

# DES CURIES ET DES HOMMES OU LA MENACE DE L'OVERDOSE

*La radioactivité fait peur. A juste titre. Mystérieux phénomène qui ne se voit pas, qui ne se sent pas, mais qui peut tuer, elle demande à être maniée avec les plus grandes précautions. Pourtant, comme à plaisir, l'homme multiplie autour de lui les sources de radiations. Sans vraiment savoir quelle dose il peut réellement supporter.*

● Tout au long de notre vie, notre corps est "bombardé" sans relâche par des rayonnements ionisants, c'est-à-dire pas des flux de particules matérielles ou immatérielles. Certains de ces rayonnements ont une origine naturelle ; d'autres, de plus en plus nombreux, résultent des activités humaines. A première vue, les quantités de particules que nous recevons de telle ou telle provenance, peuvent paraître minimes ; mais, de même que les petits ruisseaux finissent par faire les grandes rivières, les petites doses ajoutées aux petites doses finissent par former la goutte qui fait déborder le vase. D'autant plus que les effets de ces rayonnements sont cumulatifs. En somme, pour reprendre un slogan à la mode : une dose, ça va ; plusieurs doses, bonjour les dégâts !

Le plus déroutant de cette affaire, c'est que nos sens ne nous permettent pas de percevoir ces particules : nous ne les voyons pas et nous ne les sentons pas lorsqu'elles nous frappent. De plus, personne ne sait vraiment à partir de quelle dose elles sont dangereuses pour l'organisme. La seule chose dont on soit à peu près assuré, c'est qu'elles peuvent avoir deux sortes d'effets : des effets somatiques et des effets génétiques. Dans le premier cas, c'est l'individu "bombardé" qui est directement concerné, soit immédiatement si la dose est forte, soit à retardement (risques de cancers) ; dans le second cas, c'est sa descendance



Dessin G. Jigou

qui en subit les conséquences.

Or, à une époque où le nucléaire envahit le monde, et plus particulièrement la France, où l'usage des radioéléments devient de plus en plus courant, où les rayonnements ionisants sont utilisés de propos délibéré pour le diagnostic et la thérapeutique, une sorte de loi du silence s'est instaurée sur les éventuels dangers que peut représenter pour l'homme cette multiplication des sources radioactives et des radiations énergétiques. Ignorance ? Politique de l'autruche ? Goût du secret ? Souci de ne pas inquiéter ? Quelle qu'en soit la cause, cet excès de discrétion n'est pas tolérable. Après tout, il y va de notre santé, sinon de notre vie. C'est pourquoi, non seulement nous avons voulu en savoir plus, mais nous avons décidé de tout dire.

**La première source de radioactivité**, contre laquelle nous ne pouvons rien, c'est la radioactivité terrestre. Il existe dans le sol, à plus ou moins grande profondeur, des atomes qui ne sont pas encore stabilisés. Leurs noyaux continuent de se disloquer, émettant des particules (particules alpha, particules bêta) et des photons de haute énergie (rayons gamma). Ces atomes, qui se désintègrent très lentement, ce qui explique qu'ils soient encore radioactifs aujourd'hui, appartiennent pour l'essentiel à trois familles :

- la famille du radium (avec l'uranium 238, le radium, le radon...);
- la famille de l'actinium (avec l'uranium 235, l'actinium...);
- la famille du thorium (avec le thorium 232, le thoron...)

En tout, il subsiste actuellement 51 radioéléments naturels, se rattachant pour la plupart aux trois familles ci-dessus mentionnées, les autres étant des radionucléides isolés, tel le potassium 40, qui n'engendre pas de descendants.

Ces éléments radioactifs ne sont pas présents partout avec la même concentration. Ils ont en effet subi le même sort que les roches auxquelles ils sont intégrés, remontant vers la surface au hasard des bouleversements géologiques et de l'érosion. Parfois, ils se sont accumulés dans des failles ou des pièges naturels, formant des filons ou des gisements. C'est, bien entendu, là où leur concentration est la plus forte et la plus proche de la surface que la radioactivité tellurique est la plus grande.

En moyenne, le "débit de dose" du rayonnement tellurique, c'est-à-dire la dose absorbée par toute matière soumise à ce rayonnement, est de 20 millirads (1) par an au-dessus des sols calcaires et de 150 millirads par an au-dessus des sols granitiques. A titre de comparaison, rappelons les valeurs que la Commission internationale de protection contre les radiations recommande de ne pas dépasser : 500 millirems (2) par an pour le commun des mortels et 5 000 millirems pour les personnes travaillant en milieu ionisant.

Cela dit, il existe de nombreuses régions dans le monde où le rayonnement tellurique dépasse de beaucoup les moyennes que nous venons d'indiquer. Sur la côte sud-ouest de l'Inde, par exemple,

dans l'Etat de Kerala, tout le long d'un étroit ruban de 250 km de long et de 500 m de large, la dose moyenne est de 397 millirads par an, avec des points hyperactifs allant jusqu'à 40,20 rads par an. Selon une étude menée par un scientifique indien, M. Kochupillai, la fréquence de certaines anomalies génétiques telles que la trisomie 21 (responsable du mongolisme) serait, sur toute l'étendue de cette zone, supérieure à la normale. Estimation toutefois contestée, l'échantillon de population observé étant jugé trop restreint.

Au Brésil, dans l'Etat de Minas Gerais, un territoire où abonde la monazite (minerai composé de cérium, de thorium et d'autres terres rares), on a trouvé des terrains où le rayonnement tellurique dépassait 20 rads par an. Dans un secteur où le débit de dose atteignait 28 rads, un autre chercheur, M. Takahashi, a constaté une augmentation significative des anomalies chromosomiques chez les scorpions, animaux pourtant réputés pour leur résistance aux radiations.

Ailleurs, on s'est contenté d'enregistrer les valeurs anormales sans en examiner les conséquences. On a ainsi découvert des "points chauds" aux Etats-Unis (2,20 rads au Colorado ; 26 rads en Nouvelle-Angleterre), en Suisse (1,75 rad), en Argentine (dans la province de Mendoza), en Pologne (dans les monts Sudètes). En URSS, on a même repéré un site à 80 rads, dans la toundra. **Et en France ?** Eh bien, le coq gaulois peut pousser un cocorico triomphal : nous sommes les champions toutes catégories ! Dans l'Hérault, non loin de Lodève, à quelques centaines de mètres de Saint-Martin-du-Bosc, se dresse la colline de Riviéral. Rien ne la distingue des monticules d'alentour : même garrigue recouverte de touffes odorantes de thym et de genêts, où prospèrent des chênes verts et des chênes pubescents. Pourtant à quelques mètres à peine de la départementale 144 E, se trouve l'un des sites naturels les plus radioactifs du monde, le plus radioactif peut-être : 170 rads ! Deux mille fois plus que la moyenne nationale ! Trois cent quarante fois plus que les normes admises ! Un endroit à ne pas recommander aux campeurs !...

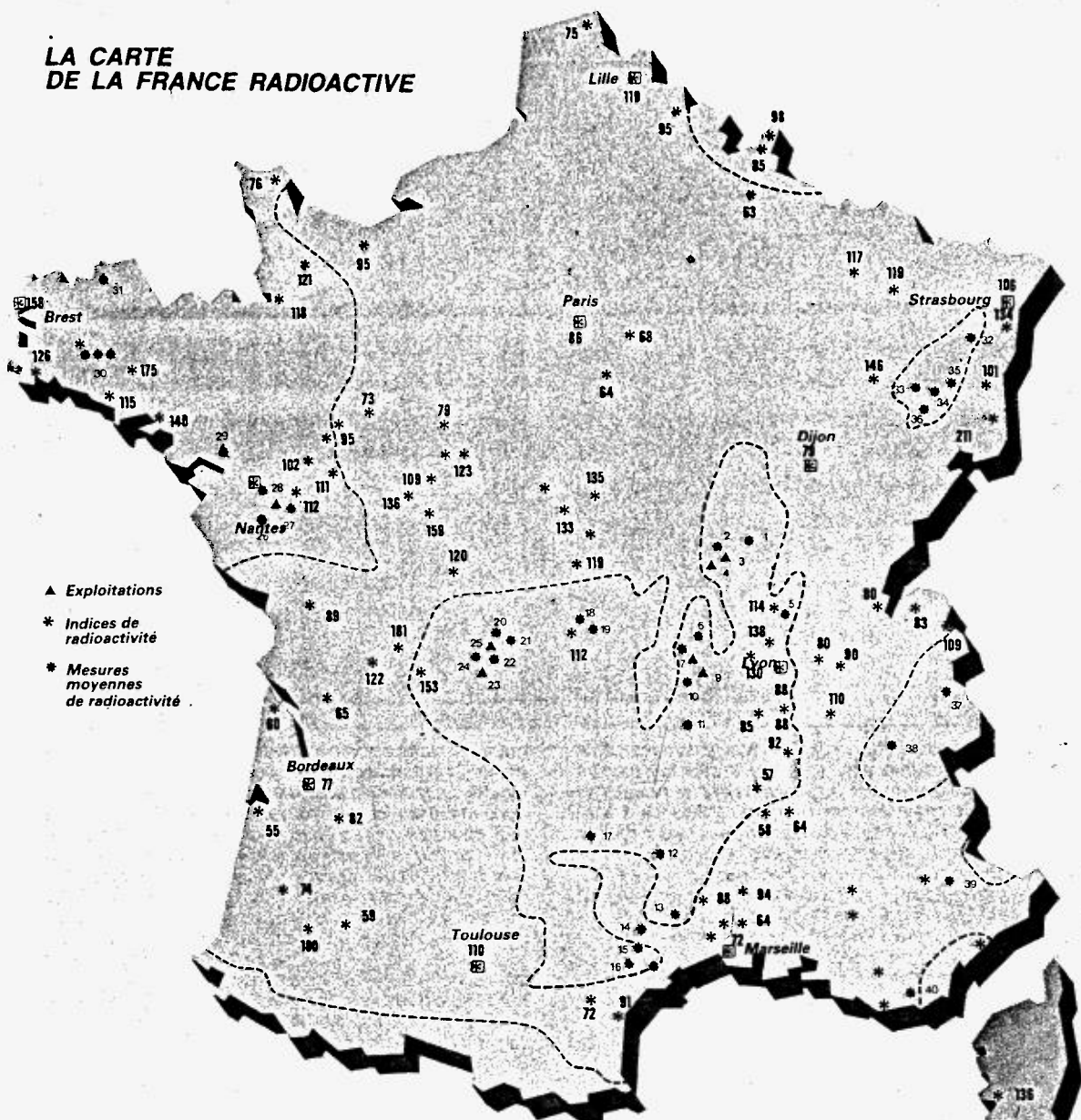
Toute la région d'ailleurs, sans atteindre ce record, affole les compteurs. Explication : la présence d'uranium dans le sous-sol. Ainsi, à Rabejac, à quelques pas de la départementale 148, les géologues-prospecteurs ont trouvé ce qu'ils appellent un "indice uranifère". Même chose à Uscas. Toujours dans ce même périmètre, se trouve une mine d'uranium gérée par la COGEMA, qui a déjà exploité d'autres gisements dans le voisinage (au Mas d'Alary, par exemple, où l'on avait cultivé de la vigne pendant des

(suite du texte p. 28)

(1) Un millirad est la millième partie du rad, unité qui sert à évaluer la quantité d'énergie absorbée sous forme de rayonnements ionisants par un corps quelconque. 1 rad équivaut à 100 ergs par gramme de matière irradiée.

