

tuer des inspections, dont aucune n'a toutefois démontré qu'un programme clandestin d'élaboration d'armes nucléaires était en cours.

L'uranium de la bombe

Bien que la plupart des armes nucléaires modernes soient à base de plutonium, des bombes peuvent fonctionner à l'uranium très enrichi. Mieux encore, de telles bombes devraient intéresser les pays en développement qui veulent s'armer clandestinement, car leur construction est plus simple et ne nécessite pas d'usine de retraitement, pour séparer le plutonium produit par un réacteur.

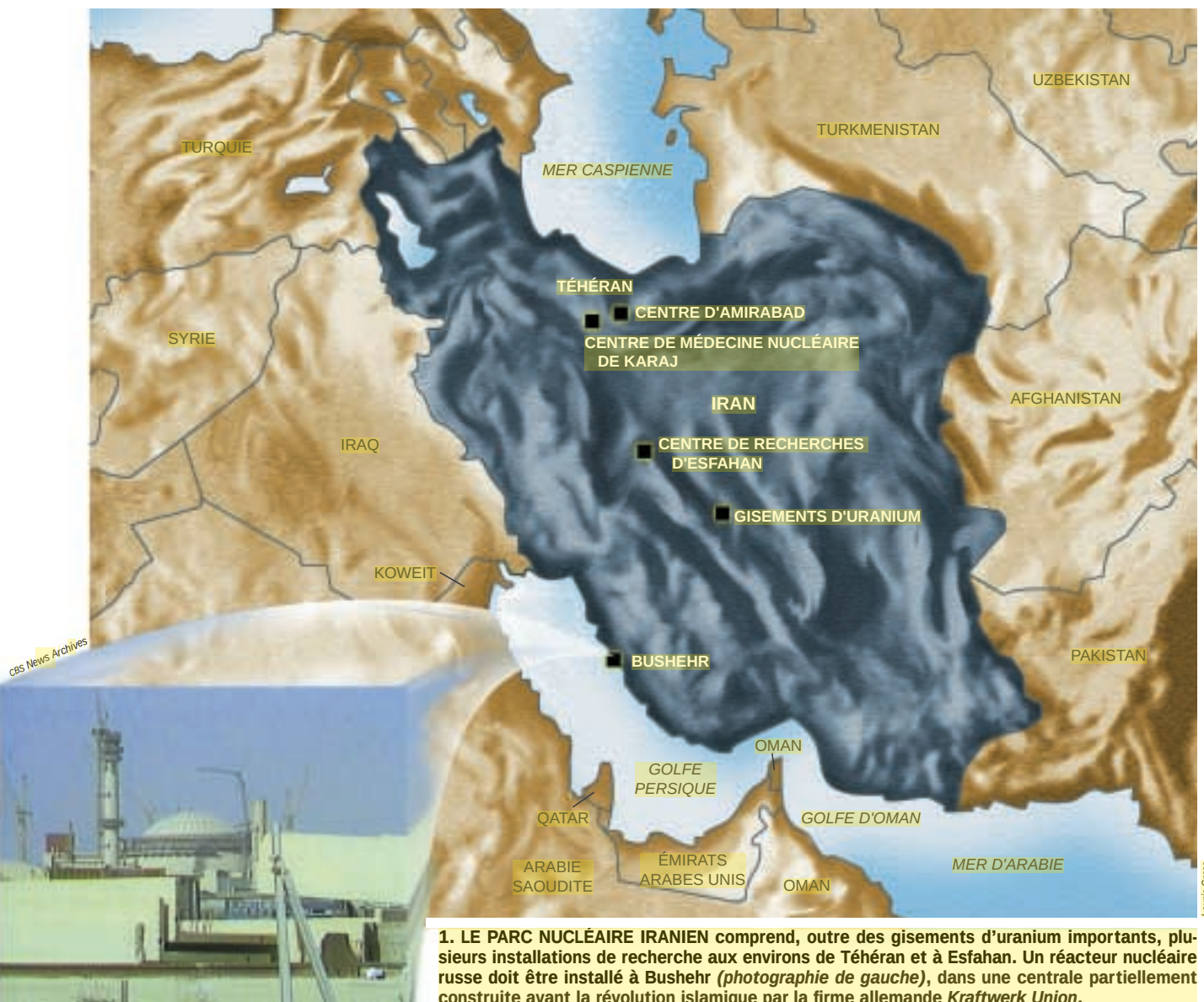
La production d'uranium très enrichi impose des équipements particuliers, afin d'augmenter la concen-

tration en isotope 235 fissile, de 0,7 pour cent, concentration à l'état naturel, à 93 pour cent. Cet enrichissement est complexe, mais les installations nécessaires sont plus faciles à dissimuler sous la forme d'usines ordinaires que les unités de retraitement, qui produisent des isotopes dont la présence trahit immédiatement les vraies finalités de l'usine.

