

**SCIENCES & Avenir**

# **SI UN SURRÉGÉNÉRATEUR EXPLOSAIT...**



**SEXUALITE  
ET REPRODUCTION**

# Si un surrégénérateur explosait...

Fabien Grulier

**« Impossible », répètent les spécialistes.**

**Cela n'a pas empêché un organisme officiel britannique de calculer le nombre des morts, au cas où un gros surrégénérateur laisserait échapper une partie de sa radioactivité.**

**Q**UE se passerait-il si une partie du combustible radioactif de Superphénix – futur surrégénérateur de 1 300 MW – s'éparpillait dans l'environnement ? On peut désormais le savoir, et, curieusement, la réponse nous vient d'Angleterre, pays dans lequel il n'est actuellement guère question de bâtir de surrégénérateur de ce calibre.

Pourtant le National Protection Board – organisme officiel chargé outre-Manche de la radioprotection – a publié, l'automne dernier, un rapport complet intitulé « Estimation des conséquences radiologiques de fuites accidentelles d'un réacteur rapide », en se basant précisément sur un surrégénérateur de 1 300 MW. Sans chercher à chiffrer la probabilité – ni même à vérifier la stricte possibilité technique de ces fuites – l'étude en examine l'impact sur la population, à court, moyen et long terme.

La démarche est originale : d'habitude, on prend le problème dans l'autre sens, c'est-à-dire par le petit bout de la lorgnette. On suppose les risques, on ergote indéfiniment sur la solidité de la centrale, on évalue l'étanchéité des enceintes, les probabilités de défaillance des dispositifs d'alarme et de protection. Bref, on prend des paris sur les chances qu'à le fleuve de se gonfler en crue ; on ne s'occupe pas de savoir ce qui se passerait pour les riverains plus ou moins éloignés si cette crue, aussi improbable puisse-t-elle apparaître a priori, survenait. Les spécialistes du National Radiological Protection Board ont choisi le raisonnement inverse : sachant qu'un surrégénérateur renferme une quantité donnée de maté-

riaux extrêmement dangereux, qu'arriverait-il si ces matériaux en sortaient, par un chemin indéterminé ?

## Ce qui sort du réacteur

Cette façon d'aborder les problèmes paraît beaucoup plus logique et prudente : les gens qui font profession de prévoir les fuites et d'« ausculter » les dispositifs de sécurité ne sont évidemment pas infaillibles. Ils insistent volontiers sur leurs excès de prudence, mais pourraient tout aussi bien se tromper par défaut d'imagination... ou erreur de calcul. Mieux vaut donc les « court-circuiter » et supposer que – malheureusement – toute barrière risque d'être accidentellement franchie. Les résultats de l'étude entreprise dans cette nouvelle attitude font froid dans le dos. Ils ne s'appliquent en principe qu'à la Grande-Bretagne – car le chiffre des victimes potentielles est bien entendu lié à une densité et une distribution de population déterminées. Mais les densités et distributions qui prévalent en Grande-Bretagne ne sont pas tellement différentes de celles que l'on observe autour de Lyon et de la future centrale de Creys-Malville. Il s'ensuit que le rapport britannique – de moindre utilité dans un pays où nul surrégénérateur de grande puissance n'est en construction – prend tout son sens en France où, au contraire, malgré la présence d'un chantier aussi futuriste et inquiétant que celui du grand surrégénérateur, nul organisme officiel n'a pris le soin de chiffrer les éventuelles victimes d'un accident. Remercions donc les Anglais d'avoir accompli ce travail à notre place... Bien entendu, avant d'en arriver aux victimes, il faut savoir ce qui

