



UTILISATION DE L'ÉTAIN DANS L'INDUSTRIE

A. DELWASSE, Ingénieur A.I.Lg

« TIN RESEARCH INSTITUTE »

Publication T.R.I. n° 481 F

THE INTERNATIONAL TIN RESEARCH COUNCIL

Le Conseil international de Recherches de l'Étain, fondé en 1932 en vue de promouvoir l'utilisation de l'étain, est financé par les principaux producteurs mondiaux de cassitérite, à savoir : Bolivie, Indonésie, Malaisie, Nigeria, Thaïlande et Zaïre.

Le siège et les laboratoires du Conseil constituent le TIN RESEARCH INSTITUTE, à Greenford, Middlesex, Angleterre. Le Conseil a également sous son contrôle les organismes créés pour développer la technique des emplois de l'étain dans les autres pays ci-après : Tin Research Institute Inc., Columbus, Ohio, E.U.A. ; Centre d'Information de l'Étain pour la Belgique et la France, à Bruxelles ; Centro de Informações sobre Estanho, Rio de Janeiro, Brésil ; Zinn-Informationsbüro, Düsseldorf, R.F.A. ; Technisch Informatie Centrum voor Tin, La Haye, Pays-Bas ; Centro d'Informazioni dello Stagno, Milan, Italie ; Japan Tin Centre Tokyo, Japon ; Australian Tin Information Centre, Sydney.

L'ensemble de ces organismes patronnés par le Conseil s'occupe de la diffusion des connaissances relatives à l'étain à travers le monde. Cette mission est effectuée grâce à la publication des résultats de recherches, d'articles techniques dans la presse spécialisée et par l'édition de manuels pratiques, par des démonstrations de procédés utilisant l'étain et par toute aide sur le plan pratique, soit dans les laboratoires de l'Institut, soit dans les usines des utilisateurs. Les recherches de l'Institut, orientées vers le développement des usages de l'étain, sont basées sur l'étude scientifique du métal, de ses alliages, de ses dérivés et des procédés industriels utilisant l'étain, ou susceptibles de lui ouvrir de nouveaux débouchés.

UTILISATION DE L'ÉTAIN DANS L'INDUSTRIE

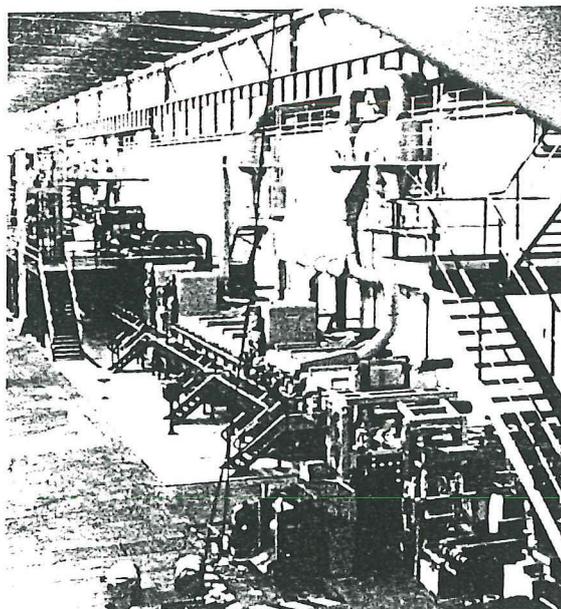
A. Introduction

Les usages industriels de l'étain sont nombreux et très diversifiés. Dans la technologie moderne, l'étain occupe une place prépondérante, principalement due à un ensemble de propriétés que ce métal présente et auxquelles ses utilisateurs attachent une très grande importance. Il fond à 232 °C, forme des dérivés chimiques avec les métalloïdes ou les radicaux organiques, et des alliages avec de nombreux métaux ; il résiste à la corrosion, n'est pas toxique et son aspect est flatteur à l'œil.

En dépit de l'omniprésence de l'étain dans l'industrie, beaucoup de ses applications ne sont en fait guère perceptibles. Par exemple, les 1 000 ou 1 500 g contenus en moyenne dans chaque automobile se répartissent entre le moteur, la transmission, le système de refroidissement, les circuits électriques, le garnissage des sièges et la carrosserie. Les 2 000 et quelques joints soudés du châssis d'un téléviseur nécessitent plus de 200 g de soudure à l'étain.

