

L'ABERRATION DU STOCKAGE À BESSINES (LIMOUSIN) DE 199 900 TONNES D'OXYDE D'URANIUM APPAUVRI U_3O_8 .

Il n'y a pas eu de véritable étude de sûreté, d'étude des dangers.

La radiotoxicité de l'uranium est systématiquement minimisée.

Bella Belbéoch

Les exposés précédents ont porté sur les munitions à uranium appauvri (UA). L'uranium, métal très dense et pyrophorique est utilisé pour ses propriétés perforantes et incendiaires*. Les flèches en uranium appauvri percent les parois des blindés, conduisant à la formation d'aérosols de fines particules d'oxydes d'uranium appauvri**, dont le sesquioxyde d'uranium U_3O_8 et le dioxyde UO_2 qui sont les oxydes les moins solubles de la série uranium-oxygène, les plus dangereux s'ils sont inhalés. Ces particules d'oxyde d'UA sont incriminées dans les cancers et autres maladies dont souffrent les vétérans et les habitants des zones bombardées.

Bruno Barillot a montré que de telles flèches à uranium appauvri sont fabriquées et testées en France. Le Dr Keith Baverstock a souligné les risques biologiques en particulier cancérigènes, liés à l'inhalation de ces particules d'oxyde d'uranium appauvri. Il peut y avoir synergie entre toxicité chimique et radiotoxicité de l'uranium, avec des effets des radiations au niveau cellulaire découverts récemment et encore mal connus.

Combien de tonnes d'UA ont été déversées par les bombardements dans les récents conflits du Golfe et des Balkans ? Les estimations varient selon la source d'information, vraisemblablement plusieurs centaines, voire quelques milliers de tonnes. Quels tonnages d'aérosols d'oxydes ont été dispersés, on ne le sait pas exactement. Cependant les médias en ont parlé.

Pour ma part je veux vous donner des informations sur l'**uranium appauvri civil** qui n'intéresse pas les médias et qui, pourtant, concerne des tonnages d'oxydes d'UA beaucoup plus importants que ceux dispersés par l'UA militaire.

En effet à Bessines, en Limousin, c'est **199 900 tonnes directement sous forme de poudres d'oxyde d'uranium U_3O_8** qui sont en cours de stockage dans des hangars. Ces poudres sont préparées dans le midi à l'usine W de Pierrelatte qui reçoit le fluorure d'uranium appauvri d'Eurodif ; à l'usine W on le « défluore » en le convertissant en oxyde U_3O_8 . Il se forme toujours un peu de dioxyde UO_2 . Les poudres sont compactées, enfermées dans des conteneurs d'environ 10 tonnes qui remontent du midi par rail sur la voie ferrée passant par Limoges pour rejoindre un embranchement qui aboutit directement au site COGEMA de Bessines [1]. Depuis l'arrivée des 6 premiers conteneurs le 12 novembre 1998 il y a eu 135 convois et **90 000 tonnes d' U_3O_8 appauvri remplissent déjà 7 hangars.**

Comment un tel « entreposage » dans de simples hangars a-t-il été autorisé ? En fait toute l'industrie de l'uranium s'est développée sans entraves par une sous-estimation systématique de la nocivité de l'uranium, considéré certes comme un toxique chimique, mais comme étant peu radiotoxique. C'est pourquoi, dans une deuxième partie, je terminerai par deux exemples d'études épidémiologiques montrant cette sous-estimation du risque.

I - L'INSTALLATION COGEMA D'OXYDE D'URANIUM APPAUVRI DE BESSINES

L'installation COGEMA de Bessines n'est pas une installation nucléaire de base (INB) mais une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

COGEMA avait demandé au départ l'entreposage de 265 000 tonnes d'oxyde U_3O_8 soit 224 720 tonnes d'uranium appauvri correspondant d'après les calculs COGEMA à 96 630 curies, en dessous des 100 000 curies qui aurait fait basculer l'installation en installation nucléaire de base (INB). Cet entreposage était d'abord prévu à Miramas mais c'est Bessines qui en a hérité.

L'enquête publique a donné lieu à une « première » en France, car, le 23 mars 1995 la commission d'enquête a émis un **avis défavorable à l'unanimité en soulignant l'absence d'analyse des dangers de l'installation dans le dossier fourni par Cogéma.** (Roger Belbéoch avait remis un dossier pour cette enquête publique).

Le résultat de l'avis défavorable n'a pas empêché le préfet de donner le feu vert à COGEMA le 20 décembre 1995, l'autorisant à entreposer **199 900 tonnes d'oxyde d'uranium appauvri** de poudre U_3O_8 correspondant à **169 515 tonnes d'uranium appauvri.** Le seul point acquis c'est cette diminution de 265 000 à 199 900 tonnes due au fait que la demande COGEMA s'appuyait sur la

composition isotopique moyenne en U du fluorure d'uranium entrant à l'usine W de Pierrelatte alors que l'administration a préféré être cohérente avec l'autorisation qu'elle avait donnée auparavant à cette même usine, basée sur la composition isotopique maximale de l'uranium susceptible d'entrer à l'usine W. C'est ce qui a fait baisser le tonnage **sans baisser l'activité totale** calculée par COGEMA et l'installation est donc une ICPE. Ce point est favorable à la COGEMA car on peut penser, peut-être à tort, que les études de sûreté sont moins strictes que pour une INB où elles dépendent directement de l'autorité de sûreté nucléaire.

Le site de Bessines était très pollué par les activités minières antérieures et Cogéma avait promis de le remettre en état, sans impact résiduel avant la nouvelle installation. Or tout a été très vite puisque avec la « remise en état » du site, avec les nouveaux aménagements à effectuer et la construction des hangars etc. les convois de conteneurs en provenance de Pierrelatte ont commencé dès novembre 1998. On en arrive à 2002 :

Le préfet prend un arrêté modificatif incohérent le 23 décembre 2002.

