

# TCHERNOBYL

## Et maintenant ?

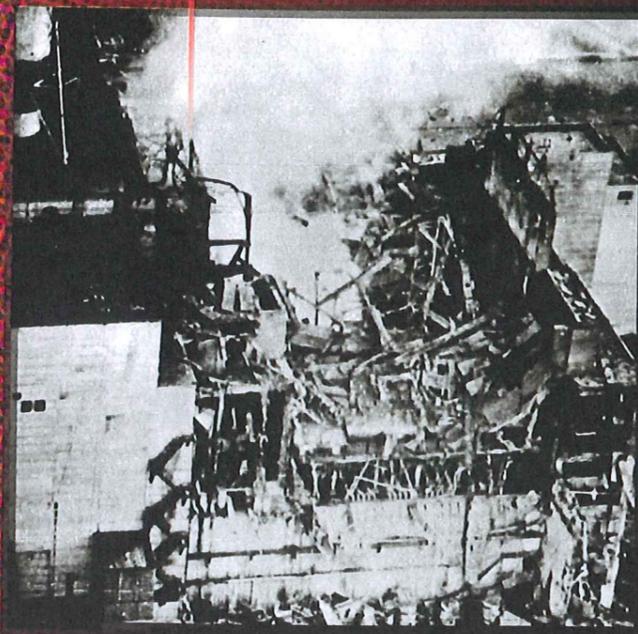
*Fuites radioactives, combustible impossible à approcher... cela fait 25 ans que le réacteur n°4 de la centrale de Tchernobyl a explosé, mais la plaie est toujours vive ! Certes, l'installation d'une enceinte plus isolante devrait parer au plus pressé. Mais la vraie question demeure : comment démanteler le site le plus toxique de la planète ?*

PAR VINCENT NOUYRIGAT\*

RAA/NOUSTI

## Deux terribles explosions

Samedi 26 avril 1986. Il est 1h 26 min 44 s quand le cœur nucléaire du réacteur n° 4 de la centrale Lénine s'emballe, atteignant 100 fois sa puissance normale ! Une telle surchauffe l'a transformé en Cocotte-minute : dans une première explosion de vapeur, son couvercle en béton de 2 000 t cède et est soulevé jusqu'à 15 m de haut. Au contact de l'air et de débris brûlants, l'hydrogène contenu dans le cœur provoque une seconde explosion. Il ne reste plus rien du bâtiment.



## Un incendie radioactif

Dès le dimanche 27 avril, une armada d'hélicoptères déverse dans l'urgence 5 000 t de matériaux divers (plomb, sable, argile, bore, etc.) en tentant de viser le cœur du réacteur éventré. Objectif : étouffer l'incendie et faire barrage à la fuite des radioéléments. Sous l'effet de cette fournaise, ces derniers s'élèvent jusqu'à 1,2 km d'altitude : c'est le fameux "nuage de Tchernobyl". Le 6 mai, les rejets cessent enfin.



# Une catastrophe unique dans l'histoire

## La menace du "syndrome chinois"

Lundi 5 mai. Quatre cents mineurs sont mobilisés au cœur de l'enfer. Leur mission est urgentissime : creuser un tunnel sous le réacteur pour y placer un système de refroidissement. Car les scientifiques russes sont pris d'une angoisse : et si le magma de combustible fondu transperçait le plancher de l'édifice pour s'enfoncer dans le sol – le "syndrome chinois" – et contaminer la nappe phréatique qui alimente Kiev ? Ce scénario terrifiant restera fictif...



## L'Europe entière touchée

Au gré des conditions météo, le panache de radionucléides émis pendant dix jours s'étend sur 13 pays européens de la Suède à l'Italie, sans oublier la France. La Biélorussie, la Russie et l'Ukraine sont les territoires les plus touchés. Au total, 350 000 Ukrainiens ont dû être rapidement évacués des villes et villages proches de la centrale, où le niveau de contamination a atteint les 1000 kBq/m<sup>2</sup> – soit mille fois plus que la radioactivité naturelle en France. Selon les sources, le bilan humain de la catastrophe oscille entre 56 morts et... 900 000 !

