



# Cahier d'histoire No 1

**Traité technique et scientifique concernant la sidérurgie artisanale  
du XII<sup>e</sup> siècle à celle pré industrielle du XVIII<sup>e</sup> siècle.**

Il se veut aussi complet que possible dans l'inventaire  
des moyens techniques qui ont marqué l'évolution industrielle.

Il n'est pas scientifique mais se veut succinct mais  
suffisamment précis destiné à un large public.

*(Serge BARON)*

## Généralités historiques sur le fer.

Le fer n'existe pas à l'état natif sur terre. Il est associé à des oxydes, des sulfures ou des carbonates, formes thermodynamiquement plus stables qui, combinées à une gangue de composés ne contenant pas de fer, constituent le minerai.

Le fer est un élément chimique. Il est partout dans la nature sous forme d'oxydes au nombre de trois : **l'hématite**, la **magnétite** et la **limonite**. Son point de fusion est à 1534°C.

Le fer s'obtient industriellement en réduisant les oxydes contenus dans le minerai, par l'intermédiaire du monoxyde de carbone contenu dans le charbon de bois, dans un bas fourneau ou dans un haut fourneau.

La transformation du minerai en métal se fait grâce à une opération technique, la réduction (Réaction chimique) qui a lieu dans un fourneau qui a changé de dimensions et de forme au cours de l'histoire et aussi grâce au développement de la sidérurgie.

L'opération utilise la combustion du charbon de bois qui s'associe à l'oxygène de l'air introduit dans le fourneau par une ventilation (Sous diverses formes au fil de l'histoire) pour former du monoxyde puis du dioxyde de carbone permettant de « libérer » l'élément métallique.

A partir de sources écrites, de l'iconographie et des données de l'archéologie, la recherche a porté sur les innovations dans les domaines du calcul, de l'énergie et des activités minières et métallurgiques au moyen âge et à la renaissance.

Au XIII<sup>e</sup> siècle, l'artisanat connaît une première mécanisation en occident.

Le fait a été étudié à travers le cas des cisterciens. Ces moines ont extrait de la pierre, du sel, du charbon, du minerai de fer qu'ils transformaient en métal, produit des tuiles, des briques et du verre, recherché la maîtrise de l'énergie hydraulique.

Cependant le seul domaine où ils ont développé une production originale est la sidérurgie, ils furent parmi les premiers à utiliser le marteau hydraulique.

Aux XIII<sup>e</sup> et XIV<sup>e</sup> siècles, les villes utilisaient de plus en plus de métal, en particulier dans la construction et l'armement. La mécanisation de la sidérurgie s'est développée. L'application de la force de l'eau aux soufflets a conduit à la fabrication volontaire de la fonte.

Quoique sa production soit restée très localisée, la sidérurgie indirecte était née. Investissements urbains et mécanisation se retrouvaient dans l'extraction et la production de métaux ferreux et non-ferreux.

La crise qui a ravagé l'Europe, du milieu du XIV<sup>e</sup> au milieu du XV<sup>e</sup> siècle, a détruit nombre de centres métallurgiques traditionnels mais la reprise entraîna une demande considérable de tous les métaux. (Jean-Paul BENOIT)

Jusqu'au XV<sup>e</sup> siècle, le fer est obtenu à partir des bas fourneaux répartis principalement à proximité des zones riches en minerai.

Ce procédé d'obtention du fer est dit par « réduction directe ».

## La réduction directe.

La première filière à être apparue en sidérurgie est dite **directe**.

Fondée sur l'utilisation de fourneaux de taille relativement modeste, les bas fourneaux, elle permet de transformer le minerai en métal en une opération unique. La ventilation est d'abord naturelle puis mécanique, associée à la force manuelle, puis, dès la fin du XIII<sup>e</sup> siècle, à l'utilisation de la force hydraulique pour actionner des soufflets.

Nous reviendrons plus en détail sur l'historique de l'apparition de cette force hydraulique pour la ventilation du fourneau.

D'un point de vue purement métallurgique, cette ventilation, avant sa mécanisation hydraulique, permet d'atteindre les conditions **thermodynamiques**<sup>1</sup> de transformation du minerai en métal mais pas celle de sa **fusion**<sup>2</sup>. Il en résulte que le métal est obtenu sous la forme d'une masse **hétérogène**<sup>3</sup>, piégeant un certain nombre d'impuretés. Ces impuretés, appelées inclusions, sont en fait constituées de composés du minerai, initialement présents dans la gangue, qui ne sont pas transformés en métal et dont la plus grande partie est évacuée sous forme de scories pendant l'opération de réduction.

L'hétérogénéité de la masse de métal obtenue avec le procédé direct réside également dans le fait que la teneur en carbone, et donc la quantité d'**acier**<sup>4</sup>, est répartie de manière variable au sein du métal.

Cette masse de métal est sortie du bas fourneau puis martelée, en suivant une chaîne opératoire qui peut être divisée spatialement, afin d'obtenir des demi-produits puis des produits finis.

### Bas Fourneau

*(Réduction directe, pour obtenir du fer plus ou moins aciéré)*

C'est une construction cylindrique en moellons de granite, maçonnés avec de l'argile réfractaire, de 1,5m de hauteur et de 0,5 m de diamètre, environs, dans lequel on



*Un bas fourneau en fonctionnement. (2011)*

chauffe ensemble, des couches alternées de minerai et de charbon de bois, jusqu'à obtenir une masse pâteuse, hétérogène, de fer et d'acier appelée « **massiot** » ou « **loupe** », car la température ne dépasse pas 1300°.

Afin de rendre ce métal propre à l'élaboration d'objets, il faut marteler, compacter, à chaud afin de le débarrasser de ses impuretés, c'est le «

**cinglage** ».

Cet alliage peut être forgé. L'opération consiste à replier et souder le métal sur lui-même, plusieurs fois.

<sup>1</sup> **Thermodynamiques** : Ces conditions concernent la température et la pression partielle du dioxyde et du monoxyde de carbone.

<sup>2</sup> **Fusion** : 1534° pour le fer pouvant s'abaisser à 1400° pour les aciers les plus carburés.

<sup>3</sup> **Hétérogène** : Cette masse est parfois appelée « Loupe » ou « massiot ».

<sup>4</sup> **Acier** : L'acier est un alliage de fer contenant de 0,1 à 2% de carbone.

Ce métal rare et coûteux, servait au Moyen Âge à confectionner des armes de poing et des outils. Ce procédé remonte à l'antiquité; Au XIII<sup>e</sup> siècle, l'apparition des « martinets » (gros marteaux) actionnés par la force hydraulique permet d'obtenir des pièces de plus grandes tailles très employées dans la construction des églises et des cathédrales. Tous les objets confectionnés grâce à ce procédé servent également à la vie au quotidien des populations.

## Histoire et généralisation de la force hydraulique

C'est au cours des XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles que l'énergie hydraulique remplace la force humaine dans le travail de la forge en Europe. Une roue de moulin entraînait un arbre muni de cames qui soulevaient un marteau.

L'innovation permettait d'entraîner des masses beaucoup plus importantes, on passait de quelques kilos à des dizaines, voire des centaines de kilos, et de frapper beaucoup plus rapidement sur l'enclume de la forge.

Les conditions du travail changeaient complètement. Le principe mécanique de la came était connu depuis l'Antiquité mais sans réelles applications industrielles semble-t-il.

C'est dans ces conditions que naît la forge hydraulique. Il a fallu cependant environ deux siècles après l'apparition du **foulon**<sup>5</sup> pour que les hommes soient capables d'élaborer les connaissances nécessaires et se donner les moyens de les réaliser.

C'est dans une description de l'abbaye de Clairvaux, vers 1135, qu'une forge hydraulique est citée pour la première fois. Le marteau hydraulique apparaît à la conjonction de savoirs techniques qui se développent par ailleurs. Il fallait savoir maîtriser la force de l'eau pour donner au marteau sa puissance, connaître la charpenterie, plutôt celle des roues de moulins que celle des cathédrales, dominer la métallurgie à la fois pour fabriquer le marteau et l'utiliser.

Mais le savoir n'est pas tout. L'implantation d'une forge hydraulique nécessitait certes des moyens importants en argent, en particulier pour les aménagements hydrauliques, mais aussi des droits sur l'eau, en un mot une volonté novatrice de la part d'investisseurs.

