

diffusion des particules bêta, convient mieux aux fortes concentrations. Le dosage rapide du tungstène dans l'acier à outils revêt la plus haute importance économique; grâce à ces méthodes, il est possible de contrôler la fusion de l'acier dans les fours électriques. En évitant d'utiliser plus de tungstène que n'en exigent les spécifications, on parvient à réaliser des économies substantielles.

ENQUETE SUR LES AVANTAGES ECONOMIQUES DES RADIOISOTOPES DANS L'INDUSTRIE

La découverte de la radioactivité artificielle ne remonte qu'à trente ans et ce n'est que depuis vingt ans que les radioisotopes sont disponibles en grandes quantités; pourtant, les méthodes fondées sur leur emploi comme sources de rayonnements ou comme radioindicateurs ont trouvé de nombreuses applications, non seulement dans la recherche scientifique, mais aussi dans le contrôle de la fabrication et des produits. Les fonds que l'industrie investit dans ces nouvelles techniques s'élèvent à des millions de dollars par an. Etant donné l'attitude générale des industriels devant les innovations scientifiques: ils n'acceptent que les méthodes qui deviennent relativement vite rentables, on peut admettre que les avantages économiques se chiffrent par des sommes encore bien plus importantes.

En vue de déterminer dans quelle mesure les radioisotopes sont régulièrement utilisés et pour évaluer les avantages économiques de leur emploi, l'Agence a organisé une «enquête internationale sur les applications des radioisotopes dans l'industrie». En 1962, elle a invité plusieurs de ses Etats Membres industrialisés à y participer. Divers pays avaient déjà fait des enquêtes semblables entre 1950 et 1960, mais les méthodes appliquées et la notion même d'avantage économique différaient sensiblement d'un pays à l'autre. Aussi l'Agence a-t-elle essayé de convaincre tous les pays de la nécessité d'une enquête globale, portant sur les mêmes catégories d'industries et fondée sur des concepts identiques de prix de revient, d'économie, etc.

Au total, 24 Etats Membres de l'Agence ont accepté de participer à l'enquête et ont présenté des rapports. Ces derniers sont loin d'être comparables. Dans certains cas, les organismes nationaux responsables des enquêtes se sont consciencieusement acquittés de leur tâche et ont présenté des rapports détaillés sur la manière dont les industries du pays utilisent

les radioisotopes et sur les avantages financiers qu'elles en retirent. Dans d'autres cas, on s'est contenté de faire des exposés de caractère général ou des rapports sur les applications mentionnées dans les dossiers des autorités qui délivrent les permis.

Les Etats-Unis d'Amérique et l'Union soviétique n'ont pas participé à cette enquête, mais les Etats-Unis ont communiqué les résultats d'une enquête antérieure (1958), en même temps que des renseignements permettant de les mettre à jour. Pour ce qui est de l'Union soviétique, des données précieuses ont pu être puisées dans les publications spécialisées et les comptes rendus de conférence.

Les rapports nationaux ont fait l'objet d'un examen critique par un « Groupe d'étude des aspects économiques de l'emploi des radioisotopes », qui s'est réuni à Vienne en mars 1964 (voir Bulletin, août 1964, page 29). Sur la base de ces discussions, les rapports nationaux ont été édités et résumés. L'Agence prépare la publication d'un ouvrage qui indiquera la manière dont l'enquête a été menée et fournira tous les détails voulus.

Il ressort de cette étude que la plupart des réponses (90 % environ) ont apporté des renseignements techniques, mais que les données économiques étaient bien moins nombreuses. Cependant, la majorité des rapports permettent également certaines conclusions économiques ; dans plusieurs cas, on a pu comparer les aspects économiques de diverses applications, notamment de jaugeages et soudages ainsi que de la gammagraphie pour le contrôle de soudures et de pièces de fonderie.

LES ECONOMIES SE CHIFFRENT PAR MILLIONS

Ainsi, 20 pays ont indiqué le nombre de jauges à radioisotopes en usage dans les différentes industries. On trouvera aux tableaux I à III les nombres des trois principaux types de jauges.

En ce qui concerne les économies réalisées, on a constaté des écarts considérables entre les diverses applications, mais leur ordre de grandeur ne diffère pas sensiblement d'un pays à l'autre. Les économies de matières premières ou de déchets et l'accroissement de la production varient de 0,1 à 5 %, selon le but de l'installation.

