

# Déchets nucléaires

Les déchets radioactifs forment un ensemble de matières extrêmement hétérogènes dans leurs caractéristiques physiques et chimiques, dans les volumes qu'ils représentent, et dans leur niveau de dangerosité et son évolution dans le temps. La classification réglementaire et la comptabilité opérationnelle de ces déchets rencontrent ainsi d'importantes variations d'un pays à l'autre, rendant difficile voire impossible toute comparaison fine des situations. On peut néanmoins repérer des grandes catégories.

## 1. Accumulation de combustibles usés et de matières nucléaires

Il convient en premier lieu de distinguer les matières nucléaires (l'uranium et le plutonium, composants des combustibles nucléaires) des autres déchets radioactifs.

Le tableau 1 propose un inventaire des quantités de combustibles usés (après irradiation en réacteur) entreposées dans les différents pays membres de l'Union européenne, en distinguant les grandes catégories de filières de réacteurs (voir fiche 16). Ces stocks sont exprimés en tonnes de métal lourd (tML), qui représentent un bon indicateur à la fois des quantités à gérer sur un plan opérationnel et des risques associés.

Les quantités de matières nucléaires irradiées sont grosso-modo directement proportionnelles à l'énergie tirée des réacteurs. Les pays producteurs ont toutefois adopté deux stratégies différentes pour gérer ces stocks. La première est l'entreposage de ces combustibles en l'état, en vue de leur futur stockage définitif. La seconde, mise en œuvre en Europe dans les usines de retraitement de La Hague, en France, et Sellafield au Royaume-Uni, considère à récupérer les matières nucléaires (qui dans cette perspective ne sont pas considérées comme un déchet) en les séparant des déchets ultimes accumulés dans le combustible au cours de son irradiation.

Outre ces deux pays, plusieurs États membres ont eu recours à l'Ouest au retraitement dans ces usines avant d'abandonner cette voie (Allemagne, Belgique, Espagne), que deux seulement poursuivent (Pays-Bas, Italie – cette dernière n'exploitant par ailleurs plus de réacteur). À l'Est, les pays nucléaires de l'ex-Bloc ont longtemps exporté, pour retraitement ou stockage, leur combustible en Russie. Dans le tableau, les combustibles étrangers stockés en France et au Royaume-Uni sont comptabilisés dans ces deux pays. En revanche, les combustibles usés exportés vers la Russie ne sont pas pris en compte.

Au total, plus de 40 000 tML de combustible usé sont entreposées dans l'UE fin 2007. La Commission Européenne, dans un document préparatoire à son sixième rapport sur la situation des déchets radioactifs et des combustibles usés dans l'UE, fin 2008, estime que 3 600 tML supplémentaires sont déchargées chaque année des réacteurs (valeur estimée pour 2004)<sup>1</sup>. Ces stocks sont entreposés dans des installations diverses : piscines ou entreposages à sec sur les sites des réacteurs ou dans des installations centralisées. Il n'existe dans l'UE aucune installation de stockage définitif des combustibles irradiés ; des projets de stockage géologique sont en cours d'élaboration dans une partie des pays concernés.

Le bilan des matières nucléaires entreposées doit également inclure le plutonium et l'uranium issus du retraitement, censés faire l'objet d'une réutilisation dans du nouveau combustible, mais dont les stocks augmentent continuellement faute d'une réutilisation effective suffisante. Les stocks d'uranium comprennent également l'uranium appauvri, qui s'accumule dans les pays exploitant les usines d'enrichissement de l'uranium. Les quantités entreposées s'élèvent ainsi à 108 tML de plutonium et 81 000 tML d'uranium pour le Royaume-Uni, et 82 tML de plutonium et 260 000 tML d'uranium (dont 20 000 tML issues du retraitement) pour la France (respectivement fin avril 2007 et fin décembre 2005, toutes ces valeurs incluant la part étrangère).

Enfin, l'industrie de l'uranium génère également, au stade des mines d'uranium, des quantités très importantes de déchets sous forme de roches excavées non exploitées (stériles miniers) et surtout de résidus de traitement chimique du minerai d'uranium. Plusieurs pays européens ont exploités le minerai d'uranium, dont principalement l'Allemagne, la République Tchèque et la France. Les stériles s'accumulent en centaines de millions de tonnes, et les résidus en dizaine de millions de tonnes.

1 - Commission Européenne, Sixth Situation Report – Radioactive Waste and Spent Fuel Management in the European Union, Draft Commission staff working document, COM(2008)542 final, 8 septembre 2008.

## 2. Accumulation de déchets radioactifs

Hors matières nucléaires, les déchets radioactifs issus de l'exploitation de l'énergie nucléaire sont produits aux différentes étapes industrielles, depuis la fabrication du combustible et son utilisation en réacteur, jusqu'à la gestion du combustible irradié, y compris les déchets de démantèlement des installations mises en jeu (dont l'essentiel reste donc à produire au-delà de la phase d'exploitation actuelle).

