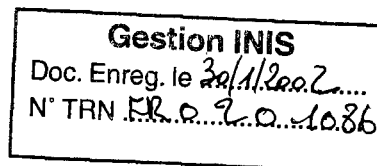




Previous: nucléaire énergie environnement



L'Uranium Appauvri

E. Huffer H. Nifenecker

février 2001

De nombreux militaires qui sont intervenus dans la Guerre du Golfe et dans les Balkans souffrent de troubles divers, tels des maux de tête, une fatigue extrême, des douleurs musculaires, des nausées, des maladies de peau. Ces manifestations ont été regroupées sous le nom de syndrome du Golfe ou des Balkans faute de pouvoir lier ces troubles à une maladie connue. Chez d'autres militaires étant intervenus dans l'un ou l'autre de ces conflits, on a diagnostiqué des leucémies. Ces deux manifestations ont été reliées entre elles et elles sont parfois, particulièrement par les médias, attribuées à une même cause, l'utilisation d'une arme nouvelle, les obus à uranium appauvri. En ce qui concerne les leucémies, avant de chercher une cause de leur développement dans la participation à la guerre, il faudrait disposer d'une comparaison de l'incidence des leucémies dans une population semblable qui n'aurait pas participé à ces guerres. Le nombre de leucémies chez les militaires ayant été engagés dans la guerre du Golfe ou dans celle des Balkans est-il anormalement élevé pour des jeunes gens dans ce groupe d'âge ? Rappelons qu'en France on compte environ 5000 nouvelles leucémies par an, soit environ 1 pour 10000 habitants, avec une incidence dépendant peu de l'âge. On voit que pour un corps expéditionnaire de 30000 hommes on s'attendrait à observer "naturellement" environ 15 leucémies se déclarant sur une période de 5 ans.

• Qu'est-ce que l'uranium appauvri ?

L'uranium appauvri contient une forte proportion de ^{238}U et moins de ^{235}U et ^{234}U que l'uranium naturel. Il est ainsi moins radioactif que l'uranium naturel, la période de ^{238}U étant plus longue que celle de ^{235}U et beaucoup plus longue que celle de ^{234}U . L'uranium appauvri est ce qui reste après l'enrichissement de l'uranium en vue de son utilisation dans des centrales nucléaires de type REP (pour lesquelles on enrichit le combustible à 3,5% de ^{235}U), ou pour la fabrication de bombes (il faut 90% de ^{235}U). L'uranium appauvri qu'utilise le département de la défense des Etats-Unis (DoD) contient moins de 0,3% de ^{235}U (spécification AEPI 1995), en général de l'ordre de 0,2%, sa radioactivité est 40% moins élevée que celle de l'uranium naturel. Ces données sont résumées dans les tableaux ci-dessous.

Table: Uranium naturel

Isotope	Période (années)	Proportion isotope (%)	Radioactivité (Bq/mg)
^{238}U	$4,5 \cdot 10^9$	99,2745	12,4
^{235}U	$7,0 \cdot 10^8$	0,7200	0,72
^{234}U	$2,5 \cdot 10^5$	0,0055	12,4
total			25,40

Table: Uranium appauvri

Isotope	Période (années)	Proportion isotope (%)	Radioactivité (Bq/mg)
^{238}U	$4,5 \cdot 10^9$	99,800	12,4

^{235}U	$7,0 \cdot 10^8$	0,2000	0,16
^{234}U	$2,5 \cdot 10^5$	0,0010	2,26
total			14,80

Cependant, il s'agit bien là d'uranium pur, ce qui n'a rien à voir avec l'uranium que l'on trouve un peu partout sur la terre où il est en faible concentration. Dans le minerai, la concentration d'uranium est de l'ordre de 0,2%. La radioactivité du minerai d'uranium est en gros cinq cents fois inférieure à celle d'un poids équivalent d'uranium appauvri. Cependant, dans le minerai, l'essentiel de la radioactivité est due aux descendants de l'uranium (radon, radium), que l'on ne trouve pas dans l'uranium des obus : la chaîne de radioactivité est coupée, il n'y a plus l'équilibre entre l'uranium et ses descendants que l'on trouve dans le minerai, les descendants ne contribuent pas encore à la radioactivité du matériau. Dans la croûte terrestre la teneur en Uranium naturel dépend largement du terrain et vaut, en moyenne, entre 3 et $4 \cdot 10^{-6}$ (cf. Encyclopédie Universalis). Il s'ensuit que dans les premiers 10 cm du sol d'un jardin de 1000 m², on trouve, en moyenne, environ 1 kg d'Uranium naturel, soit une quantité de l'ordre du poids d'Uranium dans une tête d'obus à Uranium appauvri.

