Les usines du cycle du combustible : enjeux et évolutions d'ici 2020

Présentation

par **Noël CAMARCAT**, CEA, Directeur du Pôle de Gestion et Systèmes d'information

La section technique 5 « Cycle du combustible » a organisé la journée « Usines du cycle – performances et évolutions sur les 20 ans à venir » avec deux préoccupations :

- examiner comment les usines existantes s'adaptent à la tendance de fond du parc : l'augmentation des taux de combustion pour maximiser l'énergie produite par tonne de combustible. De 33 000 MWj/t¹ au démarrage des REP à la fin des années 1970 aux 70 000 MWj/t visés dans les programmes de R&D des années 2000, les exploitants du parc ont cherché de manière continue à allonger les durées séjour en réacteur, et à accroître les taux d'épuisement de décharge des assemblages UOX et MOX.

- prendre en compte les ruptures majeures annoncées dans les équipements industriels nucléaires² : réacteurs et usines de l'amont du cycle. Ces outils nouveaux, annoncés depuis plusieurs années, sont désormais des projets industriels en réalisation. Voir à ce sujet l'article de N. de Turckheim et M. Corric d'Areva/Cogema sur Georges Besse II, le projet de renouvellement de l'usine d'enrichissement du Tricastin.

Ces deux préoccupations s'inscrivent dans la stratégie générale visant à positionner l'énergie nucléaire comme l'une des options énergétiques du développement durable. Il s'agit d'en accroître l'acceptabilité tout en améliorant encore sa compétitivité.

Les différents articles des contributeurs de l'industrie et de la recherche reprennent chacun, dans leur domaine technique, ces objectifs généraux. Michel Debes, dans son article sur la nouvelle gestion des combustibles, détaille comment la standardisation industrielle des assemblages UOX et MOX irradiés à des taux de combustion dépassant 56 000 MWj/t en 2015 permettra d'exploiter le parc au niveau de 400 TWh, en résolvant les imperfections des gestions à 33 000 MWj/t. Cette nouvelle gestion des combustibles permettra d'équilibrer deux grands flux du cycle industriel français :

- le flux d'UOX entrant après la fabrication sous forme de combustible UO₂ dans le parc,
- le flux de combustibles UOX traités après sortie des réacteurs à l'usine de La Hague, qui doit être compatible avec la capacité de recyclage du plutonium sous forme de MOX.

Par rapport aux gestions plus anciennes à base de combustibles UOX irradiés à 33 000 MWj/t, elle permet d'éviter l'entreposage d'environ 350 t/an d'assemblages UOX, qui, s'ils avaient été traités, auraient donné un plutonium non absorbable dans les 20 réacteurs du parc acceptant les MOX. Elle permet également de réduire d'environ 15% les besoins en combustibles UOX. Cette nouvelle gestion apporte donc la réponse aux critères d'acceptabilité et de compétitivité économique accrues.

La fabrication des assemblages MOX et en particulier à haut taux de combustion qui constitue l'un des éléments techniques de cette stratégie est décrite dans l'article de M. Arslan, de Cogema/Melox. Les nouveaux challenges auxquels sont confrontées les usines de fabrication des assemblages de combustible UO₂ sont présentés dans l'article de M. Delevallée, de FBFC. Les deux articles d'Areva/Cogema sur le traitement (C. Wagner et M.-F. Debreuille) et sur le conditionnement des déchets (S. Barithel et J.-G. Devezeaux) décrivent les progrès de trois décennies d'exploitation et de conception des différentes usines de La Hague qui ont abouti aux usines de génération 3. En 2004, ces dernières sont en mesure de répondre aux exigences techniques et économiques des clients, en premier lieu EDF pour les générations UOX₁, 2, 3, les électriciens étrangers mais aussi, et c'est une nouveauté, de l'après 2000, les exploitants de réacteurs de recherche du type MTR³. Surtout, les usines de la Hague sont à la pointe de la technique mondiale pour la minimisation de l'exposition radiologique des travailleurs ainsi que des rejets liquides et gazeux dans l'environnement. Ces usines atteignent également de hautes performances en termes de réduction des volumes de déchets

¹ Sauf mention explicite, les taux de combustion moyens d'une recharge sont utilisés dans cet article.