La diffusion de l'innovation, donc du savoir qui la supporte, reste partiellement inconnue. Cependant, aussi bien les données de l'archéologie que celles des archives donnent une place de premier plan à l'ordre de Cîteaux. Le réseau monastique, à une époque où les cisterciens ont investi dans la métallurgie du fer avant les séculiers et les seigneurs laïcs, aurait largement servi de support au développement de l'innovation.

Le mode de transfert de ce savoir n'a laissé aucune trace directe dans les textes. Selon toute probabilité, ces hommes étaient des artisans laïcs, travaillant en relation avec les moines; s'ils appartenaient à la communauté monastique, c'étaient des convers issus du monde des artisans. Il est très probable que le savoir s'est diffusé grâce à la migration des hommes. (Paul Benoit)

La généralisation de l'usage de l'énergie hydraulique au Moyen Âge, conduit donc à son utilisation pour la ventilation des fourneaux à l'aide de gros soufflets.

Ceci est à l'origine d'une montée en température qui, associée à une plus grande diffusion du carbone provenant du charbon de bois au sein du métal. Elle permet

---

<sup>5</sup> **Foulon** : Appareil muni de maillets en bois qui sont alternativement soulevés par les cames placées sur l'arbre du moulin puis retombent sous leur poids

d'atteindre sa température de fusion et d'obtenir un nouveau matériau : **la fonte**, alliage ferreux contenant plus de 2 % de carbone.

Cet alliage dispose d'un point de fusion plus bas que le fer et les aciers et peut ainsi être **moulé**.<sup>6</sup>

La fonte est cependant plus fragile (cassante) que ces derniers et ne peut donc remplir les mêmes usages. Il est alors nécessaire de le transformer au cours d'une seconde étape, l'affinage, destinée à retirer une partie du carbone pour obtenir, en fin d'opération, du fer ou de l'acier.

C'est la raison pour laquelle cette nouvelle filière qui apparaît et se répand en Europe dans les derniers siècles du Moyen Âge et au début de l'époque moderne, est nommée « **procédé indirect** ».<sup>7</sup> (Haut fourneau)

## Le haut fourneau.

*(Réduction indirecte, pour obtenir des fontes)*

Dans le territoire qui nous intéresse, l'apparition des premiers hauts fourneaux nous est donnée de façon imprécise dans les premières décennies du XVI<sup>e</sup> siècle à la période Renaissance, grâce au développement des moulins et de la force hydraulique.

S'il constitue une évolution technique normale, il correspond aussi à une exigence liée au développement des flottes maritimes et à celle de leurs commanditaires.

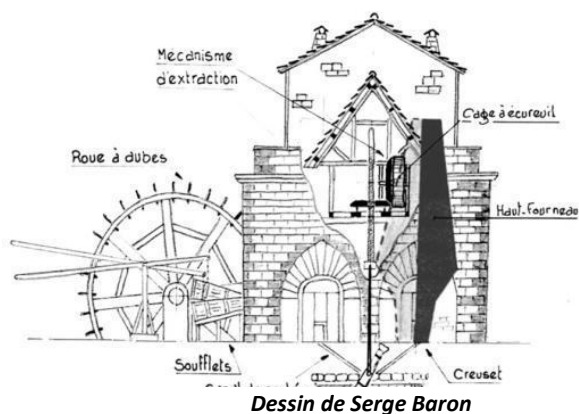
C'est une construction de forme tronconique, massive, en pierres, de 4 à 6m de haut, (Voir plus) revêtue à l'intérieur de briques réfractaires. La partie inférieure en forme de cône renversé possède deux orifices, l'un destiné aux soufflets, qui mus par la force

hydraulique apporte l'oxygène nécessaire à la fusion du minerai. L'autre étant celui du creuset par lequel s'écoule le métal en fusion. Il est rempli de couches successives de charbon et de minerai.

La principale différence de ce procédé, par rapport au précédent, est la réduction des oxydes à une température supérieure au point de fusion du fer. Le métal est produit en phase liquide, formant ainsi la fonte. Celle-ci s'écoule dans le creuset, les déchets minéraux appelés, «

**laitier** », sont en surface quand le métal plus lourd est au fond. Le minerai reste plus longtemps au contact du charbon de bois, que dans le bas fourneau, se chargeant ainsi en carbone.

Le carbone et l'oxygène forme l'oxyde de carbone. Ce dernier prend de l'oxygène au minerai, en même temps que le carbone se diffuse dans le minerai, à une température comprise entre 1600° et 2000°. On dit que le fer se carbure en se liquéfiant. Le creuset est alors percé, permettant à cette fonte dite de « **première fusion** », de couler pour former de gueuses ou des canons.



<sup>6</sup> **Moulé** : Ceci donne naissance à la poterie en fonte mais également au boulet en fonte.

<sup>7</sup> **Procédé indirect** : Il fait suite historiquement au procédé direct à la fin du Moyen Âge. Il fait suite aussi à une exigence de fabrication plus importantes en volume et indispensable à la politique de la France S'armer afin de concurrencer les grands empires de l'époque qui se partagent le commerce mondial. Ce procédé se met en place grâce à l'exploitation de la force hydraulique.



Si dans la charge du fourneau on emploie une dose de charbon tout juste suffisante pour fondre le minerai, et absorber l'oxygène de l'oxyde, la fonte obtenue est blanche, brillante et cassante se laissant difficilement attaquer par la lime, c'est une fonte destinée au « **fer forgé** ». Ce dernier est obtenu à partir de la refonte des « gueuses » dans les fours d'affineries.

## L'affinage de la fonte

L'affinage de la fonte est la seconde phase du procédé dit indirect. Elle s'effectue dans des « **feux d'affinerie** ». Les gueuses produites par les hauts fourneaux sont alors partiellement refondues dans le fourneau d'affinage, c'est la décarburation.

La masse pâteuse obtenue, « **le renard** » ou « **la loupe** » est alors compactée au martinet pour piler les scories et autres crasses.

Lorsqu'elle est plus fragile donc cassante, elle est très riche en carbone. Elle doit être destinée à d'autres usages.

Il est alors nécessaire de la transformer au cours d'une seconde étape, l'affinage, destinée à retirer une partie du carbone pour obtenir, en fin d'opération, du fer ou de l'acier. (Dont la teneur en carbone est inférieure à 2%) C'est la raison pour laquelle cette nouvelle filière qui apparaît et se répand en Europe dans les derniers siècles du Moyen Âge et au début de l'époque moderne, est elle aussi nommée « **procédé indirect** ».

François Lapouge, célèbre maître de forge écrivait en 1774 :

*« On convertit la fonte en fer dans une affinerie proprement dite pour chauffer ensuite le fer dans un feu appelé chaufferie simplement, mais, en tel cas, c'est dans une forge où l'on fabrique du fer mou et doux, car dans les forges où l'on fait du fer bâtard on appelle leur feu renardière. On y fond la fonte et on y fait le fer dans le même feu ou creuset ».*

Il est à noter que l'affinage se déroule, jusque dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, en dessous de la température de fusion des fers et des aciers.

Il en résulte que, comme pour le procédé direct, c'est une masse de métal à l'état solide qui est produite à l'issue de l'opération d'affinage. Cette masse, ici encore, piège un certain nombre d'impuretés sous la forme d'inclusions, issues principalement de l'oxydation de certains éléments de la fonte.

Ces inclusions ont donc une composition différente de celles produites lors du procédé direct et c'est leur analyse qui permet de distinguer les métaux issus.

## Résumé du processus métallurgique fer et fonte aux XVII<sup>e</sup> s et XVIII<sup>e</sup> s

Nous n'aborderons pas ici un cours sur la métallurgie du fer et de la fonte, mais nous nous efforcerons de rappeler l'essentiel des procédés que les maîtres de forge du XVII<sup>e</sup> et du XVIII<sup>e</sup> siècle, ont fait passer de l'empirisme aux techniques pré-industrielles. (Les descriptions qu'en fait Gaspard Monge, en 1794, dans son ouvrage « L'art de fabriquer des canons », en attestent).

**Définition :** Une fonte est un alliage métallique dont l'élément essentiel est le fer, et la teneur en carbone est supérieure à 2%. Il est à noter que la forte teneur en éléments carburigènes peut modifier cette limite de teneur en carbone. Dans la pratique les pourcentages de carbone se situent entre 2 et 6%.

