

Les enjeux de la chimie séparative dans l'aval du cycle du combustible nucléaire.

Bernard BOUILLIS

CEA

La chimie est au cœur des opérations du cycle du combustible nucléaire, depuis les activités minières jusqu'à la gestion des déchets ultimes. Dans la partie amont de ce cycle tout d'abord, où il s'agit, par de très nombreuses transformations d'extraire, de séparer, de purifier, d'enrichir l'uranium naturel pour obtenir les éléments combustibles à base d'oxyde d'uranium enrichi, qui alimentent aujourd'hui l'essentiel des réacteurs du parc électronucléaire mondial.

Mais c'est dans l'aval du cycle, dans la gestion des combustibles dits « usés » au terme de leur séjour en réacteur, que les enjeux paraissent aujourd'hui peut-être les plus importants, pour le développement de systèmes nucléaires durables. Il s'agit ainsi, en recyclant les matières énergétiques valorisables (uranium résiduel et plutonium), de chercher à tirer le meilleur parti des ressources naturelles ; mais il s'agit aussi, ce faisant, de rendre beaucoup plus aisée une gestion tout-à-fait sûre des déchets finaux (en réduisant leur volume, leur chaleur résiduelle, leur contenu radiotoxique à long terme, la présence de matières sensibles...). C'est dans cette voie que la France s'est engagée avec les opérations de traitement et de recyclage de l'uranium et du plutonium, tirant profit des propriétés remarquables d'un extractant (le phosphate de tributyle, présentant une affinité particulière pour l'uranium et le plutonium), mis en œuvre avec des résultats remarquables dans les usines de La Hague sur des solutions très riches et très complexes, et dans un champ de contraintes particulièrement sévère. Et c'est dans cette voie que se poursuivent aujourd'hui les recherches, dans la perspective de systèmes encore plus performants. Le principal objectif reste le recyclage récurrent (« multi recyclage ») du plutonium, en cherchant à adapter les concepts aux évolutions du combustible, à les améliorer en les rendant plus compacts et toujours plus sûrs. Mais depuis plusieurs années, on explore des options encore plus avancées, avec la possibilité d'un recyclage des actinides mineurs (et en particulier de l'américium), pour diminuer encore la charge thermique et l'inventaire radiotoxique des déchets finaux. Cela a donné lieu à une recherche particulièrement foisonnante, au CEA mais aussi dans de nombreuses équipes en France et dans le monde. Cette recherche a permis de mettre au point de nouvelles architectures moléculaires, sélectives et résistantes, et de nouveaux concepts de procédés pour, après le recyclage de l'uranium et du plutonium, permettre d'envisager par la suite le recyclage de l'américium. La chimie séparative trouve dans le domaine nucléaire un champ d'applications particulièrement intéressant, dans une logique de progrès continus vers des systèmes nucléaires toujours plus aboutis, plus sûrs et plus performants.