Cet arrêté (DRCLE N°2002-550) vise la mise en conformité avec la nouvelle législation introduisant pour les personnes du public une limite annuelle de 1 mSv (au lieu de 5 mSv). Cependant il comporte un article très bizarre pour le scénario permettant le calcul des doses. En effet il est dit, dans le « Nouvel Article 5-11 :

(...) Un scénario réaliste d'exposition des personnes qui doit être conforme à la méthode d'évaluation de l'impact des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium élaboré par l'IPSN (rapport DPRE/SERGD 01-53 de novembre 2001) » [2] [c'est moi qui souligne].

Le Préfet appuie sa décision sur les rapports et avis du 29 octobre 2002 de la DRIRE (Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement) et l'avis du Conseil départemental de l'Hygiène (CDH) du 19 novembre 2002.

Voilà qui est à peine croyable : à la DRIRE et au CDH ne sait-on pas que dans les résidus de traitement d'uranium il y a tous les descendants des chaînes des têtes de séries U238 et U235 jusqu'aux plombs en passant par les radiums et radons mais que dans les résidus il ne doit pas rester grand chose de l'uranium de départ puisqu'on l'en a extrait dans l'usine SIMO qui traitait le minerai ? **Ce scénario ne correspond en rien à l'installation d'entreposage d'oxyde d'uranium appauvri de Bessines, il correspond au contrôle des activités antérieures de COGEMA sur le site minier de Bessines.**

C'est incompréhensible. Est-ce de l'incompétence ? Est-ce parce qu'il faudrait continuer à surveiller le site étant donné que, d'après le rapport de l'Inspecteur des Installations classées de la DRIRE communiqué au CDH le 19 novembre 2002, une analyse a montré en 2000 une augmentation de radium et d'uranium dans des mâts de végétaux ? [3]. Il ne semble pas que la DRIRE ait été très contraignante à propos du réaménagement du site par COGEMA car il ne peut pas y avoir de radium et il ne peut pas y avoir d'uranium sans un épandage accidentel hors d'un conteneur d'oxyde d'uranium appauvri. Il est clair que la **DRIRE doit maintenir des contrôles efficaces de contamination du site.**

Qu'y a-t-il dans le stockage de Bessines ?

La Table I compare les compositions isotopiques de l'uranium naturel, (selon les données de Cogéma et d'un rapport de la *Royal Society* [4]), de l'UA de Bessines et de l'UA des armes (d'après ce même rapport de la *Royal Society*).

Table I
Composition isotopique (% en poids)

<u>Nature des isotopes</u>	<u>U naturel</u>		<u>UA Bessines</u>	<u>UA armes</u>
	Royal Society	(COGEMA)	(concentration max. usine W de Pierrelatte)	Royal Society*
U 238	99,2745	(99,2836)	99,4865	99,8
U 235	0,720	(0,711)	0,500	0,2
U 234	0,0055	(0,0054)	0,0035	0,001
U 236	0	(0)	0,010	0,0003
Activité alpha (Bq/g)	~25 300	(25 402)	21 106	~14 900

*Les auteurs [4] donnent des valeurs approchées pour la composition de UA (la teneur en U238 est arrondie à 99,8%).

- L'uranium appauvri de Bessines est moins appauvri que celui des armes. Cela se voit bien sur U235 et U234 : il y en a plus dans celui de Bessines. L'activité alpha est plus élevée.

- Dans l'UA de Bessines il y a de l'U236 ce qui prouve que par ces conteneurs a transité de l'uranium issu du retraitement.

Selon COGEMA il n'y a pas d'oxyde d'uranium appauvri destiné à Bessines qui soit élaboré à partir d'un U appauvri résidu de l'enrichissement de combustibles usés retraités mais l'usine W de Pierrelatte peut le faire pour certains clients. Cet U236 de l'UA de Bessines serait dû à des pollutions par l'intermédiaire des conteneurs. Comme l'ont fait remarquer les commissaires - enquêteurs, COGEMA admet que ces conteneurs ont déjà servi et qu'en plus ils sont sales !

Mais s'il y a de l'U236, d'autres impuretés dangereuses pourraient aussi être présentes, comme le plutonium. Nous n'avons pas obtenu d'éclaircissements à ce sujet.

- Dans le stockage, il n'y a pas que des émetteurs alpha à cause des descendants à vie courte de U238 et U235.

COGEMA ne tient compte que de l'activité alpha d'U238, U235, U234 et de celle d'U236 dans ses calculs d'activité de l'installation.

Quand il vient d'être préparé, l'uranium U, (qu'il soit naturel, enrichi ou appauvri, sous la forme de sulfure, d'oxyde ou de n'importe quel composé chimique) comprend effectivement 3 isotopes U238, U234, U235. Mais très rapidement, issus de U238, apparaissent le Thorium 234 (Th234) et le Protactinium 234m (Pa234m) qui sont émetteurs bêta, gamma. Au bout de quelque temps Th234, de période 24 jours, est en quasi équilibre avec son géniteur U238 et a la même activité. Idem pour Pa234m qui suit Th234 après 1 minute. De même Th231 est rapidement en équilibre avec son géniteur U235 et a la même activité que lui.

Dans le stockage il y a donc 7 radionucléides dont on peut calculer l'activité totale, les 6 précédents plus U236 (Table II).