**Composition :** Carbone : 2 à 6% Silicium : 0,5 à 2,5 % Manganèse : 0,4 à 1% Phosphore : 0 à 2% Soufre : ≤0,12% Fer : 90 à 96%

**Le fer :** Le fer est un élément chimique. Il est partout dans la nature sous forme d'oxydes au nombre de trois : **l'hématite**, la **magnétite** et la **limonite**. Son point de fusion est à 1535°C. Le fer s'obtient industriellement en réduisant les oxydes contenus dans le minerai, par l'intermédiaire du monoxyde de carbone contenu dans le charbon de bois, dans un bas fourneau ou dans un haut fourneau.

**Soyons précis :** (En utilisant la teneur en carbone d'un alliage).

On désigne

Le fer si sa teneur en carbone est  $< 0,10\%$

L'acier si sa teneur en carbone est comprise entre  $0,10\% < \text{et} < 2\%$

La Fonte si sa teneur en carbone est comprise entre  $2,5\% < \text{et} < 6\%$

### **Processus métallurgique**

**Extraction du minerai :** (Dans notre région, le minerai est extrait en grande partie de la surface du sol)

L'histoire de la réduction directe à travers les âges, montre que cette opération métallurgique a été très souvent réalisée à proximité des lieux d'extraction du minerai de fer mais également près des lieux de charbonnages. Ceci fait toujours l'objet de recherches scientifiques.

### **Un peu de précision.**

Pour être plus précis, plus technique, il nous faut rappeler que les substances terreuses du minerai avec lesquelles l'oxyde de fer est mêlé, sont l'argile, le sable ou silice, et la terre calcaire ou pierre à chaux ou « Castine ». Chacune de ces substances est infusible, mais lorsqu'elles sont mélangées en doses convenables elles entrent en fusion en formant un verre que la température entretient, et se combinent avec les oxydes de fer. On les appelle les « fondants ».

C'est en ajoutant de la silice au minerai (Fondant) à gangue calcaire ou du calcaire (Castine ou pierre à chaux) au minerai à gangue siliceuse qu'on est passé au haut fourneau : ce fondant permet la formation de laitier, et permet surtout d'absorber du carbone pour obtenir de la fonte liquide, car sa température de fusion devient alors plus basse que celle du fer.

Les maîtres de forges ont découvert et compris que sans la présence de ces éléments, la fusion du minerai était presque impossible à réaliser

Ce fut à notre avis une première étape très importante. La seconde, l'est tout autant, Est-elle due à l'observation, au hasard, à l'expérimentation ?

Il est bien difficile de l'affirmer, car les maîtres de forges n'ont pas laissé de textes à ce sujet, il est donc difficile de savoir à quelles dates précises ces évolutions techniques se sont produites.

Ainsi, quand dans la charge du haut fourneau, la quantité de charbon nécessaire aux opérations décrites précédemment, devient excédentaire, la fonte change de nature et d'aspect. C'est de la fonte grise, pour couler des canons. .

### **Qu'en est-il ? Que se passe-t-il au sein du creuset?**

En effet, non seulement le fer et le charbon, quand ils sont rougis par la chaleur se combinent à l'oxygène, mais surtout ils se combinent l'un avec l'autre, en sorte que le fer absorbe du charbon.

Il faut bien comprendre que lorsque dans le fourneau il y a d'avantage de charbon que l'oxygène des oxydes peut en brûler, l'excédent est absorbé par le métal. C'est ainsi qu'on obtient une fonte qui n'est plus blanche mais grise, et par conséquence la température de fusion est inférieure à celle du fer.

Enfin cette fonte à plus de ténacité, elle est moins fragile et permet d'être entamée par un outil (N'oublions pas que c'est à partir de 1753, et grâce à l'ingénieur Jean Maritz que l'on commence à usiner les canons de façon industrielle, forage et tournage extérieur en position horizontale). C'est la période où de grands savants (Monge, Laplace, Lagrange, Bertholet, Chaptal,) vont apporter leurs connaissances aux métallurgistes.

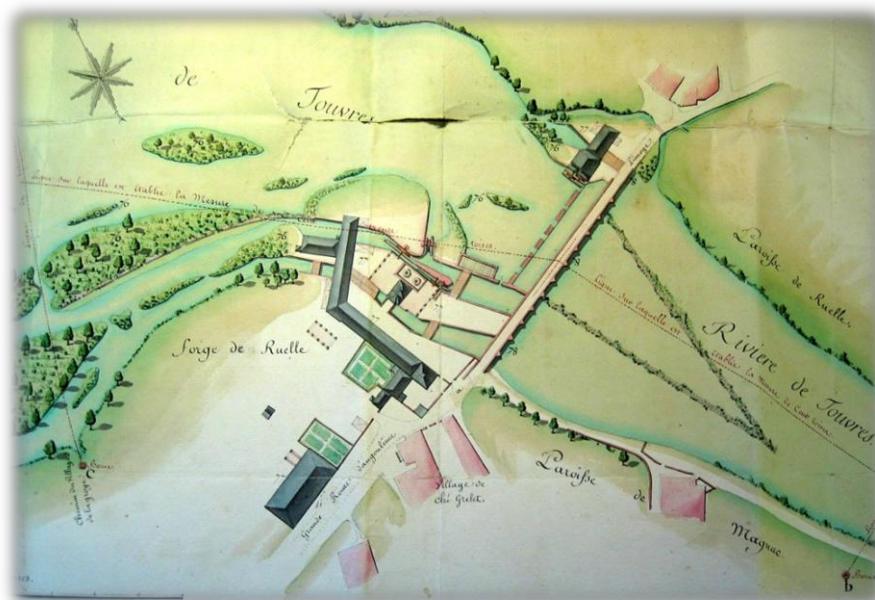
Les maîtres de forges de la fin du XVI<sup>e</sup> s et XVII<sup>e</sup> s, ont certainement tâtonné dans l'élaboration des méthodes de moulage des canons; Ils ont, comme dans toute nouvelle évolution technique, expérimenté et, défini des règles auxquelles ils s'astreignaient.

Les résultats obtenus, leurs exigences et celles des pouvoirs en place ont sensiblement fait évoluer les méthodes de fabrication.

Nous n'aborderons pas ici ces différentes évolutions, mais cependant, l'une d'entre elles nous a paru importante d'être rappelée dans cette mini présentation, tant elle est fondamentale.

Dans la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> s, on coulera des « gueuses » qui seront refondues et affinées au four à réverbère permettant d'obtenir du fer ou fonte moins carbonée (2% à 0,7%) dite de deuxième fusion.

Les « fondants » réduisent le carbone en oxyde de carbone, donc un gaz qui s'échappe. Cette importante avancée technologique sera très avantageuse pour le coulage des canons de gros calibres : 36 et 24.



La forge de Ruelle en 1777. (Réalisé par Pierre TOUFFAIRE)

## Les premiers fours à réverbère à la forge de Ruelle.

La forge de Ruelle, de sa création à la fin des années 1780, est un exemple remarquable de ce que l'on appelle, au XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle, une forge à canon.

Elle est construite sur le site d'une ancienne papeterie, dont le bâtiment est pour



l'essentiel conservé et auquel on a ajouté un double haut fourneau muni d'une fosse de coulée.

La fonte de fer était produite dans les hauts fourneaux, alimentés par les minerais de la région du *Bandiat* et le charbon de bois de la forêt de la Braconne ; les moules des canons étaient positionnés verticalement, culasse en bas, dans la fosse. Au moment de la coulée, on conduisait la fonte directement dans les moules.

Lorsqu'elle s'était suffisamment solidifiée, on extrayait les canons bruts de la fosse en les débarrassant de leur moule, puis on les menait aux différentes étapes de leur « **perfectionnement** » - nous dirions de nos jours, finition ou, plus précisément, usinage, ces différentes tâches sont toutes de l'ordre de l'enlèvement de matière-.

La première étape, en particulier est le **décapitage** : il s'agit de découper la masselotte, excédent de fonte ajoutée au bout du canon pour assurer une bonne solidification du métal. Ces masselottes représentaient environ 20% de la masse des canons bruts ; elles ne pouvaient être refondues et étaient donc revendues à des affineries, comme la fonte en gueuse produite par les hauts fourneaux ordinaires.