La répartition des quantités d'étain consommées selon les divers usages se traduit par des pourcentages assez significatifs de la manière dont l'étain intervient dans des industries essentielles. Les produits finis contenant de l'étain sont des éléments majeurs du niveau de vie des pays industrialisés. On constate que grâce à son emploi dans la fabrication des boîtes de conserves, le fer-blanc occupe le premier rang des applications consommatrices d'étain et représente près de la moitié du tonnage consommé. En y ajoutant la part relative aux soudures, il ne reste que les 30 % de la consommation à répartir entre divers autres usages, comme on le voit dans le tableau ci-après :

Produits	% du total utilisé
Fer-blanc	47
Soudures	23
Bronzes	7
Antifrictions	6
Composés chimiques	6
Dépôts d'étain	5
Divers	6



Une ligne électrolytique moderne de fer-blanc.
Cliché : Rasselstein AG, Neuwied, R.F.A.

L'étain est associé à d'autres métaux ou à divers matériaux dans la majorité de ses applications parce que cet élément leur confère chaque fois des performances sensiblement améliorées, et une plus-value technologique réelle grâce à ses propriétés intrinsèques. Dans la plupart des produits contenant de l'étain, sa teneur est souvent faible, mais la présence de ce métal est d'une importance capitale.

En pratique, les utilisateurs d'étain reçoivent le métal en lingots. Cependant, il arrive souvent que l'étain subisse une ou plusieurs transformations en demi-produits, avant d'être livré à l'utilisateur final. Par exemple, les lingots peuvent être achetés par une fonderie d'alliages non ferreux qui fournit du bronze à l'étain au fabricant de pompes, lequel à son tour les écoule par exemple chez les constructeurs de moteurs d'autos. Les lingots servent aussi à faire des anodes qui sont coulées dans l'atelier connexe aux lignes de fabrication du fer-blanc électrolytique dont les bains sont d'ailleurs composés à l'aide de sels d'étain, fournis par l'industrie chimique. Ce fer-blanc est ensuite livré aux fabricants de boîtes, et celles-ci, en passant par les conserveries, aboutissent finalement chez le consommateur. Un tel processus de livraison en cascade est assez normal, mais à l'encontre de certaines autres industries, où l'intégration verticale peut être pratiquée, la réglementation de l'offre et de la demande en étain est moins aisée.

B. Principal usage

Le fer-blanc est un produit sidérurgique laminé plat, recouvert sur chaque face de la feuille ou de la bande, d'un dépôt d'étain commercialement pur. L'industrie du fer-blanc a consommé en 1972 quelque 12 millions de tonnes d'acier et

77 000 tonnes d'étain, soit un peu plus de 0,65 % en poids du produit fini. Ce dernier représente une valeur bien supérieure à 3 milliards de \$ (US dollars).

La qualité du fer-blanc utilisé en conserverie est caractérisée par un revêtement dont l'épaisseur varie entre 1/2 et 4 microns. Au cours des cinquante dernières années, la production mondiale de fer-blanc a quintuplé, et simultanément la technologie de sa fabrication a été revue de fond en comble et actualisée. La répartition géographique des installations est cependant beaucoup plus étendue qu'auparavant, car on produit du fer-blanc dans quelque 30 pays. La quasi-totalité de la production se fait par dépôt électrolytique d'étain sur un feuillard d'acier défilant en continu dans les bacs de traitement successifs du procédé, à des vitesses opérationnelles de l'ordre de 10 m/sec. Les capacités annuelles ainsi obtenues dans les lignes d'étamage récentes sont comprises entre 100 000 et 200 000 tonnes de fer-blanc, dont les neuf dixièmes au moins servent à l'emballage des denrées alimentaires et boissons, ou au bouchage des bouteilles ou flacons contenant ces denrées. Ce rôle prépondérant du matériau dans ce domaine particulier, résulte de la nature même du dépôt d'étain dont les propriétés électrochimiques et d'aptitude aux alliages ont permis de concevoir le procédé de fabrication en ligne continue très rapide. D'autre part, sa facilité de mise en œuvre, son état de surface excellent, sa bonne soudabilité et son bas prix de revient, en font un produit hautement compétitif sur le marché des matériaux d'emballage. Enfin, le dépôt d'étain protège bien l'acier, résiste à la corrosion, n'est pas toxique et se prête aisément à l'impression.