## La dispersion des radioéléments



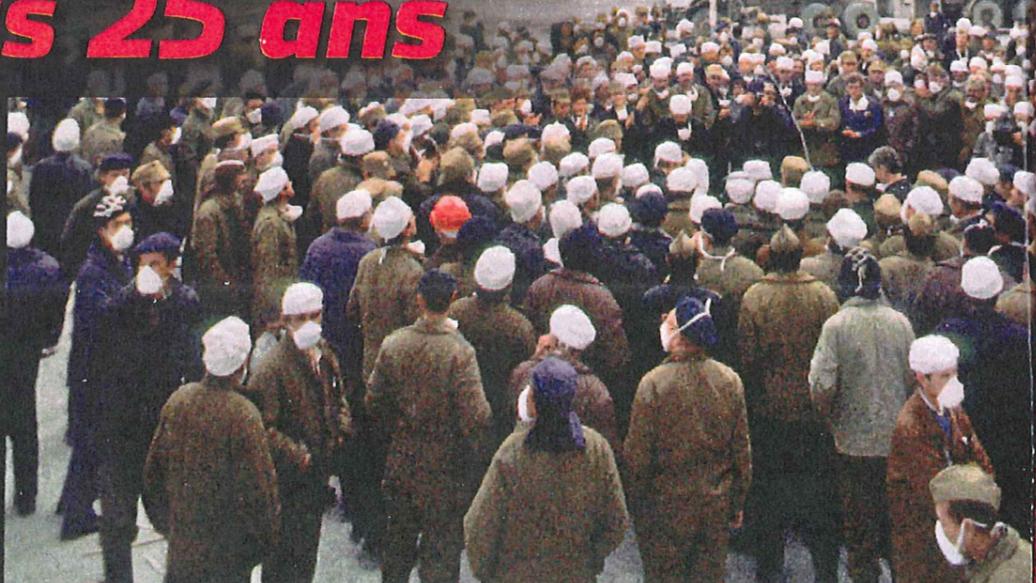
SOURCE : UN CBRNOEL FORUM EERT GROUPOOT 2005

## Un sarcophage érigé à la hâte

Juin-novembre 1986. Quelque 90 000 ouvriers s'emploient à isoler la dangereuse carcasse. Une audacieuse enceinte, faite de 410 000 m<sup>3</sup> de béton et 7 000 t d'acier, est imaginée en quelques jours. Mais sa construction est épique car à cause des radiations, il faut se tenir à bonne distance du site. Résultat : les poutres formant le toit sont simplement posées, certaines parois reposent sur des restes de murs ébranlés par l'explosion et le bâtiment final présente 1200 m<sup>2</sup> de fuites.



## Un site mortel depuis 25 ans



## Une zone immense à "liquider"

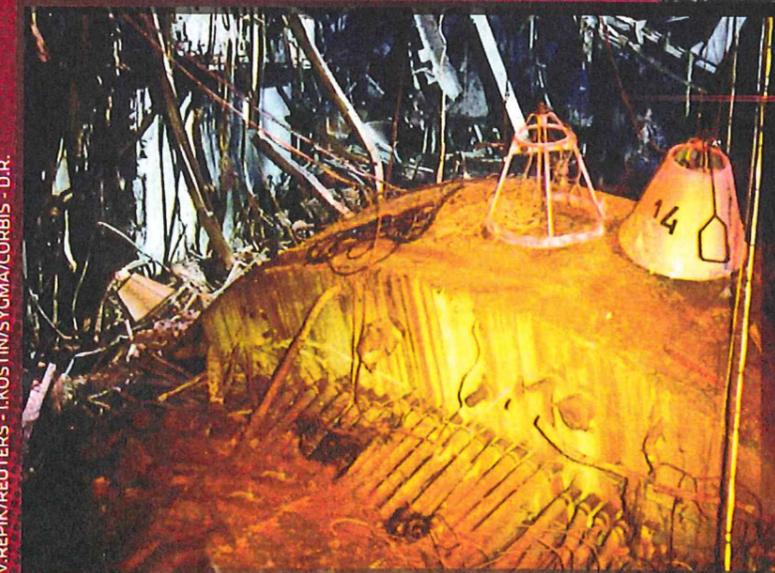
1986-1987. Environ 700 000 "liquidateurs" civils et militaires sont réquisitionnés pour nettoyer la centrale : les trois autres réacteurs devront bientôt redémarrer. Tout ce qui a été contaminé, y compris la terre et des pans entiers de forêt, doit être enterré dans plus de 800 fosses, creusées à la va-vite dans la "zone interdite" de 3 000 km<sup>2</sup>.

## Des experts trop exposés

De 1986 à 1991, des scientifiques soviétiques s'aventurent dans les entrailles du réacteur. A l'automne 1986, ils découvrent, stupéfaits, une première coulée de lave de combustible en forme de pied d'éléphant. Des concrétions si irradiantes que, pour en récupérer des échantillons, il a parfois fallu tirer de loin à la kalachnikov et courir ramasser les éclats avant de s'enfuir...