Il faut en effet insister sur un point : dans ce système technique, **si le fer sort du haut fourneau à l'état de fonte liquide, on ne dispose pas de moyen pour la ramener à l'état liquide une fois qu'elle est solidifiée.**

C'est d'ailleurs ce qui explique que, jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, le terme de « **fonte** » ne soit que rarement utilisé pour parler de l'alliage de fer et de carbone produit par les hauts fourneaux, désigné comme « **fer en gueuse** » ou « **fer coulé** » : le terme de fonte conviendrait mal à un matériau que l'on ne sait pas fondre.

L'historien ne doit pas se méprendre : le terme de « **fonte** » dans les documents antérieurs au dernier tiers du XVIII<sup>e</sup> siècle désigne en général la « **fonte verte** », c'est-à-dire les alliages cuivreux que nous qualifions de bronze.

La forge de Ruelle prend rapidement après sa création la forme qu'elle conserve dans les années 1780 : deux hauts fourneaux, une décapiterie et huit tables à forer.

Après des débuts difficiles, marqués par le conflit qui oppose le Marquis de Montalembert et la Marine, conflit qui entraîne l'exploitation de la forge par un régisseur royal pendant la période de la guerre de sept ans, on adopte pour l'exploitation de l'établissement le système de l'entreprise : un maître de forge l'exploite, sans payer de loyer, mais contre l'engagement de fournir une certaine quantité d'artillerie à un prix convenu à l'avance.

De 1762 à 1789, c'est une même famille qui conserve l'entreprise de la forge : les Baynaud – Louis Baynaud jusqu'à sa mort en 1774, puis son cousin et exécuteur testamentaire Jean Lonlaigue, enfin son fils, Mathieu. Quant à la question de la propriété de la forge, elle n'est réglée qu'en 1776 avec son acquisition par le roi : elle est acquise en échange de bois au comte d'Artois (le futur Charles X), qui l'avait achetée l'année précédente à Montalembert.

Peu après cette acquisition, Etienne Munier l'ingénieur des ponts et chaussées en charge de l'Angoumois, en donne dans son *Essai d'une méthode générale propre à étendre les connaissances des voyageurs* (réédité sous le titre, malheureux, de *L'Angoumois à la fin de l'Ancien Régime*) une description précise – il connaît d'autant mieux l'établissement qu'on l'a sollicité comme expert lors de l'échange de 1777. Il ajoute à son développement la suggestion suivante :

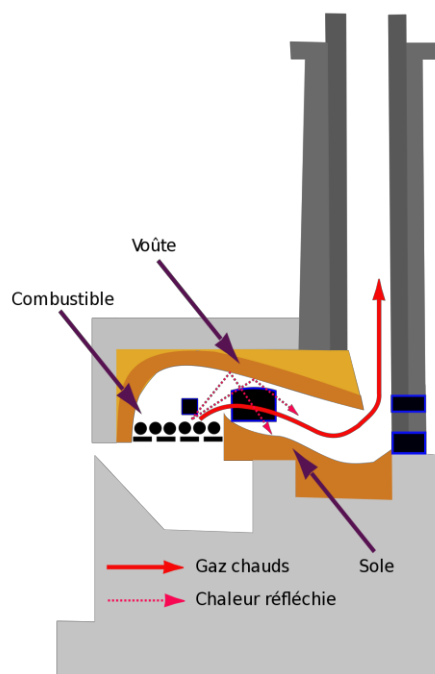
*La forge de Ruelle pourrait devenir l'établissement de ce genre le plus important du royaume, on placerait aisément à la rive droite de la Touvre, et sans grande dépense, des fourneaux de réverbère pour opérer la fusion des premières fontes et en faire des canons, suivant le procédé des Anglois.*

Quel est donc ce procédé anglais – et, plus particulièrement, que sont les fours à réverbères dont il est question ?

### **Les premiers fours à réverbère à la forge de Ruelle.**

Les fours à réverbère ne sont en définitive pas très éloignés des fours que l'on utilisait pour couler les canons en bronze : Il s'agit d'un four à tirage naturel (c'est-à-dire sans soufflets) et à chauffe séparée.

#### **Définition :**



Le combustible brûle sur une grille, la prise d'air se faisant par le cendrier situé au dessous ; les flammes sont déviées par la voûte du four pour passer au dessus du métal que l'on veut faire fondre et qu'on avait déposé sur une sole de sable réfractaire, avant d'être évacués par une cheminée.

Le métal s'accumulait grâce à la pente de la sole sur l'extrémité opposée à la chauffe ; un trou de coulée permettait de faire couler le métal fondu et de l'amener au moule.

Ruelle disposait des les années 1755 d'un four de ce type : Maritz, régisseur de Ruelle de 1755 à 1762 mais qui était à l'origine un fondeur de bronze l'avait fait établir, sans doute plus pour produire des pièces de machines que pour couler du canon. Mais ce type de four n'était pas utilisable pour fondre la

fonte de fer, ne serait-ce que parce que les températures obtenues par la chauffe au bois étaient insuffisantes.

Le four à réverbère à proprement parler voit le jour en Grande-Bretagne, à la frontière entre Angleterre et pays de Galles, sans doute durant les années 1670.

Son principe est le même que celui des fours à couler le bronze, mais il se distingue par sa haute cheminée, permettant d'obtenir un meilleur tirage nécessaire à la combustion de la houille.

La Grande-Bretagne est en effet plus pauvre en bois que la France, mais dispose d'importantes réserves de houille dont certaines étaient exploitées depuis longtemps. Or, si la houille n'était pas directement utilisable dans les hauts-fourneaux du fait du bitume qu'elle contient et de son taux de soufre important, elle est parfaitement utilisable dans des fourneaux où les gaz de la combustion n'entrent pas en contact avec le métal, comme les fours à réverbère.

Ces fourneaux se multiplient durant la première moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle : on les utilise pour traiter le minerai de cuivre et pour l'affinage du plomb argentifère, mais aussi, dès les années 1680, pour la refonte du fer : on l'utilise notamment pour produire de petits objets (plaques de cheminées ou boulets de canons) par la refonte de vieux canons de « fer coulés ».

On les trouve associés aux premiers hauts fourneaux au coke, qui étaient eux aussi à l'origine spécialisés dans la production d'objets coulés ; à partir des années 1760, toujours associés aux hauts-fourneaux au coke, ils sont utilisés pour la fabrication de grosses pièces en fonte de fer (canons, mais aussi cylindres pour machines à feu) dans de gros établissements qui apparaissent alors, Carron en Ecosse et les usines des frères Wilkinson, entre pays de Galles et ouest de l'Angleterre.

Ces fours apparaissent rapidement en France dans l'industrie des non ferreux, principalement celle du plomb argentifère, dès les années 1730 (Poullaouen, près de Carhaix, en Bretagne) ; ils sont connus par les métallurgistes sous le nom de « fours anglais ».

Ils ne sont cependant pas utilisés pour le fer : sans doute parce que, pour la fonte du plomb, on pouvait se contenter de chauffe au bois.

Ce n'est que dans les années 1760 que l'on commence à s'intéresser à l'usage du four à réverbère pour le fer : Gabriel Jars, un des premiers ingénieurs des Mines, est envoyé en 1765 étudier les métallurgies étrangères pour le compte du roi et visite notamment la Grande-Bretagne.

A Newcastle et à Carron, il observe l'utilisation du four à réverbère pour la fonte de fer (ses *Voyages métallurgiques*, publiés après sa mort par son frère, donnent un schéma de ces fours). Il meurt cependant en 1768 au cours d'un voyage dans les provinces françaises susceptibles de bénéficier des procédés anglais, mais d'autres s'intéressent aux applications du « charbon de terre » à la métallurgie, par exemple un officier, propriétaire de forges dans la région d'Alès : Marchant de la Houlière.

Après diverses expériences pour utiliser le « charbon dessouffré » (c'est-à-dire le coke) afin de produire du fer forgé, il entreprend en 1775 un voyage d'étude en Angleterre. Alors que ce n'était pas son objectif initial, il y découvre les méthodes nouvelles pour couler les canons en seconde fusion au four à réverbère à partir de fonte au coke.

Il y rencontre en particulier John Wilkinson, dont les usines de fabrication de canons étaient en pleine expansion (il a breveté en 1774 une nouvelle méthode de forage) et projette de s'associer avec son frère William pour créer en France des usines du même type.

