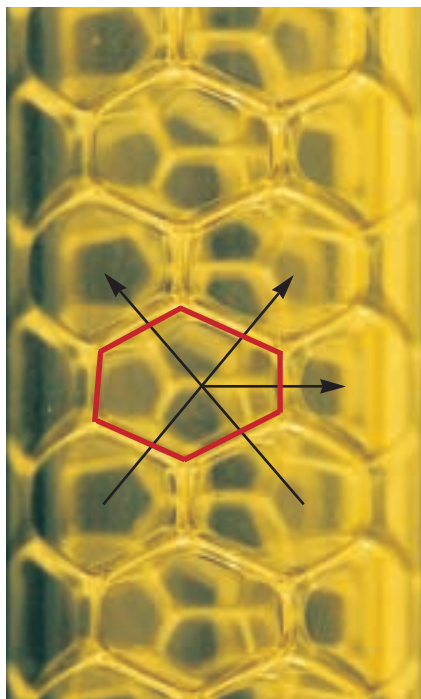


Tiges de bulles

Des bulles dans un tube se répartissent comme les feuilles sur les tiges des plantes.

En 1992, Denis Weaire et ses collègues de *Trinity College*, à Dublin, fabriquent une solution savonneuse où ils insufflent de l'air de façon régulière : ils obtiennent des bulles de diamètre uniforme. Ayant placé un entonnoir au-dessus de la buse soufflante, afin de récupérer les bulles dans un tube de verre vertical, ils observent alors que les bulles s'empilent en spirale. Les diverses structures spirales observées, selon les tailles relatives des bulles et du tube, rappellent des structures observées en botanique : capitules des fleurs de tournesol, feuilles sur les tiges...

À l'Université de Strasbourg, N. Pitet, P. Boltenhagen et N. Rivier ont répété les expériences en modifiant le quotient du diamètre des bulles par le diamètre du tube collecteur : quand ces deux diamètres sont égaux, les bulles s'empilent comme



Empilement de bulles dans un tube de verre d'un centimètre de diamètre. Le système représenté correspond au triplet 5, 5, 0. Les flèches représentent une partie des spirales qui passent par la bulle de contour rouge.

les segments des tiges de bambou ; quand le tube est plus large que les bulles, chacune d'entre elles appartient à trois spirales.

En physique des bulles comme en botanique, trois nombres k , l , m permettent de décrire les structures spirales. Sur la figure, par exemple, on passe d'une bulle à une des deux bulles adjacentes de la rangée supérieure en suivant une spirale de pas égal à cinq bulles ; on passe aux bulles de la même rangée en suivant un cercle horizontal, c'est-à-dire une spirale de pas égal à zéro bulle ; ainsi l'empilement représenté est noté 5, 5, 0. Pour tout empilement, le nombre k est égal à la somme de l et de m , ce qui correspond à une relation que l'on retrouve dans les plantes : les pétales du tournesol, par exemple, appartiennent à des spirales où cette relation, qui préside à la formation des nombres de Fibonacci, est encore observée.

Les physiciens ont d'abord répertorié tous les systèmes d'empilement possibles. Ils ont montré que le premier système pour lequel une bulle ne touche pas les parois est le système 5, 3, 2. Puis, afin d'étudier les transitions entre systèmes d'empilement, ils ont progressivement augmenté le débit de l'air insufflé dans l'eau (plus le débit est élevé, moins la pression est forte, et plus les bulles sont grosses). Les systèmes d'empilement qui se succèdent quand on diminue la taille des bulles ne sont pas identiques à ceux que l'on observe quand on grossit les bulles, après avoir atteint une certaine taille. Par des simulations, ils ont expliqué les transitions entre systèmes d'empilement, et ils savent prévoir le système d'empilement vers lequel évolue un système donné. Ils ont également étudié l'influence du drainage du liquide dans les parois de bulles : en ajoutant du liquide au sommet du tube, ils augmentent l'épaisseur des parois liquides entre les bulles et induisent des transitions entre systèmes d'empilement.

À quoi servent leurs bulles empilées ? L'analogie botanique fait naturellement penser qu'un même mécanisme fondamental est en œuvre dans les empilements de bulles et dans les plantes, mais l'hypothèse est osée. En revanche, le mécanisme physique qui préside à l'empilement des bulles se retrouve probablement dans les organites intracellulaires nommés microtubules, qui assurent le mouvement des organites dans les cellules : ces microtubules sont également composés de spirales qui changent de configuration selon les conditions chimiques du milieu intracellulaire. Ainsi trouverait-on la clef de mécanismes biologiques fondamentaux... en coinçant les bulles. □

Les anti-protéases

Elles inhibent la formation de particules virales actives.

Museler le VIH, le virus de l'immunodéficience humaine responsable du SIDA, est l'objectif de nombreuses équipes qui, de par le monde, recherchent un traitement contre ce virus. Les molécules qui inhibent une enzyme virale, la protéase, forment une nouvelle classe d'agents antiviraux. Une question reste ouverte : seront-ils efficaces pendant longtemps, ou le virus, d'une extrême variabilité, saura-t-il leur échapper ?

Pour qu'une molécule empêche le VIH de se multiplier, elle doit bloquer l'activité d'une molécule indispensable à sa réplication. C'est déjà le cas de l'AZT, par exemple, qui inhibe la transcriptase inverse ; cette enzyme traduit l'information génétique du virus, présente sous forme d'ARN, en ADN qui peut être incorporé dans le génome de l'hôte. Le virus peut alors produire les protéines indispensables à sa reproduction. La protéase est une autre enzyme cible. Normalement, elle assure la maturation finale des protéines virales : elle découpe de grandes protéines virales produites par la cellule infectée en protéines de structure et en enzymes qui représentent les constituants des nouvelles particules virales.

