

L'accident majeur de la centrale nucléaire de Tchernobyl

par Serge Prêtre, Würenlingen¹

L'accident de Tchernobyl constitue un fait, que ne sauraient modifier ni les manifestations antinucléaires, ni le désir manifesté dans certains milieux nucléaires d'en minimiser la portée.

C'est dire qu'on ne saurait se faire une opinion sans une connaissance exacte de ce qui s'est passé. Après une assez brève période de silence, les autorités russes ont choisi d'informer la communauté internationale sur le déroulement de cet accident. Mais il est évident que pour les moyens d'information, le train est alors parti depuis longtemps: d'autres sujets sont venus sur le devant de la scène.

L'article qui suit, retrace chronologiquement les événements et les commente au fur et à mesure. Chacun pourra en tirer ses propres conclusions, qui auront alors au moins le mérite d'être fondées. C'est dans cet esprit neutre que nous le présentons.

Jean-Pierre Weibel

Alarme avec soixante-six heures de retard

Samedi 26 avril 1986 à 01 h 24 min (heure locale). Chez nous c'était le vendredi 25 avril à 23 h 24 min. Le bloc N° 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl explose, détruisant complètement le bâtiment du réacteur et projetant une énorme quantité de radioactivité dans l'atmosphère. Ce n'est que le lundi 28 avril à 17 h 30, c'est-à-dire soixante-six heures plus tard, que l'organisation d'alarme suisse est informée d'une augmentation anormale de la radioactivité en Suède. Entre-temps, Finlandais et Suédois avaient analysé la situation et estimaient que la source devait se trouver en Ukraine.

Lundi soir, les médias annoncent cette augmentation de radioactivité sur la Scandinavie et présumant qu'il pourrait s'agir d'un accident grave de centrale nucléaire en Ukraine.

Ce n'était pas ce qu'on croyait

Que s'est-il passé ? On ne le saura qu'à la fin d'août, lorsqu'une forte délégation de savants soviétiques viendra décrire et expliquer cet accident dans le cadre

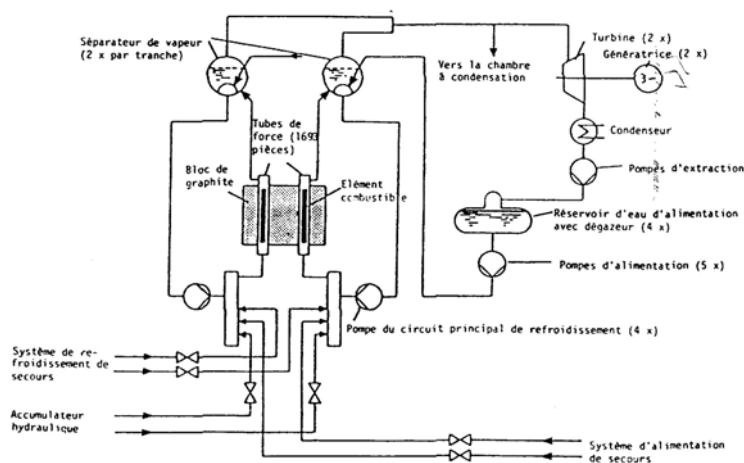


Schéma de principe de la centrale de Tchernobyl.

¹ Serge Prêtre, phys. dipl. EPFZ, Chef de la division de la radioprotection, Division principale de sécurité des installations nucléaires, DFTCE, 5303 Würenlingen.

d'un colloque international organisé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), à Vienne. Entre-temps, les suppositions altèrent bon train. On échafauda l'hypothèse qu'il s'agissait d'un accident de perte de réfrigérant, suivi d'une défaillance des systèmes de refroidissement d'urgence, puis d'une fonte du coeur, d'une production d'hydrogène, et finalement d'une explosion de gaz tonnant. Ce scénario, qui se développe sur plusieurs heures, est celui qui occupe tous les esprits depuis la parution du rapport Rasmussen, en 1975; il était donc évident que l'on pense d'abord et surtout à ce scénario-là. Mais s'était manquer de fantaisie car, en fait, il s'était passé tout autre chose.

Une réaction en chaîne qui s'emballe

En l'espace de cinq secondes,

la réaction en chaîne s'emballa, devint incontrôlable et le réacteur explosa. C'est ce qu'on appelle un accident de criticité, ou accident de réactivité, ou excursion nucléaire. De tels accidents eurent lieu, en 1952 et 1962, pendant la période où les pionniers du nucléaire expérimentaient cette nouvelle technique. Depuis lors, les pays industrialisés de l'Occident ont construit des réacteurs qui ont des caractéristiques et comportements tels que les accidents de criticité sont pratiquement exclus. C'est pour cela qu'à l'Occident presque personne ne pensa que l'accident de Tchernobyl était une excursion nucléaire.

