



LES MINES ET L'AVENTURE DU FER, CHARBON ET MINERAI



Découverte, santé, passion...

TRANSFORMATION DU MINERAI DE FER

Pour pouvoir travailler le fer, il faut du minerai de fer qui se trouve sous forme de pisolithes chez nous, et du charbon de bois, essentiel pour réduire le minerai en fer à forger. Le Jura a pu s'engager dans l'aventure du fer grâce à ses mines et ses vastes forêts. Cette richesse a permis à la Principauté épiscopale de conserver son existence à travers les siècles.

Pour obtenir du charbon de bois les forêts sont primordiales. La fabrication du charbon peut se faire presque partout. Il faut une surface plane, un cercle de 10 m de diamètre environ, de l'eau et une forêt riche en bois à abattre.

Le charbon, léger, se transporte plus facilement que le bois. Les charbonnières étaient donc souvent situées à l'écart, à proximité des forêts d'altitude, les *Hautes Joux*.

Les billes de bois étaient lancées dans la pente, dans des couloirs, les *evaleus*.

Dans la combe, les billes étaient débitées à la scie et au marlin pour construire la meule de charbon autour d'une cheminée centrale. L'art du charbonnier consistait à contrôler



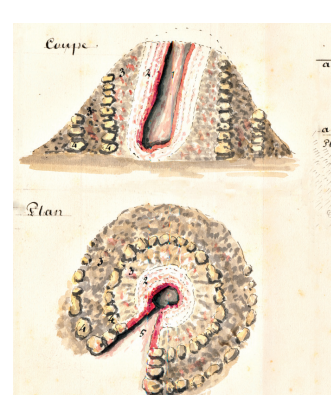
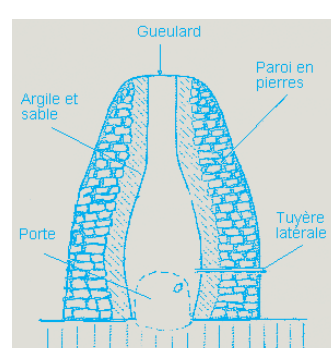
Meule de charbon à Lajoux

le feu de manière à carboniser les bûches, sans les enflammer. La carbonisation, c'est-à-dire la décomposition thermique de la structure du bois, se fait en l'absence d'air.

Faite de manière artisanale, elle dure environ 10 jours, sous surveillance continue. Le refroidissement dure quelques jours et l'on pourra retirer petit à petit le charbon.

RÉDUIRE LE MINERAI EN FER À FORGER

Pour obtenir un fer susceptible d'être utilisé dans l'industrie, plusieurs actions doivent être effectuées : élimination de l'eau, séparation des oxydes de silicium et d'aluminium, réduction des oxydes de fer, ajout d'une petite quantité de carbone. Le charbon de bois permet d'atteindre les températures voulues à la transformation du minerai de fer et fournit le carbone nécessaire pour extraire les atomes d'oxygène des oxydes de fer le composant.



Cette opération a d'abord eu lieu dans des bas fourneaux rustiques, dans les forêts, près des minières, puis dans des hauts fourneaux de type industriel, dans les vallées près des rivières.

Le minerai, mêlé au charbon de bois, est ainsi transformé en matériel utilisable.

BAS FOURNEAUX

Les premiers bas fourneaux datent du 6^e siècle. Ils se situent où le minerai est facilement exploitable.

La production du fer devient importante aux 13^e et 14^e siècles. Les bas fourneaux sont alors construits dans les montagnes ou vallons isolés pour se rapprocher des forêts les moins exploitées, qui fourniront le charbon.

La taille de ces fourneaux devient de plus en plus importante.

La cuve a un diamètre de moins d'un mètre et les parois sont formées d'un mélange d'argile et de sable, ce qui garantit l'isolation. L'armature est en pierres calcaires et la hauteur peut varier de 1.5 m à 2.5 m.

Le tout est recouvert de terre végétale dans le but de renforcer l'isolation. Au bas du fourneau est aménagée une porte fermée pendant le fonctionnement et démolie à la fin de l'opération pour évacuer l'éponge et les scories.

Le minerai et le charbon sont introduits en charges successives dans le gueulard.



Réduction du minerai de fer en bas fourneau à tirage naturel (reconstitution...)

La réduction se fait au fur et à mesure de la descente du minerai à l'intérieur de la cuve.

Le fer sort du fourneau sous la forme d'un amas pâteux, nommé *éponge*. Cette éponge ne peut pas être utilisée telle quelle, car elle contient des restes de charbon, les scories et des vides gazeux. Elle doit être épurée, *matée* par *martelage*, le raffinage.