Le rapport de Marchant de la Houlière n'a jamais été publié ; il a cependant été entendu, puisque William Wilkinson vient en France – mais pour travailler directement avec le ministère de la Marine, sans Marchant de la Houlière. C'est lui qui supervise la construction de la première usine destinée à refondre la fonte de fer : la fonderie royale d'Indret, près de Nantes.

## **Développement et multiplication des fours à réverbère,**

Les difficultés de l'établissement sont nombreuses ; nous ne les décrirons pas en détail. On réalise notamment que les stocks de vieux canons utilisés pour alimenter les fours à réverbères sont en voie d'épuisement, ce qui motive la construction de hauts fourneaux au coke à Montcenis (aujourd'hui le Creusot) ; là encore, de nombreuses difficultés se présentent.

En tout état de cause, les coûts des canons produits à Indret se révèlent très supérieurs à ceux que l'on connaissait à Ruelle – c'est sans doute la raison pour laquelle, à partir de 1785, la Marine envisage d'investir de nouveau à Ruelle.

Un ingénieur des bâtiments civils de la Marine, Pierre Touffaire, est chargé de dresser les plans des travaux à effectuer. Il connaît bien Ruelle – c’est lui qui a dressé le plan de 1777 à la suite de l’échange avec Artois ; il connaît parfaitement la question des fours à réverbère puisqu’il a été le principal maître d’œuvre du chantier d’Indret.

Il est en janvier 1786 à Ruelle et communique son projet au ministre en avril de la même année. Nous n’avons pas retrouvé ce projet ; nous ignorons donc, dans l’état actuel de notre documentation, s’il comprenait la construction d’une fonderie à fourneaux à réverbère ; c’est cependant le plus probable.

Toujours est-il qu’en 1787 un marché pour travaux est passé avec un entrepreneur local, Bellecombe. Nous n’avons aucun détail sur ces travaux mais nous voyons apparaître dans un inventaire de l’été 1789 une « **nouvelle fonderie** » dotée de deux fours à réverbères jumeaux.

Ces fourneaux ont été par la suite décrits par Monge dans l’ouvrage que lui commande la Convention nationale en 1793 ; on connaît donc assez bien leur configuration. Ils sont construits en pierre de taille de diverses carrières (celles de l’Arche sont préférées à celles de l’Isle d’Espagnac pour les parties de l’édifice soumises à la chaleur) ; le revêtement intérieur du fourneau et de la cheminée est en briques réfractaires des briqueteries de Bouthiers, près de Cognac, réputées pour leur bonne tenue au feu.

La structure est renforcée de plaques de fontes et de tirants de fer forgés.

L’ouvrage de Monge mentionne pour ces fourneaux la possibilité d’une chauffe au bois ; d’après les sources sur l’exploitation de la fonderie, il ne semble pas que cela n’ait jamais été pratiqué : ces fours utilisent comme seul combustible la houille.

Celle-ci n’étant guère présente dans la région, les historiens se sont interrogés sur sa provenance. Il semble que la quête d’une origine unique soit vouée à l’échec : nos sources tendent à montrer que les entrepreneurs s’approvisionnaient auprès de négociants en charbon de provenances diverses en fonction du marché.

*« Il est probable que la principale motivation de cette construction ait été la refonte des masselottes et des coulées. Munier, dans le texte déjà cité, déplorait que :*

*[...] les masselottes, les canons de rebut, et la limaille qui provient de la forure ne tournaient point au profit de l’artillerie, au lieu qu’elles procureraient, par la refonte, des pièces solides & légères. »<sup>8</sup>*

Notons toutefois que ces matières n’étaient pas perdues pour tout le monde puisque, comme on l’a dit, elles étaient revendues à des affineries (par exemple celle de Pierre-Pensue, à Montbron) et rentraient donc dans le compte des entrepreneurs, pour un montant pas forcément négligeable (15% de la recette tirée des canons eux-mêmes pour les huit ans couverts par le compte-rendu de l’entrepreneur Lonlaigue).

Ce sont cependant autant de ressources en coupes de bois et en minerais qui ne bénéficient pas directement à la Marine.

Une autre source de métal a cependant été envisagée dès la construction des fourneaux : une lettre de 1788 fait état d’une négociation avec Lonlaigue, qui est devenu entrepreneur de Forgeneuve lors de la reprise de Ruelle par Mathieu Baynaud, dont le but serait de consacrer Forgeneuve à la production de fonte pour alimenter les fours à réverbères de Ruelle.

---

<sup>8</sup> Etienne MUNIER : « Essai d’une méthode propres à étendre les connaissances des voyageurs », 1779 -*L’Angoumois à la fin de l’ancien régime*-



Ces négociations n'aboutissent pas, Lonlaigue « n'entendant pas se désister de couler du canon » mais le problème de l'approvisionnement de fonte par d'autres hauts fourneaux est posé.

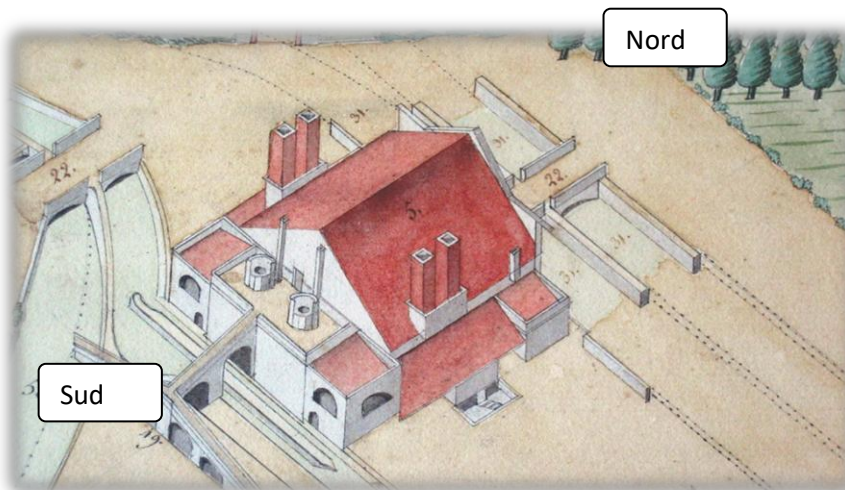
Nous savons par ailleurs que, peu après ces débuts, l'entreprise change de mains : alors même que la forge devient une fonderie, la famille de maîtres de forge qui la faisait fonctionner depuis 27 ans la quitte ; ils sont remplacés par des hommes venus de l'Est de la France et sans liens avec le milieu de la forge. Nous ne connaissons pas les raisons de ce changement mais il est symbolique d'un changement d'époque.

Les deux fourneaux à réverbère font en effet partie d'un projet plus vaste. Dans l'inventaire de 1789, le bâtiment des hauts fourneaux est rebaptisé « **ancienne fonderie** » tandis que celui des fours à réverbère est désigné comme étant une « **nouvelle fonderie** » inachevé. Même si nous n'avons pas accès au projet initial, il semble probable que le bâtiment tel qu'il a été achevé par la suite corresponde à ce projet.

En 1789, seuls étaient terminés les fours à réverbère du côté du sud, avec à leur débouché une petite fosse circulaire pour la coulée. En 1789 et 1792, peu de progrès semblent avoir été faits ; la façade avait toutefois été réalisée puisque Bellecombe facture à la Marine « la suppression des attributs de la royauté placés dans le fronton de ladite fonderie et remplacés par ceux de la liberté ».



Avec l'ouverture des hostilités, les travaux reprennent : sont réalisés en 1792 le mur d'enceinte et la couverture du bâtiment, l'ouvrage en pierre de taille et la maçonnerie en brique réfractaire des fourneaux nord ainsi que les fondations des hauts fourneaux ; en 1793 on poursuit les hauts fourneaux, on monte les cheminées des nouveaux fours à réverbère et on achève la grande fosse à couler ainsi qu'une petite fosse du côté nord ; an l'an II (septembre 1793 à septembre 1794) on réalise les biefs des hauts fourneaux et on termine les mécaniques de charge



des fours à réverbère.

Au début de l'an III, un courrier de Bellecombe demandant qu'on lui livre de toute urgence les câbles des mécaniques de charge laisse penser que l'ouvrage est pratiquement terminé – les deux hauts fourneaux adjacents n'ont pas été achevés durant la période révolutionnaire.

