

LES RADIOISOTOPES DANS L'INDUSTRIE

A première vue, la durée de vie utile des moteurs d'autobus et le temps requis pour produire de la bière ne semblent pas avoir de rapport avec l'énergie atomique. Pourtant, dans divers pays, l'utilisation de méthodes et de matières nucléaires a permis d'augmenter considérablement la durée de vie des moteurs et de fortement diminuer la longueur du processus de fabrication de la bière. Il ne s'agit là que de deux exemples, parmi beaucoup d'autres, des progrès réalisés dans les établissements industriels, les champs de pétrole, les usines chimiques et autres. Ils témoignent, non seulement des résultats obtenus, mais également des perspectives d'une utilisation encore plus étendue de ces nouvelles méthodes.

L'Agence a organisé à Prague, en novembre dernier, un colloque sur les radioindicateurs dans l'industrie et la géophysique; les nombreux mémoires présentés au cours de cette réunion montrent ce qui se fait déjà couramment dans diverses industries et ce qu'il est possible de faire. Les avantages économiques ont également été démontrés. Bien que les progrès aient été surtout réalisés dans les pays fortement industrialisés, les perspectives pour les nouvelles industries des pays en voie de développement sont évidentes.

Les recherches en vue d'améliorer les performances des moteurs d'automobiles, d'avions et de tracteurs ont porté sur les causes de frottement, de corrosion et d'usure. Dans les brasseries, on a réussi à accélérer la fermentation. Dans un autre domaine, on peut réduire la pollution de l'eau et de l'air et améliorer les méthodes d'élimination des déchets. De nombreuses économies ont été réalisées dans l'industrie pétrolière. Des recherches ont permis d'améliorer la qualité et d'abaisser le prix de revient de processus chimiques: fabrication du verre, affinage des métaux, production de matières plastiques, etc. Les barrages et l'équipement ferroviaire ont également été mentionnés parmi les nombreux sujets pour lesquels l'emploi des méthodes radioisotopiques présente un grand intérêt.

USURE ET FROTTEMENT DANS LES MOTEURS

M. V.I. Postnikov a indiqué que l'une des premières expériences faites dans ce domaine en Union soviétique avait consisté à rendre radioactifs les segments de piston d'un moteur diesel monocylindre en vue d'en mesurer l'usure. Il est apparu que les segments étaient complètement rodés au bout de six heures

et que la vitesse d'usure baissait ensuite brusquement, pour demeurer à peu près constante. Des études faites sur des moteurs de tracteur en vue d'étudier le rapport entre la quantité et les qualités abrasives des poussières, d'une part, et le taux d'usure des segments de piston, d'autre part, ont montré que ce sont les poussières sous forme de particules ayant un diamètre moyen de 10 à 20 millièmes de centimètre qui provoquent le plus fort degré d'usure.