Quelques dizaines de patients ont été traités par une association de deux inhibiteurs de la transcriptase inverse et d'un inhibiteur de la protéase et les résultats ont montré que la réplication virale semble notablement diminuée : au bout de quelques semaines de traitement, le nombre de particules virales dans le sang des patients traités est parfois devenu inférieur au seuil de détection. L'association de ces trois antiviraux semble beaucoup plus efficace que celle des deux inhibiteurs de la transcriptase inverse que l'on utilise, aujourd'hui, en routine pour abaisser la charge virale.

Même si ces résultats devront être confirmés, cette triple association représente un progrès notable dans le contrôle de la réplication virale. Toutefois, en raison de la persistance du virus et de sa variabilité, qui favorise l'apparition de mutants résistants, on ignore encore comment évoluera l'infection. □

La contrebande de matières nucléaires

PHIL WILLIAMS • PAUL WOESSNER

Plusieurs saisies de matières nucléaires transportées en contrebande font redouter le pire. Des États ou des organisations criminelles pourraient fabriquer des bombes atomiques... et s'en servir.

Jadis les contrebandiers qui franchissaient les frontières par des chemins détournés ou qui débarquaient nuitamment sur les plages cherchaient principalement à échapper aux droits de douane. Dans les années 1970 et 1980, de la drogue a ainsi commencé à passer les frontières : des menaces sanitaires se sont ajoutées à l'illégalité des échanges. Depuis cinq ans, le trafic d'uranium et de plutonium menace la sécurité internationale.

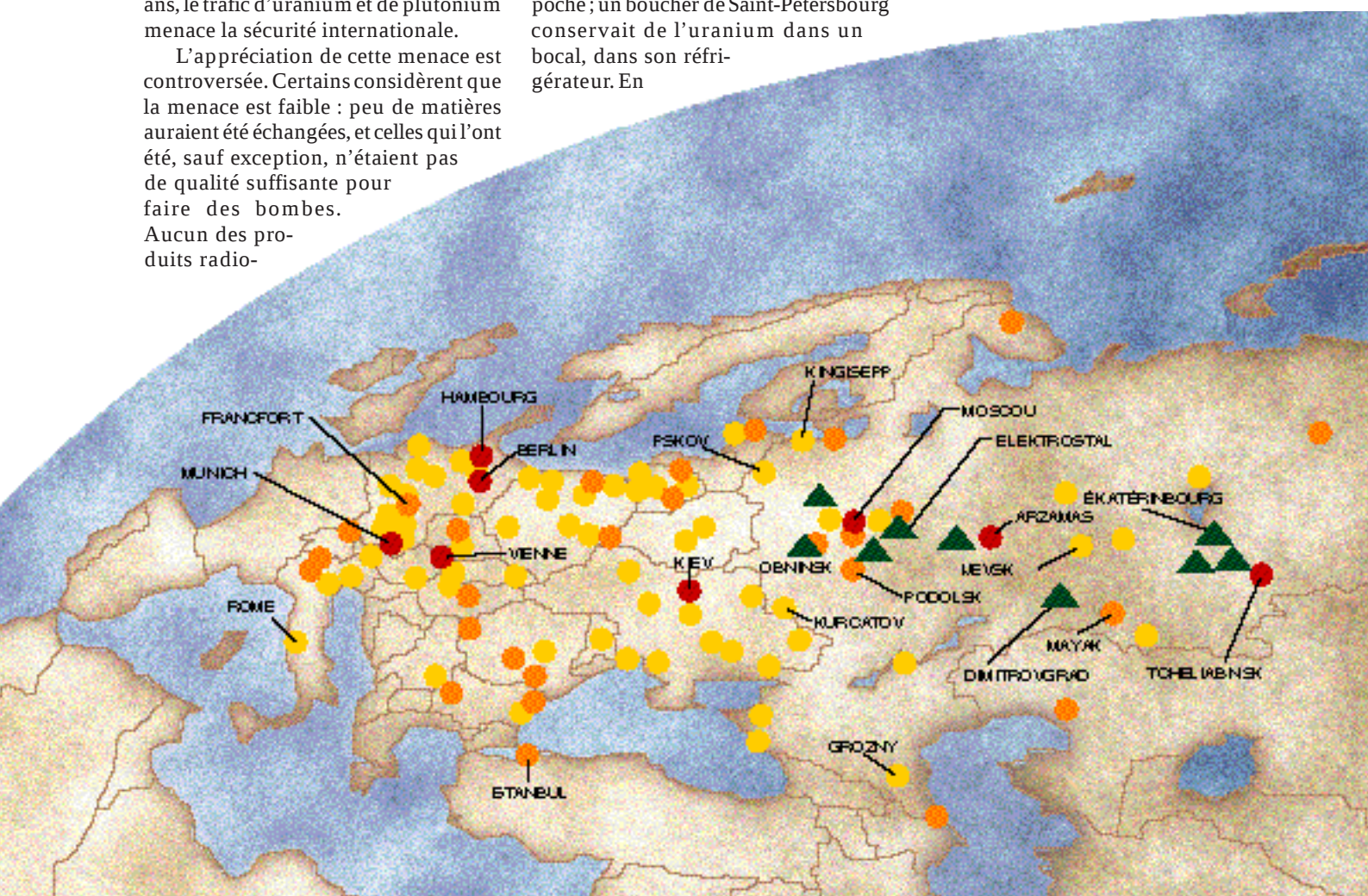
L'appréciation de cette menace est controversée. Certains considèrent que la menace est faible : peu de matières auraient été échangées, et celles qui l'ont été, sauf exception, n'étaient pas de qualité suffisante pour faire des bombes. Aucun des produits radio-

actifs saisis par les polices occidentales ne provenait, sans équivoque, de stocks d'armes ; une partie du plutonium que les trafiquants tentent d'écouler provient de détecteurs de fumée.

