

ACIERS 1996

MATIÈRES PREMIÈRES : avec une teneur de 5 %, le fer est, après l'aluminium, le 2ème élément métallique (hors alcalins et alcalino-terreux) le plus répandu dans l'écorce terrestre.

Minerai : Fe est présent généralement sous forme de Fe_2O_3 (hématite), avec des teneurs en fer comprises entre 30 %, pour les minerais pauvres, et 65 %, pour les minerais riches.

Ferrailles : leur part dans la production d'acier est de plus en plus importante du fait du développement des aciéries électriques. Voir le schéma en fin de chapitre.

Productions, en 1995, en millions de t de fer contenu. Monde : 614, Union européenne : 15.

Brésil	117	Inde	26
Australie	87	Canada	23
Chine	70	Afrique du Sud	22
Russie	47	Suède	13
États-Unis	39	Venezuela	13

- Au Brésil, la mine de Carajas, découverte en 1967 est la plus grande mine de fer, dans le monde. Sa production qui a débuté en 1986, est de 35 millions de t de minerai par an. Les réserves sont de 20 milliards de tonnes de minerai. La mine produit également du minerai de cuivre, de manganèse (65 millions de t de réserve), d'or (réserves: 300 t, production: 8 t/an). Elle est exploitée par la "Companhia Vale do Rio Doce" (CVRD) qui est le 1er producteur mondial de minerai de fer (18,5 % du total des exportations mondiales). La mine, exploitée à ciel ouvert, à 500 m de profondeur, est située, en Amazonie, au sud de l'état de Para. Le minerai est acheminé par voie ferrée (16 convois/jour de 200 wagons), sur 900 km, jusqu'au port de Sao-Luis. La construction de la voie ferrée a compté pour 56 % des investissements, l'infrastructure minière pour 20 %, l'ensemble portuaire pour 14 %. Au total, de la mine au port, 4 000 personnes sont employées.

- Les minerais chinois ont une teneur moyenne de 28 % en fer. En 1996, l'exploitation de minerais a porté sur 250 millions de t.

- En Russie, les principales mines exploitent l'Anomalie Magnétique de Kursk (KMA), située en Russie centrale. Le gisement actuellement exploité, à ciel ouvert, à 220-270 m de profondeur, est constitué de quartzites ferrugineuses contenant environ 36 % de fer. Ce gisement constitue la plus grande réserve de fer, dans le monde.

Commerce international : en millions de t de minerai, en 1995. Au total, il porte sur 350 à 400 millions de t/an.

- Principaux importateurs : Union européenne : 190, Japon : 116, Sud-Est asiatique : 50, Chine (1996) : 41,5.

- Principaux exportateurs : Brésil : 131, Australie : 120, Inde : 35, Canada : 30, Afrique du Sud : 20, Suède : 15, Mauritanie.

Réserves : en 1982, en millions de t de fer contenu. Monde : 66 200.

ex URSS	22 700	Canada	4 300
Brésil	9 800	États-Unis	3 400
Australie	9 300	Chine	3 200
Inde	4 400	Afrique du Sud	2 600

Situation française : le minerai est pauvre et phosphoreux (la minette de Lorraine). Il contient de 30 à 34 % de Fe et 0,7 % de P. Son exploitation s'est terminée en 1997. Depuis août 1993, la sidérurgie française s'approvisionne exclusivement en minerai importé, après l'abandon, par Lorfonte, de la production de fonte phosphoreuse.

- Production (1995) : 1 450 000 t de minerai.

- Exportations (1995) : 1 450 000 t de minerai vers le Luxembourg.

- Importations (1995) : 20 244 000 t de minerai.

- La production située en Lorraine qui était effectuée dans 23 puits, en 1980, provient, en 1995, de seulement 1 mine (Terres Rouges, à Trésange) exploitée par Arbed. La production (3 millions de t/an de minerai) de cette mine, destinée aux usines sidérurgiques de cette société luxembourgeoise, a cessé en 1997.

- Les réserves étaient estimées en 1982 à 800 millions de t de fer contenu.

- Évolution de la production française : maximum atteint en 1960 : 67 millions de t de minerai (3ème producteur mondial après l'URSS et les États-Unis), 1974 : 54 millions t, 1991 : 7,5 millions t. En plus de 200 ans, 3 milliards de t de minette ont été extraites.

- Après la fin de l'extraction lorraine, deux petites exploitations minières fonctionnent : la mine de Rougé (44) avec une douzaine de personnes qui extrait quelques dizaines de milliers de t/an et celle de Batère (66) avec 3 à 4 personnes et 6 000 t/an. Elles alimentent des clients tels que les cimenteries ou la Cogema à Lodève.

ACIERS - SIDÉRURGIE

L'acier, après le bois, est le matériau le plus utilisé dans le monde, devant le béton et les matières plastiques.

L'acier est constitué principalement de fer, avec des teneurs en carbone < 1 % et contient des ajouts, en quantités variables, de divers éléments. Sa composition, mais aussi les traitements thermiques subis, son revêtement de surface... font de l'acier un

matériau comprenant de très nombreuses nuances chacune adaptée à un emploi particulier. De plus, c'est un matériau en perpétuelle évolution.

Remarque : les aciers inoxydables, l'acier galvanisé et le fer blanc, sont traités dans la partie matériaux.

FABRICATION DE L'ACIER : soit à partir de minerai (64 % de la production française) soit à partir de ferrailles (36 % de la production française).

A partir de minerai :

Principe : réduction du minerai de fer par du coke dans un haut fourneau qui donne de la fonte. Affinage de la fonte, par oxydation, du carbone, dans un convertisseur qui donne de l'acier, puis laminage à chaud ou à froid qui donne des produits longs (rails...) ou plats (tôles...).

