

## Iran : la Bombe fin 2008 ?

Bruno Tertrais, Maître de recherche

(version mise à jour - 15 mai 2006)

### 1. Les quatre voies ouvertes à l'Iran

Un examen de la structure du programme iranien suggère que quatre filières sont théoriquement ouvertes à Téhéran pour la fabrication de matières fissiles de qualité militaire.

#### 1.1. UHE à partir d'UF6

La première voie est la production d'uranium hautement enrichi (UHE<sup>1</sup>) par enrichissement à Natanz d'hexafluorure d'uranium (UF6) produit en Iran (ou acheté à l'étranger)<sup>2</sup>. La capacité future du site de Natanz, selon les hypothèses retenues pour la taille du parc et la capacité individuelle de chaque centrifugeuse, sera de l'ordre de 400 à 800 kg d'UHE par an, soit la matière nécessaire pour 20 à 40 armes<sup>3</sup>.

#### 1.2. UHE à partir d'UFE

La deuxième voie est la production d'UHE par enrichissement à Natanz d'uranium faiblement enrichi (UFE) acheté à la Russie pour le fonctionnement de Bushehr et détourné, ou acheté clandestinement à un autre fournisseur<sup>4</sup>. Cette filière réduirait la capacité d'enrichissement nécessaire à un cinquième de la capacité requise dans le cas précédent. A titre indicatif, 100 kg d'UHE (~5 armes) pourraient alors être produits

<sup>1</sup> Au moins 90 % d'U-235.

<sup>2</sup> Aux termes des déclarations iraniennes, l'Iran disposait en 2004 de 37 tonnes de concentré de minerai acheté à l'étranger. Avec une telle quantité, l'on peut obtenir environ 18,5 tonnes d'hexafluorure d'uranium, ce qui permet la production de 52 kg d'uranium hautement enrichi, soit la matière nécessaire à au moins deux bombes. Depuis septembre 2005, 110 tonnes d'UF6 ont été produites. A partir de la fin 2006, l'Iran pourra produire quelques 50 tonnes d'uranium par an à Saghand et 21 tonnes à Gchine. L'usine d'Ispahan peut produire jusqu'à 200 tonnes d'UF6 par an (AIEA).

<sup>3</sup> Le chiffre officiellement avancé par les États-Unis (30 armes) entre dans cette fourchette.

<sup>4</sup> La Corée du Nord avait fourni 1 600 kg d'UF6 à la Libye.

annuellement par l'usine pilote avec moins de 1 000 centrifugeuses<sup>5</sup>. Le détournement d'un chargement destiné à Bushehr-1 permettrait de fabriquer en un an la matière nécessaire à 20 armes (400 kg d'UHE) avec une cascade optimisée de seulement 4 000 centrifugeuses<sup>6</sup>.

### 1.3. Plutonium à partir de Bushehr

La troisième voie est l'extraction du plutonium à partir du combustible irradié provenant des réacteurs à eau légère (LWR) de Bushehr<sup>7</sup>. Le combustible retiré, très radioactif, devrait logiquement être placé en piscine pendant plusieurs mois avant son rapatriement éventuel en Russie. La fabrication d'une arme à l'aide du Pu retiré de Bushehr serait une voie difficile et peu satisfaisante du point de vue militaire, mais l'option existe toutefois. Le combustible irradié issu du premier chargement, sorti du réacteur 15 mois après la mise en service, permettrait l'extraction d'un peu plus de 300 kg de Pu. La matière obtenue ne serait pas de qualité « militaire » : elle serait trop pauvre en Pu-339 et trop riche en Pu-240 (14 %). Mais elle permettrait d'obtenir des armes rudimentaires d'une énergie moyenne de 10 kt<sup>8</sup>. Cette opération de démarrage/arrêt pourrait éventuellement être répétée. Le réacteur de Bushehr-1 permettrait ensuite la production d'environ 200 à 250 kg de Pu par an<sup>9</sup>. La matière produite serait encore moins adaptée à une utilisation militaire : elle contiendrait au maximum 60 % de Pu-239 et au moins 25 % de Pu-240<sup>10</sup>. Toutefois, la matière obtenue permettrait alors d'obtenir des armes très rudimentaires, et sans doute peu fiables, de très faible puissance (1 kt ou plus)<sup>11</sup>. Pour optimiser le combustible de Bushehr en vue d'une utilisation militaire, il faudrait changer les barres de combustibles au moins tous les quatre mois, ce qui serait visible<sup>12</sup>.

