

Informations nationales:

SUEDE

Surveillance des retombées

par Mikael Jensen et John-Christer Lindhé

C'est le 28 avril qu'on a détecté pour la première fois en Suède les retombées du réacteur soviétique de Tchernobyl, lorsque l'équipe du matin de la centrale de Forsmark a mesuré des quantités croissantes de radioactivité sur le personnel passant par le portique de contrôle. Une vérification au niveau du sol près de la centrale a également révélé une contamination accrue.

Une évacuation partielle du site du réacteur a été décidée, mais on n'a pas tardé à constater que la radioactivité mesurée sur toute la côte orientale de la Suède avait augmenté. Les premières mesures effectuées par l'Institut suédois d'études pour la défense nationale (FOA) indiquaient que l'émission n'était pas due à l'explosion d'une bombe atomique dans l'atmosphère, mais plutôt à un accident de réacteur. L'Institut suédois de météorologie et d'hydrologie calcule automatiquement les trajectoires parcourus par les charges de l'atmosphère et les communique chaque jour au FOA. Ce matin-là, elles indiquaient que la source devait se trouver dans la direction de la Lituanie, de la Biélorussie et de l'Ukraine. Les soupçons se portèrent d'abord sur la grande centrale nucléaire d'Ignalino en Lituanie, bien plus proche de la Suède que Tchernobyl.

Les mesures du rayonnement (en microröntgens par heure au niveau du sol) effectuées en Suède du 1er au 8 mai 1986 avaient révélé les valeurs les plus fortes au voisinage de la ville de Gävle (400 microröntgens par heure et davantage en moyenne sur de vastes étendues). Par endroits, les valeurs dépassaient 1000 microröntgens par heure. La pluie était tombée dans cette région le lundi 28 avril et dans la matinée du 29.

L'intervention

L'Institut national suédois de radioprotection (SSI) commença par recommander de s'abstenir de boire l'eau de pluie recueillie sur des surfaces découvertes et de prendre quelques autres précautions. Il apparut bientôt cependant que la seule mesure nécessaire pour le moment était de garder les vaches à l'étable dans les régions où la teneur en césium de l'herbe dépassait un kilobecquerel par mètre carré (sur l'herbe, ce qui correspond grosso modo à une teneur totale de 3 kilobecquerels par mètre carré dans le sol). Les mesures effectuées sur le lait dans les fermes témoins où les vaches avaient pâTURÉ sur des terres à forte teneur en césium avaient montré que le chiffre avancé était très raisonnable, largement en-deçà de la limite de 300 becquerels de césium par litre dans le lait et dans les fourrages. On avait également constaté que la teneur en césium de l'herbe baissait avec la repousse.

MM. Jensen et Lindhé appartiennent à l'Institut national suédois de radioprotection (SSI) de Stockholm.

Dépôts au sol en quatre points du territoire (en kilobecquerels par mètre carré)

Radionucléide	Stockholm	Hallsåhammar	Tärnsjö	Hudiksvall
Zirconium 95	1,5	0,7	1,0	0,2
Niobium 95	1,4	0,8	1,4	0,2
Molybdène 99	0,8	1,3	4,4	1,2
Ruthénium 103	1,0	2,1	7,7	2,2
Iode 131	6,7	50	170	27
Tellure 132	1,6	22	210	13
Césium 134	0,2	6,5	24	6,5
Césium 137	0,3	8,2	32	5,7
Barium 140	2,0	10	36	9,0
Lanthane 140	1,8	7,8	23	6,6
Neptunium 239	5,0	2,0	—	2,0
Débit de dose (en microsieverts par heure)	0,1	1	5	0,8

Notes: Ce tableau donne les résultats provisoires pour certaines régions où la radioactivité a été relativement intense.

Les lectures ont été faites: à Stockholm, sur une pelouse devant le laboratoire (dépôt sec); à Hallsåhammar, sur un terrain découvert à la lisière d'une forêt; à Tärnsjö, sur un terrain labouré dans une région très pluvieuse; à Hudiksvall, sur une piste d'envol humide.

Le présent article...

... est un premier essai de présentation générale des recommandations faites par l'Institut national suédois de radioprotection (SSI) et des mesures effectuées par de nombreuses autorités et organisations à la suite de l'accident de Tchernobyl.

