

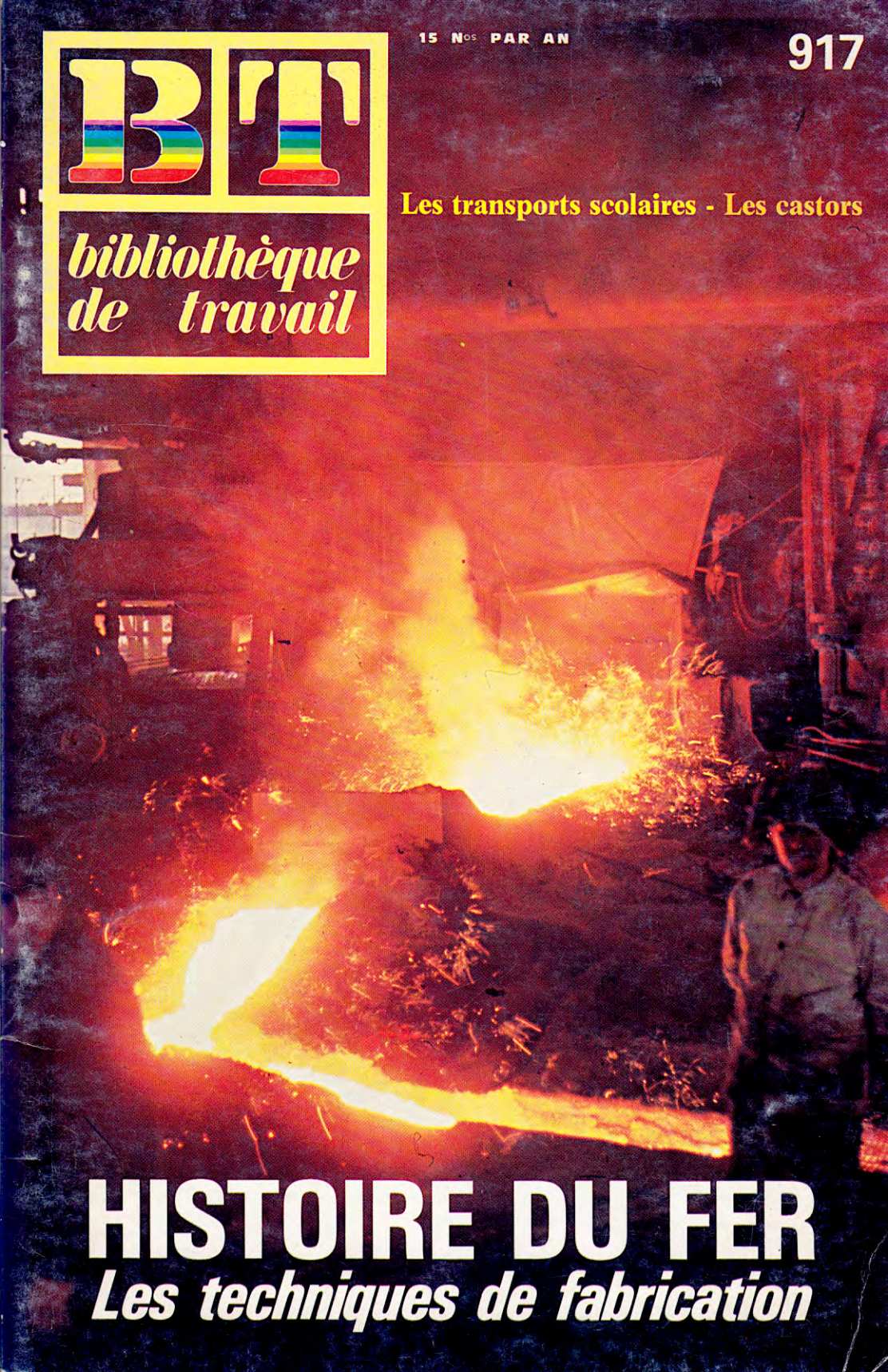
15 N^{OS} PAR AN

917

B T

*bibliothèque
de travail*

Les transports scolaires - Les castors



HISTOIRE DU FER

Les techniques de fabrication

COUVERTURE

Photo Larcheroy (chambre syndicale de la sidérurgie)

1^{er} février 1982 - N° 917 - 15 numéros par an : 115 F

SOMMAIRE

1 **Histoire du fer (les techniques de fabrication)**
par Gilles SAPIRSTEIN

COLLABORATEURS :

Pierrette GUIBOURDENCHE, Michel BARRÉ et les
classes de Paul GUIBOURDENCHE, Jean BOURRI-
GAULT, Gabriel BARRIER

- 2 Les premiers forgerons
8 Du bas fourneau au fourneau de masse
14 L'utilisation du coke
18 Les progrès du forgeage
22 La fabrication de l'acier
26 La transformation de l'industrie sidérurgique
- 28 **Notre enquête : Les castors en danger**
I.M.P. de Poët-Laval - La Bégude-de-Mazenc (Drôme)
- 32 **Jeu-devinette**
S.E.S. 32 Plaisance
- 33 **Nous avons lu : « Les enfants et l'auto »**
Collège Pasteur - Vrigne-aux-Bois (Ardennes)
- 34 **Les transports scolaires**
Collège d'Ottmarsheim (Haut-Rhin)
- 36 **Les tremblements de terre**
Ecole de Gilly-sur-Isère - 73200 Albertville
- 40 **L'oranger**
C.E.S. Teilhard-de-Chardin - Chamalières (P.-de-D.)

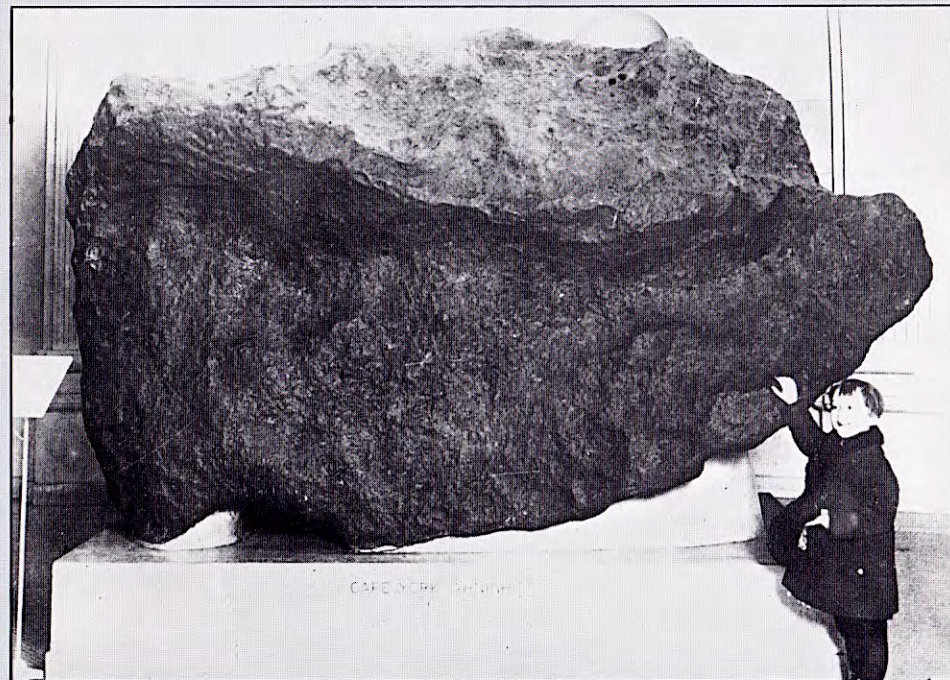
Photographies :

ROGER-VIOLLET : p. 1, 4, 12, 23 - A.A.A. PHOTO
AFRIQUE/Fievet : p. 3 - ZIOLO/Held : p. 5, 7 ; Nima-
tallah : p. 20, 21 - Document O.T.U.A. : p. 10 - Photo X :
p. 11 - ATLAS-PHOTO : p. 15 - Ecomusée LE CREUSOT
Monceau : p. 17 (en bas) - Musée de l'histoire du fer :
p. 18, 20, 22 - Chambre syndicale de la sidérurgie
Française : p. 24, 25 ; Larcheroy : p. 13, 14, 16, 17 -
R.P. RICHARD : p. 28 (en haut) - DÉBARDIEUX :
p. 28, 29, 30, 31 - François GOALEC : p. 33 - Monique
BOLMONT : p. 34, 35, 36 - KEYSTONE : p. 38, 39

Pour faciliter votre classement, voici les mots-
clés permettant de répertorier le reportage :
**fer, métallurgie, sidérurgie, forgeron, haut
fourneau, acier, fonte.** Autres pages du ma-
gazine : **castor, autocar, tremblement de
terre**

HISTOIRE DU FER

Les techniques de fabrication



Une météorite géante tombée au Groenland

LA DÉCOUVERTE DU FER

Les premiers métaux utilisés par l'homme depuis 7 000 ans furent le cuivre, le bronze (alliage de cuivre et d'étain), l'or et l'argent, car ils fondaient à une température moins élevée et se travaillaient plus facilement.