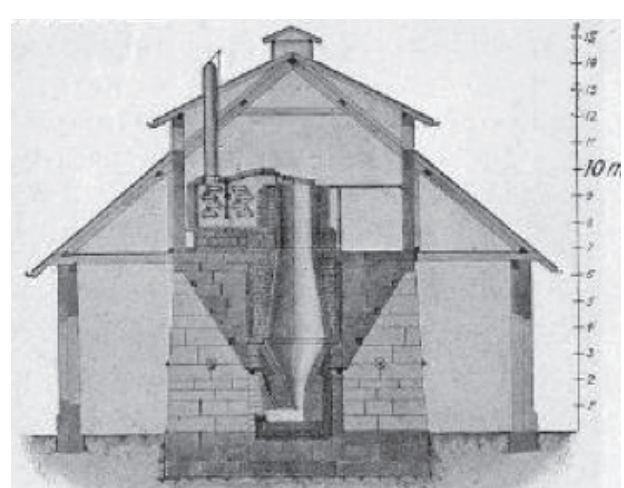
Dans le Jura, deux types de bas fourneaux ont été utilisés, le *fourneau à soufflerie* où l'air est introduit par des soufflets à travers les tuyères, et le *fourneau à tirage naturel* où l'air pénètre par une porte. Le tirage est réglé par la grandeur de son ouverture.



Construction d'un fourneau époque 6-10^e siècles alimenté en air par des soufflets

HAUTS FOURNEAUX

Dès 1500, le minerai est transformé dans les hauts fourneaux. Ils deviennent de plus en plus volumineux. Ils ont besoin de beaucoup d'énergie pour les souffleries et le martelage des morceaux de fer produits. **Ils sont construits le long des cours d'eau pour utiliser l'énergie hydraulique.**



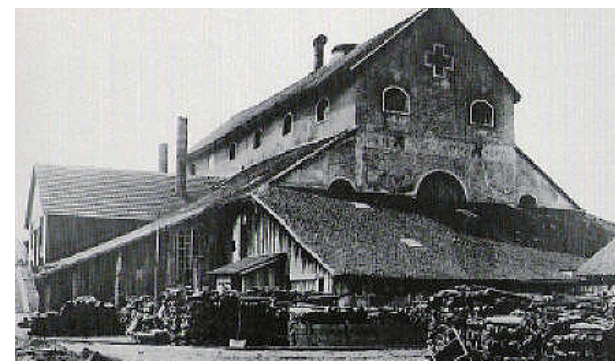
Le premier haut fourneau de Choindex en 1846

La hauteur des hauts fourneaux passe au cours de leur modernisation de 4 à 10 m.

Ils sont construits en pierre et recouverts d'un toit. Le manteau de la cuve intérieure est composé de pierres réfractaires qui lui assurent la solidité et l'isolation.

Les charges de minerai et de charbon de bois sont introduites au sommet du four au fur et à mesure du tassement à l'intérieur de la cuve. L'accès se fait par une rampe, plus tard par des systèmes d'élevateurs. Les souffleries sont activées par la force hydraulique.

Le minerai est réduit au contact des gaz de combustion du charbon. Grâce à l'apport d'air important des souffleries, des températures élevées sont atteintes et liquéfient aussi bien les impuretés que le fer. Le fer liquide, plus lourd, se concentre au bas du creuset et les impuretés flottent. Le fer est extrait par une ouverture qui se trouve au bas du creuset et le liquide des impuretés, appelé scories est extrait par une ouverture plus haute.



Haut fourneau des Rondez, 1855-1885

A sa sortie du fourneau, le fer se solidifie dans des moules, en lingots nommés gueuses. Refondues, celles-ci peuvent être coulées dans des moules de formes donnant par exemple bâtis de machines, tuyaux ...

L'affinage consiste à transformer le fer pour le forgeage et le laminage.

Les forêts ayant été surexploitées, le charbon de bois devient de plus en plus rare. Les nouvelles techniques permettent son remplacement par le coke, puis par l'énergie électrique.

DU MINERAI À L'OBJET FINI

A la sortie du **bas fourneau**, le fer, sous forme d'éponge, doit être maté au marteau pour obtenir une masse forgeable.

En **haut fourneau**, grâce à l'adjonction de fondant et un pourcentage plus élevé de carbone, le fer est produit sous forme de **fonte liquide**. Vu la proportion de carbone trop importante, le fer ne peut être directement travaillé à la forge. C'est le rôle des fours d'affinage d'extraire une partie du carbone.

Le fer est ensuite travaillé au marteau de forgeron, au laminage pour former des tôles ou des barres, en fonderie pour être coulé dans des moules.