Deux moyens ont joué un rôle essentiel dans l'établissement rapide de la carte des retombées et dans l'analyse détaillée de leur composition: le réseau de stations de surveillance de l'air au sol, de l'Institut suédois d'études pour la défense nationale (FOA), et la forte dotation en matériel d'analyse de son laboratoire de détection nucléaire. Ce dernier a aussi procédé à des prélèvements en haute altitude avec l'aide de l'armée de l'air. Les hélicoptères de la Marine ont par ailleurs transporté par tout le pays son groupe de détection gamma *in situ* afin d'effectuer dès le début des mesures fiables et détaillées du dépôt.

De grands services ont aussi été rendus par les stations de surveillance du SSI qui ont mesuré les dépôts au sol dans tout le pays et par le grand ensemble de détection à scintillation de la Compagnie suédoise de géologie (SGAB) qui a survolé toute la Suède. La mise en œuvre de ces moyens a permis d'obtenir un très bon tableau général de la contamination radioactive.

Des mesures ont en outre été effectuées par plusieurs autres établissements, notamment les laboratoires des centrales nucléaires et des universités suédoises.

Le SSI n'a pas encore eu le temps d'examiner de près toutes les données et nous ne pouvons pas davantage garantir que les autres organismes qui ont communiqué des relevés au SSI aient pu eux aussi évaluer et vérifier leurs constatations. Les résultats et les exposés détaillés des opérations de mesure ne seront connus que plus tard.

Les restrictions furent donc levées peu à peu et, le 25 juin, le bétail put recommencer à paître librement dans toute la Suède. Nombre d'autres activités restent à surveiller. Dans le gibier et la viande de renne (qu'on abat surtout en automne), la limite peut être dépassée.

On a constaté que les mesures ordinaires de protection sanitaire suffisaient le plus souvent aux fins de la protection radiologique. Ce fut le cas, par exemple, pour les mesures normales de protection contre la poussière tel le remplacement des grands filtres à air industriels.

Surveillance de la radioactivité atmosphérique

Le FOA mesure en permanence les radionucléides présents dans l'air par l'intermédiaire de stations au sol équipées de filtres à ventilation forcée, et d'avions eux-mêmes munis de filtres à air.*

Après Tchernobyl, on a changé les filtres à air installés au sol toutes les trois heures, fréquence très supérieure à la normale. Le FOA et l'armée de l'air ont analysé quotidiennement la teneur en radionucléides à des altitudes situées entre 100 et 800 mètres sur le parcours probable des nuages.

On a constaté la présence d'iode 131 et d'autres radionucléides dans l'air au niveau du sol. L'iode recueilli par les filtres correspond à une concentration maximale de 10 becquerels environ par mètre cube dans la région de Stockholm.**

Certaines parties des filtres ont été autoradiographiées pour permettre l'identification des particules radioactives. L'examen spectroscopique gamma des particules en question confirme l'augmentation attendue des éléments réfringents tels le cérium, le ruthénium, le zirconium et autres. On a constaté que certaines particules identifiées au sol simplement au moyen d'un détecteur gamma émettaient des rayonnements correspondant presque exclusivement à l'activité des radioisotopes du ruthénium et du molybdène.

Surveillance aérienne

La Compagnie suédoise de géologie a aussi procédé à des relevés au moyen d'avions volant à une altitude de 150 mètres au-dessus du sol. Ces mesures ont donné un premier aperçu général et ont été suivies d'échantillonnages et de mesures de l'herbe par des équipes mobiles (spectrométrie gamma). (Ces relevés sont également jugés utiles dans le cadre du plan d'intervention en cas d'accident de réacteur en Suède; ils doivent être faits dans les quelques jours suivant un accident.) Les avions portent un matériel de spectrométrie gamma qui peut servir à déterminer la répartition des divers nucléides émetteurs gamma.

Mesures sur place

Le FOA a procédé sans interruption à des mesures *in situ* (au moyen d'un détecteur au germanium à grand pouvoir de résolution maintenu à un mètre du sol) tant au laboratoire de Stockholm qu'en plusieurs endroits entre Malmö et Rudiksvall grâce aux équipes mobiles (voir le tableau joint).

* On en trouvera la description dans «The Swedish Air Monitoring Network for Particulate Radioactivity», *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. NS-29 N° 1 (février 1982) Extrait.

** Le calcul des doses à partir de ces mesures doit faire intervenir un facteur tenant compte de l'iode qui traverse le filtre. La comparaison avec d'autres mesures indique que ce facteur se situe aux alentours de 3, atteignant au maximum 5. (Ainsi la concentration maximale d'iode 131 dans l'air de la région de Stockholm aurait été de $3 \times 10 = 30$ becquerels par mètre cube).