Il est probable que les sidérites, météorites métalliques (1), fournirent le fer utilisé il y a 6 000 ans environ (2).

Mais ce métal tombé du ciel était trop rare pour permettre une production suffisante. Il fallut rechercher des techniques pour extraire le fer de minerais où le métal se trouve mêlé à d'autres substances. C'est cette recherche que nous allons retracer.

(1) Les météorites sont des fragments d'astres morts qui tombent parfois sur la Terre. Les sidérites contiennent surtout du fer (voir BT n° 888)



Fondée
par C. FREINET
Publiée sous
la responsabilité
de l'I.C.E.M.
(pédagogie Freinet)
© 1982
Coopérative
de l'Enseignement
Laïc

LES PREMIERS FORGERONS

Aux alentours de 1 500 avant Jésus-Christ, dans le sud du Caucase, des hommes découvrirent comment extraire du fer à partir de minerai, c'est-à-dire d'une roche contenant une quantité plus ou moins grande de fer.

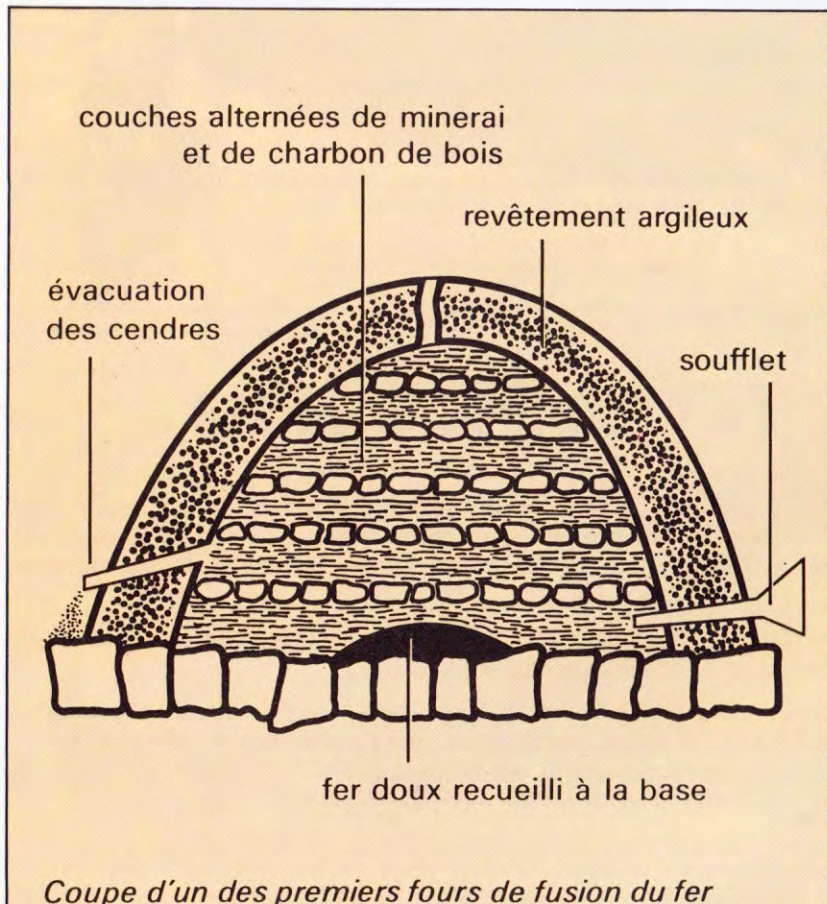
Pendant des siècles, c'est dans des carrières à ciel ouvert que fut recherché le minerai. Ce n'est qu'au XVI^e siècle qu'il fut exploité dans des galeries de mines en profondeur.

Pour obtenir du fer à partir du minerai, il faut chauffer fortement ce dernier pour que le métal devienne pâteux alors que les autres produits brûlent ou sont réduits en cendre.

Dans ce but, les premiers forgerons construisaient un **bas fourneau**.

Ils creusaient un trou dans le sol, y plaçaient des morceaux de minerai qu'ils recouvraient de bois ou de charbon de bois et ils disposaient des pierres par-dessus. Un tuyau, alimenté par un soufflet (en général une outre de cuir), amenait l'air indispensable à la combustion qui permettait d'obtenir une masse pâteuse de fer.

Ce procédé est encore utilisé dans certains villages d'Afrique. ▶





Boutique et outils du forgeron
 Bas-relief romain - IV^e siècle av. J.-C.
 Musée archéologique d'Aquilée (Italie)

Mais le métal obtenu était rempli d'impuretés, il fallait ensuite, pour le purifier, le battre tant qu'il était chaud (ou au besoin le faire réchauffer à nouveau). On pouvait alors le façonner.

Avant d'utiliser le fer, les hommes connaissaient l'or, le cuivre et le bronze qui peuvent se mouler et être travaillés à froid.

Le fer doit être travaillé tout autrement. Pour le façonner, le forgeron doit le chauffer jusqu'à ce qu'il devienne rouge vif et mou, entre 900 et 1 000°. Il peut alors, avec le marteau et l'enclume, lui donner toutes les formes et le souder avec lui-même en réunissant deux pièces portées au rouge et en les martelant.



Le fer est rarement pur, il contient généralement du carbone (1).

Lorsque le métal contient **peu de carbone** (moins de 0,1 %), on l'appelle **fer doux**. Il est relativement malléable, c'est-à-dire qu'il se tord facilement. Le fil de fer, les clous, la plupart des boîtes de conserve sont en fer.

S'il contient un peu plus de carbone (entre 0,1 et 2 %), le métal devient plus résistant, flexible. Il reprend sa forme initiale si on veut le tordre et peut casser. C'est l'**acier**. La plupart des outils, les aiguilles à coudre sont en acier.

Si on plonge le métal rouge dans l'eau froide, il devient plus résistant, on dit qu'il est **trempe**. Si on le chauffe fortement puis le laisse refroidir lentement, il devient moins résistant, on dit qu'il est **détrempe**. On peut faire l'expérience avec des épingles et des lames de rasoir.

Si le fer contient plus de 2 % de carbone, il perd son élasticité et devient cassant, c'est la **fonte**. Les plaques d'égout, certaines canalisations sont en fonte.

(1) Carbone : élément contenu dans le charbon mais également en quantités plus ou moins importantes dans tous les organismes vivants et dans de nombreux produits.

PETIT LEXIQUE DU FER

- Acier** : métal contenant du fer et du carbone (entre 0,1 et 2 %)
- Acier inoxydable** : acier qui ne s'oxyde pas (ne rouille pas) parce qu'il contient du chrome et du nickel
- Affiner** : rendre le métal plus pur
- Battre le fer** : le frapper à chaud pour faire sortir les impuretés
- Combustible** : matière (charbon, bois, pétrole, gaz) qui produit de la chaleur en brûlant
- Combustion** : action de brûler ; dans la combustion, le carbone contenu dans le combustible se combine à l'oxygène en produisant de la chaleur
- Extraire** : tirer le minerai de la terre
- Façonner** : donner au métal la forme choisie
- Fer ou fer doux** : fer contenant moins de 0,1 % de carbone
- Fer carburé** : métal souvent peu homogène où le fer est mêlé de traces de carbone provenant du charbon brûlé dans le bas fourneau
- Fonderie** : atelier où l'on fond les métaux pour en faire des lingots ou des pièces moulées (ici en fonte ou en acier)
- Fonte** : fer contenant entre 2 et 6,75 % de carbone ; depuis le XVI^e siècle, on transforme le minerai en fonte avant d'en faire de l'acier ou du fer
- Forgeage** : façonnage à chaud du fer
- Laminage** : étirage à chaud des barres ou des plaques de métal en les faisant passer entre des rouleaux
- Lingot** : bloc de métal qui a été fondu et coulé dans un moule
- Marteler** : battre avec un lourd marteau
- Métallurgie** : industrie travaillant les métaux depuis l'extraction du minerai jusqu'à la fabrication d'objets métalliques
- Minerai** : matière extraite du sol et contenant du métal, généralement mêlé à d'autres éléments (oxydes, sulfures, phosphates) et entouré d'une gangue de roche
- Réduire** : transformer le minerai en métal en faisant brûler les oxydes qu'il contient
- Scories** : déchets obtenus en fin de combustion ; selon leur composition les scories de minerai sont utilisées comme engrais (phosphates), pour fabriquer des ciments (laitier), comme remblais
- Sidérurgie** : industrie qui produit du fer, de la fonte et de l'acier
- Tréfilage** : transformation du métal en fil en l'étirant à travers une plaque trouée appelée filière
- Tremper** : plonger le fer rouge dans l'eau froide ; cela rend le métal plus dur

rocyllag noch nymmer wirt den o lies herr sat
Johannes. d ist den engeln gleich vnd hat ab
ler menschen synn vberflogen. mit grosser an
dacht in das hymelreich. Nun bitten wir den

vns vnd got erwerd das wir auch tummen zu
den ewigen freuden in dy ewigen seligkheit da
er ist Amen.

Mon saint Loy.