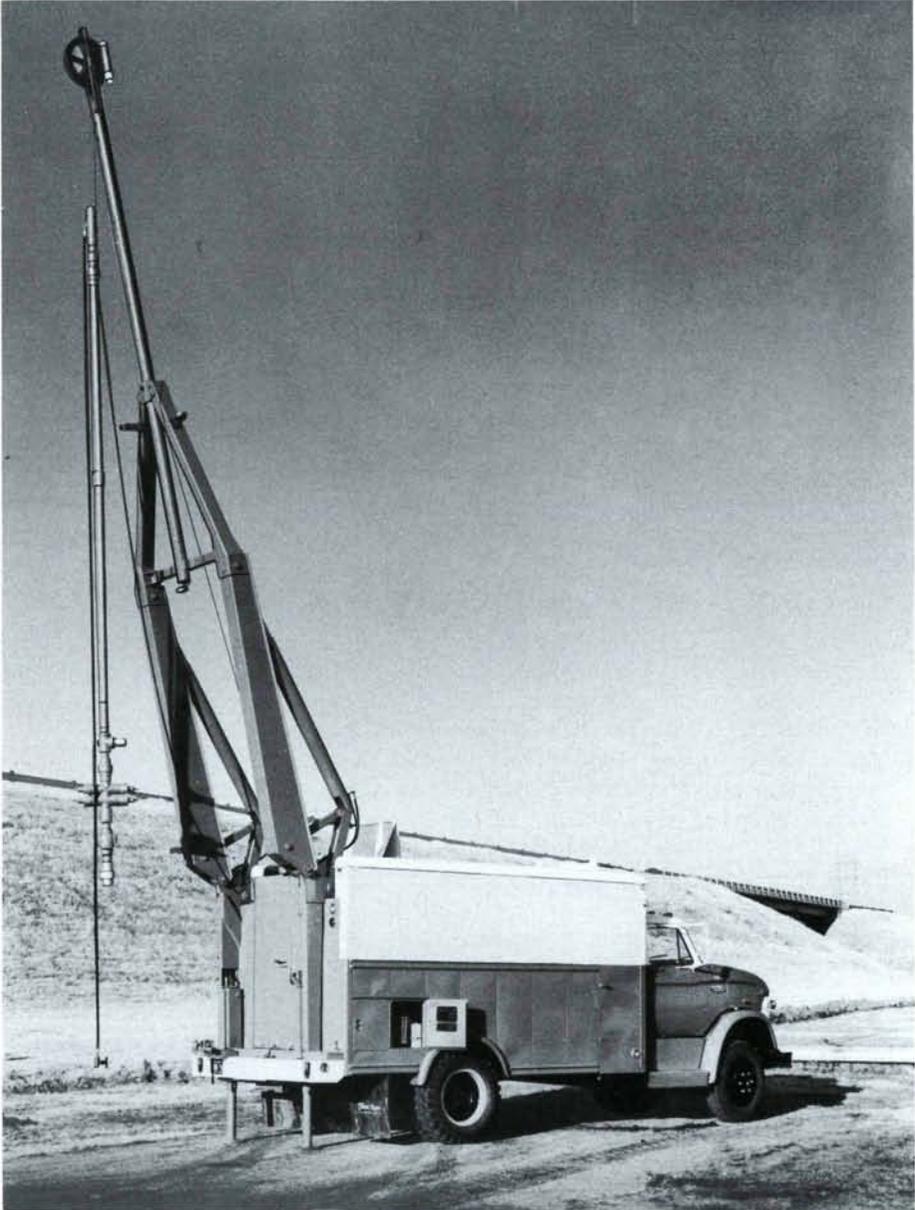
L'importance des poussières a également été soulignée par M. J. Fodor (Hongrie), pour qui les contaminants mécaniques sont la cause la plus importante d'usure. Il a déclaré que la durée de vie des moteurs CSEPEL des autobus de Budapest avait été doublé après l'incorporation de filtres réalisés à la suite de recherches au moyen de radioindicateurs. Des améliorations dans la concentration et la nature des poussières dans un moteur peuvent multiplier par 10 000 sa durée de vie, alors que l'amélioration de tous les autres facteurs, tels que la qualité du carburant ou du lubrifiant, ne peut que la doubler. M. Fodor a également constaté que le taux d'usure était pratiquement indépendant de la charge.

Selon M. Postnikov, il ressort de recherches faites sur un tracteur qu'une légère diminution de la température de l'air n'a pas d'effet sensible sur la mise en marche du moteur. Par contre, si la température descend à -10°C , l'usure est beaucoup plus forte, non seulement à la mise en marche, mais aussi pendant que le moteur tourne. L'usure des segments de tête de piston à -10°C est deux fois plus importante qu'à -5°C . M. Postnikov a également obtenu des résultats intéressants au cours d'études sur l'incorporation d'anticorrosifs dans les carburants et lubrifiants pour tracteurs. Aux basses températures, la corrosion du cylindre et du piston a pu être réduite en utilisant des éléments chimiquement plus actifs que ceux utilisés sur les surfaces de frottement, car ils neutralisaient les acides corrosifs.

En Union soviétique, on utilise de plus en plus la méthode différentielle des radioindicateurs, dans laquelle les divers organes d'une machine sont activés par bombardement avec des particules chargées émises par un cyclotron. On mesure la diminution de l'activité de la couche superficielle qui est due à l'usure et la vitesse d'usure est déterminée par comparaison à des échantillons sur lesquels l'usure est simulée. Avec cette méthode, l'activité nécessaire peut être réduite 1 000 fois ou plus, ce qui permet de travailler sans prendre de mesures de radioprotection. Cette méthode constitue un moyen nouveau de contrôle permanent ou périodique de l'usure sans arrêt ou démontage de la machine.

Les résultats des travaux effectués sur des moteurs d'automobile Skoda par MM. Burianová et Hejtmánek (Tchécoslovaquie) sont moins nets et quelque peu différents. Ils ont constaté que les variations fréquentes de régime, les changements d'huile de graissage, l'emploi de filtres différents ou leur absence contribuaient tous à l'usure, mais que le nombre des facteurs rendait peu significatifs les résultats de la recherche. Ils ont néanmoins déclaré que, dans certains cas, la méthode des radioindicateurs était le seul moyen d'obtenir des données sur l'usure durant le fonctionnement des moteurs.

