



# Le modèle nucléaire sud-africain

Un petit réacteur innovant est pressenti comme modèle pour de nouvelles centrales électriques. Le projet est sur le point d'être lancé.

Tom Ferreira

**B**ien que l'énergie nucléaire ait, en matière de sûreté et d'écologie, le bilan de loin le plus satisfaisant par rapport aux autres techniques courantes, elle n'est toujours pas parvenue, après de nombreuses années, à modifier de manière significative les perceptions négatives qu'elle suscite.

Dans le monde, cependant, les sentiments évoluent rapidement. La flambée des prix du pétrole rappelle brutalement la volatilité du marché de l'énergie, le caractère limité des réserves de combustibles fossiles et l'urgente nécessité, dans une économie industrielle moderne, de disposer de sources stables, fiables et non polluantes d'électricité.

Aujourd'hui, de nouveaux types de centrale nucléaire sont prisés et l'Afrique du Sud va de l'avant. Eskom, la compagnie nationale d'électricité, est considérée au plan mondial comme le numéro un dans le domaine des réacteurs modulaires à lits de boulets (RMLB), « nouvelle génération » de centrales nucléaires.


Une décision concernant l'avenir du projet RMLB est en vue (*voir encadré*). Sous réserve de l'obtention, dans les mois à venir, de l'autorisation de passer à la phase suivante du projet, la construction de l'usine de démonstration débutera en 2006, auquel cas le réacteur entrera en service en 2010 pour être remis au client, Eskom, en 2011. Celle-ci s'est engagée sous conditions à acheter les premières unités commerciales.

Les réacteurs à lit de boulets sont petits – environ six fois plus petits que la plupart des centrales nucléaires actuelles. Plusieurs RMLB peuvent partager un même centre de contrôle et occuper une superficie ne dépassant pas celle de trois terrains de football.

Plus précisément, le RMLB est un réacteur à haute température (RHT) modéré par graphite et refroidi par hélium. Ce concept s'inspire de l'expérience du Royaume-Uni, des États-Unis et, en particulier, de l'Allemagne, où des réacteurs prototypes ont été exploités avec succès entre la fin des années 60 et les années 80. Bien qu'il ne s'agisse pas du seul réacteur nucléaire à haute température et refroidi par gaz conçu dans le monde, le projet sud-africain est considéré, au plan international, comme un favori. Il comprend, en effet, des innovations uniques et brevetées qui le rendent particulièrement compétitif.

Selon Nic Terblanche, directeur général de PBMR (Pty) Ltd, les réacteurs commerciaux seraient calibrés pour produire chacun environ 165 MWe. Pour optimiser le partage des systèmes auxiliaires, le RMLB a été configuré en différentes options, tel un agencement en huit unités préfabriquées. « C'est l'agencement le plus efficace par rapport au coût, car il permet de mettre les modules en service à mesure qu'ils sont fabriqués », ajoute-t-il.

Ce concept permet d'ajouter des modules en fonction de la demande et de les configurer à la taille requise par les



## Le projet RMLB sur le point d'être lancé

La compagnie sud-africaine Eskom collabore, aux fins du projet RMLB, avec deux partenaires : l'Industrial Development Corporation (IDC) et British Nuclear Fuels. Les partenaires ont tous exprimé le souhait de passer à la phase de réalisation. Cette phase consistera à construire un réacteur de démonstration à Koeberg, près du Cap, et une usine de fabrication de combustible à Pelindaba, près de Pretoria, où le combustible utilisé à Koeberg était jusqu'à présent fabriqué.

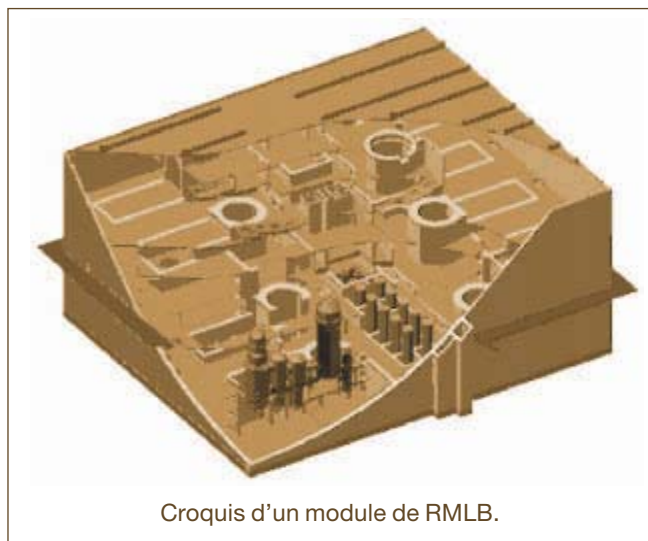
Le dossier contenant l'étude de faisabilité, l'étude de conception et le plan commercial est bouclé et l'équipe de projet est prête à passer à la phase de construction une fois que les diverses autorisations auront été reçues.