Oer lieb herr sant Loy
Der het ein selige muter vnd da sie dz
Kind sant Loy in irem leyb trug da er
zeyget got des Kindes heyligkheit. mā sah offt
dz ein adler ob seiner muter flog. der bedecket
die mit seinen stuteln. vnd hielte in der künig

des vnd hieß im der künig einē satel darauß
mache. da macht er im zwe setel darauß. Dar
nach hieß im der künig sein pferd mit silberin
huffeylen beschlahē. Da schneid sant Loy dē
pferd dy fuß ab nach den glidern. vñ da er es
beschlahen het da satz er im dy fuß wider an

Ces gravures sur bois illustrent la légende de saint Eloi qui est le saint patron des forgerons et des orfèvres.

En regardant de près cette gravure, on voit qu'il s'agit d'une curieuse façon de ferrer les chevaux : en coupant la patte et en la posant sur l'enclume pour changer le fer. On comprend l'inquiétude du cavalier qui ne sait pas que ce maréchal-ferrant peu ordinaire connaît le moyen miraculeux de recoller la patte du cheval avant qu'il n'ait perdu tout son sang.

DU BAS FOURNEAU AU FOURNEAU DE MASSE

Pendant des siècles, les procédés de fabrication évoluèrent très peu, les seuls progrès portent sur l'amélioration des soufflets.

A l'époque de Charlemagne, on rehaussa le four en l'entourant d'un petit talus ou d'un muret de pierres recouvertes d'argile. Mais la température atteinte dans le four (1 200°) était insuffisante pour faire fondre entièrement le minerai. Il restait dans le métal beaucoup de scories et des morceaux de minerai mal réduit. Pour obtenir un métal plus pur il fallait, après l'avoir à nouveau porté au rouge, le marteler longuement et fort pour enlever les impuretés.

Au cours du Moyen Age, les fourneaux de masse atteignirent entre 40 et 60 cm de diamètre intérieur et s'élevèrent à plus de 1,50 m. Ils permettaient de traiter 30 à 40 kg de métal à chaque fois.



(Gravure datant de 1556)
Ces fondeurs allemands travaillent le fer avec les mêmes techniques que celles pratiquées 2 000 ans avant.

Cet ouvrier fait fondre le minerai dans un four (à céramique)

Ces deux hommes martèlent le fer brut

L'UTILISATION DE LA FORCE HYDRAULIQUE *

Ce qui limitait la taille des fourneaux était la difficulté d'insuffler suffisamment d'air pour faire brûler le mélange de charbon de bois et de minerai. Depuis l'antiquité, le soufflet était actionné à la main ou au pied (parfois on en utilisait deux sur lesquels on appuyait alternativement un pied puis l'autre).

On avait agrandi les soufflets, mais il manquait une force motrice efficace : ce furent les moulins à eau qui la fournirent.

Le moulin à eau était connu des Romains. Son usage se généralisa au XIII^e siècle. Grâce aux travaux des ingénieurs de la Renaissance (notamment de Léonard de Vinci qui améliora la forme des palettes), on sut mieux utiliser la vitesse et le poids de l'eau. Les moulins à eau actionnèrent désormais les soufflets.

* Hydraulique : qui vient de l'eau



Atelier de forgeron avec un gros soufflet mû par un moulin à eau. Au premier plan les ouvriers « trempent » les barres de fer rouge dans l'eau froide pour le rendre plus dur.

NAISSANCE DU HAUT FOURNEAU

Au XVI^e siècle, la soufflerie hydraulique permit d'élever la température du four. Le métal qui en sortait avait l'avantage de sortir à l'état liquide ; c'était de la **fonte** (1).

On construisit des **hauts fourneaux** plus solides et de plus en plus grands, fonctionnant continuellement.

Les premières usines métallurgiques s'installèrent près des cours d'eau (pour l'énergie hydraulique) et des forêts (pour le combustible : charbon de bois).

Vestige d'un haut fourneau ancien en Lorraine

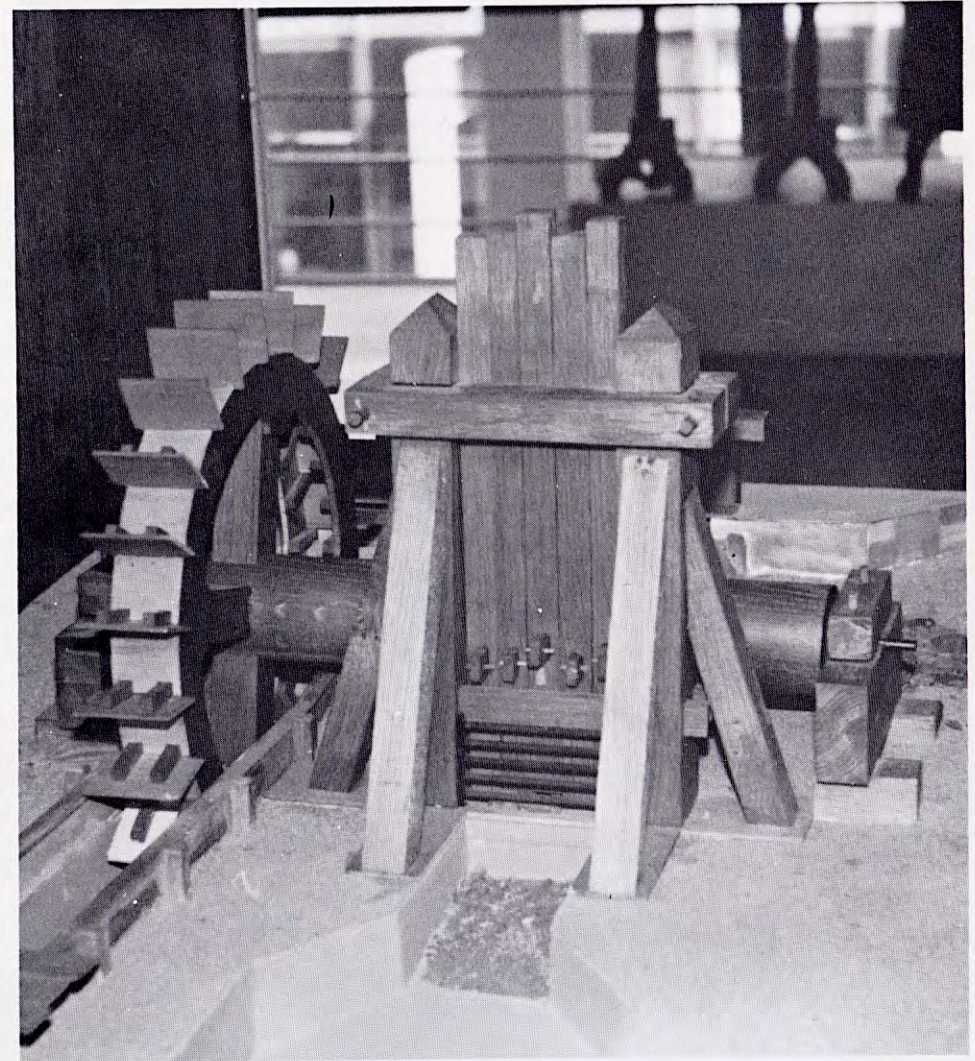


(1) La fonte (voir p. 5) était déjà connue en Chine dès le IV^e siècle avant J.-C. car les minerais de leur région fondaient à une température moins élevée (950°).

LA PRÉPARATION DU MINÉRAI

L'énergie hydraulique permit également de mieux préparer le minerai avant de le verser dans le haut fourneau.

- 1) On passait le minerai dans un malaxeur : le **patouillet** qui enlevait les premières impuretés (terre, pierres).
- 2) Puis on le concassait dans un courant d'eau grâce à une série de pilons en bois à tête de métal : le **bocard**.
- 3) Plus tard on procéda au **grillage** du minerai dans des fours afin de le débarrasser de la gangue qui restait.



