

FER BLANC 2015

COMPOSITION : le fer-blanc est un produit en [acier](#) doux ou extra doux laminé (la teneur en carbone est inférieure à 0,08 %) recouvert d'une couche d'[étain](#). Le fer-blanc, obtenu par voie électrolytique, est constitué de plusieurs couches. En partant du cœur dans le cas d'un fer blanc d'épaisseur de 0,2 mm avec 5,6 g de Sn/m² sur une face on a :

	Composition	Épaisseur en nanomètres	Masse en g/m ²
Acier doux	Fe	200 000	
Solution solide	Sn dans Fe	100	
Alliage fer-étain	FeSn ₂	100	0,6
Étain libre	Sn	700	5,0
Couche passive	Cr et oxydes de Cr et Sn	2	0,002 de Cr
Film d'huile	dioctylsébaçate (DOS)	5	0,003 à 0,006

A l'extérieur des boîtes en fer-blanc, l'étain joue seulement un rôle de barrière physique à la corrosion de l'acier. La présence de rayures traversant la couche d'étain entraînera la formation de rouille en présence de l'air atmosphérique, en accord avec les potentiels standards des couples Sn²⁺/Sn (-0,14 V) et Fe²⁺/Fe (-0,44 V). Cette corrosion qui a un effet esthétique préjudiciable n'a toutefois pas, en général, de conséquence sur la qualité des produits renfermés dans la boîte.

A l'intérieur de la boîte, milieu hermétiquement clos, en l'absence de dioxygène, en présence d'aliments et d'une solution riche en complexants de l'étain, le comportement électrochimique de la pile étain-fer est modifié et à l'inverse de ce que prévoient les valeurs des potentiels standards des couples redox, l'étain se comporte, en général, comme une anode sacrificielle assurant une protection cathodique du fer. Même en présence de rayures de l'étain, le fer est protégé de l'oxydation et c'est l'étain qui s'oxyde. Par contre dans le cas des boissons carbonatées, la pile Sn-Fe fonctionne dans le sens habituel et l'acier est rapidement attaqué.

De plus, la protection intérieure des boîtes de conserve est renforcée par la présence d'un vernis, le plus courant étant époxyphénolique avec une épaisseur de 5 μm. La blancheur des vernis est obtenue par ajout de [dioxyde de titane](#) ou d'[alumine](#). Cette protection intérieure n'est pas systématique. Les boîtes de fruits, de champignons, par exemple, sont souvent nues, permettant ainsi à l'étain de jouer son rôle antioxydant.

Différents types : ils sont fonction des taux d'étamage qui sont identiques ou différents sur les deux faces. Les taux les plus courants varient de 1,0 à 8,4 g/m².

Actuellement, des feuilles d'acier de 0,09 mm commencent à être utilisées, ainsi que des quantités déposées d'étain réduites à 0,5 g/m². De 1974 à 2014, l'épaisseur moyenne des boîtes a diminué de 0,234 mm à 0,13 mm.

Produits assimilés : le fer blanc, le fer chromé et le fer noir constituent les aciers pour emballages, le fer blanc représentant plus de 80 % de la production d'aciers pour emballages.

Fer chromé (ECCS : Electrolytic Chromium/oxide Coated Steel ou TFS : Tin Free Steel) : certaines lignes électrolytiques peuvent permettre de fabriquer du fer blanc ou du fer chromé. L'acier de base est le même, mais au lieu d'être revêtu d'étain, il est recouvert de chrome (épaisseur : 10 nm, 60 mg/m²), d'oxyde de chrome (épaisseur : 5 nm, 15 mg/m²) et d'huile (3-6 mg/m²). Il doit obligatoirement être verni sur les deux faces.

Fer noir : c'est la bande d'acier avant étamage qui peut être utilisée directement pour quelques applications par exemple pour les bidons d'huile automobile.

FABRICATION INDUSTRIELLE :

Préparation de l'acier :

La coulée continue de l'acier fournit des brames qui sont laminées à chaud jusqu'à atteindre une épaisseur de l'ordre de 2 mm. La couche d'oxyde est enlevée par décapage à l'acide chlorhydrique (l'attaque dure 30 s). Après lavage et séchage, la bande d'acier est laminée à froid, en passant entre plusieurs jeux de cylindres (cages), jusqu'à 0,20 mm, par exemple. La vitesse de défilement de la bande peut atteindre 110 km/h. Après dégraissage, le métal qui est fortement écroui par le laminage, est recuit à 630°C en étant protégé de l'oxydation par du diazote ou du dihydrogène. La durée du recuit dépend du procédé utilisé (3 minutes en recuit continu, 72 heures pour la filière recuit base). Un léger laminage à froid (skin-pass) permet un écrouissage de surface améliorant les qualités mécaniques. Lorsque la réduction d'épaisseur est poussée jusqu'à 30 %, ce dernier laminage permet d'obtenir des bandes d'épaisseur de 0,10 mm. L'acier ainsi obtenu est alors appelé "double réduction". Avant étamage, la surface de la bande subit un dégraissage puis un décapage à l'acide sulfurique. L'acier avant étamage est appelé fer noir.