Table II
Activité alpha et activité totale d'1gramme d'uranium appauvri
Comparaison entre UA Bessines et UA des armes (Royal Society*)

Nature des différents isotopes	Activité massique (Bq/g) Valeurs COGEMA	Teneur en isotopes UA Bessines (% en poids)	Activité des différents isotopes dans 1g UA Bessines (Bq)	Teneur en isotopes UA armes (% en poids)	Activité des différents isotopes dans 1g UA armes (Bq)
U234	231 190 918	0,0035	8 092	0,001	2 310
U235	79 974	0,50	400	0,20	160
U236	2 393 132	0,01	239	0,0003	7
U238	12 439	99,4865	12 375	99,8	12 420
Activité alpha (Bq/g) (U234 + U235 + U236 + U238)			21 106		14 897
Activité totale (après quelques mois) =					
	Activité alpha+		21 106		14 897
	Activité Th234+		12 375		12 420
	Activité Pa234+		12 375		12 420
	Activité Th231		400		160
Activité totale (Bq/g)			46 256		39 897

*Les auteurs [4] donnent l'activité alpha pour 1 mg d'UA. Nous l'avons multipliée par 1000 pour la comparer à celle de l'UA de Bessines. Elle est d'environ 14 900 Bq/g.

Ainsi, alors que l'activité alpha d'1gramme d'UA de Bessines est de l'ordre de 21100 Bq son activité totale est plus du double. Si bien que le tonnage de 169 515 tonnes d'UA de l'autorisation préfectorale dépasse les 100 000 curies (3700 TBq) limite au-dessus de laquelle on devrait passer en INB si on tenait compte des lois de la physique.

Or il n'en est rien. En effet :

- **La législation a créé un uranium administratif, virtuel**, qui a permis le développement du nucléaire au détriment de la radioprotection des travailleurs et de la population. Depuis 1966 les radionucléides sont classés en 4 groupes de radiotoxicité, précisés par la suite au fur et à mesure. Le groupe 1 rassemble les plus radiotoxiques et la radiotoxicité décroît du groupe 1 au groupe 4. L'uranium naturel -en tant qu'entité- a été classé dans le groupe 4.

Quelques remarques :

1) L'avis du Conseil d'Etat du 11 décembre 1991 indique que pour le calcul de l'activité de l'uranium on ne doit tenir compte que des têtes de série. Donc, en toute logique, seulement U238 (et pas 234 qui fait partie de la chaîne de désintégration de U238 ?), U235, et l'impureté U236. Exit les descendants à vie courte émetteurs bêta-gamma Th234, Pa234m, Th231, qui permettent pourtant de mesurer le débit de dose à la clôture du site ! Aucune loi de la physique ne permet ce tour de passe-passe...

2) L'arrêté du 11 mars 1996 [5] donne les critères de classement en INB pour les installations « destinées au stockage, au dépôt ou à l'utilisation de substances radioactives, y compris les déchets » et indique des limites pour chaque groupe de radiotoxicité, limites au-dessus desquelles l'installation devient une installation nucléaire de base INB. Dans le cas d'un stockage ou dépôt, en sources non scellées :

Groupe 1	activité totale supérieure à	37 TBq (1 000 Ci) ; [U234 est dans ce groupe]
Groupe 2		370 TBq (10 000 Ci) ; [U236]
Groupe 3		370 TBq (10 000 Ci) ; [Th234, Pa234, Th231]
Groupe 4		3 700 TBq (100 000 Ci) ; [U238, U235]

- D'après l'arrêté l'uranium appauvri ne doit pas être considéré comme un mélange de radioéléments mais comme un radionucléide unique, appartenant au groupe 4, le moins radiotoxique. En somme U234 tout seul est très radiotoxique comme le montre son activité spécifique (Table II) mais s'il est avec U238 et U235 il devient peu radiotoxique. Ainsi une installation de stockage ou d'entreposage d'U234 seul serait une INB si son activité totale dépassait la limite de 37 TBq ou 1000 Curies. Cela représente 160 kg d'U234. Or dans le stockage de Bessines il y en aura près de 6 tonnes au stade final de l'installation. Cela dépasse largement le critère INB ! Encore une incohérence et une étrange cuisine administrative que de fabriquer un radionucléide virtuel unique « U appauvri » qui s'est « détoxiqué » de sa radiotoxicité.

- Si l'on fait le calcul de l'activité d'un mélange de 7 radionucléides avec les critères de classement dans les 4 groupes en tenant compte des limites d'activité requises pour chaque classe de radiotoxicité le tonnage du stockage pour passer en INB serait de 4 057 tonnes d'oxyde U₃O₈ au lieu des 199 900 tonnes. On conçoit que la législation ne puisse admettre un tel raisonnement qui pénaliserait trop l'industrie. L'incohérence scientifique de la législation, acceptée par les ministères des gouvernements de droite ou de gauche est déterminée par les nécessités de l'industrie nucléaire indépendamment des problèmes de radioprotection.

D'après l'arrêté de 1996 l'installation actuelle de 199 900 tonnes d'U₃O₈ aurait dû être une INB.

Dans son dossier intitulé « *Calcul des activités massique et totale du produit à entreposer : non prise en compte des descendants à vie courte de l'uranium 238 et de l'uranium 235. Classement de l'installation* » adressé par COGEMA aux avocats de l'association ADEPAL [6], basé sur la demande initiale de 265 000 tonnes d'U₃O₈ à entreposer, COGEMA indique : « *Enfin et à l'extrême rigueur en oubliant volontairement que l'U236 n'est présent qu'à l'état de traces et intimement mélangé à l'uranium appauvri sensu stricto, on pourrait objecter à COGEMA qu'on est en présence d'un mélange de radionucléides à savoir uranium appauvri et U236* » et avec cette hypothèse le calcul de l'activité totale est fait comme étant celui d'un mélange « Uranium appauvri + l'impureté U236 » et il est démontré que ce n'est pas une INB et bien une ICPE.

Or il en va différemment avec le nouveau tonnage de 199 900 tonnes qui a, certes, diminué mais avec la concentration qui a augmenté car c'est la concentration maximale de l'oxyde de Pierrelatte.

En effet, d'après cet arrêté du 11 mars 1996 lorsque des radionucléides appartiennent à des groupes de radiotoxicité différents, l'installation est une INB si la somme des fractions obtenues en divisant l'activité des substances détenues pour chacune des rubriques par la limite correspondante est égale ou supérieure à l'unité.

