

**Zeitschrift:** Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

**Band:** - (2000)

**Heft:** 20b

**Artikel:** Le procédé comtois d'affinage du fer : naissance et mise en place de nouvelles structures de travail au XVIIIe siècle

**Autor:** Claerr-Roussel, Christiane

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1089775>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **Le procédé comtois d'affinage du fer<sup>1</sup> : naissance et mise en place de nouvelles structures de travail au XVIII<sup>e</sup> siècle**

### **Résumé**

Le procédé comtois d'affinage du fer fut mis au point en Franche-Comté dans le courant du XVIII<sup>e</sup> siècle. Il apparut à un moment où les économies en charbon de bois devenaient urgentes, mais également parce que le procédé wallon, utilisé précédemment, nécessitait après trois siècles d'utilisation de réelles réformes face à l'évolution économique et sociale des forges.

S'il eut un tel succès en France et à l'étranger (Suède et Russie notamment) dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, c'est parce qu'il avait su proposer une méthode moderne et efficace qui répondait à une meilleure gestion des entreprises sidérurgiques à un moment donné de leur histoire.

### **Zusammenfassung**

Im 18. Jahrhundert wurde in der Freigrafschaft ein Eisenfrischverfahren entwickelt. Es war damals dringend, Methoden zur Holzkohleeinsparung zu entwickeln. Das bisher angewandte wallonische Verfahren, das während über 3 Jahrhunderte hinweg vorherrschte wurde, musste gründlich reformiert werden, um sich den wirtschaftlichen und sozialen Umwälzungen in den Eisenhütten anzupassen. Das neue Verfahren fand in der ersten Hälfte des 19. Jahrhundert auch im übrigen Frankreich und im Ausland (z.B. Schweden und Russland) recht gut Verbreitung, da dessen Modernität und Effizienz gut den Bedürfnissen der Eisenwerke nach besseren Arbeitsstrukturen entsprach.

### **Riassunto**

Il processo di affinaggio del ferro della Franca Contea fu messo a o punto nel corso del XVIII secolo. Apparve in un momento in cui le economie del carbone di legna divennero urgenti ma ugualmente poiché il procedimento wallon finora utilizzato, dopo 3 secoli di impiego richiedeva delle reali modifiche, in considerazione dell'evoluzione economica e sociale delle forge. Se questa tecnica ebbe un tale successo in Francia e all'estero (Svezia e Russia particolarmente) nella prima metà del XIX secolo, dipende dalla sua modernità ed efficacia che permetteva una migliore gestione delle imprese siderurgiche, in un particolare momento della loro storia.

Dès le XV<sup>e</sup> siècle, où fut introduite en Franche-Comté la métallurgie à deux temps, et jusqu'au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, soit pendant environ trois siècles, le procédé wallon d'affinage du fer fut employé dans les grosses forges de la région. Et l'on estime que, dès le milieu du XV<sup>e</sup> siècle, l'atelier de forge avait la capacité de pouvoir transformer en fer la totalité de la production en fonte du haut fourneau qui lui était adjoint<sup>2</sup>. Au cours du temps, le volume des produits issus de ces forges avait d'ailleurs progressé au même rythme que celui issu des hauts fourneaux<sup>3</sup>, grâce aux améliorations techniques apportées tant au niveau des systèmes hydrauliques que des souffleries par exemple.

En 1717, l'intendant de Franche-Comté Le Guerchois signalait cependant dans un rapport envoyé à l'Académie des Sciences de Paris<sup>4</sup>, que sur la trentaine de forges que comptait la région, un certain nombre ne pouvait plus assurer l'entretien des trois feux permanents d'une forge wallonne traditionnelle. Les bois commençaient à manquer, à cause du nombre trop important d'usines métallurgiques, et parce que les défrichements intensifs avaient fait disparaître des pans entiers de forêts.

Ainsi commençait à poindre l'un des grands problèmes du XVIII<sup>e</sup> siècle, celui de l'approvisionnement des usines en combustible. Cette pénurie eut comme conséquence un enchérissement progressif du prix du bois, lui-même en partie respon-