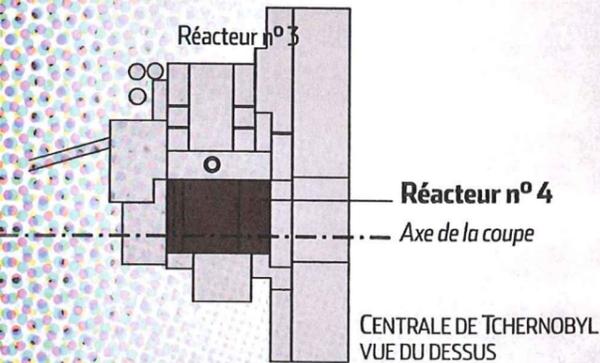


VAREPIK/REUTERS - I.KOSTIN/SYGMA/CORBIS - D.R.



## Des ruines toujours inextricables

2011. Soulevé par l'explosion, le couvercle du réacteur - 2 000 tonnes de béton - repose toujours en équilibre. Le combustible nucléaire a pu s'échapper par dizaines de tonnes dans le hall central. Sous les décombres, la menace des morceaux de combustible irradiants plane encore...

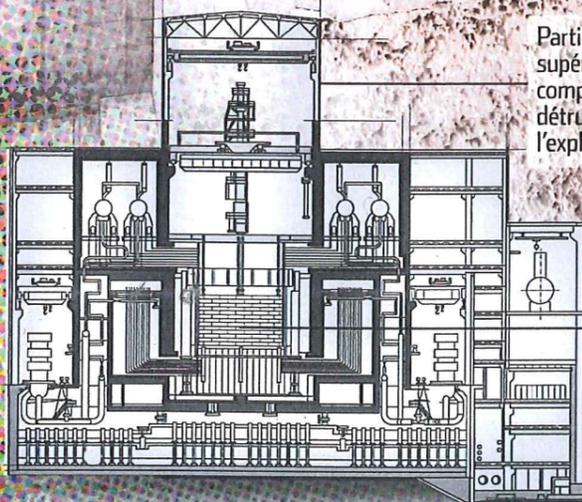


# Une centrale qui n'en finit plus d'être toxique

Le réacteur n° 4 de Tchernobyl aujourd'hui ? Un bâtiment amputé de sa partie supérieure, où règne un maelström apocalyptique : 30 t de poussières à ne surtout pas respirer, 1 200 t d'une lave radioactive à n'approcher sous aucun prétexte, tout comme les innombrables fragments de combustible, 3 millions de litres d'eau contaminée au dernier degré, sans oublier les montagnes de matériaux de structure irradiés (dont 400 t de graphite extrêmement dangereux)... Sur les 190,2 t de combustible contenues dans la cuve du réacteur avant l'accident, les scientifiques estiment que 182 t se trouvent encore dans ces décombres – sauf, cruelle ironie du sort, dans la cuve, désormais vide...

## LE RÉACTEUR N° 4 AVANT L'EXPLOSION

De conception soviétique, il comportait 1 660 tubes de combustible et affichait la même puissance que les réacteurs occidentaux (1 000 MW), mais avec un cœur 20 fois plus volumineux !