Les secrets soviétiques

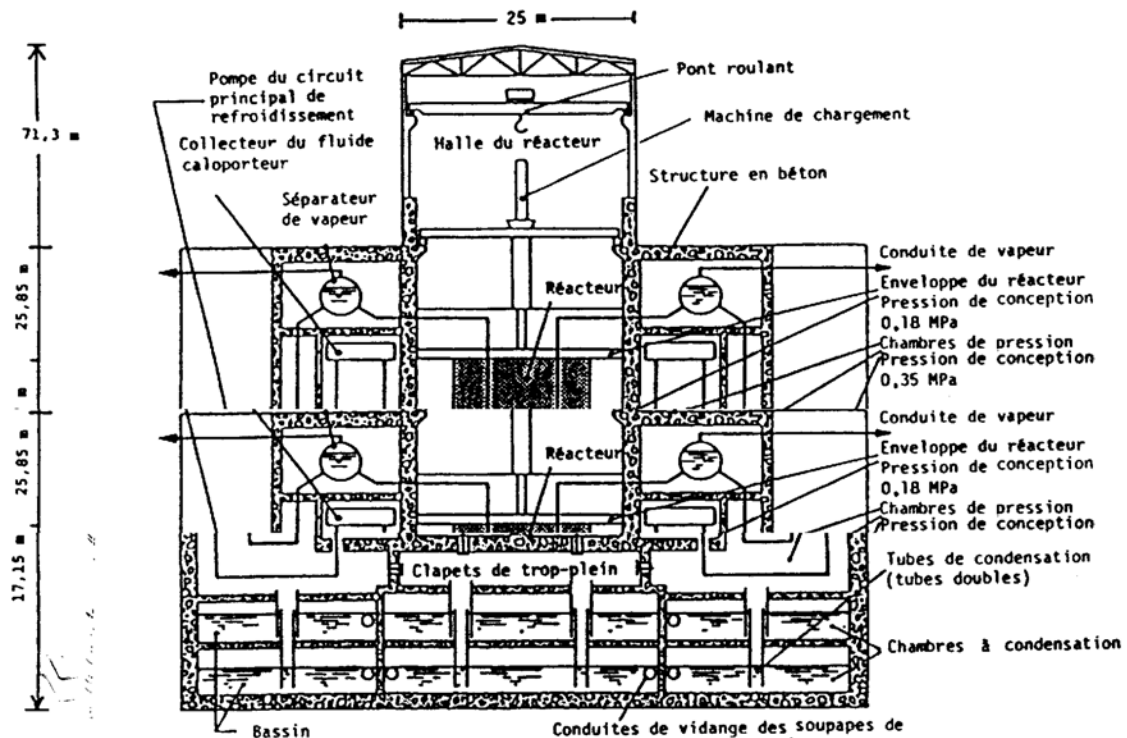
Ce qui compliquait nos hypothèses, c'est que l'information disponible sur les centrales soviétiques RBMK était très maigre,

presque inexistante. Alors que des dizaines de milliers de publications sont accessibles, décrivant en détail les centrales nucléaires des pays non communistes, les Soviétiques ont voulu garder leur technique secrète. Tout de même, un peu d'information avait filtré et, il y a cinq ou six ans, une équipe anglaise avait émis un avertissement, car elle estimait que ce type de réacteur était dangereusement instable. Mais cet avertissement n'intéressa personne et resta ignoré.

Le réacteur RBMK 1000

17 s pour stopper

Le réacteur RBMK 1000 est refroidi à l'eau bouillante et modéré par le graphite. Le coeur du réacteur n'est pas contenu dans une cuve pressurisée, comme c'est le cas chez nous, mais il est



Coupe du bâtiment du réacteur (AIEA).

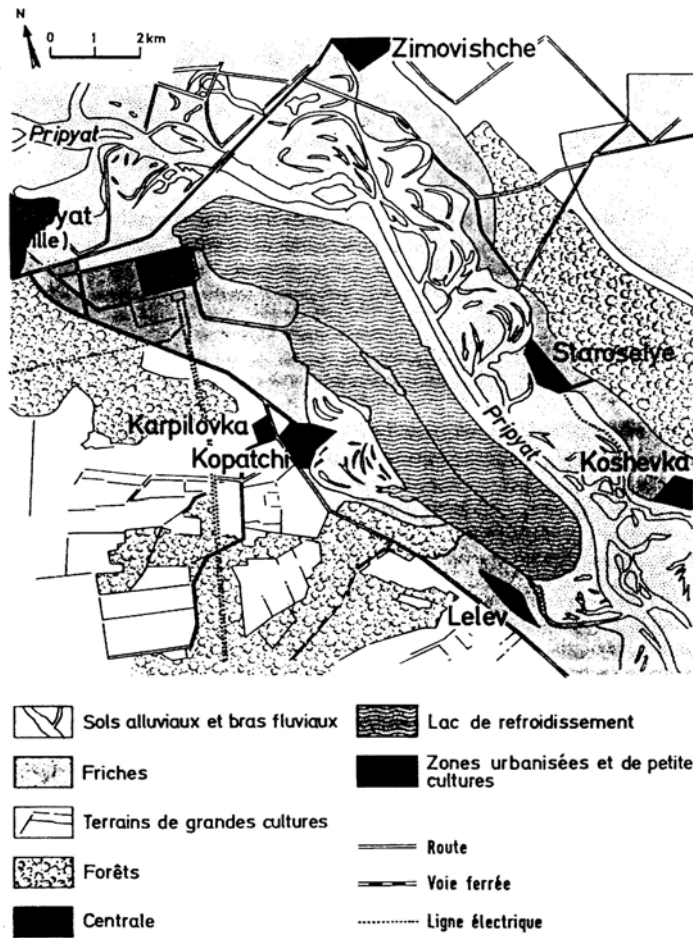


Schéma des environs de la centrale de Tchernobyl (Commissariat à l'énergie atomique).

est en fin de course, il lui faut 17 s pour atteindre la position basse où sa fonction absorbante est pleinement efficace.

