

ETAT DES LIEUX

LES ETAPES DU CYCLE DU COMBUSTIBLE DANS LESQUELLES INTERVIENT AREVA

L'uranium naturel

L'extraction des minerais naturels contenant l'uranium ne se pratique plus en France, depuis la fermeture de la mine de Jouac en 2001.

L'uranium naturel est importé en France, à partir des mines étrangères, sous forme d'oxydes ou d'uranates. Ces concentrés sont reçus à l'usine de COMURHEX Malvesi (filiale d'AREVA), à Narbonne (11), où ils sont entreposés pour le compte de leurs propriétaires, avant d'être mis en œuvre.

La Conversion

La conversion consiste à transformer l'uranium issu des mines pour qu'il puisse être mis en œuvre à l'état gazeux dans les usines d'enrichissement. Cette transformation se fait en deux étapes : dans l'usine de COMURHEX Malvesi où le yellow cake devient tétrafluorure d'uranium (UF₄) puis dans l'usine de COMURHEX à Pierrelatte (26) où un procédé de fluoration permet de passer du tétrafluorure à l'hexafluorure d'uranium. La capacité actuelle de COMURHEX est de l'ordre de 14 000 tU/an. L'UF₆ ainsi produit est alors expédié vers les usines d'enrichissement, soit d'Eurodif Production (filiale d'AREVA) à Pierrelatte, soit des enrichisseurs étrangers en Allemagne, aux Pays-Bas, en Grande-Bretagne, en Russie ou aux Etats-Unis.

Enrichissement

L'uranium naturel est principalement composé de deux isotopes : l'uranium 238 et l'uranium 235. L'uranium 235, fissile, est beaucoup moins abondant à l'état naturel que l'uranium 238 : il ne représente que 0,71 % de l'uranium naturel. Aujourd'hui, la plupart des réacteurs utilisent comme combustible de l'uranium enrichi entre 3 et 5 % en uranium 235. L'enrichissement consiste donc à augmenter la proportion d'uranium 235. Le procédé d'enrichissement mis en œuvre par l'usine Georges Besse I d'EURODIF Production est celui de la diffusion gazeuse. L'uranium, sous forme de gaz, circule dans des diffuseurs qui vont effectuer un tri entre uranium 235 et uranium 238 en tirant parti leur différence de masse. Deux flux sont ainsi créés : l'un enrichi et l'autre appauvri (voir § suivant) en isotope 235.

L'usine Georges Besse I est alimentée en UF₆ naturel provenant soit de COMHUREX, soit des convertisseurs étrangers, américains, canadiens ou britanniques.

L'uranium enrichi produit est envoyé aux usines de fabrication de combustible, soit du groupe AREVA, soit de nos concurrents.

Fabrication du combustible

Les combustibles fabriqués pour la production d'électricité sont à ce jour, essentiellement de deux types : UO₂ (oxyde d'uranium) et MOX (oxyde mixte d'uranium et de plutonium).

- Le combustible UO₂ (oxyde d'uranium).

L'hexafluorure d'uranium enrichi est transformé en poudre d'oxyde d'uranium puis compacté sous forme de pastilles. Les pastilles sont introduites dans les gaines métalliques, assurant leur maintien, pour constituer les « assemblages combustibles ». En France, l'usine FBFC (filiale d'AREVA) de Romans (26) réalise ces deux opérations

- Le combustible MOX (oxyde mixte d'uranium et de plutonium)

L'usine MELOX d'AREVA, implantée sur le site de Marcoule (30), fabrique depuis 1995 le combustible MOX selon un procédé similaire au procédé de fabrication de combustible UO₂, mais qui utilise un mélange de poudre d'oxyde d'uranium et de poudre d'oxyde de plutonium. L'uranium utilisé dans la fabrication du combustible MOX est de l'uranium appauvri. Le plutonium est issu du traitement des combustibles usés à l'usine AREVA de La Hague (voir ci-dessous).

Ces deux types de combustibles sont ensuite livrés à EDF ou exportés vers les électriciens étrangers.

Le recyclage

Le schéma présenté ci-après résume, de façon très simplifiée, la première étape du recyclage telle que réalisée à AREVA La Hague : le traitement des combustibles usés.