Aujourd'hui l'enrichissement de l'uranium s'effectue classiquement dans des batteries de centrifugeuses, qui séparent les molécules d'hexafluorure d'uranium 235, plus légères, des molécules d'hexafluorure d'uranium 238, plus lourdes. Les services secrets de plusieurs pays ont découvert que l'Iran a cherché à acquérir des centrifugeuses pour la séparation de l'uranium.

La séparation électromagnétique d'isotopes est une autre méthode d'enrichissement de l'uranium, qui fut conçue par les physiciens du Projet américain Manhattan, au cours de la Seconde Guerre mondiale : on dévie un courant d'ions uranium à l'aide d'électro-aimants dans une chambre à vide ; une séparation a lieu, parce que les ions uranium 238, plus lourds, sont moins déviés que les ions uranium 235. La chambre de séparation est placée dans un cyclotron particulier, nommé calutron (pour «cyclotron de l'Université de Californie»), qui consomme beaucoup plus d'énergie que les centrifugeuses, mais dont les composants sont plus faciles à importer ou à fabriquer.

Les experts soupçonnent les Iraniens d'avoir étudié l'enrichissement



1. LE PARC NUCLÉAIRE IRANIEN comprend, outre des gisements d'uranium importants, plusieurs installations de recherche aux environs de Téhéran et à Esfahan. Un réacteur nucléaire russe doit être installé à Bushehr (photographie de gauche), dans une centrale partiellement construite avant la révolution islamique par la firme allemande Kraftwerk Union.

de l'uranium dans trois installations nucléaires : au Centre de recherche nucléaire d'Esfahan, à l'Université de Téhéran et au Centre de médecine nucléaire de Karaj. Un cyclotron acheté à la société belge *Ion Beam Applications* a été installé en 1991 à Karaj, laissant penser aux experts français que l'Iran lançait un programme de recherche sur l'enrichissement de l'uranium. Karaj dispose également d'un petit calutron fourni par la Chine. Aucun de ces accélérateurs ne pourrait produire des quantités militaires d'uranium très enrichi, mais tous deux pourraient servir à la recherche et à la formation en matière de séparation d'isotopes.

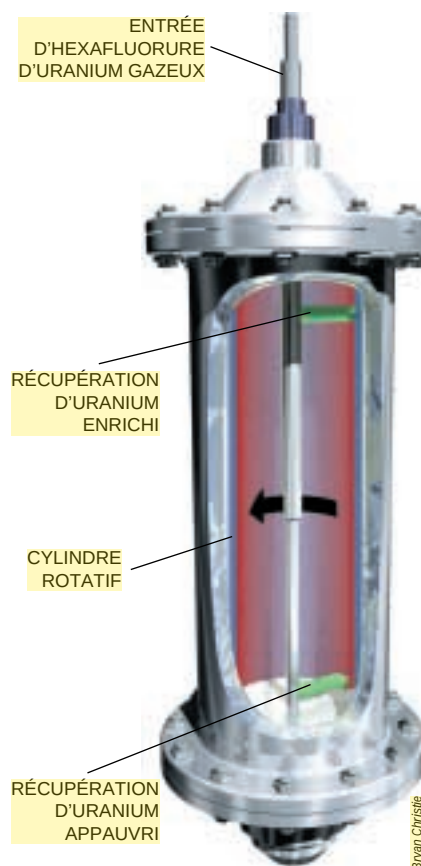
Les techniques d'enrichissement telles que la centrifugation ne servent pas uniquement à la fabrication d'armes ; elles peuvent également produire du combustible pour des réacteurs nucléaires. Cependant, tant d'uranium faiblement enrichi a été produit à la suite de la guerre froide que l'on comprend mal pourquoi l'Iran voudrait produire lui-même le combustible de la centrale de Bushehr. Le développement d'une telle capacité d'enrichissement serait extrêmement coûteux pour un pays non industrialisé qui, de surcroît, possède le deuxième gisement de gaz naturel du monde.