Évolutions :

- Hauts-fourneaux : développement de l'injection de charbon aux tuyères (de 130 à 200 kg/t de fonte) et de l'automatisation du fonctionnement (5 800 capteurs pour le haut-fourneau n°4 de Dunkerque). L'injection de charbon permet de réduire la consommation de coke qui est ainsi d'environ 300 kg/t de fonte.

La durée de vie d'un haut-fourneau est de l'ordre de 25 ans, la durée de fonctionnement en continu, entre deux réparations, de 12 ans, en moyenne. Le record est détenu par un haut fourneau de Kawasaki Steel à Chiba au Japon, 18 ans de fonctionnement continu en 1995, production cumulée de 52 millions de t.

- Convertisseurs : en France, plus de convertisseurs Bessemer-Thomas depuis 1980 et de fours Siemens-Martin depuis 1982. En 1997, en France, 3 aciéries de conversion : 2 LD à Dunkerque et Fos, 1 LWS à Sérémaigne.

- par lance : LD (Linz-Donawitz), OLP (Oxygène-Lance-Poudre), LD-AC (LD-Arbed-CRM).

- par le fond : LWS (Loire-Wendel-Sidelor).

- par soufflage mixte (fond et lance) : par exemple, LBE (Lance-Brassage-Equilibre) : insufflation de gaz neutre par le fond d'un convertisseur à lance verticale.

- Le développement de ces procédés a été lié à celui de la production massive de O₂ transporté par oxyducs (voir le chapitre consacré à l'oxygène).

Un ajout de ferrailles peut être effectué à ce niveau.

- Métallurgie en poche effectuée entre le convertisseur et la coulée. Elle permet les ajouts nécessaires à une bonne qualité de l'acier, son homogénéisation, la désoxydation ou le dégazage (par le vide), la mise en température.

Cette fabrication de l'acier par la voie haut-fourneau - convertisseur permet d'ajuster, avec précision, la composition, donc les propriétés de l'acier, ce qui est plus difficile par la voie four électrique.

- La coulée continue : actuellement 95 % de l'acier produit en France. Remplace 3

opérations par une : coulée en lingots, réchauffage, laminage en demi-produit. L'acier est coulé dans un moule sans fond et donne directement un demi-produit (brame, bloom, billette).

L'évolution des prochaines années devrait conduire à la coulée continue de brames minces (50 mm d'épaisseur) et vers celle de bandes minces (0,5 à 6 mm).

L'installation pilote du projet "Myosotis" d'Usinor et Thyssen, à Isbergues (62), offrira, à terme, une capacité de 200 000 t/an d'acier sous forme de bandes minces de 3 à 4 mm d'épaisseur. La coulée continue de bandes minces qui sont ensuite directement laminées à froid supprime les opérations de réchauffage des brames et de laminage à chaud.

Exemple d'une usine intégrée : Fos sur Mer : 4 millions de t/an.

Réception des matières premières :

- Minerai et charbon : 640 m de quai pour des bateaux de 230 000 t.
- Chaux : le calcaire est extrait d'une carrière située à 25 km : 1 million de t/an, pour alimenter l'usine à chaux.

Préparation des minerais, cokéfaction et agglomération :

- Concassage du minerai : 2 lignes de 300 t/h chacune comportant 3 concasseurs en série.
- Cokerie : traite 2,3 millions de t/an de charbon pour produire 1,73 million de t/an de coke (1,48 pour les hauts-fourneaux, 0,25 pour l'agglomération du minerai), dans 108 fours. La cuisson dure 17 h, le coke est éteint par arrosage à l'eau. Entre 1974 et fin 1992, production de 26,5 millions de t de coke, avec 900 000 défournements.
- L'agglomération du minerai est réalisée sur une chaîne de 5x110 m. La couche de minerai atteint au maximum 50 cm.

Hauts-fourneaux : 2 de 2 millions de t/an chacun, soit 6 000 t/jour. Pour chaque haut-fourneau:

- Caractéristiques : volume total : 2 843 m³, diamètre du ventre : 12,89 m, diamètre du creuset : 11,2 m, hauteur totale : 31,43 m, 28 tuyères. Le refroidissement des parois est assuré par de l'eau circulant en circuit fermé entre des plaques. Les hauts-fourneaux, rénovés en 1991 et 1993, devraient durer jusqu'en 2008.
- Consommations (en kg/t de fonte) : minerai aggloméré : 1 500, minerai calibré : 200, coke : 315, charbon d'injection : 170.
- Chauffage du vent : 3 cowpers avec pour chacun 58 000 m² de surface de chauffe. Ils permettent d'atteindre des températures de 1250-1300°C.
- Coulée : dans des poches-tonneaux de 450 t dans lesquelles un premier traitement de désulfuration par du carbure de calcium ou de la chaux est pratiqué.

Aciérie : 2 convertisseurs de 310 t.

- Soufflage d'oxygène par lance et par le fond et soufflage de gaz neutres par le fond

pour diminuer la teneur en carbone, manganèse et phosphore et éliminer le silicium de la fonte enfournée. Addition de chaux pour neutraliser le laitier et de dolomie pour protéger le revêtement réfractaire du convertisseur. Enfournement de ferrailles pour assurer l'équilibre thermique du bain. Lors de la coulée en poches la composition est ajustée par ajout de ferro-alliages.

- Métallurgie en poche : passage du métal dans des installations de désulfuration puis d'affinage et de mise en température.

Coulée continue : 2 installations. Caractéristiques de l'installation la plus récente (1984) :

- Capacité de production : 2,43 millions de t/an, vitesse de coulée : 1,5 m/min, largeur : 1,5 à 2,2 m, épaisseur : 0,22 m, longueur 5,7 à 14,3 m.