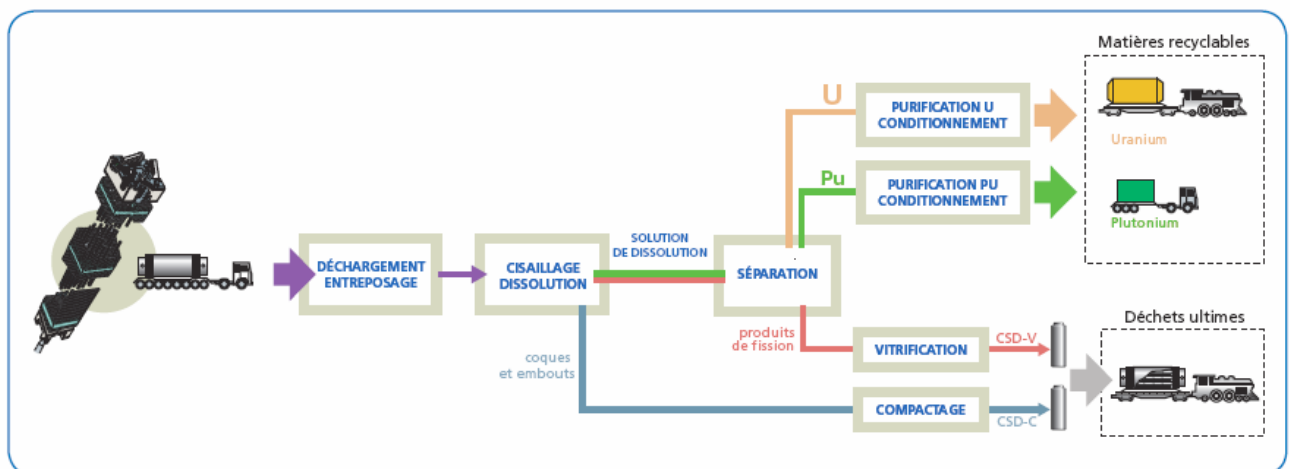


Schéma simplifié du traitement des combustibles usés

Après quelques années de refroidissement dans les piscines des réacteurs, les combustibles usés sont acheminés vers l'usine AREVA La Hague où est effectuée la séparation des matières valorisables :

- l'uranium de recyclage

L'uranium séparé se présente sous forme de nitrate d'uranyle (liquide). Il est expédié vers les unités de transformation situées sur le site du Tricastin (voir ci-après).

- Le plutonium

Le plutonium séparé se présente sous forme de poudre d'oxyde de plutonium. Il est expédié vers l'usine MELOX pour la fabrication du combustible MOX.



LES MODES DE GESTION DE L'URANIUM APPAUVRI

L'uranium appauvri est produit au cours du processus d'enrichissement de l'uranium. Ce processus met en œuvre de l'uranium sous forme d'hexafluorure. Pour faciliter son entreposage, celui-ci fait donc l'objet d'une défluoration, où il est transformé en sesquioxyde stable dit « U_3O_8 appauvri ».

Cette défluoration est effectuée à l'usine W d'AREVA sur le site du Tricastin (26).

L' U_3O_8 se présente sous la forme d'une poudre gris-noir, peu radioactive, de densité 2 à 3,7 suivant son compactage. Cette poudre, stable jusqu'à 1 300°, incombustible, non corrosive et insoluble, est tout à fait comparable à l'oxyde d'uranium naturel présent dans les gisements exploités.

L' U_3O_8 appauvri, en attendant sa valorisation, est conditionné dans des conteneurs métalliques scellés, de type DV70, dits « cubes verts », d'une contenance moyenne de l'ordre de 7 tU.

En France, l'entreposage est optimisé en envoyant ces conteneurs sur deux destinations différentes :

- par voie ferrée sur le site d'AREVA à Bessines (87) pour entreposage. Cet entreposage se fait dans des bâtiments dédiés, les conteneurs DV70 étant empilés sur trois niveaux.
- Sur le site du Tricastin, soit dans des bâtiments dédiés, soit dans des bâtiments d'entreposage de l'uranium de recyclage où ils contribuent à l'atténuation du débit de dose gamma issu de l'uranium de recyclage. Ces barrières sont constituées de trois rangs de DV70, sur trois niveaux, et sont disposées le long des parois des bâtiments d'entreposage de l'uranium de recyclage.



Entreposage d'Uranium appauvri à Bessines

AREVA a transféré la technologie de défluoration de l'uranium appauvri à la Russie et a construit une installation industrielle pour le combinat de Zelenogorsk (Russie), d'une capacité de 10 000 t UF₆/an. Le début de la production est programmé dans les mois qui viennent.