(2) Le rem (sigle de *roentgen equivalent man*) mesure les doses radioactives reçues, non plus par un corps quelconque, mais par le corps humain. Sur le plan du débit de dose, le rem est équivalent au rad dans le cas des rayonnements gamma, bêta ou X.

# LA CARTE DE LA FRANCE RADIOACTIVE



1. Saint-Symphorien-de-Marmagne. 2. Les Oudots. 3. Bauzot.  
4. Grury. 5. Juliéas. 6. Arfeuilles. 7. Blancherelle. 8. Lachaux.  
9. Saint-Priest, Les Bois-Noirs. 10. Saint-Rémy-sur-Durolle.  
11. Ambert. 12. Marvejols. 13. Le Vigan. 14. Ceilhes (La Rabasse).  
15. Graissessac. 16. Colombières. 17. Entraigues. 18. Boussac.  
19. Montebas. 20. Varnac. 21. Malauzat. 22. Razes-Chanteloube.

23. La Crouzille. 24. Margnac. 25. Bessignes.  
26. Les Herbiers. 27. La Chapelle-Largeau. 28. L'Ecarpière.  
29. Saint-Etienne-de-Montluc. 30. Lignol. 31. Buhulien.  
32. Schaentzel (Saint-Hippolyte). 33. Le Val d'Ajol. 34. Château-Lambert. 35. Kruth. 36. Ronchamp. 37. Champagny-en-Vanoise.  
38. Chalanches. 39. Lique. 40. Cap Garonne. 41. Lodève.

Voici les rares mesures de radioactivité dont on dispose en France. Réalisées par le Service central de protection contre les radiations ionisantes, elles indiquent, en millirads, la dose totale annuelle de radioactivité naturelle (étoiles et chiffres rouges), c'est-à-dire d'origines cosmique (venant de l'espace) et tellurique (venant des roches).

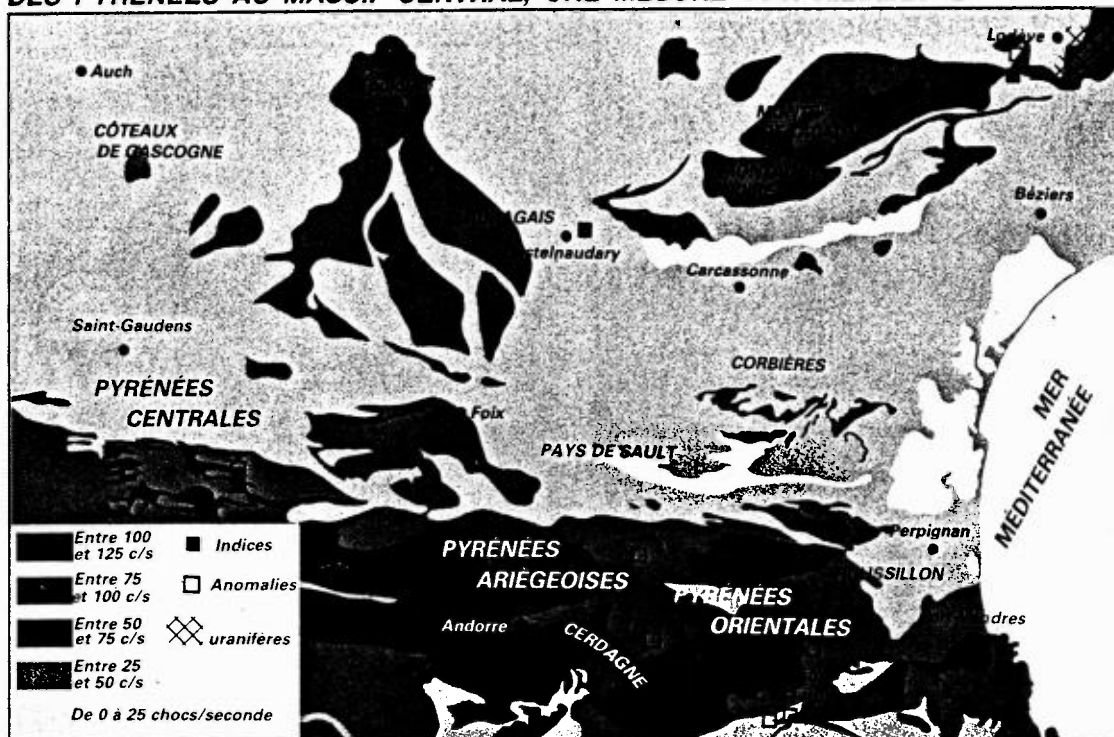
On remarquera que nombre de ces mesures ont été faites le long de la Loire et du Rhône, hauts lieux de l'industrie électronucléaire. En revanche, aucun chiffre n'a été publié pour le reste de la France. C'est pourquoi, pour compléter ces données, nous avons ajouté la localisation des indices uranifères détectés par le Commissariat à l'énergie atomique, et qui correspondent aux zones les plus radioactives. Un indice de radioacti-

tivité équivaut à un niveau dix fois supérieur à la radioactivité naturelle des roches alentour ; lorsqu'il est détecté sur un site, il y a de fortes chances que celui-ci renferme un gisement d'uranium.

Certains de ces gisements sont exploités ; d'autres, plus restreints, de moindre teneur, ou plus difficiles à atteindre, attendent que les facteurs économiques les rendent intéressants.

Pour faciliter la lecture, ces localisations sont seulement numérotées sur la carte ; leurs noms sont regroupés au-dessous (texte en bleu, qui correspond aux étoiles, aux triangles et aux chiffres bleus). C'est dans les vieux massifs de l'ère primaire (entourés, sur la carte, par des pointillés) que l'on trouve les secteurs les plus radioactifs.

## DES PYRÉNÉES AU MASSIF CENTRAL, UNE MESURE PAR KILOMÈTRE



Il existe très peu d'études qui font état de la radioactivité sur le territoire français. Nous avons déjà fait paraître une carte de la Bretagne où apparaissent les niveaux de radioactivité commune par commune ("Science & Vie" n° 796, p. 20). La carte ci-dessus, quelque peu simplifiée pour une meilleure compréhension, est due aux travaux de M. Delpoux, biologiste au CNRS et à l'université Paul Sabatier de Toulouse. M. Delpoux, qui s'intéresse plus particulièrement aux effets des radiations sur les végétaux, a parcouru durant dix ans quelque 25 000 km de routes, chemins ou sentiers en surveillant en permanence son scintillomètre (SPP2-SRAT), appareil qui indique le niveau de radioactivité en chocs par seconde, et en relevant les mesures kilomètre par kilomètre. Chaque formation géologique possède ce que les prospecteurs appellent un "mouvement propre", qui correspond à un taux de radioactivité homogène sur de

grandes surfaces, mais qui diffère toutefois suivant la nature et la formation des roches qui contiennent plus ou moins de radioéléments naturels. Dans la région qui nous intéresse ici, ce "mouvement propre" varie de 0 à 125 chocs/seconde ; cette dernière valeur est équivalente à 260 millirads par an, la moyenne française représentant 100 millirads par an.

Mais, il arrive parfois que l'on détecte à l'intérieur d'une même formation des valeurs locales supérieures à ce "mouvement propre". Lorsqu'elles sont moins de 10 fois supérieures on parle d'"anomalies" de radioactivité (représentées par un carré noir) ; lorsque les valeurs sont plus de 10 fois supérieures, on est en présence d'un "indice" (représenté par un carré vide...) ; qui indique la proximité d'un gisement d'uranium ou de thorium. Dans la région de Lodève il y a tellement d'indices qu'il a été plus facile de les représenter par un quadrillage.

décennies). Lorsque les taux de radioactivité sont aussi élevés, c'est que la teneur en uranium des roches sous-jacentes est de l'ordre de quelques pour-cent, alors qu'habituellement, dans la plupart des gisements, elle ne dépasse pas quelques pour-mille.

Ce sont généralement les prospecteurs qui décèlent les zones hautement radioactives. Parcourant les régions présumées "intéressantes" en automobile, ou les survolant en avion, ils enregistrent en permanence l'intensité du rayonnement gamma à l'aide de scintillateurs, qui calculent le nombre de chocs par seconde (3), ou au moyen de dosimètres, qui donnent le débit de dose en rads/heure.

Chaque roche possède, en fonction de sa formation géologique, ce que les prospecteurs dénomment un "mouvement propre", c'est-à-dire un certain taux de radioactivité. Ce mouvement se situe, selon les roches, entre 20 et 200 chocs/seconde. Lorsque, sur un terrain relativement homogène, ils rencontrent des valeurs anormales, mais moins de dix fois supérieures au mouvement propre de la roche constituant le terrain en question, ils parlent d'"anomalies de radioactivité". Lorsque ces valeurs sont plus de dix fois supérieures au mouvement propre, ils estiment être en présence d'un "indice" uranifère ou thorifère. A Riviéral, par exemple, qui, nous venons de le voir, est le point le plus "chaud" de France, le dosimètre enregistre 21 millirads/heure, ce qui correspond à quelque 150 000 chocs par seconde !

Des "indices" du même genre, quoique de

(3) Le compteur à scintillations enregistre l'impact des photons de haute énergie (photons gamma) sur un cristal, et comptabilise de la sorte le nombre de désintégrations par seconde.



moindre intensité, ont été découverts en Vendée, dans le Morvan, le Forez, l'Estérel, ainsi que dans les monts d'Ambazac, à une quinzaine de kilomètres au nord de Limoges (voir carte page 27).

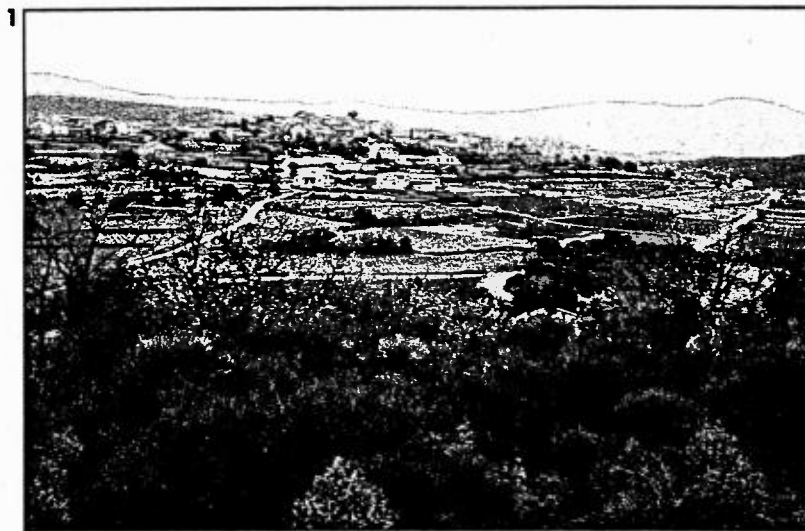
Si apparemment aucun signe évident ne prévient le promeneur ou l'habitant qu'il se trouve sur un lieu hautement radioactif, et par conséquent malsain, les botanistes, eux, ont depuis longtemps remarqué bon nombre de bizarreries parmi la flore poussant sur ces sites : certaines plantes sont atteintes de gigantisme, ou au contraire de nanisme ; d'autres changent de couleur ou donnent moins de fleurs ; d'autres encore deviennent carrément stériles.