Eskom attend actuellement l'approbation définitive de son étude d'impact sur l'environnement par le Ministère de l'environnement et du tourisme, après une décision initiale positive rendue en juin 2003. Le Ministère a estimé que le projet était, sous certaines réserves, acceptable du point de vue de son impact sur l'environnement.

Suite à la décision positive, les parties intéressées se sont vu accorder deux mois pour faire appel auprès du Ministère de l'environnement et du tourisme. Cette période s'est terminée en août 2003 et le Ministère examine actuellement les appels.

Outre l'approbation définitive de l'étude d'impact et l'accord des investisseurs, le lancement de la prochaine phase (construction, à des fins de démonstration, d'un module et d'une usine de fabrication de combustible) sera soumis à la délivrance d'un permis de construire par l'Agence sud-africaine de réglementation nucléaire et à l'approbation du Gouvernement sud-africain.

Le projet semble fermement soutenu par le Président Thabo Mbeki et par son gouvernement. Au début de l'année, une délégation sud-africaine conduite par le Ministère du commerce et de l'industrie a rencontré, à Paris, des dirigeants d'Areva et de Framatome pour négocier une éventuelle participation française. Areva est l'une de plusieurs compagnies internationales qui ont montré de l'intérêt pour une participation à ce projet de 1,3 milliard de dollars.



Croquis d'un module de RMLB.

collectivités qu'ils desservent. Il peut fonctionner de façon isolée n'importe où, à condition qu'il y ait suffisamment d'eau pour son refroidissement. Le refroidissement à sec, bien que plus onéreux, confère, en matière d'implantation, encore plus de liberté.

### Des évolutions qui signalent un progrès

Une évolution prometteuse est l'intention, annoncée par PBMR (Pty) Ltd, de soumettre au Laboratoire national d'étude de l'environnement et de l'énergie de l'Idaho (États-Unis) une proposition concernant son projet de production d'hydrogène. Ce projet, qui dispose d'un budget de 1,1 milliard de dollars, a besoin d'une usine capable de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur à haute température. Des études initiales montrent qu'avec de légères modifications, le RMLB actuel pourrait répondre à ces critères.

La participation à ce projet présente d'évidents avantages dans la mesure où elle pourra faciliter la commercialisation initiale du RMLB aux États-Unis. Le réacteur deviendrait ainsi le premier choix pour la production de chaleur à haute température.

Le concept du RMLB se fonde sur le principe selon lequel les nouveaux réacteurs doivent être de petite taille. Le réacteur comprend une cuve sous pression en acier verticale revêtue de briques de graphite. Il utilise des particules d'oxyde d'uranium enrichi enrobées de carbure de silicium enchâssées dans du graphite pour former une sphère ou boulet de combustible contenant chacun environ 15 000 particules de dioxyde d'uranium. L'hélium assure la double fonction de réfrigérant et de caloporteur.

Le projet a franchi une importante étape technique avec le démarrage réussi d'un banc d'essai du système de transformation de l'énergie du RMLB. Ce banc représente la première turbine à gaz à arbres multiples et à cycle fermé au monde. Il a été conçu et construit par la Faculté d'ingénierie de l'Université Potchefstroom, près de Johannesburg, avec la participation de l'équipe RMLB.

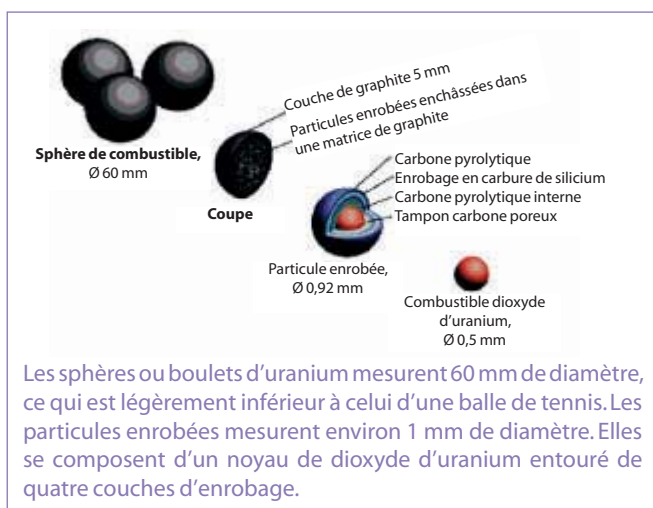
Pendant ce temps, la Société sud-africaine de l'énergie nucléaire, mandatée par PBMR (Pty) Ltd pour concevoir

l'installation de fabrication du combustible, progresse bien. Elle s'emploie à mettre au point les techniques ardues de production nécessaires à la fabrication des boulets.