Sûreté nucléaire en Occident

Dans les réacteurs occidentaux, la sécurité nucléaire a atteint un niveau très évolué. En ce qui concerne les systèmes et les composants de ces systèmes (par exemple: pompes, valves), cette sécurité est fondée sur la redondance et la diversité. C'est dire qu'une même fonction est assurée par plusieurs composants ou systèmes différents. Dans le cas de SuperPhénix à Creys-Malville, par exemple, l'arrêt d'urgence est assuré par trois systèmes différents: l'un de ces systèmes est composé de barres absorbantes

est en fin de course, il lui faut 17 s pour atteindre la position basse où sa fonction absorbante est pleinement efficace.

Sûreté nucléaire en Occident

Dans les réacteurs occidentaux, la sécurité nucléaire a atteint un niveau très évolué. En ce qui concerne les systèmes et les composants de ces systèmes (par exemple: pompes, valves), cette sécurité est fondée sur la redondance et la diversité. C'est dire qu'une même fonction est assurée par plusieurs composants ou systèmes différents. Dans le cas de SuperPhénix à Creys-Malville, par exemple, l'arrêt d'urgence est assuré par trois systèmes différents: l'un de ces systèmes est composé de barres absorbantes

suspendues par des aimants permanents, dont l'aimantation disparaît à la température d'environ 800°C. Lorsque cette température est atteinte, les barres tombent et stoppent la réaction en chaîne. Ce système fonctionne à coup sûr et ne peut pas être contourné électroniquement. Il n'y a pas moyen de bricoler un pontage pour mettre ce système hors circuit. En outre, les barres absorbantes sont articulées et de ce fait capables de s'insérer même dans un cœur déformé, et cela par leur propre poids.

Il manque un système d'arrêt d'urgence vraiment rapide

Les réacteurs RBMK n'ont rien de tout cela, et surtout, ils n'ont aucun système d'arrêt d'urgence vraiment rapide. Lorsqu'on pilote un réacteur capable de s'emballer en 5 s, il est désagréable de n'avoir à sa disposition qu'un système d'arrêt qui, dans le pire des cas, a besoin de 17 s pour être pleinement efficace.

Compenser la faiblesse technique par des directives administratives

Les constructeurs de ce type de réacteur étaient conscients de cette faiblesse, car ils ont voulu la compenser par des mesures administratives :

- exigeant que, dans tous les cas, au moins 30 barres de commande restent insérées complètement dans le réacteur;
- stipulant qu'il est interdit de lever les barres de commande au-dessus de la cote 1.2 m.

Il aurait été facile, par un automatisme électronique ou par des butoirs mécaniques, de faire en sorte que ces deux conditions de sécurité soient respectées. Mais, là encore, rien n'avait été prévu pour dissuader l'opérateur de violer ces deux directives importantes.

Une technique vétuste

Les spécialistes occidentaux de la sécurité nucléaire ont été très étonnés de constater que, dans ce domaine en tout cas, la technique soviétique était franchement vétuste.

L'idée des électriciens

Le réacteur N° 4 du site de Tchernobyl, situé à 130 km au Nord de Kiev, devait être arrêté le vendredi 25 avril 1986 pour la maintenance annuelle. Il était prévu de profiter du moment où l'on arrête le réacteur pour faire un test.

Lorsqu'on arrête un réacteur, il y a un moment où l'on déconnecte le générateur du réseau électrique, ce qui fait que l'ensemble turbogénérateur continue à tourner à vide. L'idée avait été développée que l'on pourrait utiliser l'énergie cinétique résiduelle contenue dans ce turbogénérateur qui tourne à vide.

Assurer l'alimentation électrique des pompes

Derrière cette idée, il y avait l'intention d'augmenter la sécurité des réacteurs RBMK. En effet, les ingénieurs soviétiques avaient étudié plusieurs scénarios d'accidents et en particulier l'accident couplé à un «blackout» du réseau électrique. La plupart des centrales nucléaires ont un

besoin vital d'énergie électrique, car le fonctionnement des pompes de refroidissement doit être toujours assuré. En général, on réalise l'apport indépendant d'électricité grâce à des groupes électrogènes Diesel à démarrage très rapide. Les ingénieurs soviétiques, ayant pris conscience que leurs groupes électrogènes Diesel étaient trop lents à démarrer, cherchèrent à assurer un appoint d'énergie pour combler le temps critique situé entre le déclenchement de la turbine et le moment où les Diesels de secours sont à pleine puissance. Ils ont donc développé l'idée, qui est en soi une excellente idée, d'utiliser électriquement l'énergie cinétique résiduelle du turbogénérateur tournant à vide.