Les stations suédoises de surveillance radiologique

La Suède a créé à la fin des années 1950 un réseau de quelque 25 stations chargées de surveiller en permanence le rayonnement gamma au sol dû aux retombées des essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère. Ces retombées ayant diminué, ces stations ont servi à suivre les variations du fond naturel de rayonnement. Aujourd'hui, en 1986, elles se sont avérées très utiles en suivant l'évolution du rayonnement gamma dans le pays à la suite d'un grave accident nucléaire. Ces stations fonctionnent sous les auspices de l'Institut national suédois de radioprotection (SSI).

Au moyen d'une chambre d'ionisation placée à 2,5 mètres au-dessus du sol, elles enregistrent le rayonnement gamma provenant du sol ainsi que l'apport constant du rayonnement cosmique. Le détecteur ne distingue pas le rayonnement gamma du sol de celui de l'air. Lors de la faible activité atmosphérique qui a suivi le passage de la traînée de Tchernobyl, le détecteur a surtout relevé le dépôt au sol.

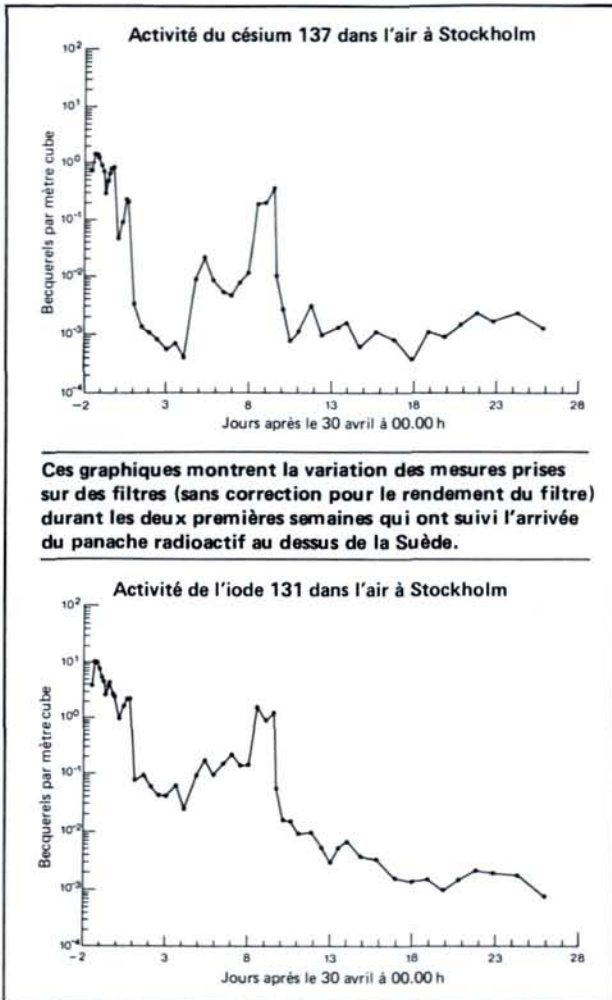
Les informations communiquées par ces stations ont été un précieux indicateur de la tendance générale dans l'ensemble du pays. Quelques stations au moins ont donné des renseignements tous les matins, ce qui a permis aux autorités de signaler la tendance de la nuit précédente.

Les équipes mobiles de spectroscopie ont également procédé à des mesures dans la traînée qui passait au-dessus de la mer Baltique dans la soirée du 28 avril. La même nuit, le nuage a été dissipé par la pluie, ce qui a provoqué des dépôts importants dans la région au sud de Gävle.*

Mesures dans l'herbe

Il était important de faire des mesures de l'herbe du fait de la décision de recommander le maintien du bétail à l'étable en attendant le retour d'un niveau de contamination acceptable. Ce niveau a été fixé à 10 kilobecquerels d'iode 131 par mètre carré (ce qui correspond à une concentration de 2 kilobecquerels environ par litre de

* La composition en nucléides du nuage, et celle du dépôt humide qui en résulte, est différente de celle du dépôt sec, et se caractérise essentiellement par le quintuplement du rapport tellure 132/iode 131. La période du tellure étant assez brève (3,25 jours) il s'ensuit que l'activité des aires de retombée humide à forte teneur décroît un peu plus vite que celle des zones de dépôt sec, de moindre concentration.



lait). Des échantillons d'herbe ont été prélevés et étudiés par les laboratoires des centrales nucléaires suédoises, des universités de Lund et d'Uppsala et de la société Studsvik Energiteknik AB.

Eau et aliments

La surveillance de l'eau et des aliments visait généralement l'iode 131, de période relativement courte, ainsi que le césium 137 et le strontium 90 de longue période.

