

## FER-BLANC 2022

### 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/m<sup>2</sup> sur une face on a :

	Composition	Épaisseur, en nanomètres	Masse en g/m <sup>2</sup>
Acier doux	Fe	200 000	
Solution solide	Sn dans Fe	100	
Alliage fer-étain	FeSn <sub>2</sub>	100	0,6
Étain libre	Sn	700	5,0
Couche passive	<a href="#">Cr</a> 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 Sn<sup>2+</sup>/Sn (-0,14 V) et Fe<sup>2+</sup>/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/m<sup>2</sup>.

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/m<sup>2</sup>. 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/m<sup>2</sup>), d'oxyde de chrome (épaisseur : 5 nm, 15 mg/m<sup>2</sup>) et d'huile (3-6 mg/m<sup>2</sup>). 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 Sn<sup>2+</sup> l'électrolyte. L'électrolyte est composé d'acide 4-hydroxybenzènesulfonique (HO-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-SO<sub>3</sub>H) 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 FeSn<sub>2</sub> à l'interface Fe-Sn, par diffusion de Sn dans l'acier. Le chauffage est effectué par conduction (effet Joule) ou par induction. Afin d'éviter l'oxydation de l'étain, une 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 µg/cm<sup>2</sup> 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.

Le dichromate de sodium (Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) présente l'inconvénient de renfermer du chrome sous forme de chrome VI, cancérigène. Afin d'éviter son utilisation, une alternative ([Chrome Free Passivation Alternative](#) - CFPA), est en cours de préparation. Chaque producteur européen a converti une ligne

de production et l'ensemble des lignes devrait être converti avant 2023. La solution d'ions dichromate est remplacée par une solution d'ions hexafluorotitanate -  $(F_6Ti)^{2-}$  et d'ions hexafluorozirconate -  $(F_6Zr)^{2-}$  qui donnent un dépôt d'oxydes de titane et de zirconium.

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  $\mu$ m, la cuisson s'effectue, en général, à 200-210°C pendant 15 minutes. Dans le cas de l'acier destiné à la fabrication des boîtes-boisson, l'étain ne subit pas, en général, de refus. Son rôle principal est d'assurer une lubrification lors de l'emboutissage des boîtes.

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 plus la Norvège et la Suisse, en 2019, le taux de recyclage est de 84 %, avec plus de 2,7 millions de t d'aciers pour emballage recyclées. Il est de 98,9 % pour la Belgique, 95,6 % pour les Pays Bas, 92,4 % pour l'Allemagne, 90,6 % pour la France. En 2015, il est de 71 % pour les États-Unis et en 2018, de 92,0 % pour le Japon. Cet acier recyclé entre dans les [ferrailles](#) utilisées par la [sidérurgie](#).

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

## Productions

D'aciers pour emballages, en 2017. Monde : 16 millions de t. Union européenne, en 2018 : 2,787 millions de t.

en milliers de t			
Chine, estimation en 2013	3 000	Corée du Sud	756
Japon	1 622	Espagne	706
Allemagne, en 2015	1 338	Brésil	525
États-Unis	1 311	France	524
Pays Bas	809	Royaume Uni	396

*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 :

- [Nippon Steel](#) (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](#) (États-Unis) a produit, en 2019, 1,092 million de t d'aciers pour emballages, aux États-Unis (642 000 t) dans l'Indiana, à Gary, Portage et Chicago, en Californie, à Pittsburg et en Europe (440 000 t), à Kosice, en Slovaquie.
- [ArcelorMittal](#), avec, en 2020, 15 unités de production de fer blanc et 2 de fer chromé possède une capacité mondiale de production de 3,1 millions de t/an de fer blanc et 400 000 t/an de fer chromé et a produit, en 2020, 1,7 million de t. 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 États-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.
- [ThyssenKrupp](#) (Allemagne) avec sa filiale, Rasselstein, produit 1,5 million de t/an à Andernach, en Allemagne.
- [Baowu](#) (Chine), produit 1,2 million de t/an de fer blanc.
- [Tata Steel](#) (Inde) produit 1,2 million de t/an, en Inde, à Jamshedpur, et en Europe, aux Pays Bas, à IJmuiden, au Royaume Uni, à Trostre, au Pays de Galles, en Norvège et en Belgique.

## Situation française

En 2022.

**Production** : livraisons d'aciers pour emballages : 524 000 t, en 2017.

### Commerce extérieur :

Les exportations de fer blanc étaient de 273 193 t avec comme marchés principaux à :

- 25 % l'Italie,
- 24 % l'Allemagne,
- 11 % la Belgique,
- 11 % les Pays Bas,
- 8 % le Danemark.

Les importations s'élevaient à 146 708 t en provenance principalement à :

- 44 % d'Allemagne,
- 19 % des Pays Bas,
- 13 % d'Espagne,
- 7 % de Slovaquie,
- 6 % de Belgique.

**Producteur** : 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 %

*Source : APEAL*

En 2017, en France, la production d'emballages métalliques a été de 498 500 t dont 309 700 t en [acier](#) et 188 800 t en [aluminium](#). Sur ce total, la production d'emballages pour conserves appertisées a été de 179 300 t en acier et de 33 000 t en aluminium, celle pour conserves non appertisées de 26 900 t, celle pour aérosols de 61 300 t dont 25 100 t en acier et 36 200 t en aluminium et, en 2016, celle pour applications industrielles de 17 000 t en acier et 18 500 t en aluminium.