C'était le seul moment pour faire cet essai

Cette idée avait été élaborée et mise au point, et il fallait expérimenter son efficacité. Une équipe d'ingénieurs électriciens était venue expressément à Tchernobyl pour effectuer ce test au moment du déclenchement du réacteur. Et comme on ne déclenche un tel réacteur que tous les douze à dix-huit mois, il fallait réussir ce test, sinon ça retarderait le projet de plus d'une année.

Deux équipes, donc deux chefs

Il y avait donc, dans la centrale, une équipe d'ingénieurs électriciens venus de l'extérieur et ne comprenant pas grand-chose à la sécurité nucléaire. Cette équipe était sous pression, car elle n'avait reçu qu'un court créneau de temps pour

réaliser son test et elle voulait absolument réussir cette expérience cette année. D'autre part, il y avait dans la centrale l'équipe de quart normale, qui effectue les opérations que la direction lui demande de réaliser, et qui doit veiller à ce que toutes les opérations se déroulent dans les limites de sécurité usuelles.

Trop ou trop peu de personnalité

Dans ces conditions, on pouvait prévoir qu'un conflit éclaterait entre le chef de l'équipe extérieure et le chef de quart de la centrale. Il ne fait pas de doute que l'équipe extérieure chargée du test a imposé sa volonté, car elle a fait effectuer à l'équipe de quart toute une série d'opérations interdites par le règlement d'exploitation. C'est au dernier moment seulement que le chef de quart a réagi de sa propre initiative, mais il s'est décidé environ dix secondes trop tard. Il a fallu que le chef électricien venu de l'extérieur ait une trop forte personnalité ou que le chef de quart de l'installation en ait une trop faible pour qu'on en arrive là. Placé dans ce contexte, le scénario de l'accident se comprend bien.

Scénario d'une catastrophe

Vendredi 25 avril 1986, 13 h - Première violation

On commence à mettre en place les conditions nécessaires à l'exécution du test. En particulier, on découple le système de refroidissement d'urgence pour éviter que celui-ci ne vienne de façon intempestive

perturber le test. Cette action est en principe une violation du règlement d'exploitation.

Vendredi, 14 h - Un certain laxisme

La direction reçoit l'ordre d'assurer encore pendant quelques heures la production d'électricité. Le test est interrompu. Le système de refroidissement d'urgence n'est pas recouplé, ce qui dénote un certain laxisme. L'équipe d'ingénieurs électriciens doit attendre; elle est contrariée.

Vendredi, 23 h 10 - Onze heures d'attente

Enfin, après onze heures d'attente, le test peut reprendre. L'équipe d'ingénieurs électriciens est fatiguée et nerveuse. Elle veut mettre les bouchées doubles et va commencer à faire du forcing. Entre-temps, l'équipe de quart a changé. Selon le programme, on a l'intention de faire démarrer l'expérience à partir d'un niveau de puissance d'environ 22%,

Samedi 26 avril, 00 h 28 - Erreur de réglage

A la suite d'une erreur de réglage, la puissance du réacteur tombe à environ 1%. L'équipe chargée du test exige que l'on remonte la puissance à 22%, ne sachant pas qu'il est très difficile de faire redémarrer un réacteur qui vient de s'arrêter.

Samedi, 01 h - On crée les conditions d'accident

L'équipe de quart remonte presque toutes les barres de contrôle et les remonte au-delà de la cote limite (1,2 m). Il ne reste plus que 8 barres dans le cœur, alors que le

minimum exigé est de 30. Malgré tous ces efforts pour remonter la puissance, on arrive difficilement à atteindre le niveau de 6%. A ce niveau de puissance, les réacteurs RBMK sont dangereusement instables.

Ce fait est connu, car le règlement d'exploitation interdit de faire fonctionner le réacteur à ce niveau de puissance.

Samedi, 01 h 07 - Le chef ne comprend rien à la sûreté nucléaire

L'équipe des électriciens exige que l'on enclenche les deux pompes de réserve. Il s'agit de simuler la charge électrique des pompes de secours. Cette action est aussi en violation du règlement d'exploitation. Ici il est tout à fait clair que les électriciens ne voient que leur test et ne comprennent rien au comportement d'un réacteur. Malheureusement, l'équipe de quart continue à obéir. Le réacteur devient de plus en plus difficile à stabiliser. L'automatisme déclenche l'arrêt d'urgence, mais cet ordre est annulé pour ne pas perturber le fameux test. Cette violation du règlement est grave.

01 h 22 min 30 s - Hésitation

La calculatrice électronique de l'installation imprime le bilan de l'état actuel du cœur. Ce bilan montre avec évidence que l'arrêt d'urgence s'impose. Mais l'équipe de quart hésite encore.