La plupart des trafiquants de matières nucléaires sont des amateurs, qui ne savent pas bien ce qu'ils trafiquent. Un Polonais est mort irradié après avoir transporté du césium dans sa poche ; un boucher de Saint-Petersbourg conservait de l'uranium dans un bocal, dans son réfrigérateur. En

outre, des escrocs vendent des éléments stables rendus temporairement radioactifs par exposition à un rayonnement, ou obtiennent de grosses avances en présentant des échantillons minuscules.

La maladresse de la plupart des trafiquants indiquerait que, en Allemagne au moins, les seuls acheteurs sont des journalistes, des policiers ou des agents de renseignements. Certains experts



vont même plus loin : ils prétendent que des États tels que l'Iran, l'Irak, la Libye ou la Corée du Nord ne seraient pas intéressés par l'acquisition d'arsenaux nucléaires, au moment où ils tentent de renouer des relations avec l'Occident.

La partie cachée du trafic

Doit-on vraiment être optimiste? La partie visible des marchés illicites, comme celle des icebergs, est toujours la plus petite. Pourquoi la contrebande des matières nucléaires ferait-elle exception? La police saisit au plus 40 pour cent des stupéfiants qui entrent aux États-Unis, et probablement moins en Europe occidentale. Le marché des matières nucléaires est plus petit que celui de la drogue, mais les douanes ont aussi moins d'expérience pour intercepter des expéditions d'uranium que pour saisir de la marijuana ou du haschich : il serait imprudent de penser qu'elles interceptent plus de 80 pour cent de cette contrebande.

En outre, même un trafic de faible volume aurait des conséquences graves. Un kilogramme de plutonium a un volume d'environ 50,4 centimètres cubes, soit le septième de celui d'une

canette de bière. Malgré la confidentialité des travaux sur les bombes atomiques, on estime que 3 à 25 kilogrammes d'uranium enrichi ou 1 à 8 kilogrammes de plutonium (une canette de bière!) suffisent pour fabriquer une bombe.

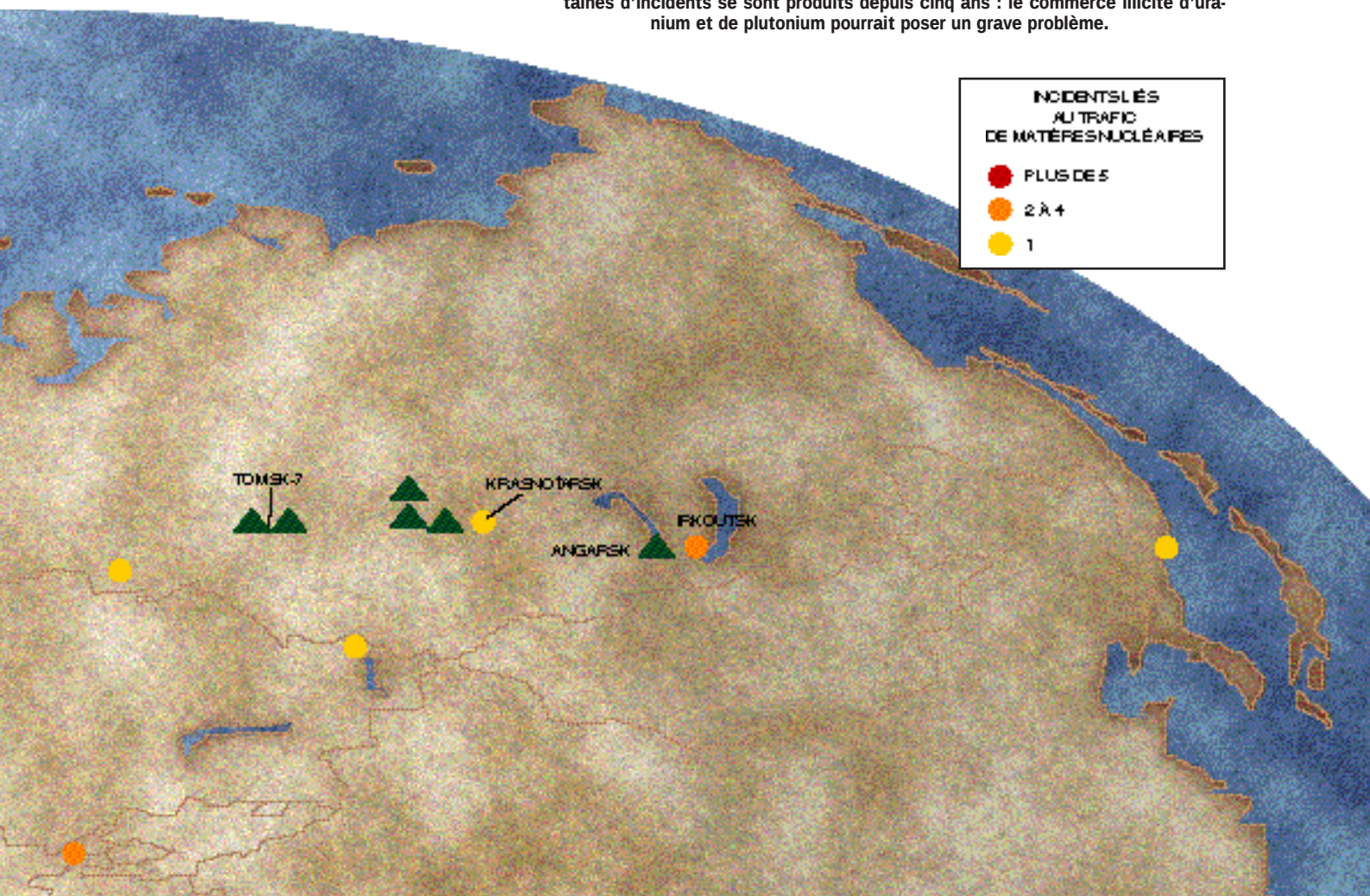
Un contrôle rigoureux des transports internationaux permettrait la saisie d'une partie des matières nucléaires de contrebande, mais certains des isotopes les plus dangereux, tels l'uranium 235 et le plutonium 239, ne sont que peu radioactifs : ils risquent d'échapper aux compteurs Geiger ou aux autres appareils de détection. Des appareils à rayons X et à diffusion de neutrons, utilisés dans les aéroports pour détecter les explosifs chimiques, détecteraient des radionucléides illicites, mais leur efficacité pratique est limitée, car ils ne sont pas construits à cet effet.