Des unités mobiles sont couramment utilisées aux Etats-Unis pour appliquer les méthodes radioisotopiques sur les champs de pétrole. Ci-dessus, un ensemble pour déterminer la production d'un puits de pétrole.



MM. Radwan, Rewenska-Kostiuk et Wezranowski (Pologne) ont eu recours, comme M. Fodor, à l'analyse par activation pour étudier l'usure des roulements de machines agricoles. Ils ont incorporé de petites quantités de terres rares non radioactives à des organes de machines et déterminé la quantité des produits d'abrasion en les activant ensuite dans un réacteur ou un accélérateur. Cette méthode, qui permet de mesurer des quantités de matières marquées de l'ordre d'un millionième de gramme, a donné des résultats utiles pour la technologie de la fabrication des roulements.

Un «indicateur universel», telle est la manière dont M. Chleck (Etats-Unis) qualifie le krypton-85, gaz radioactif chimiquement inerte. Il décrit comment plusieurs compagnies aériennes l'utilisent sous forme de kryptonates.

Les kryptonates sont des solides auxquels du krypton a été incorporé sans réaction chimique. Tout processus, chimique ou mécanique, qui altère leur surface entraîne une perte proportionnelle de krypton et, partant, de radioactivité. Par ailleurs, les kryptonates ont également la propriété de perdre une fraction déterminée de leur activité initiale lorsqu'ils sont portés à une température donnée, inférieure au point de fusion. Une application typique de cette propriété est la mesure de la température des aubes de turbine dans les turbo-réacteurs: après trois heures de fonctionnement, puis refroidissement, les aubes sont retirées du moteur; après mesure de la radioactivité, elles sont mises dans un four et chauffées; la radioactivité ne diminue pas tant que l'on ne dépasse pas la température la plus haute à laquelle la pièce avait été soumise pendant le fonctionnement du moteur.

APPLICATIONS DANS LES CHAMPS PETROLIFERES

MM. Mott (Etats-Unis) et Srebrodolsky (Union soviétique) ont déclaré que les méthodes radioisotopiques étaient couramment utilisées depuis dix ans dans l'industrie pétrolière. Ils ont exposé la manière dont ces méthodes ont été développées et perfectionnées. Elles sont appliquées à toutes les grandes opérations: forage, construction des puits et récupération secondaire (méthode consistant à amener le pétrole à la surface en créant artificiellement une pression à l'aide d'eau ou de gaz). M. Mott a étudié la mesure dans laquelle les méthodes radioisotopiques sont utilisées, certaines de leurs limitations pratiques et les méthodes de rechange. Il a cité des applications récentes dans des puits produisant simultanément du pétrole provenant de plusieurs couches. Si les méthodes radioisotopiques sont de plus en plus utilisées aux Etats-Unis, c'est surtout parce que leur fiabilité est maintenant bien établie. Pour la première fois, on a véritablement déterminé les conditions à remplir pour tirer le profit maximum d'une étude à l'aide de radioindicateurs. Plusieurs entreprises ont réalisé des unités mobiles spécialement conçues pour l'application des méthodes radioisotopiques.

M. Srebrodolsky a dit que des économies annuelles évaluées à plusieurs dizaines de millions de roubles avaient été réalisées en Union soviétique dans

la prospection et l'exploitation des gisements de pétrole et de gaz naturel. Le tritium s'est révélé particulièrement utile pour déterminer le mouvement des eaux souterraines et établir les relations hydrodynamiques entre formations géologiques pétrolifères. Cela a permis de modifier sérieusement les plans d'exploitation des gisements et de réduire considérablement le nombre de puits nécessaires. Pour donner une idée de l'utilisation des radioindicateurs en Union soviétique, M. Srebrodolsky a précisé qu'en 1965 on avait exploré 220 puits de pétrole dans la région de Romalinsky (RSSA des Tatars) et 132 puits dans les gisements du Turkménistan occidental.

Des méthodes impliquant l'utilisation simultanée de plusieurs indicateurs pour déterminer les mouvements du pétrole, des gaz ou de l'eau entre plusieurs puits ont été décrites par M. Sandru (Roumanie), qui a eu recours à du radioiode, du radiozinc et de l'eau lourde, et par M. Goudouin (France). Ce dernier a fait ses expériences dans les puits d'Hassi Messaoud, en Algérie, en utilisant des gaz dans lesquels l'hydrogène avait été remplacé par du tritium.