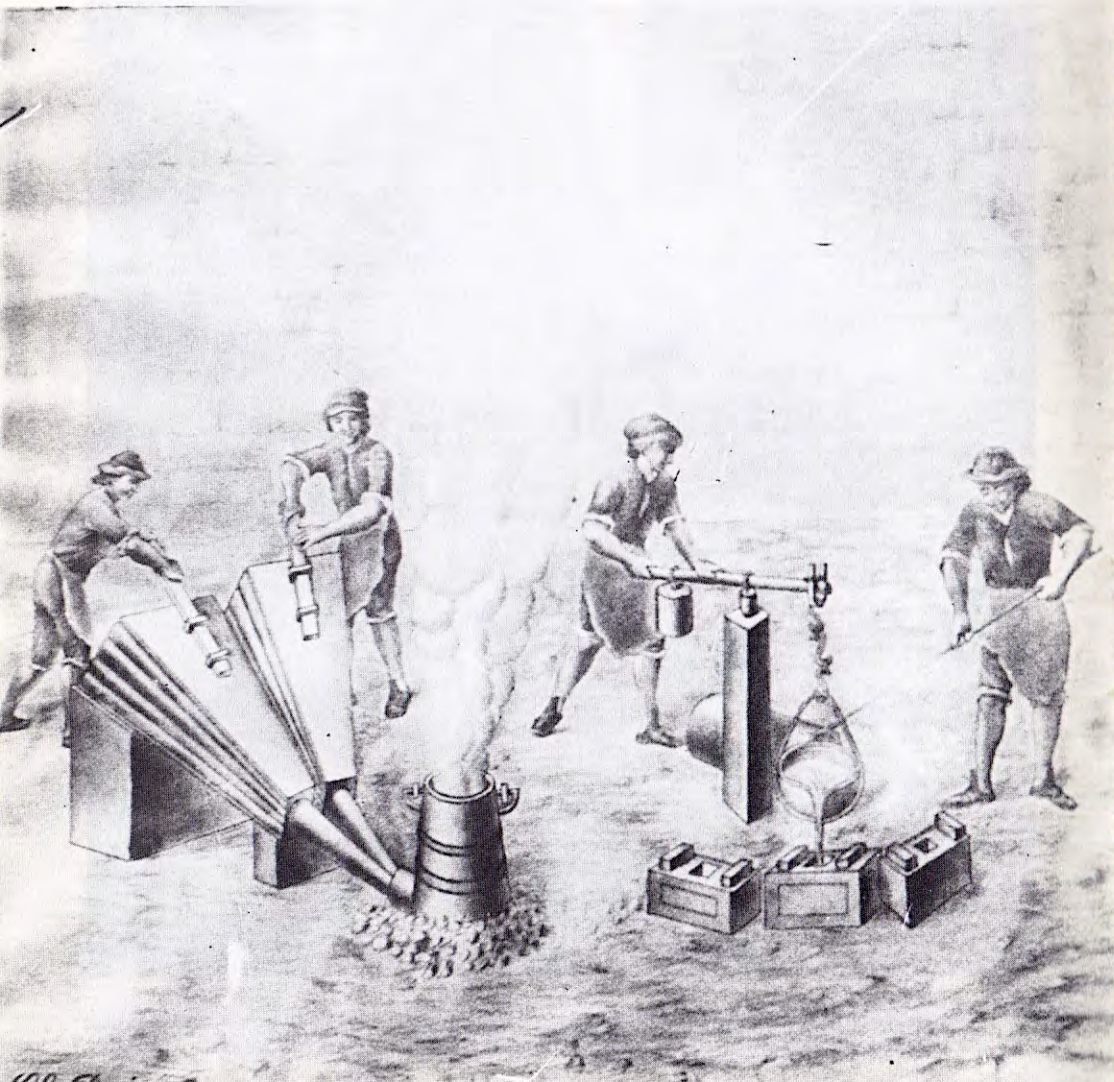
Maquette de bocard en bois. Le minerai passe sous les pilons qui l'écrasent (les têtes des pilons sont en métal). Les impuretés sont entraînées par le courant.

L'AFFINAGE DE LA FONTE

La fonte, contenant beaucoup de carbone, pouvait être moulée mais était trop cassante pour se travailler. Il fallait l'affiner pour obtenir du fer.

Au XVII^e siècle, on faisait brûler l'excès de carbone en plaçant la fonte dans des fours chauffés au charbon de bois et soumis à un fort courant d'air fourni par les souffleries hydrauliques. La plus grande partie de la fonte produite était transformée en fer doux car la fonte était encore peu employée.

C'est Réaumur (1683-1757) qui le premier constata la présence de carbone qu'il appelait « souffres et sels » en observant des cassures d'échantillons de fonte au microscope. Il découvrit aussi que l'acier représentait un état intermédiaire entre le fer et la fonte.

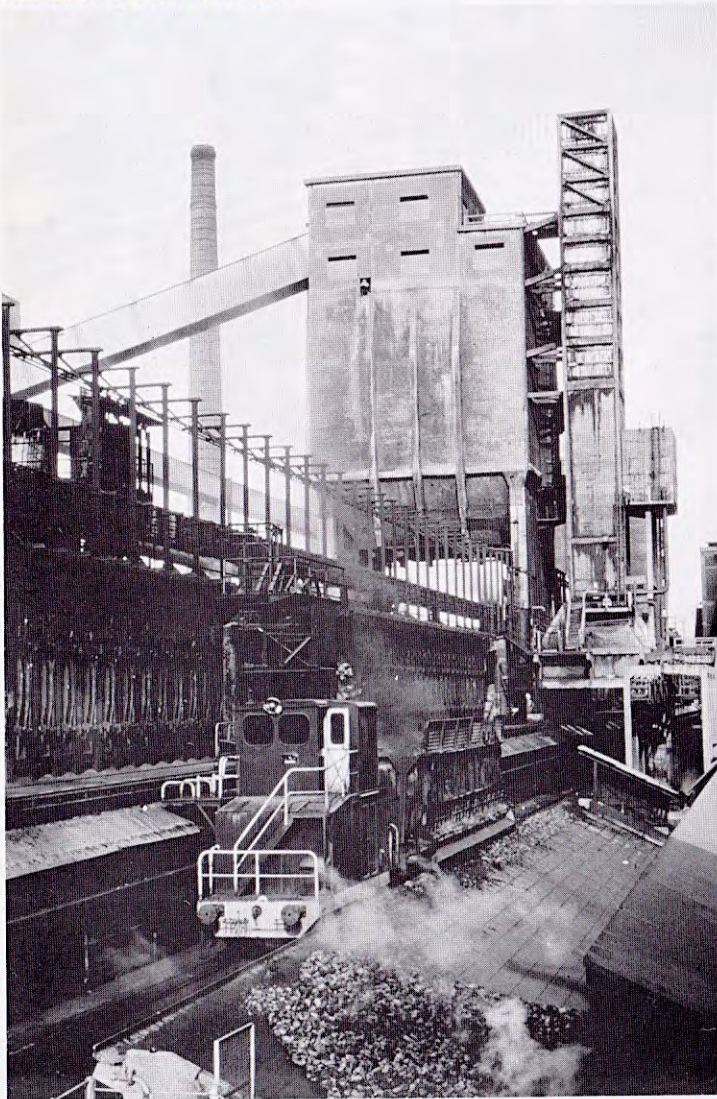


L'UTILISATION DU COKE

A la fin du XVIII^e siècle en Angleterre, il fallut trouver un produit remplaçant le charbon de bois dans les hauts fourneaux car les forêts diminuaient rapidement.

On essaya le charbon de terre (la **houille**) que l'on trouvait dans le sol dans certaines régions mais cette houille s'écrasait sous le poids du minerai et brûlait mal.

Une cokerie en Normandie



En 1735 un maître de forges anglais, Darby, découvrit qu'en faisant brûler incomplètement la houille dans des meules recouvertes d'argile (comme pour faire le charbon de bois), on obtenait un produit nouveau : le **coke** qui ne s'écrasait pas et produisait une plus grande chaleur à condition de le faire brûler sous l'action d'un fort courant d'air.

Plus tard, on fabriqua des fours à coke qui permirent également d'obtenir du gaz d'éclairage et des goudrons.

LA MACHINE A VAPEUR

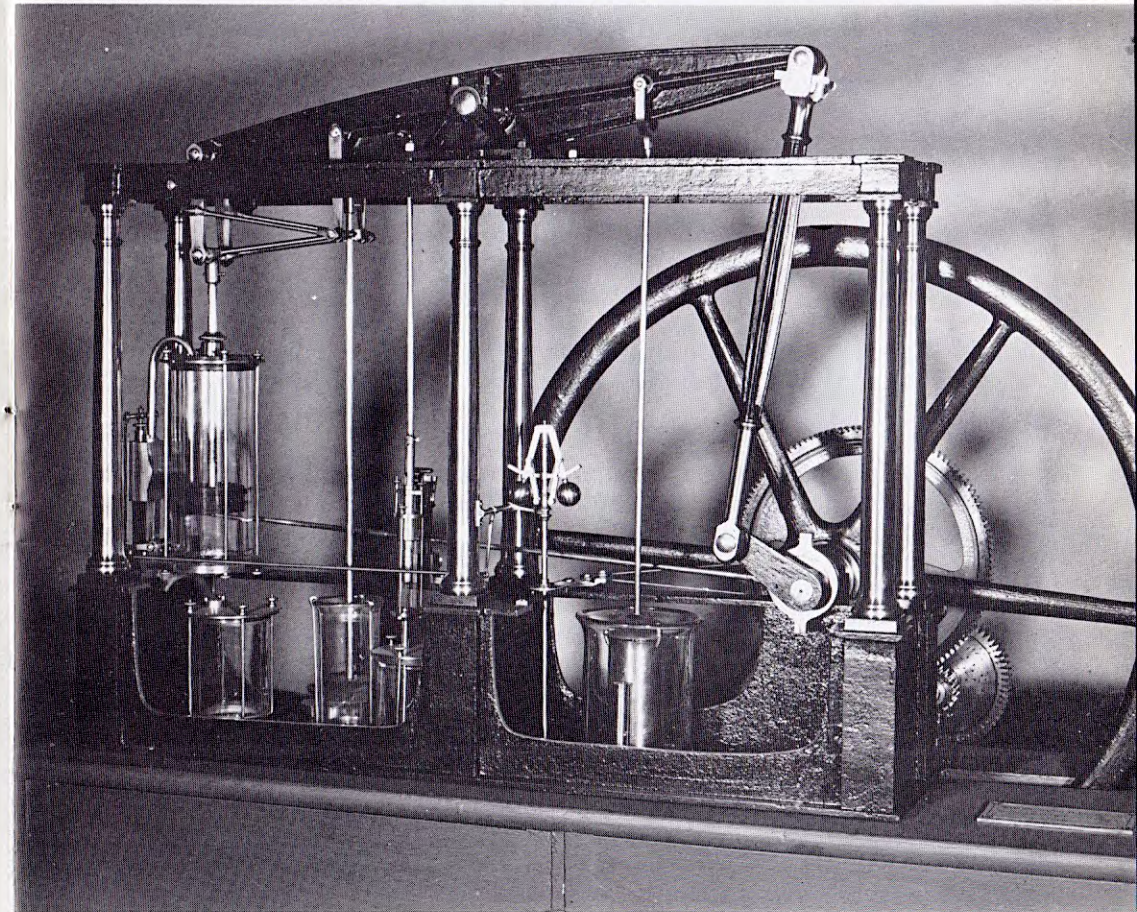
Pour extraire la houille, il fallait creuser des puits de mine, mais quand on rencontrait des nappes d'eau, il fallait pouvoir évacuer cette eau.