M. Delpoux, biologiste à l'université Paul-Sabatier de Toulouse et au CNRS, s'est toujours intéressé à l'effet des rayonnements ionisants sur les végétaux. Il y a quelques années, au Mas d'Alary précisément, il découvrait un cas d'albinisme chez une plante de la famille des chardons (voir photo page 30). Manifestement, il s'agissait d'une mutation. Mais, avant de conclure que cette mutation avait été induite par la radioactivité particulièrement élevée du lieu, et bien que, au fil des ans, les "mutants" albinos eussent colonisé tout le site, M. Delpoux, prudent, a voulu vérifier le bien-fondé de son hypothèse. Il a donc commencé par récolter des graines de différentes

espèces, tant sur la colline de Riviéral que sur des terrains voisins plus ou moins radioactifs. Il les a ensuite cultivées en serre, dans des conditions rigoureusement identiques. Résultat : les graines prélevées sur le site le plus radioactif ont donné des plantules plus grandes, dans le cas d'une graminée et plus petites, chez une renonculacée. Qui plus est, ces variations de taille se sont perpétuées d'une génération sur l'autre, preuve que le génotype (le patrimoine génétique) avait bien été modifié.

Restait à démontrer que cette modification était due à la radioactivité et non à quelque autre caractéristique du sol. Pour cela, une seule solution : établir une corrélation entre le taux de radioactivité et le taux de mutation. Si l'on arrivait à mettre en évidence que plus la radioactivité est grande, plus les mutations sont fréquentes, la cause serait entendue. M. Delpoux choisit, pour mener son expérience, une variété hybride de tabac (*Nicotiana tabacum* L.) obtenue par M. Hubert Dulieu, généticien à l'INRA de Dijon. Cette variété présente la particularité suivante : ses feuilles, au lieu d'être vert foncé, comme celles du tabac ordinaire, sont jaune-ver, par carence chlorophyllienne. Il ne s'agit nullement d'une maladie, mais d'une déficience voulue. Or, sous l'action de certains mutagènes, et notamment des

(suite du texte p. 30)



**LE POINT  
LE PLUS RADIOACTIF  
DE FRANCE  
ET PEUT-ÊTRE  
DU MONDE**



Non loin de Lodève dans l'Hérault (1), sur la colline de Riviéral (au premier plan), à quelques centaines de mètres de Saint-Martin-du-Bosc (à l'arrière plan), se trouve le point le plus radioactif de France et peut-être du monde : 170 rads par an, soit 2 000 fois plus que la moyenne nationale ! Au milieu de ce maquis, cachée par la végétation, se trouve encore la petite cabane où séjournèrent 5 lapins, chez lesquels on détecta bien vite des anomalies chromosomiques. Au bord de la départementale 144 E, on peut repérer la couche de terrain dans laquelle ont été piégées les roches uranifères (2) de Riviéral. Les niveaux de radioactivité mesurée ont nécessité le recours à un dosimètre, utilisé pour les fortes doses, alors que, généralement, on se contente d'un scintillateur portatif SPP2-SRAT (3), beaucoup moins puissant.



radiations, les gènes responsables de cette couleur jaune-vert sont altérés, ce qui se traduit automatiquement par une augmentation de la quantité de chlorophylle produite. Apparaissent alors sur les feuilles des taches vert foncé (voir photo ci-dessous), dont la fréquence est proportionnelle au nombre des cellules qui ont eu leur génotype modifié.

M. Delpoux en collaboration avec M. Dalebroux, généticien et statisticien des Communautés européennes, cultiva donc cet hybride sur des sols diversement radioactifs et constata que, sur les plants qui avaient reçu 3,7 rads, les taches foncées étaient nettement plus importantes (environ 30 % en plus) que sur les plants qui n'avaient subi que 0,1 rad. Dès lors, la conclusion s'imposait : les modifications génétiques étaient bel et bien le fait



*Sous l'action des radiations, cette variété de tabac jaune-vert se couvre de taches vert foncé, qui traduisent une modification du matériel génétique de ses cellules. Les chardons qui poussent sur la colline radioactive de Riviéral perdent leur belle couleur mauve et deviennent albinos. Le lien de cause à effet est prouvé pour le tabac ; il est très fortement soupçonné pour les chardons.*

des rayonnements ionisants.

Après les végétaux, il était intéressant de savoir si la radioactivité tellurique avait des effets analogues sur les animaux. La question fit l'objet d'autres expériences, menées conjointement par MM. Delpoux et Léonard, cytologiste au centre d'études nucléaires de Mol (Belgique). Cinq lapins mâles furent enfermés pendant plus de deux ans dans une petite cabane construite sur la colline de Riviéral, au point le plus radioactif, tandis que trois lapins témoins étaient élevés sur des sites exempts de radioactivité. Au bout d'un an, les animaux irradiés montrèrent déjà des anomalies

caractéristiques d'une exposition aux radiations ionisantes, telles que des chromosomes dicentriques (avec deux centromères, c'est-à-dire dont les deux bras sont reliés par deux points de jonction au lieu d'un).

Des souris, également mises en observation dans la même cabane, virent leurs fonctions reproductrices évoluer de façon surprenante : tandis que la fertilité des femelles diminuait, celle des mâles augmentait.

**Et l'homme ?** demanderez-vous. Malheureusement, il existe fort peu d'études épidémiologiques concernant les populations des régions uranifères. Cela est d'autant plus regrettable que les lymphocytes humains, par exemple, sont beaucoup plus sensibles aux radiations que ceux des lapins. Or l'on sait que les lymphocytes jouent un rôle essentiel dans les processus de défense de l'organisme. D'autre part, un chercheur britannique, M. Evans, est persuadé qu'il y a une relation entre la fréquence des anomalies chromosomiques chez l'homme et la dose cumulée reçue : hypothèse qui donne à réfléchir, car elle s'appuie sur des statistiques concernant les travailleurs employés au remplissage des réacteurs des sous-marins nucléaires, travailleurs qui pourtant n'ont pas "encaissé" des doses annuelles supérieures aux 5 rems autorisés. Qu'en est-il alors des personnes qui séjournent longtemps à proximité de sites fortement radioactifs et reçoivent de ce fait des doses très supérieures au minimum toléré ?

**La deuxième source de radioactivité**, qui souvent accentue la première, doit moins à la nature qu'à son exploitation par les hommes. En effet les matériaux que nous employons pour construire nos maisons ou les locaux dans lesquels nous travaillons, sont parfois plus radioactifs que les sols qui les supportent. On a ainsi calculé que, en moyenne, le débit de dose à l'intérieur d'un bâtiment était supérieur de 18 % au débit enregistré à l'extérieur, cet écart pouvant atteindre dans certains cas jusqu'à 50 %. Or nous passons près des trois quarts de notre vie à l'intérieur de notre domicile ou de notre lieu de travail !

Bien évidemment, tous les matériaux n'ont pas la même teneur en potassium 40 ou en produits de filiation de l'uranium et du thorium. A titre indicatif, voici les doses auxquelles seraient soumises des personnes vivant en permanence dans des constructions en :

- granit : 240 à 400 millirads/an ;
- pierre ponce : 300 millirads/an
- brique rouge : 140 à 180 millirads/an ;
- béton : 100 à 180 millirads/an ;
- calcaire ou marbre : environ 40 millirads/an ;
- plâtre : environ 30 millirads/an ;
- bois : environ 30 millirads/an.

Conscients des risques encourus par leur population, certains pays envisagent de réglementer l'utilisation des matériaux de construction. En France, nous n'en sommes pas là ; pour le moment, nous nous contentons d'étudier le problème. Un premier travail réalisé en Alsace par le Commissariat à l'énergie atomique a montré que la radioactivité à l'intérieur des maisons s'échelonnait

entre 80 et 280 millirads par an. On serait curieux de savoir ce qu'il en est en Bretagne !

L'un des agents les plus pernecieux de cette radioactivité domestique est le radon, radioélément gazeux issu par filiation de l'uranium. S'échappant lentement des matériaux de construction, il va se mêler à l'air que nous respirons, occasionnant des risques de cancer du poumon. Risques d'autant plus grands que l'aération ou la ventilation sont plus limitées. Ainsi, toutes les mesures prônées pour améliorer l'isolation et économiser l'énergie, doubles fenêtres, calfeutrage des ouvertures, etc., contribuent fâcheusement à accroître la radioactivité intérieure. On a calculé que, dans une pièce non aérée, le niveau de radon pouvait centupler !

Le problème est encore plus crucial dans les pays froids, où tout courant d'air est soigneusement évité. En Suède, par exemple, où des centaines de milliers de maisons de béton ont été construites à partir de schistes légèrement uranifères, les spécialistes ont estimé que ce matériau, ainsi que l'ambiance confinée, étaient responsables annuellement de 200 à 1 000 cas supplémentaires de cancers, du poumon, chiffre considérable par rapport à un total qui est actuellement de 2 000 cas par an.

Autre pratique dommageable : l'utilisation dans la construction de déchets industriels, matériaux peu coûteux, mais souvent plus radioactifs que les minéraux naturels. Ainsi le phosphogypse, résidu de fabrication de l'acide phosphorique, employé parfois dans le plâtre à la place du gypse naturel, peut renfermer des concentrations de radium de dix à cent fois supérieures à celles du gypse. De même, les briques confectionnées en Allemagne fédérale à partir des boues rouges issues de la production d'alumine ont une radioactivité triple de celle des briques en argile ordinaire.

Il faut savoir, enfin, que le taux de radon est plus grand dans les caves et les rez-de-chaussée que dans les étages supérieurs, et qu'un revêtement de plâtre, de ciment ou d'asphalte ne l'empêche pas de s'échapper des murs. En revanche, une couche épaisse de peinture époxy peut réduire les émanations d'un facteur quatre ; trois couches de peinture à l'huile, les abaisser d'un facteur dix. Un dernier conseil : votre amour des belles pierres dût-il en pâtir, les murs intérieurs en granit apparent ne sont pas à recommander.

La troisième source de radioactivité est l'eau... de source. Le coupable est, là encore, le radon, qui, émanant du sous-sol, s'y dissout. Selon la nature des couches souterraines traversées par les eaux, celles-ci sont plus ou moins contaminées. Voici, à titre d'exemple, les teneurs en radon de quelques eaux de source, minérales ou thermales, dont, il y a encore une cinquantaine d'années, on vantait la radioactivité, la considérant comme une propriété bénéfique. Ces teneurs sont exprimées en fraction de curie (\*), la dose de tolérance étant de  $40 \times 10^{-10}$  curie/litre (tableau I).

