

# L'Inde, le Pakistan et la

M. RAMANA • A. NAYYAR

*La guerre en Asie centrale a attiré l'attention sur l'escalade nucléaire entre l'Inde et le Pakistan, illustrant les lacunes du traité de non-prolifération.*

Après les événements du 11 septembre 2001, pour isoler le Pakistan, l'Inde a très vite proposé son soutien aux États-Unis. Ses dirigeants ont menacé d'attaquer les lignes de ravitaillement pakistanaises, et de prétendus camps d'entraînement destinés aux groupes armés du Cachemire (région que les deux pays se disputent). De son côté, le gouvernement pakistanais, conscient de ses atouts géostratégiques, mais aussi des risques d'agitation civile, hésita, puis apporta son aide à son tour. Ces réactions illustrent le conflit qui oppose ces deux pays depuis leur indépendance, en 1947. La composante nucléaire de ce conflit est devenue plus inquiétante avec la guerre en Asie centrale, la violence au Cachemire et l'arrivée au pouvoir de dirigeants que l'usage de la bombe ne semble pas inquiéter.

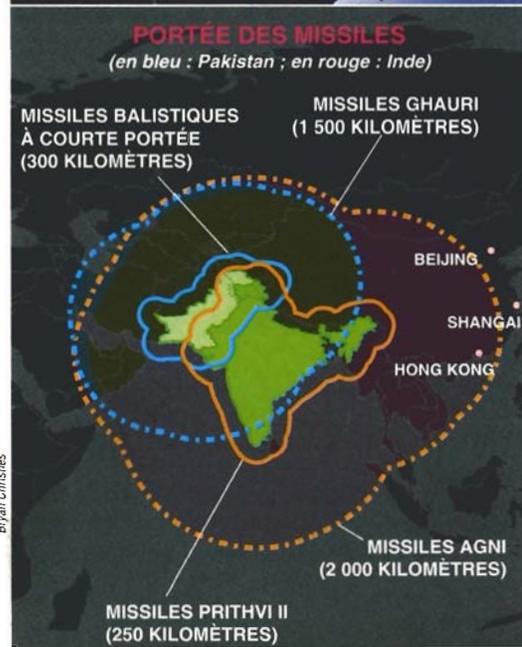
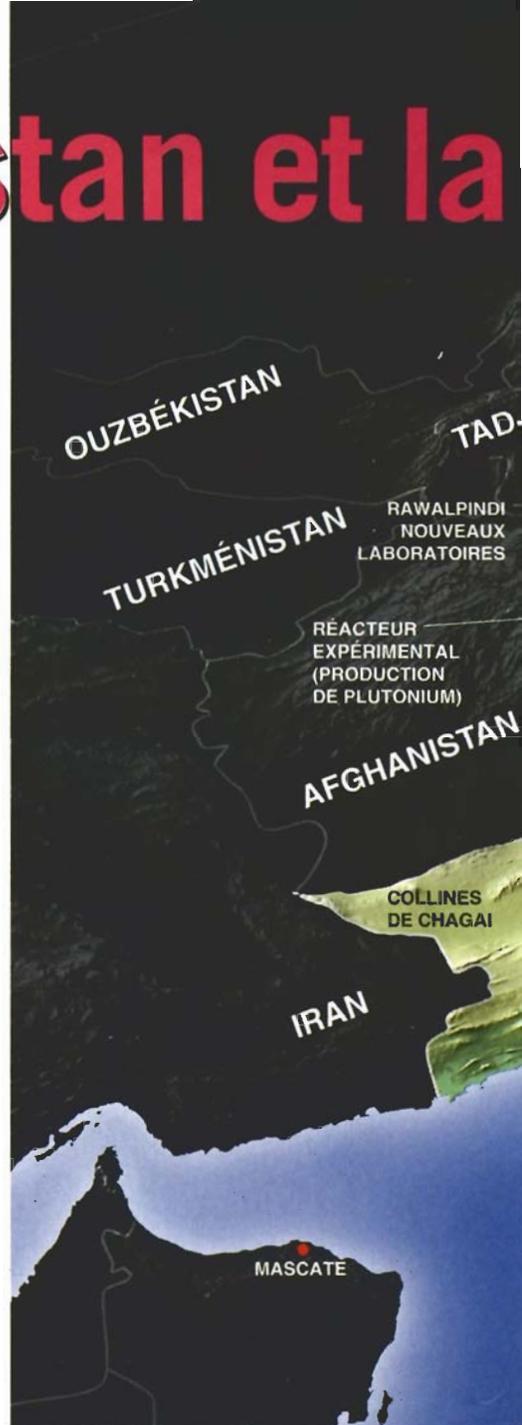
Dès le début des années 1950, l'Inde et le Pakistan ont entrepris des efforts considérables pour se doter de l'arme atomique. Aujourd'hui, ces efforts ont abouti, en partie grâce à des techniques importés des pays occidentaux. En mai 1998, cinq bombes atomiques ont explosé sur le site indien de Pokaran, à 150 kilomètres de la frontière pakistanaise. Trois semaines plus tard, le Pakistan ripostait en déclenchant six explosions sur son propre site des collines de Chagai. Au-delà des craintes associées au rachat d'armes nucléaires par des groupes terroristes, cette course aux armements illustre le fait que le traité de non-prolifération nucléaire, signé en 1968, est loin d'avoir rendu impossible une menace plus classique : l'utilisation de l'arme atomique par des États, dans le cadre d'une guerre.

