

La prolifération nucléaire

Les essais nucléaires de l'Inde et du Pakistan démontrent qu'il est facile de fabriquer des armes nucléaires avec les combustibles produits par les centrales nucléaires civiles.

Les 11 essais du mois de mai 1998 traduisent la tension entre deux pays qui se sont affrontés à trois reprises au cours de leurs 51 années d'existence en tant que nations indépendantes. Depuis des lustres, les experts présumaient que l'Inde et le Pakistan s'étaient dotés d'un arsenal nucléaire, et les essais récents ont confirmé l'impossibilité de limiter la prolifération nucléaire. Les différentes solutions utilisées pour la confection des bombes reflètent la facilité avec laquelle les bombes thermonucléaires peuvent être bricolées. Le moratoire nucléaire actuel est fragile quand un nombre toujours plus grand de pays sont dotés de centrales nucléaires civiles produisant des combustibles nucléaires, plutonium, tritium et uranium.

Depuis les années 1950, l'Inde et le Pakistan ont développé leur programme nucléaire civil sous les auspices internationaux du programme *l'Atome pour la paix*. Les États Unis fournirent à l'Inde les plans, le savoir-faire et les dispositifs majeurs pour le retraitement du combustible des réacteurs, mis en œuvre dans une usine à Trombay, au Nord de Bombay.

Le retraitement extraie, pour les réutiliser, les différents éléments du combustible irradié des réacteurs ; l'un d'entre eux, le plutonium 239 est le constituant de base de la plupart des bombes thermonucléaires. Le centre de retraitement de Trombay, construit à la fin des années 1950 et au début des années 1960, utilise le procédé américain *Purex* de séparation du plutonium.

Le plutonium résulte de l'irradiation des combustibles nucléaires dans les réacteurs civils. Le Canada avait livré à l'Inde, à la fin des années 1950, le réacteur de recherche *Cirus* à eau lourde (utilisée comme

ralentisseur de neutrons) où le taux de conversion d'uranium 238 en plutonium 239 est élevé. Avec *Cirus* et l'usine de Trombay, les ingénieurs nucléaires indiens avaient produit suffisamment de plutonium pour fabriquer la bombe atomique qu'ils firent exploser en 1974.

Ce test mit fin à l'aide internationale, mais les scientifiques indiens purent néanmoins construire des réacteurs à eau lourde imités du modèle canadien et des usines de retraitement : en 1985 un réacteur de production de plutonium, dénommé *Dhruva*, était opérationnel à Trombay. Le programme indien incluait également, près de Mysore, un centre de production de tritium, autre combustible des bombes thermonucléaires, et une usine d'enrichissement d'uranium 235.

Mais la production majeure était le plutonium. Les experts estiment que l'ensemble des installations indiennes ont accumulé 1,2 tonne de plutonium, quantité suffisante pour une dizaine, voire une centaine de bombes, selon la technicité atteinte par les spécialistes indiens. L'effort militaire considérable et la grande qualité de leurs scientifiques permirent aux Indiens de maîtriser l'ensemble du cycle nucléaire, de l'extraction de l'uranium à la construction de réacteurs à la pointe de la technique.

Il n'est toutefois pas certain que la troisième bombe indienne ait été une véritable bombe thermonucléaire. La

puissance du test du 11 mai aurait été, aux dires du gouvernement indien, de 43 kilotonnes, mais les experts, au vu des enregistrements sismographiques, pensent que la puissance était moindre, 25 kilotonnes, typique d'une réaction de fission améliorée, plutôt que d'une réaction de fusion. D'autres spécialistes estiment que les Indiens maîtrisent la fusion, mais que la faible puissance de leur test était voulue et qu'ils voulaient parfaire leur maîtrise de la technique, plus difficile à contrôler sur des bombes de faible puissance.

Le programme nucléaire pakistanais utilise plus systématiquement l'uranium 235. Cet isotope de l'uranium ne constitue que 0,72 pour cent de l'uranium naturel et cette teneur est augmentée dans des usines d'enrichissement. La séparation isotopique est réalisée par centrifugation dans le Centre de recherche de Kahuta, près de Islamabad. Le père de la bombe pakistanaise, Abdul Qadeer Khan, s'était procuré les plans des centrifugeuses mises au point par une société hollandaise, *Ultra-Centrifuge*, dans les années 1970.

La masse critique d'uranium nécessaire pour la confection d'une bombe est beaucoup plus élevée que la masse critique de plutonium, et la fabrication de missiles nucléaires avec des bombes à uranium est plus difficile. Pour les bombes pakistanaises de type chinois, de conception rudimentaire, il fallait au moins 15 kilogrammes d'uranium de qualité militaire (enrichi en uranium 235 à plus de 93 pour cent), alors que pour les bombes à plutonium il suffit de trois à six kilogrammes de produit fissile. Les militaires américains estiment que les Pakistanais ont suffisamment d'uranium pour fabriquer une trentaine de bombes par an et que leur possibilité d'enrichissement correspond à cinq bombes par an. De plus, les programmes de construction de réacteurs et de centres de retraitement pourraient amener les Pakistanais à produire annuellement 10 à 15 kilogrammes de plutonium.

Les efforts diplomatiques tendent à persuader ces nouvelles puissances nucléaires de signer le traité de non-prolifération et de les amener à renoncer à placer leurs charges sur des missiles. À court terme, ces espoirs semblent ténus.