Laminage : par un train à bande de 4,4 millions de t/an de capacité. Caractéristiques :

- 1 cage verticale, 5 cages horizontales dégrossisseuses et 7 cages finisseuses.

- Épaisseurs visées : 1 à 16 mm, vitesse maximale de laminage atteinte : 97 km/h.

Bilan énergétique : pour produire 1 t de bobines laminées à chaud, en millions de J.

Haut-fourneau	12 828	Cokerie	2 109
Laminage à chaud	3 106	Coulée continue	232
Agglomération	2 876	Convertisseurs	176

Productions de Fos en 1996, en millions de t : hauts-fourneaux : 4,3, convertisseurs, coulée continue : 4,2, aciers plats laminés à chaud : 4,1.

A partir de ferrailles : dans des fours électriques à arc. Les ferrailles sont récupérées, broyées (par des broyeurs à marteaux) puis triées magnétiquement.

Origine des ferrailles : la principale source est représentée par les chutes neuves de fabrication (2 millions de t/an, en France). Une source importante de récupération de ferrailles, soit 15 % du total, est constituée par les automobiles. Par an, en France, élimination de 1,8 à 2 millions de véhicules automobiles qui sont, à 90 % récupérés pour être traités, ce qui donne 1,5 million de t matériaux. Ces matériaux sont traités dans 50 sites de broyages qui donnent :

- 1 000 000 t de ferrailles recyclées, dont 300 000 t exportées.

- 50 000 t de métaux non-ferreux recyclés.

- 450 000 t de matériaux divers (plastiques, caoutchouc, verre, oxydes, tissus...) qui vont en décharge.

Autre source de ferrailles : les emballages. En 1995, récupération, en France, par tri magnétique des ordures ménagères, de 40 % des emballages usagés. Cet acier récupéré provient à 87,3 % des usines d'incinération, 6,7 % du compostage, 3,4 % des déchetteries, 2,6 % de la collecte sélective. Par exemple, l'usine d'incinération de

Metz brûle, à plus de 850°C, 10 t/h d'ordures ménagères et produit 300 kg/h de ferrailles contenant près de 60 % de fer. Après broyage et tri la ferraille titre plus de 92 % en fer.

Pour chaque tonne d'acier recyclé sont économisés plus d'une tonne de minerai de fer, 453 kg de charbon et 18 kg de calcaire.

- Aux Etats-Unis, en 1996, 65,2 % de l'acier consommé provient du recyclage et en particulier de 12 millions de véhicules, soit environ 12 millions de t d'acier (taux de recyclage de 98 %), de 19 milliards de boîtes en acier (conserves...), soit plus de 1 million de t d'acier (taux de recyclage de 58 %), de 42 millions d'appareillages usés (taux de recyclage de 76,4 %).

Problème : l'augmentation de la teneur en impuretés, particulièrement en cuivre qui diminue l'aptitude de l'acier aux transformations à chaud. En effet, le cuivre échappe au tri magnétique et lors des recyclages successifs, la teneur de cet élément augmente dans l'acier.

Réserves : les ferrailles non récupérées se sont accumulées depuis le début du siècle. La quantité d'acier ainsi capitalisé, dans l'Union Européenne (à 12), est estimée à 2,1 milliards de t, en augmentation de 500 millions de t tous les 10 ans.

Récupération des ferrailles : en France, en 1996, en millions de t.

- Collecte totale de ferrailles : 9,9; importations : 1,3; exportations : 2,9.

- Producteurs : n° 1 : la Compagnie Française des Ferrailles qui traite 3 millions de t/an de ferrailles, 200 000 t/an de métaux non-ferreux.

- En 1991, 73 % des ferrailles étaient consommées dans les aciéries électriques dont elles représentaient 98 % de l'approvisionnement. 27 % des ferrailles était consommées dans les aciéries intégrées dont elles représentaient 20 % de l'approvisionnement.

La consommation mondiale de ferrailles est de 350 millions de t/an dont 70 millions de t/an en Europe.

Minerais pré-réduits :

Les fours électriques utilisent principalement de la ferraille. Toutefois, pour des pays producteurs de gaz naturel, il peut être intéressant de réduire du minerai, à l'aide de gaz naturel ayant subi un réformage, et d'utiliser ce minerai pré-réduit pour alimenter des fours électriques. Le procédé Midrex (utilisé pour 65 % de la production, en 1995, de minerais pré-réduits) consiste à traiter, dans un four à cuve, à une température inférieure à 1100°C, le minerai par du gaz naturel réformé selon la réaction :



- Le CO₂ utilisé est récupéré après réduction du minerai par CO. La température atteinte ne permet pas la fusion du minerai qui reste à l'état solide. La teneur en fer atteint 92 à 93 % avec 1,4 à 2 % de C. Les capacités de production, par installation, peuvent atteindre 1 million de t/an.
- D'autres procédés sont employés : HyL, le plus ancien (1957), Fior, en lit fluidisé...
- La production mondiale de minerais pré-réduits a été, en 1995, de 30,7 millions de t dont, en millions de t : Inde : 4,3, Mexique : 3,7, Venezuela : 3,8, Iran : 3,3.

Fours électriques à arc : utilisent directement de la ferraille ou des minerais pré-réduits (ces derniers représentant 10 % de la production mondiale d'aciers au four électrique).