² On se rappellera que la tenue de cette journée technique du 18 décembre 2003 a coïncidé avec l'annonce de la commande à Framatome ANP/Areva du 1er réacteur EPR par l'électricien finlandais TVO.

³ Un circuit pour le retraitement de ces types de combustibles fonctionnait en France, de la fin des années 70 à 1994 sur le site de Marcoule. Il s'est arrêté en 1993, à la suite de l'annonce de la fermeture de l'usine UP1 et des installations associées qui effectuaient les différentes opérations de ce cycle. La variété des combustibles rencontrés dans la R&D imposait des adaptations de ces installations au cas par cas, sur des tonnages réduits.

ultimes, de qualité et de traçabilité de la fabrication des colis, d'études de durabilité. Les procédés de conditionnement (vitrification⁴, compactage) et les colis conteneurs associés sont devenus des standards internationaux acceptés par les autorités de sûreté de nombreux pays. Là encore, ces efforts de développement à l'échelle industrielle sur les déchets, la réduction des rejets et l'impact environnemental concourent de manière importante à l'acceptabilité du traitement et du cycle fermé.

En France, les usines de traitement de génération 3 adaptées à la gestion des combustibles à très haut taux de combustion feront encore l'objet d'améliorations pour ce qui concerne entre autres la tête de procédé⁵ et la vitrification en creuset froid pour incorporer les actinides mineurs en quantité accrue⁶. Toutefois, ces améliorations seront exécutées dans le cadre fixé par les investissements de la fin des années 1980 et les ateliers ajoutés de 1995 à 2002⁷. Compte tenu de l'ensemble de cet effort technique et industriel, l'exploitation des usines de La Hague peut être envisagée jusqu'aux années 2030-2040. Des usines

de génération dite « 3+ » pourraient voir le jour à l'étranger avant cette époque, en particulier aux Etats-Unis. Ces derniers ont basculé au plan conceptuel vers le cycle fermé au début des années 2000⁸ car l'option du cycle ouvert les amènerait à saturer leur capacité de stockage moins d'une décennie après son ouverture. Le lancement d'une usine hydro-métallurgique vers 2020-2025 pour répondre à cette nouvelle orientation constituerait une évolution stratégique de tout premier plan. Les actions de R&D pour de telles usines de génération 3+ sont décrites dans l'article de C. Wagner et M.-F. Debreuille déjà mentionné. Il importe dès à présent que les équipes françaises soutiennent l'initiative américaine grâce à leurs compétences et leurs capacités d'essais en grande taille.⁹

En conclusion, on retiendra que cette journée du 18 décembre 2003 a permis aux acteurs industriels du cycle de présenter pour les 15 prochaines années les bases techniques d'une stratégie cohérente, répondant au besoin d'acceptabilité et de compétitivité économique accrues de leurs activités.

4 J'attire l'attention du lecteur sur la R&D en cours pour la vitrification des produits de fission résultant du traitement des combustibles UOX3, base de la nouvelle gestion d'EDF. En plus du retour d'expérience de 25 ans d'exploitation industrielle, ces recherches s'appuient sur plus de 30 ans d'efforts en partenariat avec le CEA en formulation vitreuse, en modélisation de la physico-chimie des verres, en développements technologiques de fours de vitrification.

5 Pour en accroître la flexibilité.

6 Le lecteur consultera à ce sujet l'article de C. Wagner et M.F. Debreuille, dans ce numéro de la RGN.

7 Notamment URP, UCD, ACC pour les déchets et R4 pour la purification du Pu.

8 Programme AFCI (Advanced Fuel Cycle Initiative) du DOE.

9 Y compris pour des développements du procédé hydro-métallurgique américain Urex + dont les options en matière d'extractants sont différentes de celle du procédé Purex de la Hague.