Un choix de soudures préformées typiques pour l'industrie électronique.

Cliché : T.R.I.

C. Dépôts d'étain

L'étamage est un recouvrement d'étain, ou d'alliage d'étain, qui s'applique aux cas de pièces mises en forme plutôt qu'à des produits plats ; ce sont en général, des articles en fonte, en acier ou en cuivre pour la préparation des aliments, ou des ustensiles et des instruments divers ou encore des pièces mécaniques ou électriques. Des dépôts d'alliages, comme ceux à base de plomb, de cuivre, de nickel et de zinc ont chacun leur utilité ; le plus important d'entre eux est certes l'alliage plomb-étain qui s'effectue soit au trempé à chaud soit par électrolyse, et s'utilise principalement dans les industries électriques et électroniques.

D. Alliages d'étain, et usages divers

Les soudures tendres consomment des tonnes d'alliages binaires étain-plomb dont la teneur varie de 30 à 60 % Sn selon la nuance et les propriétés requises. D'autres éléments occasionnels tels l'antimoine, l'argent et le bismuth peuvent y être incorporés pour des raisons particulières relatives aux critères de fusibilité ou de résistance à température élevée. L'éventail de l'emploi des soudures s'est beaucoup élargi au cours de ces dernières années. Certains des usages traditionnels, actuellement assez coûteux sont en forte régression, comme les joints roulés des tuyaux de plomb, tandis que les techniques plus compliquées de soudage en masse, illustrées par l'assemblage des circuits imprimés, se développent très rapidement. Aucune application de l'étain ne s'est autant répandue que celle des soudures tendres. Ces alliages plomb-étain ont les caractéristiques requises de fusion et de solidification, de mouillage et de liaison intermétallique, ils sont résistants et forment si rapidement des joints si conformes aux exigences que toute autre opération à basse température ne peut être réalisée sans soudures à l'étain.

En mécanique générale, les bronzes et les anti-frictions sont les alliages d'étain prédominants. Les bronzes sont des cupro-alliages allant de 5 à 20 % Sn et contenant souvent un troisième et même un quatrième élément, comme le zinc, le plomb et le nickel, selon les propriétés qu'on en exige pour des applications spéciales. Celles-ci nécessitent la combinaison de deux ou plusieurs caractéristiques, à savoir : une résistance élevée aux efforts, à la corrosion et à l'usure, un bon coefficient de frottement, une facilité de mise en œuvre et une bonne usinabilité. Les bronzes répondent à ces critères, et on les utilise dans des engrenages, des pièces de pompes, des coussinets et des buselures. Les génies chimique et maritime sont des importants consommateurs de bronze à l'étain. Par ailleurs, les architectes, les statuaires et les facteurs d'instruments de musique en font constamment usage, mais le plus noble est celui de la fonderie des cloches dans lesquelles la teneur en étain prédomine. Le métal-blanc ou alliage anti-friction, souvent dénommé Babbit, est essentiellement un alliage ternaire à base de cuivre et d'antimoine avec une

teneur en étain supérieure à 85 %. Il assure la transmission des efforts mécaniques entre deux surfaces mobiles, sans usure exagérée, ni gripage ou cassure. Pour ce faire, ces alliages doivent présenter une combinaison remarquable de propriétés. Grâce à l'étain, les métaux blancs satisfont à beaucoup de très nombreux critères et on les utilise aussi bien dans les bielles et les paliers de vilebrequins des autos que dans les coussinets de lignes d'arbre des turbo-générateurs de centrales hydro-électriques, dont chacun contient parfois une tonne d'étain ou plus. Dans l'industrie automobile, des alliages d'étain ont fait par ailleurs une poussée rapide grâce à l'évolution des coussinets en aluminium-étain.

