

# TCHERNOBYL- SUR-SEINE

*Dans une centrale nucléaire, un accident, lorsqu'il a été prévu, a peu de chances de tourner à la catastrophe. C'est quand il n'a pas été prévu que la catastrophe est à redouter ! En voici la preuve (heureusement, fictive).*

## DOSSIER

**S**ur la rive droite de la Seine, à 80 km (à vol d'oiseau) de Paris, la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine va commencer à fonctionner dans quelques jours. La première tranche sera raccordée au réseau dès le mois de décembre prochain. La seconde entrera en service en 1988. Alors, bon an, mal an, les deux réacteurs fourniront une quinzaine de milliards de mégawatts-heure, distribués principalement dans la région parisienne.

Tout irait pour le mieux dans le meilleur des mondes nucléaires, si, tout à coup, dans la soirée du 6 décembre 1990, ne survenait au cœur de la centrale toute neuve un accident imprévu : la rupture d'une grosse canalisation de vapeur. En quelques minutes, tout va basculer dans le cauchemar... Il ne

s'agit pas, bien entendu, d'une prédiction proférée par quelque devin maléfique, mais du point de départ d'un livre qui va paraître dans la deuxième quinzaine de ce mois (chez Calmann-Lévy). Son titre : *Tchernobyl-sur-Seine*. Ses auteurs : Hélène Crié et Yves Lenoir. Bien que baptisé "roman", l'ouvrage est solidement documenté et dégage une telle impression de vérité que sa lecture donne le vertige. Et suscite d'inévitables questions.

En avant-première, *Science & Vie* vous en propose quelques pages. Elles ont trait à l'"accident" proprement dit, et à la manière dont il est vécu par ceux qui en sont les premiers témoins. C'est en effet la partie la plus troublante du livre, celle à propos de laquelle on se demande si la réalité pourrait un jour rejoindre la fiction.

## LE ROMAN DE L'ACCIDENT

**Centrale de Nogent-sur-Seine : vendredi 6 décembre 1990, 21 heures.** L'équipe a du pain sur la planche cette nuit. Dans quelques jours, le fonctionnement du réacteur numéro 1 doit être interrompu. Celui-ci sera alors ouvert pour sa première campagne de rechargement en combustible. Depuis décembre 1987, cette tranche de production électrique ronronne paisiblement. A l'intérieur de la cuve du réacteur, confinée sous trois enceintes de béton et d'acier, la radioactivité est maximale : près de mille cinq cents fois celle créée par la bombe d'Hiroshima.

Mais, dans la grande salle des commandes rose-orangé, illuminée par les centaines de verrines rouges et jaunes, les hommes écoutent tranquillement leur chef de quart distribuer les tâches de la soirée. Entre le plafond uniformément éclairé aux néons et les tableaux muraux sertis de minuscules fenêtres blanches, les schémas de contrôle luisent doucement au-dessus des pupitres multicolores. Les imprimantes reliées aux ordinateurs débitent par intermittence des lignes de chiffres sur les bandes de papier troué. Trois écrans vidéo affichent silencieusement des informations sur l'état de la centrale. Un gigantesque tableau de bord, le centre névralgique de la centrale nucléaire. Un cerveau éclaté en plusieurs systèmes automatiques, ou télécommandés par les opérateurs.

Aujourd'hui comme toujours, ils sont deux :

Hervé, le chef de bloc, et Michel, son adjoint. Eux ne bougeront pas de cette salle des commandes.

.....  
La tranche est à son régime nominal (1). La température moyenne du cœur, le niveau d'eau dans les quatre générateurs de vapeur, le niveau et la pression du pressuriseur... Tout est normal.

(...) une alarme retentit. Les deux hommes sursautent, se figent une fraction de seconde. Que diable se passe-t-il ?

Dans la baie des générateurs de vapeur, des verrines jaunes et rouges clignotent furieusement, comme l'éclairage syncopé d'une discothèque.

« Bon, il va falloir faire le tri dans ce tohu-bohu, soupire Hervé, prenant Michel à témoin ; tout de même, on devrait améliorer le système de sélection des informations. »

A quelques pas, dans la salle des calculateurs, sans se poser de question, l'ordinateur de la tranche vient de graver dans sa mémoire l'événement qui a tout déclenché : à 22 h 34 mn 25 s, la pression de vapeur à l'admission de la turbine a brusquement chuté.

.....  
Dans le générateur de vapeur n° 4, le débit vient d'augmenter brutalement.

Deux circuits d'eau s'affrontent dans cette

(1) Régime de fonctionnement à pleine puissance continue.

## UN TEL ACCIDENT EST-IL POSSIBLE ?

Résumons les faits. Une tuyauterie conduisant la vapeur du circuit secondaire, du bâtiment réacteur à la salle des turbines, a cédé. La rupture a eu lieu à l'extérieur, à l'endroit où ladite tuyauterie sort de la double enceinte de confinement qui isole le réacteur. La vapeur s'échappe donc à l'air libre. Mais l'ébullition soudaine des quarante tonnes d'eau contenues dans le générateur de vapeur n° 4 secoue rudement les quelque 5 300 tubes en U qu'il renferme et au travers desquels l'eau du circuit primaire cède sa chaleur au circuit secondaire.

Quelques-uns de ces tubes, fragilisés par des fissures, par la corrosion et l'usure, se rompent et l'eau du circuit primaire, celle qui baigne et refroidit le combustible nucléaire et peut se trouver par conséquent chargée de radioactivité, passe dans le circuit secondaire et, de là, est expulsée dans l'atmosphère, via la brèche de la conduite de

vapeur. Or la rupture d'une tuyauterie extérieure combinée à la rupture de tubes en U dans le générateur de vapeur n'a pas été prévue, même dans les scénarios "possibles mais hautement improbables". D'où la gravité exceptionnelle de la situation...

Une telle "catastrophe" est-elle envisageable dans la réalité, ou relève-t-elle de la seule imagination des auteurs ? Pour le savoir, nous avons interrogé l'un de ceux-ci, Yves Lenoir.

**Science & Vie** — Sur quoi vous êtes-vous appuyé pour construire votre scénario ?

**Yves Lenoir** — Evénements et situations mis en scène dans le livre ont été inspirés par des faits réels, ou imaginés à partir de procédures prévues dans les dispositifs de sûreté et de sécurité nucléaires applicables en France. Les réactions de l'équipe de conduite du réacteur accidenté ont

# Tchernobyl sur Seine

roman



G. Lamm-Lévy

énorme marmite à pression, haute de vingt mètres : le primaire, brûlant et contaminé par les fuites routinières du combustible nucléaire, transmet sa chaleur au circuit secondaire, exempt de radioactivité, grâce à un fabuleux faisceau de tubes. Un faisceau de onze mètres de haut, constitué de cinq mille trois cents tubes en U, soit cent vingt kilomètres de minces tuyaux, surnommé "le chignon". Cette surface d'échange

représente environ trois quarts d'hectare. L'eau de ce circuit "propre" est portée à ébullition. La vapeur sous pression est transférée vers la turbine par de grosses tuyauteries pour produire de l'électricité.

D'après les indications affichées sur le panneau de contrôle, la production de vapeur du GV (\*) vient de passer de cinq cent cinquante kilos par seconde à plus du double... Hervé et Michel restent immobiles face aux instruments. On dirait un cas d'école : ils ont été confrontés à un accident du même type pendant un de leurs stages sur simulateur.

