**QUI SE CACHE DANS LA FORÊT DERRIÈRE L’ARBRE “CÉSIUM“ ? Un exemple : le CERIUM 144.**Janvier 2017. par le Dr A.BEHAR

Il existe une montagne de publications scientifiques et autres sur le radionucléide “CÉSIUM 137”. Il n’est pourtant qu’un parmi les centaines d’isotopes produits, et pas le plus toxique, lors d’une explosion atomique ou dans les rejets des centrales nucléaires. De fait, tout se passe comme si le césium 137 n’est ***“ qu’un arbre qui cache la forêt“.***

Les raisons pragmatiques ne manquent pas eu égard à sa très facile détection avec son émission gamma de 662 KeV, sa demi vie idéale de 30 ans, ce qui laisse le temps de le trouver, son extraordinaire mobilité dans le sol et l’eau et son incorporation remarquable dans les végétaux comme les champignons. Il a donc tout pour plaire d’où son éligibilité comme témoin de la radio contamination. Mais pour nous médecins cela ne nous satisfait pas car il n’est pas aussi abondant que le strontium 90 bien plus dangereux avec sa fixation longue sur les os, et surtout il éclipse les centaines de radiotoxiques autrement plus redoutables (comme le plutonium, l’américium, etc.).



Il y a cependant quelques vedettes dans la forêt comme l’IODE 131 (pourquoi lui et pas les autres isotopes de l’iode tout aussi toxiques ?), Le tritium, tout de même le plutonium et, malgré ses difficultés de détection, le strontium 90. Rappelons ici que la soudaine augmentation des ostéosarcomes à NEW YORK corrélée avec des retombées de strontium radioactif 6 fois plus élevé qu’en Argentine, est la raison première de l’abandon des essais nucléaires atmosphériques.

Et les autres, tous les autres ? Les petits, les sans grades, les mal vus par la communauté scientifique ? Ils restent à la portion congrue, et pourtant dans une approche multifactorielle de la radio-toxicité globale, ils sont pour les humains d’une importance décisive.

Parmi ceux ci, nous vous proposons de sortir de l’anonymat l’un d’entre eux, un métal de la famille des terres rares, ***LE CÉRIUM 144.***



schéma désintégration Ce 144

Il a eu ses heures de gloire lors des accidents de Mayak, de WINSCALE et de TCHERNOBYL avec une abondance remarquée, puis il est retombé dans l’oubli. Voici les raisons de notre choix :

-       Dans les trop rares cas de recherche des radionucléides dans les urines des vétérans français des essais nucléaires radio contaminés, on a retrouvé du cérium 144 en quantité significative.

-       De 1945 à 1962, les essais nucléaires dans l’atmosphère ont libéré 2,2 10 puissance 19 de Cérium 144 dans l’environnement.

-       Les centrales nucléaires rejettent par an 3 millions de Becquerel de cérium 144 par mégawatt



-       Autour de la Hague, centre de retraitement des déchets radioactifs près de Cherbourg, le cérium 144 représente 12% des rejets d’émetteurs béta globaux. Mais qui s’en souci ? Même l’ACRO, qui suit minutieusement les rejets de LA HAGUE (1) mentionne parfois à coté du césium, le strontium ou le plutonium, mais jamais le cérium.

-       Surtout, les travaux récents sur sa bio distribution chez l’homme et dans un modèle animal, le rat, avec un organe cible prioritaire, différent du consensus ancien pour le foie et l’os, le poumon.

Si nous avons choisi comme exemple ce mal aimé quasi inconnu, à part un article remarquable de R. MASSE en 1997 (2), c’est qu’il est représentatif des oubliés de la radioactivité.

**Le cérium 144, c’est quoi au juste ?**

Le cérium naturel est un métal qui appartient à la famille des lanthanides appelée “terre rare”, on le trouve surtout dans les roches mères. Son numéro atomique est 58, il est formé de 4 isotopes dont un seul est radioactif de masse 142, émetteur alfa pour 11% (1)

En fait, à la différence du cérium naturel, le CÉRIUM 144 est *uniquement un produit de fission* avec une période de 285 jours (3).