● Les militaires utilisent-ils des résidus de matière irradiée ?

Deux laboratoires affirment avoir trouvé des traces de ^{236}U , l'un dans les urines de militaires exposés lors de la guerre du Golfe, l'autre dans des munitions recueillies au Kosovo. L'uranium 236 n'existe pas à l'état naturel, c'est un isotope qui est produit dans les centrales, lors d'une capture de neutron par un noyau de ^{235}U ne donnant pas lieu à une fission. La présence de ^{236}U dans les urines ou les munitions signerait ainsi l'origine de l'uranium utilisé dans les obus de la guerre du Golfe : il s'agirait de matière irradiée dans une centrale. Dans les centrales, il y a également production de ^{239}Pu ; c'est même pour produire du plutonium 239 que les militaires ont des centrales. Du fait de la présence de ^{236}U , on pourrait soupçonner la présence de ^{239}Pu . Mais en quelle quantité ? Aucun laboratoire, à notre connaissance, n'a détecté directement du Plutonium 239 dans les échantillons mesurés. Dans l'Uranium de retraitement le Plutonium ne peut se trouver qu'en faible quantité, au maximum de 0.1% de la quantité présente dans le combustible irradié puisque le but du retraitement est, précisément, de l'extraire.

Voyons de plus près de quoi il s'agit dans ces mesures de ^{236}U .

- ◇ ^{236}U dans les urines : c'est un ancien colonel de l'armée américaine, le Professeur Asslam Durakovic, qui affirme avoir détecté des traces d'uranium 236 dans les urines d'anciens combattants américains, canadiens et britanniques de la guerre du Golfe. La mesure, faite par spectrométrie de masse, aurait donné des teneurs de 0,0048%.
- ◇ ^{236}U dans les munitions : un des cinq laboratoires (Ecole Polytechnique de Zurich) à qui une commission d'experts du programme de l'ONU pour l'environnement (PNUE) a confié des munitions recueillies au Kosovo pour analyse affirme avoir détecté des traces (0,0028%) de ^{236}U dans les échantillons. La technique de mesure utilisée n'est pas précisée dans les documents que nous avons consultés.

La proportion de ^{236}U dans le combustible nucléaire à la sortie d'un réacteur à eau pressurisée (REP) est de 0,5%, 100 fois plus que ce qui aurait été trouvé dans les urines, 200 fois plus que ce qui aurait été trouvé dans les munitions. Il faudrait disposer d'un compte rendu détaillé de ces mesures pour éliminer l'erreur de mesure comme cause de ces découvertes de ^{236}U . En effet, il faut noter que, dans les mesures à spectrométrie de masse, il est très difficile d'éviter la formation d'hydrates. Or, un hydrate formé à partir du ^{235}U donnerait justement un pic à la masse du ^{236}U . De même, si on fait la mesure par spectrométrie α , il est facile de confondre les raies de ^{236}U avec les raies secondaires de ^{235}U . Leurs énergies sont si proches qu'il est impossible de les séparer. En admettant que les valeurs trouvées soient confirmées, on ne pourrait les expliquer que par un mélange accidentel d'une faible quantité, inférieure au pour cent, d'Uranium de retraitement avec de l'uranium appauvri. Dans ces conditions la concentration de ^{239}Pu ne devrait pas excéder $10 \cdot 10^{-7}$ de celle de l'Uranium, et son activité ne devrait pas dépasser 0.5% de celle de l'Uranium 238.

● Un moyen de vérifier que c'est de l'uranium appauvri

Si la présence de ^{236}U est une signature de l'origine du produit, la proportion de ^{235}U dans le matériau en est une autre. Si on se reporte aux tableaux donnant la composition de l'uranium naturel et de l'uranium appauvri, on voit que les quantités de ^{235}U sont respectivement 0,7% et 0,2%. Dans du combustible nucléaire irradié, cette proportion est supérieure à 1,1%. Des mesures de ces taux ont été faites, d'une part sur des échantillons d'urine, d'autre part sur un obus rapporté d'Irak. Dans les deux cas, la proportion de ^{235}U trouvée est de 0,2%, celle de l'uranium appauvri.

Voyons de plus près ces mesures.