Mais le radon n'est pas le seul responsable de la pollution radioactive des sources : il y a aussi le radium, encore plus virulent, dont les sels sont

**TABLEAU I**

RÉGION	SOURCE	DOSE (curie/litre)
HAUTE-VIENNE	Le Montell-Bonnac-la-Côte	$1\ 800 \times 10^{-10}$
VENDEE	Saint-Malo-du-Bois	$1\ 625 \times 10^{-10}$
	Le Cloudy-Chapelle-Largeau	$1\ 224 \times 10^{-10}$
	Treize-Vents	$1\ 296 \times 10^{-10}$
	L'Arbretière	$1\ 027 \times 10^{-10}$
HAUTE-SAÔNE	Bailion de Servance	$350 \text{ à } 400 \times 10^{-10}$
	Source de la Grande Goutte	$200 \times 10^{-10}$
	Fontaine du Bailion de Servance	$120 \text{ à } 130 \times 10^{-10}$
	Source du Fray	$185 \text{ à } 200 \times 10^{-10}$
	Luxeuil-les-Bains	$10 \text{ à } 75 \times 10^{-10}$
BRETAGNE/ MORBIHAN	Coët-Bihan	$765 \times 10^{-10}$
	Limerzel	$604 \times 10^{-10}$
	Kermelin/Région de Pontivy	$394 \times 10^{-10}$
	Kercadan/Région de Pontivy	$366 \times 10^{-10}$
VOSGES	Plombières	$90 \text{ à } 140 \times 10^{-10}$
	Bains-les-Bains	$55 \text{ à } 140 \times 10^{-10}$
	Bourbonne-les-Bains	$140 \text{ à } 185 \times 10^{-10}$
	Source de la Savoureuse/ Ballon d'Alsace	$640 \text{ à } 1\ 060 \times 10^{-10}$

parfaitement solubles dans l'eau. Voici d'ailleurs les teneurs en radium de quelques sources connues. Là aussi les teneurs sont exprimées en curie/litre ; la dose de tolérance étant de  $40 \times 10^{-11}$  curie/litre (tableau II).

La quatrième source de radioactivité vient, elle, du ciel. Notre planète, en effet, reçoit en permanence un flux de particules de haute énergie (particules

**TABLEAU II**

(suite du texte p. 32)

SOURCE	DOSE (curie/litre)
Châteldon	$300 \times 10^{-11}$
Bagnols-de-l'Orne	$68 \times 10^{-11}$
Châtelluguyon	$38 \text{ à } 53 \times 10^{-11}$
Contraxéville	$10 \text{ à } 16 \times 10^{-11}$
Vittel	$2 \text{ à } 12 \times 10^{-11}$
Cauterets	$0,85 \text{ à } 3,4 \times 10^{-11}$
Vichy (Hôpital)	$130 \times 10^{-11}$
Vichy (Grande-Grille)	$260 \times 10^{-11}$
Vals-les-Bains (Saint-Jean)	$11 \times 10^{-11}$
Vals-les-Bains (Parc)	$110 \times 10^{-11}$
Aix-en-Provence (Mélane)	$24 \times 10^{-11}$
Saint-Galmier (Badolt)	$37 \times 10^{-11}$
Mont-Dore (Ramond)	$17 \times 10^{-11}$
Royat (Eugénie)	$210 \times 10^{-11}$
Le Boulou (Jenette)	$540 \times 10^{-11}$
Aix-les-Bains (Aïone)	$150 \times 10^{-11}$

(4) La curie, symbole Ci, est l'unité correspondant à la radioactivité d'un gramme de radium, soit  $3,7 \times 10^{10}$  désintégrations par seconde.

alpha, photons gamma, protons, électrons...), qui, selon l'hypothèse la plus communément admise, proviennent de l'explosion d'étoiles. Une bonne partie de ces particules est absorbée par l'atmosphère ; mais certaines parviennent jusqu'au sol, entraînant au niveau de la mer une radioactivité de l'ordre de 30 millirads par an. Bien entendu, plus on s'élève, plus cette radioactivité est forte. On a calculé qu'un aller retour en avion effectué à 11 000 mètres d'altitude occasionnait une irradiation de 4,8 millirads sur le parcours Paris-Los Angeles, de 3,6 millirads sur Paris-Chicago et de 3,1 millirads sur Paris-New York. Certes, il n'y a pas là de quoi fouetter un chat, d'autant que l'on ne voyage pas en avion tous les jours ; mais, dans un bilan global, tout compte, car, répétons-le, tout s'ajoute. En revanche, des gens qui ont été gâtés en fait de rayonnement cosmique, ce sont les astronautes d'Appolo X : au cours de leur vol circumlunaire de 192 heures, ils ont reçu environ 480 millirads au niveau de la cage thoracique !

Viennent aussi du ciel, mais de beaucoup moins haut, les retombées des explosions nucléaires. Les

### **DU COBALT VOYAGEUR !...**

*Tout commence le 6 décembre 1983 dans un hangar de Juarez, petite ville du nord du Mexique, où quelqu'un s'avisait de récupérer le métal d'un vieux appareil de cobalthérapie abandonné. L'engin est démantelé à l'intérieur d'un camion, dans un chantier de récupération de métaux. Résultat : 6 010 minuscules cylindres radioactifs de cobalt 60, chacun d'une activité de 70 microcuries, se répandent dans le véhicule et le chantier. Tous les objets déposés alentour sont donc contaminés : voitures, vieilles ferrailles, pneus... Les fonderies qui traitèrent ces débris (dont une aux Etats-Unis) fabriqueront donc par la suite des barres d'acier radioactifs (4 000 tonnes en tout).*

*Le pot aux roses fut découvert par hasard : un camion transportant quelques-unes de ces barres déclencha l'alarme d'un détecteur de radioactivité en passant devant le centre de recherche de Los Alamos au Nouveau-Mexique. Le drame est que d'autres barres de ce lot avaient déjà servi à la construction de maisons. On estime aujourd'hui à 200 le nombre de personnes ayant reçu des doses radioactives d'une valeur de 1 à 450 rem. Mais ce chiffre n'est pas définitif, car seule une soixantaine de cylindres de cobalt sur les 6 000 égarés ont été retrouvés le long des routes. Exception ? Non, hélas. En février 83 une fonderie de l'Etat de New York avait déjà détecté du cobalt 60 d'une activité de 25 curies dans de l'acier en fusion. Mais là, on ignore encore tout de sa provenance.*

quelque 800 charges qui ont éclaté à travers le monde depuis 1945, ont rehaussé la radioactivité de la planète et, de ce fait, provoqué une irradiation supplémentaire, à la fois externe et interne (via la chaîne alimentaire), de tous ses habitants. Les retombées de chaque essai peuvent être suivies à la trace sur toute la surface du globe par la simple observation de l'accroissement des teneurs du lait en césium 137 et en strontium 90. Phénomène tout à fait significatif : la radioactivité au niveau du sol a quadruplé en France dans les deux mois qui ont suivi l'essai chinois du 16 octobre 1980.

Nous arrivent également du ciel, et de moins haut encore, les cendres produites par la combustion du charbon dans les centrales thermiques. Or, ces cendres sont riches en radionucléides divers, qui souillent l'environnement, parfois jusqu'à des distances considérables. On a observé, par exemple, que la teneur en radium d'un glacier situé à 150 km d'un centre industriel important avait augmenté de 50 fois au cours des quatre-vingts dernières années.

L'exploitation des gisements de phosphates participe elle aussi à la pollution radioactive du milieu, car les phosphates contiennent fréquemment des concentrations relativement élevées de radionucléides naturels de la famille de l'uranium 238. Non seulement ces radioéléments sont véhiculés par les poussières qui se dégagent des mines à ciel ouvert, mais ils sont aussi disséminés dans la nature en même temps que les résidus de fabrication des engrais phosphatés. Ces mêmes engrais, d'ailleurs, répandus sur les terres, contribuent à accroître la radioactivité des sols et des végétaux.

Faut-il alors condamner les phosphates ? Certainement pas. Il faut en connaître les risques et tenter de les minimiser ou de les neutraliser. Et puis, il ne faut pas non plus jouer avec le feu. Exemple : en Floride, d'anciennes mines de phosphates, épuisées, ont été remblayées pour être transformées en zones résidentielles ! Or, la teneur en radium de ces terrains est dix fois supérieure à celle de sols ordinaires !

**La cinquième source de radioactivité**, la plus méconnue mais non la moins dangereuse, est entièrement l'œuvre de l'homme et concerne sa vie de tous les jours. De plus en plus nombreux, en effet, sont les objets usuels qui renferment des matières radioactives dont l'utilisateur ne soupçonne même pas l'existence. Saviez-vous, par exemple, que l'on incorpore du carbone 14 dans l'encre qui sert à imprimer les chèques bancaires, afin d'identifier plus facilement les faux ? Même chose pour les jetons utilisés dans certains distributeurs automatiques. Saviez-vous encore que, pour donner une belle couleur rouge ou jaune aux carreaux de céramique, aux verres ou au bijoux émaillés, certains fabricants n'hésitent pas à y introduire un peu d'uranium ? Saviez-vous également que certains verres optiques et certaines lentilles de précision contiennent de l'uranium et du thorium en quantité telle que le cristallin de l'œil subit une irradiation de l'ordre du millirad par heure ?

Et ce n'est pas tout ! La plupart des porcelaines dans lesquelles sont faites les dents artificielles, renferment des composés d'uranium et de cérium destinés à donner aux fausses dents l'éclat naturel des vraies. Il en résulte une émission de particules alpha qui, au niveau de la muqueuse contiguë, peut atteindre 66 rems par an, chiffre faramineux si l'on se souvient que la norme annuelle, pour tout l'organisme, est de 0,5 rem.

On pourrait encore citer les baguettes de soudure, pour la plupart imprégnées de thorium 232 à la limite de la dose maximale admissible. Ou les manchons des petites bouteilles de gaz dont les campeurs se servent pour s'éclairer : tant qu'ils



brûlent, le thorium 228 qu'ils recèlent est relativement inoffensif ; mais, quand ils sont éteints, ils tombent en cendres au moindre contact, et celles-ci peuvent alors être inhalées ou avalées, au risque de provoquer une irradiation interne. Hasardeuses aussi, ces crèmes de beauté, au "plancton thermal", minuscules organismes qui concentrent la radioactivité présente dans des eaux déjà trop actives. Jusqu'aux écrans de télévision qui nous expédient subrepticement deux ou trois millirads par an !

Mais dans le domaine de la banalisation des sources radioactives, le ruban bleu a longtemps été détenu par les montres et les réveils dits "phosphorescents", dont la luminescence était obtenue grâce à des sels de radium, rien que ça ! Aussi était-il courant d'enregistrer des doses allant de 5,5 à 20,5 millirads par heure, nous disons bien "par heure", au voisinage immédiat d'un gros réveil aux chiffres visibles dans le noir. Aujourd'hui, les sels de radium ont été remplacés par du tritium ou du prométhium, nettement moins virulents. Mais attention aux vieux réveils, surtout si le verre est cassé ! Et gare aussi aux anciennes montres-bracelets, qui délivrent généreusement 5 rems par an aux os du poignet !