Les alliages à base d'étain utilisés dans des petits moulages de précision, dans le modelage et les œuvres d'art, les bijoux de fantaisie et les tuyaux d'orgues, ont une composition assez voisine de celle des antifrictions, mais ils contiennent parfois des éléments additionnels. Le renouveau d'intérêts qui se marque actuellement pour la poterie se traduit par une expansion économique de cette industrie artisanale, résultant d'une adaptation des méthodes de production utilisées par les potiers d'étain et de la variété de leur conception.

Les additions d'étain dans la fonte ont été étudiées depuis plusieurs années et sont fréquemment employées pour obtenir une structure entièrement perlitique. A raison de 1 kg d'étain par tonne de fonte, celle-ci présente une bonne résistance à l'usure et une plus grande homogénéité des propriétés mécaniques, sans altération de l'usinabilité.

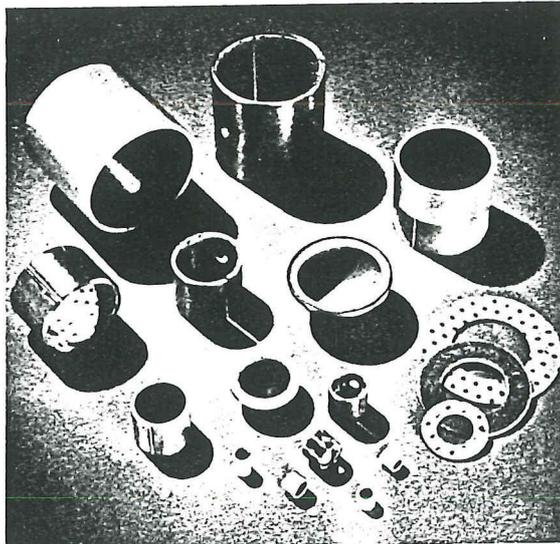
L'utilisation de l'étain seul, ou très faiblement allié, s'applique à plusieurs domaines dont l'importance revêt un caractère plus technique et moins massif. Ces applications, non négligeables, comprennent les feuilles d'étain en électricité, en emballage, etc., et aussi les feuillards minces, les tuyaux, le fil et la poudre. Cette dernière sert à divers usages mais il en est un, récemment développé, qui promet beaucoup, car il concerne la métallurgie des poudres, où celle d'étain est un adjuvant au frittage de la poudre de fer.

Le procédé du verre « flotté » est basé sur l'emploi d'un bain d'environ cent tonnes d'étain liquide servant de support rigoureusement plan à la nappe de verre fondu destiné à former une feuille de glace polie, sans nécessiter de finition.

E. Sels et dérivés organiques d'étain

Les applications de ces produits couvrent un ensemble de domaines complètement différents : ils vont de la préservation du bois aux industries de la céramique et de la pâte dentifrice aux pesticides.

Les dérivés organostanniques sont des combinaisons de l'atome d'étain au carbone, qui au cours des dernières années, sont passés du stade de la recherche en laboratoire à celui de l'exploitation industrielle avec un taux de croissance élevé. Les dérivés dibutylétain et dioctylétain, servant de stabilisants des PVC divers,

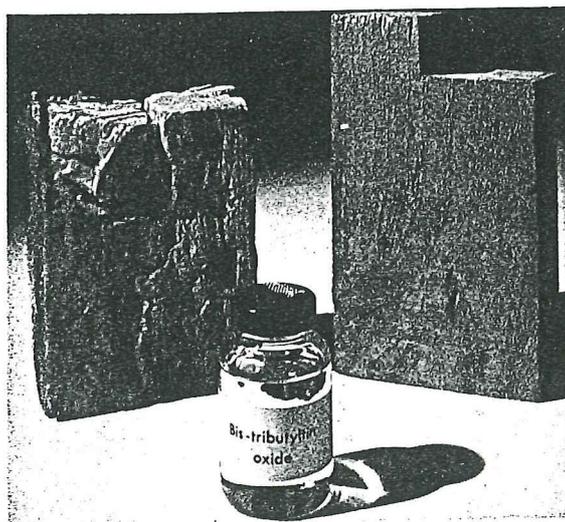


Coussinets Glacier DU et DX.