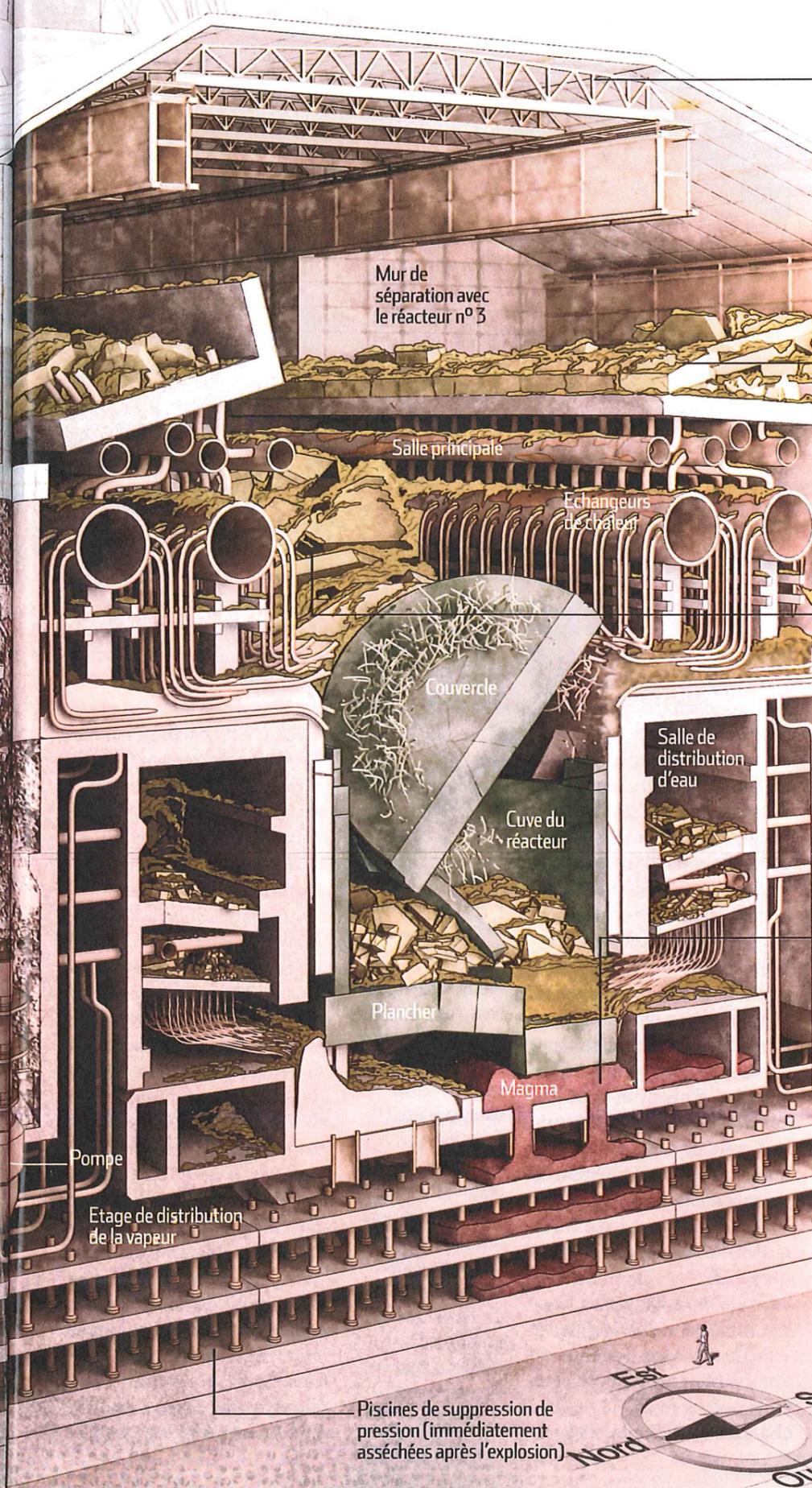
Sarcophage

### Des murs truffés de déchets

Dans le "mur des cascades", ce linéol de béton érigé à la hâte et épais de 20 m, les liquidateurs n'ont pas hésité à se débarrasser de rebuts gênants. Il faut s'attendre à y trouver 117 t de structures mécaniques issues du cœur du réacteur et hautement radioactives.

### Des mares d'eau contaminée

Environ 3 000 m<sup>3</sup> d'eau de pluie, qui ont pu s'infiltrer à travers les ouvertures du sarcophage, stagnent dans les salles basses. En 25 ans, ce flot a charrié ici 150 t de boue dangereuse. En ruisselant sur les laves de combustible, l'eau s'est également chargée en sels d'uranium, de plutonium et d'américium.



### Un toit aux allures de passoire

Assemblé à la hâte, le toit du sarcophage est particulièrement instable et peu hermétique. Ses 27 poutres d'acier de 1,2 m de diamètre, simplement posées, laissent filtrer poussières et radiations vers l'extérieur.

### Une épaisse couche de poussières mortelles

Un brouillard d'environ 30 t de poussières de combustible règne dans l'enceinte ! Et contamine tous les matériaux, sur lesquels s'est formée une pellicule.

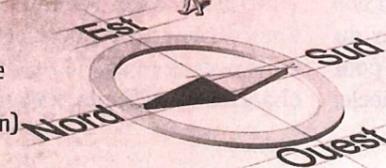
### Des morceaux de combustible irradié

Dans le hall central, il y aurait au minimum 30 t de fragments de cylindres combustibles. D'autres morceaux se trouvent certainement sous l'amas de 15 m de matériaux largués par hélicoptère lors des opérations de secours.

### Un magma radioactif

Une partie du combustible nucléaire, soumis à plus de 1 500 °C lors de l'accident, a fondu. Elle s'est mélangée à divers matériaux, formant 1 200 t d'une lave qui a dévalé et envahi les étages inférieurs. Rien n'a résisté à ce magma capable de se répandre à une vitesse de 6 m/s ! Depuis la cuve explosée, cette lave a pénétré dans la salle d'instrumentation, puis profité de brèches formées par l'explosion et de valves ou de canalisations. Avant de refroidir et de se figer, toujours aussi irradiante.

