

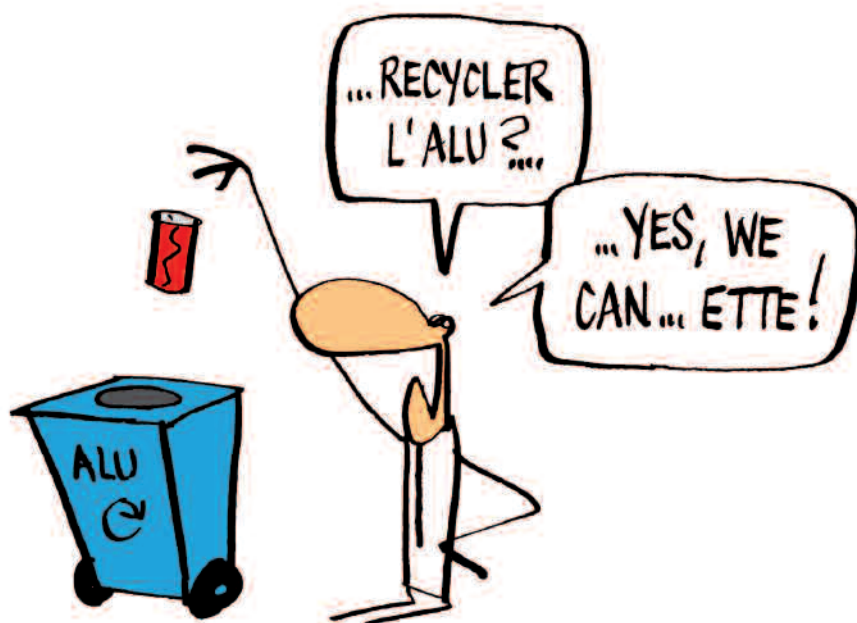
# D6-MÉTAUX COURANTS

CETTE FICHE TRAITE DES MÉTAUX LES PLUS COURAMMENT UTILISÉS POUR DES OBJETS FAISANT PARTIE DES ACHATS PROFESSIONNELS:

→ MÉTAUX FERREUX (MAGNÉTIQUES): FONTE, ACIER, FER-BLANC, INOX

→ MÉTAUX NON FERREUX (ABRÉVIATION COURANTE MNF): ALUMINIUM, CUIVRE, ZINC, PLOMB, NICKEL ET ÉTAIN.

LES AUTRES MÉTAUX, DONT LES MÉTAUX NOBLES (OR, ARGENT, PLATINE, ETC.) NE SONT PAS PRIS EN COMPTE.



# D6-MÉTAUX COURANTS

## PROBLÉMATIQUE

### CONTEXTE

Les métaux sont en général de bons conducteurs électriques et thermiques. À l'état pur, ils présentent des caractéristiques mécaniques relativement faibles, raison pour laquelle on les utilise la plupart du temps sous forme d'alliages.

### Les alliages

La combinaison d'un métal avec un ou plusieurs autres éléments chimiques permet, par exemple, de le rendre plus dur ou plus flexible (caractéristiques mécaniques), d'en modifier les caractéristiques chimiques (résistance à la corrosion, etc.) ou d'en faciliter l'usinage et les traitements menant aux produits finis.

On parle souvent d'alliage pour un mélange de différents métaux. Le nom de l'alliage prend celui du métal principal si la part des autres métaux est très faible. On donne un nom particulier à l'alliage si les différents métaux y sont présents en parts comparables. Le laiton est ainsi un alliage de 50% de cuivre et 50% de zinc.

### Exemples d'alliages

Métal de base	Éléments ajoutés	Nom de l'alliage
Fer	Carbone < 2%	Acier
	Carbone entre 2 et 6%	Fonte
	Chrome (11 à 25%) + nickel (9 à 15%) + carbone (~ 0,1%) et autres éléments (~ 2%)	Acier inoxydable (inox)
Cuivre	Étain	Bronze
	Zinc	Laiton
	Argent	Billon
Aluminium	Silicium, cuivre, manganèse, magnésium, zinc, en proportions variables mais très faibles	Aluminium

La production de métaux industriels dans le monde est en croissance exponentielle depuis les années 1950, notamment pour l'acier et l'aluminium. Mais l'acier reste le premier alliage produit au monde, avec 1330 millions de tonnes en 2008. La production d'aluminium est 30 fois plus faible, celle des autres métaux encore inférieure.