Les flux

Comme indiqué ci-dessus, l'uranium appauvri est généré au cours du processus d'enrichissement de l'uranium. Pour l'année 2008 :

- La production d'UF6 appauvri par Eurodif Production a été d'environ 12500 tU. 6000/tU d'UF6 appauvri ont été vendues et expédiées à AtomEnergProm (Russie).
- le groupe AREVA a reçu, en provenance de différents pays de la communauté européenne, 5 790 tU d'UF6 appauvri pour défluoration.
- 10 900 tU ont été défluorées et transformées en U3O8 sur l'usine W du Tricastin.
- Après défluoration, 2 713 tU ont été retournées aux clients sous forme d'U3O8
- 5 312 tU d'U3O8 ont été expédiées du site du Tricastin vers Bessines (87) pour entreposage.

Par ailleurs 114 tU ont été envoyées à MELOX pour mise en œuvre dans le cadre de la fabrication de combustible MOX

Le résultat cumulé de l'ensemble des flux historiques se traduit, au 31.12.2008, par les inventaires décrits ci-dessous.

Inventaire détenu par AREVA

Au 31.12.2008 l'inventaire d'uranium appauvri détenu par AREVA était de l'ordre de 261 000 t U, réparti sur les sites suivants :

Uranium appauvri			
Désignation et localisation		Stocks	
Site	Département	Quantités à fin 2008 (Arrondi 100t)	Unités
Bessines	87	100400	tML
Tricastin	26	158400	tML
Comurhex - Malvézi	11	1800	tML
La Hague	50	200	tML
MELOX - Marcoule	30	100	tML
FBFC Romans ¹	26	100	tML
Total Sites AREVA		261000	tML

¹ L'Uranium appauvri est en particulier utilisé sur Romans pour les essais de nouvelles unités de fabrication

Valorisation

Selon les pratiques du marché international, l'uranium appauvri issu des opérations d'enrichissement reste propriété des enrichisseurs. En France, AREVA en est donc le propriétaire. Cette matière est dite appauvrie, mais contient encore de l'uranium 235 à une teneur de l'ordre de 0,3 %.

Utilisations de l'Uranium appauvri

Plusieurs usages de cette matière sont possibles :

Premièrement, l'uranium appauvri est utilisé pour la fabrication de combustible MOX dans l'usine MELOX située à Marcoule dans le Gard. Ce flux représente environ une centaine de tonnes par an.

Deuxièmement, en fonction des conditions technico-économiques du moment, il peut être intéressant de ré-enrichir de l'uranium appauvri, en particulier lors de la hausse du cours de l'uranium naturel.

A titre d'exemple, en 2008, environ 7700 tU d' U_3O_8 appauvris ont ainsi été réexpédiées de Bessines sur Malvesi pour conversion avant ré-enrichissement. Sur ce chiffre, à la fin de l'année 2008, 6146 tU avaient été reconverties en UF₆ pour pouvoir être introduites dans l'usine d'Eurodif Production.

D'ici quelques années, l'évolution des techniques d'enrichissement, notamment avec la centrifugation, permettra, aux conditions économiques adéquates, de ré-enrichir des appauvris de teneurs plus basses. Ainsi, on prévoit que pour les prochaines décennies, c'est l'ensemble des stocks actuels d'uranium appauvri qui sera mobilisé pour ré-enrichissement. Le rythme dépendra à la fois du prix de marché de l'uranium naturel et des capacités industrielles. Ces opérations pourront s'étager sur 30 à 50 ans, durée semblable à celle de la constitution des stocks actuels.

Avec, avec la prochaine génération de réacteurs nucléaires à neutrons rapides, attendue après 2040, les techniques de recyclage des combustibles usés permettront de valoriser pleinement l'uranium appauvri. Les stocks d'Uranium appauvri représentent donc une réserve stratégique considérable.

LES MODES DE GESTION DE L'URANIUM DE RECYCLAGE OU URT

L'uranium de recyclage (encore appelé Uranium de traitement ou URT) est produit au cours du processus de traitement des combustibles usés, à La Hague (50).

L'uranium de recyclage se trouve sous forme de nitrate d'uranyle à la sortie de l'usine de La Hague. Pour faciliter son entreposage, celui-ci fait donc l'objet d'une dénitration et d'une oxydation, où il est transformé en sesquioxyde stable «U₃O₈». Cette étape de conversion est aujourd'hui effectuée à l'usine TU5 d'AREVA située sur le site du Tricastin (26).