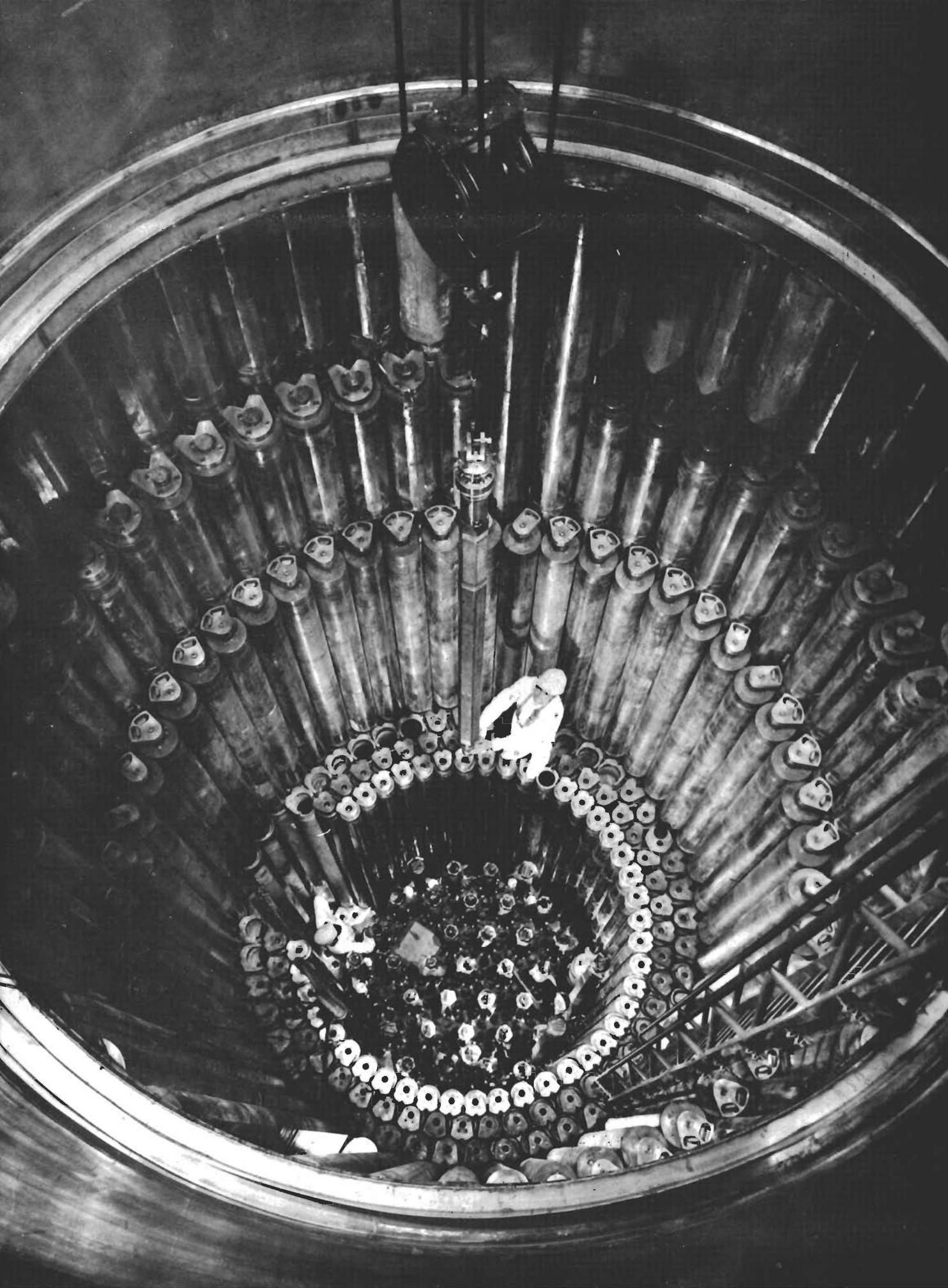
sort du réacteur accidenté. Car le combustible irradié d'un surrégénérateur comprend plus de six cents nuclides différents (éléments et leurs isotopes) en proportions inégales, inégalement volatils et inégalement dangereux. Cela va du krypton aux actinides comme le plutonium, le curium ou le neptunium, en passant par l'iode ou les lanthanides. Sans compter les produits dits d'activation, c'est-à-dire les matériaux périphériques, étrangers au cœur réactif, qui sont devenus radioactifs à son contact. C'est notamment le cas du sodium primaire, fluide qui évacue vers les turbines la chaleur produite, et qui se charge de radioactivité en traversant le cœur nucléaire. Tous ces produits présentent des dangers spécifiques. Ils ont des durées de vie variables, et empruntent dans l'environnement des chemins différents (air, eau, animaux ou plantes) selon leurs propriétés chimiques propres.