Les prix des métaux varient beaucoup selon leur pureté et leur degré de transformation. Les cours de la bourse aux métaux constituent également un facteur de fluctuation des prix. Ils servent de base de calcul dans toutes les négociations commerciales de gré à gré ou par contrat.

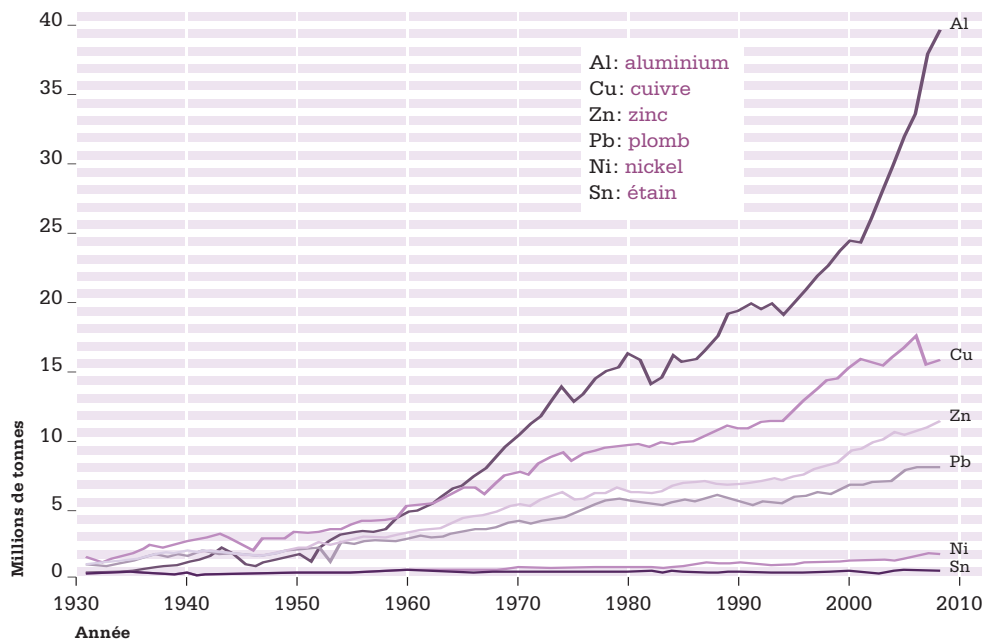
### Production mondiale

	en millions de tonnes	Cours des métaux en CHF/kg
Acier	1330,00	0,60
Aluminium	40,00	pur: 1,80 alliage: 1,60
Cuivre	16,00	5,30
Zinc	11,00	1,60
Plomb	3,80	1,70
Nickel	1,60	1,60
Étain	0,33	14,00

Source: Ecomines et USGS, 2008; LME, 2009

## Production de quelques métaux non ferreux dans le monde depuis 1950 (en millions de tonnes)

(aluminium de première fusion et cuivre raffiné non allié)



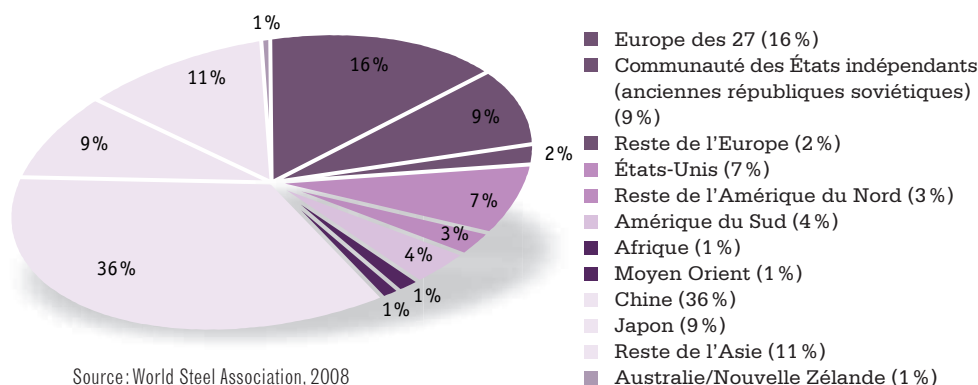
Source : Société chimique de France, d'après l'Annuaire Statistique Mondial des Minerais et Métaux (SIM et BRGM) jusqu'en 1999 et USGS depuis cette date

La production mondiale de métaux se répartit géographiquement en fonction des disponibilités en ressources naturelles (matières premières). La Chine est le premier producteur mondial d'acier (38%)<sup>1</sup> et d'aluminium<sup>2</sup> (17%), suivie, pour l'acier, par le Japon, les États-Unis, la Russie et l'Inde, et pour l'aluminium, par la Russie, les États-Unis, le Canada et l'Australie.