◇ Uranium dans les urines [3] : Certains militaires ont été blessés par des éclats d'obus à Uranium appauvri et les ont gardés dans le corps. L'Uranium se dissout alors progressivement et maintient une concentration largement supérieure à la normale dans les fluides corporels. Les urines de 12 militaires ont été mesurées par spectrométrie de masse pour déterminer la quantité d'uranium, ainsi que la proportion d'uranium 235 dans les urines. Certains de ces militaires avaient été blessés par des éclats d'obus d'Uranium appauvri, d'autres n'avaient pas été exposés et jouaient le rôle de groupe de contrôle. Les résultats montrent deux groupes bien séparés : pour le groupe des militaires exposés, il y a un excès d'uranium important (>1000 ng/L alors que la normale est 6 à 30 ng/L), avec une proportion de 0,2% de ^{235}U , signature de l'uranium appauvri. Pour les militaires non exposés, il y avait peu d'uranium dans les urines (<50 ng/L), avec une proportion de 0,7% de ^{235}U , signature de l'uranium naturel.

Aucune mesure ne fait état d'une proportion de plus de 1% de ^{235}U qui signerait l'uranium de retraitement. Une autre série de mesures fait état d'une forte augmentation de la quantité d'uranium dans les urines chez des militaires porteurs d'éclats d'obus à l'uranium appauvri, même plusieurs années après leur blessure[4]. Ainsi, la mesure d'uranium dans les urines est un bon détecteur de contamination à l'uranium appauvri.

◇ Composition d'un obus : un obus rapporté de Bosnie a été mesuré par spectrométrie gamma à l'ISN (Institut des Sciences Nucléaires) à Grenoble. Cette méthode de mesure ne permet pas de détecter la présence éventuelle de ^{236}U mais elle a permis de quantifier la proportion de ^{235}U dans l'obus. Il y en a 0,2%, ce qui est typique de l'uranium appauvri.

Photo de l'obus mesuré à l'ISN de Grenoble



• Quelle importance ?

L'importance n'est que symbolique. Du point de vue de la radioactivité, les quantités de ^{236}U affichées ne changent pratiquement rien. La période de ^{236}U est 30 fois plus courte que celle de ^{235}U . On peut calculer la radioactivité additionnelle due à la présence de ^{236}U en faisant le rapport des périodes et corrigeant pour les proportions. On trouve :

- ◇ Proportion $^{236}\text{U} = 0,0028\%$: le supplément de radioactivité est 0,074 Bq/mg
- ◇ Proportion $^{236}\text{U} = 0,0048\%$: le supplément de radioactivité est 0,12 Bq/mg

Ces valeurs sont à comparer aux 14,8 Bq/mg de l'uranium appauvri, tous isotopes confondus. On voit que les traces de

^{236}U dont il s'agit, en supposant qu'elles soient réelles, n'ont pas d'incidence sur la radioactivité des obus.

On comprend mal pourquoi les médias se sont tant intéressés à cette question des traces de ^{236}U , si ce n'est pour faire sensation, en comptant bien que personne ne ferait le calcul !

● Pourquoi les militaires utilisent-ils de l'uranium appauvri ?

L'uranium appauvri est utilisé par les militaires pour ses propriétés mécaniques et chimiques, pas pour ses propriétés radioactives. Ce métal est bon marché (il est un résidu de l'enrichissement de l'uranium destiné aux centrales nucléaires ou à l'armement nucléaire) et il est lourd (1,7 fois plus dense que le plomb). Les militaires l'utilisent pour faire des blindages et comme revêtement des obus anti-chars car on lui a trouvé d'excellents pouvoirs de pénétration des blindages. L'uranium, quelque soit sa composition isotopique, est très actif vis-à-vis de l'oxygène. Exposé à l'air, il se recouvre d'une couche d'oxyde. Lorsqu'il est en copeaux, il s'enflamme. Les obus anti-chars à l'uranium sont dits "cinétiques" : leur pouvoir de pénétration ne repose pas sur l'explosion. La masse élevée de l'uranium est un de leurs avantages, l'autre étant leur capacité à brûler, élevant la température suffisamment pour pénétrer les blindages. Une fois que le blindage du char a été percé, l'obus se désagrège en petits fragments formant des éclats qui détruisent les systèmes de guidage et de communication, ainsi que les membres de l'équipage [1]. Avant d'être tirés, ces obus ne représentent pas un réel danger. Certes, ils sont radioactifs, mais ils sont émetteurs de particules α dont le pouvoir de pénétration est très faible. Une majeure partie de ces particules sont arrêtées dans l'obus même, dans le métal. Les particules α sont si peu pénétrantes qu'une feuille de papier les arrête. Par contre, les fines poussières, des particules d'oxyde d'uranium, qui se dégagent après que l'obus soit tiré, et au moment de l'impact peuvent être inhalées par les personnes présentes et être assimilées dans l'organisme, elles peuvent se déposer sur la peau, elles peuvent contaminer l'eau pour être ensuite ingérées. Ces particules peuvent se propager sur des dizaines de mètres, et plus avec le vent. Elles se déposent en fines poussières, susceptibles d'être remises dans l'air au moindre courant d'air. Si ces poussières se fixaient au voisinage d'un organe sensible, il pourrait être atteint par des particules α . Mais, surtout, l'uranium est un métal toxique : il est aussi toxique que d'autres métaux lourds, tel le plomb, le mercure, l'arsenic.