Il a en commun avec les autres isotopes du cérium, sa très faible solubilité et sa capacité à s’absorber dans différents matériaux. Cela explique sa forme la plus fréquente « d’agrégats colloïdaux“ formant des particules complexes pour les vivants, mal connues jusqu’à la période récente. On connaissait simplement son affinité pour l’acide citrique, et sa grande sensibilité à l’acidité du milieu.

Parmi les cérium radioactifs, le Ce 144 , est un émetteur béta moins  pur, il émet cette particule avec une énergie propre maximale de 320 KeV, Le parcours de ces particules beta est très court, 66 cm dans l’air, 0,9 mm dans l’eau. Il est difficile à détecter. En fait on utilise l’émission d’un rayonnement gamma de son fils, le Praseodynium 144 de 694 KeV.

Ces caractéristiques physiques expliquent la difficulté de sa détection, mais il y a pire, sa mobilité et sa biodisponibilité en milieu terrestre (3) :

Dans les sols, après des retombées radioactives, une très faible fraction est extractible. de l’ordre de 5%.

Dans les végétaux, les teneurs en Cérium sont très faibles, le facteur de transfert sol-plante est réduit, par exemple il est de 0,19 pour la laitue.

Pour les animaux, c’est pire par exemple, des porcs contaminés par du cérium 144 au cours d’une retombée ont eu un coefficient  d’assimilation inférieur à 0,005 (3).

Les études chez l’homme sont restés longtemps très difficiles que ce soit sous la forme métallique ou oxydée du cérium. La toxicité chimique a longtemps été estimée faible, la radiotoxicité par la voie digestive quasi inexistante.

Très tôt, on a pris en compte la radio contamination par la voie aérienne, et on s’est interrogé sur les conséquences pulmonaires. Mais, les organes de séquestration sont restés le foie et les os, avec une donnée expérimentale embarrassante : l’injection intra musculaire d’hydroxyde de cérium 144 avec une activité de 1,2 Méga Becquerel (ce qui est une activité plutôt faible), entraine la formation d’ostéosarcome à un taux élevé (4).

Jusqu’à la période récente, faute d’arguments suffisants, la possibilité de développer une maladie radio induite s’établissait sous le seuil de 5 Gray (on est loin des quelques milli sievert nécessaires pour les leucémies aigues) (2).

**Du nouveau dans la toxicité du cérium.**

[](http://amfpgn.org/site/wp-content/uploads/2017/01/fig3_KL_sourceOD1.png)

La première étape est du domaine chimique, pour l’oxyde de cérium non radioactif, il s’agit de nanoparticules d’oxyde de cérium inhalé à partir des gaz du DIÉSEL par des humains, qui a conduit a des recherches sur modèle animal -, des rats “*sprague Dawley*“ en l’occurrence (5). Sous forme de nano particules, la bio distribution  est majoritairement liée à la captation par les cellules phagocytaires du poumon, seuls, 4% va diffuser vers les organes extra pulmonaires avec une clairance très basse vers les autres organes et vers l’élimination par les fèces et un peu par les urines. Les auteurs constatent des inflammations du tissu pulmonaire lié à ce transit en lien avec les cellules phagocytaires. Il y aurait donc une toxicité chimique directe pour la porte d’entrée respiratoire négligée jusqu’à ce jour.