Où bien une soupape de décharge à l'atmosphère s'est malencontreusement ouverte — « Mais comment ?... » murmure Michel — ou bien il s'agit d'une rupture de la conduite de vapeur.

« Mon vieux, je crois qu'on est mal barré. » Hervé a soudain la gorge serrée.

Il n'y a rien à tenter pour l'instant. Observer et réfléchir, voilà tout. Où s'est produite la brèche ? Dans l'enceinte de confinement ou à l'extérieur, quelque part au-dessus de leur tête ?

Hervé perçoit nettement une vibration sourde. Pas de doute, la vapeur s'échappe à l'extérieur. Sinon, la température et la pression augmenteraient dans l'enceinte du réacteur, et il le verrait sur les tableaux.

« C'est peut-être mieux ainsi », pense Hervé, songeant aux problèmes posés par la vidange d'un générateur de vapeur à l'intérieur.

Les deux opérateurs n'ont aucun mal à ima-

notamment été déduites d'une étude confidentielle réalisée par EDF et de discussions approfondies avec des membres du Centre de formation du Bugey. Les comportements des officiels sont calqués sur ceux de personnages réels que j'ai été amené à côtoyer depuis quinze ans, ou déduits de leurs prises de position après les catastrophes de Three Mile Island et de Tchernobyl. Cette masse d'informations a été brassée en vue de construire une fiction réaliste qui rende justice à tous en préservant l'anonymat de chacun. En outre, quelques anecdotes réelles renforcent l'insertion de l'action dans l'histoire de ces trente dernières années.

**S. & V.** — *Qu'est-ce qui vous a amené à choisir le type d'accident que vous décrivez ?*

**Y. L.** — Nous voulions un scénario d'accident suffisamment long pour que l'équipe de quart ait le temps de "vivre" l'événement, et suffisamment bref, avant les rejets de radioactivité, pour prendre de vitesse la pesante machinerie administrative

chargée de la gestion de la crise.

**S. & V.** — *Mais votre hypothèse est-elle plausible ? Autrement dit, y a-t-il des risques qu'elle se réalise un jour ?*

**Y. L.** — La filière PWR, c'est-à-dire celle des réacteurs à eau pressurisée, a un point faible : le système de production et de transfert de vapeur. C'est la partie la moins fiable de toute la chaudière nucléaire, et c'est celle où le principe des barrières multiples n'est pas appliqué. On sait depuis longtemps que les générateurs de vapeur sont le siège d'une fissuration considérable. Il est fréquent que plus de la moitié des quelque 5 300 tubes en U constituant dans chaque GV la surface d'échange entre les circuits primaire et secondaire présentent des fissures. Certes, fissure ne veut pas dire fuite, mais toute fissure entraîne tout de même une certaine fragilité. Quant à la proportion des tubes qui fuient vraiment, elle est de l'ordre de 1 %, mais peut atteindre 10 % dans de mauvais lots. En outre, il faut savoir que la fissuration n'est pas un phé-

# LE ROMAN DE L'ACCIDENT (suite)

giner le spectacle, dehors, là où la canalisation a cédé : un sifflement assourdissant, le bâtiment environné d'un nuage de vapeur qui semble jaillir de la paroi, comme si celle-ci s'était brusquement fendue.

Dans la salle des commandes, on n'entend rien. On sent. Le relâchement a lieu au-dessus de leurs têtes, mais la dalle de béton — plus d'un mètre d'épaisseur — qui les isole du reste du monde étouffe complètement le son.

« Le rejet a l'air colossal. Sans doute une rupture-guillotine. Dans moins de 20 secondes, le CV sera à sec. Tu imagines le chambard à l'intérieur, avec 40 tonnes d'eau qui se vaporisent en un rien de temps pour foutre le camp à l'extérieur ? Va chercher la fiche A0 (°). »

Michel se dirige vers le meuble de classement où sont rangées les fiches de procédure en cas d'accident.

Au moment où Michel tend la fiche A0 à Hervé, Pierre Duguey, l'ingénieur de sûreté et radioprotection (L'ISR), entre en trombe dans la salle des commandes. Hervé lui montre qu'il est à la hauteur.

« Ça vient de commencer. D'après les instruments, c'est une rupture de la tuyauterie de vapeur du GV4. Sûrement une grosse brèche à l'extérieur, entre le bâtiment-réacteur et la salle des machines (schéma ci-contre). Tu lances le PUI (°) ? »

Pierre Duguey examine les cadrans.  
« Ce n'est pas à moi de le faire. Qui est d'astreinte de direction, cette nuit ?  
— Laurent Rolant. »

Pierre compulse rapidement la fiche de quart. Il décroche le téléphone blanc.

« 25 32 41 79, allons-y...  
« Monsieur Rolant ? On a un accident. Chute de la pression vapeur. La tuyauterie de vapeur du GV4 a dû se rompre... Non, certainement à l'extérieur, il y a une minute. »

L'ISR se tourne vers les opérateurs, avec un drôle de ricanement nerveux.

« Messieurs, nous voilà avec un accident de classe IV sur les bras. Le premier en France depuis la rupture d'un tube en U sur Tricastin 3, il y a deux ans. J'espère qu'on s'en sortira aussi bien. »

Michel surveille le déroulement des séquences automatiques. Pierre et Hervé ont pris position devant le panneau de sûreté. Deux écrans affichent, sélectionnées par l'ordinateur de la tranche, les informations importantes sur l'accident en cours.

Le téléphone qui relie la centrale au dispatching (°) résonne près d'Hervé. L'échange est bref :

« Combien de temps va durer cet arrêt ?  
— On ne démarrera pas avant longtemps. Poussez les frangines en conséquences. Salut. »

## UN TEL ACCIDENT EST-IL POSSIBLE ? (suite)

nomène statique. Les agressions physico-chimiques auxquelles est soumis le métal agrandissent progressivement les fissures. La durée de vie du matériel en est singulièrement réduite : une dizaine d'années contre plus de trente pour le reste du circuit primaire.

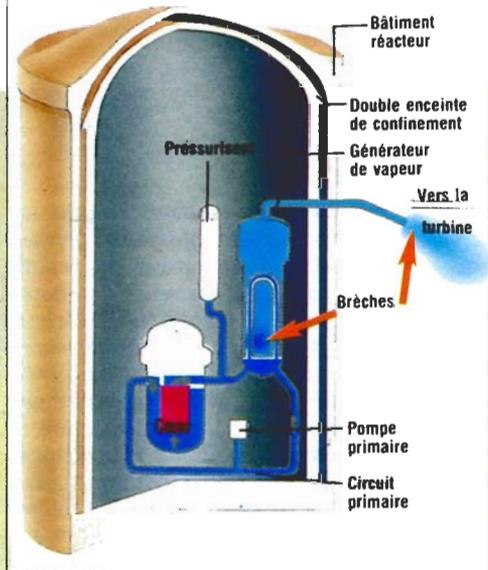
**S. & V.** — Mais ne contrôle-t-on pas ces fissures ?