01 h 23 min 04 s - La septième violation du règlement d'exploitation

Le fameux test, tant souhaité, est mis en route. Le

turbogénérateur est découplé, ce qui normalement engendre un arrêt du réacteur. Mais le signal qui devrait déclencher l'arrêt a été détourné et rendu inefficace, car les électriciens désirent maintenir le réacteur en fonctionnement, de façon à pouvoir répéter le test en cas de besoin. Il est inutile de préciser qu'une telle action est grave et qu'elle représente une sorte de sabotage inconscient.

01 h 23 min 21 s - Le cercle infernal

On entre dans le cercle infernal de la rétroaction positive: l'eau commence à bouillir \Rightarrow les bulles dans l'eau augmentent la puissance du réacteur car les neutrons sont moins absorbés \Rightarrow la température de l'eau augmente \Rightarrow l'eau bout plus fort \Rightarrow ça fait plus de bulles \Rightarrow la puissance augmente, etc. A cet instant précis, on aurait encore pu tout juste arrêter le réacteur normalement, sans dommage. En 17 s, la réaction en chaîne aurait encore pu être stoppée.

01 h 23 min 40 s - Trop tard!

Le chef de quart réagit enfin, mais trop tard. Il provoque l'arrêt d'urgence. Mais les barres de commande rentrent dans le cœur à la vitesse maximale de 40 cm/s, ce qui est trop lent.

01 h 23 min 44 s - Deux énormes explosions

La puissance neutronique monte à 100 fois sa valeur maximale. La température du combustible monte à 2000 °C. Cela produit une explosion, qui décolle et place à la

verticale la dalle de béton de 1000 t qui recouvrait le réacteur. Comme les barres de commande étaient suspendues à cette dalle, elles sont arrachées du réacteur. Une seconde explosion plus puissante que la première détruit tout le cœur du combustible nucléaire incandescent sur tout le site produisant quelque 30 foyers d'incendie.

01 h 30 - Les pompiers héroïques

Les pompiers de Pripjat et de Tchernobyl sont alertés. Ils vont travailler toute la nuit de façon héroïque pour éteindre tous les incendies et, surtout, pour protéger le bloc N° 3 qui risquait d'être englobé dans le brasier.

05 h

Tous les incendies sont maîtrisés, sauf le feu de graphite qui va durer environ dix jours. Plusieurs pompiers montrent déjà des symptômes d'irradiation aiguë et doivent être hospitalisés.

Du 27 avril au 10 mai 1986

L'armée intervient efficacement

L'armée engage de gros moyens pour venir à bout du feu de graphite. A partir d'hélicoptères, on étouffe le foyer incandescent sous 5000 t d'un mélange de bore, sable, plomb et terre glaise. Ces mesures sont efficaces pour étouffer le feu de graphite, mais en même temps on étouffe le cœur du réacteur qui n'arrive plus à évacuer sa chaleur résiduelle. La température du cœur augmente à nouveau à partir

du 2 mai. On risque la fonte du cœur et ce qu'on appelle le syndrome chinois. Les 4 et 5 mai, on arrive à introduire, dans les débris du cœur, de l'azote liquide, par la voie de canaux arrachés. Les rejets radioactifs dans l'atmosphère remontent à de très hautes valeurs les 4 et 5 mai. Enfin le feu de graphite est maîtrisé et la température du cœur stabilisée.

D'énormes moyens mis en œuvre

Ensuite, pendant plusieurs mois, les Soviétiques vont mettre en œuvre de gros moyens pour décontaminer le site et construire autour du réacteur détruit une énorme tombe en béton très épais, qui cependant devra encore longtemps assurer le refroidissement du cœur. Parallèlement, ils vont développer de gros efforts pour créer des conditions radiologiques acceptables dans les unités N° 1 et 2, qui reprendront leur service en octobre 1986.

Les grands irradiés

Parmi le personnel du site et les pompiers il y a eut 203 cas d'irradiations aiguës, avec doses corps-entier allant de 80 rem à 1600 rem². Ces blessés radiologiques furent traités dans des hôpitaux de Kiev et de Moscou. Rappelons ici que la dose limite des travailleurs est de 5 rem/an³ et que la dose mortelle dans 50% des cas est

² 0.8 à 16 Sv.

³ Actuellement en Suisse, la dose maximum admissible par an pour les personnes professionnellement exposées aux rayonnements ionisants est de 2 rem (20 mSv).

d'environ 400 rem⁴. Dans de nombreux cas, le traitement fut compliqué par les brûlures de la peau, dues d'une part aux incendies et d'autre part au rayonnement bêta des matières radioactives présentes dans les habits. En août 1986, le bilan sanitaire était de 31 morts. Les traitements spéciaux avec transplantations de moelle osseuse furent inefficaces.

Evacuer une ville de 50000 habitants en quatre heures

La population des environs eut, en somme, une certaine chance dans sa malchance. De par l'énergie énorme développée au moment de l'accident et la thermique due au feu de graphite, une bonne partie des matières radioactives est montée très haut dans l'atmosphère et a été emportée au loin. De ce fait, l'environnement proche a été relativement épargné. La ville de Pripjat (49000 habitants) est directement attenante au site et aurait pu être beaucoup plus contaminée qu'elle ne l'a effectivement été. Le samedi 26 avril, l'ordre fut donné à toute la population de la ville de rester dans les maisons et de fermer portes et fenêtres. En outre des pilules d'iode stable furent distribuées à toute la population, pour protéger la glande thyroïde contre l'accumulation d'iode radioactif.