Déjà petites en valeur absolue, les quantités de matériaux radioactifs nécessaires pour fabriquer des armes

nucléaires sont infimes quand on les compare aux énormes réserves d'uranium et de plutonium enrichis, en particulier russes, dont l'inventaire et la surveillance posent problème. Les réserves mondiales de plutonium, qui s'élevaient à près de 1 100 tonnes en 1992, atteindront 1 600 à 1 700 tonnes en l'an 2000, assez pour fabriquer 200 000 bombes de 10 kilotonnes. Avec la mise en application des accords de désarmement, 100 tonnes supplémentaires de plutonium de qualité militaire seront disponibles aux États-Unis et en Russie. Paradoxalement les nations seraient plus avisées de stocker du plutonium dans la tête des missiles!

De surcroît, les États-Unis et les États de l'ex-Union soviétique possèdent chacun environ 650 tonnes d'uranium enrichi. Ces énormes réserves sont inquiétantes, car leur surveillance est difficile. Les entrepôts russes, notamment, sont insuffisamment protégés, et leur contenu est mal connu et mal géré. Les instruments de mesure de la pro-

1. LA CONTREBANDE NUCLÉAIRE s'étend de l'Europe centrale à la côte Pacifique de la Russie (les disques indiquent les lieux de saisie, d'origine ou de transfert, les triangles indiquent les stocks de matière nucléaire, les usines de retraitement et les laboratoires qui fabriquent des armes). Le renforcement de la sécurité de certains entrepôts est en cours, mais des conditions économiques et politiques instables sapent les efforts. Quelques centaines d'incidents se sont produits depuis cinq ans : le commerce illicite d'uranium et de plutonium pourrait poser un grave problème.



duction de plutonium sont obsolètes. En l'absence d'un état précis des stocks, comment savoir ce qui manque ?

Depuis la disparition du KGB, les installations nucléaires ne sont plus surveillées. Sous le régime soviétique, la surveillance sévère était souvent superflue, car les employés du secteur nucléaire étaient loyaux, bien payés et bénéficiaient d'un statut social élevé. Avec la dégradation des salaires et de la situation économique, le mécontentement s'est généralisé. La croissance de l'insatisfaction, le bas niveau des salaires et les retards de paiement ont accru les tentations de vol de matières nucléaires, au moment même où la surveillance s'est relâchée.

Les pommes de terre sont mieux surveillées que l'uranium

En novembre 1993, un voleur a pénétré, par une brèche d'une clôture, dans une aire (en principe) protégée du chantier naval de Sevmorput, près de Mourmansk. Il a scié le cadenas d'un compartiment de stockage de combustible pour sous-marins nucléaires et il s'est emparé de trois éléments de combustible contenant chacun 4,5 kilogrammes d'uranium enrichi. L'uranium a finalement été retrouvé, mais le fonctionnaire qui a mené l'enquête a écrit dans son rapport : «Aujourd'hui, même les pommes de terre sont pro-

bablement mieux gardées que les matières radioactives.» Il n'y avait aucun système d'alarme, pas d'éclairage et très peu de gardes ; et malgré le vol, la surveillance de la base n'a pas été beaucoup renforcée.

La situation n'est pas désespérée, car les anciennes villes secrètes où les bombes étaient mises au point et fabriquées semblent bien protégées, et les matières de qualité militaire seraient mieux surveillées que celles de moindre qualité. Bien que les tentatives d'effraction du Laboratoire militaire Arzamas-16 aient doublé l'an dernier, son système de sécurité serait resté efficace. Moscou s'efforce activement de rétablir la sécurité dans toute son industrie nucléaire, mais, malgré l'aide des États-Unis, la tâche est gigantesque : un millier d'entrepôts d'uranium et de plutonium enrichis sont disséminés à travers l'ex-Union soviétique.

Dans ce contexte, l'augmentation du nombre de cas de contrebande nucléaire, réels ou simulés, au cours des dernières années, n'est pas étonnant. Les autorités allemandes en ont signalé 41 en 1991, 158 en 1992, 241 en 1993 et 267 en 1994. Bien que la plupart des matières saisies ne conviennent pas à la fabrication de bombes, l'accroissement du nombre de cas augmente la probabilité d'un trafic de matières de qualité militaire.

En mars 1993, les autorités turques ont signalé que six kilogrammes d'uranium enrichi étaient entrés en Turquie par le poste frontière d'Aralik, dans la province de Kars. Le produit aurait été acheminé de Tachkent à Grozny, serait passé entre les mains de groupes criminels tchéchènes, puis au Nakhitchevan, via la Géorgie, pour parvenir à Istanbul. Bien que ni l'incident ni le degré d'enrichissement de l'uranium n'aient été confirmés, cette affaire a fait augmenter les craintes que des groupes mafieux tchéchènes n'aient accédé à l'uranium enrichi du Kazakhstan. La signature d'un accord en 1994, aux termes duquel le Kazakhstan transfère son uranium enrichi aux États-Unis, renforce cette hypothèse.