**Y. L.** — Si, mais ce contrôle n'est pas complètement fiable, et cela pour trois raisons. D'abord, l'exactitude des mesures laisse à désirer. Ensuite, ces mesures ne permettent pas de définir à coup sûr la gravité d'une fissure, ni de prévoir son évolution. Enfin, les dangereuses fissures circonférentielles, responsables des ruptures brutales sans signes avant-coureurs, ne sont pas décelées. Le seul test décisif est la mesure du taux de fuite par la méthode de l'hélium sous pression. Il sert à repérer les tubes qui fuient et à décider s'il faut les boucher

ou non. Bref, le contrôle des générateurs de vapeur ne permet pas d'anticiper à cent pour cent les ruptures. Or, le générateur de vapeur est le lieu où le circuit primaire est pour ainsi dire en contact avec le monde extérieur ; il n'en est séparé que par l'épaisseur — environ 1 mm — du métal des tubes, alors que, partout ailleurs, plusieurs barrières l'isolent de l'environnement : la cuve en acier et les deux enceintes de confinement.

**S. & V.** — Que se passe-t-il lorsqu'un tube se rompt ?

**Y. L.** — L'installation est conçue pour faire face à la rupture brutale, sans fuite annonciatrice, d'un tube en U. Cet accident, de classe IV, la plus grave, s'est déjà produit une demi-douzaine de fois aux USA durant le fonctionnement normal de la centrale. Dans notre scénario, c'est l'ébullition soudaine de l'eau contenue dans le générateur de



« Si le débit du circuit d'injection ne suffit pas à maintenir le niveau d'eau dans le réacteur, c'est que les dégâts dans le chignon dépassent le pire. Le cœur sera bientôt à découvert. Le refroidissement du combustible a probablement cessé, à cause de l'ébullition en masse du circuit primaire. Le combustible va être endommagé... il l'est sans doute déjà... De la radioactivité va s'échapper, et... il ne reste aucun obstacle à lui opposer. »

Pierre Duguey sent la panique monter. Un instant distraits de leur propre affolement, ses collègues le regardent, stupéfaits.

« A quoi bon toutes ces fiches, A1 pour les grosses brèches, A3 pour la rupture d'un tube en U... Rien n'est prévu pour cet accident. Nulle part, dans aucun rapport de sûreté, on n'a envisagé que la rupture d'une tuyauterie de vapeur, "accident possible mais hautement improbable", puisse entraîner des ruptures de tubes en U, accident finalement assez fréquent en marche normale. »

Il en ébauche un geste d'abandon, et poursuit, sarcastique et théâtral :

« Messieurs, voici quelque chose de totalement

(2) GV : Générateur de vapeur.

(3) Fiche A0 : fiche introductive de la nomenclature. A = accident, 0 = zéro.

(4) PUI : Plan d'urgence interne.

(5) L'arrêt imprévu de Nogent 1 doit être compensé par une augmentation de la puissance produite par d'autres tranches en activité ou par la mise en route de tranches disponibles en réserve. Pour guider son choix, le "dispatching" a besoin de connaître la durée probable de l'arrêt.

Un instant déconnecté, Hervé observe ses deux collègues, tendus, mais parfaitement calmes. Il est assez fier, finalement. La formation sur simulateur paye, tout de même !

Pierre, lui, devient soudain livide. Il désigne quelques chiffres affichés sur l'écran gauche. D'une voix blanche, il appelle Hervé.

L'ingénieur semble assommé. Une seule explication : un, ou plutôt plusieurs tubes en U n'ont pas résisté à la dépressurisation brutale du GV. Maintenant, c'est le circuit primaire, de l'eau contaminée, qui se vide, via la brèche du GV, directement dans l'air extérieur. Hervé est pris d'un terrible vertige.

vapeur, par suite de la brèche qui s'est ouverte dans la tuyauterie du circuit secondaire, qui provoque une cascade de ruptures de tubes en U. Cet enchaînement est certes sans précédent dans les annales des centrales nucléaires, mais parfaitement plausible.

**S. & V.** — Venons-en précisément à ce circuit secondaire dont vient tout le mal. L'hypothèse d'une cassure brutale est-elle, elle aussi, vraisemblable ?

**Y. L.** — L'accident qui a eu lieu le 9 décembre 1986 à la centrale de Surry, aux Etats-Unis, a montré que des phénomènes de corrosion-érosion pouvaient entraîner un amincissement fatal de la tuyauterie du circuit secondaire. Par chance, si l'on peut dire, car il y a tout de même eu six personnes gravement brûlées par le jet de vapeur, la rupture s'est produite sur la canalisation qui ramenait l'eau au générateur de vapeur, en amont des vannes et des clapets anti-retour. Il a donc été aisé d'isoler ce générateur et d'éviter une dépressurisation catas-

trophique. Ces phénomènes de corrosion-érosion affectent à des degrés divers les tuyauteries de vapeur ; cela dépend en fait de la qualité de l'acier utilisé, de la qualité de la vapeur et de la "chimie" du secondaire. Ainsi, il y a deux ans, on a relevé des signes de dégradation sur une canalisation de vapeur de la centrale de Fessenheim.

Mais d'autres causes pourraient provoquer la rupture d'une tuyauterie de vapeur. Par exemple, le mauvais contrôle d'une soudure. D'après l'un de mes informateurs, environ 30 % des soudures seraient incomplètement contrôlées : ou bien le contrôle est bâclé, ou bien il n'est pas effectué du tout. Pourraient aussi être incriminés un défaut transversal non détecté, dû à une anomalie de fabrication du tuyau, ou la fissuration d'une pièce coulée, d'un coude notamment, phénomène que l'on a observé sur le circuit primaire de certains réacteurs. Quoi qu'il en soit, si la rupture se produit sur la portion de tuyauterie vapeur située entre la sortie de l'enceinte de confinement et les vannes

# LE ROMAN DE L'ACCIDENT (suite et fin)

*inédit sur nos réacteurs, un accident de perte simultanée du refroidissement et de toutes les barrières. Désormais, l'intérieur du réacteur communique directement avec l'atmosphère. Le pire est devant nous ! »*

**Centrale nucléaire, salle des commandes, 22 h 38 mn.** Pierre Duguey, l'ingénieur de sûreté, donne à présent dans la délectation morose.

*« Une ligne Maginot ! Voilà ce que c'est leur système de poupées gigognes ! Au centre, le combustible, une céramique, première barrière ! Puis, entourant l'uranium, des gaines étanches, deuxième barrière ! Ensuite, la cuve du réacteur, troisième barrière ! Et enfin, les deux enceintes de confinement en béton emboîtées l'une dans l'autre, dernière barrière. Un tel coffre-fort doit naturellement retenir la radioactivité en toutes circonstances, du moins la contenir et la guider vers le système de filtrage où on la coince avant qu'elle puisse gagner l'atmosphère... »*

*« Vous croyiez qu'elle allait attaquer de front ces formidables remparts ? Pas si stupide, la salope ! Comme les Panzers de la Wehrmacht, elle a contourné l'obstacle en empruntant la voie la plus facile. Celle que vous et moi aurions choisi d'ouvrir si elle nous avait demandé comment sortir de cette forteresse. Forteresse, tu parles ! »*

Hervé est stupéfait. Michel ne sait plus où se mettre.