- Pendant longtemps ils ont été utilisés seulement pour les aciers spéciaux tels que les aciers inoxydables. A l'exemple des "bresciani" italiens et des "mini-mills" aux États-Unis, de l'acier courant (ronds à béton) puis, à la fin des années 80, des produits plats ont été produits dans des fours électriques. L'acier produit à partir de ferrailles représente 59 % de l'acier italien. En 1995, il y a 1 200 fours électriques à arc en activité dans la sidérurgie mondiale et leur utilisation est en progression constante : en moyenne, un nouveau four mis en activité par semaine.
- Les fours à arc comportent, en général, 3 électrodes. Le four possède une cuve en tôle garnie intérieurement de réfractaires. Les capacités vont de 10 à 220 t. Chaque coulée est effectuée, en moyenne, toutes les 50 à 60 minutes. Les fours les plus performants permettent 30 coulées/jour, le record étant de 7 850 coulées/an. La puissance des fours atteint 0,9 MVA/t, avec une consommation électrique de 320 kWh/t. La consommation de dioxygène est de 30 m³/t.
- Les fours électriques à arc à courant continu, plus économiques que ceux à courant alternatif, sont de plus en plus employés : 91 en activité, dans le monde, fin 1995, d'une capacité totale de 62 millions de t/an.
- En France, 26 aciéries électrique, voir carte, qui ont utilisé, en 1996, 7,8 millions de t de ferrailles.

Utilisation mondiale des procédés de production : en 1995, en % de la production.

Pays	Coulée continue	Oxygène	Électrique	Martin
Monde	75,7 %	59,9 %	32,6 %	7,3 %
Union européenne	93,7 %	65,1 %	34,9 %	0 %
France	94,3 %	63,9 %	36,1 %	0 %
Allemagne	95,4 %	75,9 %	24,1 %	0 %
Italie	96,4 %	42,2 %	57,7 %	0 %
Japon	95,8 %	67,7 %	32,3 %	0 %

États-Unis	91,0 %	60,6 %	39,4 %	0 %
Russie	37,1 %	47,5 %	13,1 %	39,3 %

Consommations de la sidérurgie : exemple de 1996, en France.

- Minerai de fer : 17,9 millions de t quasi totalement importées.
- Ferrailles : 7,8 millions de t.
- Coke (1992) : consommation dans les hauts-fourneaux : 442 kg/t de fonte soit, 5,7 millions de t provenant, en 1991, de :
 - Cokeries sidérurgiques : 78 %
 - Charbonnages de France : 11 %
 - Importations : 11 % (33 % Pays-Bas, 29 % Allemagne, 13 % Belgique).
- Énergie (1992) : 7,8 millions tep, dont : charbon : 65 %, électricité : 29 %, pétrole : 3 %, gaz naturel : 3 %. L'acier fabriqué à partir de minerai consomme 22 000 MJ/t, à partir de ferrailles : 5 000 MJ/t.
- Eau : 7,9 m³ d'eau/t d'acier en moyenne, 2,5 m³/t d'acier à Sollac Dunkerque.
- Produits réfractaires : 13 kg/t d'acier brut.
- Matières minérales : utilisées comme fondant.
Castine (calcaire) : 2,5 millions de t.
Chaux (dans les aciéries) : 0,97 millions de t.
- Ferroalliages et métaux : en 1992, hors métal consommé pour les revêtements.

Ferro-chrome et ferro-silico-chrome	188 342 t	Aluminium	27 658 t
Ferro-silicium	62 286 t	Nickel	20 053 t
Ferro-silico-manganèse	37 385 t	Cuivre	950 t
Ferro-nickel et oxyde de nickel	35 062 t	Chrome	827 t
Ferro-manganèse affiné	16 966 t	Cobalt	256 t
Ferro-molybdène et oxyde de Mo	4 849 t	Vanadium	25 t
Ferro-titane	3 139 t	Tungstène	3 t
Ferro-vanadium	783 t	Autres métaux	7 542 t
Ferro-tungstène	257 t		
Ferro-zirconium	209 t		
Autres ferro-alliages	9 299 t		

Recyclage, coproduits et pollution :

Ferrailles : voir plus haut.

Principaux coproduits de la sidérurgie :

- Les laitiers de hauts-fourneaux (300 kg/t d'acier) et les scories d'aciéries sont utilisés dans la construction routière, les cimenteries, la fabrication de laine de roche.

- Les sous-produits des cokeries (sulfate d'ammonium...) sont utilisés en chimie.
Pollution : par t d'acier, dans des installations modernes : 2 kg de poussières, 2,45 kg de SO₂.

Les hauts-fourneaux sont susceptibles de détruire, par incinération, des déchets plastiques non recyclables. Par exemple, en Allemagne, des déchets plastiques sont introduits, en remplacement de pétrole, dans des hauts-fourneaux. La sidérurgie allemande pourrait ainsi détruire 700 000 t/an de déchets.

Les aciers spéciaux : 8 000 nuances et marques sur le marché. Pour plus de détails sur les aciers inoxydables voir ce chapitre.

- Aciers inoxydables : contenant 18 % de Cr, 10 % de Ni pour les aciers austénitiques. En 1995, production de 14,9 millions de t dans le monde occidental dont 1 million de t, en France.

- Aciers à roulements : contenant 1 % de C, 1,5 % de Cr.

- Aciers à outils : contenant jusqu'à 18 % de W, 1,5 % de C.

- Autres aciers spéciaux : tôles pour transformateurs (3 % de Si), aciers à ressort (Mn-Si ou Cr-Mo-Si), aciers pour cryogénie (6 à 9 % de Ni), aciers pour chaudières (Mn-Mo ou Cr-Mo), aciers résistant à l'abrasion (13 % de Mn), aciers à dilatation nulle (Invar, 36 % de Ni), aciers magnétiques (Fe-Al-Ni) fabriqués, en France, par Ugine à Saint-Chély-d'Apcher (48), 166 000 t en 1995, n°2 européen derrière Thyssen, aciers réfractaires (25 % de Cr, 12 % de Ni).