Pendant ces travaux, les fours à réverbère côté sud sont « en activité journalière », aux dires de Bellecombe : au cours des graves conflits opposant l'associé-gérant Lambert à Poupillier et Sellière, on avait vivement reproché à Lambert de n'avoir pas utilisé les fours à réverbères ; Poupillier et Sellière ayant obtenu l'arrestation de Lambert n'ont pu que les utiliser le plus possible – ils s'inquiètent d'ailleurs parfois auprès du district de l'approvisionnement en « charbon de terre » ou en fonte en provenance du haut fourneau de Combières.

Pendant que les travaux de la nouvelle fonderie se terminent, un autre chantier s'ouvre : le représentant du peuple Gilbert Romme, envoyé en mission par la convention pour « accélérer la fabrication des canons de fer coulés pour le service de la marine » par l'arrêté du comité de Salut Public du 24 pluviôse an II (12 février 1794), ordonne la construction d'une autre fonderie au four à réverbère sur l'emplacement de l'ancien fourneau à « **fonte verte** » de Maritz.



*La belle façade Sud.*

Il développe surtout, dans le rapport qu'il fait de sa mission, une vision de la production des canons en fonte « à deux étages », les hauts fourneaux produisant la fonte étant répartis en « **arrondissements** » chargés de fournir de la fonte à de « grandes fonderies » qui en feraient des canons à l'aide de fours à réverbère : celle de Ruelle et celle de Gar-Dor-Isle à Abzac, dont la construction est abandonnée à l'époque du Directoire – le surplus étant destiné à Indret, qui n'a toujours pas résolu son problème d'approvisionnement en fonte.

Legendre de la Nièvre, envoyé par la Convention thermidorienne pour remplacer Romme, poursuit d'ailleurs cette politique.

Les années qui suivent sont celles de la recherche d'un équilibre : le système de l'entreprise, qui avait été conçu dans le contexte d'une forge à canons dont on connaissait les coûts et les contraintes de fonctionnement peine à s'adapter à une fonderie où les paramètres sont plus nombreux.

Lors de son retour aux affaires, Lambert obtient dans un premier temps (an IV) que tous les coûts de fonctionnement des fours à réverbère soit à la charge de l'Etat ; dans un deuxième temps (an VI), les fours à réverbère sont pleinement réintégrés dans le système de l'entreprise et sont donc de nouveau aux frais de l'entrepreneur, ce qui ravive les tensions entre la Marine et l'entrepreneur.

Le traité de la société André et Paire, choisie pour le remplacer (an IX), garde ces conditions mais ajoute un supplément de prix pour les canons de seconde fusion.

Du point de vue des travaux, un plan-projet de l'an X montre que c'est la manière de considérer l'espace de la production qui a changé : le plan réalisé par Leclerc, ingénieur des bâtiments civils de la Marine à Lorient, nous montre une usine au sens moderne du terme, sur un terrain clos de murs, avec des bâtiments organisés suivant leur fonction et la disponibilité de l'énergie hydraulique.

On est bien loin de la forge posée en bord de rivière dans des bâtiments de récupération...

Au bout du compte, alors que la nouvelle entreprise connaît elle aussi des difficultés et que la rupture de la paix d'Amiens redonne son urgence à la fourniture de canons, le Consulat décrète la mise en régie de l'usine.

**L'ère de la forge à canon est belle et bien close.**

## **Conclusion.**

Si l'utilisation des hauts fourneaux au début du XVI<sup>e</sup> siècle a permis de découvrir assez rapidement l'élaboration des fontes, on peut imaginer que l'utilisation des additifs, de leurs dosages, donc de leurs conséquences dans l'élaboration des fontes, ainsi que la variation des charges minerais et charbon de bois, l'un par rapport à l'autre, a assurément demandé beaucoup de temps, beaucoup d'expérimentations entraînant inévitablement beaucoup de rebuts, malgré les exigences des commanditaires.

La charge réglée d'un fourneau devait être composée d'un nombre précis de mesures de charbon, de mesures de minerais et de mesures de castine. Si nous admettons que ces évolutions ont été lentes, plusieurs questions restent posées :

- Quelles ont été ces différentes phases d'évolutions ?
- Le savoir faire, une fois établi, restait-il jalousement gardé ?
- Les maîtres de forges, ont-ils réalisé des descriptions technologiques ?
- Quels rapports les maîtres de forges entretenaient-ils entre eux à ce sujet ?

Nos connaissances nous ont permis de constater ces évolutions, mais leurs composantes restent floues, et comportent beaucoup d'interrogations pour les spécialistes de la métallurgie, mais pas seulement. Il nous reste un vaste champ de recherches.

Ce simple texte a pour but de clarifier un peu les idées des néophytes de la métallurgie ancienne que nous sommes.

## **Sources : -**

- « *L'art de fabriquer les canons* » de Gaspard Monge- 1794.
- « *Artillerie de la Marine* » de Jean Maritz- 1758.
- « *L'âge industriel : L'Ère du charbon* ». « *Le petit Journal* ».
- « *Cours sur la métallurgie* » (*Ecole des apprentis de la Marine*).
- « *La fonderie de Ruelle* », d'André Nogues-1985.
- « *Au temps où le Périgord Limousin Angoumois canonisait en Atlantique* de Christian Magne.

### **Philippe Dillmann**

LAPA-IRAMAT, NIMBE, CEA, CNRS, université Paris-Saclay, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette

### **Maxime L'Héritier**

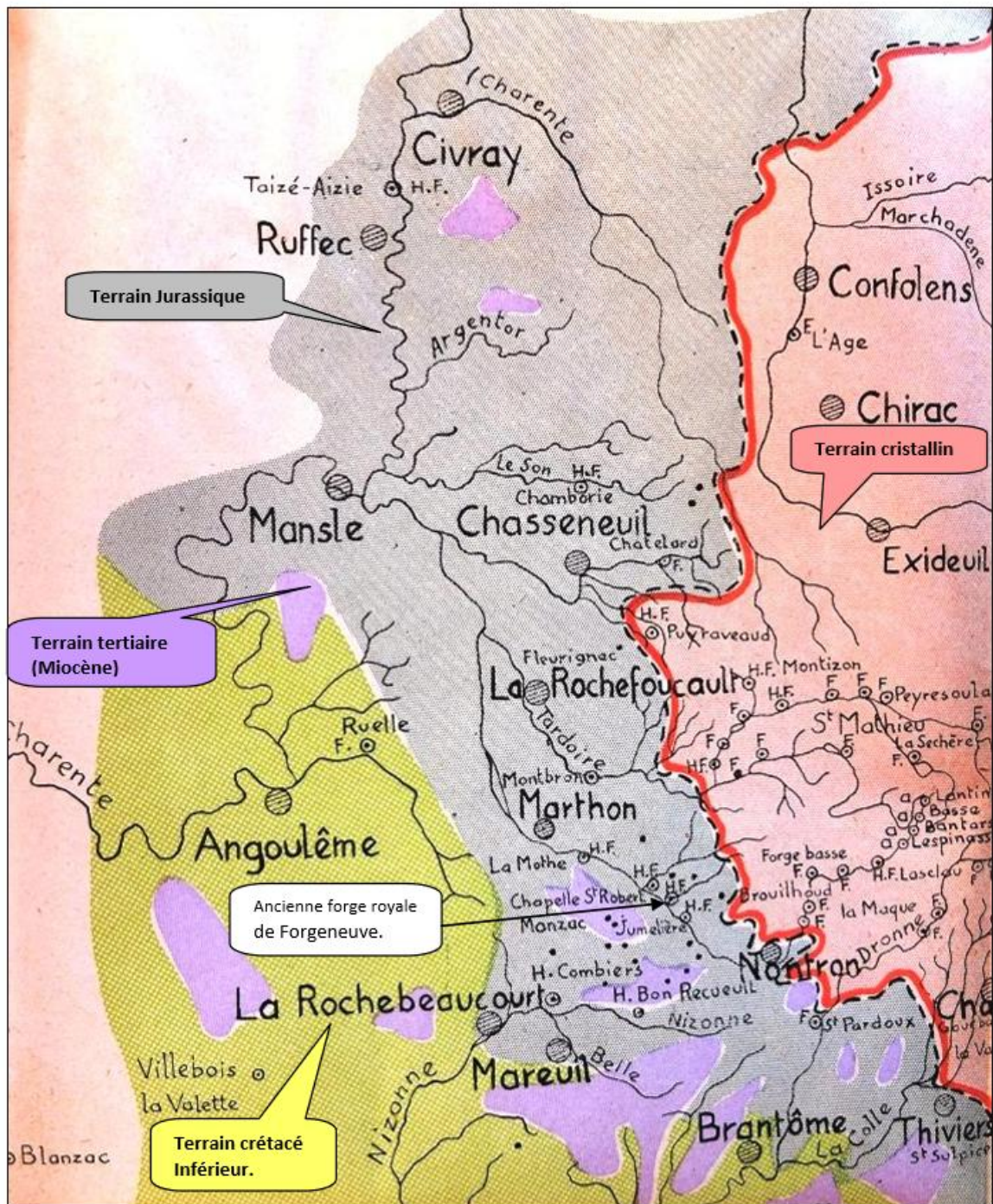
Université Paris 8, département d'histoire, EA 1571 HPSS