*« On avait tout prévu, poursuit l'ingénieur, même les accidents les plus effrayants : brèches dans le circuit primaire, des grosses, des petites, des tordues, des franches et des nettes, des choses abominables qui auraient transformé l'intérieur du bâtiment-réacteur en une infernale étuve radioactive. Chaque fois, le Rapport de Sûreté nous convainquait de la parfaite suffisance des dispositifs de sauvegarde pour limiter les conséquences extérieures à un niveau ridiculement faible. Avant Tchernobyl, parler de risque grave frisait l'indécence. Et même après, pas un bouton de guêtre ne manquait, naturellement. Et on en rajoutait, pour épater la galerie ! Tenez, on s'est même amusé à calculer si les enceintes résisteraient à la chute d'un petit avion d'affaires. De la foutaise ! Qu'est-ce qu'il casserait, d'abord, l'avion en tombant ? Hein ? Je vous le demande. »*

Hervé sent la moutarde lui monter au nez.

*« Ecoute, Pierre, on a mieux à faire... »*

— Il n'y a rien à faire. L'avion ferait comme la radioactivité : il taperait sur le point faible, sur ces satanées tuyauteries de vapeur qui passent innocemment, les idiots, quasiment sans protection du bâtiment-réacteur à la salle des machines. »

Soudain plus grave, l'ingénieur poursuit :

*« Au lieu de donner dans le grand guignol, il aurait mieux valu regarder en face le talon d'Achille de cette centrale nucléaire. Oui, les*

## UN TEL ACCIDENT EST-IL POSSIBLE ? (suite et fin)

d'arrêt de la salle du turbo-alternateur, la seule barrière qui subsiste entre le circuit primaire et l'environnement, c'est, comme je vous le disais précédemment, ce millimètre de métal plus ou moins fissuré qui forme, sur des dizaines de milliers de m<sup>2</sup>, la paroi des tubes en U. Si cette barrière cède, le primaire se met à se vider directement dans la nature...

**S. & V.** — *Quelles seraient les conséquences sur l'environnement d'un tel accident ?*

**Y. L.** — Une grande partie des rejets radioactifs — 30 % dans mon hypothèse — se ferait sous forme liquide, d'où une pollution massive et immédiate de la Seine, bien supérieure à tout ce que l'on a pu imaginer, car on a toujours supposé que, s'il y avait rejets, ils emprunteraient exclusivement la voie aérienne. Je l'ai vérifié moi-même, il n'y a aucun dispositif de rétention des eaux de ruissellement

sur le site. La pollution du fleuve atteindrait un tel niveau que son lit limoneux se transformerait en réservoir de radioactivité. Il faudrait sans doute le traiter intégralement de Nogent à la Manche !

**S. & V.** — *Et les rejets atmosphériques ?*

**Y. L.** — Tout dépend de la direction du vent au moment du rejet. Dans notre scénario, le nuage radioactif commence par se diriger vers la tour de refroidissement du réacteur 2, d'où une partie non négligeable de la radioactivité rejetée dans l'atmosphère — que nous estimons à 25 % — propulsée à environ 2 000 m d'altitude. Là encore, pareille éventualité n'a jamais été étudiée. Souvenez-vous : au moment de la catastrophe de Tchernobyl, tous nos experts ont affirmé que jamais, au grand jamais, un accident sur un réacteur à eau pressurisée ne pourrait provoquer de retombées à l'échelle d'un continent, parce que la température du rejet serait

tubes des GV, une surface de métal toute mince. Mais quelle surface ! Réfléchissez : trois hectares, bourrés de fissures. Faut pas trop les brusquer, ces fissures, déjà qu'elles s'ouvrent toutes seules en temps normal, même quand on les laisse tranquilles ! Alors, pensez à ce qui peut se passer si on secoue le GV comme un prunier... »

L'ISR est effondré. Il a trop de connaissances techniques pour ne pas voir se dessiner l'issue inévitable : un déferlement triomphant de radioactivité dans l'atmosphère.

Terrorisé, Hervé imagine l'énorme flux d'eau et de vapeur jaillissant dehors, emportant avec lui tous les produits radioactifs relâchés par le combustible endommagé.

Les résultats des premières analyses effectuées dans le "labo chaud" du bâtiment des auxiliaires nucléaires viennent de parvenir à Laurent Rolant, le directeur adjoint de la centrale. Celui-ci signale alors, sur un ton relativement neutre, qu'il est peut-être temps d'alerter les compagnies de production d'eau potable. Car des centaines de mètres cubes d'eau contaminée se sont écoulés par la brèche. La plupart ont gagné le fleuve par les caniveaux d'évacuation des eaux de pluie.

Au CODISC (6) c'est la stupeur : va-t-il falloir organiser un approvisionnement parallèle de la région parisienne en eau potable ? Réquisitionner les camions-citernes de toute la France ?

Laurent Rolant s'arme de courage :

« Huit cents mètres cubes d'eau contaminée sont partis dans la Seine. En recoupant cette

quantité avec la composition du prélèvement effectué par notre ouvrier et celle du contenu du GV 4, nous savons que cette eau contenait environ cinq curies par litre. Ce qui donne un total de trois à quatre millions de curies dans le fleuve... »

A Fontainebleau, l'ordre de confinement a été lancé aux premières heures du jour. Les consignes ont été diffusées par les voitures-sono de la municipalité. D'après les informations diffusées sur FR 3 et France-Inter, la ville, située à la périphérie du nuage, ne court pas un grand danger. Le confinement est "préventif", il durera au plus vingt quatre heures. Cependant, assèment les haut-parleurs dans les rues, la population doit rester à l'abri tant que le nuage se trouve à proximité. Le rejet a duré une bonne trentaine de minutes à Nogent la nuit dernière ; ses traces se feront sentir dans l'atmosphère pendant une heure environ, sans doute davantage.

En revanche, Montigny, Bourron, Recluses, Milly-la-Forêt sont contaminées au-delà de toute imagination.

A 12 h, le bulletin d'informations de RTL précise :

« La météo est formelle : les vents ayant tourné à partir de 8 heures ce matin, le nuage radioactif se dirige maintenant vers Paris de façon inexorable. »

**Hélène Crié et Yves Lenoir**

(6) CODISC : Centre opérationnel de la direction de la sécurité civile.

en tout état de cause inférieure à 300 degrés, alors qu'elle s'est élevée à plus de 2 000 degrés au cours de l'incendie du graphite contenu dans le réacteur soviétique. Nous, nous prouvons le contraire. En effet, la hauteur où culmine le nuage dépend plus de l'énergie disponible pour son ascension que de la température de la source. Les torrents d'énergie libérés par une tour de refroidissement — près de 3 000 mégawatts — constitueraient en l'occurrence un formidable ascenseur.