Les bombes construites par l'Inde et par le Pakistan sont des bombes à fission, semblables aux engins qui détrui-

sirent Hiroshima et Nagasaki. Elles tirent leur puissance de la désintégration de noyaux instables, tels l'uranium et le plutonium. Lorsqu'un noyau se désintègre, il éjecte des particules secondaires, notamment des neutrons. Certaines de ces particules heurtent les noyaux voisins qui se désintègrent à leur tour. Au-delà d'une certaine masse dite « critique » de matériau fissile, ces réactions se développent de façon exponentielle et dégagent en très peu de temps d'énormes quantités d'énergie. Dans la nature, les éléments chimiques susceptibles d'abriter ces réactions en chaîne sont rares. Ainsi, l'uranium naturel ne contient que 0,7 pour cent d'uranium 235, seul élément utile pour fabriquer une bombe. Quant au plutonium, il n'existe pas dans la nature : c'est un produit de désintégration de l'uranium, et on ne le trouve que dans les déchets artificiels des réacteurs nucléaires. Ainsi, l'obtention des matières fissiles nécessaires aux armes atomiques exige de grands efforts de séparation chimique.

## La voie du plutonium

Une première voie de recherche consiste à exploiter un réacteur nucléaire classique dont on retire les déchets pour en tirer du plutonium. Les barres de combustibles usagées sont broyées, dissoutes dans un acide, puis exposées à un solvant qui sépare l'uranium et le plutonium des autres produits de réaction. L'action d'un réducteur chimique provoque ensuite la précipitation du plutonium en solution. Ce plutonium cristallisé sous sa forme métallique pure, est l'élément essentiel de la bombe. Cette première filière a été suivie par de nombreux pays. Ainsi, dès 1948, l'Inde s'est dotée d'un programme de recherche



# bombe



## INSTALLATIONS NUCLÉAIRES À CARACTÈRE MILITAIRE



### AU PAKISTAN

#### RÉACTEURS

**RÉACTEUR DE KHUSHAB**  
 (OUVERT EN 1998 AVEC L'AIDE DE LA CHINE)  
 PUISSANCE : 40 À 70 MÉGAWATTS  
 PRODUCTION ANNUELLE DE PLUTONIUM :  
 6,6 À 18 KILOGRAMMES

#### RETRAITEMENT DU PLUTONIUM

NOUVEAUX LABORATOIRES DE RAWALPINDI  
 (INSTALLÉS VERS 1980)  
 PRODUCTION ANNUELLE : 10 À 20 KILOGRAMMES  
 DE PLUTONIUM

#### ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM

LABORATOIRES A. KHAN (INSTALLÉS EN 1984)  
 PRODUCTION ANNUELLE : 57 À 93 KILOGRAMMES  
 D'URANIUM

#### MINE D'URANIUM

DERA GHAZI KHAN (OUVERTE EN 1974)  
 PRODUCTION ANNUELLE : 23 À 30 TONNES



### EN INDE

#### RÉACTEURS

**CIRUS** (OUVERT EN 1960 AVEC L'AIDE DU CANADA)  
 PUISSANCE : 40 MÉGAWATTS  
 PRODUCTION ANNUELLE DE PLUTONIUM :  
 6,6 À 10,5 KILOGRAMMES

**DHRUVA** (OUVERT EN 1985)  
 PUISSANCE : 100 MÉGAWATTS  
 PRODUCTION ANNUELLE DE PLUTONIUM :  
 6 À 26 KILOGRAMMES

#### RÉACTEUR EXPÉRIMENTAL (OUVERT EN 1983)

PUISSANCE : 40 MÉGAWATTS  
 PRODUCTION ANNUELLE DE PLUTONIUM :  
 4 À 6,4 KILOGRAMMES

#### RETRAITEMENT DU PLUTONIUM

**TROMBAY** (INSTALLÉ EN 1964)  
 CAPACITÉ ANNUELLE DE TRAITEMENT :  
 30 À 50 TONNES

**PREFE** (INSTALLÉ EN 1977)  
 CAPACITÉ ANNUELLE DE TRAITEMENT : 100 TONNES

**KARP** (INSTALLÉ EN 1997)  
 CAPACITÉ ANNUELLE DE TRAITEMENT :  
 100 À 125 TONNES

#### ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM

**RATTEHALI** (OUVERTE EN 1990)  
 PRODUCTION ANNUELLE : INCONNUE

#### MINE D'URANIUM

**JADUGODA** (OUVERTE EN 1968)  
 PRODUCTION ANNUELLE : 200 TONNES

## Du minerai à la bombe

### 1. MINE D'URANIUM

Le minerai est extrait, broyé en fines particules et lavé à l'acide pour en séparer l'uranium.



### 2. TRAITEMENT

L'uranium est traité chimiquement afin de produire un composé qui le rend apte soit à la fabrication de combustible pour réacteur nucléaire, soit à son enrichissement dans une centrifugeuse.



### 5. RETRAITEMENT

Le plutonium des barres combustibles usagées est extrait par un procédé chimique, puis converti en plutonium métallique pour fabriquer la charge d'une bombe.



### 3a. ENRICHISSEMENT

L'uranium 235 présent dans le métal naturel est concentré à l'aide de centrifugeuses, puis cristallisé sous forme métallique pour fabriquer la charge d'une bombe.



### 4. RÉACTEUR NUCLÉAIRE

Pendant le fonctionnement d'un réacteur, certains noyaux d'uranium absorbent des neutrons émis au cours des réactions en chaîne. Ils sont alors transmutés en noyaux de plutonium.



### 3b. FABRICATION DE COMBUSTIBLE

L'uranium naturel ou légèrement enrichi est façonné pour en faire des barres de combustible nucléaire.



	RÉSERVES DE PLUTONIUM EN INDE	RÉSERVES D'URANIUM ENRICHIS AU PAKISTAN
PRODUCTION TOTALE	470 À 722 KILOGRAMMES	450 À 750 KILOGRAMMES
CONSOMMATION	165 KILOGRAMMES (DANS LES RÉACTEURS EXPÉRIMENTAUX)	120 KILOGRAMMES (AU COURS DES TESTS)
RÉSERVES NETTES	285 À 557 KILOGRAMMES (ENTRE 55 ET 110 BOMBES)	330 À 630 KILOGRAMMES (ENTRE 20 ET 40 BOMBES)