**La sixième source de radioactivité** est plus proprement d'origine industrielle. On utilise en effet de plus en plus dans l'industrie des appareils qui contiennent des sources radioactives, ou encore des générateurs de rayons X. Rien qu'en France, il existe actuellement, en dehors du domaine médical, près de 4 000 appareils comportant une source scellée (c'est-à-dire placée dans un petit tube fermé) ; leur nombre a doublé au cours des dix dernières années. Ce sont, entre autres, des jauges d'épaisseur, des jauges de niveau, des viscosimètres ou, plus courants encore, des instruments de gammagraphie : les photons gamma émis par la source, généralement du cobalt 60 ou de l'iridium 192, traversent les pièces métalliques, le béton ou les soudures, et permettent d'en contrôler l'état interne.

Ces sources industrielles ont une radioactivité qui va de quelques curies à 300 curies. Ainsi, un appareil de gammagraphie doté d'une source de 300 curies de cobalt 60 diffuse une irradiation de 3,8 rems/heure à dix mètres et nécessite, lorsqu'il est en marche, l'évacuation d'une zone d'environ 120 mètres de rayon. Or cette précaution n'est pas toujours respectée. Mais c'est surtout sur les chantiers, où l'on est obligé d'utiliser des appareils portatifs, que se produisent les accidents les plus graves. Ces appareils comportent en général un long flexible au bout duquel se trouve le porteur-source, sorte de petit conteneur blindé renfermant la source radioactive. Lorsque le flexible a été déroulé jusqu'à l'endroit à radiographier, une télécommande ouvre le conteneur et dégage la source. Or, il arrive parfois qu'en fin de diagnostic, au moment où l'on referme le conteneur, la source se détache sans que l'on s'en aperçoive. Des ouvriers ou des enfants, découvrant un petit cylindre de métal à l'aspect anodin, le ramassent et le mettent dans leur poche. Et c'est le drame ! A

Mexico, il y a une vingtaine d'années, un gamin avait ainsi ramassé une source de cobalt 60 à 5 curies, qui finit dans le tiroir du buffet de cuisine. Dans les six mois, les quatre personnes de la famille décédèrent les unes après les autres. En 1978, à Sétif, en Algérie, deux enfants avaient pris pour jouet une source d'iridium 132 de 17 curies que leur grand-mère avait ramenée à la maison. Bilan : vingt personnes irradiées en moins de deux mois, dont sept grièvement.

Mais de tels accidents n'arrivent pas qu'à l'étranger. Ces vingt-cinq dernières années, l'Institut Curie de Paris a eu à traiter 99 cas d'irradiation par source industrielle. A Montpellier, par exemple, en 1979, un ouvrier ramassa sur un chantier un petit objet qu'il prit pour un stylo et le mit machinalement dans sa poche, où il séjourna pendant sept heures. Dès le lendemain, on s'aperçut que la source de 100 curies avait disparu de l'appareil de gammagraphie, dont les dispositifs de sécurité étaient manifestement défectueux. On finit par la retrouver dans la poche du bleu de travail de l'ouvrier, qui fut aussitôt placé sous surveillance médicale. Hélas ! le mal était fait : une auréole rosâtre apparut sur la cuisse du malheureux, qui dut finalement être amputé des deux jambes.



**Attention... danger de mort !** Si vous trouvez un jour sur un chantier ou dans une décharge un petit objet métallique qui ressemble à l'une de ces sources scellées, utilisées dans les appareils de radiographie industrielle, ne le ramassez surtout pas, mais alertez les autorités.

Question : comment se fait-il que des matières aussi dangereuses ne soient pas mieux surveillées ? Réponse : au départ, elles le sont, du moins les radioéléments artificiels, pour l'acquisition desquels une autorisation doit être demandée à la Commission interministérielle des radioéléments artificiels. Mais, ensuite, leur utilisation est placée sous la responsabilité des usagers : à eux de veiller sur l'état de leurs appareils et la sécurité de leur personnel.

Peuvent également être rangés dans cette sixième source de radioactivité les rejets de l'industrie électronucléaire. Ils représentent en

France quelques dizaines de milliers de curies sous forme de rejets liquides (eaux contaminées des circuits de refroidissement) et quelques centaines de milliers de curies sous forme de rejets gazeux (comme, par exemple, l'argon 41 contenu dans le gaz carbonique de refroidissement). Il est toutefois bien difficile de connaître les effets de ces déjections et d'évaluer la dose de radioactivité qu'elles infligent. Le chiffre habituellement cité est de 1 millirad supplémentaire par an, mais il est parfaitement irréaliste, parce que dilué dans un subtil calcul de moyenne. Or, ce n'est pas la moyenne nationale qui intéresse les gens qui habitent à proximité d'une centrale nucléaire, mais la dose qu'ils reçoivent effectivement sur leurs têtes ! Ainsi, en 1972, et en ne prenant en compte que les rejets gazeux, l'irradiation annuelle était de 3,6 millirems à 500 mètres de la centrale de Chinon (puissance : 680 mégawatts électriques) et de 22 millirems au voisinage de celle des monts d'Arrée (puissance : 70 MWe). Il va de soi qu'en cas d'incident les doses peuvent augmenter considérablement.

**La septième et dernière source de radioactivité** est l'irradiation médicale. Curieusement, cette pratique, utilisée à des fins thérapeutiques ou diagnostiques, ne soulève guère de contestations, alors que pourtant elle assène des doses annuelles beaucoup plus élevées — allant jusqu'à plusieurs dizaines de rads — que la plupart des autres sources que nous venons d'énumérer. Il est vrai que l'on a souvent tendance à la justifier par le bénéfice qu'en tirent l'individu et la société. Bénéfice parfois sujet à caution, surtout lorsqu'il s'agit de radiographie (\*), dont la consommation a doublé au cours des dix dernières années.

Était-il, par exemple, vraiment nécessaire de soumettre toute une population aux rayons X pour dépister les cas de tuberculose, alors qu'il existe d'autres méthodes d'investigation (l'analyse des crachats, par exemple) ? Pourquoi ne pas réserver les radios aux seuls cas positifs ? On éviterait ainsi bien des irradiations inutiles.

Autre exemple : si le cancer du sein atteint chez les femmes de plus de 40 ans une fréquence de 600 à 1 000 cas par an et par tranche de 100 000 personnes, il est beaucoup plus rare chez les femmes de moins de 35 ans. Aussi serait-il malvenu d'instaurer un dépistage radiologique systématique chez ces dernières. D'après les Drs R. Capdeville et J. Remy, le nombre des cancers induits par ces examens radiographiques serait comparable au nombre des tumeurs qu'ils permettraient de détecter et de soigner.

Et que dire des examens inutiles ou superflus ? Pourquoi, par exemple, plusieurs radiographies du sacrum après une chute sur les fesses, alors que l'on sait bien que la découverte d'une fracture ne changera rien au traitement ? Que dire encore des

clichés qu'il faut refaire à cause d'une erreur de cadrage ou d'exposition ? D'après une enquête effectuée en Grande-Bretagne, le cas se produirait une fois sur cinq environ. Enfin, il est bien connu que la prescription d'examens radiologiques est deux fois plus fréquente lorsque le médecin (ou le dentiste) possède lui-même un appareil (les mauvaises langues diront qu'il cherche à l'amortir !).

En France, il y a actuellement environ 50 000 installations radiologiques, médicales et dentaires, dont 7 000 sont encore des appareils de radioscopie. Fréquemment, ces installations sont mal réglées et émettent trop de rayons X. Un simple réglage suffit parfois à diminuer les doses d'un facteur 100. Or, les doses réellement nécessaires sont déjà suffisamment importantes. Qu'on en juge. Une radioscopie délivre de 3 à 13 rads par minute ; une radiographie des poumons, 100 millirads en moyenne ; une urographie, qui requiert 8 clichés, 4 500 millirads ; une radio dentaire, 5 rads au niveau de la peau et 0,25 rad derrière la dent. En outre, pour chaque dent radiographiée, le cristallin reçoit 84 millirads, et la thyroïde, entre 2,4 et 9 millirads ; lorsqu'il s'agit d'un examen de toute la denture, le cristallin "encaisse" 1 600 millirads, et la thyroïde entre 35 et 70 (voir dessin ci-contre).

En plus de la radiographie classique, sont apparues au cours des trente dernières années d'autres techniques qui relèvent d'un nouveau domaine, celui de la médecine nucléaire. Elles aussi sont génératrices d'irradiations importantes. Certes, il n'est pas question ici de contester les utilisations thérapeutiques des radioéléments, comme les bombes au cobalt ou les sources (généralement des fils d'iridium) implantées directement dans l'organisme au niveau des tumeurs, car, même si les irradiations qu'elles entraînent sont très élevées, il y va de la survie des malades.

En revanche, on peut se montrer préoccupé du développement continu des applications de la radioactivité au diagnostic. La plus courante consiste à injecter au patient des radioéléments artificiels dont on suit la fixation ou le cheminement à l'aide d'un appareil dit de scintigraphie (qui enregistre les rayonnements des substances radioactives). Pour l'instant, cette méthode, concurrente de la radiologie et très en vogue à l'étranger, n'est pratiquée en France que dans les établissements publics, les cliniques privées — à deux ou trois exceptions près — n'ayant pas encore obtenu l'autorisation de l'employer. En 1982, il y avait chez nous 144 caméras à scintillation, ou gamma-caméras, réparties dans les 85 services de médecine nucléaire.

