derniers ont été évidemment impactés par cette contamination et ont subi une vague de liquidation peu après la catastrophe pour éviter la dissémination de la contamination notamment par l'alimentation des hommes !

L'iode étant l'élément le plus rejeté lors de l'incendie, on a pu constater un pic immédiatement après le dépôt mais une nette diminution au bout de trois mois (Durée de demi-vie de l'Iode 131 = 8 Jours). En effet au bout de trois mois, le taux de radioactivité lié à la présence de l'iode a chuté de 99,98% en prenant en compte la décroissance de cet élément et en sachant que 12 périodes se sont écoulées en trois mois.

Le césium 137 s'est quant à lui fixé majoritairement sur les argiles du sol et a contribué à une stagnation de la contamination des plantes par transfert via les racines (Moins efficace que l'interception par les feuilles) C'est l'élément qui a posé le plus de problème en termes de gestion de l'alimentation et ce sur toute l'Europe puisque contrairement au plutonium et au strontium il s'est largement répandu hors de la zone d'exclusion.

Productions Agricoles

Les observations ont montré que la contamination radioactive s'est fixée dans les territoires les plus touchés à une profondeur comprise entre 10 et 20 centimètres. La contamination dépend surtout des pratiques agricoles, de la nature des sols et des caractéristiques de dépôts (vus précédemment). Des concentrations de 1000 à 10000 Bq/kg dans le lait de vache, de 1000 à 5000 Bq/kg de viande et de 1000 à 2500 Bq/kg pour le chou ont été constatées en 1990 dans la région de Gomel en Biélorussie (Césium 137). Cette contamination a subi une baisse de 5% par an depuis les années 1990. Enfin cette dernière est plus marquée dans les denrées animales que végétales. A titre de comparaison, la concentration maximale retenue dans les denrées alimentaires françaises en 1986 a été de 2700 Bq/kg (Salade-Iode 131) et 600 Bq/kg (Salade Césium 137)

Forêts

Au même titre que les végétaux de petites tailles, les arbres interceptent la contamination par leur feuillage, une fois que celui-ci tombe il contamine la litière et les sols, ce qui crée un stock conséquent de césium 137 qui contamine les forêts. Les substances radioactives sont donc recyclées plus aisément sur les surfaces forestières, la contamination est donc pérenne et sa diminution dans ces milieux n'est observée que par la décroissance physique du césium (Durée de demi-vie de 35 ans). Les parties les plus contaminées dans les forêts sont les racines, les feuillages, la litières, les champignons, les baies et par conséquent le gibier (20000 Bq/kg).

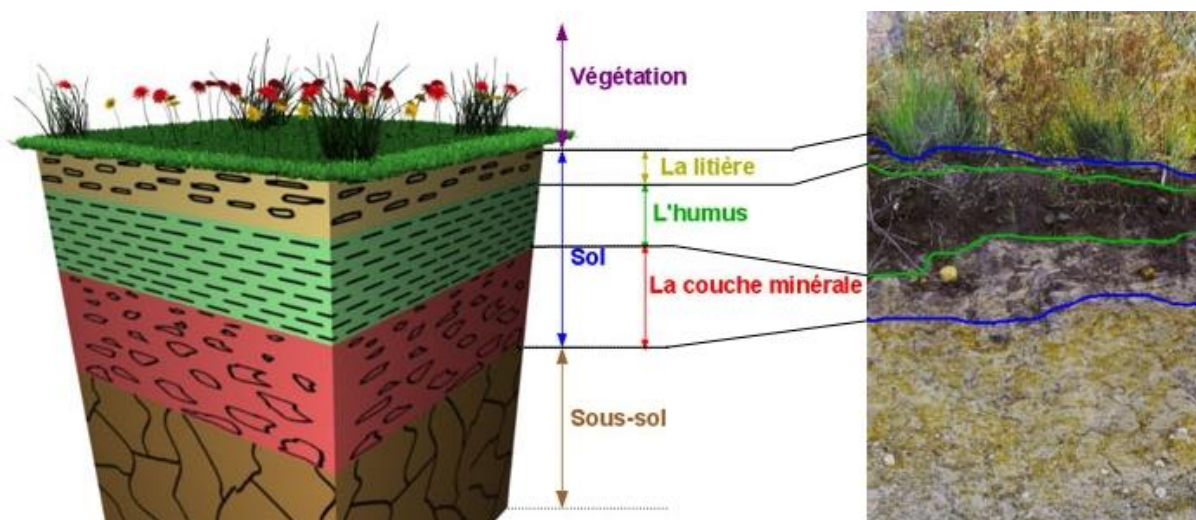


Figure 4 - Schéma de la stratification des sols - Académie de Bordeaux

Une forêt a retenu notre attention en ce qui concerne son aspect qui est dû à une très forte contamination et irradiation, c'est la « Forêt Rousse » (Red Forest). Comme son nom l'indique, cette forêt a été exposé à des rayonnements et à une très forte dose d'irradiation (> 13 Gy estimé en moyenne), ce qui a causé la mort d'une grande partie de ses pins.



Figure 5 - Forêt rousse aux abords de la centrale – Domaine Public

Le jaunissement des aiguilles s'est observé en mai 1986 après 2 semaines de rejet continu. Le débit de dose estimée à cette période est de 4 à 7 mGy/h contre 30 μ Gy/h aujourd'hui. La majorité de cette dose est due à la contamination et à l'irradiation Béta.