### 1.4. Plutonium à partir d'Arak

L'extraction du plutonium sera possible à partir du futur réacteur à eau lourde (HWR) d'Arak, qui semble être type CANDU. Un réacteur de 40 MW de ce type pourrait produire suffisamment de Pu pour une ou deux bombes par an (8 à 10 kg par an)<sup>13</sup>. En septembre 2004, l'opposition

<sup>5</sup> Victor Gilinsky in Sokolski & Clawson, 2004, p. 33.

<sup>6</sup> Une tonne d'UFE peut donner 20 kg d'UHE avec 700 UTS (200 centrifugeuses de 3-4 UTS).

<sup>7</sup> Un réacteur de ce type contient environ 75 tonnes d'UFE, dont un tiers est remplacé tous les 18 mois. Il a donc besoin d'environ 17 tonnes d'UFE (enrichi à 3-4 % en U-235) par an. L'Iran a déclaré vouloir produire 25 tonnes d'UFE par an pour Bushehr (AIEA).

<sup>8</sup> Victor Gilinsky in Sokolski & Clawson, 2004, p. 30.

<sup>9</sup> 200 kg selon Boureston, 2004, p. 43 ; 250 kg selon Victor Gilinsky in Sokolski & Clawson, 2004, p. 28.

<sup>10</sup> Boureston, 2004, p. 43.

<sup>11</sup> Voir à ce sujet l'étude du *Lawrence Livermore Laboratory* en 1995 citée in Sokolski & Clawson, 2004, p. 30.

<sup>12</sup> Boureston, 2004, p. 43.

<sup>13</sup> Michael Eisenstadt in Sokolski & Clawson (2004), p. 117 ; Albright & Hinderstein (2003), p. 62. Le réacteur indien *Cirus*, du même type, génère environ 9 kg de Pu par an.

iranienne a confirmé la validité des rumeurs qui couraient depuis quelques mois sur l'importation de deutérium par Téhéran<sup>14</sup>. L'usine de production d'eau lourde est entrée en phase opérationnelle, en préparation de la mise en route d'Arak (d'ici environ cinq ans)<sup>15</sup>.

Ces quatre filières ont des avantages et des inconvénients techniques différents, que l'on peut résumer succinctement de la manière suivante.

	<b>FILIERES OPTIMALES</b>	<b>FILIERES ALTERNATIVES</b>
<b>UHE</b>	Production d'UHE à partir d'UFE importé.	Production d'UHE à partir d'uranium naturel indigène.
<b>Pu</b>	Production de Pu à partir du combustible irradié à Arak (HWR).	Production de Pu à partir du combustible irradié à Bushehr (LWR).

Comme on peut le voir, l'Iran semble avoir choisi les deux filières exclusivement « nationales », qui sont très complémentaires : UHE à partir d'uranium indigène (ou déjà importé), et Pu à partir d'Arak.

## **2. La Bombe pour quand ?**

Quand l'Iran pourrait-il avoir la bombe s'il le décidait ? Il n'y a pas de réponse simple à cette question. Mais en tout état de cause, l'Iran a sans doute encore besoin de plusieurs années de travail devant lui. Et au fur et à mesure de l'avancement du programme, d'autres options s'ouvriront à lui.

### **2.1. La voie « Natanz »**

En admettant que Téhéran aille au plus vite, l'Iran utiliserait la voie de l'enrichissement de l'uranium. Avec les 110 tonnes d'hexafluorure d'uranium dont, selon l'AIEA, l'Iran disposait début 2006, il pourrait produire environ 350 kg d'uranium hautement enrichi, soit la matière nécessaire à une quinzaine d'armes. Mais il lui faut encore franchir un certain nombre d'étapes, dont certaines peuvent être conduites en parallèle. On peut distinguer deux phases.

<sup>14</sup> Mohadessine, 2004. L'importation de deutérium a sans doute pour but de pallier à la lenteur de production d'eau lourde par l'usine, car le réacteur d'Arak aura besoin d'une quantité considérable de cette matière pour démarrer.

<sup>15</sup> « Iran heavy water plant to be online within month », *IranMania News*, 28 octobre 2004.