PRODUCTION d'acier brut : en 1996, en 106 t. Monde : 752, Union européenne : 147.

Chine	100,3	Brésil	25,2
Japon	98,8	Italie	24,3
États-Unis	94,7	Inde	21,8
ex-URSS	78,0	Royaume-Uni	18,0
Allemagne	39,8	France	17,6
Corée du Sud	38,9	Canada	14,7

- Le maximum de production, dans l'ex URSS, avait été de 163 millions de t en 1988 (58,2 millions de t en 1995, en Russie).

- Effectifs de la sidérurgie mondiale, en 1993 : 1,405 million de personnes (2,55 millions en 1974).

La sidérurgie mondiale :

- Importance du Japon : 2ème producteur mondial (fin 1992 : 47 hauts-fourneaux, 260 fours électriques) mais surtout parmi les producteurs les plus compétitifs, les plus modernes et les plus qualifiés. Le développement de la sidérurgie japonaise est récent : après la 2ème guerre mondiale. La production a été multipliée par 12 de 1955 à

1973. Le Japon n'a ni charbon ni minerai de fer. Cette situation est caractéristique de la modification de l'implantation géographique de la sidérurgie. En France, déclin de la Lorraine au profit du littoral : Dunkerque en 1962, Fos en 1975. Actuellement, la sidérurgie de la Corée du Sud suit la même voie que celle du Japon. En 1995, les exportations du Japon sont de 22,9 millions de t, les importations de 11,6 millions de t.

- La sidérurgie américaine est moins performante que la sidérurgie européenne : les produits japonais mais aussi européens sont compétitifs sur le marché américain. Les États-Unis importent, en 1996, 23,4 % de leur consommation soit 26,7 millions de t dont plus de 6 en provenance de l'Union Européenne. Ils exportent 4,6 millions de t.

- Le commerce de l'acier est important : 20 % de l'acier mondial et 50 % de l'acier européen sont exportés. Bien que les pays en voie de développement construisent des sidérurgies nationales (c'est un critère de développement) ils restent globalement importateurs. En 1995, la Chine a importé 13,3 millions de t d'acier. La Russie a exporté, en 1994, 14 millions de t.

- La consommation d'acier des républiques de l'ex-URSS a chuté de 71,6 % entre 1989 et 1996, la production ayant par ailleurs diminuée de moitié. Les exportations russes de produits courants sont de plus en plus importantes, en particulier vers les États-Unis.

- La production européenne est très interdépendante au sein de l'Union européenne. En 1951 : création de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier (CECA), qui a permis le redémarrage et le développement de la sidérurgie européenne. En période de crise, le traité de la CECA peut imposer, pour les aciers courants : des quotas de production (article 58), des prix minima obligatoires (article 61). En 1995, les exportations ont porté sur 18 millions de t et les importations sur 16 millions de t. Les principales sociétés sidérurgiques européennes sont regroupées dans Eurofer.

Evolution et restructuration de la sidérurgie européenne :

Après une croissance continue durant les 30 glorieuses, la production mondiale stagne depuis 1974 (voir la courbe de l'évolution de la production mondiale d'acier brut).

Causes générales : crise mondiale entraînant une récession du bâtiment, des industries mécaniques utilisant l'acier, de l'automobile.

Causes plus spécifiques :

- "Autoconcurrence" de l'acier par augmentation de sa qualité qui accroît sa durée d'utilisation et diminue les quantités utilisées. La Tour Eiffel construite en 1886 pèserait 3 fois moins qu'en 1889. La quantité d'acier utilisé dans une dalle en béton a diminué depuis 1960 de 14 à 3 kg/m².

- L'utilisation de la coulée continue diminue, d'environ 15 %, la quantité d'acier brut nécessaire pour produire une tonne de produits finis (mise au mille).

- Concurrence accrue d'autres matériaux : aluminium, matières plastiques.

Conséquences française : après une restructuration importante menée à partir de 1982 et une baisse considérable des effectifs, la sidérurgie française, à la fin des années 80, est devenue particulièrement performante.

De 1980 à 1989, les capacités françaises ont été réduites de 20 % dans les produits plats et de 36 % dans les produits longs.

Conséquences européennes :

- Dans l'Union européenne, en 1995, 327 000 personnes employées. En 1982 : 539 000 personnes, en 1974 : 887 000 personnes.

- De 1981 à 1985, la sidérurgie européenne a réduit ses capacités de 32 millions de t et supprimé 250 000 emplois. Par exemple, la capacité de production de l'ex RDA est passée, après la réunification de l'Allemagne, de 8 à 3 millions de t/an.

Évolution de la répartition de la production mondiale :

	Europe de l'Ouest	Amérique du Nord	ex URSS	Japon	Autres pays
1930	44,9 %	43,8 %	6,1 %	2,4 %	2,8 %
1950	31,2 %	46,7 %	14,0 %	2,5 %	5,6 %
1970	33,9 %	21,9 %	19,5 %	15,7 %	9,0 %
1980	31,1 %	16,4 %	20,6 %	15,5 %	20,2 %
1990	21,8 %	13,1 %	20,0 %	14,3 %	30,8 %
1995	22,8 %	14,4 %	10,5 %	13,6 %	38,7 %

Producteurs : productions de 1996 en millions de tonnes d'acier.