**S. & V.** — En définitive, le scénario que vous avez imaginé peut très bien se réaliser.

**Y. L.** — Effectivement, car l'accident initial, tel que nous l'avons conçu, prend à revers tous les systèmes de sécurité déployés dans ce type d'installation. L'accident le plus grave prévu sur un réacteur à eau pressurisée est la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire, et tout a été étudié pour en limiter les conséquences, à commencer par la double enceinte de confinement. Si un tel accident survenait, un système de sauvegarde injecterait

dans le réacteur de l'eau puisée dans un grand réservoir auxiliaire, le PTR. L'eau qui s'écoule par la brèche serait collectée, pompée et réinjectée après refroidissement. Les éventuelles fuites gazeuses de radioactivité seraient pour partie rabattues dans l'eau par un système d'aspersion qui déclencherait une monumentale averse à l'intérieur du bâtiment réacteur, et pour le reste filtrées avant rejet éventuel par la cheminée. Pour éviter que la radioactivité ne quitte l'enceinte par d'autres voies, tous les circuits qui n'interviennent pas dans la sauvegarde seraient coupés (...). Finalement, si ces dispositifs sont efficaces, la situation serait maîtrisée sans dommages importants pour l'environnement et la population. En revanche, dans l'hypothèse que nous avons retenue, tous les dispositifs de sécurité que je viens d'évoquer ne servent plus à rien, puisque l'écoulement a lieu à l'extérieur de l'enceinte de confinement. Et à l'extérieur, malheureusement, rien n'a été prévu pour limiter les effets d'une rupture. **Propos recueillis par M. Eberhardt**

# TROIS SCÉNARIOS POUR UNE MISE EN SEINE

TCHERNOBYL  
SUR-SEINE

DOSSIER

*En cas d'accident majeur à la centrale de Nogent, la Seine, nous venons de le voir (pp. 85 à 91), serait contaminée, et 10 millions de personnes privées d'eau. Qu'a-t-on prévu pour parer à une telle éventualité ? Et pourrait-on même y faire face ?*

**M**ême en fonctionnement normal, une centrale nucléaire à eau pressurisée rejette de la radioactivité. Les gaines qui contiennent l'uranium, bien qu'elles soient réputées étanches, laissent échapper des bouffées de radioéléments, tels que le césium 137, l'iode 131 et le strontium 90, qui contaminent l'eau du circuit primaire. En outre, les impuretés présentes dans cette eau finissent par être activées par les neutrons issus de la réaction en chaîne. C'est le cas notamment du bore que l'on rajoute volontairement dans l'eau primaire pour freiner le processus de réaction, et qui, par activation, donne du tritium.

Tout cela serait sans conséquence si les 250 m<sup>3</sup> d'eau primaire restaient bien sagement à l'intérieur de leur circuit. Toutefois un semblable circuit est fait de kilomètres de tuyaux, d'une multitude de robinets, de vannes et de purges. Bref, les fuites sont inévitables. Et souvent importantes : il n'est pas rare d'enregistrer un taux global de déperdition de 50 à 60 l par heure (c'est seulement lorsque ce taux atteint 200 l par heure que l'on arrête la centrale pour vérifier et réparer). Toute cette eau perdue est récupérée par des drains, puis stockée dans des réservoirs, avant d'être dirigée vers des installations de traitement. Par ailleurs, pour ajuster la chimie de l'eau primaire aux nécessités du moment, on est souvent amené à procéder à des soutirages. Si, par exemple, la teneur en bore est, à un moment donné, trop importante, on la diminue en retirant une certaine quantité d'eau primaire que l'on remplace par de l'eau pure. Une partie de l'eau prélevée, débarrassée de son bore, pourra être réinjectée dans le circuit primaire ; le reste, après

avoir été décontaminé par filtration et déminéralisation, est acheminé vers le site de traitement des effluents usés (TEU), où il rejoint l'eau des fuites et d'autres effluents de différentes provenances qui n'ont pas subi de traitement préalable en raison de leur faible radioactivité.

En fin de compte, ce sont des milliers de mètres cubes d'effluents débarrassés du plus gros de leur radioactivité qui aboutissent chaque année à ce site. Là, ils sont d'abord stockés dans des réservoirs, puis, lorsque la dilution de la radioactivité est jugée suffisante, ils sont, le plus légalement du monde, relâchés dans le fleuve avoisinant (ou la mer).

À Nogent, ce sont 9 000 m<sup>3</sup> en provenance de l'"îlot nucléaire" qui, après avoir été mélangés à quelque 120 000 m<sup>3</sup> d'effluents peu ou pas radioactifs, seront annuellement déversés dans la Seine. En clair, cela veut dire que l'on répandra dans le fleuve environ 550 milliards de becquerels (1 becquerel correspond à une désintégration par seconde) de radioéléments divers et 40 000 milliards de becquerels de tritium (ce dernier élément bénéficie en effet d'un traitement de faveur autorisant des rejets annuels plus importants). Des quantités qu'il faudra multiplier par deux lorsque la seconde tranche sera mise en service.

Ces chiffres paraissent énormes, mais ne représentent en fait qu'une très faible augmentation de la radioactivité du fleuve. Selon EDF, les limites adoptées consistent à ne pas ajouter à la Seine plus de 20 picocuries (7,5 becquerels) par litre et par jour pour l'ensemble des radioéléments, et pas plus de 2 000 picocuries (750 becquerels) pour le tritium. Des doses qui, toujours selon EDF, seraient après di-

lution, bien en-deçà des seuils à partir desquels la radioactivité peut avoir des effets sur l'homme.

Il n'empêche que les partisans de la thèse des faibles doses, pour qui toute radioactivité est dangereuse pour l'organisme à cause des effets cumulatifs, s'alarment de ces déversements. Le tritium aussi fait peur. Chimiquement comparable à l'hydrogène, il a longtemps été considéré comme inoffensif, parce que, pensait-on, il ne participait pas directement à la vie cellulaire des organismes vivants. Aujourd'hui certains chercheurs — en particulier américains — le croient capable d'agir au cœur même de la cellule. Si tel était le cas, il y aurait tout lieu de s'inquiéter, car que se passerait-il, par exemple, si un atome de tritium venait remplacer un atome d'hydrogène dans la molécule d'ADN ? Sa disparition après désintégration ne créerait-elle pas un radical libre susceptible d'induire une mutation ou un cancer ?

Cela dit, bien plus redoutables que les déversements autorisés seraient les rejets accidentels. Sans aller jusqu'à envisager la situation catastrophique qui sert de trame au "roman" Tchernobyl-sur-Seine, on ne peut pas absolument exclure la rupture d'un réservoir de stockage ni la fausse manœuvre qui enverrait directement dans la Seine des effluents destinés à la station de traitement. C'est en tout cas ce qui s'est passé, le 1<sup>er</sup> octobre 1984, à la centrale du Blayais, où 160 m<sup>3</sup> d'effluents non traités ont été expédiés dans la Gironde (voir S & V n° 807). Dans le cas de Nogent, de tels rejets accidentels seraient d'autant plus graves que la Seine fournit à peu près la moitié de l'eau potable consommée dans l'agglomération parisienne (environ 1/5<sup>e</sup> de la population française).

C'est pourquoi, dès qu'il fut question d'établir une centrale à Nogent, les distributeurs d'eau desservant la capitale et sa banlieue protestèrent : déjà confrontés, une fois par semaine en moyenne, à des déversements accidentels de produits chimiques divers, ils s'alarmaient de l'apparition d'une menace supplémentaire, radioactive de surcroît, devant laquelle ils s'estimaient complètement désarmés.

Toutefois, ne pouvant s'opposer à la construction de la centrale, ces distributeurs (le Syndicat des eaux d'Ile-de-France, régi par la Compagnie générale des eaux ; la Lyonnaise des eaux et le Service technique des eaux de la Ville de Paris, aujourd'hui la SAGEP) ont uni leurs efforts pour mettre en place un dispositif capable de répondre à tout rejet direct de radioactivité dans la Seine.

