

# Le radiotraitement du latex de caoutchouc naturel

*Un programme régional de l'AIEA pour l'Asie du Sud-Est et le Pacifique a permis de mettre au point une nouvelle technologie*

par K. Makuuchi  
et V. Markovic

**A**u cours des cinq dernières années, de grands progrès ont été faits dans la préparation de nouvelles qualités de caoutchouc grâce à une technologie nucléaire très intéressante pour les industries de la région de l'Asie du Sud-Est et du Pacifique. Ce résultat est le fruit de la recherche coordonnée menée dans le cadre d'un programme international de l'AIEA et du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) faisant l'objet d'un accord régional de coopération.

Il s'agit d'un procédé de radiovulcanisation du latex de caoutchouc naturel par un rayonnement gamma de haute énergie (les faisceaux d'électrons font aussi l'affaire) qui réalise la vulcanisation, c'est-à-dire la liaison chimique des molécules qui assure l'élasticité et la résistance du caoutchouc. Comme dans le cas des autres applications industrielles des rayonnements, le produit n'est pas radioactif.

Dans ce procédé, l'énergie du rayonnement remplace le soufre de la technique classique et produit une matière qui non seulement conserve toutes les propriétés du produit classique, mais acquiert en plus des qualités remarquables: absence de nitrosoamines carcinogènes, très faible cytotoxicité, absence de soufre et d'oxyde de zinc, meilleure transparence et grande douceur au toucher.

Ces propriétés sont très intéressantes pour la confection de nombreux articles, en particulier les sondes, les gants et autres fournitures médicales et chirurgicales. Il importe en effet que ces articles soient exempts de contaminants et de produits toxiques et carcinogènes afin de ne présenter aucun risque à l'usage. A mesure que la réglementation concernant ces produits se fait plus sévère, la radiovulcanisation se présente comme un procédé techniquement et économiquement viable susceptible de remplacer la technique classique.

## Coopération régionale

La possibilité d'utiliser les rayonnements pour vulcaniser le latex naturel est apparue très tôt. Dès les années 50, la technique était étudiée dans plusieurs pays, dont le Royaume-Uni, le Japon, la France, l'URSS, la Pologne, l'Inde et l'Indonésie. Parallèlement, des procédés de radioréticulation étaient mis au point dans l'industrie des fils et câbles, entre autres. D'une façon générale, l'industrie s'est montrée disposée à recourir aux techniques nucléaires chaque fois que celles-ci promettent d'améliorer la qualité du produit à un coût acceptable.

La radiovulcanisation a cependant un peu tardé à démarrer, bien qu'elle fût au point depuis longtemps, dans son principe, car le produit était certes d'aussi bonne qualité que le caoutchouc classique, mais le procédé n'apparaissait pas suffisamment rentable pour justifier l'investissement dans la nouvelle technologie.

L'intérêt s'est éveillé à nouveau en 1982 lors de la mise en œuvre d'un projet régional AIEA/PNUD sur les applications industrielles des isotopes et des rayonnements. La radiovulcanisation du latex naturel figurait au programme dès le début, et cela pour deux raisons principales:

- La région est le principal producteur mondial de latex naturel brut;
- Les pays de la région, en vertu de leur politique de développement, exportent des produits finis ou semi-finis au lieu de n'exporter que des matières premières.

De nos jours, les prix de revient des rayonnements et des procédés d'irradiation sont bien inférieurs à ce qu'ils étaient il y a 20 ou 30 ans. Dans nombre d'industries, les techniques d'irradiation sont aujourd'hui pratique courante; citons par exemple la stérilisation des articles et fournitures médicales, la radioréticulation, ou encore le radiotraitement de matériaux divers.

En outre, plusieurs pays de la région sont très bien équipés pour la recherche sur les techniques de production du latex naturel; il ne leur manque que la technologie nucléaire.

M. Makuuchi travaille pour l'Institut de radiochimie de Takasaki, dépendant de l'Institut japonais de recherche sur l'énergie atomique; M. Markovic est membre de la Division des sciences physiques et chimiques de l'AIEA.