Nippon Steel (Japon)	25,3	NKK (Japon)	10,5
Posco (Corée du Sud)	24,3	USX (États-Unis)	10,4
British Steel (Royaume-Uni)	16,1	Kawasaki (Japon)	9,9
Usinor (France)	15,0	Sumitomo (Japon)	9,7
Riva (Italie)	13,1	Ispat (Royaume-Uni)	9,4
Arbed (Luxembourg)	11,5	Thyssen (Allemagne)	9,3
SAIL (Inde)	11,0		

Ces prochaines années, Posco devrait devenir le n°1 mondial. Le regroupement Thyssen - Krupp Hoesch place le nouveau groupe au 5ème rang mondial avec 14,2

millions de t.

La France se caractérise par une très forte concentration des entreprises sidérurgiques depuis le regroupement des activités de Usinor et Sacilor, en 1986, dans Usinor-Sacilor devenu Usinor en 1996. Cela n'est pas le cas dans d'autres pays : au Japon : Nippon Steel (à elle seule plus importante que Usinor), NKK, Sumitomo, Kawasaki, Kobe Steel...; aux États-Unis : USX, Bethlehem Steel, LTV, National Steel Corp., Inland Steel, Stelco... En Allemagne on assiste au regroupement des sociétés sidérurgiques avec la fusion de Thyssen avec Krupp-Hoesch, ces 2 dernières sociétés ayant fusionné en 1992.

SITUATION FRANÇAISE : en 1996, en 106 t d'acier.

- Production : 17,6 d'acier brut avec un chiffre d'affaires de 54,1 milliards de F.
- Importations : 7,5 (à 92 % de l'Union européenne), 25,3 milliards de F.
- Exportations : 11 (à 75 % vers l'Union européenne, 9 % les États-Unis), 31,3 milliards F.
- Effectifs : 37 684 personnes (150 000 en 1978).
- Nombre de hauts fourneaux en activité, en 1997 : 12 dont 4 dans l'Est, 6 dans le Nord, 2 dans le Sud.
- En 1994, arrêt de la production à partir de la minette remplacée par du minerai importé.
- Depuis fin 1996 démarrage de la production de l'aciérie électrique de l'Acierie de l'Atlantique, du groupe espagnol Ucin, à Boucau-Tarnos (64), capacité 800 000 à 1 million de t/an.

Usinor : en 1996.

- Chiffre d'affaires : 71,1 milliards de F réalisé à 33,6 % en France, 43,1 % dans le reste de l'Europe, 11,8 % aux Etats-Unis.
- Effectifs : 56 743 personnes à 91 % en France.
- Productions : 14,957 millions de t. Selon les produits :

	Chiffre d'affaires en milliards de F	Effectifs	Production en millions de t
Aciers plats au carbone	35,1	22 521	10,9
Aciers inox et alliages	16,3	12 055	1,35
Acier spéciaux	13,6	11 049	2,1

- Avec 27 % de sa production élaborée au four électrique, Usinor est le 3ème client de l'EDF.

- Activités principales et filiales : voir la carte pour les implantations géographiques, en France.

- Dans les aciers plats au carbone : Sollac, n°1 européen (15 % du marché).

- Production de fonte, sites de production, en millions de t :

- Dunkerque (59) : 3 hauts-fourneaux, 4,9.

- Fos-sur-Mer (13) : 2 hauts-fourneaux, 4,3.

- Florange (57) : 3 hauts-fourneaux, 2,3. A terme, production dans les 2 hauts-fourneaux de Patural.

- Production de produits revêtus, par type de produits, en millions de t :

- Tôles zinguées ou laquées : 2,4 (voir le chapitre acier zingué).

- Aciers pour emballages : 1,1 (voir le chapitre fer blanc).

- Production de rails, par Sogérail, à Hayange (57) : 300 000 t.

- Dans les aciers inoxydables et alliages : en France : Ugine, Imphy, aux Etats-Unis : J&L.

- 1er producteur mondial de produits longs inoxydables (8 % du marché), 207 000 t à :

- Ugine (73) : 2 fours électriques, 150 000 t.

- Imphy (58) : 1 four électrique.

- 2ème producteur mondial de produits plats inoxydables (9 % du marché), 917 000 t à :

- L'Ardoise (30) : 2 fours électriques, 500 000 t.

- Isbergues (62) : 2 fours électriques, 310 000 t.

- Midland (Pennsylvanie, Etats-Unis) : 2 fours électriques, 340 000 t.

- Dans les aciers spéciaux : Aster (Unimétal, Ascométal, Allevard, CLI, IMS...).

- Aciers de construction mécanique (ressorts, roulements...), par Ascométal : 1 million de t à :

- Dunkerque (59) : 370 000 t.

- Fos-sur-Mer (13) : 300 000 t.

- Hagondange (57) : 260 000 t.

- Le Cheylas (38) : 160 000 t.

- Fil machine, par Unimétal : 1 million de t à Gandrange.

- Tôles fortes et activités de forge lourde, par Creusot Loire Industrie : 200 000 t.

UTILISATIONS :

Consommations apparentes : en 1995, en millions de t. Monde : 643, Union européenne : 124.

États-Unis (1996)	106	Japon	78
Chine (1996)	97,3	Russie (1994)	21

Dans l'Union européenne : en 1995

Allemagne	34,8	France	15,2	Espagne	12,5
Italie	26,8	Royaume-Uni	12,8		

Par type de produits : dans le monde, en 1995, en millions de t.

Produits longs : 380, produits plats : 357, aciers inoxydables plats : 7

Dans le tiers-monde, la consommation annuelle d'acier par habitant est de 30 kg, dans les pays industrialisés : 450 kg. 71 % de la population du globe consomme 20 % de l'acier.

Secteurs d'utilisation de l'acier : en 1996, dans l'Union européenne et () aux Etats-Unis.