# **Naissance, développement et extinction de la sidérurgie pré industrielle dans la vallée du *Bandiat*, au XVIII<sup>e</sup> siècle.**

Traité technique et scientifique de la sidérurgie  
pré industrielle, au XVIII<sup>e</sup> siècle.





#### Légende

- Limites des terrains cristallins
- Minières de fer
- Haut fourneau : H.F. Affinerie : F. Usine à fer : f. Forges à la catalane : f.c
- Localités

# Introduction

A l'automne 2017, Alain PLOQUIN, archéo métallurgiste de grande renommée, ancien directeur de recherches au CNRS, a entraîné dans son sillage quatre associations, dont les activités se situent sur un territoire marqué par une activité métallurgique et sidérurgique ancienne, afin de mutualiser leurs recherches, leurs actions, leurs acquis, pour créer un Plan Collectif de Recherches.

« La Route des Tonneaux et des Canons », (RTC) basée à Ruelle sur Touvre en Charente, « Le Centre Permanent d'Initiative pour l'Environnement », basé au château de Varaignes en Dordogne, « La Route des Canons » basée à Ans et « Feu, fer, Forges » à Etouars, ont désormais entrepris un travail collectif sur la sidérurgie ancienne en Périgord, Angoumois et Limousin.

Certains sites historiques (Ferriers, hauts-fourneaux, affineries, charbonnières) ont été plus étudiés que d'autres. La présente étude propose d'enrichir la connaissance scientifique de l'ensemble des sites de la zone « Périgord, Limousin, Charente », mais en se focalisant sur les deux entités représentatives des forges à canons du XVIII<sup>e</sup> siècle de la région (L'une située sur la route des canons Nord, l'autre sur la route des canons Sud.)

A l'Ouest, Forgeneuve et Ruelle, (La première dépendant de l'autre), et à l'Est, Forges d'Ans.

Les acteurs de ce PCR ont souhaité porter leurs actions sur deux sites majeurs : La forge de Forgeneuve de Javerlhac et « La forge d'Ans ».

Ils ont entrepris, il y a plusieurs années d'importantes campagnes de sondages et de fouilles sous la responsabilité du Service Régionale de l'Archéologie de la région Nouvelle Aquitaine.

Pour porter à la connaissance du grand public, des membres des associations partenaires ont publié un certain nombre d'ouvrages qui font une large part aux rôles de ces forges dans l'histoire sidérurgique française.

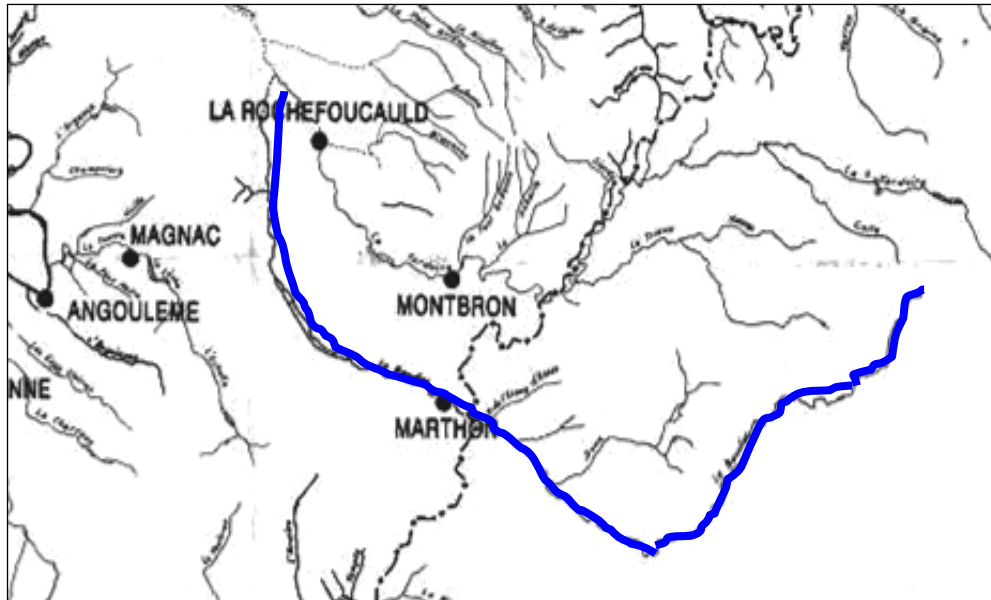
- *Au temps où le Périgord Limousin Angoumois canonisait en Atlantique.*
- *Le fabuleux destin des canons de l'Hermione.*
- *De la route du fer à la route des canons.*

Des monographies de forges ont été réalisées et restent à publier.

Le présent ouvrage se veut complémentaire, en traitant la particularité de la vallée du *Bandiat*, qui a concentré cinq grosses forges à canons au XVIII<sup>e</sup> siècle.

Il nous a paru intéressant de porter à la connaissance du grand public, l'importance des activités qu'ont eues ces différentes forges, principalement vers 1750.

La vallée du *Bandiat* a sans aucun doute été la vallée où les nombreuses forges construites sur ses rives ont été les plus prolifiques dans une période assez courte.



Le  
La

*Bandiat, de la  
Dordogne vers  
Charente.*

## 1- Le Bandiat, son territoire, et ses particularités.



Le territoire sur lequel porte cette étude est à cheval sur deux départements : l'Est de la Charente et le Nord Ouest de la Dordogne.

Il s'étend dans les premières pentes des marges du Massif Central et de la forêt Limousine, au cours de leur effondrement, il y a environ soixante millions d'années.

*Le Bandiat*, rivière longue de 88 kilomètres, prend sa source en Haute Vienne, (400m) sort de *l'étang de Ballerand*, puis descend vers Nontron, sous préfecture de la Dordogne, dans des vallées encaissées.

En aval de Nontron, il s'étend dans une vallée beaucoup moins accidentée. Son cours périgourdin est d'environ 50 kilomètres avec une dénivellation assez importante.

Il entre en Charente vers Souffrignac. (Alt= 117m) Plus en aval, à partir de Marthon, il se perd parfois dans de profondes fissures. Ce n'est qu'en période de grande crue qu'il atteint la *Tardoire* à Agris. (75m)

### **Les activités anciennes sur les rives du Bandiat :**

Selon les activités qui se sont implantées sur ses rives, au fil du temps, il est possible de diviser géographiquement le cours du *Bandiat* en trois parties :

- Le *haut-Bandiat* : Formé de vallées encaissées où se trouvaient le plus souvent des forges à battre dès le XIV<sup>e</sup> siècle ainsi que des affineries. Ces vallées, malgré leur relief accidenté, permettaient l'acheminement des matières premières nécessaires au fonctionnement de ces forges. (Minerai, castine et charbon de bois)

- Le *moyen-Bandiat* : Il s'agit de la région proche de Nontron, en aval comme en amont. Ici, on ne trouvait que des moulins fariniers, et à huile.

- Le *bas-Bandiat* : Plus important en débit, grossi parfois par quelques affluents, il a actionné principalement les roues des moulins des grosses forges à canons, notamment celles de Jommelières, Forgeneuve, La Chapelle St Robert et de la Motte, au XVIII<sup>e</sup> siècle. La cinquième, celle d'Etouars se situait sur *La Done*, affluent du *Bandiat*.