### Exemple de répartition de la production d'acier

La production d'acier dans le monde a atteint environ 1350 millions de tonnes en 2009, soit une croissance de 675% depuis 1950<sup>3</sup>. L'Asie tient la première place au niveau des volumes, suivie par l'Europe, l'Amérique du Nord et le reste du monde.

### Répartition de la production d'acier dans le monde en 2007 (en volume)



Source : World Steel Association, 2008

<sup>1</sup> World Steel Association, 2008

<sup>2</sup> Altech, 2006

<sup>3</sup> Société chimique de France, societechimiquedefrance.fr

## PRODUCTION, UTILISATION ET RECYCLAGE

La production de métaux se fait soit par extraction d'un minerai de source géologique, soit à base de métaux recyclés (deuxième fusion). La quantité de métaux à l'état pur dans la nature ne permet pas une exploitation suffisante par rapport aux besoins actuels. La filière de recyclage est alimentée par les chutes de production, les chutes de l'industrie de transformation ainsi que les produits en fin de vie collectés tels quels (post-consommation) ou après un premier traitement (récupération en sortie d'incinération ou après broyage, etc.).

La fabrication à partir de métaux recyclés nécessite moins de transformations et donc moins d'énergie qu'à partir de métaux extraits des minerais. Malgré ce constat, les métaux, même recyclés, demeurent l'un des matériaux courants les plus énergivores dans leur production (voir la fiche [B2-Ecobilans et énergie grise](#)).

Vu la valeur économique des métaux et l'importance de leur recyclage à grande échelle, les objets métalliques ainsi que les chutes provenant des industries de transformation sont considérés comme des gisements de matières premières. La plupart des produits en fin de vie peuvent être récupérés cinq, dix ou quarante ans après leur mise sur le marché. Dans la plupart des cas, la filière suit un processus éprouvé: collecte, récupération, compactage, apport à l'industrie, tri, broyage, fusion, affinage, etc. Les cendres de cimenteries, les [mâchefers](#) d'incinérateurs et les décharges constituent également des gisements importants dont l'exploitation est à l'essai.

### Métaux ferreux

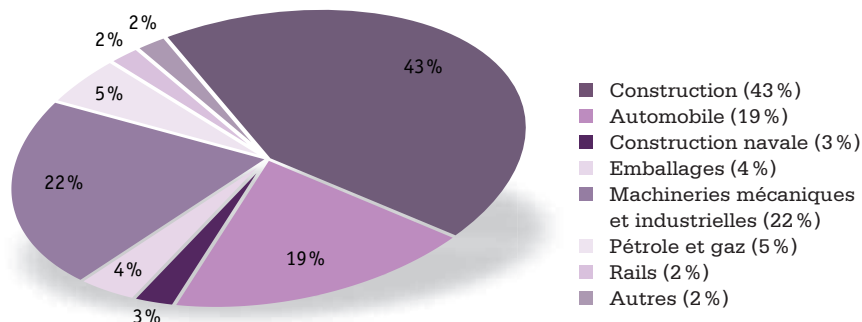
L'[acier](#) constitue la base de tous les métaux ferreux. On distingue deux filières principales pour sa production: la filière fonte et la filière électrique. La **filière fonte** produit de l'acier grâce à des hauts fourneaux dans lesquels on enfourne des minerais de fer et de coke (issu du charbon – apport d'énergie et de carbone). La **fonte** (mélange fer-carbone) est ensuite envoyée à l'aciérie pour affinage. La **filière électrique** utilise de la ferraille usagée (mitraille, post-consommation) ou des déchets de production d'une des deux filières, qui sont fondus par un arc électrique. Il s'agit donc d'une filière de recyclage, qui a atteint aujourd'hui une ampleur comparable à la première.

À la sortie des filières «fonte» et «électrique», l'acier brut (ou la fonte) est affiné: il est débarrassé de ses impuretés comme le [carbone](#), le soufre, l'[hydrogène](#) et l'oxygène, et l'on peut procéder à l'addition d'éventuels éléments d'alliage. Divers procédés (coulée continue, lingots, laminage) permettent de le refroidir et de le solidifier en lui donnant sa forme de produit fini.