Les ballons sont au nombre des articles fabriqués expérimentalement en Thaïlande avec du caoutchouc radiovulcanisé.  
(Photo: AECL)

Le projet de coopération régionale a regroupé les compétences individuelles, ce qui devrait normalement, dans un premier temps, stimuler le développement de la technologie, et faciliter ensuite son transfert à l'industrie.

### Développement de la technologie

En 1983, une usine pilote de radiovulcanisation a été installée au Centre des applications des isotopes et des rayonnements de l'Agence nationale de l'énergie atomique d'Indonésie, à Djakarta. Entre 1983 et 1986, cette installation a servi à former des chercheurs et à exposer les principes fondamentaux de la technologie aux industriels.

Après cette introduction, l'Agence a lancé, en 1986, un programme global de développement de cette technologie visant essentiellement à réduire le coût de l'irradiation et à améliorer la qualité du produit final. Ces activités de recherche et développement étaient coordonnées par le Centre de radiochimie de l'Institut japonais de recherche sur l'énergie atomique. Des équipes de chercheurs venant de Chine, d'Indonésie, de Malaisie, de Sri Lanka et de Thaïlande y ont participé. Les travaux étaient partagés entre des établissements nationaux des pays participants et des laboratoires du Centre de radiochimie japonais, et des boursiers des pays déjà cités y ont pris part. Les scientifiques

responsables se réunissaient périodiquement pour faire le point de la recherche.

Au début de l'étude de la radiovulcanisation, dans les années 50, le radiosensibilisateur utilisé était le tétrachlorure de carbone. Le système fonctionnait, mais présentait deux graves inconvénients: 1) le coût élevé de l'irradiation (la dose absorbée devait être de l'ordre de 40 kGy), ce qui réduisait le rendement et augmentait logiquement le prix de revient; 2) la toxicité de cet additif qui, nécessairement, se retrouvait dans le produit final.

Avec le procédé classique au soufre, toujours utilisé de nos jours, le produit contient aussi des restes d'un additif toxique et potentiellement nocif, le dithiocarbamate. On voit par ailleurs de plus en plus le danger des substances cytotoxiques et des nitrosoamines que contiennent les caoutchoucs de latex naturel. Plusieurs pays réglementent sévèrement la présence de ces substances dans certaines catégories de produits, notamment les accessoires médicaux et les articles destinés aux enfants en bas âge, tels que tétines, sucettes et hochets. Les nitrosoamines posent aussi un problème au niveau de la fabrication, car elles peuvent être nocives aux travailleurs.

Le premier succès, et le plus important, du programme régional a été la découverte d'un nouveau radiosensibilisateur, le n-butylacrylate (NBA). Cet additif, utilisé en petites quantités (environ 5 parties pour 100), permet de ramener la dose absorbée nécessaire de



### Le latex de caoutchouc naturel

C'est une matière première importante qui sert à fabriquer des accessoires médicaux et un certain nombre d'articles ménagers et industriels. Il est produit par l'*Hevea Brasiliensis*, arbre de la famille des euphorbiacés, d'origine brésilienne comme son nom l'indique, qui s'est parfaitement acclimaté en Asie du Sud-Est et dans certaines régions d'Afrique. Deux pays — la Malaisie et l'Indonésie — récoltent à eux seuls environ 85% de tout le latex consommé dans le monde entier, soit près d'un demi-million de tonnes en poids sec.

Le latex est recueilli sur l'arbre, puis concentré et stabilisé avant d'être livré à l'industrie. Le traitement comporte une vulcanisation, procédé qui réalise la liaison chimique des molécules organiques qui donne une substance élastique à structure réticulée servant à la fabrication d'un certain nombre d'articles selon diverses techniques. L'une des plus courantes est le «trempage», qui consiste

à introduire le moule dans un bain de latex; après séchage forcé, l'objet conserve sa forme et son élasticité aux températures ambiantes. Aux hautes températures, le caoutchouc se désintègre; aux basses températures, il devient cassant.