Bryan Chirches

nucléaire, sous l'égide d'une agence spéciale, la Commission pour l'énergie atomique indienne (CEAI). L'objectif officiel de cette agence était de produire de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, mais le premier chef de l'État indien, Jawaharlal Nehru, ne fit pas mystère de son intention de produire des armes si le besoin s'en faisait sentir. La première génération de physiciens et d'ingénieurs du programme nucléaire indien fut formée dans les universités des États-Unis, du Canada et de la France notamment. Très courtisée pendant la guerre froide, l'Inde reçut, pour son programme nucléaire, une aide substantielle de

la part de tous ces pays. Au cours des années 1950, elle commença à exploiter ses propres mines d'uranium, puis ses premiers réacteurs. En 1960, une nouvelle étape fut franchie lorsqu'un jeune chimiste, Vasudev Iya, fut envoyé en France afin d'y recueillir des informations sur la séparation chimique du polonium (utilisé pour amorcer les explosions nucléaires). Dix ans plus tard, entre 50 et 75 physiciens indiens travaillaient à la fabrication d'une bombe au plutonium dont le premier exemplaire fut testé avec succès le 11 mai 1974. L'engin avait une puissance de 12 kilotonnes, équivalente à celle de la bombe d'Hiroshima.

Au Pakistan, à partir de 1954, un programme analogue fut mené par la Commission à l'énergie atomique. Très pauvre en main-d'œuvre qualifiée (31 scientifiques en 1958), la Commission envoya plus de 600 chercheurs et ingénieurs compléter leur formation en Amérique du Nord et en Europe. Grâce à l'aide de ces pays, le Pakistan put construire son premier réacteur expérimental en 1965 et son premier réacteur commercial en 1970. La décision de passer à l'étape militaire fut prise en 1972, date à partir de laquelle le Pakistan pris contact avec la France et la Belgique, afin d'acheter des usines de raffinement du plutonium. Le gou-

vernement français accepta cette proposition, avant de faire marche arrière sous la pression diplomatique américaine. Malgré cet échec, plusieurs scientifiques pakistanais se rendirent en Belgique, où ils suivirent une formation dans le domaine du retraitement nucléaire. Vers 1980, de retour au Pakistan, ils construisirent un premier laboratoire de retraitement. Aujourd'hui, ce laboratoire traite les déchets d'un réacteur inauguré en 1998 et spécialement conçu pour la production du plutonium. On estime qu'il fournit au Pakistan l'équivalent de deux à quatre bombes au plutonium chaque année.

L'extraction et la concentration de l'uranium 235 dans l'uranium naturel repose sur l'utilisation de centrifugeuses à gaz. Dans un cylindre en rotation rapide, un composé gazeux, l'hexafluorure d'uranium, subit une décantation sous l'effet de la force centrifuge : les molécules les plus légères (contenant de l'uranium 235) se concentrent vers l'axe du cylindre, tandis que les plus lourdes se dirigent vers les parois. Si ce principe est simple, les techniques mises en œuvre sont très délicates. Les caractéristiques de ces machines relèvent du secret militaire et industriel, toutefois, dans les années 1970, l'URENCO, une société fondée par la Grande-Bretagne, l'Allemagne et les Pays-Bas, a publié quelques chiffres sur ses machines : la vitesse des parois des cylindres atteint 400 mètres par seconde et les machines traitent 100 milligrammes de gaz par seconde (cette quantité est limitée par la fait qu'à température ambiante, l'hexafluorure d'uranium se condense au-dessus de 0,16 atmosphère).

Le Pakistan a réussi à construire une installation d'enrichissement de l'uranium. Le père de cette installation, le métallurgiste A. Khan, rejoignit le groupe de recherche sur les armes nucléaires pakistanaises en 1975. Après avoir travaillé plusieurs années dans les usines de raffinement de Hollande, il rapportait dans ses bagages d'importantes connaissances techniques ainsi que des listes de fournisseurs occidentaux qui se contentèrent facilement de fausses déclarations pour contourner les lois contrôlant les exportations de matériel sensible. Dès 1979, le Pakistan pouvait enrichir de faibles quantités d'uranium. Depuis cette époque, on estime que ce pays a accumulé une quantité d'uranium 235 représentant 20 à 40 bombes et qu'il en produit désor-

mais l'équivalent de quatre à six bombes par an. Quant à l'Inde, depuis 1990, elle dispose également d'une usine d'enrichissement (officiellement pour produire du combustible nucléaire destiné à ses sous-marins), dont on ignore la capacité de production.