Au niveau de l'utilisation, on trouve des métaux ferreux en grandes quantités, surtout dans les domaines de la construction, des machines, de l'automobile et de la construction navale. L'acier est également présent dans les [emballages](#) sous forme de [fer-blanc](#), dans d'autres objets d'usage courant et dans le mobilier sous forme d'[acier inoxydable](#).

En fin de vie, ces objets en [fer](#) se retrouvent soit dans les systèmes de collecte des déchets (voitures à la casse, démolition de bâtiments, etc.) pour alimenter la filière électrique (voir ci-dessus), soit dans les décharges, surtout pour les petits objets de consommation courante. En Suisse, les taux de valorisation sont élevés. La valorisation du fer-blanc (boîtes de conserve et couvercles), par exemple, représente 82% de la consommation des ménages (1,7 kg par habitant, soit 13200 tonnes)<sup>4</sup>.

### Secteurs de consommation d'acier dans les pays de l'OCDE (en volume)



Source: ArcelorMittal Fact Book 2008

<sup>4</sup> Déchets 2007, Quantités produites et quantités valorisées, OFEV

## MÉTAUX FERREUX

### Acier (et fonte)

#### Description

- L'**acier** est un alliage de **fer** auquel on ajoute du **carbone** pour en augmenter la dureté. Il est magnétique et s'oxyde (rouille) facilement en milieu humide.
- La **fonte** est un métal de même composition, avec un taux de carbone plus élevé. Elle est plus résistante à la corrosion, plus lourde et plus cassante que l'acier.

La Suisse a consommé environ 2 millions de tonnes d'acier en 2008<sup>5</sup>.

#### Utilisation

L'acier est à la base du développement industriel puisqu'il permet notamment de fabriquer les machines. Il est utilisé dans les secteurs suivants:

- machines industrielles
- construction (armatures de béton, poutrelles – 7500 tonnes pour la Tour Eiffel)
- transports (trains, automobiles, bateaux).
- armement

Rouillant facilement, l'acier «simple» n'est pas tellement utilisé dans les petits objets de la vie courante, qui sont plutôt fabriqués avec de l'**acier inoxydable** ou du **fer-blanc**.

La fonte est surtout utilisée pour mouler de grosses pièces (radiateurs «pleins», baignoires, plaques d'égout, mobilier urbain, etc.).

#### Recyclage

Après environ 10 ans (40 ans pour l'acier utilisé dans les constructions et les infrastructures), l'acier industriel retourne à l'état de ferraille usagée pour être refondu dans la filière électrique<sup>6</sup>.

### Fer-blanc

#### Description

Le fer-blanc est une mince feuille ou bande d'acier doux, inférieure à 0,50 mm, recouverte d'**étain** pur sur ses deux faces (**étamage**)<sup>7</sup>. Il existe également du fer chromé, avec la même feuille ou bande d'acier, mais revêtue d'un film de **chrome** (épaisseur inférieure au micron).

En 2005, quelque 15200 tonnes (environ 2 kg/personne) d'**emballages** en tôle d'acier (boîtes de conserve) ont été utilisées en Suisse, dont la moitié par le secteur de l'alimentation pour animaux.

#### Utilisation

- Boîtes de conserve (utilisation principale)
- Ustensiles de cuisine et plats
- Fil de fer enrobé pour éviter la corrosion

#### Recyclage

Une seule usine recycle le fer-blanc collecté en Suisse. L'acier et l'étain y sont séparés par **électrolyse**<sup>8</sup>. Une taxe anticipée d'un centime sur chaque boîte de conserve permet de financer le recyclage. Celui-ci est de 79%<sup>9</sup>. Selon l'OFEV, la collecte et la valorisation sélective des emballages en tôle d'acier et en fer-blanc s'avèrent judicieuses sur le plan écologique. La consommation d'énergie est réduite de 60% et la pollution de l'air de 30% par rapport à l'élimination et à la fabrication de nouveaux produits, sans parler des ressources que l'on n'a pas besoin de prélever dans l'environnement<sup>10</sup>.