L'U appauvri est du groupe 4 de radiotoxicité. Son activité par gramme indiquée Table II est de 20 867 Bq (après soustraction des 239 Bq de U236). Pour un tonnage en U de 169 515 tonnes elle est de 3 537 TBq. La fraction correspondante est obtenue en divisant 3 537 par 3 700 TBq soit 0,96.

L'U236 appartient au groupe 2 qui a pour limite 370 Bq. L'activité est de 239 Bq/gramme et l'activité totale est 40,5 TBq. La fraction correspondante est 40,5 divisé par 370 soit 0,11.

La fraction totale est donc 0,96+0,11=1,07 supérieure à 1

Ainsi avec les critères acceptés par COGEMA l'installation actuelle de Bessines aurait dû être une INB.

Il n'y a pas eu de véritable étude de sureté

Dans le rapport que nous avons remis aux commissaires enquêteurs lors de l'enquête publique nous insistions sur le peu de sérieux du dossier qui **ignorait les risques d'accidents graves**. Ceux conduisant à la formation d'aérosols et à la dispersion hors du site ont été considérés par COGEMA comme ayant une probabilité très faible et n'ont pas été pris en compte, ni chute d'avion, ni explosion, ni actes de malveillance, ni terrorisme.

Par exemple :

Chute d'un aéronef : Dans ce paragraphe « la probabilité d'une chute d'aéronef sur les bâtiments d'entreposage est de $7,6 \cdot 10^{-8}$ accident/an soit 1 pour 13 millions d'années. **Ce risque n'est donc pas pris en compte** ».

On a l'impression que les auteurs ont pris la surface de l'installation divisée par celle de la France et qu'ils ont multiplié par le nombre d'accidents d'avion par an ! Le problème est que s'il s'agit d'une chute « volontaire » par acte terroriste l'analyse probabiliste n'a aucun sens.

Un attentat : « Les dispositifs mis en place, clôture du site industriel doublée par la clôture de l'entreposage, contrôles anti-intrusion, secours électriquement, sur cette clôture ainsi que sur les bâtiments, mettent l'entreposage hors d'atteinte. **Ce risque n'est donc pas pris en compte** ».

Surveillance du site : le dossier COGEMA indiquait « la nuit et les week-ends les hangars seront fermés à clé et le dispositif d'intrusion sera renvoyé vers le poste de surveillance commun à l'ensemble du site industriel de Bessines ».

Impact sur l'air : pour montrer que la mise sous hangars est le comble de la précaution COGEMA précise qu'il n'y a aucun impact sur l'air car l' U_3O_8 « est un produit peu volatil, qui ne contient pas de radium générateur de radon (donc sans risques) et qui n'en aurait pas non plus s'il était entreposé en tas à l'air libre [c'est moi qui souligne] : seuls seraient à craindre des envolements de poussières qui toutefois seraient très limités en raison du compactage du produit et de la densité des grains ».

Or ce produit de densité 2 à 3,7 « compact » selon COGEMA est loin d'avoir la densité théorique 8,3 d' U_3O_8 car il ne s'agit ni de monocristaux ni de frittés denses mais d'agglomérats. (La taille des cristallites n'a pas été donnée dans le dossier d'enquête publique).

COGEMA ignore les actes de malveillance sur ces « tas » à l'air et ce que deviendraient ces « envolements » en cas d'incendie...

Les photos du *Populaire du Centre* des 24 avril et 10 mai 2004 montrent à quoi ressemble « l'entreposage » avec ses hangars à peine plus sophistiqués que des hangars agricoles, une route en bordure de la clôture...

Dans le rapport final les commissaires enquêteurs disaient :

« Nier un danger ne le fait pas disparaître. Cette attitude fataliste d'un autre temps ne relève pas de la rigueur scientifique ni de la transparence, mais de la prétention à ne pas affoler inutilement les populations ignorantes ».

« (...) La véritable prévention des risques, qui restent sous la responsabilité de l'exploitant aurait dû décrire soigneusement les incidences et les mesures prises ou à prendre pour chaque éventualité même si l'occurrence est improbable. Des événements récents [le rapport date de 1995] actes terroristes isolés, actes de démesure (suicide de pilote d'avion, prise d'otages) ou de modifications subites du comportement sous l'emprise de médicaments drogue ou alcool (comportement aberrant d'un agent de sécurité dans une centrale nucléaire) tendent à montrer que le risque, même rarissime existe et qu'à ce titre la population est en droit de connaître ce que l'exploitant a prévu dans ces circonstances (...) ».

Depuis l'événement du 11 septembre 2001 il est clair que les commissaires enquêteurs se sont montrés plus lucides que l'exploitant et les autorités concernant les événements à « occurrence improbable ».

Question : et si un avion se crashait sur Bessines ?

Finalement le seul cas d'accident étudié par COGEMA était l'épandage de 230 kg d' U_3O_8 suite à l'éventration d'un conteneur par la fourche d'un chariot élévateur à l'extérieur du bâtiment causant une brèche de 10 cm sur 30 cm. La convection envisagée réduisait le « terme source » à 230 grammes, 1000 fois moins. Le calcul COGEMA indiquait qu'à la clôture la dose efficace engagée serait

négligeable, de 0,031 mSv. Mais si un avion se crashait sur un hangar avec explosion du kérosène ? Chaque hangar contient 2000 conteneurs d'une dizaine de tonnes chacun ; le terme source pourrait être de plusieurs dizaines de tonnes et pas 230 grammes ! Il y aurait syndrome d'irradiation aiguë avec intoxication rénale aiguë.