## Et maintenant, des missiles

Depuis environ dix ans, l'Inde et le Pakistan disposent de missiles capables de transporter des charges militaires de plusieurs centaines de kilogrammes. Le programme indien de développement de missiles balistiques a commencé en 1983 et consistait à modifier un missile anti-aérien soviétique que l'Inde avait acheté dans les années 1960. Ce projet n'aboutit pas, mais permit de maîtriser les techniques de conception des moteurs. Au cours des années suivantes, anticipant les restrictions sur les exportations, l'Inde acheta des gyroscopes, des accéléromètres et des simulateurs de mouvement à différents fournisseurs français, suédois, américains et allemands. En 1988, le pays disposait de son premier missile sol-sol à courte portée (100 kilomètres). L'année suivante, le Pakistan fabriquait un missile à courte portée (60 à 80 kilomètres) fondé sur les plans d'une fusée-sonde française.

Depuis, les deux pays ont notablement amélioré les performances de leurs engins téléguidés. En 1998, un missile balistique d'une portée de 1 500 kilomètres (dont certains pensent qu'il bénéficie de l'apport technique des fusées chinoises et Nord-coréennes) a été testé avec succès par le Pakistan. Quelques mois plus tard, l'Inde s'est dotée d'un engin équivalent (d'une portée de 2 000 kilomètres). Elle développe actuellement des missiles balistiques et de croisière qui pourront être tirés de ses sous-marins. Ainsi, les programmes militaires nucléaires des deux pays sont arrivés à maturité : en moins de cinq minutes de vol balistique, chacun est capable de projeter une bombe d'une puissance comparable à celle qui détruisit Hiroshima, n'importe où sur le sol de l'adversaire.

Les limites des mesures destinées à enrayer la prolifération des armes nucléaires sont claires. La politique des cinq États nucléaires déclarés (les États-Unis, la Russie, la France, la Grande-Bretagne et la Chine) reposait, pour l'essentiel, sur le contrôle des exportations afin d'empêcher d'autres États d'accéder aux techniques d'intérêt mili-



Space Imaging

**LE RÉACTEUR EXPÉRIMENTAL de Kushab, au Pakistan, photographé ici par un satellite commercial, produit l'équivalent de quelques bombes au plutonium chaque année.**

taire. Ces mesures sont insuffisantes. Pour agir de façon efficace, il faut démontrer aux différents pays concernés que l'acquisition de la bombe n'est pas un élément essentiel à leur sécurité. Dans ce sens, la première des mesures de non-prolifération serait de promouvoir un désarmement nucléaire global. Dans les années 1960, les lobbies pro-bombe en Inde et au Pakistan ont trouvé un soutien considérable dans la rhétorique dite de dissuasion des deux superpuissances. Plus tard, en 1995, ils furent confortés dans leur position lorsque la France rompit le moratoire sur les essais nucléaires. Ils le furent encore lorsqu'un traité d'interdiction de ces essais fut enfin signé en 1996 et que les signataires continuèrent à affirmer qu'ils ne désarmeraient pas. Certains experts ont affirmé que le désarmement nucléaire mondial et la non-prolifération sont des problèmes indépendants. Cette assertion est peut-être la plus grande des illusions de l'âge nucléaire... et la plus dangereuse.

---

M. RAMANA est physicien à l'Université de Princeton et fondateur de la Coalition indienne pour la paix et le désarmement nucléaire. A. NAYYAR est professeur de physique à l'Université Quaid-e-Azam à Islamabad, et cofondateur de la Coalition pakistanaise pour la paix.

A. H. NAYYAR, A. H. TOOR, Z. MIAN, *Fissile Material Production Potential in South Asia*, in *Science and Global Security*, vol. 6, n° 2, pp.189-203, 1997.

Itty ABRAHAM, *The Making of the Indian Atomic Bomb : Science, Secrecy and the Postcolonial State*, Zed Books, 1998.

---