Le dimanche 27 avril 1986, on avait réquisitionné 1'000 autobus grâce auxquels toute la ville de Pripjat fut évacuée en quatre heures. Cette action fut d'une efficacité remarquable.

⁴ 4 Sv.

Dans un rayon de 30 km

Dans les jours qui suivirent, la zone d'évacuation fut portée à un cercle de 30 km de rayon, ainsi qu'à certaines localités particulièrement touchées, situées au-delà de 30 km. Au total 135'000 personnes et 10'000 têtes de bétail furent évacuées. Cette population a accumulé une dose moyenne évaluée à 12 rem⁵ (les maxima se situent vers 40 rem⁶) et il faut s'attendre à ce qu'elle présente une prédisposition au cancer légèrement supérieure à la moyenne.

A quand le retour des populations évacuées ?

Une grande partie de la zone 3 (de 10 à 30 km du site) sera probablement réhabitable dans le courant de l'année 1987 et la production agricole pourrait reprendre mais sous contrôle radiologique. Cela concerne en particulier la petite ville de Tchernobyl. Dans la zone 2 (de 5 à 10 km), certains travaux de décontamination seront nécessaires, mais on ne parle pas encore du repeuplement de cette zone.

Quant à la zone 1 (0 à 5 km), elle pourrait bien ne plus être repeuplée pendant très longtemps. Cela signifie que la ville de Pripjat va rester ce qu'on appelle une ville fantôme.

Europe: réactions diverses (!)

Des rejets énormes de radioactivité dans l'atmosphère

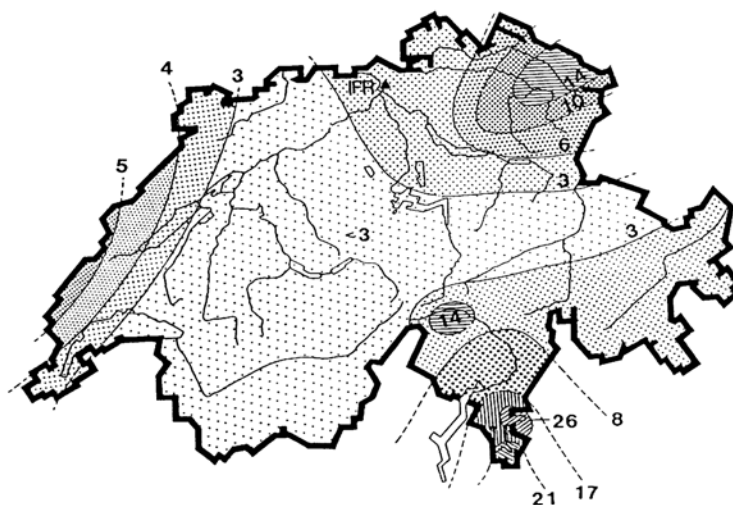
Les rejets de radioactivité dans l'atmosphère furent

⁵ 0.12 Sv.

⁶ 0.4 Sv.



Dépot total de césium en Europe après l'accident de Tchernobyl en kBq/m².



Retombées moyennes de césium 137 en Suisse (valeurs pour le césium 134 \approx valeurs de césium 137 \times 0.6, valeurs pour le iode 131 \approx valeurs de césium 137 \times 7)

énormes et durèrent dix jours. Presque tout ce qu'un cœur de réacteur nucléaire est potentiellement capable de rejeter dans l'atmosphère fut effectivement rejeté. Le réacteur endommagé se trouvait à ciel ouvert et les matières radioactives étaient rejetées en proportion de leur degré de volatilité. Les rejets des premiers jours contaminèrent des masses d'air qui se transportèrent d'abord vers la Scandinavie, puis vers l'Europe centrale, puis vers les Balkans. Au cours des dix jours que durèrent les rejets, les quatre points cardinaux furent copieusement arrosés. Pratiquement toute l'Europe fut concernée par le nuage, à des degrés variables. Les pays les plus touchés furent probablement, à part l'Union soviétique, la Pologne et la Roumanie. En Europe centrale, on constate une forte concentration de retombées dans la région Bavière-Salzburg. Du point de vue des doses d'irradiation, ce sont probablement les populations consommant beaucoup de viande de mouton (Turquie, Grèce, Grande-Bretagne, par exemple) et celles consommant beaucoup de viande de renne (Laponie) qui aborderont finalement les plus hautes doses. Cela est dû au fait que ces animaux concentrent fortement le césium 137 dans leurs muscles.

L'exemple de la Suisse

En Suisse, pour prendre l'exemple de ce pays, les appareils de surveillance de la radioactivité de l'air commencèrent à réagir le mercredi 30 avril 1986. Le 1^{er} mai, toute la Suisse était

recouverte d'une masse d'air uniformément contaminé par des matières radioactives, dont les éléments dominants étaient l'iode 131, le césium 137 et le césium 134. Cette contamination de l'air allait diminuer lentement pour retrouver sa valeur normale au bout d'environ dix jours.