Cliché : The Glacier Metal Co. Ltd., Wembley, England.

sont les plus importants en quantité utilisée. Les groupes tri-alcoïles et tri-aryles, et quelques autres relativement plus récents sont utilisés comme biocides, en protection des bois, comme fongicides pour l'agriculture, en peinture anti-salissure marine, comme miticides et insecticides.

Les sels minéraux de l'étain sont très largement employés en galvanoplastie, ensuite comme catalyseurs dans des procédés de synthèses chimiques et comme réactifs ; de même comme colorants et opacifiants dans les industries du verre et de la céramique. La nomenclature de leurs applications est trop vaste pour qu'on puisse la résumer. Beaucoup de leurs usages, même d'importants, sont cependant assez mystérieux comme par exemple, en fabrication des mousses de polyuréthane, où des quantités



Exemples de bois traité (à droite) et non traité.

Cliché : T.R.I.

importantes de sels d'étain interviennent sous la forme d'octoate stanneux qui sert de catalyseur. Tout ceci démontre qu'un fort grand nombre d'industries essentielles ont besoin d'étain pour la conduite de leurs opérations et qu'elles ne pourront jamais s'en passer.

F. Production mondiale et consommation

Comme les principaux usages de l'étain dont il vient d'être question, concernent des applications spéciales dans des industries essentielles, la consommation est surtout marquée dans les pays hautement industrialisés. Toutefois, la provenance de l'étain est limitée à quelques régions du monde dont la plupart sont en voie de développement et s'appuient sur leurs exploitations de minerais stannifères qui sont exportés, en partie comme concentrés et le reste après réduction comme métal, pour s'assurer les revenus nécessaires à leur économie. Les zones minéralisées les plus importantes du globe se trouvent aux environs de l'équateur, en Asie du Sud-Est, en Afrique Centrale et en Amérique du Sud.

Depuis le début de cette décennie, la production mondiale de cassitérite (à l'exclusion de la Chine et de l'U.R.S.S.) correspond à 189 900 t/an d'étain métal contenu dans le minerai, dont 40 % environ proviennent de Malaisie, 16 % de Bolivie et 23 % par moitié de Thaïlande et d'Indonésie. Les tonnages moyens produits de 1970 à 1972 sont classés par pays dans le tableau ci-dessous.

Production mondiale d'étain (métal contenu dans les concentrés)

Pays	1970-1972 Moyenne annuelle (t)	% du total
Malaisie	75 400	39,7
Bolivie	30 900	16,3
Thaïlande	21 900	11,5
Indonésie	20 200	10,6
Australie	10 100	5,3
Nigérie	7 300	3,9
Zaïre	6 500	3,4
Divers	17 600	9,3
Total	189 900	100,0

Tous les pays producteurs de cassitérite ont installé des fonderies d'étain, mais leur capacité n'est pas toujours suffisante pour traiter la totalité du minerai extrait, c'est le cas pour l'Australie, la Bolivie, l'Indonésie et le Zaïre ; toutefois cette situation évolue peu à peu. Pour chacune des trois années de référence, la quantité de concentrés non fondus sur place est évaluée à 50 000 t/an, soit 26 % de la production mondiale actuelle.

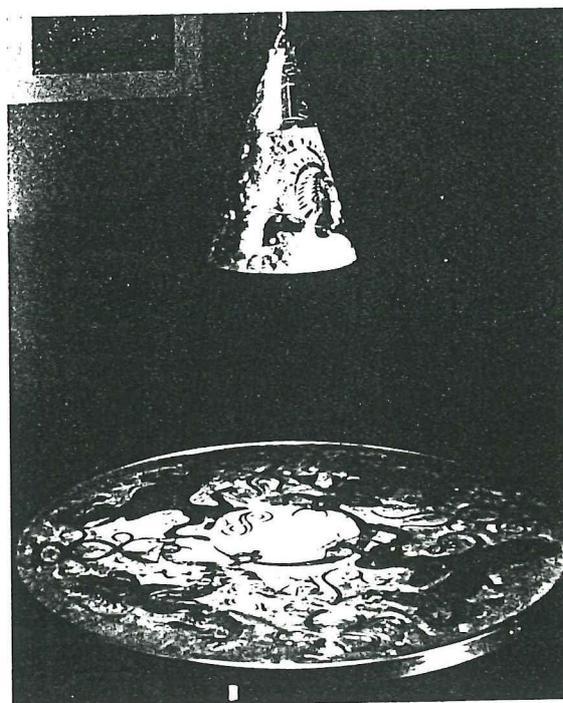
Les principales fonderies d'étain dans le monde se répartissent dans les pays ci-après : en Argentine (Buenos Aires), en Australie (Alexandria N.S.W.), en Belgique (Hoboken), en Bolivie