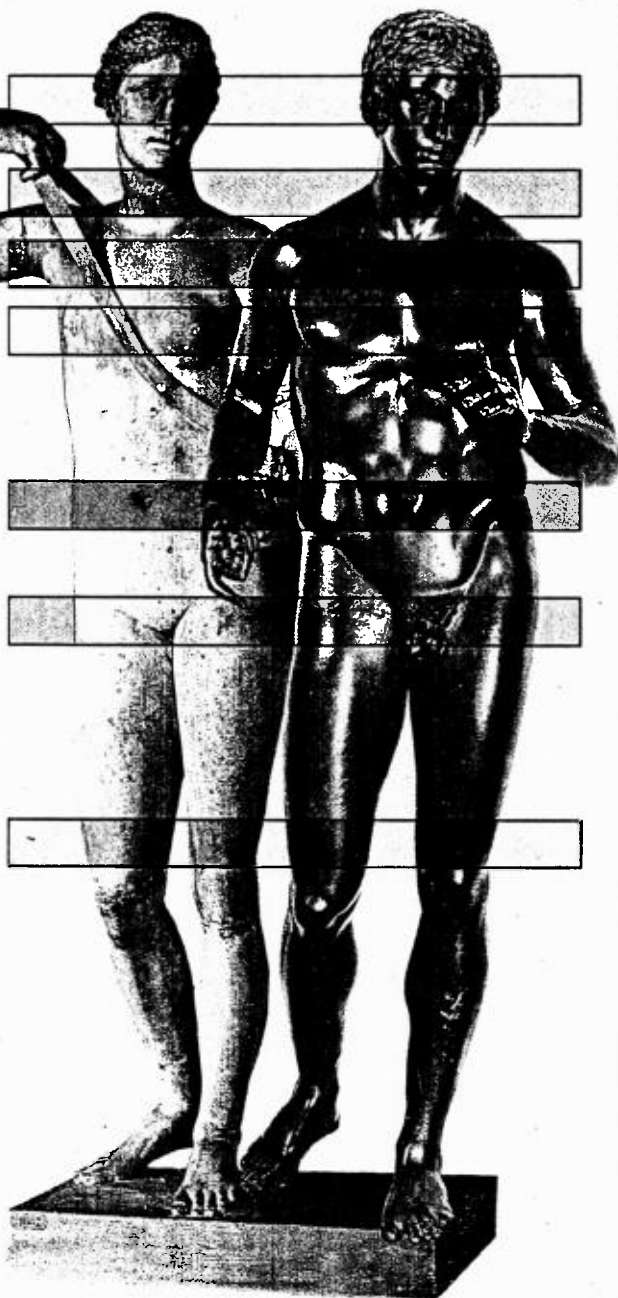
A presque chaque organe correspond un radioélément spécifique, qui se fixe préférentiellement sur lui. C'est parfois une molécule relativement simple, comme un iodure radioactif pour la thyroïde, ou bien une molécule plus complexe, comme une méthionine à base de sélénium radioactif pour le pancréas. De plus, dans le choix du radioélément utilisé, intervient souvent la durée de son activité : celle-ci doit en effet être au moins égale à la durée de l'examen envisagé, qui peut

(5) Dans le cas de la radiographie, les rayonnements ionisants ne sont plus produits par la désintégration du noyau de l'atome, comme dans la radioactivité classique, mais par l'excitation des électrons qui entourent ce noyau. Malgré cette différence, les photons X sont fondamentalement de même nature que les photons gamma.

## LES DOSES DÉLIVRÉES PAR LES RADIOGRAPHIES

Chaque fois qu'un patient est soumis à un examen radiologique, il "encaisse" une dose de radioactivité qui dépend de la nature des examens et du réglage de l'appareil. Ci-dessous, figurent les doses moyennes en millirads, délivrées par divers types d'examens et pour différents organes. Une radiographie des poumons, par exemple, irradie aussi la thyroïde, la peau et tous les organes qui se trouvent dans la trajectoire du rayonnement. Ces chiffres sont issus de manuels de radioprotection et de rapports du Comité scientifique des Nations unies sur les effets des radiations ionisantes.

NATURE DE L'EXAMEN	DOSE PAR EXAMEN (en millirads)	ORGANES TOUCHÉS
Examen neurologique approfondi	20 000-80 000	YEUX
Dentaire intrabuccal	2-156	
Colonne dorsale	1 300	THYROÏDE
Tête et sinus	790	
Angiographie	300	
Colonne cervicale	140	
Poumon	100	POUMONS
Colonne dorsale	800	
Tomographie	360-390	
Radiophotographie	350	
Poumon et cœur	120	SEINS
Mammographie	10 000-35 000	
Xéroradiographie, urographie intraveineuse, poumon, colonne, estomac	1 000-540	PEAU
Cathétérisme cardiaque	47 000	
Lavement baryté (radioscopie)	20 000	
Repas baryté (radiographie)	8 500	
Ensemble du thorax (radioscopie)	12 000	
Pelvimétrie	8 000	
Colonne sacro-lombaire	5 000	GONADES
Cliché dentaire	2 500-5 000	
	Femme Homme	MOELLE OSSEUSE
Urographie	520-590 430-580	
Fémur (tiers supérieur)	240 920	
Côlon (lavement baryté)	870 300	
Bassin	230 300	
Pelvimétrie	620 300	
Hystérosalpingographie	1 270	MOELLE OSSEUSE
Urographie intraveineuse	110-1 300	
Cystographie	37-1 160	
Lavement baryté	50-1 300	
Tomographie	360- 390	
Colonne dorsale	67- 370	
Abdomen	40- 300	
Colonne lombaire	56- 247	
Hanche et fémur	21- 260	
Bassin	39- 190	
Tête	12- 120	
Thorax	44- 101	



varier de quelques minutes à quelques heures.

Ces dernières années, de réels progrès ont permis de réduire sensiblement les doses de rayonnements infligées aux patients à l'occasion de ce type d'examens. Ainsi, on utilise de plus en plus aujourd'hui le technétium 99 m, un élément dont la radioactivité est beaucoup moins agressive et d'une durée beaucoup moins longue que celle de la plupart des autres radioéléments artificiels. On peut donc l'administrer en plus grande quantité sans qu'augmente, bien au contraire, la dose totale d'irradiation reçue par l'organe examiné. Il y a dix ans, par exemple, pour une exploration de la thyroïde, on utilisait 25 microcuries d'iode 131, ce qui entraînait pour cet organe une irradiation de

50 000 millirads ; actuellement, pour le même examen, on utilise 1 000 microcuries de technétium 99 m, et la thyroïde ne reçoit plus que 600 millirads. De même, en remplaçant le strontium 85 par des polyphosphates marqués au technétium 99 m pour la scintigraphie osseuse, on a réduit de plus de moitié l'irradiation du squelette.

Conséquence : le technétium 99 m est devenu la "bonne à tout faire" des services de radiodiagnostic : il est employé dans 9 examens sur 10.

Cinq sortes d'examens représentent à eux seuls 80 % des explorations par radioéléments. Ce sont d'abord les scintigraphies et bilans thyroïdiens (environ 25 %), puis les scintigraphies osseuses (près de 20 %), les scintigraphies hépatiques

(16 %), les gamma-encéphalographies (13 %) et les scintigraphies pulmonaires (8,6 %). Le tableau ci-contre donne une idée des doses d'irradiation délivrées par les examens les plus courants.

Un phénomène auquel on ne pense guère, c'est que les patients eux-mêmes peuvent devenir sources de radioactivité. A tel enseigne que, lorsqu'on traite un malade atteint d'un cancer de la thyroïde par des injections d'iode 131 de l'ordre de 100 millicuries, on est obligé de l'isoler dans une chambre dont les murs sont recouverts de plomb. Mais si, pour un examen ou un traitement quelconques, un patient reçoit moins de 20 millicuries, il peut tranquillement rentrer chez lui, où il éliminera dans les heures qui suivent des quantités non négligeables de matières radioactives, tant par sa respiration que par sa transpiration, ses mucosités, ses urines et ses selles, au grand dam de tout son entourage.

Il est en revanche une forme de diagnostic par radioéléments qui ne présente aucun risque d'irradiation ni pour le patient ni pour son voisinage : c'est le diagnostic *in vitro*, c'est-à-dire le dosage en laboratoire de substances présentes dans le sang, les urines ou le liquide céphalo-rachidien. La radio-immunologie permet, par exemple, d'évaluer le degré de concentration d'une hormone dans l'organisme d'un sujet : pour cela, il suffit d'introduire dans un échantillon de sang dudit sujet la même hormone marquée par un radioélément, et de verser le tout sur un lit d'anticorps dûment étalonné ; statistiquement, la même proportion d'hormone marquée et d'hormone non marquée sera fixée par les anticorps et, en mesurant la quantité d'hormone marquée retenue, on connaîtra la teneur en hormone non marquée de l'échantillon. Pour de tels dosages, c'est l'iode 125 qui est le radionucléide le plus utilisé, car il a la propriété de bien "s'accrocher" aux protéines.

L'analyse *in vitro*, irremplaçable dans certains cas, a été elle aussi volontairement cantonnée dans le service public. Est-ce à dire que les règles de sécurité sont mieux appliquées dans les hôpitaux ? On peut en douter à en juger par la présence permanente d'iode 131 d'origine hospitalière dans les eaux de la Seine. Le Service central de protection contre les rayonnements ionisants a relevé des pointes de 180 picocuries par litre au cours de l'été 1980 à la sortie de la station d'épuration d'Achères. Mais peut-on mettre un contrôleur derrière chaque utilisateur de matière radioactive ?

**Que représente, globalement, le marché des radioéléments artificiels en France ?** Il est extrêmement difficile de l'évaluer. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'il s'agit d'un marché très protégé. Les producteurs, en effet, ne sont pas légion, car n'importe qui ne peut s'offrir un réacteur nucléaire ou un accélérateur de particules, machines indispensables pour "fabriquer" des radionucléides. C'est une filiale du Commissariat à l'énergie atomique, l'ORIS, qui est le principal fournisseur du marché français. Le principal mais non le seul, car il ne saurait être question de fermer nos frontières aux producteurs étrangers, qui le plus

souvent sont aussi des organismes publics. Comme nous le disions plus haut, le seul véritable contrôle s'exerce au départ, chaque utilisateur devant demander une autorisation à la Commission interministérielle des radioéléments artificiels. Mais cette règle est parfois tournée par certains usagers qui, pour une raison ou pour une autre, trouvent plus commode de s'approvisionner "en douce" à l'étranger.

En ce qui concerne les radioéléments destinés aux examens *in vivo* (scintigraphies), nous avons déjà indiqué que le technétium 99 m représentait la quasi-totalité du marché. Il est livré sous forme de solution contenue dans un "générateur", sorte de gros flacon baptisé familièrement "vache à technétium" (parce que les utilisateurs vont y prélever au fur et à mesure les quantités dont ils ont besoin). La teneur en produit radioactif d'un générateur à technétium tient compte de la durée de vie de cet élément, donc de son épuisement progressif : elle est généralement calculée de façon à présenter une activité de 100 millicuries (\*) à une date bien précise. Ainsi, si l'on veut avoir 100 millicuries le 16 avril, il faut que le générateur en contienne 200 le 12 ou 130 le 15 ; au-delà du 16, l'activité baissera graduellement et n'atteindra plus que 3 millicuries à la fin du mois.

Chaque flacon de technétium renferme à peu près 200 grammes de solution et voyage sous un blindage de plomb de 13 kilos. D'après nos estimations, environ 200 "vaches à technétium", valant aux alentours de 1 500 francs pièce, sont expédiées chaque semaine dans les divers services de médecine nucléaire.

Quant aux trousseaux destinées aux dosages *in vitro*, leur composition est extrêmement variée et dépend des besoins des laboratoires. Il s'en vend chaque semaine entre 500 et 1 000, à des prix allant de 1 500 à 3 000 francs.

Cela dit, il est impossible de clore cette étude sans parler un peu plus longuement du Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI), que nous avons déjà cité, et qui est justement chargé de contrôler tout ce qui touche de près ou de loin à notre environnement radioactif. Créé en 1956 au sein de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), cet organisme est placé sous la tutelle de deux ministères, celui de la Santé et celui du Travail.