PREVENTION DES ACCIDENTS DE BARRAGE

En utilisant du soufre et du phosphore radioactifs, M. Lévêque (France) a pu déceler de petites fissures dans les roches; il a ainsi contribué à prévenir des accidents tels que des ruptures de barrage. Les radioisotopes se sont infiltrés dans des microfissures d'échantillons de roches, qui apparaissaient nettement sur des pellicules photographiques au bout de trois à six jours. M. Jirkowski (Tchécoslovaquie) s'est servi d'un gaz radioactif, le radon, qui se trouve à l'état naturel dans le sol de certaines régions de la Tchécoslovaquie, pour s'assurer que les roches de sites où l'on prévoyait la construction de barrages ne présentaient pas de failles dangereuses.

POLLUTION

Afin de maintenir dans des limites admissibles la pollution croissante des mers et des eaux douces, il faut déterminer leur pouvoir de dilution et de dispersion. M. Harremöes (Danemark) a dit que les radioindicateurs étaient utilisés à cet effet dans son pays depuis 1959, notamment pour choisir les lieux d'évacuation des déchets. Des études faites en 1965 dans le Sound, détroit entre le Danemark et la Suède, serviront de base à l'établissement du système d'évacuation des eaux usées de la ville d'Hälsingborg. La possibilité de disposer de zones d'évacuation à une certaine profondeur dans la mer, permettra peut-être d'éviter le traitement secondaire, tout en respectant les limites de pollution des eaux côtières. Les expériences déjà faites avec des radioindicateurs seront analysées dans le cadre d'un contrat de recherche conclu par l'Agence avec le Centre danois de radioisotopes. L'objet du contrat est de mettre au point une méthode facilement applicable à des problèmes plus complexes de dispersion des effluents.

M. Guizerix (France) a décrit les divers types de matières polluantes et leur comportement qu'il a étudié au cours d'expériences dans l'Isère et sur la

côte de la Méditerranée. Grâce aux expériences extrêmement approfondies qui ont été faites et à l'instauration de normes sévères par la législation française, les effluents radioactifs sont les moins dangereux de tous.

M. Chatters (Etats-Unis) a décrit une méthode permettant de mieux comprendre et de combattre la pollution des cours d'eau par l'industrie de la pâte à papier et du papier. Des fibres de bois sont ajoutées aux effluents après avoir été traitées avec un sel de lanthane; on suit le cheminement de ces effluents en soumettant à un bombardement neutronique des échantillons prélevés dans le cours d'eau pour en faire l'analyse par activation.

La pollution de l'air étant devenue un problème grave dans les régions industrielles, il va falloir suivre le cheminement des gaz échappés d'une cheminée donnée pour déterminer sa part dans cette pollution. M. Kato (Japon) a montré qu'en injectant du sulfate de cobalt dans la cheminée d'une centrale puis en prélevant des échantillons d'air et en activant le cobalt par bombardement neutronique, on peut déterminer comment les gaz diffusent dans une région très vaste. Le cobalt peut être décelé, même en quantités aussi faibles que quelques cinq cent millièmes de gramme.

SIDERURGIE ET BRASSERIE

Plusieurs exemples d'économies possibles ont été donnés par Postnikov. Si l'on compare l'emploi des indicateurs avec la mesure micrométrique pour déterminer l'usure des outils de coupe en acier selon la vitesse, on constate que la méthode des indicateurs est environ 66 fois plus économique en quantité de métal consommée et 55 fois plus rapide, sans parler des économies de main d'œuvre et d'électricité. Les industries alimentaires de l'Union soviétique ont également utilisé cette méthode avec profit. En brasserie, on a inauguré un procédé de fabrication perfectionné; en déterminant la durée de vie de bactéries de l'acide lactique marquées, on a pu ramener la durée de la fermentation à un jour ou un jour et demi alors qu'auparavant il en fallait cinq ou six. La qualité de la bière est également meilleure.

MM. Donhoffer et Duftschmid (Autriche) utilisent du radio-or dans des essais visant à prolonger la durée d'utilisation des rails et des roues de wagons des trains rapides. C'est l'indicateur qui permet de déceler une pellicule d'huile dont l'épaisseur n'est que d'un millième de millimètre et qui est répandue automatiquement sur les roues et sur les rails par la locomotive en mouvement. Cette méthode peut être adaptée à beaucoup d'autres recherches sur les chemins de fer.