La consommation d'acier dans ce secteur est, dans l'Union européenne, d'environ 3 millions de t/an.

Étamage électrolytique : le procédé le plus utilisé, en France, est le procédé acide Ferrostan.

La bande à étamer sert de cathode, l'anode est constituée par des barres de 47 kg d'étain pur, qui alimentent en ions Sn²⁺ l'électrolyte. L'électrolyte est composé d'acide 4-hydroxybenzènesulfonique (HO-C₆H₄-SO₃H) et de divers produits d'addition. Le dépôt électrolytique s'effectue en continu, la bande passant dans une succession de bacs d'électrolyse, à 35-40°C, dans lesquels l'étain se dépose.

Les autres procédés utilisent d'autres compositions d'électrolyte : bains alcalins (stannates alcalins), bains à base d'halogénures.

Brillantage, passivation : après rinçage, le fer-blanc subit une refusion vers 300°C où il prend un aspect brillant et au cours de laquelle, se forme l'alliage FeSn₂ à l'interface Fe-Sn, par diffusion de Sn dans l'acier. Le chauffage est effectué par conduction (effet Joule) ou par induction. La passivation chimique est réalisée dans une solution de dichromate de sodium (20-30 g/L à 50°C) qui donne un dépôt d'oxyde de chrome de 0,10 μ g/cm² qui permet une bonne adhérence des vernis

mais ne protège pas de la sulfuration. La passivation électrolytique avec polarisation cathodique de la bande, toujours dans une solution de dichromate de sodium, permet un dépôt de [chrome](#) métallique qui améliore la résistance à la sulfuration. Une couche d'huile, monomoléculaire, en général de dioctylsébaçate (DOS), permet de réduire les dommages créés par abrasion. Le vernis est, en général, appliqué après l'impression des motifs et avant la fabrication des boîtes. Les plus utilisés sont les vernis époxyphénoliques avec des épaisseurs de 5 μ m, la cuisson s'effectue, en général, à 200-210°C pendant 15 minutes.

A l'usine [ArcelorMittal](#) de Florange une ligne de vernissage en bande (VEB) permet de cuire à 300-400°C, par induction, en 2 secondes, le vernis de la bande qui défile à une vitesse de 250 m/min. Une bobine de 14 t (10 km de long) est cuite en 40 minutes.

Recyclage : les aciers pour emballages (contenant 99,7 % de fer) sont ferromagnétiques et donc très facilement récupérés par triage magnétique des ordures ménagères. Dans l'Union européenne, en 2014, le taux de recyclage est de 76 %, avec plus de 2,7 millions de t d'aciers pour emballage recyclés. En 2014, il est de 93,3 % pour la Belgique, 93,3 % l'Allemagne, 94,1 % les Pays Bas, 85,5 % l'Espagne, 78,2 % la France, 55,7 % le Royaume Uni, de 71 % pour les Etats-Unis et, en 2013, de 92,9 % pour le Japon. Cet acier recyclé entre dans les [ferrailles](#) utilisées par la [sidérurgie](#) (voir ce chapitre).

En France, en 2012, le recyclage d'acier provenant d'emballages a été de 407 035 t . En 2011, 104 000 t d'acier provenaient de la collecte sélective.

Aux Etats-Unis, en 2012, le recyclage a porté sur 1,3 million de t soit 21 milliards de boîtes.

PRODUCTIONS d'aciers pour emballages : en 2014, en milliers de t. Monde : 16 000. Union européenne, en 2015 : 3 084.

Chine, estimation en 2013	3 000	France	566
États-Unis	1 754	Brésil	553
Japon	1 645	Espagne	541
Corée du Sud	800	Allemagne, en 2013	449
Pays Bas	838	Royaume Uni	430

Source : Worldsteel, Steel Statistical Yearbook

Dans l'Union européenne la production d'aciers pour emballages (fer blanc et fer chromé) est réalisée dans 7 pays : Allemagne, Pays Bas, France, Espagne, Royaume Uni, Slovaquie et Belgique.