Par ailleurs, il faut signaler l’effet bénéfique sur le stress oxydatif avec neutralisation des radicaux libres des nanoparticules d’oxyde de cérium, d’où l’idée d’utiliser celles- ci comme “tumeur thérapie“ du cancer du poumon par effet protecteur sur les cellules saines ! (6)

La deuxième étape concerne la radio toxicité de l’oxyde de cérium 141(un isotope émetteur beta moins avec une période plus courte : 28 jours) sous forme de nano particules. Nagarjun *et al* ont eu l’idée de comparer les effets de l’oxyde de cérium 141 avec des nanoparticules de silice englobant le même isotope. (7). Le changement de forme de particules dans la porte d’entrée respiratoire induit un changement de cible dans les alvéoles pulmonaires : à la différence de l’oxyde de cérium 141 la nanoparticule silicaté du même cérium 141 va être absorbée principalement par le *surfactant*, qui abaisse la tension superficielle dans les alvéoles et joue un rôle anti oedemateux dans la perméabilité alvéolaire. Cette captation particulière, même si elle entraine une sortie plus rapide du tissus pulmonaire vers les os et le foie, elle ne suit pas les mêmes voies : Les nanoparticules d’oxyde de cérium radioactives vont transiter plutôt vers les ganglions par voie lymphatique, et stagner dans ce système. Le résultat le plus tangible dans l’immédiat : un plus grand effet inflammatoire pulmonaire. Il reste à mesurer l’impact sur l’induction en particulier du cancer du poumon radio induit, mais il est trop tôt pour le savoir. Mais, dès maintenant, l’implication dans la dosimétrie de la forme nanoparticule est proclamée avec un coefficient dose-réponse pour la cellule 4,94 fois plus élevé (8). La vielle interrogation sur la granulométrie des radionucléides au moment de leur absorption par le corps humain, singulièrement par voie respiratoire, est aujourd’hui relancée.

**Conclusion**

Le cérium 144 (comme le cérium 141) est repéré depuis longtemps comme produit de fission d’origine militaire ou civile. Et pourtant, victime de sa difficile détection, de sa faible motilité et de sa toute aussi faible captation par les végétaux, il est jusqu’à ce jour négligé par la radioprotection, et toujours pas évalué par l’épidémiologie humaine !

Le cérium 144 resurgit aujourd’hui, en partie à cause de sa radio contamination de quelques vétérans des essais nucléaires, et surtout grâce aux connaissances nouvelles sur sa forme colloïdale de nano particules. Mais, s’il n’y avait pas eu les interrogations sur les nanoparticules des véhicules diésel, avec en particulier celles formées par l’oxyde de cérium froid, en serions nous là ? Il faut aussi tenir compte du retentissement de l’installation à **MAYAK (Sibérie)** du générateur  d’anti neutrino au cérium 144  (les anti neutrino sont émis obligatoirement avec l’émission beta moins)  en fonction depuis Août 2016. Il va consommer 8 kg de cérium 244 par an, de quoi ravir les rescapés de la catastrophe nucléaire militaire de 1957 ! (9)

A quand une épidémiologie sérieuse, sur l’impact sanitaire du cérium 144, pour les victimes des essais nucléaires et les populations autour de l’usine de retraitement AREVA à la Hague ?

 **BIBLIOGRAPHIE :**

1-Observatoire citoyen, focus sur la pointe de LA HAGUE, l’ACRONIQUE DU NUCLÉAIRE, 114, septembre 2016-11-05

2- MASSE R. Terres rares radioactives in P.GALLE (toxiques nucléaires), Ed MASSON np 141/153, 1997

3- COLLE C, MOURION C, fiche IRSN radionucléide, cérium 144 et environnement, 2003

4- ALLOUCHE *et al,* int.j.cancer, 26,777, 1980

5- LI D *et al,* In vivo biodistribution and physiologically based pharmacokinetic modeling of inhaled fresh and aged cérium oxide nanoparticles in rats,

Part. fibre. Toxicol, 13, 1,45, 2016.

6- YIN GAO *et al,* Cérium oxide nanoparticles in cancer, Onc. Target,.Ther.7,835/840,2014

7- CASTRANOVA V *et al,* Silica coating influences the corona and biokinetics of cérium oxide nanoparticles, Part. Fibre Tox.12 :31,2016

8- ANOOP K *et al,* Implications of in vitro dosimetry on toxicological ranking of low aspect ratio engineered nanomatérials, J. NANOTOXICOLOGY,9, 7, 2015

9- CEA IRFU, cérium antineutrino generator, 2016