En 1712, l'Anglais Newcomen mit au point une **machine atmosphérique**, ancêtre de la machine à vapeur, pour actionner les pompes qui asséchaient les puits de mine. En 1784, un autre Anglais, James Watt, dut réparer une machine atmosphérique, il ne la trouva pas pratique et imagina un système plus perfectionné qui devait aboutir à la **machine à vapeur**.

Pendant tout le XIX^e siècle et une bonne partie du XX^e, la machine à vapeur devint le moteur le plus répandu.

Le succès de la machine à vapeur, utilisable partout, amena le déclin rapide et sans doute regrettable des moulins à eau et à vent qui ne bénéficièrent plus de la modernisation sauf pour les turbines hydro-électriques. Peut-être le coût de l'énergie amènera-t-il à réétudier pour les transformer ces utilisations simples des cours d'eau et du vent que la machine à vapeur élimina si rapidement.

Machine de Watt (1781) - Conservatoire des Arts et Métiers





LE HAUT FOURNEAU MODERNE

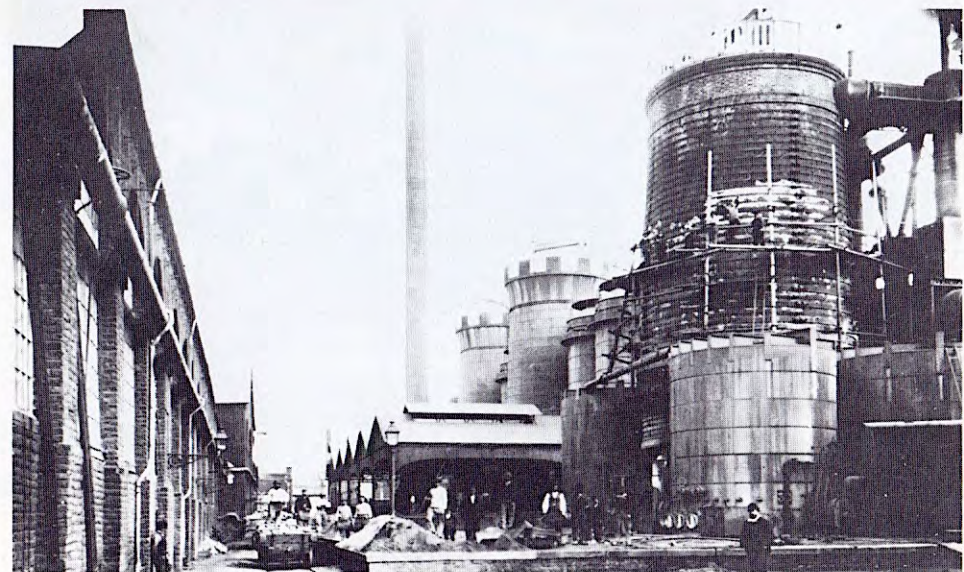
Au XVIII^e siècle, le haut fourneau prit sa forme définitive. Sa taille variait suivant la capacité des soufflets. Il était construit en briques réfractaires (1) recouvertes d'une épaisse maçonnerie. Le haut fourneau fonctionnait en continu, nuit et jour. Les gaz et les fumées se perdaient dans l'atmosphère.

Au XIX^e siècle, les hauts fourneaux se multiplièrent dans les régions où l'on trouvait du minéral. Leurs dimensions passèrent de 6 à 30 mètres de haut. Une charpente métallique remplaça la maçonnerie et le chargement s'effectua par ponts roulants puis par tapis roulants. La machine à vapeur permit de produire un puissant souffle d'air et les gaz étaient réutilisés pour réchauffer l'air neuf qu'on envoyait dans la soufflerie.

La production par haut fourneau passa de 2 tonnes par jour à 350 tonnes.

(1) Résistant aux fortes chaleurs

La coulée de la fonte à Usinor-Dunkerque



LES PROGRÈS DU FORGEAGE

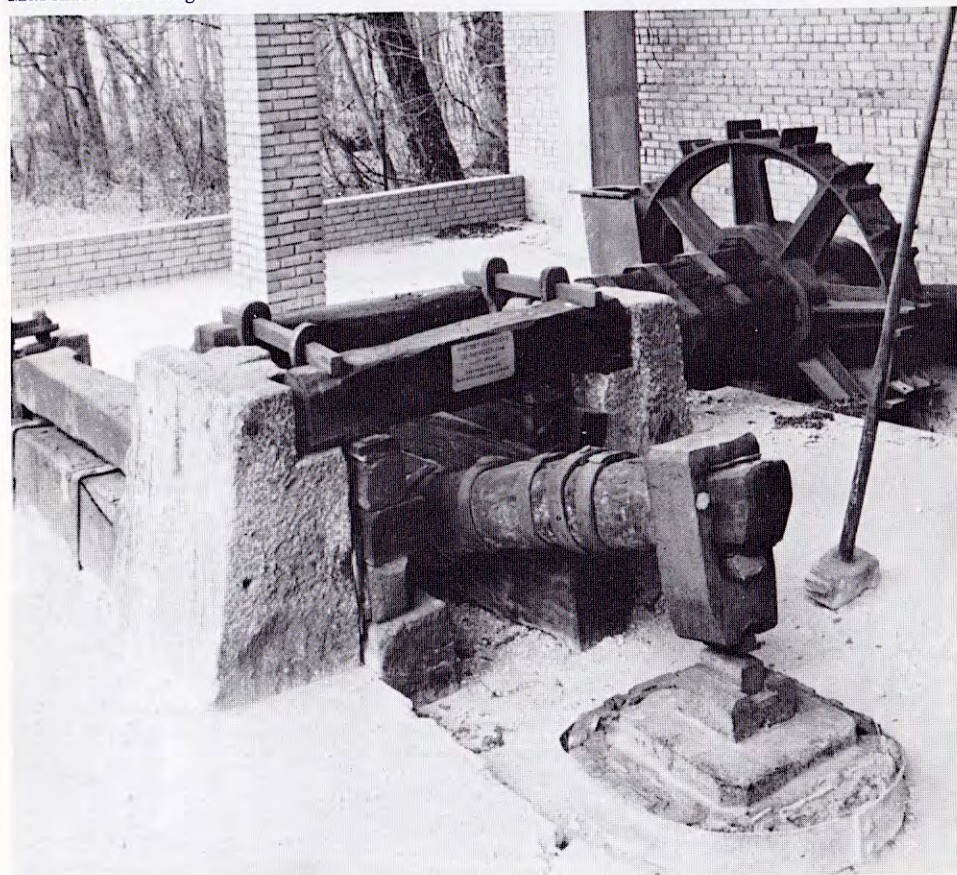
Le métal sortant des fours n'était pas pur, aussi fallait-il le battre longuement. Depuis l'antiquité cette tâche était confiée aux aides du forgeron. En même temps que l'on mécanisait les soufflets de haut fourneau, on rechercha des machines capables de travailler le fer.

LE MARTINET

Il s'agit d'une lourde masse de 60 kg, emmanchée à l'extrémité d'une poutre mobile et actionnée par un arbre à came qui relevait puis faisait retomber le marteau. L'énergie utilisée n'était plus le bras des hommes mais le moulin à eau. Selon le travail à exécuter, on pouvait changer la tête du marteau.

Une telle machine était encore utilisée récemment par des artisans métallurgistes (voir SBT n° 371).