En octobre 1993, la police d'Istanbul a saisi 2,5 kilogrammes d'uranium 238 et a arrêté quatre hommes d'affaires turcs, ainsi que quatre agents présumés des services secrets iraniens. Selon un magazine allemand, l'uranium enrichi serait entré en Turquie via l'Allemagne. L'un des prévenus turcs, un professeur impliqué aupa-

Bestiaire nucléaire

	Usage légal	Usage illégal
Américium 241 	Source de particules alpha pour détecteurs de fumée et autres dispositifs	Escroquerie (substitut d'éléments plus recherchés)
Béryllium  	Réflecteur de neutrons pour réacteurs ou bombes	Réacteurs illégaux ; armes nucléaires
Césium 137   	Source de rayonnement pour applications médicales ou industrielles ; présent dans les déchets radioactifs des réacteurs	Escroquerie ; meurtre par irradiation
Cobalt 60  	Source de rayons gamma pour applications médicales ou industrielles	Escroquerie ; meurtre par irradiation
Lithium 6 	Bombes thermonucléaires	Bombes thermonucléaires
Plutonium   	Source de particules alpha pour détecteur de fumée ; armes nucléaires ; combustible pour réacteurs nucléaires	Escroquerie ; armes nucléaires
Polonium 210  	Source de particules alpha et de neutrons pour applications industrielles	Armes nucléaires
Uranium   	Combustible pour réacteurs nucléaires ; armes nucléaires	Escroquerie ; armes nucléaires
Zirconium 	Matériau pour la structure de réacteurs nucléaires	Réacteurs illégaux

ravant dans le trafic d'antiquités, a révélé que ses complices avaient transporté l'uranium en avion de tourisme à partir d'un aéroport privé près de Hambourg, propriété de marchands d'armes iraniens.

Des matières de grande pureté

Des matières de qualité militaire ou quasi militaire ont été saisies à plusieurs reprises en 1994. Le 10 mai, la police de Tengen, en Allemagne, a trouvé six grammes de plutonium 239 en fouillant la demeure de l'homme d'affaires Adolf Jaekle, à la recherche d'autres produits de contrebande. Le plutonium a été découvert par hasard, dans le garage. A. Jaekle avait de nombreuses relations, notamment avec d'anciens officiers du KGB et de la police

secrète Est-allemande, et avec la Société *Kintex*, une fabrique d'armes bulgare suspectée depuis longtemps de nombreuses activités illégales. Peut-on éviter de croire que cette petite quantité de plutonium n'était qu'un échantillon, en vue d'une plus grosse livraison ultérieure?

Le 10 août 1994, la police muniçoise a arrêté, à grand bruit, un Colombien et deux Espagnols en possession de 363,4 grammes de plutonium de haute qualité et de 201 grammes de lithium 6 (un composant des bombes à hydrogène). Ils avaient transporté ces produits de Moscou à Munich à bord d'un avion de la *Lufthansa*. Les trois hommes n'avaient aucun lien avec les trafiquants de drogue colombiens ni avec les terroristes basques. Ils n'avaient pas d'expérience de la contrebande : ils avaient

seulement tenté de résoudre leurs problèmes financiers en trafiquant du lithium et du plutonium.

De surcroît, des agents des services de renseignements fédéraux allemands avaient incité ces hommes à frauder. Cette manœuvre a suscité une grande controverse en Allemagne : les services secrets surveillaient-ils la contrebande nucléaire ou la créaient-ils? Un point important n'a toutefois pas été éclairci : comment des trafiquants amateurs se sont-ils procuré autant de plutonium de bonne qualité?

Puis, le 14 décembre 1994, la police de Prague a arrêté trois hommes en possession de 2,7 kilogrammes d'uranium 235 enrichi à 87,7 pour cent. Deux des individus étaient des employés du secteur nucléaire arrivés en République tchèque en 1994 : un Russe et un Biélorusse. Le troisième homme était un

La France et la sécurité des matières nucléaires

En France, une réglementation assure la protection et le contrôle des matières utilisables pour la fabrication d'armes nucléaires : l'uranium, le plutonium, le thorium, le deutérium, le tritium. Elle obéit à trois principes : la responsabilité de la protection et du contrôle revient aux exploitants ; cette responsabilité s'exerce sous le contrôle des pouvoirs publics, qui s'appuient sur l'expertise de l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) ; des sanctions sont prévues si les exploitants ne mettent pas en œuvre les moyens nécessaires à l'application de la loi, et pour toute infraction à la réglementation.

Trois types de mesures de sécurité sont imposés aux exploitants. D'abord ils tiennent une comptabilité précise des entrées et des sorties de matière, afin de connaître en permanence l'état de leurs stocks. Chaque mouvement entre installations ou ensembles techniques est en outre signalé dans les 24 heures à l'IPSN qui tient une comptabilité centrale. Un inventaire physique annuel permet de vérifier la concordance entre le stock réel et le stock comptable. Ces inventaires sont contrôlés et les exploitants sont inspectés par le ministère de l'Industrie.

Ensuite l'exploitant surveille en permanence la localisation des matières nucléaires. Des portiques de détection empêchent les sorties accidentelles ou frauduleuses. Enfin des mesures de protection physique sont destinées à empêcher les vols, par la détection rapide des intrus et le ralentissement de leur progression jusqu'à l'arrivée d'une force d'intervention. Ce système a prouvé son efficacité : les principaux incidents notés sont la découverte, au cours d'inventaires, d'éléments de combustible égarés avant l'entrée en vigueur de la réglementation actuelle, en 1980.