### *2.1.1 Phase I : 6 à 12 mois*

- Elimination des impuretés (molybdène) dans l'UF6 déjà produit : quelques mois.
- Montage de l'usine pilote de Natanz : 6-12 mois. L'usine pilote disposera en tout de 1 000 centrifugeuses (plus exactement 984, en six cascades de 164). Sur les six cascades prévues, une seule (soit 164 centrifugeuses) est aujourd'hui montée ; l'Iran devait donc encore, fin avril, monter 820 centrifugeuses. Téhéran, qui a de l'aveu même des responsables iraniens, continué à produire des centrifugeuses pendant les négociations avec les Européens (2004-2005) peut installer à Natanz sans doute une centaine de centrifuges par mois. (Lors de la dernière inspection de l'AIEA, le 18 avril, deux autres cascades étaient en cours de montage.<sup>16</sup>) Téhéran a annoncé vouloir commencer l'installation de l'usine principale de Natanz dès le quatrième trimestre 2006, en y montant un premier « module » de 3 000 centrifugeuses (sur 18 prévues, soit 54 000 centrifugeuses)<sup>17</sup>.
- Tests des cascades : 6-12 mois (en parallèle avec le montage de l'usine pilote), en tenant compte des « crashes » (qui peuvent représenter quelques 30 % des centrifuges montées). Au 15 février 2006, l'Iran n'avait testé qu'une cascade de 10 centrifuges<sup>18</sup>. Mais à la mi-avril, Téhéran a pour la première fois fait fonctionner une cascade entière de 164 centrifuges, qui a pu produire des échantillons d'UFE à 3,6 %.

### *2.1.2. Phase II : 18 à 24 mois*

- Production de 20 kg d'UHE : entre 18 et 24 mois, selon « l'efficacité » des centrifugeuses de type P-1 iraniennes. Si chaque centrifugeuse a une capacité de 2 UTS (Unité de Travail de Séparation), il faudrait deux ans à Téhéran pour disposer de suffisamment de matière (20 kg) pour une arme simple<sup>19</sup>. Mais si l'on retient une capacité de 3 UTS, ce délai serait réduit d'autant, soit 18 mois<sup>20</sup>.
- Construction de l'engin : de quelques mois à deux ans. L'Iran devrait maîtriser l'architecture de l'arme en procédant à des tirs froids, puis construire l'engin proprement dit. L'ampleur de la fourchette retenue résulte des incertitudes qui demeurent sur les connaissances acquises par l'Iran dans le domaine de la militarisation. L'Iran dispose de certaines connaissances d'origine pakistanaise concernant l'une des parties les plus délicates de la fabrication de l'arme (usinage de

---

<sup>16</sup> AIEA, 2006.

<sup>17</sup> AIEA, 2006.

<sup>18</sup> AIEA, 2006.

<sup>19</sup> Scénario élaboré d'après les critères retenus par l'IISS : 2 ans pour produire 20 kg d'UHE avec 1 000 centrifugeuses de type P-1 de capacité unitaire de 2 UTS et une efficacité moyenne de la cascade (0,3 % de résidus). IISS, 2005, pp. 54-55.

<sup>20</sup> David Albright retient dans ses travaux une efficacité de 3 UTS.

l'uranium métallique). Mais il n'est pas certain que le schéma d'origine chinoise que l'on soupçonne d'avoir été transmis à l'Iran par la même filière pakistanaise permettrait effectivement la fabrication d'un engin pouvant être emporté par un *Shahab-3*.<sup>21</sup> Des sources officielles américaines ont affirmé en décembre 2004 que l'Iran travaillait sur son propre schéma d'arme.<sup>22</sup> Par ailleurs, Téhéran pourrait également avoir recours aux missiles de croisière, à condition ici encore de disposer d'un engin « transportable ».

## 2.2. La voie « Bushehr »

La mise en service de Bushehr-1, plusieurs fois repoussée, est envisagée pour la fin 2006. On peut définir une « hypothèse du pire ». Un peu plus d'un an après cette date (janvier 2008), le réacteur Bushehr-1 contiendrait assez de plutonium pour environ 50 à 60 bombes. Le combustible irradié issu du premier chargement, après arrêt et refroidissement (avril 2008), permettrait l'extraction rapide d'un peu plus de 300 kg de Pu. Si l'installation nécessaire est mise en place, la conversion en plutonium métallique ne prendrait que quelques jours<sup>23</sup>.

## 2.3. La voie « Arak »

A l'échéance 2010-2015, la mise au point d'armes au Pu à partir d'une filière exclusivement nationale serait également ouverte à partir du réacteur plutonigène d'Arak, dont l'entrée en service est annoncée par les Iraniens pour 2009 (date sans doute assez optimiste).