LE FER EST UN MATÉRIAU DE PREMIÈRE IMPORTANCE POUR LES POPULATIONS.

Dans l'Antiquité le fer est utilisé dans le Jura pour fabriquer des outils de première nécessité et des armes.

Dès le Moyen Age, la confection de produits en fer est en pleine activité. En plus des outils on confectionne des fers à cheval et les harnachements pour les bêtes de trait. Le charron utilise le fer pour fabriquer les moyeux et le cerclage des roues de char. Les clous apparaissent, les serrures, les clés, les boulets de canon. A Undervelier, Lucelle et Porrentruy, on fabriquait des fusils et pistolets.



Le 19^e siècle représente l'apogée de l'industrie du fer dans le Jura. Les poêles de chauffage et les fourneaux de cuisine se répandent petit à petit. On fabrique également des marmites, des portes pour les fours des boulangers, des fers à repasser et des objets d'ornement. Il reste aussi un matériau de première importance pour la confection des outils, des machines, des véhicules et des armes.



Courchapoix



Delémont



Les Bois



Lucelle



Delémont

RÉSUMÉ

L'exploitation du fer dépend de la présence de pisolithes et de charbon. Le charbon est fourni par les forêts peu accessibles. Le minerai de fer se trouve au niveau du sol autour de la vallée de Delémont et en profondeur sous la vallée.

Le minerai est transformé en éponge de fer dans les bas fourneaux. Cette éponge doit être martelée pour donner un fer à forger. Dès la fin du Moyen Age, les hauts fourneaux, alimentés en air par des soufflets actionnés par des roues hydrauliques fourniront directement la fonte liquide transformable en acier.

Le fer favorise la fabrication d'outils, d'armes, de fers à cheval, de harnachements, de serrures, de clés, de clous. Plus tard la fonte permet de mouler des poêles, des marmites, des fers à repasser, des bâtis de machines.

KURZFASSUNG

Die Eisenverarbeitung hängt von der Präsenz von Pisolithen (Eisenkörnern) und von Kohle ab. Die Holzkohle entsteht aus schwer zugänglichen Wäldern. Das Eisenerz befindet sich an der Erdoberfläche rund um das Delsbergertal und in der Tiefe unter dem Tal.

Das Erz wird in den Tiefofen in Eisenschwamm verändert. Dieser Eisenschwamm muss behämmert werden damit Schmiedeeisen entsteht. Ab dem späten Mittelalter liefern Hochöfen, die durch Wasserradgetriebenen Blasbälgen mit Luft versorgt werden, direkt flüssiges Roheisen welches zu Stahl weiterverarbeitet werden kann.

Das Eisen fördert die Herstellung von Werkzeugen, von Waffen, von Hufeisen, von Aussteuerungen, von Türschlössern, von Schlüsseln und von Nägeln. Später ermöglicht das Gusseisen das Gießen von Pfannen, Töpfen, Bügelisen und Maschinengestellen.

RAICCOÛTCHI (patois jurassien)

Le traivaiye di fie dépend de lai préseince des chtaignes de fie (pisolithes) èt peus di tchairbon. Le tchairbon ât prôdu (foédj'nè) pai les côtes mâlaijies è diaingnè. Le minerai de fie s' trouve â nivè di sô âto di Vâ èt en profondou dôs l' Vâ. (Vâ : vallée de Delémont)

Le minerai ât transformé en épiondge de fie dains les bès-fouénats. Çt' épiondge dait être maichlèe po bëyie in fie è fouerdgie. Dâs lai fin di Moiyîn-Aîdge, les hâts-fouénats, aièrès aivô des chioûchats ambrûès pai des rûes è âve foédj'neraint (prôduraint) d'in côp lai litçhîde fonte transformée en aicie.

Le fie aivaintaidge le faïçnaidge d'utis, d'airmes, de fies è tchvâ, d'emboérilaidges, de serrures, de châs, de môles. Pus taùd, lai fonte veut permèttre de çhâie des foûnats, des ttaisses, des beuglises, des bâtis de machines.

Trad. D. Frund

Renseignements, programme des activités, sources des documents voir : www.valterbi.org
Merci de nous envoyer votre avis ou des informations, des témoignages : provalterbi@provalterbi.org



Panneau réalisé avec le soutien de :



Recherches et conception :
groupe des Guides Val Terbi Rando / pro Val Terbi
Graphisme : bbr-artcom.ch, Alex Jobin, Courroux
Impression : Serideco, Romain Lachat, Delémont et Courroux
Serrurerie : Respinguet Seuret Sàrl, Courchapoix