## Démontrer la sûreté

L'objectif fondamental est de concevoir une centrale qui ne comprenne aucun processus physique risquant de présenter un danger lié aux rayonnements au-delà du site proprement dit. En outre, la température maximale atteinte dans le coeur en régime transitoire est non seulement inférieure au point démontré de dégradation du combustible, mais également très inférieure à la température à laquelle la structure physique est affectée, ce qui préviendra tout risque d'accident de fusion du coeur.

La sûreté du concept a été prouvée lors d'un essai public et filmé réalisé à la centrale AVR allemande, dont s'inspire la conception du coeur du réacteur RMLB. Les Allemands ont interrompu la circulation du réfrigérant à travers le coeur du réacteur et ont laissé les barres de commande montées comme si la centrale était en mode normal de production d'électricité.



Il a été démontré que le coeur du réacteur s'arrêterait automatiquement en quelques minutes, puis qu'il ne surviendrait aucune détérioration au-dessus du taux normal de défaillance du combustible nucléaire, ce qui prouvait qu'une fusion du coeur était impossible et qu'on avait mis au point un concept de réacteur intrinsèquement sûr.

« Nous tentons de faire évoluer la culture nucléaire », dit Phumzile Tshelane, directeur des services aux entreprises de PBMR (Pty) Ltd. « Le module de démonstration du RMLB, s'il se montrait techniquement et commercialement viable, pourrait considérablement renforcer les perspectives de l'énergie nucléaire dans le monde, réalisant au moins un rêve : celui de disposer d'une source d'énergie non polluante qui soit sûre, compétitive, voire populaire ».

Tom Ferreira ([commsmanager@pbmr.com](mailto:commsmanager@pbmr.com)) est directeur de la communication chez PBMR (Ltd.) (Afrique du Sud). (<https://www.pbmr.com>).



## Innover ensemble

L'Afrique du Sud exploite déjà, à Koeberg, deux centrales nucléaires classiques qui assurent, ensemble, environ 6% de l'électricité du pays, dont l'essentiel des besoins de la ville voisine du Cap. Dans les années à venir, la demande d'électricité devrait continuer à croître. Aujourd'hui, environ 60% des Sud-africains ont accès à l'électricité, contre 30% il y a dix ans. Le nucléaire et les sources renouvelables ont aidé à alimenter la croissance, même si le charbon demeure la principale source d'énergie, assurant 90% de la production totale d'électricité.

Dans le domaine nucléaire, les réacteurs à lit de boulets ne sont pas nouveaux, mais des innovations techniques aident aujourd'hui à les commercialiser. Dans l'hypothèse où il serait construit, le RMLB sud-africain serait le principal exemple de commercialisation de cette technologie.

L'Allemagne et la Chine ont toutes deux mis au point des RMLB, et la recherche s'intensifie aux États-Unis, en Chine et dans d'autres pays. Récemment, des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) (États-Unis) et de l'Université Tsinghua de Beijing (Chine) ont décidé de collaborer à la mise au point d'un RMLB en vertu d'un accord signé entre le Ministère de l'énergie des États-Unis et l'Agence chinoise de l'énergie atomique.

Ces six dernières années, des équipes de chercheurs des deux établissements ont étudié de façon indépendante certains aspects du réacteur. Grâce à ce travail, ces équipes peuvent maintenant échanger des résultats et des idées.

« L'accord offre la possibilité incroyable de réunir le monde autour de ce projet prometteur », dit le professeur Andrew Kadak, du Département de génie nucléaire, qui dirige l'équipe de recherche du MIT et a joué un rôle essentiel dans les efforts déployés pendant trois ans pour faire signer l'accord. Il contacte maintenant d'autres spécialistes des États-Unis, d'Europe, d'Afrique du Sud et d'ailleurs en vue de développer des thèmes d'intérêt commun. Le but est de mener une action internationale qui ira bien au-delà de la collaboration MIT/Tsinghua et exploitera l'intérêt suscité, dans le monde, par cette technologie.

L'un des axes de recherche est l'adoption, s'agissant de la construction d'éléments de réacteurs à lit de boulets, d'une démarche fondée sur le principe « branchez et ça marche ». D'après les chercheurs, ces petites centrales modulaires, si elles sont compétitives, seront attrayantes non seulement pour les États-Unis, mais aussi pour la Chine et pour d'autres pays en développement rapide qui comptent des populations dispersées.