Au Japon, en 2014, la production de fer-blanc est de 865 000 t, celle de fer chromé, en 2013, de 709 000 t.

Producteurs : en 2015.

[Nippon Steel & Sumitomo Metal](#) (Japon) produit des aciers pour emballage au Japon, à Yawata, Hirohata et Nagoya ainsi qu'à travers des joint-ventures, en Chine, à Guangzhou, 200 000 t/an et à Wuhan, 400 000 t/an, en Indonésie, à Cilegon, 160 000 t/an, en Thaïlande, à Map Ta Phut, 150 000 t/an.

[US Steel](#) (Etats-Unis) a produit, en 2015, 1,355 million de t d'aciers pour emballages, aux Etats-Unis (927 000 t) dans l'Indiana, à Gary, Portage et Chicago, en Californie, à Pittsburg, avec une joint venture 50/50 avec Posco et en Europe (428 000 t), à Kosice, en Slovaquie.

[ArcelorMittal](#), avec 16 unités de production de fer blanc et 1 de fer chromé possède une capacité mondiale de production de 3,4 millions de t/an de fer blanc et 300 000 t/an de fer chromé. En Europe, le groupe possède 5 sites de production avec une capacité de 2,0 millions de t/an, en Espagne à Avilès avec 2 lignes de production de fer blanc de 400 000 t/an et à Etxebarri, 350 000 t/an, en France, à Basse Indre (44), 410 000 t/an et Florange (57), 450 000 t/an, en Belgique, à Liège. Possède également 3 usines en Amériques avec une capacité de 800 000 t/an dont, aux Etats-Unis, à Weirton en Virginie Occidentale, au Canada, à Hamilton, dans l'Ontario, avec 291 000 t/an. Exploite également des sites de production à Vanderbijlpark, en Afrique du Sud et Temirtau, au Kazakhstan avec une capacité de 800 000 t/an.

En 2015, les productions ont été de 2,2 millions de t dont 1,6 million de t en Europe.

[ThyssenKrupp](#) (Allemagne) avec sa filiale, [Rasselstein](#), produit 1,5 million de t/an à Andernach, en Allemagne.

[Baosteel](#) (Chine), a produit, en 2014, 897 000 t de fer blanc et 180 000 t de fer chromé.

[Tata Steel](#) (Inde) produit 1,2 million de t/an, en Inde, à Jamshedpur, avec 314 000 t, en 2015-16, aux Pays Bas, à IJmuiden, au Royaume Uni, à Trostre, au Pays de Galles, en Norvège et en Belgique.

SITUATION FRANÇAISE : en 2015.

- Livraisons d'aciers pour emballages, en 2014 : 566 000 t.
- Importations : 192 892 t, d'Allemagne à 61 %, des Pays Bas à 15 %.
- Exportations : 299 516 t, vers l'Italie pour 23 %, l'Allemagne pour 20 %, les Pays Bas pour 10 %.

Un seul producteur : [ArcelorMittal](#) avec 4 lignes d'étamage :

- 2 lignes, d'une capacité de 450 000 t/an, à Florange près de Thionville (57).
- 2 lignes, d'une capacité de 410 000 t/an, à l'usine de Basse Indre près de Nantes (44).

UTILISATIONS :

Consommations : dans le monde : 14 millions de t.

Secteurs d'utilisation : en 2010, en Europe, pour l'ensemble des aciers pour emballages.

Boîtes appertisées	54 %	Couvercles	9 %
Boîtes diverses	14 %	Aérosols	8 %
Boîtes boisson	12 %	Autres	3 %

En 2015, en France, la production d'emballages métalliques a été de 639 200 t dont 357 700 t en acier et 281 500 t en aluminium. Sur ce total, la production d'emballages pour conserves appertisées a été de 213 900 t en acier et de 43 400 t en aluminium, celle pour conserves non appertisées de 28 000 t, celle pour aérosols et pour applications industrielles de 21 800 t en acier et 40 000 t en aluminium.

Les exportations ont été de 158 800 t dont 63 100 t d'emballages en acier et 95 700 t d'emballages en aluminium.

[Localisation des usines de production d'emballages métalliques, en France](#), adhérentes au Syndicat National des Fabricants de boîtes, emballages et bouchages métalliques.