Le sesquioxyde d'uranium se présente sous la forme d'une poudre gris-noir, de densité 1,75 environ. Cette poudre, stable jusqu'à 1 300°C, est incombustible, non corrosive et insoluble.

L'uranium de recyclage est conditionné sous forme d'U₃O₈ dans des conteneurs métalliques de 220 L, d'une contenance moyenne de l'ordre de 250 kg d'Uranium.

Ces conteneurs sont entreposés dans des bâtiments spécifiques sur le site du Tricastin (26).



Entreposage sur le site du Tricastin

Inventaire détenu par AREVA

Au 31.12.2008 l'inventaire d'uranium de recyclage détenu par AREVA était de l'ordre de 23 000 tU, réparti sur les sites suivants :

Uranium issu du combustible utilisé après traitement			
Désignation et localisation		Stocks	
Site	Département	Quantités à fin 2008 (Arrondi 10t)	Unités
Tricatin	26	22530	tML
LA HAGUE	50	480	tML
Total Sites AREVA		23010	tML

Valorisation

L'uranium extrait des combustibles utilisés dans les usines de traitement constitue environ 95% de la masse du combustible utilisé et contient toujours une part significative d'isotope 235. L'enrichissement résiduel en ^{235}U est de l'ordre de 0,7 % à 0,8 % pour des combustibles eau légère avec des taux de combustion de 45 à 55 000 MWj/t. La valeur énergétique de l'URT est donc comparable à celle de l'uranium naturel.

Utilisation de l'Uranium de recyclage

L'uranium de recyclage reste la propriété des clients qui décident de sa réutilisation.

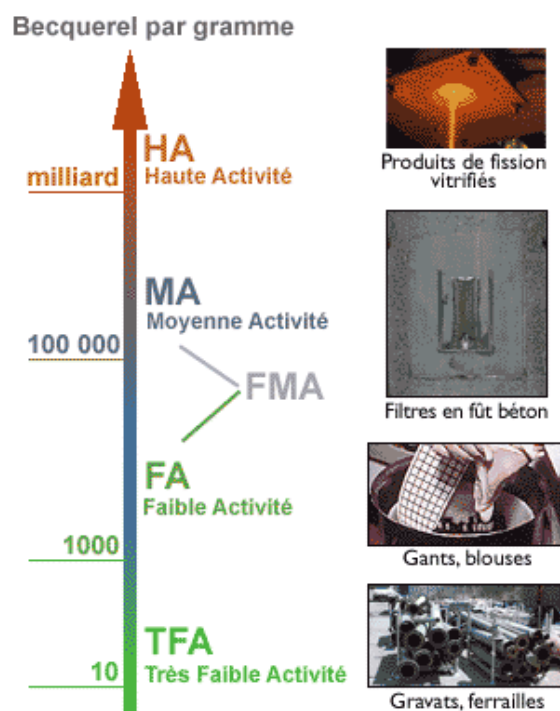
Ainsi à la demande du client EDF, une partie de cet URT est expédiée à l'étranger pour ré-enrichissement et réutilisation sous forme de combustible. En effet, AREVA ne dispose pas aujourd'hui des installations permettant le ré-enrichissement de l'URT.



Conteneurs de nitrate d'uranyle et atelier de conversion TU5 à Pierrelatte

LES FLUX DE DECHETS

La classification française des déchets radioactifs est définie dans le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR) et repose sur deux paramètres importants pour définir le mode de gestion approprié : le niveau d'activité des éléments radioactifs contenus (dont l'ordre de grandeur est donné sur l'échelle ci-dessous) et leur période (sous les appellations vie courte, vie longue avec une coupure à la période de 30 ans).



Ordres de grandeur de la radioactivité contenue dans les déchets

A partir de ces notions, l'Autorité de sûreté nucléaire a construit le tableau suivant. L'horizontale (le niveau d'activité) et la verticale (la période) organisent les différentes catégories de déchets et leurs filières.

Catégorie de déchets	Vie très courte (période < 100 jours)	Vie courte (période ≤ 31 ans)	Vie longue (période > 31 ans)
Très Faible Activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive	Centre de stockage TFA en surface de Morvilliers (Aube) en exploitation depuis 2003	
Faible Activité (FA)		Centre de stockage FMA en surface de Soulaines (Aube) en exploitation depuis 1992	Recherches menées dans le cadre de la loi du 28 juin 2006 (stockage à faible profondeur)
Moyenne Activité (MA)			Recherches menées dans le cadre de la loi du 28 juin 2006 (stockage en couche géologique profonde)
Haute Activité (HA)		Recherches menées dans le cadre de la loi du 28 juin 2006 (stockage en couche géologique profonde)	

Classification des déchets français selon le PNGMDR

Les flux déchets produits aux différentes étapes du cycle du combustible peuvent être différenciés selon l'amont et l'aval du cycle.