Piscines de suppression de pression (immédiatement asséchées après l'explosion)



La catastrophe de Tchernobyl n'est pas seulement restée gravée dans les mémoires. Un quart de siècle plus tard, à l'épicentre de l'accident, la plaie est toujours aussi vive. Et l'endroit toujours aussi infréquentable. Les ruines de l'unité n° 4 de la centrale ukrainienne Lénine, mal isolées par un sarcophage aux allures de passoire, hébergent encore 96 % du combustible initial, éparpillé en vrac dans un enchevêtrement monstrueux (voir infographie p. 84). Un spectacle glaçant si l'on songe que le fameux nuage d'avril 1986, formé de seulement 4 % de matière (qui plus est les moins nocifs), avait semé la terreur dans toute l'Europe! C'est dire si, en 2011, ces ruines posent problème. Hélas, vu la ténacité des déchets radioactifs, le temps qui passe n'y changera pas grand-chose: en 2050, en 3000, en l'an 10000 et même au-delà, Tchernobyl restera l'un des sites les plus dangereux de la planète... si rien n'est entrepris.

#### APPROCHER LE MONSTRE...

Alors que faire de ce monstre? Vingt-cinq ans après la catastrophe, cette question est plus que jamais d'actualité! Deux entreprises françaises (Vinci et Bouygues) viennent tout juste d'entamer la construction d'une nouvelle enceinte autour du réacteur accidenté, prévue pour 2014 et censée durer un siècle.

Objectif? Mieux confiner la matière radioactive que ne le fait le piteux sarcophage actuel, dont les structures les plus instables (notamment le toit) seront ensuite retirées sous cet abri moderne. Car pour espérer en finir un jour avec Tchernobyl, il faut d'abord affronter ce sarcophage, devenu lui-même hautement radioactif. Cette structure monumentale, assemblée dans des conditions dantesques, n'a jamais inspiré confiance. Or, son effondrement risquerait de soulever un nuage de poussières dangereuses, qui resterait cependant confiné à la "zone interdite" d'un rayon de 30 km. Les différentes opérations de renforcement ayant atteint leurs limites, il est devenu urgent de parer la menace.

La solution retenue par le ministère des Situations d'urgence ukrainien, en charge du site, est celle d'un hangar en acier aux dimensions pharaoniques – de quoi y loger le Stade de France. Mais ce n'est pas cette taille hors normes qui rend ce chantier si difficile. Le vrai