Par exemple, pour la mesure de l'épaisseur du papier, le rapport coût/bénéfice est de l'ordre de 1/6. Certains pays, notamment l'Australie et la Finlande, ont indiqué des chiffres très élevés. Dans d'autres industries, telles que les textiles, les matières plastiques et le caoutchouc, le rapport coût/bénéfice des mesures à l'aide des radioisotopes varie de 1/2 à 1/50. Parmi les valeurs les plus élevées figurent celles qui ont été indiquées par la France, l'Espagne et les Pays-Bas.

Pour ce qui est de la radiographie, le tableau IV indique le nombre des sources gamma utilisées dans les divers pays.

Les économies réalisées grâce à l'emploi de la gammagraphie sont également appréciables. Bien que les avantages les plus importants, tels

que l'augmentation de la sécurité, ne puissent pas être évalués et sortent du cadre de l'enquête, on a donné de nombreux exemples d'économie de main-d'oeuvre et de temps. Les économies ont été calculées par comparaison avec d'autres méthodes d'essai, destructives ou non destructives. Le rapport coût/bénéfice varie de 1/3 à 1/13.

Le tableau V permet de comparer le nombre de jauges et d'appareils de radiographie en service dans les divers pays; il établit en outre une relation entre ce nombre et la production industrielle.

Les rapports nationaux mentionnent également les radioindicateurs, l'ionisation et les applications industrielles de l'irradiation massive. Ces deux dernières techniques revêtent sans doute une grande importance pour l'avenir, notamment dans les pays en voie de développement, mais elles n'ont joué qu'un rôle économique très modeste pendant la période considérée. En revanche, l'emploi des radioindicateurs est déjà largement répandu: on peut décompter quelque 1 200 applications industrielles.

Bien que les radioindicateurs aient permis de réaliser des économies très diverses, par exemple dans la recherche industrielle, il a été extrêmement difficile d'établir des rapports coût/bénéfice avec précision. Cependant, pour le contrôle de la fabrication et de la qualité, il n'est pas rare de trouver des rapports allant de 1/10 à 1/50. Parmi les avantages les plus importants, on peut citer la réduction du temps nécessaire aux analyses et aux essais d'usure, ainsi que les améliorations apportées à certains procédés de l'industrie chimique.

Le tableau VI donne le total des économies estimées. Les chiffres pour 24 pays y sont indiqués en même temps que des estimations fournies par des organismes autorisés des Etats-Unis et de l'Union soviétique. Il ressort de ce tableau que les économies nettes représentent un montant considérable. En effet, dans les 24 pays participants et aux Etats-Unis, elles s'élèvent à près de un pour mille du chiffre d'affaires (environ 180 et 160 milliards de dollars, respectivement). En Union soviétique, les radioisotopes jouent un rôle encore plus important, les économies étant de l'ordre de deux à trois pour mille.

Ces résultats sont encore plus frappants si l'on tient compte du nombre limité d'établissements ayant pu jusqu'à présent faire appel aux méthodes radioisotopiques. Il existe certainement d'autres grands domaines industriels où ces méthodes pourraient rendre de précieux services. Il ne faut pas non plus oublier que ces premières contributions de l'énergie atomique proviennent de secteurs marginaux et souvent négligés de la recherche nucléaire. Un résultat de l'enquête est d'avoir montré que les applications industrielles des radioisotopes sont loin d'être épuisées; il importe que les pays en voie de développement en tiennent dûment compte quand ils procéderont à leur industrialisation.