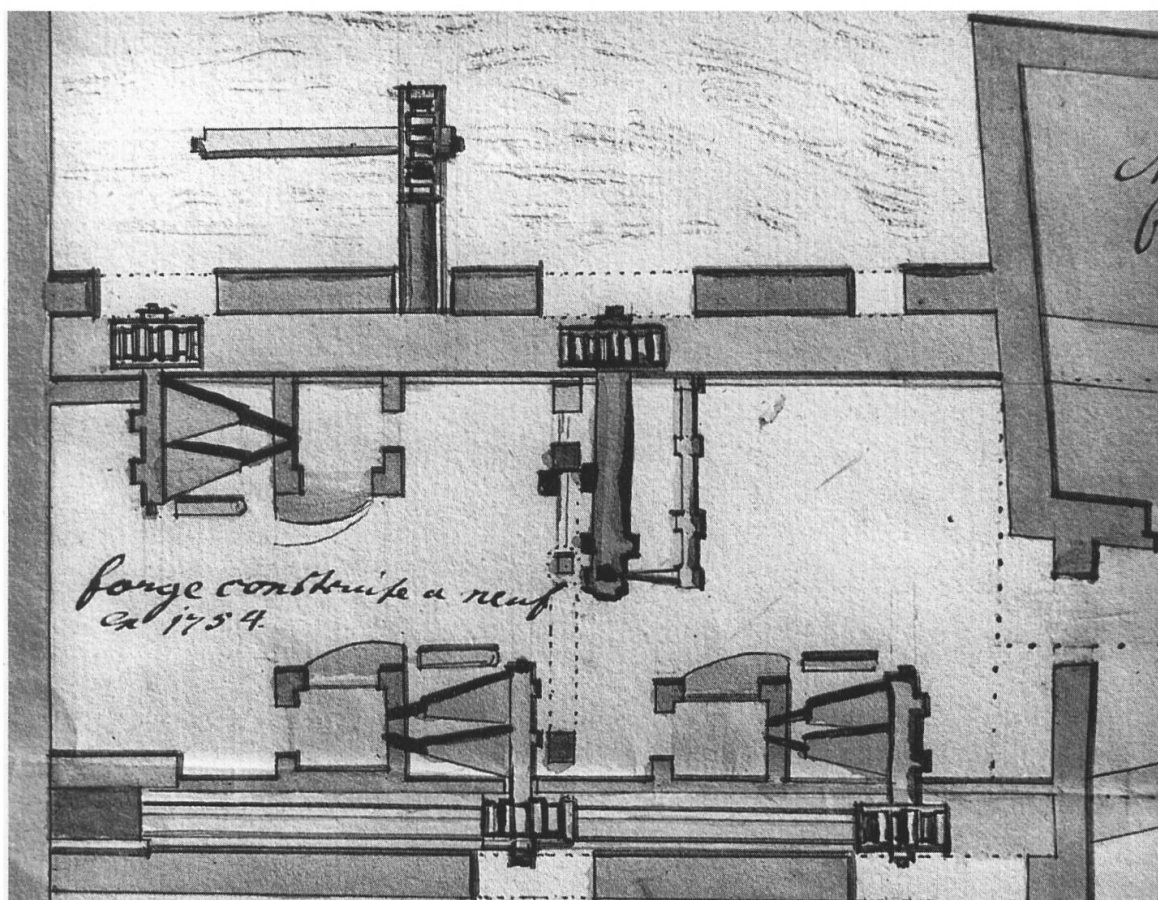


Fig. 1 : Forge de Chagey (Haute-Saône) : plan de la forge d'affinerie de type wallon en 1754 (A.D. Haute-Saône). Cliché Inventaire Général, Yves Sancey.

sable du prix de revient élevé des fers de la région. Ces fers comtois, d'excellente qualité mais chers, qui se débitaient dans le sud de la France par la Saône et le Rhône payaient de surcroît au cours de leur transport des droits de douane exorbitants. Dans le courant du XVIII<sup>e</sup> siècle, ils se heurtèrent à la concurrence sévère des fers russes et suédois, très peu coûteux, qui envahirent le marché par les ports méditerranéens, ce qui occasionna mévente et baisse de la production. Dans ce contexte, fallait-il entretenir des usines considérées comme très dispendieuses et jugées responsables du saccage des forêts ?

Sans pour autant provoquer la démolition des forges, comme le prônaient certains adversaires de la métallurgie, ces problèmes suscitèrent une prise de conscience et obligèrent les maîtres de forges à tenter des expériences. Celles-ci aboutirent notamment à la remise en question de la chaîne opératoire du procédé wallon, qui avait fait pourtant ses preuves. La rapidité du procédé provenait en effet de la décomposition des différentes tâches (affinage, forgeage, martelage) grâce à l'utilisation de foyers différents. Or, dans le système comtois, dont le souci premier était bien sûr d'économiser le combustible, c'est cette conception du travail qui fut remise en cause, par la réduction du nombre des foyers, qui devait entraîner une diminution du nombre des ouvriers employés. La méthode comtoise, qui eut un succès incontestable et rapide, supposa cependant un très grand effort d'adaptation. Au-delà des mobiles apparents, qui étaient de réaliser globalement des économies, l'analyse des causes profondes et des conséquences de cette révolution technique au niveau du micro-