### **Les ressources naturelles qui sont à l'origine d'une activité, métallurgique et sidérurgique dans ce territoire :**

Les petites forges à battre ou d'affinerie, dans ce territoire, étaient harmonieusement implantées aux bords des rivières et étangs, indispensables à leur fonctionnement, par rapport à trois éléments naturels locaux dont elles avaient forcément besoin : le minerai de fer, le bois et la castine.

Jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle, elles étaient toutes, ou presque, des forges à battre appelées parfois *batteries*.

Pour les alimenter, de nombreux **bas fourneaux**<sup>9</sup> existaient alors au sein des zones riches en minerai de fer. (Résultant de dépôts détritiques provenant de l'effondrement de la forêt Limousine, il y a soixante millions d'années.)

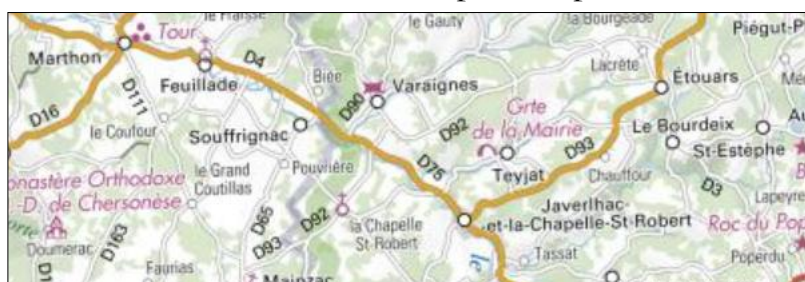
---

<sup>9</sup> **Bas fourneaux** : Constructions en moellons ou briques réfractaires. Elles ont été utilisées jusqu'au Moyen âge pour obtenir du fer par réduction directe. On obtenait du fer à l'état pâteux qu'il fallait battre et rebattre pour le débarrasser de ses impuretés.

Dans le territoire étudié dans ce texte, ces zones se situaient principalement dans le Périgord septentrional, dans le triangle formé par les villes et villages de Nontron(24), Feuillade(16), et St Sulpice de Mareuil, (24).

En ce qui concerne le minerai c'est aux lieux dits : *Rapevache, Pas de Bœuf, La Cabanne, Minsas, La grange de la forêt, Fontroubade, Feuillade, Montbatin, La Chapelle St Robert, etc.* qu'étaient les principaux lieux d'extraction. On peut se rendre compte que ces sites sont dans le triangle formé par les villes et villages de Nontron, St Sulpice de Mareuil et Feuillade. « *L'exploitation en était relativement facile. Le soc de la charrue soulevait des blocs qu'on rassemblait sur le bord des champs. C'était parfois un privilège laissé aux pauvres qu'ils ramassaient et vendaient aux forges alentours.* »<sup>10</sup>

Ce minerai, une fois extrait du sol de façon archaïque, donc avec de faibles rendements, était débarrassé de sa gangue argileuse ou autre éléments, ensuite lavé aux lavoirs du *Bandiat*, dont le plus important d'entre eux semble avoir été celui de



Extrait d'IGN géoportail.



« *Chapiteau* », sur la commune de Feuillade. Il était ensuite, concassé et grillé pour éliminer le soufre qu'il pouvait contenir, puis acheminé dans des sacs ou paniers, à dos de mulets.

Les minières étaient toutes à ciel ouvert ; elles étaient disséminées en une multitude de petits puits peu profonds, sans boisage ; « *..Le matériel d'extraction était celui des terrassiers : un treuil rudimentaire, une corde et un bac ; travail de forage, extraction du minerai se faisaient à la main, au pic à la pioche et à la pelle.* »<sup>11</sup>

Cette extraction, aux méthodes artisanales et éprouvantes, constituait une activité intense pour les paysans locaux qui en retiraient quelques subsides, améliorant ainsi leurs difficiles conditions d'existence. Ces différents sites d'extraction, peu éloignés des lieux d'habitations, servaient à alimenter les cinq forges environnantes mais également trois autres, plus au sud, (Combiér, Bonrecueil et Rudeau Ladosse) sans oublier les autres forges d'affineries, également consommatrices.

Quant à la castine, la géologie de la région présentait ses couches calcaires à proximité de la vallée du *Bandiat*, dans sa partie sud, constituant la limite du massif ancien. (Voir la carte page 4)

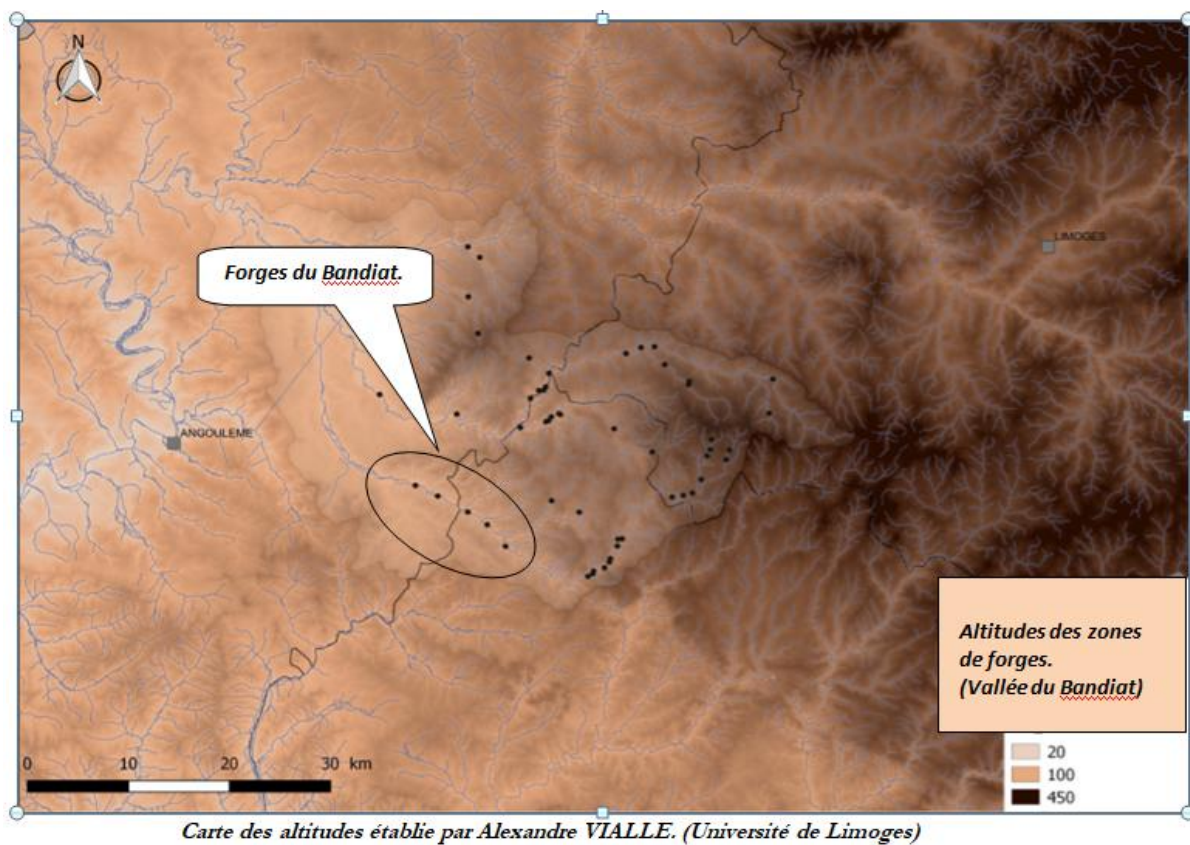
Enfin, pour le charbon de bois, les massifs forestiers des environs, (Forêt d'Horte, Forêt de Larochebeaucourt) assez denses, dans lesquels chênes, hêtres, charmes, mais

<sup>10</sup> « *La métallurgie dans la région d'Angoulême* » de Ch.Sutterlin

<sup>11</sup> D'après : « *L'ancienne industrie du fer dans le Périgord septentrional.* »-R.Pijassou.



également vers le XVII<sup>e</sup> siècle, les châtaigniers, étaient abattus débités et cuits en meules qui se situaient le plus souvent à une distance ne dépassant pas 3 à 4 **lieues**<sup>12</sup> des forges à approvisionner.



<sup>12</sup> **Lieue** : La même de 1674 à 1731 = 2 000 [toises](#) soit 3,898 km.