<sup>5</sup> Association suisse du commerce de l'acier et de la technique du bâtiment ASCA

<sup>6</sup> Association suisse du commerce de l'acier et de la technique du bâtiment ASCA

<sup>7</sup> ArcelorMittal SA > [www.arcelormittal.com](http://www.arcelormittal.com)

<sup>8</sup> Gestion des déchets pour le Nord Vaudois, STRID > [www.strid.ch](http://www.strid.ch)

<sup>9</sup> OFEV et Association pour la promotion du recyclage des boîtes de conserve en fer-blanc > [www.ferrorecycling.ch](http://www.ferrorecycling.ch)

<sup>10</sup> Gestion des déchets pour le Nord Vaudois, STRID > [www.strid.ch](http://www.strid.ch)

## Acier inoxydable (ou inox)

### Description

L'**acier inoxydable** est un alliage de **fer**, de **chrome** (au moins 12%), de **nickel**, de **carbone** (au moins 2%) et d'autres éléments<sup>11</sup>. Quand la surface du métal est en contact avec l'air, le chrome s'oxyde et forme une très fine couche invisible empêchant la corrosion en profondeur.

L'industrie produit un grand nombre de types d'aciers inoxydables différant par leur composition, leurs caractéristiques physico-chimiques (dureté, résistance à la corrosion, etc.) et leurs applications.

Avec 120000 tonnes d'acier inoxydable par an, la Suisse est l'un des plus grands consommateurs d'Europe.

### Utilisation

- Ustensiles de cuisine et plans de travail
- Quincaillerie de finition et horlogerie
- Articles industriels
- Transports (avions, trains, voitures)

### Recyclage

L'acier inoxydable est facilement recyclable en nouvel acier inoxydable ou en d'autres alliages. La part d'acier inoxydable produite par recyclage par rapport à celle produite à partir de minerai est toutefois encore faible. Le taux de croissance de la production d'acier inoxydable est tel que l'intégralité du matériau potentiellement récupérable ne couvrirait que 35% de la production totale<sup>12</sup>.

## MÉTAUX NON FERREUX

### Aluminium (Al)

#### Description

Le principal minerai d'**aluminium** est la bauxite, une roche contenant de l'alumine (oxyde d'aluminium) et des oxydes de fer, exploitée en mines à ciel ouvert. La bauxite provient principalement d'Australie (40% de la production mondiale), de Jamaïque (25%) et de Guinée (17%).

L'oxyde d'aluminium (alumine) est d'abord séparé de la bauxite par un procédé générant des « boues rouges » toxiques, qui devraient être traitées avant d'être déversées dans l'environnement, ou au mieux stockées dans des bassins de rétention contrôlés. La production d'une tonne d'aluminium nécessite 4 à 5 tonnes de bauxite, ce qui entraîne l'extraction de 10 tonnes de roche et génère 3 tonnes de boues rouges<sup>13</sup>.

Selon les filières et applications spécifiques, l'industrie produit de nombreux alliages différents, dont la fabrication est toujours énergivore.

L'aluminium est également un excellent conducteur électrique.

#### Utilisation

- Transports (automobiles, avions, trains)
- Bâtiment (cadres de fenêtres, etc.)
- Emballages (papier alu, barquettes, etc.)
- Électronique et électricité

#### Recyclage

L'énergie nécessaire au recyclage de l'aluminium représente seulement 5% de l'énergie nécessaire à l'extraction d'aluminium primaire. Vu la diversité des alliages d'aluminium, il n'est pas possible d'obtenir de l'aluminium pur par simple refonte. Certains produits nécessitant de l'aluminium pur ne peuvent donc pas être fabriqués à partir d'aluminium recyclé.

En 2005, 20% de la production mondiale d'aluminium était assurée à partir d'aluminium recyclé. En Europe, le taux d'aluminium recyclé dans la production est passé de 50% en 1980 à plus de 70% en 2000.

<sup>11</sup> Norme européenne EN 10088-1

<sup>12</sup> Acier inoxydable, chiffres et données 2007, Swiss Inox > [www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

<sup>13</sup> UNEP/GRIDA Mining waste generated from aluminium production

## Cuivre (Cu)

### Description

Les plus grandes mines de **cuivre** se trouvent au Chili et en Amérique du Nord. Elles produisent plusieurs millions de tonnes de minerai par an. Il faut environ 100 tonnes de minerai pour extraire une tonne de cuivre. L'exploitation minière se fait pour 90% à ciel ouvert, les autres mines étant souterraines. L'obtention du cuivre nécessite divers procédés physiques et chimiques (utilisation d'additifs et émission de sous-produits souvent nocifs pour la santé et l'environnement), dont une **électrolyse** particulièrement énergivore<sup>14</sup>.