## 3. Conclusions

En 2005, les estimations américaines prévoyaient une arrivée à maturation du programme nucléaire iranien vers 2010-2015. L'estimation américaine, issue du consensus de services de renseignement et produite sous forme de *National Intelligence Estimate*, prévoyait en effet un délai de « cinq à dix ans ». Elle était donc particulièrement prudente ; sans doute faut-il y voir un effet de la controverse sur les armes de destruction massive irakiennes, ainsi qu'une tendance, chez les experts du programme

<sup>21</sup> Une telle bombe serait « un peu trop grosse et un peu trop lourde » pour les missiles iraniens actuels (expert cité par Andrew Koch, « Khan case raises fears of further proliferation », *Jane's Intelligence Review*, septembre 2004, p. 24). L'engin aurait une masse d'à peu près 500 kg et un diamètre de 900 mm. Le *Shahab-3* pourrait probablement emporter à une distance significative une charge de 500 kg, mais c'est le diamètre qui pose problème : la version du *Shahab-3* testée en 2004 par l'Iran nécessiterait un diamètre de 600 mm et donc, probablement, une masse très inférieure à 500 kg. Albright & Hinderstein, 2004 ; Albright, 2005.

<sup>22</sup> « UN Nuclear Watchdog Seeks Access to Iranian Military Sites, Diplomats Say », *NTI Global Security Newswire*, 2 décembre 2004.

<sup>23</sup> Sokolski & Clawson, 2004, p. 15. Une petite installation de traitement pourrait produire assez de plutonium pour une bombe par jour. Selon le NPEC, en 1977, le laboratoire d'Oak Ridge avait démontré qu'il était possible de construire en quatre à six mois une petite installation de traitement facilement dissimulable (environ 40 mètres de longueur par 10 mètres de largeur).

iranien au sein de l'administration, à simplement « prolonger la courbe » d'un programme qui s'est déroulé jusqu'en 2002 de manière assez lente.

De fait, les expertises conduites par certains spécialistes de la prolifération nucléaire sont un peu plus pessimistes. En 2005, l'IISS (Londres) et l'ISIS (Washington) estimaient que l'Iran pourrait fabriquer une arme nucléaire en ayant recours à la voie de l'enrichissement à l'horizon 2009-2010.

L'estimation présentée ici amène à prendre sérieusement en considération l'hypothèse encore plus pessimiste, celle d'un Iran doté de l'arme nucléaire en moins de trois ans, soit dès la fin 2008 – au moment de l'élection présidentielle américaine.

Techniquement, ces délais pourraient encore être réduits dans deux hypothèses différentes :

- En cas d'importation d'UFE et utilisation comme matière première à Natanz, au lieu de l'UF6 produit à Ispahan ;
- En cas d'existence d'une installation secrète de centrifugation constituée de centrifuges P-2, qui sont deux à trois fois plus efficaces (et sur lesquelles l'Iran a annoncé en avril 2006 qu'il continuait à travailler). Avec 1000 centrifuges P-2, la fabrication de 20 kilos d'UHE prendrait moins d'un an.

*Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.*

### Références :

- Rapports de l'AIEA, *Implementation of the NPT safeguards agreement in the Islamic Republic of Iran, Report by the Director General* (2003-2006).
- Anton Khlopkov, « Iran's Missile and Nuclear Challenge: A Conundrum for Russia », *Yaderny Kontrol Digest*, vol. 8, n° 3-4, été-automne 2003.
- David Albright, *Letter to the Editor*, novembre 2005.
- David Albright & Corey Hinderstein, « Iran, Player or Rogue », *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 59, n° 5, septembre-octobre 2003, pp. 52-58.
- David Albright & Corey Hinderstein, *Iran's Next Steps: Final Tests and the Construction of a Uranium Enrichment Plant*, ISIS, 12 janvier 2006.
- David Albright & Corey Hinderstein, *ISIS Reaction to ICG Report on Iran*, ISIS, 23 février 2006.
- *Iran: Breaking Out Without Quite Breaking the Rules?*, Nonproliferation Education Center Analysis, NPEC, 2004.
- Henry Sokolski & Patrick Clawson (dir.), *Checking Iran's Nuclear Ambitions* (Carlisle: Strategic Studies Institute, janvier 2004).
- Michael Eisenstadt, *Iran's Nuclear Program: Challenges of US Preventive Military Action*, manuscrit, 2004.
- Jack Boureston, « Assessing Iran's plutonium reprocessing capabilities », *Jane's Intelligence Review*, mars 2004, pp. 40-43.
- Mohammad Mohadessine, *Le programme nucléaire de Téhéran menace l'avenir*, texte distribué lors d'une conférence de presse organisée à Paris, 10 septembre 2004.
- David Albright & Corey Hinderstein, « Countdown to Showdown », *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 60, n° 6, novembre-décembre 2004, pp. 67-72.
- International Institute for Strategic Studies, *Iran's Strategic Weapons Programmes*, 2005.