Déchets de l'amont du cycle

Les établissements de conversion, d'enrichissement et de fabrication du combustible, produisent des déchets d'exploitation radioactifs faiblement ou très faiblement contaminés en uranium. Leur niveau de contamination est suffisamment faible pour être compatible avec le Centre TFA de Morvillier ou le Centre de stockage FMA-VC de Soulaines. Ils sont comptabilisés dans les filières de gestion FMA-VC et TFA.

Déchets de l'aval du cycle

Les déchets produits par les installations de l'aval du cycle sont constitués par :

- les déchets issus des combustibles usés,
- les déchets occasionnés par l'usage des installations de traitement ou de fabrication de combustible MOX.

Les déchets issus des combustibles usés appartiennent à deux catégories :

- les produits de fission et actinides mineurs : dans l'usine de La Hague ceux-ci sont séparés de l'uranium et du plutonium, puis calcinés et incorporés dans une matrice de verre dans des conteneurs standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Ils sont de type HA.

- les déchets de structures qui sont, pour la filière eau légère, les composants métalliques (tubes de gainage, grilles, embouts) assurant le confinement et l'assemblage des pastilles de combustible. Dans l'usine de La Hague, ils sont, compactés et conditionnés en conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C), géométriquement similaires aux CSD-V. On les qualifie de « coques et embouts ». Ils sont de type MA-VL.

Le rapport public établi annuellement par AREVA relatif aux procédures applicables au traitement des combustibles usés provenant de l'étranger conformément à l'article L.542.21 du code de l'environnement issu de l'article 8 de la loi n°2006-739 précise, en particulier pour chaque état étranger, une estimation des quantités de déchets radioactifs qui seront expédiés et une description de leur nature, un calendrier prévisionnel des opérations d'expédition. Ce rapport est mis à la disposition du public, notamment via la consultation du site internet d'AREVA NC La Hague (www.lahague.areva-nc.fr). La part destinée à un stockage en couche géologique profonde est entreposée dans des installations dédiées sur le site de La Hague en attente de la mise à disposition de l'exutoire.

Les déchets liés à l'usage des installations comprennent :

- des déchets de maintenance (outillages, gants de travail, filtres, outils, matériels usagés, films, vinyles...) ou de traitement des eaux de piscines (résines, filtres, boues), qui sont conditionnés dans différents types de conteneurs en fonction de leur nature, de leur niveau d'activité et de leur filière de gestion (MA-VL, FMA-VC, TFA)
- des futurs déchets de démantèlement des installations qui seront essentiellement de catégories FMA-VC et TFA.

Pour les parts FMA-VC et TFA, ces colis de déchets sont expédiés au centres de stockage en surface (Centre de stockage FMA-VC de Soulaire et centre de stockage TFA de Morvillier).

Pour la part MA-VL, ces colis de déchets sont entreposés sur le site de La Hague dans des installations dédiées en attente de la mise en place d'exutoires définitifs en application des recherches menées dans le cadre de la loi du 28 juin 2006. L'activité de ces déchets est très faible au regard de l'activité des déchets issus des combustibles usés après traitement et conditionnés en CSD-V et CSD-C.

Flux de déchets pour l'ensemble des installations AREVA du cycle du combustible

La quantité annuelle de déchets de type CSDV et CSDC dépend de la quantité de combustibles traités dans l'année et des caractéristiques principales de ces combustibles comme le burn-up. A titre indicatif, pour une quantité de combustible traité de burn-up moyen de 45 GWj/tU de 1050 tonnes par an, la production de déchets est respectivement d'environ :

- 800 CSDV par an
- 680 CSDC par an

A titre indicatif, les flux annuels moyens des quantités de déchet produites par l'ensemble des installations du cycle du combustible sont indiqués dans le tableau ci-dessous par catégorie. Ces valeurs reflètent la production issue de l'exploitation du parc nucléaire de type REP avec les installations de traitement les plus récentes (UP2 800 et UP3) et la mise en place de la gestion optimisée des effluents :

Catégorie de déchet	Flux annuel
HA	800 CSDV
MA-VL	850 colis (dont 680 CSDC)
FMA-VC	2600 m3
TFA	3000 tonnes