Bâtiment-travaux publics	43 % (40 %)	Véhicules	17 % (25 %)
Construction mécanique, électrique	24 % (21 %)	Emballages	4 % (6 %)

La construction utilise principalement des produits longs (poutrelles, ronds à béton...), l'automobile, par contre, utilise plutôt des produits plats (tôles...).

Nouveaux produits : les tôles sandwich.

Elles sont constituées par 2 tôles minces (0,3 à 0,7 mm) séparées par un film polymère de 45 mm. La résine est appliquée sur l'une des tôles puis l'ensemble est colaminé. Elles sont utilisées pour leurs propriétés d'insonorisation : les vibrations sont absorbées par le polymère (choisi pour que la température d'utilisation soit dans son domaine viscoélastique), par frottement des chaînes polymères, qui dissipe cette énergie sous forme de chaleur. Ces tôles mises au point initialement au Japon commencent à être utilisées dans les tabliers (pièce séparant le moteur de l'habitacle) des automobiles (gain de poids : 20 %), les tambours de sèche linge...

En France, depuis 1994, Sollac (Usinor) produit des tôles sandwich ("Solconfort"), à Montataire (60), 15 000 t en 1995, destinées, dans un premier temps, à Renault. Le dallage du sol de la Très Grande Bibliothèque a été réalisé en sandwich d'acier inoxydable.

Utilisations particulières :

- Bâtiment, travaux publics : en France, la consommation dans ce secteur est de 4 millions de t/an dont 40 % de ronds à béton. Les constructions métalliques utilisent 700 000 t/an, dont 40 000 t/an pour les ponts métalliques. Dans ce secteur, les consommations annuelles par habitant sont de 268 kg au Japon, 151 kg en Italie, 118 kg en Allemagne, 108 kg aux Etats-Unis, 108 kg en Espagne, 83 kg en France. Les normes antisismiques conduisent à employer plus d'acier dans les constructions, au

Japon et en Italie (de 46 à 48 % des utilisation de l'acier dans ces pays). On assiste, aux Etats-Unis, au développement de la construction de maisons individuelles à ossature en acier (utilisation de 2 millions de t d'acier, en 1997).

- Automobiles : l'acier représente, 60 à 75 % de leur masse (5 à 10 % de leur prix de revient), les matières plastiques 10 %, l'aluminium : 6,5 %.

- La carrosserie d'une voiture utilise, en moyenne, 70 m² de tôles (50 m² se retrouvent dans la voiture) dont 54 % galvanisées. La carrosserie (hors portes, coffre et toit) a une masse moyenne de 271 kg (de 20 à 25 % de la masse du véhicule).

Trente-quatre groupes sidérurgiques mondiaux se sont associés (projet Ulsab) pour proposer un véhicule ayant une structure en acier 20 % moins lourde en utilisant des aciers à haute limite élastique, des flans soudés, des tubes hydroformés, des tôles sandwich...

- En 1991, les achats d'acier par les constructeurs automobiles français ont été de 1 160 000 t de produits plats et de 365 000 t de produits longs.

- Tubes : production en Europe de l'Ouest de 13,1 millions de t en 1995. Le producteur français Vallourec est le n°5 mondial.

- Rails : 400 km de ligne de TGV à 2 voies nécessitent 100 000 t de rail (60 kg/m).

- Signalisation routière : 200 000 t d'acier/an en Europe de l'Ouest.

- Muselets de bouteilles de champagne : la société Tréfilunion à Commercy, en fabrique de l'ordre de 1 000 t/an.

- Boules de pétanque : la société française Obut en produit 300 t/mois, soit les 2/3 du marché mondial.

- Construction de téléviseurs : 500 000 t/an dans le monde en particulier dans les "shadow masks".

Les composés chimiques du fer :

Le principal composé fabriqué est le chlorure ferrique (FeCl₃) qui est fabriqué, en solution, par attaque chlorhydrique de ferrailles suivie d'une oxydation par le dichlore ou directement par attaque de ferrailles par FeCl₃. L'attaque acide directe de minerai de fer est de plus en plus employée.

Le chlorure ferrique est également préparé anhydre par attaque de ferrailles par le chlore vers 500-700°C ou obtenu comme sous-produit de la fabrication du dioxyde de titane par chloration (voir ce chapitre).

En France, les capacités annuelles de production d'Elf Atochem sont de 80 000 t à Pierre-Bénite (69) et à Lavera (13). Aux Etats-Unis les capacités sont de 500 000 t/an. Le chlorure ferrique est principalement employé dans le traitement des eaux usées, comme agent flocculant ainsi que pour l'élimination des ions phosphates, par précipitation du phosphate ferrique, afin de lutter contre l'eutrophisation des rivières.

Bibliographie :

- Rapports d'activité de la Fédération Française de l'Acier, Immeuble Pacific, 92070 La Défense Cedex.
- J-A Varoquaux, "Les mines de fer de France", Chambre Syndicale des Mines de Fer de France, 56 av de Wagram, 75854 Paris Cedex 17.
- Rapports d'activité Usinor, Immeuble Pacific, TSA 10001, 13 cours Valmy, La Défense 7, 92070 La Défense Cedex, adresse Internet : www.usinor.com.
- Adresse Internet de l'American Iron and Steel Institute : www.steel.org.
- Adresse Internet du groupe USX : www.usx.com.
- MM Demarteau et Boutinet, L'évolution technique de la sidérurgie française, Chambre Syndicale de la Sidérurgie, 1982.
- Revue de Métallurgie, nombreux numéros.
- Techniques de l'Ingénieur, 1989.
- L'acier nouveau matériau, coproduction Musée de l'Histoire du Fer de Nancy, Usinor-Sacilor.
- Textes et Documents pour la classe, n°588, mai 1991.
- Le courrier des Pays de l'Est, n°382, septembre 1993.
- Magnétic, n°13, juillet 1996, Sollac.
- Instantanés Techniques, juin 1996.