Le SSI surveille la radioactivité du lait de laiterie depuis 1962. Après Tchernobyl, à partir du 29 avril, l'échantillonnage quotidien fut étendu à 11 régions. Quelques jours plus tard, le 2 mai, une nouvelle extension a englobé 42 établissements produisant du lait pour la consommation. Ce vaste dispositif sera réduit lorsque la situation se sera stabilisée, mais l'observation de la radioactivité de longue période dans le lait continuera. La teneur en iode 131 du lait de laiterie constatée en Suède du 28 avril au 7 mai était d'environ 20 becquerels par litre; une valeur maximale de 200 becquerels environ par litre a été relevée dans un district.

En plus de ce programme national, on a procédé à une surveillance plus serrée du lait dans une région (le Gotland) où l'on avait signalé de fortes intensités de rayonnement gamma.

La plupart des vaches laitières ont été mises à l'étable à la fin d'avril, mais on a exécuté le 2 mai, dans tout le pays, une opération limitée d'échantillonnage dans les fermes où les vaches n'étaient pas à l'étable. Le même jour, on a alerté le personnel de radioprotection d'urgence des grandes laiteries.

On a également fait des mesures de lait maternel. Dans la région de Stockholm, les prélèvements opérés entre le 27 avril et le 4 mai ont révélé, comme on s'y attendait, de faibles concentrations d'iode 131 (de 8 à 25 becquerels par litre).

Les mesures effectuées à l'Institut ont permis d'estimer la teneur en iode 131 de la thyroïde du personnel du SSI et d'autres habitants de Stockholm. Elle a varié de quelques becquerels à 100-200 becquerels. Les mesures effectuées plus tard dans des hôpitaux de diverses régions ont révélé de faibles valeurs du même ordre.

Navires et véhicules

Le SSI et d'autres établissements ont procédé à des mesures sur des navires arrivant de l'étranger. Sur quelques bâtiments qui avaient traversé la partie méridionale de la mer Baltique quelques jours après l'accident, la contamination radioactive atteignait 1000 kilobecquerels par mètre carré; elle diminua considérablement après lavage des ponts.

On a également procédé à des mesures sur des filtres à air et d'autres éléments d'automobiles et d'avions où l'on aurait pu s'attendre à une forte concentration. Les débits de dose constatés n'ont en aucun cas été alarmants.

Le FOA a examiné les hélicoptères de la marine qui avaient traversé la traînée radioactive le 28 avril. On n'a trouvé aucune valeur approchant le niveau d'intervention de 20 microsieverts (2 millirems par heure à un mètre de distance).

Les autorités suédoises compétentes

L'Institut national suédois de radioprotection (SSI) assure la coordination en cas de larges retombées radioactives en temps de paix. Avant Tchernobyl, le SSI avait coordonné le dispositif d'alerte dans deux cas de retour dans l'atmosphère terrestre de satellites à source nucléaire d'énergie.

Le mode de coopération avec les autres autorités dépend de l'importance des risques. S'il s'agit d'un risque très grave, c'est aux 25 conseils de comté du pays qu'il appartient de coordonner les mesures de protection dans leurs circonscriptions. Cette modalité n'a pas été jugée nécessaire après Tchernobyl et a été tenue en réserve, mais ces conseils ont été régulièrement tenus au courant de l'évolution des événements.

En plus du SSI, de nombreuses autorités centrales ont eu à intervenir:

- FOA — l'Institut suédois d'études pour la défense nationale (planification et évaluation des mesures)
- SKI — Inspection de l'énergie nucléaire (situation auprès du réacteur)
- SMHI — Institut suédois de météorologie et d'hydrologie (prévisions météorologiques)
- LBS — Conseil suédois de l'agriculture (intervention dans l'agriculture)
- SLV — Office national de l'alimentation (réglementation sur les aliments)
- SOS — Conseil national de la santé et de la protection sociale (distribution de comprimés d'iode, informations du personnel médical et des autorités sanitaires locales)
- RPS — Direction nationale de la police
- Autorités chargées des transports routiers, ferroviaires, maritimes et aériens
- Défense nationale (armée, marine, aviation).

De plus, de nombreux établissements de recherche et commerciaux ont participé à la surveillance.

Des informations ont été communiquées à de nombreuses ambassades suédoises à l'étranger. Une liaison a été établie avec des organisations internationales telles l'AIEA, l'Organisation mondiale de la santé, l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE et la Commission internationale de protection radiologique, et, à titre bilatéral, avec les autorités d'une vingtaine de pays.