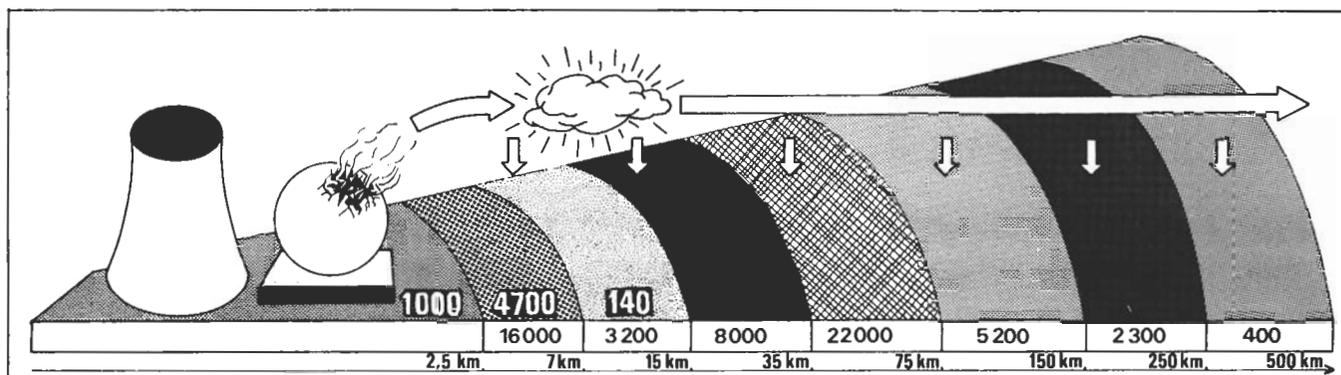
Pour compliquer les choses, l'origine du plutonium – combustible des surrégénérateurs – joue un rôle. Le plutonium, qui n'existe pas dans la nature, peut provenir soit d'un autre surrégénérateur (car ces réacteurs, c'est leur principal avantage, produisent plus de plutonium qu'ils n'en consomment), soit d'un réacteur nucléaire « ordinaire » de la génération actuelle, soit d'un « vieux » réacteur graphite-gaz à uranium naturel. Ces diverses sources ne fournissent pas les mêmes qualités d'un plutonium plus ou moins pollué par certains radioéléments dangereux. L'éten-

---

*Assemblage des éléments du cœur (uranium et plutonium) d'un surrégénérateur : la centrale de Dounray.*

---





due des dégâts biologiques imputables à un accident dépendra donc de la provenance du combustible dont on a chargé le réacteur. Enfin, le scénario de l'accident doit être considéré. Si par exemple dix pour cent du cœur sont expulsés vers l'extérieur, la gravité variera avec la composition du mélange ainsi éjecté. S'il s'agit d'une explosion soudaine, la fraction expulsée aura même composition que l'ensemble. Mais si le cœur dans sa totalité a eu le temps de fondre avant la fuite, alors le « cocktail » éparpillé dans la nature sera très enrichi par les éléments les plus volatils qui sont aussi les plus nocifs.

### Cinq modes de contamination

Les spécialistes britanniques ont tenu compte de toutes ces variables, en choisissant un certain nombre de situations moyennes, et en écartant des hypothèses peu vraisemblables — par exemple celle voulant que le plutonium provienne d'un autre surrégénérateur : les réacteurs de ce type sont si récents, si peu répandus et si lents dans leur faculté de surrégénération, que nul ne saurait, avant plusieurs décennies, charger un nouveau surrégénérateur avec du plutonium issu des anciens. Restaient d'autres paramètres essentiels à examiner. Par exemple le comportement de la population : le nombre des victimes varierait en effet selon que les habitants de la région resteraient ou non sagement cloîtrés chez eux, toutes fenêtres hermétiquement fermées, durant le passage du nuage mortel. Le mode d'alerte et d'évacuation est donc susceptible de modifier l'ampleur de la catastrophe.