CINETIQUE DES OPERATIONS INDUSTRIELLES

Si les mémoires consacrés aux applications géophysiques aux études sur l'usure et la friction et à la dispersion des effluents illustrent la grande variété des applications de la méthode des indicateurs, le sujet dominant a été la cinétique des opérations industrielles, c'est-à-dire le mouvement des liquides, des

gaz ou des solides dans les installations industrielles. Une étude d'ensemble rédigée par M. Ljuggren (Suède) montre que les radioisotopes sont relativement très utiles si on les compare à d'autres substances telles que les sels et les teintures. Etant donné leur grande sensibilité, on peut en employer des quantités si petites qu'elles ne gênent pas le déroulement des processus industriels et les émetteurs gamma permettent de faire des mesures directes depuis l'extérieur des conduites et des récipients.

Sur un total de 47 mémoires, 36 sont consacrés à ce sujet. Ils concernent des activités aussi diverses que l'industrie du ciment, la fabrication du papier et de la pâte à papier, le blanchiment de la cellulose, la fabrication des superphosphates et du carbon black, la verrerie, l'affinage de l'aluminium, du magnésium et du nickel, le raffinage des hydrocarbures, la polymérisation de substances organiques, l'élimination des impuretés dans les hauts-fourneaux et le revêtement par dépôt électrolytique.

En parlant de ces méthodes, M. Robin (France) a souligné les avantages de l'analyse par activation qui n'exige aucune protection contre les rayonnements dans les usines, l'analyse pouvant être effectuée dans des laboratoires séparés.

M. Dahl (Norvège) a fait des études visant à mesurer le rendement des turbines dans les usines hydroélectriques, afin de décrire aussi exactement que possible l'écoulement de l'eau dans les turbines. Il a constaté que la meilleure méthode consistait à faire exploser un récipient contenant du radioiode, dans le courant d'eau.

Pour mesurer de gros débits et étalonner des débitmètres fixes destinés à la mesure de débits moindres, la méthode des radioisotopes s'est révélée bien supérieure aux autres, a dit M. Clayton (Royaume-Uni). Elle est plus précise et les risques sont négligeables. Elle a été adoptée au Royaume-Uni pour les essais de réception des circuits à gros débits, tels que les circuits de refroidissement des centrales; on envisage de les utiliser également pour les turbines dans les usines hydroélectriques. Elle pourrait également être employée à une grande échelle pour recueillir des données sur les canalisations de gaz dans les villes et d'une manière générale pour mesurer des débits de gaz.

PRODUCTION DES RADIOISOTOPES PAR L'UTILISATEUR LUI-MEME

Une des raisons pour lesquelles la méthode n'est pas plus employée réside dans la difficulté d'obtenir des radioisotopes à très courte période sur les lieux de leur utilisation. Une source à antimoine-béryllium facilement transportable décrite par M. Churchill (Canada) pourrait résoudre le problème, car grâce à cette source les radioisotopes sont produits sur place d'une manière économique.

Afin de savoir pourquoi les radioindicateurs ne sont pas plus largement utilisés dans les études à grande échelle sur les opérations industrielles, l'Agence

a demandé à ses Membres de fournir des renseignements sur l'état actuel des emplois courants. Les réponses de 13 pays ont été analysées par M. Beswick (AIEA) qui a abouti à la conclusion que les raisons, quoique variées, sont généralement soit le manque de renseignements techniques, soit le manque d'ingénieurs possédant la formation, l'expérience et l'enthousiasme indispensables. Néanmoins, plusieurs industries, notamment le génie chimique, le raffinage du pétrole et la sidérurgie, exploitent maintenant cette méthode d'une manière systématique. Les possibilités d'emploi pour découvrir les goulots d'étranglement et faire des études du rendement d'opérations commencent à être mieux connues grâce aux efforts incessants d'un petit nombre de spécialistes. Dans presque tous les pays, l'emploi des radioindicateurs dans l'industrie est encouragée par des organismes officiels, dont beaucoup font déjà des démonstrations.

Les perfectionnements de certaines méthodes assez grossières utilisées tout d'abord, et la réalisation d'un matériel spécial et d'appareils de mesure fiables ont contribué à convertir beaucoup d'industriels.

UNE TECHNOLOGIE AU POINT

De l'avis de M. Ljunggren, qui a présidé la dernière séance, le fait le plus remarquable qui se dégage du colloque est que, d'une manière ou d'une autre, la technologie des indicateurs se combine avec d'autres techniques dans beaucoup d'industries. C'est la preuve que la technologie des radioisotopes est maintenant au point. Les installations industrielles ne sont plus un domaine d'essais pour le spécialiste des radioisotopes et les ingénieurs attendent avec impatience la solution qui sera donnée à maints problèmes. Avec les radioisotopes ils disposent de nos jours de l'excellent outil qui leur manquait auparavant.