Le recensement annuel des déchets radioactifs présents sur chacun des sites intervenant dans le cycle du combustible figure dans l'Inventaire National (www.andra.fr) :

- Amont du cycle
 - Pierrelatte (fiches RHO 13 ; RHO 49 , RHO 16 ; PRO 2)
 - Malvési (fiche LAR 12)
 - Romans(fiche RHO 17)

- Aval du cycle
 - La Hague (fiche BAN3)
 - MELOX (fiche LAR 13)

ACTIONS REALISEES PAR LE GROUPE AREVA EN FAVEUR DE L'INFORMATION SUR LE CYCLE DU COMBUSTIBLE

Conformément à la politique de transparence de l'information, de pédagogie, et d'ouverture au dialogue avec les parties prenantes qu'il conduit depuis plus de dix ans, le groupe AREVA mène différents types d'actions de communication visant à expliquer ses activités dans le domaine nucléaire. AREVA met à disposition du public de nombreux supports d'information et participe activement, tant au niveau national qu'au niveau local autour de ses sites industriels, aux structures de débats sur les activités nucléaires.

En particulier, parmi les supports d'information grand public relatifs au cycle du combustible et aux activités nucléaires d'AREVA, on peut citer :

- le Rapport annuel de croissance responsable,
- le Rapport annuel de sûreté nucléaire et de radioprotection rédigé dans le cadre de l'article 21 de la loi TSN (pour les sites français concernés : La Hague, Melox, Tricastin, Romans, et SOMANU mis en ligne sur les sites internet),
- le Rapport environnemental, social, et sociétal de chaque site nucléaire
- les plaquettes de présentation des sites
- l'ouvrage "Tout savoir sur l'énergie nucléaire d'Atome à Zirconium"
- les plaquettes 4 volets "en savoir plus sur la radioactivité", "en savoir plus sur le plutonium", "en savoir plus sur la transmission et la distribution de l'électricité", "en savoir plus sur la biomasse"
- les outils multimédias (vidéos, animations interactives)
- les posters, brochures, encarts pédagogiques à destination des jeunes.

Tous ces supports sont consultables sur le site internet d'AREVA à l'adresse www.AREVA.com et peuvent être transmis au public gratuitement sur demande. Le site internet d'AREVA comporte également des rubriques d'information pédagogique et invite les internautes au dialogue.

Il est à noter la mise en place d'un blog sur le thème du recyclage des combustibles et les déchets nucléaires (www.parlonsen.areva.com).

AREVA dispose également d'un magazine externe trimestriel d'information sur l'énergie - Alternatives (et son site internet associé : www.alternatives.areva.com)- dans lequel des articles sur le cycle du combustible sont régulièrement insérés:

AREVA a aussi l'occasion d'informer ses parties prenantes et le public dans son ensemble sur ses activités liées au cycle du combustible nucléaire via :

- des actions de partenariats avec des musées scientifiques (Cité des sciences et de l'industrie par exemple) ;
- sa participation à des expositions temporaires sur la thématique énergie (exposition "Planète Electricité", Le Creusot, octobre 2008), de forums emplois ou de salons professionnels ;
- les visites de ses sites industriels, que le groupe organise tant pour le grand public que pour des délégations officielles françaises et internationales ;
- les relations régulières entretenues avec les journalistes (interviews, dossiers de presse, participation à des émissions débats, voyages de presse, etc.) ;
- la participation à des Groupes d'Expertise Pluraliste (Groupe Radioécologique Nord Cotentin, GEP Mines)
- la participation aux Commissions Locales d'Informations, qui ont été généralisées à l'ensemble des sites nucléaires,
- les "stakeholders sessions" : dans le cadre de sa politique de développement durable, AREVA conduit depuis 2004 avec le soutien du Comité 21 une démarche de concertation avec un panel d'experts du développement durable et des politiques énergétiques. L'objectif est d'identifier les analyses et les attentes du panel et d'améliorer l'adéquation de la stratégie de l'entreprise aux attentes de la société civile. Cette démarche permet à l'entreprise de préciser ses engagements et d'aménager en conséquence son plan d'actions.

Il convient enfin de noter qu'AREVA participe au groupe de travail du HCTSIN sur le projet de portail internet d'information sur l'énergie nucléaire (dont l'idée a été initiée par AREVA) et que le groupe alimente, via ses laboratoires agréés sur site, la base de données de l'ASN/IRSN relative aux mesures de la radioactivité dans l'environnement.