Martinet de forge



LE LAMINOIR

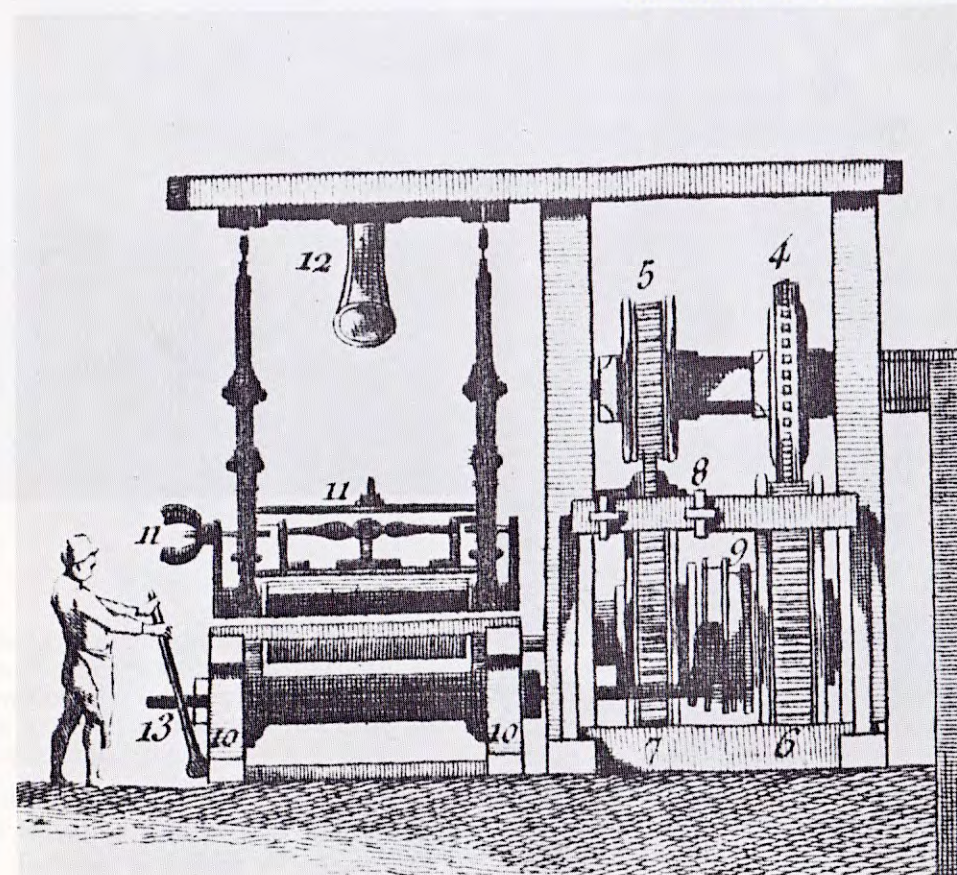
Pour amincir les barres et les plaques de métal, on imagina de les faire passer entre deux cylindres. On commença par laminier les métaux malléables (mous) comme le plomb, le zinc, le cuivre. Puis, vers la fin du XVIII^e siècle, on appliqua la même technique pour façonner le fer et l'acier portés au rouge.

Au XIX^e, on créa des trains de laminoir où la même pièce de métal, passant en continu successivement entre divers rouleaux, prend les dimensions et le profil choisis.

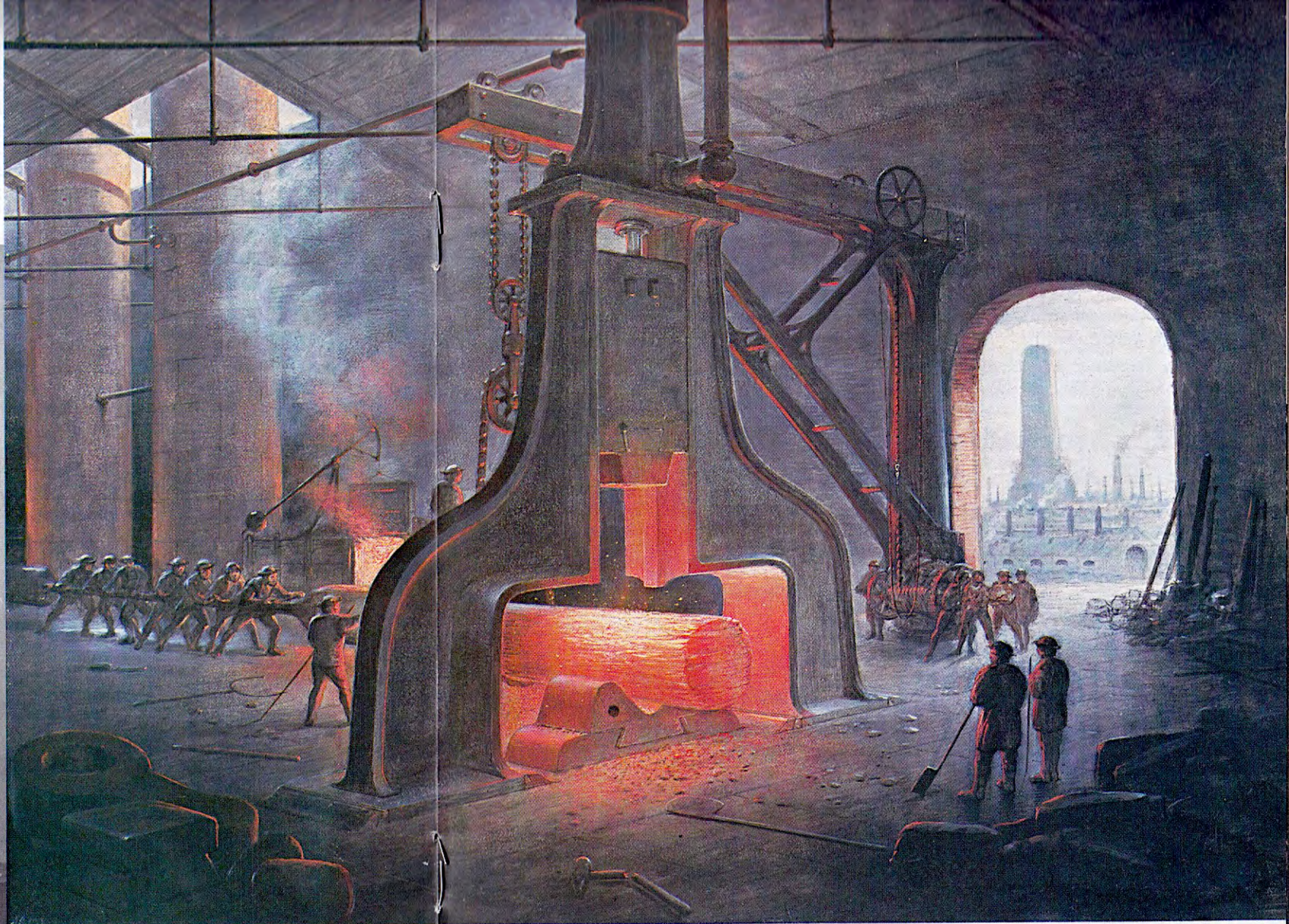
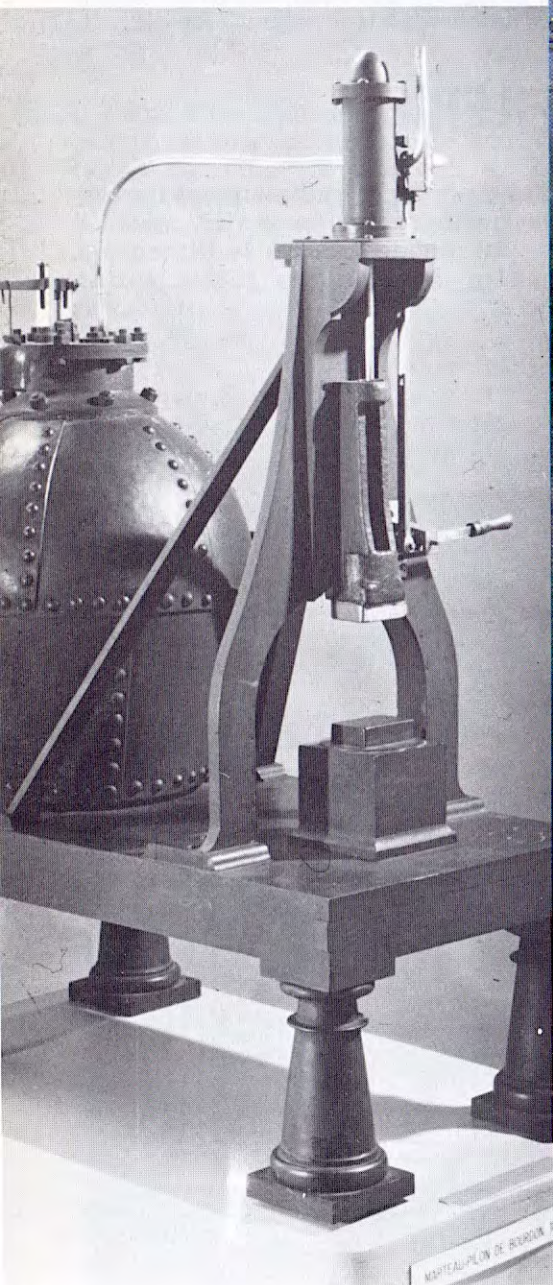
LA TRÉFILIERIE

Comme le laminoir ne permet pas d'obtenir du fil suffisamment mince, on inventa des techniques d'étirage qui faisaient passer le métal à travers une filière (plaque de métal percée de trous à la dimension désirée). Désormais on était en mesure de fabriquer toutes sortes de fils et de câbles de fer ou d'acier.