Selon la force de l'impact et la nature de la cible, de 10 à 35% de l'obus se vaporise, la quantité de poussière produite est loin d'être négligeable.

● Quels risques pour la santé ?

C'est surtout par sa toxicité chimique que l'uranium est dangereux. Peut-être est-il utile de rappeler ici que les effets chimiques d'un corps sont indépendants de sa composition isotopique, ils ne dépendent que de son numéro atomique. La toxicité chimique de l'uranium est semblable à celle de l'arsenic. Cependant, comme chacun sait, l'uranium est radioactif. Il convient d'évaluer non seulement sa toxicité chimique, mais aussi sa radiotoxicité.

● Toxicité chimique de l'uranium

La dose mortelle d'uranium par ingestion est de 2 mg/Kg ce qui donne, pour un homme, environ 140 mg. Pour une telle dose, et en admettant que l'uranium reste dans le corps, on trouve que la dose engagée du fait de la radioactivité de l'uranium serait de l'ordre de 20mSv/an, égale à la dose autorisée par la CIPR pour les professionnels. On voit par là que la radiotoxicité de l'uranium est très faible devant sa toxicité chimique.

En cas d'intoxication aiguë par ingestion, on observe des vomissements, des diarrhées, une irritation du tube digestif, une faiblesse musculaire. Une néphrite aiguë se développe au bout de quelques jours, conduisant le plus souvent à la mort par urémie. A l'autopsie, on trouve l'uranium non éliminé dans le foie et dans les reins. Aucune des victimes du Golfe ou des Balkans n'ayant, semble-t-il, souffert de néphrite aiguë, on peut éliminer l'intoxication aiguë comme cause de leurs malaises. S'agirait-il d'intoxications chroniques ?

Les symptômes d'une intoxication chronique présentent des analogies avec certains des symptômes décrits pour le syndrome du Golfe : fatigue, maladresse, perte de coordination des mouvements, accidents du nerf optique pouvant conduire à la cécité, très fréquentes néphrites, avec dégénérescence du foie et des reins. Dans le cas du Golfe il ne semble pas qu'on ait observé de troubles rénaux, ce qui jette un doute sur l'attribution des autres troubles à l'uranium appauvri : on s'attendrait à observer un grand nombre de néphrites. Toutefois il semble que les militaires ayant conservé des éclats d'uranium dans le corps, qui présentent des excréctions urinaires d'uranium élevées, présentent des performances neurocognitives dégradées sans que ceci soit accompagné de signes pathologiques rénaux.

Sur la peau, le contact prolongé peut provoquer des ulcérations ou des lésions eczématiformes.

Bibliography

- 1 Sciences et Avenir - décembre 2000
- 2 Le Monde - divers numéros de janvier 2001
- 3 J.W. Ejniak et al. Armed Forces Radiobiology Research Institute, Bethesda, MD; Health Physics Society, 1999 (accessible par <http://www.miltoxproj.org/DU/science.html> - Determination of the Isotopic Composition of Uranium in Urine by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)
- 4 Frank J. Hooper et al. Baltimore Veterans Administration Medical Center, Baltimore MD; Health Physics Society, 1999 (accessible par <http://www.miltoxproj.org/DU/science.html> -Elevated Urine Uranium Excretion by Soldiers with Retained Uranium Shrapnel)
- 5 <http://www.cybersciences.com/cyber/3.0/n1247.asp> - L'uranium appauvri menace-t-il la santé humaine ?
- 6 <http://www.rand.org/publications/MR/MR1018.7/MR1018.7.html/index.html>

last update: 21 march 2001



Previous: [nucléaire énergie environnement](#)