En premier lieu, la capacité d'échange entre les différents réseaux a été considérablement développée : de 200 000 m<sup>3</sup>/jour en 1972, elle est passée aujourd'hui à plus de 1 000 000 de m<sup>3</sup>/jour, grâce à la mise en place de près de 200 km de conduites d'interconnexion. Parallèlement, le volume des réserves d'eau traitée a été doublé et atteint mainte-

nant 2 millions de m<sup>3</sup> — ce qui, cependant, ne représente que 24 heures de consommation.

D'autres opérations sont en cours, qui visent à accroître les possibilités d'assistance entre usines de production. Ainsi le Syndicat des eaux d'Ile-de-France, qui avait déjà établi une première liaison entre l'usine de Neuilly-sur-Marne et celle de Choisy-le-Roi, c'est-à-dire entre la Marne et la Seine, a entrepris de poser une canalisation jumelle de 15 km de long et de 1,25 m de diamètre. Les travaux devraient être achevés pour l'été 1988, soit, malgré tout, avec un retard de 10 mois par rapport au démarrage de la centrale. De plus, il faudra que la capacité de traitement de l'usine de Neuilly-sur-Marne soit considérablement augmentée pour qu'elle puisse suppléer à la production de Choisy, ce qui ne sera pas fait avant 1989-90.

Autre initiative du Syndicat des eaux d'Ile-de-France : la pose d'une conduite amenant l'eau de la nappe souterraine de Melun jusqu'à Viry-Châtillon. A noter que, pour les deux réalisations précitées, EDF a refusé de verser le moindre centime (et pourtant, c'est surtout à cause de sa centrale qu'il a fallu les entreprendre !).

En plus de ces moyens de secours, les distributeurs ont également voulu se doter de moyens de détection et de contrôle de la radioactivité. C'est la Lyonnaise des eaux qui jouera le rôle de sentinelle avancée — elle y a tout intérêt, puisque son usine de Morsang est la première installation de traitement en aval de Nogent. Au printemps prochain, elle installera donc à Nandy, soit à 5 km en amont de Morsang, un appareil qui mesurera en continu la radioactivité bêta et gamma, et qui, en cas d'anomalie, déclenchera l'alarme chez tous les distributeurs. Ceux-ci s'empresseront alors de fermer leurs prises d'eau, afin d'éviter que leurs installations ne soient envahies par un flot de radioactivité, qu'il faudrait ensuite éliminer au prix d'un véritable travail de titan.

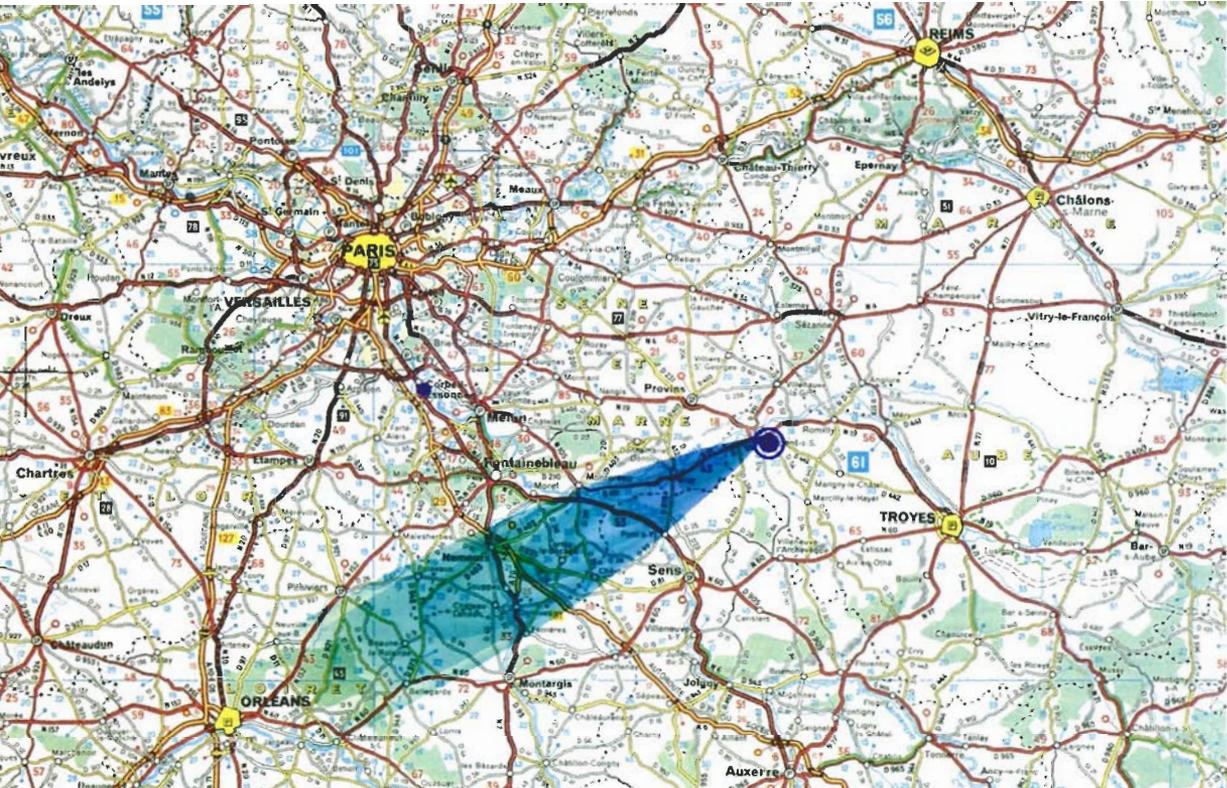
(suite du texte page 96)

## L'ÉTUDE CONFIDENTIELLE QUI A ÉTÉ CACHÉE AUX FRANÇAIS PENDANT PLUS DE 2 ANS

Que se passerait-il en cas d'accident majeur, c'est-à-dire en cas de perte de confinement de l'enceinte, à la centrale nucléaire de Nogent ? Bien que la probabilité de ce type d'accident soit très faible, sa gravité explique qu'on l'étudie. Nous vous présentons (pp. 94-95) les 3 scénarii-catastrophes imaginés par l'Agence de bassin Seine-Normandie, dans un dossier resté confidentiel jusqu'au printemps dernier.

La quantité de radioactivité qui s'échapperait du cœur a été évaluée à 22 millions de curies pour l'iode 131 et 1,9 million pour le césium 134, deux éléments particulièrement dangereux pour l'organisme et abondant dans un réacteur. Nous n'avons pas pris en compte les autres radioéléments.

Par ailleurs, on a supposé pour l'étude que le rejet s'effectuait à 20 mètres de hauteur et qu'il s'étalait sur une heure seulement. Il s'agit bien entendu de calculs théoriques. Dans la réalité, rien ne se passe comme on l'avait prévu. Les vents par exemple, qui viennent le plus fréquemment du sud-ouest, sont capricieux et ne restent pas stables sur des trajectoires de 100 km. Précisons qu'il s'agit d'une étude visant à connaître l'impact sur l'approvisionnement en eau. Mais bien naturellement, en cas d'accident de ce type, les problèmes d'eau pourraient devenir secondaires !