Le taux de la contamination de l'air en Suisse était préoccupant, mais ne méritait pas qu'on qualifie l'événement de catastrophe. Les doses dues à l'irradiation par le nuage ainsi que les doses dues à l'irradiation par le nuage ainsi que les doses dues à l'inhalation restèrent insignifiantes.

Le rôle important de la pluie

Mais la pluie sur certaines régions de la Suisse précipita ces matières radioactives sur le sol, et c'est ainsi que le Nord-Est puis le Sud-Est reçurent des retombées relativement élevées (carte). Dans ces régions, l'irradiation due à l'environnement terrestre atteignit, au début de mai, environ 10 fois sa valeur naturelle et retourna à une valeur proche de la normale en l'espace de trois à quatre semaines. Les doses dues à cette irradiation provenant de l'environnement sont évaluées à environ 40 millirem (0,04 rem⁷), ce qui est une dose suffisamment faible pour que des mesures de protection ne s'imposent pas. Si on avait voulu diminuer une partie de cette dose, il aurait fallu recommander aux populations concernées de rester le plus possible dans les maisons. On aurait pu

⁷ 0.4 mSv.

aussi interdire le camping et les jeux en plein air dans ces régions. Mais l'ampleur de la contamination ne justifiait pas de telles mesures.

Le problème principal vient de la chaîne alimentaire

A une telle distance du lieu de l'accident (plus de 1500 km) il était prévisible que les problèmes radiologiques principaux apparaîtraient dans la chaîne alimentaire. Tous les laboratoires suisses équipés pour faire ces analyses se mirent donc à travailler jour et nuit pour analyser en première priorité l'iode 131 dans l'herbe et le lait, puis dans les salades et légumes frais. Il en résulta des recommandations destinées à réduire les doses du groupe le plus sensible de la population: les nourrissons et les fœtus.

La gravité de la situation

L'état-major de crise s'était évidemment posé la question de savoir si le Gouvernement édicterait en bonne et due forme des interdictions ou des restrictions, ou s'il suffirait que le Département de l'intérieur émette des recommandations.

Etant donné que la situation n'était pas catastrophique et que, selon les prévisions faites, les limites nationales et internationales de dose ne seraient pas dépassées, on décida en Suisse d'en rester aux recommandations.

La psychose allemande

Malheureusement, dans certains Länder d'Allemagne, des politiciens régionaux mirent à profit cette situation pour faire de la surenchère sur le thème: "La santé n'a pas de prix". L'une des tendances de l'âme

germanique est de se révolter contre la souillure et de militer pour idéal de pureté. Et cela peut conduire à une épidémie psychique qui, dans le cas particulier, devint presque incontrôlable et conduisit à des mesures de protection nettement exagérées.

Le dédain français

En France, au contraire, les autorités réagissent de façon presque trop pragmatique, à tête froide, estimant que la pollution nous venant de Tchernobyl n'était pas plus importante que d'autres pollutions chimiques déjà existantes, qu'il s'agissait là du revers de la médaille de notre civilisation et qu'il nous fallait apprendre à vivre avec un certain niveau inévitable de souillure. Les médecins français refusèrent de s'occuper d'une pollution qui produirait peut-être quelques cas de cancer au cours des prochaines années, estimant que si on voulait faire quelque chose pour la santé il fallait commencer par interdire le tabac qui cause plus de 20000 morts chaque année en France.

Le spectacle des contradictions

En Suisse, la réaction des autorités fut nuancée et située à mi-chemin entre la réaction allemande et la réaction française, bien que, sur le moment, au beau milieu de la crise, il leur ait été difficile de ne pas se laisser emporter par l'épidémie des attitudes extrêmes. En effet, le citoyen suisse reçoit sur sa télévision tous les programmes allemands, français, italiens et autrichiens et, de ce fait, il assistait directement à un

révoltant spectacle de contradictions.

Comme l'iode 131 est une substance radioactive qui décroît d'elle-même en quelques semaines, les problèmes dus à ce nuclide s'estompèrent vers le 20 mai 1986.

Le césium radioactif dans les viandes

Mais il y avait encore le césium, qui va rester radioactif pendant des dizaines d'années. On savait que le césium se concentre volontiers dans les muscles et l'on s'attendait à voir la contamination de certaines viandes augmenter sérieusement. Comme prévu, les hautes valeurs apparurent dans les viandes de mouton, de gibier, et plus tard dans les poissons du lac de Lugano (région la plus touchée). Certaines mesures de protection furent mises en œuvre pour réduire les doses dues au césium.

La contamination de notre environnement par le césium n'est pas une nouveauté. Elle est apparue avec les nombreuses explosions nucléaires expérimentales des années 1958 à 1963. De nombreux travaux scientifiques et même des congrès furent consacrés au césium. On sait par exemple que les animaux qui concentrent le plus fortement le césium sont les caribous, rennes et élans. En Suisse, on connaît très exactement la contamination de notre biosphère par le césium des années soixante, et on estime que Tchernobyl a apporté à peu près autant de césium (en moyenne) que les retombées des bombes. On peut donc prédire la façon dont ce césium va s'insérer

dans toute notre biosphère. Et ce qui est remarquable, c'est qu'on peut vérifier les calculs de dose en mesurant directement, dans un compteur de corps-entier, la quantité de césium radioactif contenue dans le corps de certaines personnes.