Le trafic de matières nucléaires n'est pas comparable au trafic de drogue. La drogue pousse dans des champs,

difficiles à repérer ; un petit laboratoire suffit pour sa transformation, et elle n'émet pas de rayonnement. La production et l'enrichissement des matières nucléaires nécessite des installations lourdes. Une usine de retraitement ne passe pas inaperçue ! Il y a aucune raison de penser qu'en plus des matières saisies, un trafic important échappe aux pouvoirs publics.

On ne peut toutefois pas affirmer que l'on détecterait toute matière nucléaire ou radioactive qu'un trafiquant essaierait d'entrer en fraude sur le territoire français. Les Douanes françaises mènent actuellement une expérience en collaboration avec l'IPSN pour tester des détecteurs. Toutefois l'instrument principal de lutte contre le trafic reste le renseignement. Les services de police s'en préoccupent, en lien avec leurs collègues étrangers.

Le meilleur moyen d'empêcher le trafic de matières nucléaires est d'empêcher les fuites à la source. Aussi la France apporte-t-elle son aide à la Russie dans ce but. Contrairement aux États-Unis, qui fournissent surtout du matériel, la France oriente son action vers la formation des personnels et la mise en place d'une culture de sécurité : nous avons déjà organisé plusieurs séminaires de formation. La structure et les moyens pour le contrôle des matières nucléaires en France sont transposables en Russie. Comme la France, la Russie est un pays centralisé ; toutes les étapes de traitement du combustible civil y sont présentes, de la mine au retraitement des déchets ; la structure du parc de réacteurs est analogue à celle du parc français. Par ailleurs, le Commissariat à l'énergie atomique apporte son aide à la Russie pour le démantèlement des armes nucléaires et le transport des matières nucléaires qui en sont issues, dans le cadre d'un accord intergouvernemental.

Denis FLORY, IPSN

physicien nucléaire tchèque, qui ne travaillait plus officiellement dans l'industrie nucléaire depuis plusieurs années. En 1994, un échantillon d'uranium d'enrichissement semblable avait été saisi en Bavière et, le 22 mars 1995, deux hommes, dont un officier de police, ont été arrêtés dans le cadre de l'enquête sur la saisie de décembre.

Depuis ces arrestations publiques, le nombre de saisies a diminué, du moins en Allemagne. Les trafiquants semblent passer plutôt en Italie, via la Suisse et l'Autriche. D'autres, sans doute plus nombreux, prennent les routes du Sud, via les républiques d'Asie centrale et la mer Noire. Ainsi les contrebandiers nucléaires semblent-ils reprendre, en sens inverse, les mêmes itinéraires

que ceux que le KGB empruntait pour introduire des produits occidentaux en Union soviétique. Dans ces régions, les contrôles douaniers sont beaucoup moins rigoureux qu'en Europe occidentale, et les clients potentiels sont plus proches.

Un trafic bien organisé

Certaines des saisies effectuées en Allemagne et en Turquie montrent que des États tels que l'Iran tentent d'acquiescer des matériaux nucléaires de haute qualité par leurs propres réseaux. La Libye et l'Irak possèdent déjà de tels réseaux pour importer, via des sociétés écrans, des produits et des matériels destinés à la mise au point d'armes chimiques.

En outre, comme le démontre l'affaire Jaekle, les trafiquants ne sont pas tous des amateurs maladroits. Bien qu'une mafia nucléaire organisée n'existe pas, d'anciens espions de l'Union soviétique auraient un rôle prédominant dans les réseaux professionnels. Ils ont apparemment été rejoints par des hommes d'affaires se livrant au commerce des armes, dont les activités s'étendent continuellement du légal à l'illégal.

Les profits potentiels de ce trafic attirent aussi des groupes criminels organisés. Des bandes turques, qui ont fait leurs... armes dans l'exportation clandestine d'antiquités, auraient



2. CE LINGOT D'URANIUM APPAUVRI, qui tient dans la main, pèse environ sept kilogrammes. La même quantité d'uranium enrichi suffirait pour fabriquer une bombe capable de détruire une petite ville.

étendu leurs activités au commerce de l'uranium, qui est pour eux une marchandise comme une autre. En Italie, le magistrat Romano Dolce, qui enquêtait sur le trafic nucléaire, a été arrêté pour sa participation aux délits qu'il poursuivait. Aurait-il orienté l'enquête vers des aspects mineurs du trafic afin de la détourner d'autres transactions plus importantes? Enfin on se préoccupe des organisations criminelles russes : la contrebande nucléaire n'est pas leur priorité, parce qu'elles ont d'autres activités à la fois plus lucratives à court terme et moins risquées, mais des indices de plus en plus solides montrent que certaines s'orientent vers le commerce de matières radioactives.

Bien que l'on attaque sérieusement le problème à la source, la réaction de la communauté internationale est lente. L'Agence russe pour la sûreté nucléaire emploie 1 200 personnes, mais son autorité sur l'ancienne bureaucratie nucléaire, civile et militaire, est incertaine. De surcroît, même si cette autorité s'affermirait, l'amélioration de la surveillance prendra des années, pendant lesquelles les trafiquants ne resteront pas les bras croisés. La recherche de renseignements et la rigoureuse application des lois seraient des priorités pour les cinq prochaines années. Malheureusement, les agences internationales dotées d'une compétence nucléaire ne collaborent pas efficace-

ment avec celles chargées d'enrayer le commerce illégal. Le Département de prévention du crime et de justice criminelle de l'ONU et l'Agence internationale de l'énergie atomique sont situés tous deux à Vienne, mais le mandat de cette dernière ne lui permet pas d'enquêter. Les contacts entre les deux agences restent donc épisodiques.

À Washington, les premières mesures contre la contrebande nucléaire ont été insuffisantes et mal coordonnées. Depuis 1994, le FBI a pris la direction de la lutte et travaille étroitement avec l'Agence nucléaire militaire et avec l'Agence de renseignements de la Défense, mais les États-Unis n'ont pas encore de politique globale en la matière.