Cinq modes de contamination ont été considérés :

- l'irradiation externe, par le nuage radioactif lors de son passage ;
- l'irradiation interne due à la pollution radioactive inhalée pendant le passage de ce nuage ;
- l'irradiation externe et durable par

les radioéléments déposés par le nuage ;

- l'irradiation interne par ingestion d'aliments contaminés ;
- l'irradiation interne, par inhalation de radioéléments déposés et repris, après coup, en suspension dans l'air.

Le second mode, l'un des plus importants, laisse clairement apparaître l'influence du scénario de l'accident : le diamètre des particules formant l'aérosol radioactif dépend de la façon dont elles se sont échappées de la centrale. Or, plus ces particules sont fines et plus elles ont de chance de se glisser jusqu'à nos poumons. Là encore, il a fallu opter pour une valeur moyenne, censée représenter le diamètre le plus vraisemblable pour ces dangereuses particules évadées du cœur de la centrale. Moyennant cette hypothèse simplificatrice, les spécialistes du National Radiological Protection Board ont évalué la contribution de chacun des radioéléments du « cocktail » vis-à-vis des divers organes sensibles (les poumons notamment), en fonction de leur volatilité, de leurs propriétés chimiques et de leur comportement dans l'environnement. Il faut remarquer qu'en se combinant avec le sodium, sous forme d'aérosol mixte, le plutonium accroît considérablement sa solubilité, donc la facilité de ses transits dans l'environnement.

On a de même attribué une valeur moyenne « raisonnable » (1 000 secondes) au temps pris par la quantité totale de pollution radioactive pour s'échapper de la centrale. Pour une même masse de matériaux radioactifs, le nombre de personnes affectées par la contamination dépend de cette durée : plus la fuite est instantanée et plus le nombre des victimes — atteintes chacune plus sévèrement — est restreint. Enfin, on s'est placé dans des conditions atmosphériques considérées comme moyennes pour le Royaume Uni. Car l'étendue des dégâts serait également modulée par les pluies, les vents, etc., suscep-

*Accident entraînant une fuite soudaine de 10 % du combustible d'un surrégénérateur de 1 300 mégawatts dans une région semi-urbanisée. On suppose que la contamination, entraînée par le vent, est répandue sur un secteur angulaire de 30° à partir de la centrale. Chiffres en blanc : les morts quasi-instantanés. Chiffres en noir : total des décès consécutifs à des cancers, après trente ans.*

tibles de disperser plus ou moins les radioéléments. Cependant, même si le climat britannique possède des caractéristiques propres, cette particularité n'invalide guère les conclusions du rapport en ce qui concerne leur application à Superphénix. Pour rendre les calculs un peu moins inextricables, on a d'ailleurs dû considérer que les principaux effets se feraient sentir de manière uniforme dans un angle de trente degrés, au risque de sous-estimer ce qui se passe au milieu de cet angle, et de surestimer les dommages au voisinage de ses côtés.

### Des moyennes très théoriques

Avant d'en arriver à des prévisions quant aux conséquences d'un accident sur les populations, les auteurs du rapport devaient encore choisir diverses hypothèses relatives au rayonnement reçu par chaque individu lors du passage du nuage, aux radionuclides inhalés et à leur répartition, après un temps plus ou moins long, dans les divers organes (poumons, foie, gonades, thyroïde, etc.).

Il serait évidemment trop long et fastidieux d'entrer dans le détail de ces hypothèses et d'en discuter le bien-fondé.