Lors de l'enquête publique nous avons signalé le risque de crash d'un avion parce que nous avons eu connaissance du dossier COGEMA de 1987 sur l'enquête de Miramas et ce risque avait été étudié par l'Institut de mécanique de Marseille pour un avion militaire (moins pénalisant qu'un gros porteur de l'aviation civile) avec émission de 10 tonnes à une hauteur de 20 mètres de grosses particules de 200 microns (comme si les agglomérats étaient conservés ce qui n'est pas réaliste et est beaucoup moins pénalisant qu'un scénario avec des particules de l'ordre du micron). Les calculs étaient faits pour des vents de 72 km/h.

Il était indiqué une concentration dans l'air à 250 m de 370 000 Bq/m³ ! L'atmosphère serait mortelle pour les travailleurs sur le site. A 550 mètres la concentration calculée était de 740 Bq /m³.

La limite de dose annuelle pour la population est désormais de 1 mSv. Rappelons que la limite de dose annuelle n'est pas une limite entre le non dangereux et le dangereux mais représente, pour la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR), la limite entre « le tolérable et l'inacceptable », qu'il n'y a pas de seuil de dose en dessous duquel le rayonnement serait inoffensif et que les effets admis jusqu'à présent sont que toute dose de rayonnement comporte un risque cancérigène et génétique.

La Table III donne les limites annuelles d'incorporation (LAI) par inhalation en fonction de l'âge qui correspondent à une dose de 1 millisievert (1 mSv).

Table III
Limites annuelles d'incorporation par inhalation d'UA
en fonction de l'âge

Classe d'âge	< 1an	1-2 ans	2-7 ans	7-12 ans	12-17 ans	>17 ans
UA Bessines	32,8 Bq (1,6 mg)	37,8 Bq (1,8 mg)	58,5 Bq (2,8 mg)	93,2 Bq (4,4 mg)	108,9 Bq (5,2 mg)	117,5 Bq (5,6 mg)

Pour atteindre cette LAI par inhalation il suffit qu'un adulte inhale 117 Bq d'UA. S'il inhale 1 m³ d'air par heure à 550 m du site avec une concentration de 740 Bq/m³ la LAI serait atteinte en moins de 10 minutes. Pour un enfant de 2 ans la LAI est de 38 Bq d'UA, ce qui correspond environ à seulement 1,8 milligramme d'U appauvri !

Dans un rapport des Nations-Unies consacré au conflit dans les Balkans [7] un air est considéré comme très empoussiéré s'il renferme 1 gramme de poussières par m³ et le scénario envisage 10% d'UA soit 100 mg d'UA par m³. En 1 heure et environ 2000 Bq inhalés la dose efficace d'un adulte serait de 18 mSv. Mais dans le cas d'un crash direct sur le stockage le cas est différent, ce serait plus de 10% d'UA...

Le scénario de l'Institut de Marseille n'impliquait *que* 10 tonnes d'oxyde à grosses particules (en réalité des agglomérats) or, avec le crash d'un Boeing qui pourrait être « délibéré », l'explosion du kérosène entraînerait la dispersion de poudres de *plusieurs* conteneurs et ainsi, même avec des vents plus faibles (10-18 km/heure) la contamination pourrait être énorme et dépasser 100 000 Bq/m³ ! On ne sait pas ce qu'il adviendrait réellement des caractéristiques physico-chimiques des poudres. Après l'incendie l'aérosol résultant pourrait être constitué de particules de l'ordre du micron, bien plus fines et d'autant plus dangereuses une fois inhalées, que celles envisagées par l'Institut de Marseille. Enfin avec la possibilité d'un tel accident il est nécessaire d'envisager la contamination durable des sols, celle des productions agricoles, des pâtures, celle de l'eau de boisson. Rien ne figure dans le dossier COGEMA à ce sujet.

Les risques potentiels d'une chute d'avion auraient dû faire partie du dossier.

II – DEUX EXEMPLES À PROPOS DES EFFETS CANCÉRIGÈNES DE L'URANIUM ET DES ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

L'uranium est radiotoxique et c'est un toxique chimique. On sait depuis longtemps qu'il nécrose les artères et qu'il attaque les reins comme la plupart des métaux lourds. Comme toxique chimique c'est l'uranium ingéré qui est à craindre. Comme cancérigène c'est principalement l'uranium inhalé mais on

dit toujours que l'uranium n'est pas très radioactif et que les cancers du poumon des mineurs sont dus au radon. Jamais les poussières d'uranium ne sont incriminées, même partiellement.

Cependant un document de l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN) concernant l'UA [8] indique que pour les études concernant les mineurs d'uranium « dans la quasi totalité de ces études, il n'y a pas eu de mesures individuelles d'exposition aux poussières d'uranium ; en conséquence, les dépôts pulmonaires de l'uranium ainsi que ses effets directs n'ont pas pu être évalués » [souligné par moi]. Cela ne veut pas dire qu'il n'y en a pas !

Il n'y a pas eu d'études épidémiologiques sur les travailleurs des usines de traitement implantées près des mines. Dans le film de Thierry Lamireau « Uranium en Limousin » [9] un médecin raconte la mort par cancer du poumon d'un ouvrier de la SIMO, l'usine de Bessines qui transformait le minerai extrait de la mine en « yellow cake » (nom donné au concentré commercialisable - du diuranate d'ammonium et U_3O_8). Quand il se mouchoit son mouchoir était jaune, comme le yellow cake...

Donnons deux exemples pour montrer comment les études épidémiologiques peuvent être biaisées.

LES RISQUES DE CANCER CHEZ LES MINEURS D'URANIUM EN FRANCE

En plus des risques habituels du travail en mines (silicose, accidents etc.) les mineurs d'uranium sont soumis dans les galeries des mines à la fois à une irradiation externe de l'ensemble du corps et à une contamination interne par les gaz et les poussières radioactifs –essentiellement les poumons mais pas seulement.