Une pénurie d'électricité

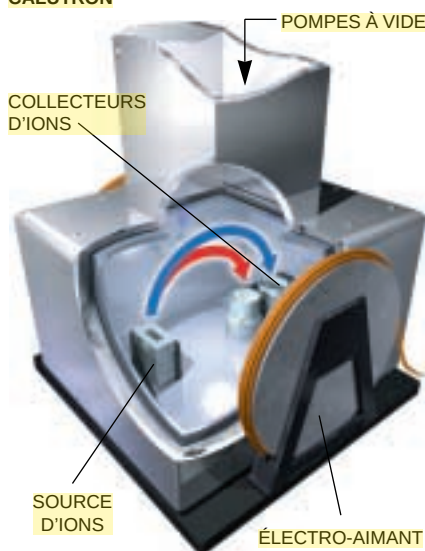
Pourtant, malgré ses atouts énergétiques, l'Iran manque cruellement d'électricité. Sa capacité de production actuelle est d'environ 20 000 mégawatts. L'augmentation de la demande est difficile à chiffrer, mais elle semble être de six à huit pour cent par an, supérieure aux deux à trois pour cent généralement constatés dans les pays en développement. L'Iran semble incapable d'exploiter ses réserves de pétrole et de gaz naturel, qui constituent surtout une source de revenus précieuse : l'exportation de pétrole et de gaz naturel représente jusqu'à 85 pour cent des revenus commerciaux du pays.

Pourquoi alors construire la centrale de Bushehr, qui coûtera extrêmement cher au pays ? Le projet date du milieu des années 1970, lorsque le shah a passé un contrat avec la société allemande *Kraftwerk Union* pour la construction de deux réacteurs *Siemens* de 1 000 mégawatts. En 1979,

CENTRIFUGEUSE



CALUTRON



2. L'ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM se fait habituellement dans des centrifugeuses (*en haut*), où l'hexafluorure d'uranium gazeux tourne à des vitesses extrêmement élevées. Près de la paroi du cylindre, les molécules renfermant les atomes plus lourds d'uranium 238 (*en bleu*) sont plus nombreuses que celles qui contiennent de l'uranium 235 (*en rouge*). On peut également séparer les isotopes de l'uranium en déviant des ions uranium dans un dispositif nommé calutron (*en bas*) : le champ magnétique dévie d'avantage les ions les plus légers.

lorsque la révolution islamique balaya le shah, 70 pour cent des travaux étaient effectués.

Aujourd'hui les ingénieurs du ministère russe de l'Énergie atomique ont le plus grand mal à modifier les structures existantes pour y adapter un réacteur russe *VVER-1000* et les systèmes de récupération de l'énergie.

Six générateurs de vapeur horizontaux devront être installés à la place des quatre unités *Siemens* verticales, pour lesquelles la structure a été conçue. Les Russes devront effectuer la transformation sans aucun document technique ni plan directeur, car les Allemands ne les ont pas fournis aux Iraniens dans les années 1970.

Aussi le kilowatt produit à Bushehr devrait revenir à plus de 5 000 francs, dans l'hypothèse d'un déroulement normal des travaux, contre 4 000 francs pour de l'énergie produite par des centrales thermiques alimentées au gaz naturel (ou 3 000 francs si plusieurs centrales thermiques étaient simultanément construites).

On imagine souvent que l'énergie nucléaire est moins coûteuse que l'énergie fournie par les centrales thermiques, mais, en Iran, l'abondance du gaz naturel rend les centrales thermiques bien plus rentables que les centrales nucléaires. Le choix iranien d'une solution antiéconomique rend le pays suspect.

Signataire du Traité de non-prolifération, l'Iran doit laisser l'AIEA inspecter Bushehr, ce qui compliquerait considérablement le détournement du combustible de la centrale vers la fabrication secrète d'armes nucléaires. L'Iran a affirmé n'avoir ni le besoin, ni le désir de conserver l'uranium irradié que produira le réacteur une fois en service, et aurait l'intention de le renvoyer en Russie.

Bien que préférable, cette situation n'éliminerait pas tout risque de détournement, car le combustible irradié passerait plusieurs années à refroidir dans des piscines, avant de quitter le pays. En outre, comme la Russie contrôle mal les matériaux et les techniques nucléaires, la circulation d'équipements et de techniciens augmente le risque que l'Iran ne se procure de l'uranium ou du plutonium, soit directement au marché noir, soit, comme le Pakistan, par acquisition de la technique d'enrichissement de l'uranium. De plus, le projet de Bushehr donnerait à l'Iran