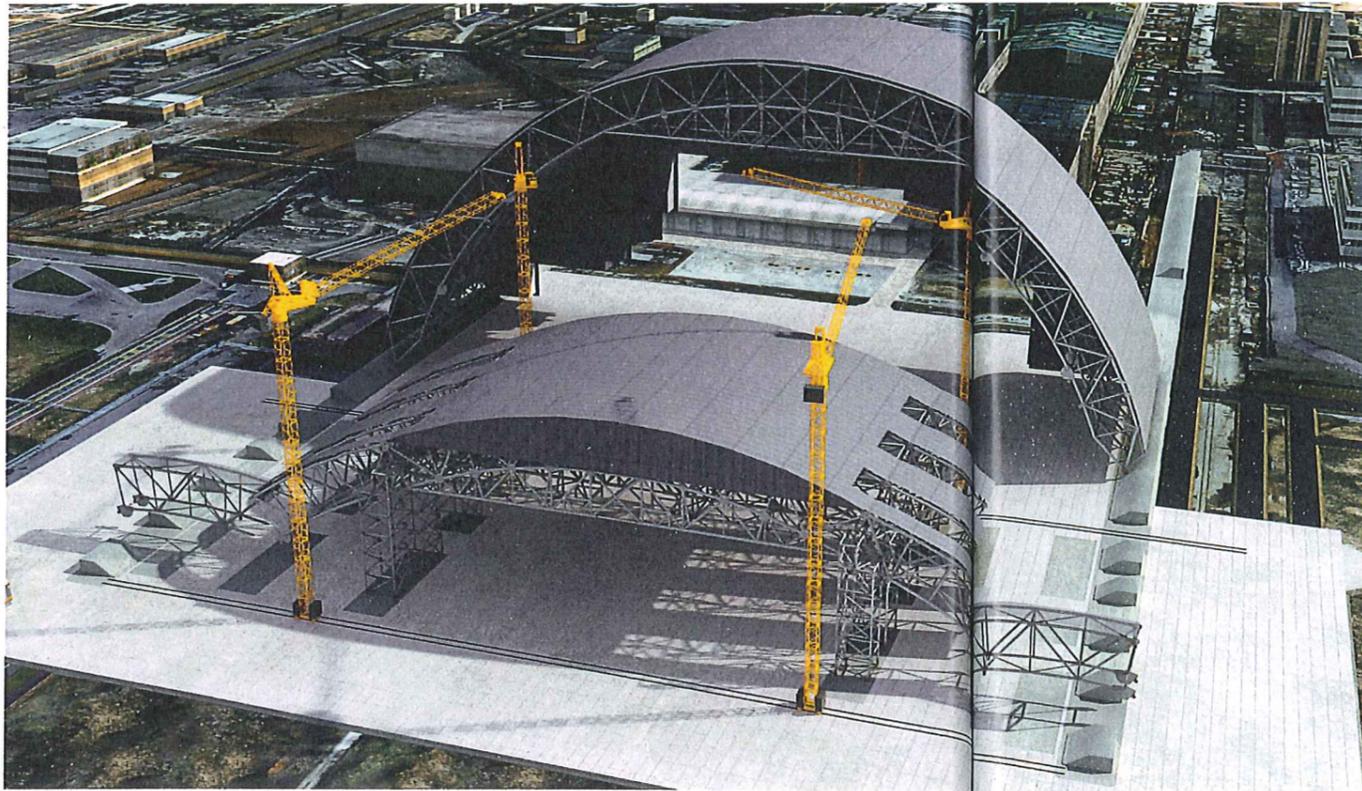
#### LE CHIFFRE

Près de 400 propositions venant du monde entier ont été avancées pour trouver un remplaçant au piteux sarcophage actuel! Exemples: noyer le réacteur dans une gangue de résine ou sous une pyramide de béton. Encore plus farfelu, une firme allemande a proposé d'entourer l'édifice de tubes cathodiques, capables d'absorber les rayonnements.

problème est qu'aujourd'hui, le monstre ne se laisse toujours pas aisément approcher. Pas plus au sol que dans les airs. Il va donc falloir ruser, annonce Hosni Bouzid, responsable du projet: "Nous allons monter la nouvelle enceinte à 400 m du réacteur puis la faire coulisser au-dessus à l'aide de rails." A condition de parvenir à découper la cheminée de ventilation et ses 120 m de métal irradié inapprochable. Rendez-vous en 2014 pour voir si l'astuce fonctionne, sachant que rien n'est jamais simple sur cet ancien champ de bataille nucléaire. "En préparant notre zone de montage, nous sommes tombés sur des restes d'échafaudage, une grue et même une pale d'hélicoptère, tous plus radioactifs les uns que les autres", témoigne l'ingénieur.

Une fois cette gigantesque cage installée, d'immenses ponts roulants automatiques retireront la trentaine de poutres du toit de l'ancien sarcophage: la plus imposante frise tout de même les 130 tonnes!

NOUARKA



▲ Un énorme hangar en acier remplacera dès 2014 le vieux sarcophage de béton qui recouvre les ruines et est devenu radioactif.

Sur le papier, le plan de marche paraît séduisant: "A l'heure d'une possible renaissance du nucléaire dans le monde, on sent l'industrie impatiente de faire disparaître Tchernobyl", remarque Hosni Bouzid. Sauf que les vraies difficultés ne feront alors que commencer. Car si l'on veut faire place nette, après le contenant il faudra s'attaquer au contenu. Or, en soulevant ainsi le couvercle du sarcophage, les ingénieurs doivent se préparer à ouvrir la boîte de Pandore...

#### DES MISSIONS SACRIFICES

Qu'y a-t-il exactement à l'intérieur du réacteur de Tchernobyl? Aussi insensé que cela puisse paraître, des centaines d'êtres humains ont pénétré directement dans les entrailles du monstre pour tenter de répondre à cette question. Alexander Borovoi, physicien à l'Institut Kurchatov (Moscou), était à l'époque responsable de

## LUCENS, THREE MILES ISLAND... DES STRATEGIES DIFFERENTES

Si Tchernobyl constitue, et de loin, la pire des catastrophes nucléaires, l'industrie de l'atome a aussi connu d'autres accidents. Trois stratégies se dégagent face à la question du démantèlement. D'abord, l'attentisme. Ainsi, le réacteur n° 1 de la centrale de Windscale (Grande-Bretagne), victime d'un effroyable incendie le 10 octobre 1957, n'a toujours pas été assaini! Deuxième attitude: l'offensive. Comme pour le réacteur expérimental de Lucens (Suisse) qui, après s'être emballé le 21 janvier 1969, a été démantelé fissa, et la caverne qui l'abritait définitivement scellée. Autre exemple: celui du réacteur n° 2 de Three Mile Island (Etats-Unis),

victime d'un très grave problème de refroidissement, le 28 mars 1979, durant lequel un tiers de son combustible a fondu. Le nettoyage s'est achevé en 1993; la centrale attend, depuis, d'être déconstruite. Enfin, l'option la plus radicale a été pratiquée en Russie: certains de leurs (nombreux) sous-marins nucléaires victimes d'accidents graves, une fois vidés de leurs occupants, ont été... coulés en haute mer.