On distingue en général les grandes catégories de déchets radioactifs selon deux critères :

- de niveau d'activité : très faible et faible (FA), moyenne (MA), et haute (HA),
- de durée de vie, liée à la décroissance périodique de la radioactivité des éléments qu'ils contiennent, en distinguant des éléments à vie courte (VC) et à vie longue (VL) selon que leur radioactivité diminue de moitié en quelques dizaines d'années ou davantage.

Le tableau 2 présente les quantités accumulées dans les différents pays membres en fonction de ces catégories ainsi que du stade de gestion de ces déchets : conditionnés ou non, entreposés ou stockés. Ces quantités sont exprimées, faute d'un indicateur plus représentatif, en volumes. Les valeurs reproduites sont celles déclarées par les pays pour la base de données de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui présente ainsi la source la plus complète et la plus homogène.

Au total, près de 22 % des déchets FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte), jugés les plus faciles à gérer et dont les volumes sont les plus importants, restent entreposés dans l'attente d'un stockage définitif. Ce pourcentage s'élève à 98,5 % pour les déchets FMA-VL, de gamme d'activité comparable mais à vie longue. Enfin, comme pour les combustibles irradiés, aucun stockage définitif n'existe à ce jour dans l'UE pour les déchets HA, les plus radioactifs. Il convient par ailleurs de noter que ce tableau n'inclut pas d'importantes quantités immergées dans l'Océan Atlantique par huit pays européens entre 1948 et 1983 (dont environ 9.900 m<sup>3</sup> pour la France et 33.000 m<sup>3</sup> pour le Royaume-Uni).

Le tableau 3 indique le nombre d'installations déclarées par les pays comme installations de stockage définitif, d'entreposage ou de traitement des déchets radioactifs. On en dénombre un total de 347 dans l'UE (auxquelles il faudrait ajouter les installations d'entreposage des combustibles irradiés), dont la répartition par catégorie illustre la dissémination, en l'attente de solutions de stockage, des déchets dans un grand nombre d'installations provisoires.

Tableau 1 : Combustibles irradiés (tML)

Pays	Magnox CANDU RBMK	AGR PWR BWR VVER	Autres	Pays	Magnox CANDU RBMK	AGR PWR BWR VVER	Autres
Allemagne	0	5830	0	Bulgarie	0	872	0
Autriche	—	—	—	Chypre	—	—	—
Belgique <sup>c,d</sup>	0	1595	0	Estonie	—	—	—
Danemark	—	—	—	Hongrie <sup>d</sup>	0	825	0
Espagne <sup>c</sup>	0	3196	0	Lettonie	—	—	—
Finlande	0	1998	0	Lituanie <sup>d</sup>	1818		
France <sup>c</sup>	0	11711	120	Malte	—	—	—
Grèce	—	—	—	Pologne	—	—	—
Irlande	—	—	—	Rép. Tchèque	0	1117	0
Italie <sup>c</sup>	0	236	0	Roumanie	1072	0	0
Luxembourg	—	—	—	Slovaquie <sup>d</sup>	0	996	0
Pays-Bas <sup>c</sup>	0	nd	0	Slovénie <sup>c</sup>	0	285	0
Portugal	—	—	—	<b>Total NEM</b>	<b>2889</b>	<b>4095</b>	<b>0</b>
Royaume-Uni <sup>b,c,e</sup>	1380	3990	495	<b>Total UE-27</b>	<b>4269</b>	<b>37964</b>	<b>638</b>
Suède	0	5313	23				
<b>Total UE-15</b>	<b>1380</b>	<b>33869</b>	<b>638</b>				

## NOTES:

- Quantités de combustible de réacteurs de puissance (i.e., n'inclut pas les tonnages plus faibles de combustible de réacteurs de recherche), en tonnes de métal lourd.
- Données Joint Convention (AIEA), 2005 à 2009 sauf Royaume-Uni, NDA Inventory 2007.
- Données fin 2007 sauf :
  - Espagne, Italie, Pays-Bas, Slovénie : données fin 2004 ;
  - France : données fin 2004. Pour le combustible PWR, estimation de WISE-Paris fin 2007 sur la base de ces dernières données officielles (incluant le recul du stock de combustibles étrangers en attente de retraitement de 450 tML fin 2004 à 11 tML fin 2007) ;
  - Royaume-Uni : données au 1er avril 2007 ;
  - Belgique : données au 30 avril 2008.
- Belgique, Hongrie, Lituanie, Slovaquie : estimation d'après des données en nombres d'assemblages.
- Royaume-Uni : le total de combustibles AGR, PWR et BWR inclut les combustibles étrangers entreposés en attente de retraitement. En l'absence de donnée publique, leur quantité est estimée à 750 tML par CORE (Cumbrians opposed to a radioactive environment).