Boîtes appertisées :

Nicolas Appert, industriel français, à découvert, vers 1800, le procédé de conservation des aliments par chauffage, au bain-marie, dans des récipients hermétiquement clos. Il répondait à une offre de prime de 12 000 Francs du Directoire pour la personne qui parviendrait à mettre au point une méthode de conservation fiable des aliments destinés aux armées. Cette méthode de conservation est depuis appelée appertisation. Ce n'est que vers 1860 que Pasteur a démontré scientifiquement le rôle de l'appertisation par la destruction des micro-organismes pathogènes à haute température. Initialement en [verre](#), les récipients utilisés par Appert ont été, dès 1815, remplacés par le fer-blanc à la suite du brevet de l'anglais Peter Durand.

Actuellement, en France, 30 variétés de légumes sont disponibles en conserve, soit plus de 1,5 million de t et 15 variétés de fruits (400 000 t).

Pour les petits formats de boîtes, < 0,5 kg, la boîte appertisée est généralement constituée d'un corps embouti fermé par un couvercle à ouverture facile ou un fond, fixé par sertissage mécanique. La boîte n'ayant pas besoin d'être soudée, l'acier utilisé est du fer chromé verni.

Pour les autres formats et en particulier lorsque la hauteur est nettement supérieure au diamètre, l'emboutissage n'est plus possible et le corps est un flan de fer-blanc roulé et soudé électriquement.

La production française de boîtes de conserve appertisées a été, en 2015, de 275 300 t dont 213 900 t en acier et 43 400 t en aluminium. Les exportations ont été de 50 500 t dont 28 200 t en acier et 22 300 t en aluminium. Les importations de boîtes en acier ont été de 35 600 t à 78 % d'Espagne.

Boîtes-boisson :

La boîte est fabriquée en 2 pièces : le fond et le corps étant obtenus à partir d'une même feuille. Ces boîtes sont soit embouties-réembouties (même épaisseur des parois et du fond) soit embouties-repassées (le fond garde l'épaisseur de la feuille de départ : 0,20 mm, les parois deviennent très minces : 0,07 mm). Ces dernières boîtes sont utilisées pour les boissons gazeuses, la pression interne de la boisson (2 à 7 bar) assurant la rigidité des parois.

Dans le monde, elles sont à 90 % en aluminium et 10 % en acier.

Une boîte en aluminium pèse 13,3 g, l'épaisseur de la paroi est de 100 μ m. Une boîte en fer blanc pèse 23 g, l'épaisseur est de 70 μ m. De 1984 à 1989, le poids moyen des boîtes de boisson a été réduit de 15 % puis, de 1991 à 1994, de 30 %.

Les couvercles à "ouverture facile" pour boîte boisson ont pendant longtemps été en [aluminium](#). Toutefois, des produits en acier commencent à apparaître.

Les cadences de production atteignent jusqu'à 2 000 boîtes/min par ligne de production, soit plus de 1 milliard de boîtes/an.

Mi-2015, dans l'Union européenne, il y a 98 lignes de production (19 avec du fer-blanc, 79 avec de l'aluminium) dans 38 usines de fabrication de boîtes-boisson. 15 usines pour [Rexam](#) (Autriche, République Tchèque, Danemark, Finlande, Allemagne, Italie, Espagne, Suède, Royaume-Uni), 9 pour [Ball Packaging](#) (Allemagne, Royaume-Uni, France, Pays-Bas, Pologne), 8 pour [Crown Bevcan](#) (Royaume-Uni, France, Espagne, Grèce, Slovaquie), 5 pour [Can Pack](#) (Royaume Uni, Finlande, Roumanie, Pologne), 1 pour Bagpack, en Pologne. De plus, il y a 11 usines de fabrication de couvercles, en France, Allemagne, Grèce, Irlande, Pologne et Royaume Uni.

Mi-2015, dans l'Union européenne, [Ball Packaging](#) exploite 8 lignes de boîtes en acier et 15 en aluminium, [Crown Bevcan](#), 7 lignes en acier, 14 lignes en aluminium, [Rexam](#), 3 lignes en acier et 37 en aluminium, [Can Pack](#), 9 lignes en aluminium, Bagpack, 1 ligne en acier. En 2013, les parts de marché sont de 39 % pour Rexam, 30 % pour Ball Packaging, 18 % pour Crown, 13 % pour Can-Pack.

[Ball Packaging](#) (Etats-Unis) possède en Amériques, 15 usines de production de boîtes boisson aux Etats-Unis, 4 au Brésil, 1 au Canada et 1 au Mexique. En Chine, 6 usines et une part de marché de 18 %, au Viet-Nam, 1 usine et dans l'Union européenne, 9 usines et une part de marché de 30 %. En juillet 2016, Ball Packaging a acquis la société Rexam et a cédé une partie de ses unités de production et de celles de Rexam (12 en Europe, 8 aux Etats-Unis, 2 au Brésil) au groupe [Ardagh](#).