L'analyse de Roger Belbéoch des études CEA/COGEMA [10] a été publiée dans la *Gazette Nucléaire* (111/112 nov. 1991) et exposée en novembre 1993 au Colloque « Uranium et santé » organisé par la CRIIRAD Marche-Limousin. Le compte-rendu figure dans la *Gazette Nucléaire* (129/130 déc. 1993). Les références et des extraits sont donnés en Annexe I avec une mise à jour 2002 en Annexe II.

Je résume les résultats.

Les premières études publiées par CEA/COGEMA en 1984 sur les mineurs d'uranium en France sont très succinctes.

- **1988. Une étude plus importante est publiée** avec le suivi de 1946 à 1972 d'une cohorte de 1652 mineurs ayant travaillé au moins deux ans dans la mine. Le bilan de mortalité est arrêté au 31 décembre 1985.

La moyenne nationale de mortalité pour les différentes classes d'âge a été prise comme standard ce qui laisse supposer qu'il n'y a pas eu d'effet de sélection à l'embauche. Or ce n'est pas tout à fait vrai car d'après le Dr Chameaud de la COGEMA on ne prenait pas les asthmatiques, ni ceux avec des bronchites chroniques etc.

Pour les mineurs embauchés avant 1956 la mortalité par cancer du poumon était **2,77** fois la moyenne nationale. Après 1956 les conditions de travail ont quand même été améliorées puisque pour l'ensemble de la cohorte la mortalité par cancer du poumon est **2,41** fois la moyenne nationale.

- **1993. L'étude complète** publiée dans le *British Medical Journal* analyse une cohorte de 1785 mineurs comprenant 2 sous-cohortes : pour les mineurs embauchés entre 1946 et 1956 (793 mineurs) leur mortalité par cancer du poumon était **2,38** fois la mortalité nationale, ceux embauchés entre 1956 et 1972 (992 mineurs) leur mortalité par cancer du poumon était **1,84** fois la mortalité nationale et pour l'ensemble de la cohorte elle a baissé de **2,41** à **2,13** pour le même bilan arrêté au 31 décembre 1985. Signalons qu'il y a un excès significatif de mortalité par cancers autres que le poumon : estomac, larynx, cerveau. Les cancers des os et les leucémies sont en excès mais leur nombre est trop faible pour avoir une bonne certitude statistique.

- **Des bilans plus récents (1999) (2000)** sont établis au 31 décembre 1994 et l'excès de mortalité par cancer du poumon a encore diminué : la mortalité pour l'ensemble de la cohorte est 1,51 fois la valeur nationale.

On est donc passé de 2,41 à 2,13 puis à 1,51. Les publications ne font aucun commentaire à ce propos.

Comment peut s'expliquer cette baisse de la mortalité par cancer du poumon au cours des ans ?

La cohorte initiale de 1785 mineurs de fond du bilan publié en 1993 a été « étendue » et remplacée par une nouvelle cohorte de 5098 mineurs du groupe CEA/COGEMA ayant travaillé en France –et parfois en Afrique- entre 1946 et 1992 pendant **au moins 1 an, contre 2 ans auparavant.**

La durée du suivi qui était de 25,2 ans en 1985 est passée, 9 ans plus tard en 1994, à seulement 26 ans. **Cela est dû à l'addition de personnel embauché après 1972.**

L'ancienne cohorte de 1785 mineurs ne représente plus que 35% de la nouvelle cohorte. Parmi les nouveaux on compte 2349 mineurs exposés au radon et 964 mineurs sans exposition au radon (comment des mineurs d'uranium peuvent-ils ne pas être exposés au radon ?) Ils sont plus nombreux désormais que les mineurs de fond embauchés entre 1946 et 1956.

Par rapport à la cohorte initiale de 1785 mineurs, cette addition de mineurs ayant ou non été exposés au radon, pendant moins longtemps et dans des conditions de sécurité moins mauvaises, aboutit à diluer le risque des anciens mineurs de fond.

En particulier ceux embauchés entre 1946 et 1956, n'apparaissent plus désormais en tant que sous-cohorte. Le risque réel qu'ils ont couru est nié, leurs veuves auraient pu réclamer une pension pour maladie professionnelle...

Le même biais de dilution du risque cancérigène introduit par une extension de cohorte ne permet pas de déceler l'excès de mortalité par cancer d'un groupe de travailleurs sur uranium de Saclay.

LES RISQUES DE CANCER DES TRAVAILLEURS SUR URANIUM DU CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE SACLAY (CEA).

J'ai travaillé 30 ans à Saclay dont 12 ans dans le Département de Métallurgie et j'ai étudié, entre autres, l'oxydation et la structure des poudres d'oxyde d'uranium. Au sein de ce Département il y avait un Service de Technologie où plus d'une centaine de personnes travaillaient sur l'uranium métal.

Un nombre apparemment élevé de décès par cancers au cours du temps dans ce service, sans décès par d'autres causes, et en 1983 et 1984 deux décès par cancer dans le même groupe de travail parmi les ouvriers de l'atelier qui usinaient l'uranium métal c'est-à-dire le personnel le plus exposé, laissait supposer l'existence d'un risque cancérigène d'origine professionnelle. C'est le but de l'étude épidémiologique menée par François Papezyk et Roger Belbéoch sur **121 agents CEA** de sexe masculin suivis jusqu'au 31 décembre 1985 qui a fait l'objet d'un rapport en mars 1986 [11] (Annexe III) et d'une mise à jour en 1991. Les résultats ont été exposés devant le Comité Hygiène et Sécurité (CHS) de Saclay le 19 mars 1992 [12] (Annexe IV) et ce rapport a été annexé au compte-rendu officiel du CHS.