l'énergie atomique (CEA), Philippe Hillion a été envoyé en mission à Tchernobyl à la fin des années 1990: "Ces images d'ouvriers au bord de concrétions de lave continuent de m'horrifier. Imaginez les doses intenses encaissées pour parvenir jusqu'à cet endroit!" Le propos tenu par cet habitué des basses œuvres du nucléaire français – assainissement de Mururoa (Polynésie), de la Hague (Cotentin), etc. – ne doit pas être pris à la légère. Fragments de combustible, lave, poussières mortelles, graphite irradié: dès que l'on s'aventure au cœur de la centrale, le danger est partout. Encore aujourd'hui, dans le réacteur n° 4, certaines coulées de magma assènent, en l'espace de 6 secondes, la dose limite annuelle pour un travailleur du nucléaire.

Il ne faut donc pas s'étonner si en dépit de vingt-cinq ans d'efforts, la radiographie de Tchernobyl manque encore cruellement de précision. "Dès l'été 1987, notre équipe ne parvenait plus à ramener de nouvelles informations, se souvient Alexander →

→ Borovoï. La progression était freinée par le niveau de radiation, mais aussi par le déluge de béton coulé pour le sarcophage." Finalement, près de 150 forages ont été entrepris pour ausculter les ruines.

#### L'APPORT DE LA ROBOTIQUE

Le verdict? L'essentiel du combustible est là, et bien là, mais sur les 182 tonnes présentes, environ 30 n'ont toujours pas été localisées... Et elles ne sont pas près de l'être: "On ne sait pas ce qui se trouve piégé dans les épais murs de béton du sarcophage, pas plus que sous le grand tas de matériaux formé dans le hall central lors des opérations de secours, s'inquiète le physicien. Et l'immense accumulation de magma dans la salle située juste sous le cœur du réacteur est loin d'avoir livré tous ses secrets, faute de pouvoir s'y rendre." Soit autant de très mauvaises surprises potentielles pour qui souhaiterait faire le ménage. Justement ce dont se méfient les spécialistes du nettoyage des laboratoires nucléaires!

## POUR CERTAINS, DÉMANTELER LE SITE EST UN RISQUE À COURIR

Jean-Guy Nokhamzon, expert de l'assainissement au CEA, l'assure: "On n'entreprend pas de démantèlement sans avoir reconstitué les plans au cordeau, finement localisé la matière dangereuse et étudié tous les carnets d'exploitation."

Mais alors, comment assainir Tchernobyl sans cette fois risquer la vie de centaines de milliers de "liquidateurs"? La solution pourrait-elle venir des



▲ Bilan dramatique pour l'agriculture: 160 000 km<sup>2</sup> de terres sont, en l'état, inutilisables pour les siècles à venir.

progrès récents de la robotique? "L'électronique moderne résisterait sans mal, mais les engins ne pourraient pas circuler au milieu des décombres de ce réacteur, où tout est sens dessus dessous", prévient tout de suite André Cochard, directeur de l'unité robotisée d'urgence du parc nucléaire français. La Nasa a beau avoir planché sur ce sujet, rien de bien convaincant n'en est sorti. Pour autant, tout le monde ne se laisse pas impressionner par le monstre. Comme le révèle André Cochard, "entre roboticiens, on parle d'utiliser d'immenses bras articulés, suspendus à un portique, qui viendraient dépecer le réacteur et son contenu, en partant du haut vers le bas". Au vu des dimensions de cathédrale de l'objet, les détails mécaniques sont encore loin d'être réglés. Mais le concept n'a rien de farfelu, estime Jean-Guy Nokhamzon: "A une tout autre échelle, nous

avons déjà utilisé cette stratégie à la Hague, afin de démanteler les cellules d'un vieil atelier de combustible sans fenêtre, mal connu, et ne permettant aucune pénétration humaine." Tel un marionnettiste, un opérateur manipulait le bras robotisé équipé de pinces, cisailles et scies à diamant.