Un laminoir au XVIII^e siècle



LE MARTEAU-PILON



Maquette d'un marteau-pilon de 1836.
A l'arrière-plan on aperçoit la chaudière

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, le martinet fut remplacé par le marteau-pilon. La tête du marteau, appelée mouton, est soulevée par la vapeur entrant dans un cylindre au sommet de la machine. Quand on fait échapper la vapeur, le mouton retombe sous son poids sur le métal rouge placé sur l'enclume.

Le marteau-pilon servait non seulement à épurer le métal mais aussi à forger d'énormes pièces comme les canons, les arbres d'hélices pour la marine. Son emploi transforma profondément la métallurgie.

LA FABRICATION DE L'ACIER

1 - LE PUDDLAGE

Avant 1850, on ne savait pas tellement fabriquer l'acier. On en fabriquait en très petite quantité (quelques kilos) dans des fours. Cet acier était réservé aux pièces de fusils et de montres.

L'anglais Henry Cort, en 1785, avait obtenu une fonte moins carburée par le puddlage.

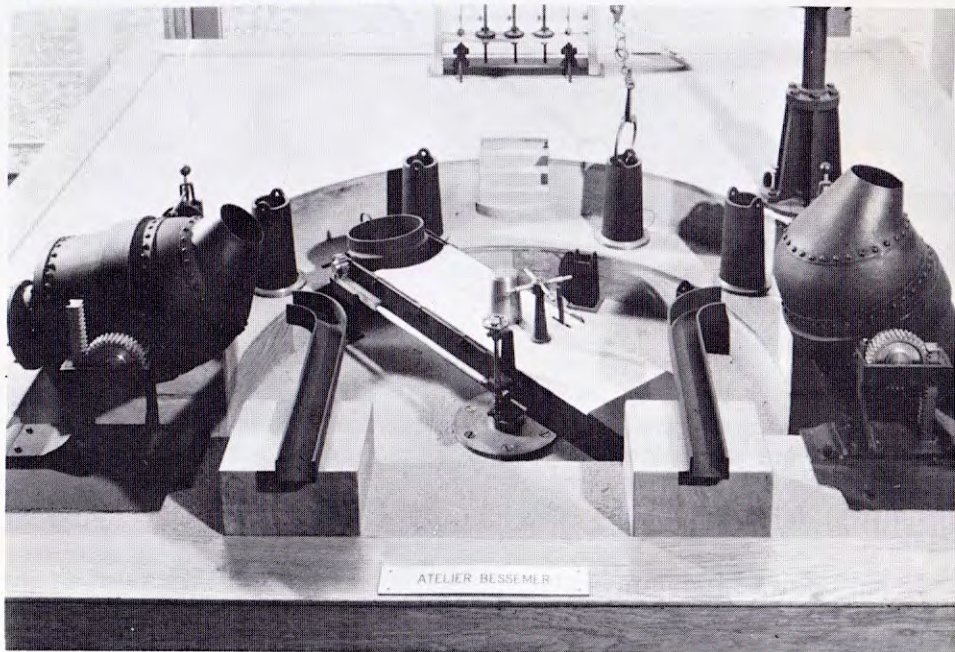
Le **puddlage** consistait à remuer sans arrêt la fonte en fusion à l'aide d'une tige métallique appelée ringard. Ce brassage, éliminant le carbone par combustion, améliorait la qualité du métal produit (fer) dans le four à puddler. La quantité de fer produit augmenta. Le travail du puddleur (ouvrier qui brassait la fonte) était dangereux, il n'était protégé que par un tablier en cuir. Le puddlage ne fut employé que jusqu'en 1900.

2 - LE CONVERTISSEUR BESSEMER

A la fin du XIX^e siècle un Anglais, Bessemer, dont le père possédait une fonderie, reprit les essais de Réaumur et eut l'idée de faire passer un jet d'air à travers la fonte en fusion. En 17 minutes, l'excès de carbone est brûlé. On verse alors l'acier fondu dans des moules pour en faire des lingots qui seront transformés en objets.

Désormais, on fabrique beaucoup plus d'acier que de fer.

Maquette d'un atelier Bessemer à la fin du XIX^e s.



3 - LE CONVERTISSEUR THOMAS

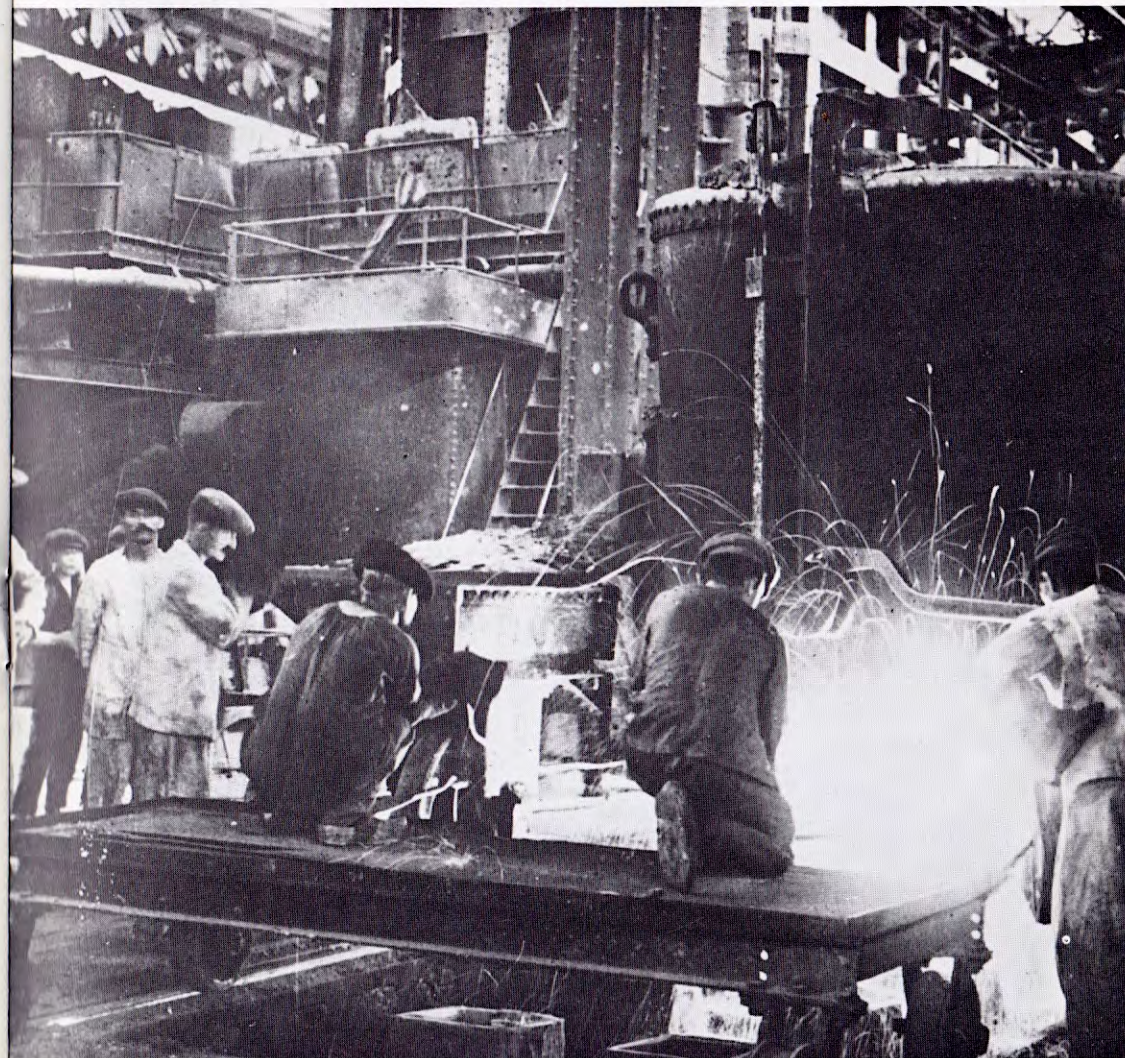
Le procédé Bessemer avait le gros inconvénient de n'utiliser que des minerais de bonne qualité pour obtenir de l'acier.

En 1880, l'Anglais Thomas perfectionna le procédé, ce qui permit d'utiliser les fontes moins pures, par exemple celles provenant du minerai de Lorraine (la minette) qui contenaient du phosphore. Ces convertisseurs ont une capacité de 20 à 30 tonnes par coulée.

4 - LE FOUR MARTIN

En 1864, le Français Martin mit au point un four chauffé au moyen de brûleurs et qui permettait d'obtenir des aciers de très bonne qualité en dosant le pourcentage de carbone. La durée de l'opération est plus longue (13 à 17 heures) mais économise du combustible, permet l'utilisation des ferrailles de récupération.