Nous invitons les Nations à prendre très rapidement des mesures internationales pour empêcher les vols, démanteler le trafic et décourager les acheteurs. Les États-Unis, la France, l'Allemagne, la Russie et d'autres États préoccupés par le problème nucléaire devraient fonder une «brigade volante», investie d'un pouvoir d'enquête, capable de mener des actions contre-terroristes et de contre-extorsion, et constituer une équipe de gestion des catastrophes. Cette proposition est proportionnée à la menace : n'attendons pas une catastrophe nucléaire pour prendre des mesures draconiennes.

Phil WILLIAMS dirige le Centre Ridgway d'études sur la sécurité internationale de l'Université de Pittsburgh. Paul WOESSNER est chercheur dans ce centre.

Oleg BUKHARIN et William POTTER, «Potatoes Were Guarded Better», in *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 51, n° 3, pp. 46-50, mai-juin 1995.

Paul N. WOESSNER, *Chronology of Nuclear Smuggling Incidents: July 1994-June 1995*, in *Transnational Organized Crime*, vol. 1, n° 2, pp. 288-329, été 1995.

Phil WILLIAMS et Paul N. WOESSNER, *Nuclear Material Trafficking: An Interim Assessment*, in *Transnational Organized Crime*, vol. 1, n° 2, pp. 206-238, été 1995.

Le coût du désarmement

MARCO CATTANEO

La destruction des armes fabriquées au cours de la guerre froide coûtera beaucoup plus cher que leur fabrication.

L'économie mondiale est une économie de guerre. La preuve ? La Bourse de New York a flambé en 1990, lorsque George Bush a annoncé que les États-Unis entraient en guerre contre l'Irak.

Quelques chiffres confirment cette triste réalité. La guerre du Golfe aurait coûté plus de 4 000 milliards de francs aux pays arabes. En 1993, les conflits qui ont fait au moins 1 000 victimes ont été au nombre de 34. Chaque mois, les 100 millions de mines antipersonnel disséminées à travers le monde tuent ou blessent au moins 800 personnes (un million au total, lors des 20 dernières années, dont 80 pour cent de civils). Dans des pays à hauts risques, tels l'Angola, l'Irak, le Koweït, le Cambodge et l'Afghanistan, le sol contient une mine pour trois à cinq habitants.

La paix coûte d'autant plus cher que les dépenses militaires ont été importantes. La destruction de toutes les mines antipersonnel éparpillées sur la planète coûterait entre 1 000 et 2 000 milliards de francs : la destruction d'une mine que l'on peut acheter 15 francs en Chine coûte 10 000 francs. Le traité START II stipule que les États-Unis et la Russie devront démonter, avant 2003, près de 20 000 têtes nucléaires stratégiques, mais le coût serait de 50 000 à 120 000 francs par tête, soit un coût total de 1 à 2,5 milliards de francs, sans tenir compte de l'élimination des matériaux fissiles.

Selon Michael Renner, de l'Institut Worldwatch, les gouvernements du monde entier consacrent aux dépenses militaires entre 150 et 250 francs pour chaque franc investi dans la paix, les opérations de démilitarisation et la prévention des conflits. Les pays occidentaux qualifient souvent d'exorbitantes les dépenses de l'Organisation des Nations unies pour des opérations de pacification, mais beaucoup d'entre eux exportent des armes et tirent des bénéfices du soutien militaire aux pays en

développement. Lorsque le gouvernement de Bill Clinton, en juin 1994, a proposé au Congrès américain d'allouer 1,5 milliard de francs (soit 0,1 pour cent du budget de la Défense) à des opérations de paix, le projet a été rejeté.

L'ONU fait la quête

L'insuffisance du budget de l'ONU pénalise souvent ses opérations de paix. Dans la majorité des cas, les financements proviennent d'initiatives temporaires et exceptionnelles : alors que les dépenses annuelles du Haut-Commissariat des Nations unies pour les réfugiés ont été multipliées par 100 depuis les années 1970, dépassant cinq milliards de francs en 1993, alors que les fonds américains d'assistance aux réfugiés ont pratiquement doublé et que l'aide humanitaire versée par l'Union Européenne a plus que triplé, au cours des neuf premiers mois de 1993, l'ONU a dû lancer 17 appels de fonds pour rassembler 20 milliards de francs destinés à assister plus de 20

millions de réfugiés d'une vingtaine de pays.

La lenteur des décisions internationales aggrave cette désorganisation financière et entraîne souvent un retard aussi coupable que retentissant dans les interventions de l'ONU. Ce fut le cas au Rwanda : au début du mois d'avril 1994, lorsque la guerre civile a éclaté dans ce pays, le Conseil de sécurité de l'ONU a décidé de réduire les forces de paix présentes dans le pays. À la fin du mois d'avril, le secrétaire général, Boutros Boutros Ghali, a proposé de renforcer le contingent en le portant à 5 500 hommes, pour un coût prévu de 580 millions de francs pour six mois. L'opposition des États-Unis a retardé cette intervention, de sorte qu'au mois de juillet, alors que le conflit avait déjà fait plus de 500 000 victimes et provoqué le regroupement d'un grand nombre de réfugiés dans des camps, au Zaïre, le coût de l'opération était estimé à plus de 2,5 milliards de francs. À la fin de ce même mois de juillet, B. Clinton



1. L'HEURE EST À LA DÉTENTE entre les grandes puissances nucléaires : elles réduisent leurs stocks d'armes. Toutefois, la destruction des armes, ici des missiles russes SS-23, coûte plus cher que leur fabrication.

a annoncé que les États-Unis paieraient la quasi-totalité de cette somme.