## SCÉNARIO 1 QUAND LE VENT SOUFFLE VERS LE SUD-OUEST

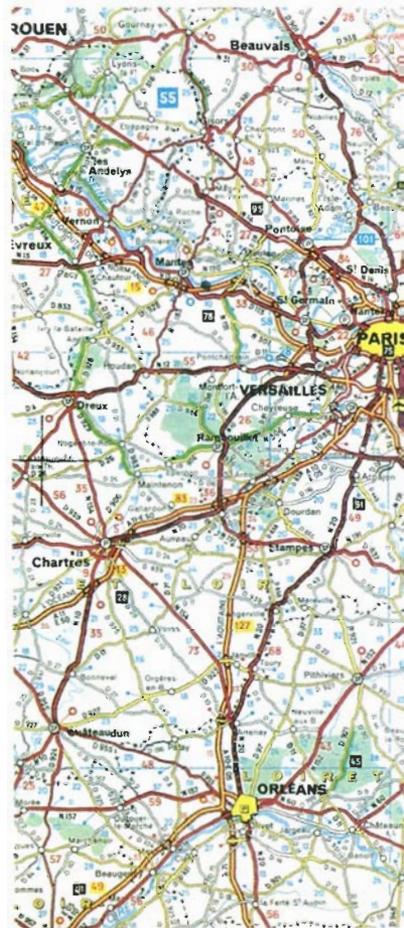
Lorsque le vent souffle à 2 mètres/seconde, et qu'il n'y a pas de pluie, près de la moitié de la radioactivité se dépose au cours des 20 premiers kilomètres. La zone contaminée s'étire en longueur. Comme on peut le remarquer sur les courbes figurées ici, les concentrations au sol s'échelonnent de 0,095 curie à 0,0012 curie par m<sup>2</sup> ou, si l'on ne craint pas les grands chiffres, de plusieurs milliards de becquerels à plusieurs dizaines de millions de becquerels.

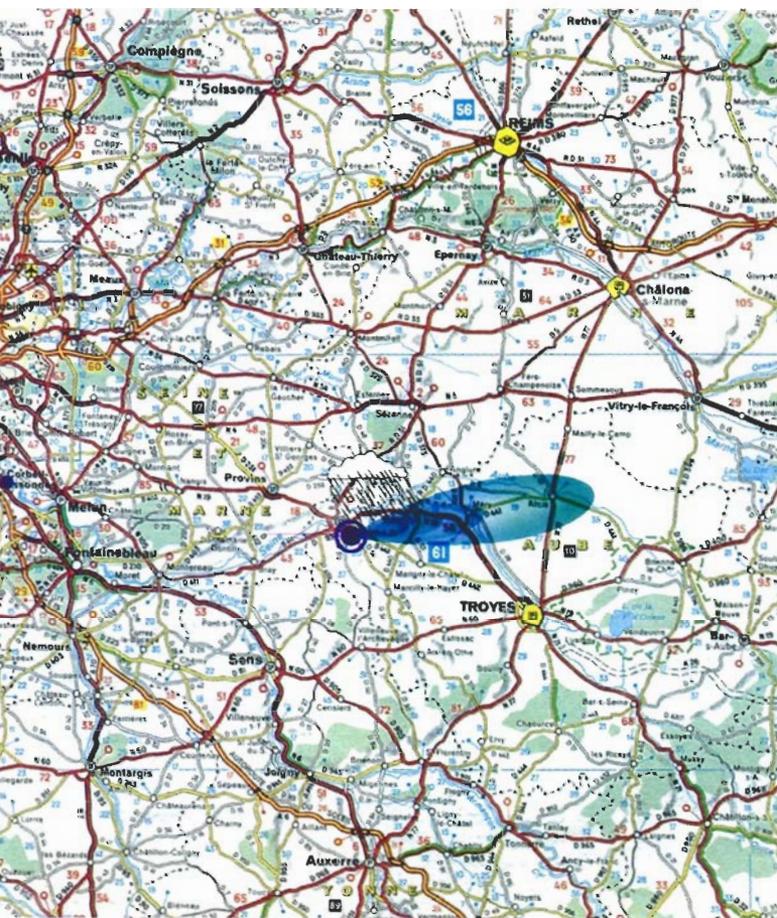
Dans ce cas, la radioactivité de la Seine polluée par les dépôts atmosphériques atteindrait l'usine de Morsang en 5 jours en période d'étiage (basses eaux) et en moins de 3 jours lorsque le débit de la rivière est moyen. Cela se traduirait par des concentrations dans l'eau atteignant jusqu'à 800 millions de becquerels par m<sup>3</sup> au droit de l'usine de traitement, l'eau restant hautement contaminée durant 3 jours 1/2 en étiage à 1 semaine en période de débit moyen. Rappelons que la norme est de 1 millionième de curie par m<sup>3</sup> ! L'Yonne et le Loing seraient également touchés.

## SCÉNARIO 2 QUAND LE VENT SOUFFLE VERS L'EST

Lorsque le vent souffle à 5 mètres/seconde, et qu'il pleut, la quasi-totalité de la radioactivité se dépose au cours des 10 premiers kilomètres, car la pluie possède un effet redoutable de lessivage de l'atmosphère.

Dans ce cas, la radioactivité de la Seine atteindrait l'usine de Morsang en 8 jours 1/2 en période d'étiage et 4 jours en période de débit moyen. L'eau de Morsang atteindrait jusqu'à 0,16 curie par m<sup>3</sup>, soit 5,9 milliards de becquerels, et resterait hautement contaminée de 6 jours 1/2 en étiage à 3 jours 1/2 pour un débit moyen.





### SCÉNARIO 3 QUAND LE VENT SOUFFLE AUSSI VERS LA MARNE

C'est le cas le plus critique. Si le vent souffle à 5 mètres/seconde et qu'il se met à pleuvoir lorsque le nuage radioactif a déjà parcouru 60 km, la plus grande partie de la radioactivité se dépose avec la pluie entre 60 et 70 km du site, ce qui explique sur le dessin que les courbes d'isodéposition au sol soient brusquement très rapprochées les unes des autres.

Dans ce cas, la radioactivité de la Seine, due principalement au ruissellement, atteindrait l'usine de Morsang en 8 jours 1/2 en étiage et 4 jours 1/2 en période de débit moyen. Il suffirait de 3 jours 1/2 pour que la vague polluante atteigne l'usine d'Annet sur la Marne en période de débit moyen, et de 7 jours en étiage. Dans ce dernier cas, l'eau d'Annet resterait hautement contaminée durant près de 10 jours.

Pour compléter ce dispositif d'alerte, les distributeurs ont prévu trois "mouchards" supplémentaires, placés chacun à l'entrée d'une de leurs usines et chargés de détecter la radioactivité bêta. Le premier a été installé fin 85 à l'usine du Syndicat des eaux d'Ile-de-France de Choisy-le-Roi; le second vient d'être posé à l'usine de Morsang, et le troisième fonctionnera prochainement à l'usine d'Orly, qui appartient à la Ville de Paris. Enfin, à cette même usine d'Orly, sera aménagé un laboratoire spécialisé qui mesurera, radioélément par radioélément, le degré de radioactivité de la Seine. Les travaux débiteront à la fin de cette année. Tandis que les distributeurs d'eau mettaient en place leurs dispositifs de secours et leur réseau de surveillance, l'Agence financière de bassin "Seine-Normandie" (qui gère les ressources en eau de toute cette zone hydrographique) lançait pour sa part, en 1983, une vaste étude destinée à mieux cerner les risques éventuels, surtout en cas d'accident majeur. Sa tâche n'a pas été facile, EDF et le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), qui détiennent la quasi-totalité de l'information, étant peu disposés à lui fournir les éléments dont elle avait besoin pour construire ses scénarios d'accident. L'Agence réussit malgré tout à achever son étude en janvier 1985. Ajoutons pour l'anecdote qu'elle disparut alors de la circulation (était-elle tellement "dérangeante" ?), et que les distributeurs d'eau, pourtant intéressés au premier chef, se virent refuser le droit de la consulter. Elle réapparut au printemps dernier après deux ans de clandestinité !