Notons toutefois que les coefficients choisis reflètent des moyennes très théoriques, et entraînent donc des approximations considérables. De même, si l'on prétendait calculer le nombre de litres d'eau reçus par chaque citadin lors d'une averse, on ne saurait obtenir de résultat précis, car la plupart des gens sont protégés par un parapluie, un imperméable ou une voiture... Ainsi, en cas d'accident radioactif, le travail-

leur qui passe ses journées à l'air libre sur un chantier serait-il beaucoup plus irradié que le prévoieraient des calculs s'appliquant seulement à une sorte d'individu statistique abrité les neuf dixièmes de son temps par un toit (domicile et bureau).

Si notre surrégénérateur laissait échapper cinq à dix pour cent des matériaux constituant son cœur (une à deux tonnes) la probabilité de mort serait d'environ un dixième pour quiconque, habitant à moins de cinq kilomètres de la centrale, se serait trouvé à l'air libre lors du passage du nuage radioactif. Dix pour cent des individus succomberaient donc à bref délai, de la destruc-

tion de leur moelle osseuse ou de leurs poumons. Et tout le monde, jusqu'à près de dix kilomètres, contracterait une grave maladie respiratoire. Si on suppose que la totalité du combustible a fondu avant qu'une fraction s'en échappe, enrichie cette fois par les constituants les plus volatils de l'ensemble, les résultats se révèlent plus dramatiques encore : la probabilité de mort dans un rayon de quelques kilomètres devient égale à l'unité : la mort apparaît alors comme l'éventualité la plus probable pour tous. Traduit en nombre absolu de victimes, ce résultat donne le chiffre de 800 à 6 000 morts (selon que la centrale se trouve dans un site rural

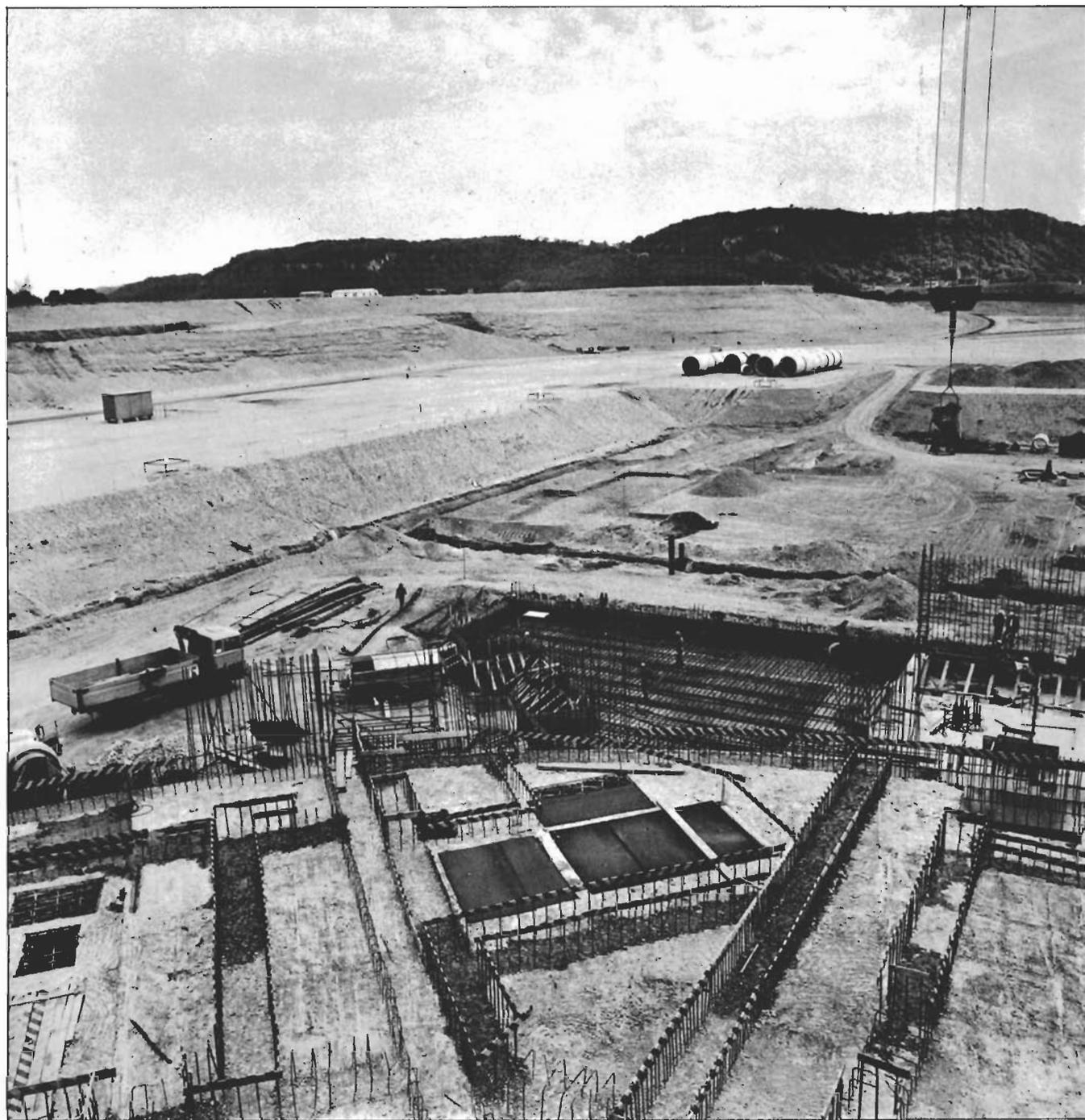
ou semi-urbanisé) à l'intérieur d'un angle de trente degrés.