Eaux des rivières

Pour ce qui est des environs immédiats de la centrale nous trouvons les cours d'eau de Pripiat et du Dniepr, qui servaient de ressources en eau potables des principales villes d'Ukraine, notamment Kiev la capitale.



Carte 10 - Carte de l'Ukraine avec les cours d'eau qui passent par Tchernobyl (Pripiat et Dniepr) - Domaine public

Evidemment pour protéger les populations, l'équivalent du ministère de la santé en Ukraine (URSS) a mis en place des digues, des restrictions d'usages de l'eau contaminée et un réapprovisionnement en eaux non contaminée. Les nappes phréatiques ont été peu touchées après l'accident (Sauf à proximité de la centrale) et le maximum de la contamination s'est observé en 1986 à une concentration de 30 Bq/L d'eau.

Conclusion

Après avoir vu l'impact environnemental de l'accident de Tchernobyl, en se concentrant sur les contaminations de l'atmosphère, des sols et des mers nous sommes intéressés aux effets de ses dernières. Bien que l'impact le plus important de Tchernobyl soit l'impact social de l'exode définitive de près de 300 000 personnes, il est important de comprendre que sans la gestion de cette crise par l'union soviétique et le sacrifice de milliers de héros, des conséquences encore plus désastreuses auraient pu voir le jour, comme une zone d'exclusion s'étendant jusqu'à Kiev si le Corium¹ avait rencontré l'eau des nappes phréatiques (Zone de 150 km au lieu des 30 aujourd'hui).

Il est important de préciser également que l'URSS n'a pas su apprendre de ses erreurs puisque plusieurs incidents précurseurs étaient survenus avant 1986, nous parlons ici d'un retour d'expérience, qui est resté confidentiel, sur le RBMK de Leningrad ayant des instabilités neutroniques. Le maître mot étant la production d'électricité, la culture de la sûreté était complètement absente. L'essai qui a conduit au désastre que l'on connaît aujourd'hui s'était déroulé sans succès 3 fois avant le 26 avril 1986, il s'agissait donc du quatrième test, qui a été stoppé pour cause de production d'électricité. Cet arrêt a très certainement été le précurseur de l'accident mais l'orgueil du chef de salle du RBMK-4 a été déterminant dans cet événement !

Dans cette synthèse nous avons vu l'impact sur le monde agricole de rejets radioactifs d'Iode 131 et de Césium 137 en majorité sur le territoire de la Biélorussie mais également en Ukraine. Après 36 ans d'anniversaire très récemment, le problème de la contamination est toujours présent. Les forêts sont les milieux les plus favorables à cette pollution puisqu'elles l'emmagasine, la recycle, la bioaccumule et par ces principes purement biologiques elles ont toujours des taux de radioactivité exceptionnels par rapport à d'autres milieux.

Concernant les feux de forêts de 2020, on sait aujourd'hui que la forêt rousse fût touchée mais qu'il n'y a pas eu, ou que des traces de contamination de Césium dans les fumées qui ont traversé l'Europe (Selon la CRIIRAD²). Des feux ont également fait rage en 2010 à proximité de la centrale mais aucun impact radiologique n'a été constaté ! Enfin pour ce qui est de la guerre, aucune élévation anormale de radioactivité en lien avec la situation en Ukraine n'a été observée dans ses pays frontaliers (Selon l'IRSN³ et l'AIEA⁴) et ce malgré le passage d'engins de guerre lourds pouvant provoquer la remise en suspension de radioéléments.

¹ Combustible en fusion sous forme de pattes d'éléphant

² Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité

³ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

⁴ Agence Internationale de l'Energie Atomique

Bibliographie

A.T. Kotilainen, M.M. Kotilainen, V.-P. Vartti, K.-L. Hutri, J.J. Virtasalo. 2021. *Chernobyl still with us: ¹³⁷Caesium activity contents in seabed sediments from the Gulf of Bothnia, northern Baltic Sea.* Marine Pollution Bulletin. s.l. : ELSEVIER, 2021. p. 13p. Marine Pollution Bulletin 172 (2021) 112924.

D. Holiaka, *, S. Fesenko, V. Kashparov, V. Protsak, S. Levchuk, M. Holiaka. 2020. *Effects of radiation on radial growth of Scots pine in areas highly affected by the Chernobyl accident.* Journal Of Environnemental Radioactivity. s.l. : ELSEVIER, 2020. p. 13p. Journal of Environmental Radioactivity 222 (2020) 106320.

Hébriard-Dubreuil, G. 20 Février 1997. *Conditions de vie dans les territoires contaminés Biélorussie 8 ans après l'accident de Tchernobyl.* s.l. : EDP Science, 20 Février 1997. p. 209 à 228.

IRSN. 2016. *Les conséquences de Tchernobyl pour l'homme et l'environnement.* 31p : IRSN, 2016.

IRSN. 2016. *Tchernobyl 30 ans après.* 2016.

Pavel Povinec, Scott Fowler, Mudoch Baxter. 1996. *Tchernobyl et l'environnement marin : Impact radiologique dans son contexte.* s.l. : AIEA, 1996. p. 5p, Bulletin.

PH. RENAUD', D. LOUVAT. 2 Juin 2003. *Les retombées de l'accident de Tchernobyl et enseignements pour la gestion de crise.* s.l. : EDP Science, 2 Juin 2003. p. p529 à 542, Article.

UNSCEAR. 1er Avril 2016. *Comparaison entre les principales caractéristiques des conséquences du rapport de l'UNSCEARi publié en 2021).* s.l. : IRSN, 1er Avril 2016. p. 7p, Compte Rendu.