Lorsque les conflits sont arrêtés, les pays rencontrent le difficile et coûteux problème de la démobilisation des troupes. Selon Francisco José Aguilar Urbina, de la fondation costaricienne Arias, dans de nombreux états, «des décennies de guerre ont produit une ou deux générations d'illettrés, des personnes qui savent se servir d'un fusil automatique ou placer des mines, mais qui sont incapables de travailler la terre ou de lire les instructions pour utiliser un puits qui fournirait de l'eau à toute une communauté». L'expérience acquise en Angola, au Mozambique, au Nicaragua ou au Zimbabwe, si elle ne fournit pas une méthode à suivre partout, est utile pour l'évaluation des coûts de démobilisation d'un grand nombre de soldats. La réintégration des militaires dans la société civile est souvent difficile, et les programmes de réinsertion sont coûteux : pour l'ensemble des quatre pays cités précédemment, la démobilisation de 270 000 soldats a coûté 2,5 milliards de francs. Malgré ces efforts, la guerre civile a repris avec violence en Angola, les forces de l'ONU doivent assurer la paix au Mozambique et le programme de réinsertion des militaires a échoué au Nicaragua. Les États-Unis eux-mêmes, où les moyens et les programmes étaient certainement plus importants, ont eu de grandes difficultés pour la réinsertion des anciens combattants du Viêt Nam.

Coûteux traités

Même les mesures qui visent à réduire les risques de guerre coûtent cher. La crise économique mondiale et la dissolution rapide de l'Union soviétique ont abouti à des accords pour le démantèlement d'une partie des arsenaux. Accepterons-nous d'en payer le prix ?

La Convention d'interdiction des armes chimiques, qui entrera en vigueur six mois après sa ratification par 65 pays, stipule que les armes et les usines de fabrication existantes seront détruites. Une Organisation pour l'interdiction des armes chimiques a été créée : elle vérifiera la destruction de tous les arsenaux chimiques. Toutefois, les pays occidentaux souhaitent en réduire le personnel de 1 000 à 365 personnes et limiter son budget à 375 millions de



2. EN SIGNANT LA CONVENTION d'interdiction des armes chimiques, les États s'engagent à détruire celles qu'ils possèdent.

francs par an au lieu de 750 à 900 millions de francs.

L'élimination des armes chimiques coûtera dix fois plus que leur fabrication. En 1993, Boris Eltsine a déclaré que le programme de destruction de l'arsenal chimique russe coûterait plus cher que tous les autres plans de désarmement rassemblés. C'est aussi pour cette raison que l'arsenal de l'ex-URSS est resté intact. Ce programme, qui coûtera entre 10 et 15 milliards de francs, devrait commencer en 1997, avec une contribution étrangère de 30 à 40 pour cent. L'élimination des armes chimiques américaines coûtera presque 50 milliards de francs, auxquels il faudra en ajouter 90 pour se débarrasser des produits chimiques. Heureusement les fonds mis à disposition de l'organisme chargé de la destruction de l'arsenal chimique sont passés de un milliard de francs à la fin des années 1980 à 2,5 milliards de francs en 1994.

Le traité sur les Forces conventionnelles en Europe a entraîné la réduction des grands systèmes d'armement, tels les chars d'assaut et les avions de combat. En Europe de l'Ouest, l'Allemagne a dû réaliser les réductions les plus radicales, surtout en raison du lourd équipement militaire hérité de la République démocratique allemande. Le gouvernement allemand a déjà dépensé plus de cinq milliards de francs entre 1991 et 1994 pour se soumettre à ses obligations. Les autres pays touchés par le démantèlement de l'armement conventionnel sont en Europe de l'Est, tels la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie. Toutefois, une bonne partie des armes n'ont pas été détruites, mais revendues.

La Russie et les États-Unis semblent envisager la réduction de leur potentiel nucléaire, mais une telle décision ne semble pas partagée par la Chine, le Royaume-Uni, Israël (qui n'a pas signé le Traité de non-prolifération nucléaire) et la France, qui a même procédé à plusieurs essais nucléaires en 1995 et 1996. Un traité est en cours de négociation pour l'interdiction totale des essais nucléaires : empêchera-t-il la mise au point de nouvelles armes ?

La résolution des conflits et la réduction des armements sont menées sans cohérence. On peut évaluer le montant des dépenses militaires d'un pays à partir des budgets du Ministère de la Défense, mais personne ne connaît le montant des dépenses de désarmement. Aucune organisation internationale ne se consacre entièrement à la construction de la paix. L'Agence internationale de l'énergie atomique aurait pu se charger de faire respecter les traités START, mais son budget a été fortement réduit et elle n'a pas identifié à temps les problèmes nucléaires irakiens.

Combien coûterait une agence internationale de contrôle des traités de désarmement ? Tout dépendrait de ses fonctions et de ses objectifs. De 15 milliards de francs en 1989 (la fin de la course aux armements), les dépenses globales pour la paix et la démilitarisation sont passées à 80 milliards de francs en 1994, ce qui ne représente toujours que 1,5 pour cent des dépenses militaires. La mise en place d'une organisation permanente pour le maintien ou, plutôt, pour l'obtention de la paix nécessiterait la création d'un fond international qui se chargerait de l'assistance pour la reconstruction des pays meurtris par les guerres, des efforts de démantèlement et de reconversion des structures militaires, et de la construction d'un système de paix mondial.

Marco CATTANEO est journaliste à la revue *Le Scienze*.

Michael RENNER, *Budgeting for disarmament*, Worldwatch paper, novembre 1994
Antonella PANNOCCIA, *Le armi chimiche*, Cooperativa Centro di Documentazione, Pistoia, 1985.

The military balance 1993-1994, The International Institute for Strategic Studies, London, 1994.

Notizie NATO, n° 2, avril 1994.

Il libro dei fatti 1995, ADN-KRONOS, 1995.