Ces chiffres concernent, répétons-le, les gens qui se seraient trouvés dehors au moment du passage de la « bouffée » radioactive. Mais si nos « victimes statistiques » étaient restées chez elles, leur nombre n'aurait pas été très considérablement réduit : la plupart d'entre elles sont, pourrait-on dire, mortes deux fois - de leur moelle osseuse et de leurs poumons également ravagés. Or si l'interposition d'une toiture est susceptible d'épargner l'irradiation de la moelle osseuse, elle ne saurait

---

*Le chantier de Superphénix.*

---



être d'un grand secours aux poumons : « Le fait de rester enfermé ne réduirait en rien la quantité de radioactivité inhalée », assurent les auteurs du rapport. L'air contaminé a en effet le temps de pénétrer dans les maisons car on ne peut sérieusement envisager une évacuation complète des habitants avant vingt-quatre heures, ni une fermeture instantanée de toutes les fenêtres avant l'arrivée de la radioactivité.

De toute façon, les survivants à ce premier effet, quasi instantané, ne seraient pas pour autant tirés d'affaire : on doit encore considérer les risques à long terme. En supposant là encore une dissémination de dix pour cent du cœur de la centrale (deux tonnes de combustible), l'étude britannique conclut à une probabilité de cancer comprise entre 50 % et 0,025 %, selon qu'on se trouve à un ou mille kilomètres du réacteur accidenté. Mille kilomètres ! Certes, à cette distance, la probabilité invoquée devient faible. Mais cela n'en représente pas moins un grand nombre de victimes si l'on songe à la population qui vit dans un tel rayon. Les auteurs

ont néanmoins arrêté leur sinistre comptabilité à deux cent cinquante kilomètres du site du surrégénérateur. Plusieurs années après la catastrophe, on aurait ainsi enregistré mille morts par cancer dans un rayon de dix kilomètres, deux mille morts dans un rayon de trente-cinq kilomètres, et ainsi de suite, pour aboutir au total de six mille victimes dans un rayon de deux cent cinquante kilomètres. Ceci pour un site rural. Car dans le cas d'un site semi-urbain, la macabre addition s'élèverait à soixante mille victimes. Si le surrégénérateur n'avait laissé échapper que deux cents kilos de combustible (un pour cent de son stock) on trouverait d'ailleurs encore, en région semi-urbaine, treize mille morts dans ce rayon de deux cent cinquante kilomètres.