1- L'étude épidémiologique de F. Papezyk et R. Belbéoch

Les agents du Service de Technologie du Département de Métallurgie ayant travaillé sur uranium forment un ensemble homogène et relativement stable ce qui est important pour une étude épidémiologique. Le travail des personnes suivies a consisté pendant plus d'une dizaine d'années à manipuler essentiellement de l'uranium dans un service dont l'activité principale était orientée vers la mise au point d'alliages à base d'uranium. Il y a donc eu mise en place de laboratoires ou ateliers capables d'assurer l'élaboration par fusion, la transformation, les études métallurgiques, la caractérisation, la production de prototypes et de petites séries.

F. Papezyk, délégué syndical CFDT, fait partie de ce groupe de travailleurs. Il s'est appuyé sur la mémoire collective pour constituer la base de données : retrouver les postes de travail, recenser les morts, collecter les dates de naissance, d'embauche, la date de décès, la nature du décès et s'il s'agit d'un cancer ou non.

R. Belbéoch collecte les données INSEE sur la mortalité nationale ce qui permet de comparer la mortalité des travailleurs de l'ensemble du CEA avec celles de ce groupe pour les mêmes tranches d'âge. Il fait les calculs statistiques par l'utilisation de la loi binomiale.

Le problème était d'avoir des données de mortalité pouvant servir de référence. Or on ne peut pas comparer la mortalité de ce groupe à celle de la mortalité nationale à cause de l'existence connue d'un effet important « de travailleur en bonne santé » (Healthy worker effect) dû à la sélection à l'embauche sur des tests de santé. (Par exemple pour être embauché à Saclay il fallait avoir au moins 3 500 000 globules rouges). La mortalité du groupe des 121 travailleurs sur uranium du Service de Technologie a été comparée à celle de 20 000 agents CEA suivis de 1969 à 1980 pour lesquels la mortalité générale est 47% de la mortalité nationale, celle par cancer est 61% de la mortalité nationale, celle par toutes autres causes 42% de la mortalité nationale (ce qui montre une anomalie par rapport à la moyenne nationale).

Quels sont les résultats de l'étude faite en somme par des « artisans » pas par des épidémiologistes patentés ? (Annexes III et IV).

Je ne vais donner ici que les résultats concernant les décès par cancer.

Le suivi de l'étude des travailleurs de la Technologie représente 3 406 homme x an au 31 décembre 1985. Il y a 12 morts par cancer. Pour le groupe entier le risque de mortalité par cancer est de **2,55** fois la mortalité attendue par rapport à l'ensemble des agents CEA pour les mêmes tranches d'âge.

La cohorte des 121 travailleurs a été divisée en 3 sous-groupe selon la proximité du travail sur uranium. Elle est homogène car la moyenne des dates d'embauche est la même pour les 3 sous-groupes, 1956, et l'âge moyen à l'embauche, 30 ans, est identique.

Le sous-groupe I de 40 individus est constitué essentiellement des ouvriers des ateliers, ils manipulent de grandes quantités d'uranium, ce sont les plus exposés. Il y a 6 morts par cancer (pas de décès pour d'autres causes ou maladies ce qui est déjà complètement anormal).

La mortalité par cancer est **3,39** fois la mortalité attendue comparée à celle des agents CEA.

Le sous-groupe II, de 42 techniciens et ingénieurs chargés des opérations de caractère destructif ou dégradant le métal (examens métallographiques, traitements thermiques etc.) ou non destructifs (toutes les opérations de contrôle, ultra-sons, rayons X etc.). 4 morts par cancer. La mortalité par cancer est **2,62** fois la mortalité attendue.

Le sous-groupe III de 39 individus, personnel administratif, direction, techniciens et ingénieurs chargés de l'instrumentation. 2 morts par cancer. La mortalité par cancer est **1,54** fois la mortalité attendue.

Le risque cancérigène le plus probable (rapport du risque réel au risque naturel attendu) pour la mortalité par cancers (tous sites confondus) a été calculé pour le groupe entier et les 3 sous-groupes. Il est statistiquement significatif avec un taux de confiance de 95% pour le groupe dans son ensemble (2,55) et pour les 2 sous-groupes I et II les plus exposés au risque uranium, (respectivement 3,31 et 2,66). Pour le sous-groupe III (1,49) il n'est significatif qu'avec un taux de confiance de 75%.

J'insiste sur un point important, on dit toujours que l'on ne peut rien tirer de l'étude de petits groupes. Or il est vrai que seuls des risques importants pourront être mis en évidence par le suivi d'un petit groupe. Mais il est incorrect de dire *a priori* qu'une étude n'a pas de valeur pour des petites cohortes lorsque les erreurs statistiques sont correctement évaluées. Roger Belbéoch a fait les calculs en utilisant directement la loi binomiale sans passer par les approximations des cohortes à nombre élevé d'individus.

Entre temps, au 31 décembre 1988, F. Papezyk dénombrait **19** morts par cancer dont 9 pour le sous-groupe I, 7 pour le sous-groupe II, 3 pour le sous-groupe III (Annexe IV).

Il y a une suite à cette histoire. Il faut savoir que dans les centres nucléaires et partout où il y a du rayonnement le mot « cancer » est tabou et que faire admettre un cancer ou une leucémie en maladie professionnelle liée au rayonnement relève de l'exploit. De fait les travailleurs ne demandent qu'à être rassurés. Cependant quand les résultats de l'étude Belbéoch-Papezyk ont été connus dans le Service de Technologie les travailleurs ont réclamé une étude officielle du CEA.

2 - Les études officielles.

1991. Une première ébauche est publiée par l'administration du CEA, elle concerne une liste élargie à 244 travailleurs. Il y a **24 morts par cancer**. François Papezyk a accès à la liste CEA, il retrouve les 121 agents et sa base de données recoupe celle de l'administration. Au lieu de 12 morts par cancer fin 1985 et 19 fin 1988 il identifie dans la liste officielle **21 morts** par cancer en 1991 : 10 dans le sous-groupe I, 7 dans le sous-groupe II et 4 dans le sous-groupe III.