Au Creusot en 1913 - Le four Martin



LA SIDÉRURGIE MODERNE

Actuellement, les procédés cités précédemment sont de moins en moins utilisés et ils sont remplacés par des fours électriques ou le procédé à l'oxygène pur.

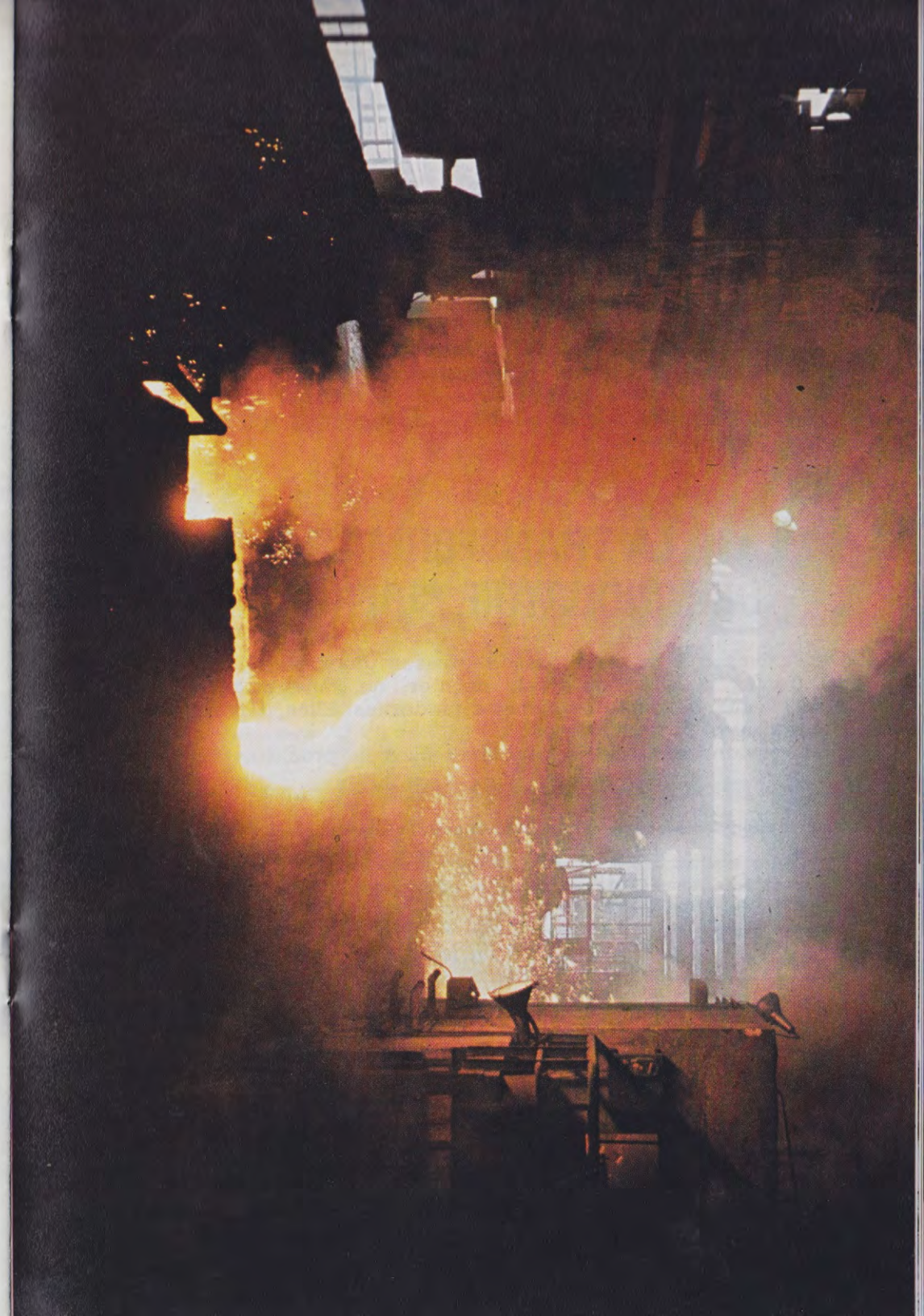
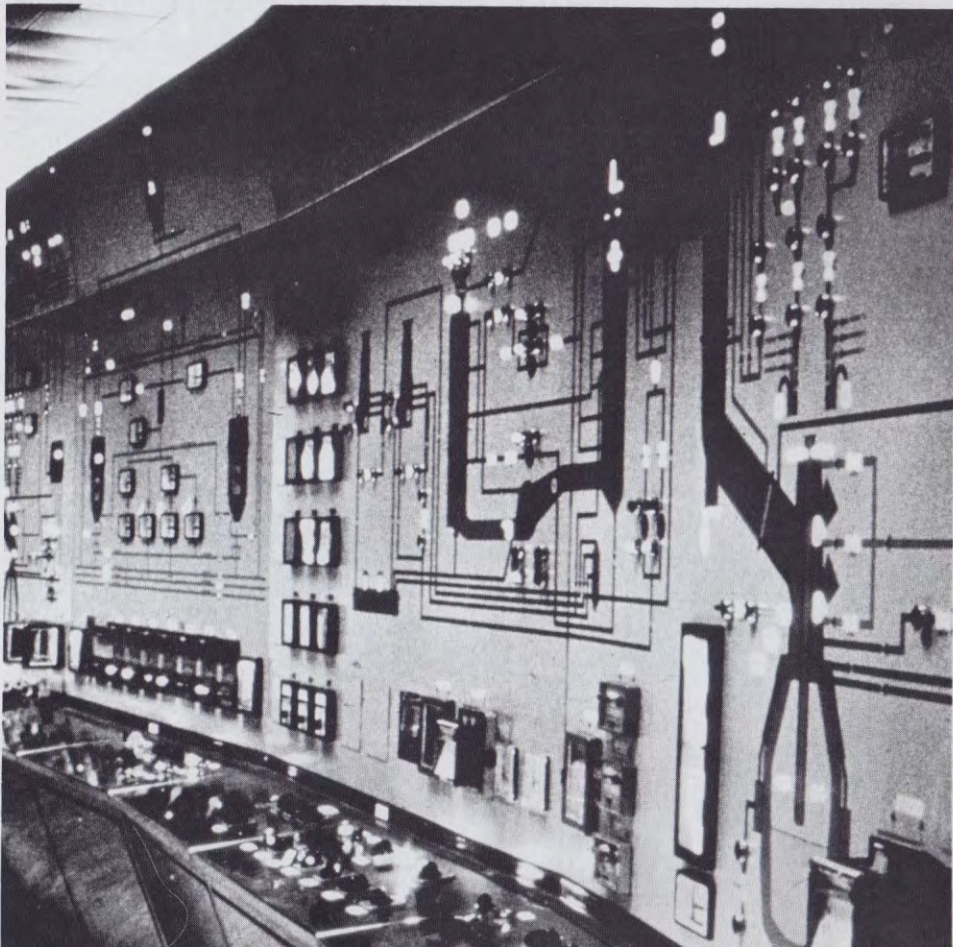
LE FOUR ÉLECTRIQUE

La fusion du métal est obtenue par un arc électrique puissant (forte étincelle) qui jaillit entre deux électrodes. Le four électrique sert essentiellement à produire des aciers de haute qualité (voir page 26). Avec une consommation d'énergie plus faible, ce four produit plus que le four Martin.

LE PROCÉDÉ A L'OXYGÈNE PUR

Il dérive du procédé Bessemer mais ce n'est plus de l'air qui brûle, c'est de l'oxygène pur sous pression.

Poste de commande dans une aciérie moderne (Sacilor) contrôlant le chargement, la fabrication et la coulée



LES ACIERS SPÉCIAUX

Les bureaux de recherche de l'industrie sidérurgique ont étudié les propriétés que l'on pouvait donner à l'acier en faisant varier la quantité de carbone et en ajoutant de faibles quantités d'autres éléments tels que : **aluminium, chrome, cobalt, cuivre, manganèse, molybdène, nickel, niobium, silicium, titane, tungstène, vanadium.** On obtient ainsi des aciers qui se travaillent mieux à chaud ou à froid, qui résistent mieux à l'usure ou à la chaleur, qui sont inoxydables. On parvient ainsi à créer le nouvel alliage qui permettra telle utilisation particulière.

LA TRANSFORMATION DE L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE

Des usines qui produisaient de grosses quantités de fonte, d'acier ou de fer, à la fin du siècle dernier, ne satisfont plus de façon efficace aux besoins des sociétés modernes. Elles doivent donc être transformées pour survivre. Nous reviendrons sur ce problème dans la prochaine brochure.

Evolution des procédés de fabrication pour la fabrication de l'acier en France

Les chiffres donnent chaque année le pourcentage de la production annuelle selon les divers procédés

| | 1958 | 1964 | 1974 | 1978 |
|-------------------|------|------|------|------|
| Martin | 31 % | 26 % | 12 % | 2 % |
| Thomas | 60 % | 53 % | 58 % | 5 % |
| Electrique | 9 % | 9 % | 11 % | 15 % |
| Oxygène | 0 % | 11 % | 19 % | 78 % |