Le minerai dont le cuivre est extrait contient souvent d'autres métaux qu'il est rentable d'extraire, dont le **zinc**.

Le cuivre possède une excellente conductivité électrique et thermique. Exposé à l'air et à l'eau, il se couvre d'une fine couche de carbonate lui donnant une teinte verdâtre. Sa malléabilité ainsi que ses vertus bactériostatiques et antifongiques justifient son utilisation dans les canalisations d'eau et pour les toitures et gouttières (ni mousses ni plantes ne s'y installent, mais l'eau se charge en cuivre).

Voir aussi la fiche [D7-Métaux lourds et métalloïdes](#).

### Utilisation

- Électricité (1/3 de la production mondiale): fils et câbles (900 g de cuivre dans un ordinateur)
- Production d'alliages: laiton, bronze et alliages d'**aluminium** (statues, cloches, huisserie, etc.)
- Construction: plomberie, conduites, chaudières, toitures
- **Pigments**
- **Catalyseur** dans l'industrie chimique
- **Pesticides** (**fongicides** dans la viticulture par exemple)

### Recyclage

La production de cuivre recyclé ne consomme qu'un quart de l'énergie nécessaire à l'extraction à partir de minerai. Les pays industrialisés utilisent jusqu'à 50% de cuivre recyclé<sup>15</sup>. En Suisse, c'est à partir des câbles et de l'électronique que la majeure partie du cuivre est récupéré. Toutefois, le métal issu de ce recyclage ne peut pas être réutilisé pour faire des câbles par manque de pureté.

## Étain (Sn)

### Description

Métal blanc argenté malléable, l'**étain** est extrait de la cassitérite ou pierre à étain. Il résiste à la corrosion, d'où son emploi pour l'**étamage** des métaux comme l'**acier** (ce qui donnera le **fer-blanc**) et le cuivre. Il est rare sur la croûte terrestre, c'est pourquoi son recyclage est très intéressant.

Les principales mines de cassitérite se trouvent en Chine, Indonésie et Amérique du Sud (Pérou, Brésil et Bolivie). Les étapes après l'extraction de l'étain sont la réduction dans un four en présence de carbone et de chaux et le raffinage par chauffage, liquation ou **électrolyse**.

Voir aussi la fiche [D7-Métaux lourds et métalloïdes](#).

### Utilisation

- Soudures dans l'industrie et dans l'électronique
- Fabrication de verre plat, miroirs
- **Étamage** pour le **fer-blanc**
- Industrie chimique: catalyseurs, stabilisants pour matières plastiques, etc.
- Alliages (bronze et laiton)

Depuis 2006, suite à la directive européenne sur la restriction des substances dangereuses, l'étain a remplacé le plomb dans la plupart des applications, notamment les soudures.

### Recyclage

L'étain sert à refaire de nouvelles boîtes de conserve (voir fer-blanc) ou est utilisé comme produit de soudure dans l'industrie.

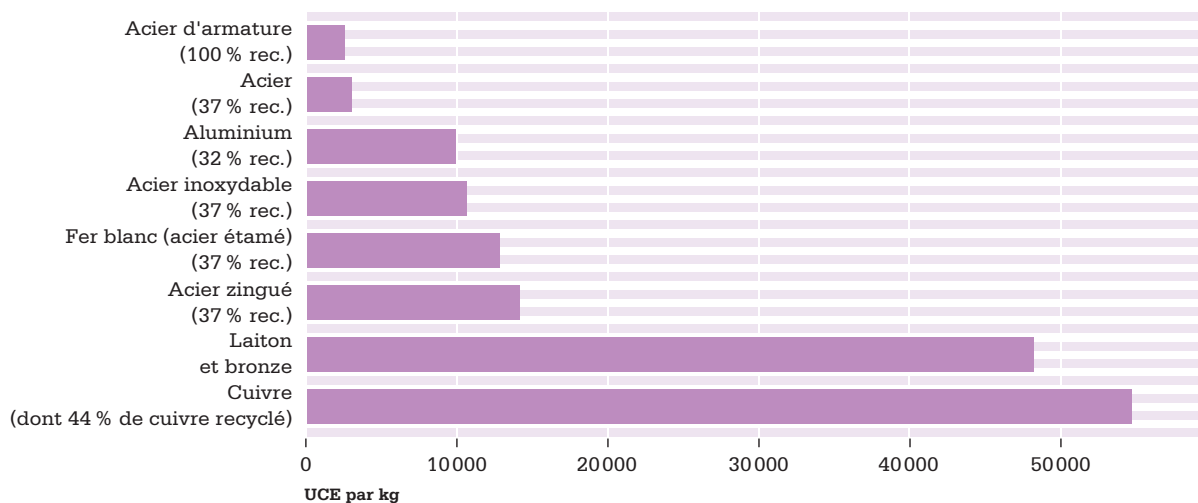
<sup>14</sup> Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, Robert R. Lauwerys, Vincent Haufroid, Perrine Hoet, Dominique Lison, 2007