#### Les divers types de cancers

Les auteurs de l'étude ne se sont pas bornés à déterminer ces totaux, mais ont examiné dans le détail les divers types de cancers qu'ils recouvrent. Ainsi les cancers les plus probables

seraient ceux des poumons et des os, suivis des leucémies, des cancers du foie, des cancers digestifs, des cancers du sein, et enfin de ceux de la thyroïde. Pour passer des taux de probabilité aux nombres de victimes fatales, nos théoriciens ont même appliqué des coefficients de guérison dépendants des types de cancers (ceux du sein guérissent une fois sur deux, ceux de la thyroïde dix-neuf fois sur vingt). Les chiffres donnés ci-dessus — les morts par cancer — sont donc sensiblement inférieurs aux nombres de cancers imputables à l'accident.

Autre raffinement : les auteurs ont envisagé deux scénarios distincts pour évaluer ces effets à long terme. Le premier suppose que rien n'a été fait pour soustraire les populations aux dépôts radioactifs abandonnés par le nuage après son passage. Le second admet que, dans la mesure où ils représentaient une contamination importante et

---

*Ce photo-montage montre la future centrale de Creys-Malville telle qu'elle se présentera dans son site.*

---



durable, ces dépôts ont été en partie éliminés, et que par conséquent la quasi-totalité de l'irradiation est intervenue au moment de l'accident. Or les probabilités de cancer restent pratiquement identiques dans les deux hypothèses ; ceci tendrait à prouver qu'il n'y a hélas pas grand chose à faire pour atténuer les répercussions d'une telle catastrophe.

Néanmoins, ces prévisions de cancers restent théoriques et abstraites ; elles ne représentent pas le meilleur moyen de mesure des conséquences de l'accident : les victimes « à retardement » se confondent avec celles qui souffrent d'un cancer « naturel ». Et surtout ces chiffres bruts masquent une caractéristique fondamentale : les divers groupes d'âges ne sont pas du tout logés à la même enseigne. Une même irradiation s'avère ainsi beaucoup plus grave chez les jeunes enfants que chez les adultes, car ces derniers risquent beaucoup moins de voir apparaître le cancer consécutif à cette irradiation, qui aura au contraire tout le temps de se développer chez le sujet

jeune. Le rapport propose un mode d'évaluation plus satisfaisant des dégâts à long terme : le « concept de réduction de l'espérance de vie », exprimé en fonction du surcroît de morts par cancers imputable à l'irradiation. On arrive alors à la conclusion qu'un accident entraînant une hausse de 10 % du nombre des cancers réduit en moyenne de 1,3 année l'espérance de vie du nouveau-né, de 0,1 année celle du quinquagénaire, et de 0,48 année celle de la population dans son ensemble. Avec un déversement de radioactivité plus important, suffisant pour doubler la fréquence des cancers, alors l'espérance de vie du nouveau né chute de treize ans, et celle du quinquagénaire de un an. Certes ces chiffres concernent toujours des moyennes statistiques : en réalité les gens ne mourraient pas tous quelques années plus tôt, mais certains succomberaient très prématurément. Nos auteurs n'en estiment pas moins que leur concept de réduction de l'espérance de vie fournit le meilleur critère d'évaluation de cette nuisance qui se

traduit par des cancers dans les trente années suivant l'accident.

La mesure des dommages héréditaires paraît encore plus délicate. Le rapport donne cependant, là encore, des chiffres : pour deux tonnes de combustible radioactif de surrégénérateur répandues en région semi urbaine, on assisterait à environ cinq cents naissances supplémentaires d'enfants malformés dans les trente années suivant l'accident.

Il ne s'agit toujours que de calculs dont le résultat plus ou moins terrifiant dépend des hypothèses choisies. Mais on sait désormais un peu à quoi s'en tenir : les surrégénérateurs représentent une lourde épée de Damoclès. Le rapport du National Radiological Protection Board ne nous dit absolument pas qu'elle risque de tomber. Mais il nous démontre qu'elle pèse lourd. ●

---

*La centrale surrégénératrice prototype de Dounray, en Ecosse. D'une puissance de 250 mégawatts, ce réacteur est l'équivalent britannique du réacteur français Phénix, précurseur de la future génération des surrégénérateurs de 1 300 mégawatts.*

---