[Crown](#) (Etats-Unis) possède 12 usines aux Etats-Unis et 2 au Canada. 5 usines au Brésil, 8 usines dans l'Union européenne, 7 usines en Chine, 4 usines au Viet-Nam, 2 usines en Arabie Saoudite, au Cambodge et en Turquie, 1 usine en Colombie, Mexique, Porto Rico, Jordanie, Tunisie, Dubaï, Malaisie, Singapour, Thaïlande.

[Rexam](#) (Royaume Uni) a produit, en 2015, 66 milliards de boîtes dans 56 usines dont 18 usines en Amérique du Nord, 15 usines dans l'Union européenne, 12 usines en Amérique du Sud, 3 usines en Russie et des usines en Inde, Egypte, Turquie, Arabie Saoudite, Corée du Sud. A été acquis, en 2016, par Ball Packaging.

[Toyo Seikan Kaisha](#) (Japon), possède 11 usines au Japon, 3 en Chine et en Thaïlande, 1 au Viet-Nam.

[Can Pack](#) (Pologne) possède 5 usines dans l'Union européenne, 2 usines en Russie et 1 en Egypte, Maroc, Inde, Dubaï.

En France, la première unité de production de boîtes a été implantée en 1985 par la Sofreb (aujourd'hui Crown Bevcan) à Custines (54) en utilisant le fer-blanc produit par l'usine Sollac de Mardyck reconvertie actuellement dans la production d'acier galvanisé. La capacité de production de boîtes de l'ensemble des producteurs est, en 2015, de 5,6 milliards d'unités et 10 milliards de couvercles. Crown Bevcan exploite une usine de production de boîtes à Custines (54) avec 2 lignes de boîtes en acier et 1 ligne de boîtes en aluminium, Ball Packaging une usine de boîtes en acier à Bierne (59) avec 3 lignes de production et une de boîtes en aluminium à La Ciotat (13) avec 2 lignes de production et Rexam une usine de couvercles à Mont (64). En 2015, les ventes ont été de 5,1 milliards de boîtes, à 33 % destinées à renfermer de la bière.

Consommation de boîtes de boisson : en 2015. Monde : 320 milliards de boîtes, Union européenne, en 2013 : 58,8 milliards.

- États-Unis : 95 milliards totalement en aluminium.
- Japon : 30 milliards dont 11,2 milliards d'unités en acier.
- Chine : 36 milliards.
- Brésil : 20,9 milliards.
- Royaume-Uni : 9,6 milliards.
- Espagne : 6,8 milliards.
- Russie : 5,4 milliards.
- Pologne : 5,1 milliards.
- Pays Bas : 4,7 milliards.
- France : 5,0 milliards.
- Allemagne : 4,1 milliards.

Évolution de la consommation de boîtes-boisson en Europe (y compris Turquie et Russie) : 15 millions de boîtes en 1987, 32 milliards en 1996, 64 milliards en 2015.

Générateurs aérosols :

En 2015, la production mondiale de générateurs aérosols, en fer blanc ou en aluminium, est d'environ 15 milliards d'unités dont 5,22 milliards d'unités dans l'Union européenne, 3,82 milliards aux États-Unis, 1,66 milliard d'unités en Chine, 1,13 milliard d'unités en Argentine, 0,63 milliard d'unités au Brésil, 0,52 milliards au Japon.

En Europe, les principaux producteurs sont, en 2015, le Royaume-Uni avec 1,540 milliard d'unités, l'Allemagne avec 1,330 milliard d'unités, la France avec 0,749 milliard d'unités, l'Italie, en 2014, avec 0,551 milliard d'unités.

Ils sont utilisés, en Europe, à 56 % pour les soins personnels, 22 % pour des produits d'entretien, 7 % pour l'automobile et les applications industrielles, 5 % pour des aliments, 5 %, pour les produits pharmaceutiques et vétérinaires, 4 % pour les peintures et vernis.

En France, sur une production totale, en 2015, de 749 millions d'unités, hors verre et plastique, la part de l'aluminium est de 76 %, celle de l'acier de 24 %, avec 401 millions d'unités pour les produits pour le corps (97 % aluminium, 3 % acier) et 82,5 millions d'unités pour les produits d'entretien (8 % aluminium, 92 % acier).