TABLEAU I
JAUGES D'ÉPAISSEUR
dans diverses industries

PAYS	Alimentation	Tabac	Textiles	Bois et papier	Caoutchouc	Chimie et matières plastiques	Ciment	Pétrole et charbon	Métallurgie	Construction mécanique	Activités tertiaires	Divers	Total
Afrique du Sud	-	-	-	10	11	-	-	-	-	-	-	-	21
Allemagne*	1	-	18	382	69	427	86	16	198	20	11	3	1 231
Argentine	-	-	2	3	-	1	-	-	4	-	1	-	11
Australie	-	-	3	12	-	20	-	-	2	-	2	-	39
Autriche	-	-	-	16	5	7	-	-	2	-	-	-	30
Belgique	-	-	2	42	1	9	-	1	9	-	-	-	64
Canada	1	-	1	165	8	17	1	9	17	43	22	-	284
Danemark	3	-	-	56	2	5	-	-	1	-	-	-	67
Espagne	-	-	-	4	6	12	-	-	12	-	-	-	34
Finlande	-	-	2	31	1	3	-	-	-	-	1	-	38
France	-	-	81	166	35	38	2	-	16	20	-	16	374
Japon	-	-	6	20	11	13	8	1	46	14	5	3	127
Norvège	-	-	5	48	4	6	-	-	2	-	-	-	65
Pays-Bas	-	-	-	63	10	11	-	-	5	-	-	-	89
Pologne	-	-	-	5	4	-	-	-	8	-	-	-	17
Portugal	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Royaume-Uni	1	-	72	357	41	71	17	4	93	51	11	-	718
Tchécoslovaquie	-	-	2	5	3	8	-	-	58	-	5	-	81
Suède	-	-	20	140	10	75	10	-	-	15	-	-	270
Yougoslavie	-	-	1	3	-	-	1	-	8	1	-	-	14
TOTAL	6	-	215	1 531	221	723	125	31	481	164	58	22	3 577

* Sur la base du rapport national et d'autres sources d'information.
Le total réel est probablement encore plus élevé.

TABLEAU II
JAUGES DE DENSITE
dans diverses industries

P A Y S	Alimentation	Tabac	Textiles	Bois et papier	Caoutchouc	Chimie et matières plastiques	Ciment	Pétrole et charbon	Métallurgie	Construction mécanique	Activités tertiaires	Divers	Total
Afrique du Sud	-	59	-	-	-	1	-	-	12	-	-	-	72
Allemagne *	1	-	-	5	1	5	-	2	1	1	1	-	17
Argentine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Australie	1	32	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	35
Autriche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belgique	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5
Canada °	13	464	-	16	-	16	11	4	135°	9	35	-	703
Danemark	-	72	6	-	-	-	2	1	-	-	-	-	81
Espagne	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Finlande	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	3
France	-	-	-	-	-	15	-	8	2	7	-	16	48
Japon	-	-	-	-	-	2	1	2	7	4	9	6	31
Norvège	-	3	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	5
Pays-Bas	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	66
Pologne	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	4
Portugal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Royaume-Uni	2	897	-	3	-	25	2	8	-	11	9	-	957
Tchécoslovaquie	1	-	-	-	-	6	-	2	-	-	-	-	9
Suède	-	20	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	25
Yougoslavie	1	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	6
TOTAL	19	1612	6	27	3	74	17	35	160	33	61	22	2069

* Les chiffres sont faibles par suite du petit nombre de réponses.

° La classification semble parfois peu appropriée.

TABLEAU III
JAUGES DE NIVEAU
dans diverses industries

P A Y S	Alimentation	Tabac	Textiles	Bois et papier	Caoutchouc	Chimie et matières plastiques	Ciment	Pétrole et charbon	Métallurgie	Construction mécanique	Activités tertiaires	Divers	Total
Afrique du Sud	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	4
Allemagne*	2	-	-	5	-	22	16	7	20	20	7	-	99
Argentine	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2
Australie	-	-	-	-	-	9	-	30	4	2	-	-	45
Autriche	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Belgique	4	-	-	5	-	10	6	26	20	-	3	-	74
Canada	10	-	-	12	-	85	9	6	12	30	4	-	168
Danemark	-	-	-	-	-	6	-	6	6	2	5	-	25
Espagne	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Finlande	-	-	-	17	-	5	-	4	2	-	-	-	28
France	7	-	6	11	-	102	40	125	164	119	279	5	858
Japon	-	-	42	26	-	56	1	7	9	10	2	1	154
Norvège	-	-	-	9	-	-	-	-	3	2	-	-	14
Pays-Bas	-	-	-	-	-	3	9	128	1	-	8	-	149
Pologne	-	-	-	-	-	44	10	33	3	-	98	-	188
Portugal	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Royaume-Uni	16	-	-	2	-	161	34	20	45	27	12	-	317
Tchécoslovaquie	1	-	-	-	-	15	5	-	2	2	-	-	25
Suède	10	-	-	110	-	30	-	5	10	20	-	-	185
Yougoslavie	4	-	-	3	-	7	-	-	-	-	-	-	14
TOTAL	54	-	48	200	-	558	133	398	304	234	418	6	2 353

* Les chiffres sont faibles par suite du petit nombre de réponses.