Les auteurs de l'étude en question ne contestent pas le niveau de sécurité exceptionnel acquis par la technologie nucléaire, mais estiment que l'importance du risque justifie que l'on envisage toutes les hypothèses, y compris celle de l'accident majeur.

Les experts de l'Agence de bassin ont donc voulu savoir ce qui se passerait dans le cas le plus grave, celui d'un accident dit "hors dimensionnement" (où tous les dispositifs de sécurité prévus se révèle-

raient dépassés ou inutiles). Ils ont volontairement écarté l'hypothèse d'un rejet liquide direct en provenance du circuit primaire, la jugeant trop peu réaliste (ce n'est pas l'avis d'Hélène Crié et Yves Lenoir !), pour retenir celle d'une rupture de canalisation primaire à l'intérieur du bâtiment réacteur, compliquée par la défaillance des systèmes de sûreté et entraînant la fusion d'une partie du cœur, avec, pour couronner le tout, une atteinte à l'intégrité du confinement, c'est-à-dire avec des rejets radioactifs gazeux dans l'atmosphère.

D'après les scénarios imaginés à partir de ce préalable, la Seine et quelques-uns de ses affluents seraient contaminés de deux façons : dépôt d'éléments radioactifs dispersés par le vent et, en cas de pluie, ruissellement des eaux chargées des radioéléments déposés sur les sols environnants. Ce qui distingue les scénarios, ce sont donc essentiellement les conditions météo régnant au moment de l'accident (la direction du vent, sa vitesse, la pluviosité) et le débit du fleuve.

Evaluer la quantité de radioactivité qui serait rejetée dans l'atmosphère, ce que l'on appelle le "terme source", n'a pas été aisé, car les spécialistes du monde entier se querellent à ce sujet. Les auteurs de l'étude ont choisi les chiffres avancés

par les experts de l'Agence pour l'énergie nucléaire, chiffres très proches d'ailleurs de ceux des travaux américains similaires. Ils ont considéré que le "terme source" pouvait être estimé à 22 millions de curies (\*) pour l'iode 131 et à 1,9 million pour le césium 134, ce qui n'a rien d'extravagant quand on sait que le réacteur de Tchernobyl a craché dans l'atmosphère quelque 70 millions de curies.

Bien entendu, ces chiffres ont été violemment contestés par EDF et l'Institut de protection et de sûreté nucléaire du CEA. Ce dernier a, ainsi, jugé "pénalisant" que l'on puisse supposer qu'il pleuve au moment de l'accident. Or, il pleut en moyenne 183 jours par an à Nogent, soit un jour sur deux ! On retiendra des scénarios proposés par l'Agence du bassin que :

**Que se passerait-il si des radioéléments pénétraient dans la filière de traitement des eaux potables ?** A Maisons-Laffite, dans le centre de recherche de la Compagnie générale des eaux, une véritable usine miniature s'emploie à le découvrir. Dans le sous-sol du centre, deux grosses cuves d'une contenance de 1 500 litres chacune alimentées en eau de la Seine, reçoivent une dose de radioactivité. L'eau ainsi dopée traverse une colonne de pré-ozonisation, un bac de décantation, puis un filtre à sable. Elle subit enfin une deuxième ozonisation et un filtrage sur charbon actif. Résultat des essais effectués : 50 à 80 % de la radioactivité serait piégée au cours du traitement.





## COMMENT PROTÉGER L'EAU DE 10 MILLIONS DE PARISIENS ?

Tous les jours, 11 usines, dont 7 le long de la Seine en aval de la centrale de Nogent, "fabriquent" les 2 millions de m<sup>3</sup> d'eau nécessaires à l'approvisionnement de la région parisienne. Mais leurs capacités de production (indiquées ici pour les réservoirs) sont supérieures.

Afin de pouvoir se dépanner en cas de pollutions chimiques accidentelles, les distributeurs d'eau ont mis en place tout un réseau d'interconnexions entre leurs usines (flèches rouges sur la carte) : entre, d'une part, Neuilly-sur-Marne et, d'autre part, Mery-sur-Oise (100 000 m<sup>3</sup>/jour), Annet-sur-Marne (40 000 m<sup>3</sup>/j.), et Choisy-le-Roi

(270 000 m<sup>3</sup>/j.). Mais avec la mise en service de la centrale nucléaire de Nogent, en décembre prochain, ce système ne suffit plus. C'est pourquoi une canalisation entre Neuilly-sur-Marne et Choisy-le-Roi, qui doublera celle qui existe déjà, est en cours de construction (200 000 m<sup>3</sup>/j.), avec une canalisation alimentée par la nappe phréatique de Melun (50 000 m<sup>3</sup>/j.). En cas d'importantes fuites radioactives ou d'accident nucléaire, les usines alimentées en eau de Seine pourraient ainsi fermer leurs vannes. Au cas où le nuage radioactif toucherait aussi la Marne, il suffirait hélas de 24 heures pour épuiser toutes les réserves ! Afin d'assurer un débit suffisant à la

Seine en période d'étiage (basses eaux), il a fallu construire d'immenses barrages-réservoirs. Parallèlement, les distributeurs d'eau se sont dotés d'un système de surveillance. A 5 km en amont de la première usine (Morsang), la station d'alerte de Nandy détectera la radioactivité bêta et gamma dans la Seine. Dans 3 usines (Morsang, Choisy-le-Roi et Orly), un appareil de détection bêta servira, lui, de "mouchard" tandis que des analyses plus fines pourront être effectuées au laboratoire de l'usine de traitement d'eau d'Orly. Malheureusement, la plupart de ces dispositifs ne seront opérationnels que plusieurs mois après le démarrage de la centrale de Nogent !

1° Statistiquement, ce n'est pas Paris qui est le plus menacé par le nuage radioactif, mais les eaux qui alimentent la capitale. Si le vent souffle vers l'est ou le sud-ouest, la Seine est contaminée ; s'il souffle vers le nord-est, la Marne est elle aussi souillée et ne peut plus servir de réservoir de secours (tout le système d'interconnexion devient inutile).

2° Selon le débit de la Seine et la direction du vent, la concentration d'iode 131 dans l'eau pourrait

atteindre 0,16 curie/m<sup>3</sup>, soit 160 000 fois la norme.

3° En cas de faible débit du fleuve, la pollution pourrait persister pendant un semaine ;

4° Enfin, si l'accident survenait en période de crue, la contamination, au lieu de 5 jours, parviendrait à la première usine de traitement en 48 heures.

Certes, tous ces scénarios sont fictifs, et l'accident majeur "hautement improbable". Il n'empêche que, si Paris valait bien une messe, les 10 millions d'habitants de l'agglomération parisienne valent bien que l'on se préoccupe un peu de leur eau...

Jacqueline Denis-Lempereur

(1) Si nous utilisons ici la curie au lieu du becquerel, c'est pour éviter d'employer des chiffres par trop monstrueux. Rappelons en effet, qu'une curie équivaut à 37 milliards de becquerels.