Bien curieux organisme, en vérité, où le secret est érigé au niveau d'un dogme. Avant d'entrer en fonction, ses agents doivent prêter serment devant le tribunal d'instance : « Je jure de bien et fidèlement remplir mes fonctions et de ne rien révéler ou utiliser de ce qui sera porté à ma connaissance à l'occasion de leur exercice. » On croit rêver ! Au Vésinet, sur le portail qui donne accès à quelque 4 000 m<sup>2</sup> de bureaux et de laboratoires, aucune indication. Motus et bouche cousue ! Et pourtant ce ne sont pas des secrets militaires que l'on dissimule derrière ces murs,

(6) A titre indicatif, précisons qu'avec 100 millicuries on peut faire environ 7 scintigraphies osseuses.

## LES DOSES DÉLIVRÉES PAR LES SCINTIGRAPHIES

TYPE D'EXAMEN	RADIO-NUCLÉIDE UTILISÉ	RADIO-ACTIVITÉ ADMINISTRÉE (en micro-curies)	DOSE ABSORBÉE PAR EXAMEN (en millirads)		
			PAR L'ORGANE EXAMINÉ (ou par le plus touché)	PAR LES GONADES (glandes sexuelles)	PAR LE SQUELETTE
Scintigraphie thyroïdienne	Iode 131	25	Thyroïde 50 000	5	10
Scintigraphie thyroïdienne	Technétium 99m	1 000	Thyroïde 600	20	20
Scintigraphie osseuse	Strontium 85	100	Squelette 1 000	300	1 000
Scintigraphie osseuse	Technétium 99m	10 000	Squelette 400	400	400
Scintigraphie rénale	Mercur 203	100	Rein 50 000	1 000	1 000
Scintigraphie rénale	Technétium 99m	3 000	Rein 120	60	60
Scintigraphie cérébrale	Technétium 99m	10 000	Thyroïde 6 000	200	200
Scintigraphie de la rate	Mercur 197	300	Rate 3 000	150	150
Scintigraphie de la rate	Technétium 99m	1 500	Rate 150	7,5	15
Scintigraphie hépatique	Or 198	150	Foie 6 000	45	75
Scintigraphie hépatique	Technétium 99m	1 500	Foie 600	7,5	15
Scintigraphie hépatique	Indium 113 m	1 000	Foie 500	2	10
Scintigraphie du pancréas	Sélénium 75	200	Pancréas 3 000	2 000	2 000
Volume plasmatique	Iode 131	10	Organisme entier 20	20	20
Volume plasmatique	Technétium 99m	100	Organisme entier 2	2	2
Scintigraphie pulmonaire	Iode 131	200	Poumon 800	60	60
Scintigraphie pulmonaire	Technétium 99m	3 000	Poumon 900	6	30
Cinétique du fer	Fer 59	15	Rate 2 250	750	225

mais, entre autres, des résultats d'analyses de l'air, de l'eau, du lait, des végétaux et des animaux, effectuées à proximité des centres atomiques français, de La Hague à Cadarache, en passant par tous les sanctuaires de l'électronucléaire.

Ces résultats sont publiés dans des rapports mensuels, trimestriels et annuels diffusés au compte-gouttes et quasiment sous le manteau. Les membres du Conseil pour l'information sur l'énergie électronucléaire, présidé par Mme Simone Veil, avaient ainsi obtenu le grandissime privilège de recevoir un service de ces publications ; lorsque ce Conseil fut dissous, les envois cessèrent sur-le-champ. Pensez, ils auraient pu tomber entre des mains incongrues !

Le SCPRI contrôle aussi les quelque 70 000 dosimètres relevés mensuellement sur les personnes du milieu médical ou industriel qui sont exposées aux rayonnements (?). Ce sont des petits films sensibles, portés généralement au niveau de la poitrine, et qui enregistrent la dose de radiations reçue. Pour que cette précaution soit un gage réel de sécurité, il faudrait que les contrôles soient rapides, afin que soit immédiatement détectée toute irradiation intempestive. Or, le SCPRI ne met pas moins de deux mois pour développer ces films, dont les résultats du reste ne signifient parfois pas grand-chose, car, dans certains cas,

(?) Les travailleurs de l'électronucléaire et du Commissariat à l'énergie atomique ne passent pas par le SCPRI, car ils possèdent leurs propres services de contrôle.

c'est au bout des doigts qu'il faudrait placer des dosimètres et non sur le torse.

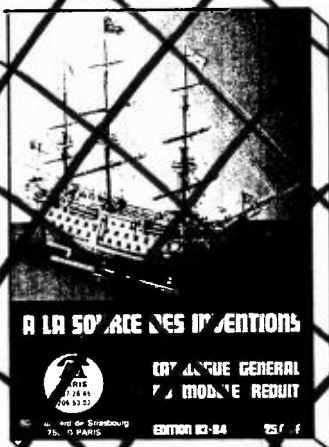
Enfin, en prévision d'accidents nucléaires, le SCPRI dispose de quatre semi-remorques de 30 et 40 tonnes, équipées d'instruments de mesure et de sas d'isolation pour transporter les personnes contaminées. En outre, un wagon spécial est en cours d'aménagement à la gare de Versailles-Matelots.

Cet organisme, aussi puissant que secret, peut, par son seul veto, faire fermer un cabinet de radiologie, un laboratoire d'immunologie, et même une centrale nucléaire. Il dispose de pouvoirs qui, de l'avis de certains, sont excessifs. « Le SCPRI outrepassa ses droits », se plaignent en chœur les industriels, dont quelques-uns attendent depuis des années l'autorisation de stocker ou de conditionner des radioéléments. « Il se sert de la réglementation pour briser la concurrence », ajoutent-ils, ulcérés, lui reprochant de produire en série des appareils de mesure de radioactivité et de les installer, voire de les imposer, dans tous les établissements où se manipulent des substances irradiantes. Résultat : les constructeurs privés, réduits à la portion congrue par les prétentions monopolistiques d'un service public, n'ont plus qu'à mettre la clef sous la porte. Pis, lorsque le SCPRI ne produit pas certains types d'appareils, il dicte son choix, privilégiant souvent des marques étrangères, alors qu'il existe des équivalents français tout aussi performants.

(suite du texte page 176)



Toutes les nouveautés de boîtes de modélisme  
**A LA SOURCE DES INVENTIONS**  
 68, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS - Tél. 607.26.45  
 \* Pour vos règlements : La Source SARL CC 3339-91 La Source



**ÉDITION 83/84**  
 LA DOCUMENTATION DU MODELISTE N° SV 22

Format européen 21 x 29,7, dos carré, 172 pages - 12 en couleurs, nombreuses illustrations, maquettes accessoires, etc.  
 \* le catalogue F. 25,00  
 Expédition, PTT en timbres-poste ou par chèque F. 12,00

## GYRELASH GÉNÉRATEUR DE LUMIÈRE SUFAM



Pour la première fois l'énergie inépuisable du gyroscope est transformée en lumière.  
 - Il suffit de tirer le lanceur pour obtenir plus d'une minute de lumière.  
 Sans pile ni électricité, s'intègre à tous les décors.

- Entretien nul. Tête pivotante 2 positions.  
 Livré en boîte cadeau transparente.

En vente chez les spécialistes  
 électroménager.  
 Doc. gratuite sur demande.

**SUFAM**

Service SV  
 B.P. 23 - 92102 COLOMBES CEDEX

AFODAN

## RADIOACTIVITÉ

(suite de la page 37)

Le directeur du SCPRI, le Pr Pellerin, bien connu pour avoir défendu avec acharnement le programme électronucléaire français, ne supporte pas que l'on se mêle de ce qu'il considère comme son domaine réservé. Ainsi, en 1979, le Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire avait envoyé un questionnaire, préparé par un médecin, à tous les praticiens du Bas-Rhin et du Haut-Rhin ; il s'agissait de recenser les moyens médicaux et hospitaliers disponibles en cas d'accident grave à la centrale nucléaire de Fessenheim. Informé de cette initiative, le Pr Pellerin intervint aussitôt auprès des Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS) pour dénoncer le caractère « tout à fait inadmissible de cette opération », et conseiller aux directions en question de recommander aux médecins de leur ressort de s'abstenir de toute réponse. En dépit de cet ultimatum pour le moins déplacé, nombre de médecins remplirent le questionnaire, et l'enquête montra qu'ils se reconnaissaient pour la plupart mal formés et peu préparés à ce genre d'éventualité.

La conception que cet autocrate a de l'information est à l'avenant. Témoin cette lettre adressée par M. Pellerin au secrétaire général du CTI EURATOM et concernant un rapport établi par ledit CTI à l'intention des instances de la Communauté européenne, sur les rejets radioactifs de la centrale de Fessenheim. Le directeur du SCPRI, ayant trouvé le document trop explicite, en avait suggéré une nouvelle rédaction, qui n'avait donné lieu qu'à quelques modifications de détail de la version initiale. Aussi, dans la lettre en question, déplore-t-il que « les renseignements donnés soient encore beaucoup trop détaillés », expliquant que, « du fait même de l'abondance des renseignements fournis par le document, une bonne partie de ceux-ci ne manqueront pas de susciter ou d'alimenter des controverses nuisibles, qui se développeront à tous les niveaux, et ceci d'autant plus qu'un bon nombre des renseignements fournis inutilement reposent sur des hypothèses qui pourraient être discutées ». Et la missive s'achève par cette mise en demeure : « Je ne verrais que des avantages à ce que le document remis à Bruxelles soit retiré et remplacé par une autre version sur laquelle il serait indispensable que je vous donne préalablement mon accord, comme cela devra être systématiquement le cas à l'avenir. » Autrement dit, la bonne information consiste surtout à ne pas donner d'informations.

Au-delà de l'anecdote, cet autoritarisme est révélateur : le SCPRI, qui, pour demeurer crédible, devrait être un organisme totalement indépendant, a en fait délibérément choisi son camp, celui de la technocratie électronucléaire. Et, pour défendre ses amis, M. Pellerin n'est pas regardant sur la qualité des arguments. N'a-t-il pas déclaré, dans un exposé sur « La querelle nucléaire vue par la santé publique », que si, en l'an 2000, toute

l'énergie produite était d'origine nucléaire, le retraitement des combustibles irradiés ne produirait pas un volume de déchets de haute activité supérieur, par habitant et par an, à celui d'un cachet d'aspirine ? Ce qu'il oubliait de préciser, c'est que chacun de ces cachets suffirait à tuer très vite tous les membres d'une famille ! Avec 6 milliards de cachets, on imagine l'hécatombe !