TABLEAU IV
SOURCES DE GAMMAGRAPHIE
dans diverses industries

PAYS	Alimentation	Tabac	Textiles	Bois et papier	Ceoutchouc	Chimie et matières plastiques	Ciment	Pétrole et charbon	Métallurgie	Construction mécanique	Activités tertiaires	Divers	Total
Afrique du Sud	-	-	-	-	-	1	-	-	2	14	31	-	48
Allemagne*	-	-	-	1	-	10	15	6	40	200	28	-	300
Argentine	-	-	-	-	-	1	-	5	2	1	18	-	27
Australie	-	-	-	-	-	-	-	1	12	7	30	-	50
Autriche	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	30
Belgique	-	-	-	-	-	-	-	1	17	13	20	-	51
Canada	-	-	-	-	-	-	-	5	60	45	35	-	145
Danemark	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	20	-	21
Espagne	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16	-	-	17
Finlande	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	3	-	8
France*	-	-	-	-	1	11	1	19	80	300	50	38	500
Japon	-	-	1	-	-	8	-	-	39	112	2	8	170
Norvège	-	-	-	-	-	-	-	1	1	13	1	-	16
Pays-Bas	-	-	-	-	-	-	-	8	-	127	-	-	135
Pologne*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	20	-	80
Portugal*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	10
Royaume-Uni	-	-	-	-	-	14	4	10	147	364	167	-	706
Tchécoslovaquie	-	-	-	-	-	-	8	-	12	138	10	-	168
Suède	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20	50	-	80
Yougoslavie	-	-	-	-	-	-	-	1	3	93	25	2	124
TOTAL	-	-	1	1	1	45	28	57	461	1534	510	48	2686

* Chiffres approximatifs.

TABLEAU V
JAUGES ET RADIOGRAPHIE DANS DIVERS PAYS

Pays	Production industrielle en millions de dollars	Jauges		Radiographie	
		Nombre	Nombre par milliard de dollars	Nombre de sources	Nombre par milliard de dollars
Afrique du Sud	2 700	113	42	48	18
Allemagne	36 400	2 000	55	300	8
Argentine	1 760	33	19	27	15
Australie	6 000	125	21	50	8
Autriche	3 100	34	11	30	10
Belgique	4 600	144	30	51	11
Canada	12 400	1 394	112	145	11
Danemark	2 600	174	67	21	8
Espagne	3 100	41	13	17	5
Etats-Unis	157 000	8 000	51	n.d.	-
Finlande	1 800	69	38	8	4
France	30 800	1 465	47	500	16
Japon	18 600	341	16	170	9
Norvège	1 700	84	48	16	9
Pays-Bas	4 700	304	64	135	28
Pologne	9 800	219	22	80	8
Royaume-Uni	32 000	2 037	64	706	22
Portugal	950	8	8	10	10
Tchécoslovaquie	n.d.	115	-	168	-
Suède	5 400	480	89	80	15
Yougoslavie	2 200	41	19	124	56

TABLEAU VI

MONTANT GLOBAL DES ECONOMIES ANNUELLES REALISEES GRACE A L'EMPLOI DES RADIOISOTOPES

En millions de dollars

	24 pays (1961-63)	Etats-Unis (1963)	Union soviétique (1961)	Total
Jauges	26,7 - 43,4	35,2 - 50,4	100 +	162 - 194
Radiographie	12,1 - 28,9	4,0 - 7,6	22	38 - 58
Ionisation	1 - 2	-*	-*	1 - 2
Radioindicateurs	10 - 40	27 - 48°	58 +	95 - 146
Irradiation massive	-	-	-	-
Total	49 - 104	66 - 106	180	296 - 400

* Inclus dans d'autres rubriques.

° Y compris certaines applications des jauges et de l'ionisation.

+ La répartition exacte des économies réalisées entre les rubriques «jauges» et «radioindicateurs» n'est pas connue.

A MANIPULER AVEC PRECAUTION

Un film sur le transport des matières radioactives dans les moyens de transport habituels (rail, route, mer et air) a été réalisé pour l'AIEA. Il montre d'une manière générale les précautions que doivent prendre les personnes qui ont la charge de ces matières pendant leur transport. Il y est constamment question du règlement de transport élaboré et recommandé par l'Agence, et l'on insiste sur la nécessité d'appliquer rigoureusement ces instructions pour protéger contre tout danger le public et les personnes qui manipulent les matières radioactives en transit ou entreposées.