Gare, toutefois: Tchernobyl est à prendre avec des pincettes! Car au fil des décennies, sous l'effet de ses propres radiations et des agressions de l'eau de pluie qui a pu s'infiltrer, la lave de combustible a eu tendance à s'effriter en poussières qu'il ne ferait pas bon respirer... "Ce phénomène est complexe et sa compréhension pâtit d'un manque de données", reconnaît Pascal Piluso, qui étudie la formation de ce magma au CEA. En outre, la composition de ce matériau, et donc ses propriétés, varie d'une salle à l'autre selon les objets qu'il a engloutis. Le travail

DAS FOTOARCHIVBIOSPHOTO

## DÉCONTAMINER LES TERRES AGRICOLES EST UNE PRIORITÉ

C'est une conséquence assez méconnue en Occident du "nuage de Tchernobyl": en retombant sur l'Europe de l'Est, celui-ci a rendu 160 000 km<sup>2</sup> de terres (soit près d'un tiers de la France!) impropres à l'agriculture pour plusieurs siècles. Principal pays intéressé: non pas l'Ukraine, mais la Biélorussie voisine, avec 25 % de son territoire touché. L'enjeu est donc de taille! Et la réhabilitation de ces sols est devenue, depuis cette année, la grande priorité des gouvernements concernés. La méthode la plus immédiate, explique Valeriy Kashparov, directeur de l'Institut ukrainien de radiologie agricole, "consiste à planter dans ces terrains contaminés au césium-137 et au strontium-90 des cultures accumulant très peu de ces nucléides. C'est le cas du colza, dont on pourrait faire du biocarburant." Plusieurs programmes sont en cours. Autre solution: choisir des plantes qui, au

contraire, pompent avidement ces radioéléments dans le but d'assainir le sol. Le nettoyage serait alors achevé en seulement 2 ou 3 décennies. Selon Alain Vavasseur du CEA, "cette phytoremédiation est peu coûteuse et évite de devoir enlever des milliers de mètres cubes de terres superficielles contaminées". Néanmoins, son efficacité réelle fait débat. De nombreux travaux de génétique sont menés sur d'anciens sites militaires américains afin d'accélérer et améliorer le processus. Il faudra peut-être un jour choisir entre radioactivité et... cultures OGM.

problème du financement est épineux, à l'heure où le budget de la seule nouvelle enceinte, envisagée dès 1997, n'est toujours pas bouclé...

Quant à la volonté farouche de déconstruire le réacteur accidenté, cela n'a rien d'évident non plus. La seule chose à peu près sûre est que la nouvelle enceinte sera en place pour cent ans. Bien sûr, émergent çà et là d'intéressants projets de reconversion en site industriel ou, comme le propose Michel Chouha, de l'Institut français de radioprotection et de sûreté nucléaire, "en site de stockage des déchets nucléaires ukrainiens, car l'endroit est psychologiquement trop marqué pour y installer des habitations". Seulement ce *no man's land*, paradoxalement, attire: les autorités ukrainiennes ont, début janvier, officiellement ouvert Tchernobyl aux touristes. Du coup, on ne peut s'empêcher de se poser la question: et si l'Ukraine n'avait finalement aucun intérêt à faire disparaître de son territoire ce qui est devenu, contre toute attente, l'un des "monuments" les plus célèbres du monde? ■

préparatoire s'annonce donc titanesque. Ce qui n'entame pas la confiance de Jean-Guy Nokhamzon: "Je ne connais pas d'exemple de démantèlement d'installations nucléaires qui ait jamais échoué! On a toujours su s'adapter et faire preuve d'ingéniosité." En s'attaquant à Tchernobyl, les nettoyeurs ne partiraient pas non plus de zéro car d'autres accidents ont déjà eu lieu (voir encadré p. 87), même s'ils sont sans commune mesure.

#### UNE QUESTION D'ARGENT ?

Au final, si tout le monde s'accorde sur le nouveau sarcophage, le débat fait rage pour savoir que faire de ce qu'il y a dessous. Faut-il laisser la bête dans sa nouvelle cage ou bien tout démanteler? "Mieux vaut être prudent et attendre l'apparition de technologies fiables adaptées, c'est-à-dire selon moi pas avant 30 à 50 ans", avertit Alexander Borovoï, fort de son

vécu. D'autant que le stockage géologique ukrainien capable d'accueillir ces volumes inédits de déchets de haute activité n'est pas pour demain. Et d'autres priorités de décontamination, comme les terres agricoles, s'imposent actuellement (voir encadré ci-dessus). Mais à l'inverse, d'autres experts estiment, comme Bruce Napier, chercheur en dosimétrie au département américain de l'Energie, "qu'il serait dangereux de ne pas profiter au plus vite de la longue expérience des ingénieurs encore en poste et de leur connaissance des décombres complexes du réacteur". Pour les uns, les risques d'une telle aventure ne valent pas la peine d'être courus étant donné les bénéfices, essentiellement symboliques, à en tirer... Pour les autres, la disparition de Tchernobyl de la surface de la Terre ne serait en fait qu'une question d'argent et de bonne volonté des Ukrainiens. Et le

★  
EN  
SAVOIR  
PLUS

Un documentaire: *La Bataille de Tchernobyl*, par Thomas Johnson (2006): la catastrophe du côté des "liquidateurs", images d'archives inédites à l'appui.