Évolution de la production mondiale d'acier

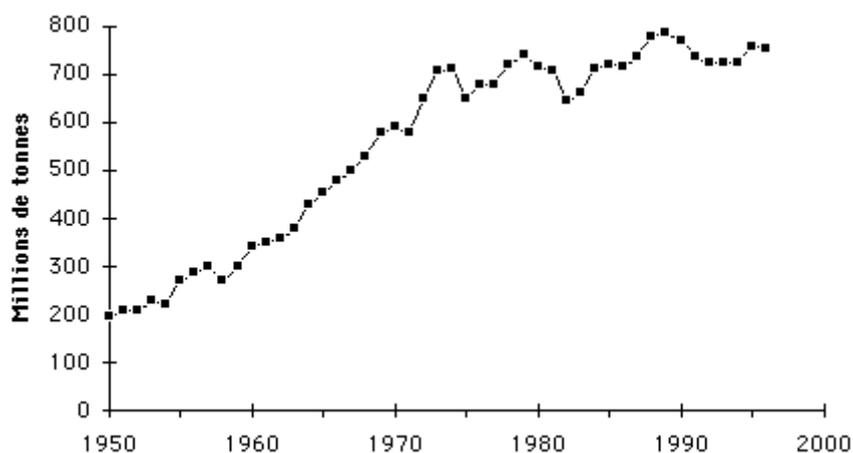
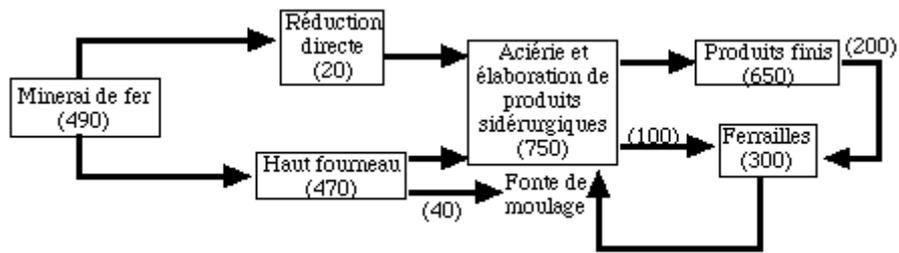
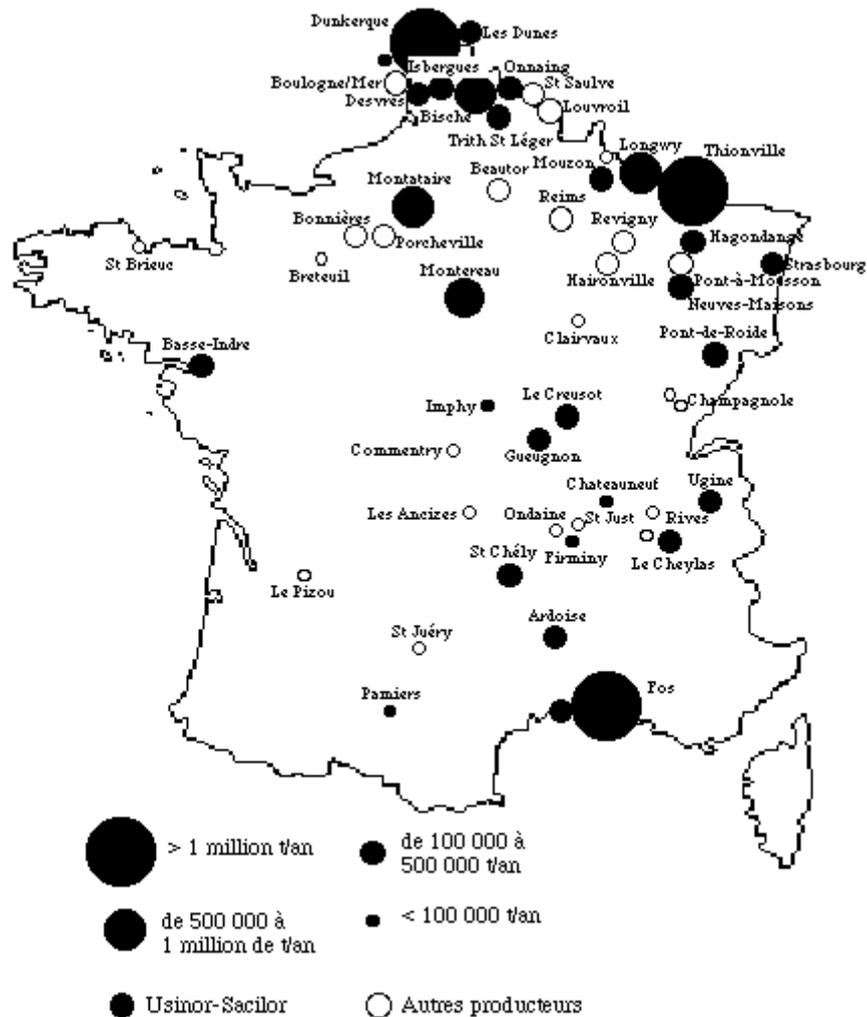


Schéma de l'approvisionnement de la sidérurgie mondiale en millions de t de fer contenu (d'après Instantanés Techniques, juin 1996)



**Localisation des usines sidérurgiques françaises
(d'après un document de la Fédération Française de l'Acier que nous remercions)**



Localisation des installations françaises de production d'acier