(Oruro), au Brésil (Volta Redonda et São Paulo), en R.F.A. (Essen), en Indonésie (Bangka) au Danemark (Northrup), au Japon (Nashima), en Malaisie (Penang et Butterworth), au Mexique (Tlalnepantla), en Nigérie (Jos), au Portugal (Mangualde), en Union Sud-Africaine (Pretoria), en Rhodésie (Bulawayo), en Espagne (Madrid et Bilbao), en Thaïlande (Phuket), au Royaume-Uni (North Ferriby et Kirkby), aux U.S.A. (Texas City) et au Zaïre (Manono).

La production annuelle mondiale des fonderies d'étain pour chacune des années précitées, et répartie par pays, s'établit en moyenne comme suit :

Production mondiale des fonderies d'étain

Pays	1970-1972 Moyenne annuelle (t)	% du total
Malaisie	89 900	48,1
Royaume Uni	22 200	11,9
Thaïlande	22 000	11,8
Indonésie	8 800	4,7
Nigérie	7 400	4,0
Australie	6 200	3,3
Bolivie	4 500	2,4
Divers	25 700	13,8
Total	186 700	100,0

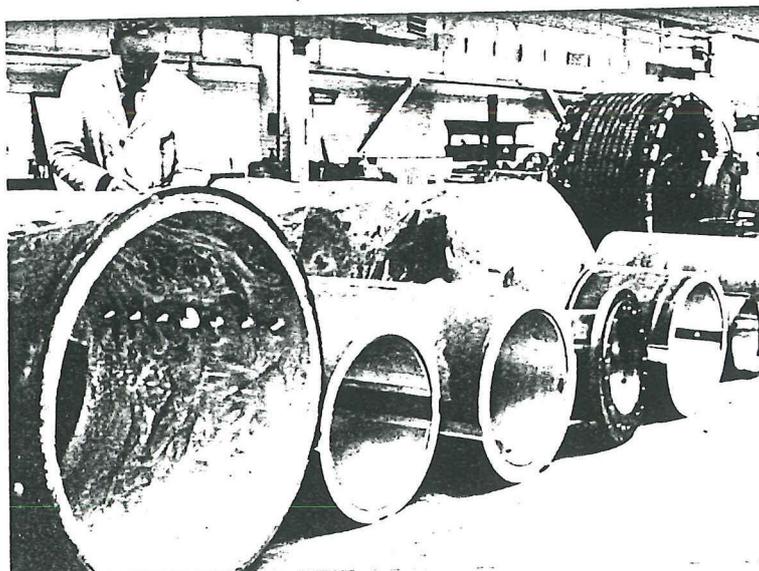


Cet ensemble en « pewter », dessus de table et abat-jour, créé par Maria Ullman, « My Studio » de Munster.

Cliché : T.R.I.

Les grands coussinets marins en métal blanc constituent un vaste débouché pour l'étain.

Cliché : Glacier Metal Co. Ltd., Jarrow, Co. Durham.