Glenn ZORPETTE
et Tim BEARDSLEY



Titre de ce journal pakistanais publié après les essais nucléaires : « Nous détruirons l'Inde ».

La neurobiologie de la dépression

CHARLES NEMEROFF

Une meilleure compréhension des bases biologiques de cette maladie, souvent fatale, devrait conduire à de nouveaux traitements.

Dans *Le choix de Sophie*, William Styron a remarquablement décrit la dépression : «Le psychiatre me demanda si j'avais des pensées suicidaires, et je finis par lui répondre par l'affirmative. Je ne lui avouai pas que je voyais désormais les objets qui m'entouraient comme des instruments possibles d'autodestruction : les poutres du grenier ou les érables du jardin me servaient à me prendre, le garage était un endroit pour inhaler du monoxyde de carbone, la baignoire recevait le sang s'écoulant de mes artères ouvertes. Les couteaux de cuisine, dans leurs tiroirs, n'avaient plus qu'une seule fonction pour moi. J'aurais voulu mourir d'une crise cardiaque, car ainsi je n'aurais pas eu à forcer le sort. Je pourrais essayer d'attraper une pneumonie en me promenant en forêt, sous une pluie glacée, en manches de chemise. J'avais aussi envisagé de traverser l'autoroute, toute proche, devant un camion.»

W. Styron fait bien comprendre que la dépression diffère d'une mélancolie passagère ou du chagrin lié à un deuil. C'est une maladie handicapante et dangereuse, caractérisée par de nombreux symptômes qui s'ajoutent à une tristesse permanente. Notamment les personnes dépressives ont des pensées suicidaires, mais aussi un sentiment de culpabilité. Elles se sentent inutiles, leur pensée est confuse, leurs souvenirs sont flous et elles ne prennent plaisir à rien. Elles sont parfois anxieuses, sans énergie ; elles mangent et dorment peu ou, au contraire, à l'excès.

Quelles sont les causes de la dépression ? Des expériences traumatisantes ? Des sentiments de dépréciation du soi ? Des mécanismes biologiques ? Quel

que soit le facteur déclenchant, le cerveau étant le support de l'esprit, la dépression engendre finalement des modifications biochimiques du cerveau, qui sont responsables de la tristesse profonde et des autres caractéristiques de la maladie. Si l'on ignore encore l'étendue de ces perturbations, les progrès sont rapides.

Les neurobiologistes qui étudient la dépression sont un peu comme des aveugles qui palperaient les différentes parties d'un éléphant afin de l'identifier. Pis encore, c'est comme si certains examinaient des éléphants adultes et d'autres des éléphants adultes : les anomalies biochimiques ne sont pas identiques dans toutes les dépressions. Toutefois, les principales caractéristiques biologiques de la dépression commencent à se préciser ; les malades devraient en bénéficier, car le diagnostic, les traitements et la prévention en seront améliorés.

Le lourd tribut de la dépression

Pour progresser, les psychiatres cherchent également à répertorier les caractéristiques de la maladie qui varient selon les malades, car ils espèrent mettre au point des traitements plus spécifiques et mieux ciblés : chez certains, l'activité de neuromédiateurs (des molécules transmettant des signaux d'un neurone à un autre) est réduite ; chez d'autres, l'activité hormonale est excessive (les hormones circulent dans le sang et agissent parfois très loin du site de leur production). Simultanément, la psychiatrie cherche des marqueurs biologiques simples qui indiqueraient le type exact de maladie

qui frappe chaque patient : la concentration sanguine en certaines molécules ou la modification de certaines aires cérébrales, aisément visualisables.

Ayant détecté l'un de ces marqueurs chez un malade dépressif, un psychiatre pourrait prescrire un traitement adapté à l'anomalie biologique identifiée, tout comme un médecin recherche la présence de streptocoques chez un patient qui a mal à la gorge et, si nécessaire, lui prescrit ensuite l'antibiotique qui lutte spécifiquement contre le microbe détecté. Aujourd'hui, on n'en est pas là : les psychiatres sélectionnent intuitivement ou par approximations successives le médicament efficace pour chaque malade dépressif, mais cette longue stratégie est parfois fatale aux personnes suicidaires. La psychothérapie est un complément souvent nécessaire, mais insuffisant, surtout quand la dépression est très grave.

Bien que les antidépresseurs actuels aient moins d'effets secondaires que les médicaments antérieurs et qu'ils soient souvent très utiles, le tribut à payer à la dépression reste trop lourd. On estime que 5 à 12 pour cent des hommes et 10 à 20 pour cent des femmes ont un épisode dépressif notable à un moment de leur vie. La moitié d'entre eux ont plusieurs crises, et jusqu'à 10 pour cent traversent des phases maniaques, qui s'ajoutent aux dépressions (c'est la maladie maniaco-dépressive ou maladie bipolaire). Les personnes maniaques dorment peu,

1. CE TABLEAU du Vieil homme tenant sa tête entre ses mains (à droite) a été dessiné par Vincent Van Gogh en 1882 ; il ressemble au Vieil homme triste, peint en 1889. Van Gogh fut lui-même dépressif pendant une bonne partie de sa vie. Il se donna la mort en 1890.