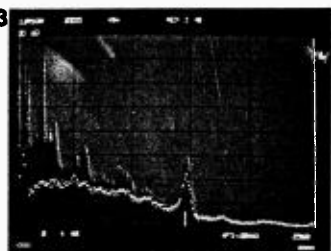
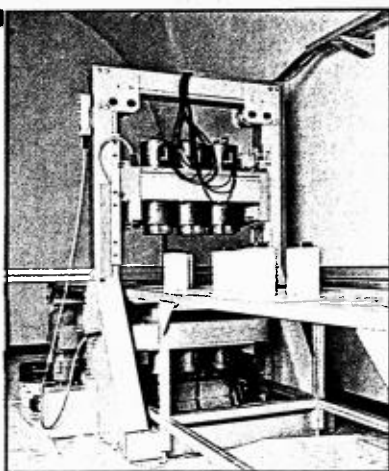
Connaissant les partis-pris du Pr Pellerin, on

ponsables de l'usine de retraitement de La Hague. Toujours est-il que la directive européenne de 1980, qui reprend ces nouvelles normes et devait être appliquée dans les deux ans et demi par tous les Etats membres, en est encore au stade de la discussion. La France, à l'instigation du Pr Pellerin, se montre très pointilleuse sur le vocabulaire et vient même de remporter sur ce terrain une éclatante victoire : elle a fait remplacer le terme

## UNE CAVE DE CHAMPAGNE AU SERVICE DE LA MÉDECINE NUCLÉAIRE

Une unité tout à fait exceptionnelle mise au point par le Pr Valeyre vient d'être installée à Reims, dans le service de médecine nucléaire de l'Institut Jean Godinot. Il s'agit d'un "compteur sur corps entier à très bas bruit de fond". En clair, d'un appareil destiné à enregistrer la radioactivité contenue dans le corps d'un individu sans être gêné par le "bruit de fond" de la radioactivité naturelle ambiante. Deux appareils à peu près semblables existent aux Etats-Unis et un en Union soviétique. Mais ils servent surtout à détecter la radioactivité résultant de contaminations accidentelles. Ici rien de tout cela. Seule la radioactivité naturelle du corps, et notamment le potassium 40, intéresse le Pr Valeyre. En effet, chaque individu possède en lui 150 grammes de potassium en moyenne, dont quelques milligrammes sont radioactifs, et ce dans une proportion connue et toujours identique. En mesurant cette petite quantité de potassium 40, on peut donc en déduire immédiatement le taux global de potassium non radioactif d'un patient. Cela est fort intéressant, car cet élément ayant la propriété de se fixer de préférence sur le muscle, on obtient ainsi la "masse" musculaire du sujet (dite aussi "masse maigre"). Or celle-ci peut apporter des renseignements de première importance sur l'efficacité d'un traitement anti-cancéreux ou l'évolution d'une maladie chronique (en pareil cas on constate une atrophie de cette "masse").

Le principe de cet appareil est relativement simple (photo 1) : une table munie d'un tapis roulant pour le déplacement du patient ; et un portique muni de six détecteurs (3 au-dessus, 3 en-dessous). Constitués de cristaux d'iodure de sodium de 15 cm de diamètre et de 10 cm d'épaisseur activés au thallium, ces détecteurs permettent de convertir l'énergie des photons gamma en photons lumineux, eux-mêmes transformés en électrons grâce à un photomultiplicateur. Le tout est relié à un ordinateur et à un écran (photo 2), sur lequel apparaissent en superposition (photo 3) le très léger "bruit de fond" restant de la radioactivité naturelle (ligne blanche) et la radioactivité dégagée par le corps étudié (en brun).



Pour être le plus efficace possible, ce compteur a été installé dans une salle enfouie sous 15 m de craie de Champagne. Car le calcaire est un excellent filtre pour se protéger du rayonnement cosmique, dont les émissions de haute énergie "brouillent" les signaux des radiations émises naturellement par le corps humain. Ici tout est étudié pour abaisser au maximum le taux de radioactivité ambiante : sol recouvert de feuilles de nylon jetables à la moindre trace de radioactivité, peintures non radioactives, tenues spéciales pour le personnel, isolement du malade, etc. Ces mesures permettent de réduire le "bruit de fond" d'un facteur 10.

Cet instrument est d'autant plus intéressant qu'il permettra d'autres examens poussés concernant l'étude du métabolisme. Il suffira pour cela de suivre le "devenir" d'une petite quantité de radioéléments absorbés par le patient. Ainsi pourra-t-on évaluer le taux de fixation ou d'élimination du calcium, détecter d'éventuels saignements internes par injection de fer 59 (celui-ci a en effet la caractéristique de se fixer sur les globules rouges), étudier les rapports pouvant exister entre le chrome et le diabète, etc.

Mais avant d'en arriver là, il reste à régler l'appareil. Or cette opération fort délicate, qui s'apparente à la graduation d'une balance de haute précision, devrait durer une année encore.

peut se demander si ce n'est pas parce que les nouvelles normes issues des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique, et adoptées par tous les pays, gênent le lobby électronucléaire, que le SCPR1, suivi en cela par les ministères de l'Industrie et de la Santé, s'oppose à tout changement de la réglementation française en matière de radioprotection. La modification des limites relatives à l'américium et au neptunium pourrait en effet embarrasser les res-

"groupe critique", dont la connotation paraissait trop dramatique, par un insipide "groupe de référence". Elle propose maintenant l'élimination des mots "irradiation" et "contamination", au prétexte qu'ils font l'objet d'une utilisation abusive (\*). Décidément, le cher Pr Pellerin n'aime pas que l'on appelle un chat un chat ; dans le langage

(suite du texte page 178)

(\*) Toutes ces arguties sont exposées en détail dans le numéro 56/57 de la Gazette nucléaire, éditée par le Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire.

## RADIOACTIVITÉ

(suite de la page 177)

comme dans l'information, il préfère une réserve de bon aloi.

Redoutant comme la peste toute publicité qui pourrait être faite autour d'un incident concernant son domaine, le directeur du SCPRI n'hésite pas, à l'occasion, à donner de sa personne, allant jusqu'à se laisser irradier pour éviter que ces damnés de journalistes n'accourent sur les lieux avec leurs gros sabots et leurs stylos indéliçats. L'"exploit" de notre don Quichotte de la radioactivité mérite d'être conté. Le 23 décembre 1978, dans un hangar d'Orly, des ouvriers procédaient à la vérification des supports du train d'atterrissage d'une Caravelle à l'aide d'un appareil portatif de gammagraphie. Soudain, la source, de l'iridium 192, qui délivrait 42 rads à l'heure à un mètre de distance, se détacha de son flexible et alla se perdre dans l'aile. Dans un cas pareil, la première chose à faire est d'établir un barrage, afin que personne n'approche ; ensuite seulement, peut être entamée une procédure de récupération à distance de la source. L'équipe d'intervention du Commissariat à l'énergie atomique, qui mène chaque année une quinzaine d'opérations de ce genre, arriva rapidement sur les lieux, examina la situation et commanda le matériel nécessaire. Dès l'arrivée de celui-ci, elle se mettrait à l'ouvrage, et tout serait rapidement réglé dans les meilleures conditions de sécurité. Mais, pour M. Pellerin, l'attente était

insupportable : au fil des minutes les curieux affluaient. C'en était trop. Mieux valait encore risquer l'irradiation plutôt que l'irruption des journalistes. Au mépris de toute prudence, il alla récupérer lui-même le tube baladeur et le remit dans son château de plomb. Ce geste qui, n'eût été sa motivation, ne manquait pas de panache, fut vivement critiqué par la CGT : dans une lettre ouverte à M<sup>me</sup> Simone Veil, le syndicat accusait : « L'attitude de monsieur le chef du SCPRI constitue un exemple déplorable. » Nous dirons plus simplement que, pour un responsable, c'était un geste irresponsable.

Toujours dans le but de ne pas engendrer de traumatismes et de ne pas faire de contre-publicité au nucléaire, même les accidents les plus graves sont répertoriés comme "incidents" dans le rapport annuel d'activité du SCPRI. Ce fut le cas, par exemple, du dramatique accident qui se produisit le 2 avril 1981, lors de l'inauguration de l'installation de cobalthérapie à l'hôpital de Saintes, en Charente-Maritime. Avant la mise en service effective d'un tel appareil, on en vérifie généralement le bon fonctionnement grâce à une fausse source, c'est-à-dire une capsule d'acier vide. Lorsque, ensuite, on introduit la capsule radioactive, la fausse source est éjectée automatiquement. Mais, ce jour-là, la machine se trompa, et c'est la vraie source, soit plus de 100 000 rads par seconde, qui jaillit brusquement devant la dizaine de personnes présentes. Certaines furent gravement irradiées et durent être amputées des deux mains.

Autre exemple de cette politique de l'autruche : la fermeture du puits "Saunier", situé sur la commune de Saclay. Des contrôles de routine effectués par le Commissariat à l'énergie atomique en septembre 1981 avaient fait découvrir dans l'eau du puits des concentrations en radioéléments qui, si elles ne dépassaient pas les normes, n'en indiquaient pas moins l'existence d'une contamination. La présence de radioéléments spécifiques au centre atomique de Saclay témoignait clairement de l'origine de la fuite. Le SCPRI, alerté, analysa l'eau du puits trois mois plus tard et décréta qu'il n'y avait pas de radioactivité anormale. Toutefois M. Pellerin estima qu'il convenait de « procéder au plus tôt au comblement du puits, car sa pollution, en dehors de toute radioactivité, risquait de poser un réel problème d'hygiène publique ». La question de la radioactivité fut donc proprement "enterrée", sans que l'on pût déterminer le chemin de la contamination.

Il s'en fallut de peu que les terrains radioactifs de Gif-sur-Yvette ne connussent le même sort. Dans cette localité de la banlieue parisienne, s'était installée avant la dernière guerre la Société nouvelle du radium, spécialisée dans la fabrication des aiguilles de radium. Pendant des années, elle déversa sur les terrains avoisinants des déchets radioactifs. Lorsqu'elle ferma ses portes, en 1940, l'accès aux ateliers où l'on produisait les fameuses aiguilles, fut strictement interdit. Cela n'empêcha pas les enfants des environs de venir y jouer, de parcourir les bâtiments et d'emporter divers objets plus ou moins radioactifs. Un devis de décontami-

nation de l'usine avait été demandé, mais il fut jugé trop élevé, et ni la municipalité ni le SCPRI, pourtant au courant de la situation, n'entreprirent quoi que soit jusqu'en 1967. A cette date, les aiguilles de radium encore présentes sur les lieux furent mises dans des fûts et expédiées à La Hague, et les bâtiments furent enfin décontaminés.

En 1974, les terrains attenant furent mis en vente. Un éventuel acquéreur, physicien de profession, eut la curiosité de vérifier la radioactivité de la parcelle qu'il convoitait : à certains endroits, le débit de dose atteignait 3 millirads par heure, soit plus de 20 rads par an. Quarante fois la norme ! « Cette propriété n'est actuellement grévée d'aucune servitude du point de vue de la radioactivité », lui écrira le perspicace Pr Pellerin, ajoutant que la radioactivité subsistante ne nécessitait pas de "mesures dramatiques".

Ce spécialiste de l'étouffement des affaires gênantes ne daignera pas non plus faire vérifier les terrains contigus, déjà lotis. C'est encore une fois un particulier qui s'apercevra que la zone polluée était plus étendue que prévu. Et qui devra décontaminer pelouse, cave et garage.

Ainsi, sans des amateurs éclairés maniant volontiers le compteur Geiger, l'affaire de Gif-sur-Yvette n'aurait jamais éclaté au grand jour. Le SCPRI, confit dans sa morgue et ses secrets, continuerait de nous faire prendre des curies pour des lanthanés. Qui nous dit d'ailleurs qu'il n'a pas déjà eu la vue basse à Courbevoie ou à Bandol, là où fonctionnaient jadis d'autres usines à radium ?

**Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■**