La demande d'approvisionnement en métal des principaux pays consommateurs au cours de ces trois années, se traduit en moyenne par une quantité dépassant 161 000 t par an, soit environ 86 % du tonnage global de production mondiale ou de la consommation d'étain. Les trois quarts (120 000 t) sont originaires des pays du Sud-Est Asiatique, et la Malaisie compte à elle seule pour 55 %. Ce trafic à l'importation concerne quelques grandes puissances : les Etats-Unis (51 000 t), le Japon (28 500 t), l'Allemagne (15 500 t), la France (10 700 t), l'Italie (7 300 t) et le Royaume-Uni (7 100 t). Donc les records de consommation sont observés principalement dans les pays à haute densité industrielle de l'hémisphère boréal : l'Amérique du Nord (Etats-Unis et Canada), l'Europe Occidentale (Grande-Bretagne y compris) et le Japon. Depuis 1970, la consommation mondiale d'étain primaire atteint en moyenne 187 800 t/an (à l'exclusion des pays de l'Est et de la Chine). Elle s'est accrue lentement depuis trois ans, mais on a vu des contrastes frappants, car si en Amérique la consom-

mation est restée stationnaire, elle est rapidement passée de 24 000 t à 32 300 t/an au Japon, tandis qu'en Angleterre elle a diminué de 17 000 à 14 600 t/an. On a enregistré un accroissement régulier au Canada et dans l'ancienne communauté des Six, sauf en Hollande. Le dernier tableau donne la répartition actuelle des tonnages d'étain consommés dans les divers pays. L'utilisation de l'étain dans l'industrie est donc une nécessité pour le progrès technologique, et vu l'abondance des réserves minières reconnues, le consommateur est à l'abri des risques quelconques de pénurie, puisque l'extraction suit de près les besoins sans qu'il faille s'inquiéter de savoir par quoi remplacer ce métal indispensable au bien-être et à la prospérité future du genre humain.

Consommation mondiale d'étain primaire

Pays	1970-1972 Moyenne annuelle (t)	% du total
U.S.A.	53 300	28,4
Japon	28 800	15,3
Royaume-Uni	16 000	8,5
Allemagne	14 200	7,6
France	10 700	5,7
Italie	7 300	3,9
Pays-Bas	5 100	2,7
Divers	52 400	27,9
Total	187 800	100,0

AVIS

Les utilisateurs d'étain, de ses alliages et de ses dérivés, peuvent recevoir gracieusement, sur simple demande adressée au

CENTRE D'INFORMATION DE L'ÉTAIN

Rue du Marais 56, 1050 Bruxelles,

la version française de la revue trimestrielle du
TIN RESEARCH INSTITUTE :

« L'ÉTAIN ET SES USAGES »

et toutes les publications de cet Institut relatives au domaine qui les concerne.

Les laboratoires du T.R.I. sont à leur disposition pour l'examen des problèmes pratiques rencontrés dans l'industrie.

« TIN RESEARCH INSTITUTE »

SIÈGE SOCIAL ET LABORATOIRES

Tin Research Institute, Fraser Road, Greenford, Middlesex,
UB6 7AQ England
Téléphone : 01-997 4254

AUSTRALIE

Australian Tin Information Centre, Gold Fields House, Sydney Cove,
Sydney, New South Wales 2000

BELGIQUE ET FRANCE

Centre d'Information de l'Etain, rue du Marais 56, 1000 Bruxelles
Téléphone : (02) 217 57 56

BRÉSIL

Centro de Informações sobre Estanho, Rua do Carmo 43, 10º And ZC-00
Rio de Janeiro, G.B.
Téléphone : 42-8155

ALLEMAGNE OCCIDENTALE

Zinn-Informationsbüro, Kasernenstraße 13, 4000-Düsseldorf 1
Téléphone : 1 68 14

PAYS-BAS

Technisch Informatie Centrum voor Tin, Louis Couperusplein 19,
The Hague
Téléphone : 62 46 91

ITALIE

Centro d'Informazioni dello Stagno, Via Manzoni 41, I. 20121, Milano
Téléphone : 632-089

JAPON

Japan Tin Centre, Shin-Hibiya Bldg., 3-6, 1-Chome, Uchisaiwai-cho,
Chiyoda-ku, Tokyo
Téléphone : (502) 7451, (502) 0874 (direct)

日本

日本錫センター 東京都千代田区内幸町1-3-6 新日比谷ビル 日本鉱業協会内
電話 (502) 7451 (代表)
(502) 0874 (直通)

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Tin Research Institute, Inc., 483 West Sixth Avenue, Columbus, Ohio 43201
Téléphone : (614) 294-3341
and 2600 El Camino Real, Palo Alto, California 94306
Telephone : (415) 327-6650