Les articles moulés par trempage absorbent environ 70% de la production totale de latex naturel. La plus grande partie sert à fabriquer des gants (pour la chirurgie, les travaux ménagers et autres usages), les ballons qui font la joie des enfants, les préservatifs, les sondes et autres articles soumis à de strictes normes d'hygiène. La plus forte production est celle des gants à usage médical: environ 12 milliards de paires par an. Le souci croissant de protéger le personnel médical et les patients a créé un vaste marché pour cet article dont la demande devrait augmenter notablement dans les pays en développement.

30-40 kGy à environ 12 kGy, ce qui réduit sensiblement le coût de l'opération.

De plus, l'étude des propriétés des latex bruts a permis de déterminer quelle était la meilleure variété à utiliser. La recherche a également permis d'établir que l'on pouvait encore améliorer les propriétés du produit final par une meilleure régulation de la température et du lavage.

Comme on pouvait s'y attendre, l'analyse des articles en latex radiovulcanisé n'a décelé aucune trace de nitrosoamine et la teneur en substances cytotoxiques s'est révélée extrêmement faible. Le produit est également exempt de soufre et d'oxyde de zinc, ce qui est important pour les articles à incinérer après usage, en particulier lorsque l'incinération de produits contenant du soufre est interdite.

### Applications de la radiovulcanisation

L'application la plus prometteuse de la radiovulcanisation du latex de caoutchouc naturel est de toute évidence la fabrication des articles en caoutchouc à usage médical et hygiénique, vu l'absence de substances carcinogènes et toxiques dans le produit. Cette qualité peut être facilement obtenue grâce au procédé par irradiation, alors qu'elle ne l'est actuellement par aucun autre moyen. Dans le cadre du programme, plusieurs centres participants procèdent actuellement à des essais de production de divers articles tels que préservatifs, gants, tétines, sucettes, hochets et ballons. Les préservatifs et les gants à usages médicaux sont fabriqués par l'installation pilote d'Indonésie. Tous les articles sont soumis à de nombreux essais dans les différents centres.

En Thaïlande, l'Office de l'énergie atomique pour la paix a lancé un projet en coopération avec un fabricant local pour la production, à l'échelle pilote, de ballons-jouets à l'aide de la technique de radiovulcanisation. Le latex naturel est traité au Centre d'irradiation thaïlandais de Bangkok.

Des irradiateurs d'un prix modeste ont été spécialement conçus pour le procédé et l'on a défini les principaux paramètres à retenir pour l'évaluation des coûts de fabrication et l'étude de faisabilité.

Le procédé n'est cependant pas encore appliqué à grande échelle. Cela est dû en partie à ce que cette technologie nouvelle n'est pas bien connue de l'industrie, et aussi au fait que la réglementation en vigueur dans bon nombre de pays ne fixe pas encore de normes d'hygiène et de sûreté très strictes pour certains articles critiques en latex. Le Japon a mis au point deux produits maintenant sur le marché: des gants

protecteurs pour les travaux sous rayonnement et des réceptacles pour examens médicaux avec endoscope à laser optique.

### Transfert de technologie et activités futures

Le projet régional prévoit aussi le transfert à l'industrie de la technologie de la radiovulcanisation du latex naturel.

Parmi les activités connexes, signalons un colloque international organisé en 1989 à Tokyo et à Takasaki par l'Institut japonais de recherche sur l'énergie atomique, en collaboration avec l'AIEA. Quelque 60 participants de 15 pays ont eu la possibilité, à cette occasion, de faire le point de la technologie (le compte rendu du colloque a été publié au Japon par l'Institut). De son côté, l'AIEA a organisé plusieurs séminaires et cours régionaux et nationaux pour faciliter l'échange d'informations et le transfert de technologie.

Par la suite, l'effort portera davantage sur les aspects techniques de la radiovulcanisation et sur la recherche fondamentale.

On sait d'ores et déjà avec certitude que le procédé est sûr et ménage l'environnement. Il est également économiquement acceptable lorsqu'il est appliqué à grande échelle, et se prête fort bien à la formule du service sous contrat car un irradiateur de grande capacité peut servir à plusieurs petits fabricants.

Les cours avec démonstration de la technologie de la radiovulcanisation font partie des activités régionales de l'AIEA en Asie du Sud-Est. Sur notre photo, le cours de Djakarta.