La nature des cancers est connue pour 14 décès sur 21 : 5 cancers des os, cerveau 1, poumon 1, intestin 3, prostate 1, langue 1, gorge 1, mâchoire 1.

Or les cancers des os sont importants car l'os est un lieu de rétention de l'uranium et les cancers des os sont reconnus comme maladies professionnelles liées au rayonnement. De plus les 5 cancers des os sont trouvés dans les sous-groupes I et II les plus exposés au risque uranium ce qui renforce l'hypothèse du risque professionnel. (Voir Annexe IV).

La comparaison avec sa liste montre que l'extension de la cohorte de 121 à 244 individus porte essentiellement sur des agents plus jeunes et embauchés plus tard.

1997-2000. Une Note technique de janvier 1997 [13] rend compte de l'étude plus complète du CEA et les résultats seront l'objet de communications à des colloques internationaux (Séville 1997 [14], Graz

1998 [15]) et d'un article en 2000 [16] : tous les effets liés à l'uranium mis en évidence par l'analyse « artisanale » ont disparu.

Il a suffi de « diluer » le groupe à risque des 121 agents par l'adjonction d'un nombre important de travailleurs ayant été embauchés plus jeunes, plus tard ou n'étant pas directement affectés à un travail sur uranium et aussi d'augmenter le nombre de nuisances, l'uranium n'étant qu'un des nombreux paramètres pris en compte.

La cohorte : elle comprend 307 hommes et 49 femmes qui ont été suivis jusqu'en décembre 1990. Il y a en tout **21 morts par cancer** (alors que l'ébauche de 1991 en comptabilisait 24).

Elle rassemble tous les sujets embauchés au Département de Technologie (D-Tech) entre 1950 et 1968 et ayant travaillé au moins 1 an. La durée d'exposition varie entre 1 an et 37 ans. L'âge varie entre un jeune de 16 ans et 57 ans. La cohorte est donc très hétérogène.

Les nuisances : trois types de nuisance ont été répertoriés (donc multiplication des facteurs de risque qui existent bien sûr, mais ce n'est plus une étude spécifique des travailleurs sur uranium).

1) les nuisances chimiques : **15** produits sont visés dont les solvants chlorés, le benzène, les alcools, le béryllium (mais pour le béryllium il est dit qu'il fera partie d'une prise en compte spécifique) etc...

2) l'irradiation externe

3) la manipulation de radioéléments (thorium et uranium naturel et enrichi qui ont pu entraîner une contamination interne).

L'étude suggère que le risque de cancer pourrait augmenter avec la durée du travail impliquant la manipulation de certains produits chimiques.

Désormais 240 travailleurs sont considérés officiellement comme ayant été soumis à une exposition professionnelle à l'uranium mais noyé dans l'ensemble des nuisances **le risque professionnel uranium n'est plus décelé...**

En 1991 le nombre de décès par cancer était de 24 pour une cohorte uranium de 244 personnes. Désormais il est descendu à 21 pour toute la cohorte de 356 agents du Département D.Tech.

Parmi les 21 décès par cancer il n'y a pas de cancers des os. Voilà un résultat curieux car l'administration du CEA n'a pas contesté les données exposées par Papezyk et Belbéoch au CHS de Saclay le 19 mars 1992 et les agents décédés ont été identifiés nommément...

On peut se demander si l'explication ne figure pas explicitement dès le sommaire en anglais d'une conférence faite à Séville en 1997 sur les effets des faibles doses de rayonnement : il est dit au sujet de cette étude [14] « *la petite taille de la cohorte limite les conclusions quant aux résultats observés. Mais le but, malgré le manque de puissance [statistique] de l'étude était davantage une réponse aux craintes des travailleurs, plutôt que l'estimation d'une relation dose-effet claire liée à un site particulier de cancer* » [c'est moi qui souligne].

Une relation dose-effet liée à un site particulier de cancer et avec une telle quantité de paramètres pour les nuisances, il paraît évident que ce n'est pas avec 356 individus qu'on peut la déterminer. Il est clair que « nos craintes » en tant que travailleurs, ce qu'on aurait aimé connaître, c'est le risque réel couru par les travailleurs sur uranium et pas la relation dose-effet. Et on commence à s'apercevoir que les effets de la contamination interne ont toujours été sous-estimés.

Il est regrettable que tous les personnels qui ont travaillé à Saclay dans des **groupes à risque**, que ce soit sur le métal uranium et ses alliages, sur le frittage des poudres d'oxyde d'uranium insoluble UO₂ dans des sous-sols mal ventilés, sur les carbures et oxydes d'uranium etc. après avoir travaillé dans de mauvaises conditions de radioprotection n'aient pas été répertoriés pendant que la mémoire de ces groupes existait encore et il n'y a donc jamais eu d'études appropriées.

Ceux de l'usine du Bouchet étaient des paysans, ils sont devenus des travailleurs du nucléaire. Quand l'usine a fermé en 1971 ils ont eu du mal à se faire réembaucher à Saclay parce que leur état de santé n'était pas jugé satisfaisant par le service médical. Il a fallu des années pour décontaminer l'usine mais il n'y a pas eu d'étude véritable de la santé de ces travailleurs ni de celle de leurs enfants.

Dans les centres de production de composés d'uranium les exemples ne manquent pas de travailleurs malades car la radioprotection est moins bien assurée que dans les centres de recherches. Faire admettre un cancer ou une leucémie en maladie professionnelle due au rayonnement est rarissime.

Or les travailleurs des industries à risque sont des bio-indicateurs vis-à-vis des dangers que peut courir la population.

Enfin ces études épidémiologiques où les groupes à risque sont dilués dans des ensembles moins exposés permettent de dire que les travailleurs du nucléaire sur uranium n'ont pas subi de risque cancérigène et que l'uranium n'est que faiblement radiotoxique. Traduit par les médias cela devient « l'uranium n'est pas radioactif ».