Au maximum une radiographie de la colonne vertébrale

Les représentants typiques du groupe le plus touché sont les agriculteurs de Suisse italienne qui se nourrissent de leur propre production et ont un régime alimentaire comprenant passablement de lait de chèvre et de viande de mouton. Pour ces personnes, la contamination de Tchernobyl produira une irradiation à peu près équivalente à une radiographie de la colonne vertébrale.

La comptabilité des millirem

Si on place Tchernobyl dans le cadre des autres doses usuelles, le bilan de doses pour l'année 1986 pour la population suisse se présente ainsi⁸:

- Irradiation terrestre: $\approx 40-200$ millirem
- Irradiation cosmique: $\approx 30-80$ millirem
- Inhalation de radon: $\approx 140-700$ millirem
- Diagnostics médicaux: $\approx 0-1000$ millirem
- Tchernobyl: $\approx 5-200$ millirem

Variant selon le lieu où l'on vit et le mode de vie

Il est évident que la dose due à l'événement de Tchernobyl

⁸ 100 millirem \approx 1 mSv.

en Suisse se perd dans le mélange des autres doses d'irradiation faisant partie de notre vie habituelle.

Que restera-t-il chez nous après Tchernobyl?

Le bilan sanitaire

La signification biologique de telles doses, c'est-à-dire de doses qui s'inscrivent dans la fourchette des fluctuations des doses usuelles, n'est pas connue, mais on sait que, si signification il y a, elle est très faible.

Selon la théorie qui domine, une dose telle que celle due à Tchernobyl conduirait statistiquement, en Suisse, à 1 cas mortel de cancer par an. Ce cas viendrait donc s'ajouter aux quelque 15000 décès par cancer par an en Suisse (2300 de ces morts sont causées par le cancer du poumon provenant du tabac). Selon une autre théorie, qui s'appuie sur un grand nombre d'observations faites chez les animaux, de faibles doses sont nécessaires à l'organisme car elles stimulent les mécanismes de défense et, de ce fait, participent à la lutte de l'organisme contre les cellules mutantes qui pourraient engendrer un cancer.

Si l'effet est négatif ou positif, ou les deux à la fois, on ne le sait pas; mais, si effet il y a, il est minime.

Il faut compter avec les pannes de la psyché humaine

L'histoire de Tchernobyl est pleine d'enseignements dont un nous paraît particulièrement important. Si l'on se représente ce qui s'est passé dans la salle de

commande du bloc No 4 de Tchernobyl, si l'on devine ce qui s'est passé dans tous les états-majors de crise qui ont dû prendre des décisions quant aux mesures de protection à appliquer, si l'on observe ce qui s'est passé au niveau des médias et à celui des populations, on voit que, presque partout, le comportement de l'être humain en situation de crise est insatisfaisant, voire malsain. Les responsables ont réagi plutôt subjectivement, mus par des émotions, par des sentiments de peur ou d'orgueil, ou mus par une recherche de puissance. Les réactions objectivement raisonnées et raisonnables ont eu de la peine à émerger. Lorsqu'on analyse les grands accidents, ou les catastrophes, on constate que dans tout un enchevêtrement de causes, ce qu'on trouve à la base, ce sont les imperfections de la psyché humaine. Il faudra vraiment que l'on apprenne à mieux prendre cet élément au sérieux, à le connaître mieux, et surtout à en tenir compte.

Tchernobyl en tant que cause probable de cancer en Suisse (nombre approximatif de décès par an).

Causes	Nb. de décès
Tchernobyl	≈1
Rayonnement naturel	≈400
Tabagisme	≈2300
Toutes causes confondues	≈15000

Postface

Pourquoi revenir en détail sur cet accident de Tchernobyl, après vingt mois? Question justifiée, nous l'admettons, surtout si

l'on n'en sait guère plus aujourd'hui qu'après le colloque de l'AIEA de Vienne.

Les remous se sont calmés, l'attention générale s'est tournée vers les innombrables drames dont la succession nourrit les titres des quotidiens. Même la courbe croissante de la consommation d'électricité ne s'est pas infléchie, bien que chaque augmentation plébiscite le recours à l'énergie nucléaire.

Puisque, pour longtemps encore, nous devons vivre avec cette source d'énergie, il n'a peut-être pas été inutile pour nos lecteurs de se pencher avec un certain recul, dépourvu de l'émotion légitime au lendemain de Tchernobyl, sur la genèse d'une catastrophe, sur les moyens -dérisoires ou non - d'en limiter les conséquences et sur les enseignements qu'on peut en tirer. Qu'on le veuille ou non, le déroulement de cet accident n'a pas un caractère dont l'énergie nucléaire aurait l'exclusivité. D'autres domaines techniques portent en eux des dangers non moins menaçants pour notre monde et de la peine à émerger.