<sup>15</sup> SWICO > [www.swico.ch](http://www.swico.ch)

## PRINCIPAUX IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET/OU LA SANTÉ

Hormis le fer et l'aluminium, les métaux sont rares dans la croûte terrestre. Les coûts économiques et environnementaux de l'extraction et de la production sont donc élevés. Par kilogramme de métal extrait, les atteintes à l'environnement et à la santé sont également plus importantes pour les métaux non ferreux.

### Impact sur l'environnement des différents métaux en UCE (unité de charge écologique)



Source: KBOB, Données des écobilans dans la construction, sur la base d'ecoinvent, Recommandations KBOB, Berne, 2008

Le tableau ci-dessus présente les divers impacts sur l'environnement, selon la méthode des écobilans (voir la fiche [B2-Ecobilans et énergie grise](#))

## PRINCIPAUX IMPACTS DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX

Le tableau ci-dessous présente les principaux impacts environnementaux pouvant intervenir à chaque phase de production.

Exploitation minière	Extraction à partir de minerai	Usinage et transformations
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Impact visuel des mines à ciel ouvert</li> <li>&gt; Atteintes au sol, érosion</li> <li>&gt; Déforestation</li> <li>&gt; Perturbation de la faune et de la flore</li> <li>&gt; Forte consommation de ressources minérales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Consommation d'énergie (électrolyse de l'aluminium, du cuivre, de l'étain...)</li> <li>&gt; Émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) (utilisation de coke pour l'acier)</li> <li>&gt; Polluants atmosphériques: polluants acidifiants ou photochimiques, micropolluants, poussières, métaux lourds...</li> </ul> <p><b>Aluminium</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Boues rouges toxiques</li> <li>&gt; Émissions de fluorures et de composés organiques volatils (COV)</li> </ul> <p><b>Cuivre et autres métaux non ferreux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Soufre (SO<sub>2</sub>)</li> <li>&gt; Particules fines (PM10)</li> <li>&gt; Arsenic et autres métaux lourds sous forme de gaz dans l'air</li> <li>&gt; Effluents liquides écotoxiques dans l'environnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre (transformation en produits semi-finis et finis, et transports des produits finis)</li> </ul>

Grâce aux efforts consentis, les techniques d'assainissement ont beaucoup évolué au cours des dernières années, permettant ainsi de diminuer les émissions de polluants. En matière de localisation, les sites de production de métaux tendent à s'implanter de plus en plus en Asie. Ce phénomène, outre l'augmentation des transports qu'il génère (notamment en raison d'importations massives de métaux recyclés), provoque également une dégradation des conditions de travail dans le secteur.



## QUE CHOISIR?

Pour comparer le métal à un autre matériau (bois, verre, plastique, etc.), on s'appuiera sur des **écobilans** (voir fiche [B2-Ecobilans et énergie grise](#)).

- Éviter d'utiliser des métaux dans des applications ne nécessitant pas de forte résistance mécanique (pièces de mobilier comme les plateaux, les corps de bureau ou les bacs à courrier, etc.)
- Restreindre l'utilisation d'**aluminium** aux objets devant absolument être légers (par exemple lorsque l'énergie dépensée dépend du poids du produit, notamment dans les véhicules)
- Privilégier l'**acier** pour les produits ne requérant pas de légèreté particulière
- Éviter l'utilisation d'**acier inoxydable** s'il n'est pas indispensable

## POUR EN SAVOIR PLUS

Voir la fiche [E3-Bibliographie et webographie](#)