Les exportations ont été de 177 900 t dont 67 800 t d'emballages en acier et 110 100 t d'emballages en aluminium.

### Boîtes appertisées

Nicolas Appert, industriel français, a 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 2017, de 212 300 t dont 179 300 t en acier et 33 000 t en aluminium. Les exportations ont été de 47 100 t dont 34 500 t en acier et 12 600 t en aluminium. Les importations de boîtes en acier ont été de 41 100 t principalement, à 70,3 %, 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 µm. Une boîte en fer blanc pèse 23 g, l'épaisseur est de 70 µm. 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.

### **Producteurs mondiaux :**

- [Ball Packaging](#) (États-Unis) possède en Amériques, 18 usines de production de boîtes boisson aux États-Unis, 9 au Brésil, 2 au Mexique, 1 au Canada, en Argentine, au Paraguay et au Chili avec, en 2019, une production de 66 milliards de boîtes. Ainsi que 2 usines en Inde, 1 en Birmanie, en Égypte, en Inde, en Arabie Saoudite, en Turquie et dans l'Union européenne, 16 usines et une part de marché, en Europe, de 43 %, en 2020, avec de plus des usines en Russie, Serbie et Suisse.

En juin 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 États-Unis, 2 au Brésil) au groupe [Ardagh](#). En Amérique du Nord, sur une production totale de 121 milliards de boîtes, sa part de marché est de 42 %.

- [Crown](#) (États-Unis) possède 12 usines aux États-Unis, 2 au Canada, 6 usines au Brésil et au Mexique, 9 usines dans l'Union européenne, 3 usines en Chine, 4 usines au Vietnam, 2 usines en Arabie Saoudite, au Cambodge et en Turquie, 1 usine en Colombie, Jordanie, Tunisie, Dubaï, Malaisie, Birmanie, Singapour, Thaïlande, Indonésie.
- [Ardagh](#) : suite à l'acquisition de Rexam par Ball Packaging, Ardagh a récupéré en Europe, 10 usines de Ball dont celle de La Ciotat, en France et 2 de Rexam, aux États-Unis, 8 usines de Rexam et au Brésil, 2 usines de Ball. En 2020, possède 23 usines de production dont 8 aux États-Unis, 4 en Allemagne, 3 au Brésil et au Royaume Uni, 1 en Autriche, en France, aux Pays Bas, en Pologne et en Espagne.
- [Toyo Seikan](#) (Japon), possède 11 usines au Japon, 3 en Chine et en Thaïlande, 1 au Vietnam.
- [Can Pack](#) (Pologne) possède 6 usines dans l'Union européenne, 2 usines en Russie et 1 en Égypte, Maroc, Inde, Dubaï. En 2017, a inauguré une usine à Helmond, aux Pays Bas, avec 2 lignes de production de 2 milliards/an de boîtes en aluminium. En 2020, possède, avec 18 usines, une capacité de production de 27 milliards de boîtes-boisson.

### **Situation française :**

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 2016, 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 converties, en 2017, en lignes en aluminium,
- Ball Packaging une usine de boîtes en acier à Bierne (59) avec 3 lignes de production et une usine de couvercles à Mont (64),

- Ardagh une usine de boîtes en aluminium à La Ciotat (13) avec 2 lignes de production. 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 2018. Monde : 335 milliards de boîtes (360 milliards, en 2020), 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, en 2020 : 44 milliards.
- Brésil, en 2020 : 33 milliards.
- Mexique, en 2020 : 15 milliards.
- Royaume-Uni : 9,8 milliards.
- Espagne : 6,8 milliards.
- Russie : 5,4 milliards.
- Pologne : 5,1 milliards.
- Pays Bas : 4,7 milliards.
- France : 5,1 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 2020, la production mondiale de générateurs aérosols, en fer blanc ou en aluminium, est d'environ 16 milliards d'unités dont 5,271 milliards d'unités en Europe, 3,752 milliards aux États-Unis, 2,715 milliards d'unités en Chine, 1,502 milliard d'unités au Royaume Uni, 1,080 milliard d'unités au Brésil, 0,765 milliard d'unités en Argentine, 0,644 milliard d'unités au Mexique, 0,505 milliard au Japon.

Dans l'Union européenne, les principaux producteurs sont, en 2020, l'Allemagne avec 1,038 milliard d'unités, la France avec 0,648 milliard d'unités, l'Italie avec 0,495 milliard d'unités. Ils sont utilisés, en Europe, à 54,4 % pour les soins personnels, 23,5 % pour des produits d'entretien, 9,01 % pour l'automobile et les applications industrielles, 5,68 % pour les peintures et vernis, 4,45 % pour des aliments, 2,96 % pour les produits pharmaceutiques et vétérinaires.

En France, sur une production totale, en 2018, de 696 millions d'unités, hors verre et plastique, la part de l'aluminium est de 61 %, celle de l'acier de 39 %, avec 444,5 millions d'unités pour les produits pour le corps (76,5 % aluminium, 23,5 % acier) et 72,9 millions d'unités pour les produits d'entretien (2,7 % aluminium, 97,3 % acier).