**Principale source : Rapports nationaux à l'AIEA dans le cadre de la Convention conjointe sur la sûreté des déchets radioactifs et des combustibles irradiés, 2005-2009**

Tableau 2

	FMA-VC (m <sup>3</sup> )				FMA-VL (m <sup>3</sup> )				HA (m <sup>3</sup> )			
	Entreposage		Stockage		Entreposage		Stockage		Entreposage		Stockage	
	Non traité	Traité	Non traité	Traité	Non traité	Traité	Non traité	Traité	Non traité	Traité	Non traité	Traité
Allemagne	26218	67215	0	33078	2913	7468	0	3675	56	544	0	0
Autriche	0	1981	0	0	0	2	0	0	—	—	—	—
Belgique	45009	13149	0	15765	1591	4778	0	0	0	40	0	0
Danemark	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Espagne	2457	10090	0	54697	0	1581	0	0	—	—	—	—
Finlande	2569	401	0	5876	31	4	0	59	—	—	—	—
France	0	226532	0	711692	0	92641	0	0	0	1851	0	0
Grèce	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Irlande	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Italie	17578	7716	0	0	1087	129	0	0	272	32	0	0
Luxembourg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pays-Bas	2400	8042	0	0	1130	894	0	0	3	15	0	0
Portugal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Royaume-Uni	9096	6900	0	1033600	98704	229000	0	0	1090	847	0	0
Suède	0	0	0	47059	634	2913	0	0				
<b>Total UE-15</b>	<b>105328</b>	<b>342025</b>	<b>0</b>	<b>1901767</b>	<b>106090</b>	<b>339409</b>	<b>0</b>	<b>3735</b>	<b>1421</b>	<b>3329</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Bulgarie	11413	5070	220	25	339	0	0	0				
Chypre	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Estonie	432	351	105	0	1	0	5	0	—	—	—	—
Hongrie	1674	5670	1330	685	206	518	1996	1029	8	0	0	0
Lettonie	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lituanie	22906	12605	120	0	0	775	0	0	—	—	—	—
Malte	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pologne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rép. Tchèque	1892	2354	167	6057	3	2	0	285	—	—	—	—
Roumanie	321	0	0	1769	45	7	0	0	—	—	—	—
Slovaquie	14121	1361	0	3906	2091	406	0	0	—	—	—	—
Slovénie	1080	2185	0	0	18	27	0	0	—	—	—	—
<b>Total NEM</b>	<b>53839</b>	<b>29596</b>	<b>1942</b>	<b>12442</b>	<b>2703</b>	<b>1735</b>	<b>2001</b>	<b>1314</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total UE27</b>	<b>159166</b>	<b>371621</b>	<b>1942</b>	<b>1914208</b>	<b>108793</b>	<b>341144</b>	<b>2001</b>	<b>5048</b>	<b>1429</b>	<b>3329</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## NOTES:

- Données fin décembre 2007 issues de NEWDB (AIEA), 2007, sauf pour le Royaume-Uni, données fin avril 2007 issues du NDA Inventory 2007.
- Les données pour le Royaume-Uni comprennent les quantités de déchets entreposés ou stockés dans ces pays issus du retraitement de combustibles irradiés étrangers. Les données déclarées par la France, en revanche, semble ne pas inclure les déchets destinés à être retournés aux pays clients du retraitement.

Principale source : International Atomic Energy Agency. Net-Enabled Waste Management Database (NEWMDB), 2009. <http://newmdb.iaea.org/>

Tableau 3

	Installations			Début stockage
	Stockage	Entreposage	Traitement	
Allemagne	3	18	4	1971
Autriche	0	1	1	—
Belgique	1	13	10	1960
Danemark	—	—	—	—
Espagne	2	15	13	1993
Finlande	4	10	5	1992
France	3	8	6	1969
Grèce	—	—	—	—
Irlande	—	—	—	—
Italie	0	16	2	—
Luxembourg	—	—	—	—
Pays-Bas	0	1	3	—
Portugal	—	—	—	—
Royaume-Uni	2	49	51	1959
Suède	7	3	19	1987
<b>Total UE-15</b>	<b>22</b>	<b>134</b>	<b>114</b>	
Bulgarie	4	9	5	1964
Chypre	—	—	—	—
Estonie	nd	nd	nd	nd
Hongrie	3	2	4	1977
Lettonie	—	—	—	—
Lituanie	1	1	1	1963
Malte	—	—	—	—
Pologne	—	—	—	—
Rép. Tchèque	4	10	11	1959
Roumanie	1	3	2	1985
Slovaquie	1	5	6	2001
Slovénie	0	3	1	2011
<b>Total NEM</b>	<b>14</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	
<b>Total UE27</b>	<b>36</b>	<b>167</b>	<b>144</b>	

## NOTES:

- Le décompte fourni par chaque pays dénombre les unités remplissant les différentes fonctions de traitement, d'entreposage et de stockage des déchets (hors combustibles irradiés). Une installation rassemblant plusieurs unités assurant l'une ou l'autre de ces fonctions, est comptabilisée autant de fois que d'unités.
- Données fin décembre 2007 issues de NEWDB (AIEA), 2007, sauf pour l'Autriche, issues du rapport national dans le cadre de la Joint Convention.
- Année de mise en service du (premier) stockage définitif de déchets radioactifs dans le pays.
- La Slovénie déclare une installation de stockage, décomptée ici car sa mise en service n'est prévue qu'en 2011.

Principale source: International Atomic Energy Agency. Net-Enabled Waste Management Database (NEWMDB), 2009. <http://newmdb.iaea.org/>

Déchets et matières produits par la chaîne du combustible.