Fig. 2 : Forge de Pesmes (Haute-Saône) : vue des bâtiments des hauts fourneaux encadrant l'ancienne forge dont la toiture (à sheds actuellement) a été très remaniée au XX<sup>e</sup> siècle. Cliché Inventaire Général, Yves Sancey.

cosme de l'atelier d'une forge n'a jamais été faite. Bien que l'exercice soit périlleux, car les manuels techniques du XVIII<sup>e</sup> siècle décrivent bien les opérations d'affinage mais sont muets sur les autres questions, et les archives d'entreprises peu abondantes sur le sujet, c'est cette mise à plat que nous allons néanmoins tenter de réaliser.

Mais pour interpréter les modifications intervenues et mesurer éventuellement les défauts du système wallon, il est nécessaire de bien connaître ses modes de fonctionnement, qui furent la base sur laquelle la nouvelle méthode allait se développer.

## **1. Organisation de l'atelier de forge à la manière wallonne**

### **1.1 Fabrication**

La forge wallonne classique comprenait deux feux d'affinerie et un feu de chaufferie. Dans l'une et l'autre des deux affineries :

- la fonte était décarburée dans le creuset, brassée sous l'action du vent avec un outil appelé ringard afin de former une loupe de fer ;
- la loupe extraite du foyer était battue à terre avec un marteau à main. Cette opération s'appelait l'avalage ;
- elle était ensuite portée sous le gros marteau pour y être façonnée grossièrement ;
- elle passait à nouveau dans le foyer d'affinerie ;
- puis elle était reportée une dernière fois sous le gros marteau pour être aplanie et former «une pièce d'affinerie» de forme rectangulaire avec les arêtes aplanies.

Là s'arrêtait le travail d'affinage.

La «pièce» passait ensuite dans l'atelier contigu où entraient en jeu chaufferie et gros marteau :

- la pièce était réchauffée dans le foyer de chaufferie ;
- elle était écrasée au centre sous le gros marteau pour former «l'encrenée» ;
- puis les extrémités étaient tour à tour réchauffées et martelées pour former d'abord «une maquette», puis une barre de fer commercialisable, d'environ 40 à 50 livres soit entre 20 et 30 kg (d'après le manuel de métallurgie d'Hassenfratz).

Pour que la chaufferie tourne à plein rendement, il fallait qu'elle soit alimentée par le produit de deux affineries.

Cette description, pour fastidieuse qu'elle soit, vise à souligner la décomposition des manipulations. Décarburation et réchauffage nécessitaient d'ailleurs des creusets différents. Le réglage du vent, les gestes techniques étaient aussi très dissemblables d'un atelier à l'autre.

### **1.2. Les ouvriers**

Chaque feu d'affinerie était desservi par 1 maître affineur et 3 valets, soit 4 ouvriers, sans compter 2 aides et le livreur de charbon chargé de l'approvisionnement en combustible. Le marteau et la chaufferie occupaient 6 ouvriers : 1 marteleur, 3 chauffeurs et 2 aides appelés «goujards». La forge au total employait donc autour de 14 ouvriers permanents.



L'usine roulait 24 h sur 24 h et 6 à 7 jours par semaine. Dans chaque affinerie les ouvriers travaillaient par équipe de 2, qui se relayaient par tournée de 3 h en 3 h (le maître affineur et 1 valet d'un côté ; 2 valets de l'autre). Pendant une tournée, on fabriquait entre 6 et 8 «pièces». La production de 2 affineries en 24 h pouvait être d'environ 2 900 kg de fer «en pièces». L'équipe du gros marteau était constituée de 3 personnes (le marteleur, 1 chauffeur et 1 goujard d'un côté ; 2 chauffeurs et 1 goujard de l'autre), qui se relayaient de 6 h en 6 h.

En comptant environ une perte d'un tiers entre affinage et martelage, une forge wallonne fabriquait par 24 h entre 3 à 4 milliers de fer en barres, soit en gros 2 000 kg, et consommait dans le même temps, à peu près 70 vans de charbon<sup>5</sup>.

Le maître affineur, outre le travail d'équipe qu'il assurait au même titre que les valets, était chargé de construire le feu d'affinerie, selon des méthodes qui lui étaient propres et qu'il gardait secrètes.

Le marteleur était le personnage clé de la forge. C'était d'ailleurs le mieux payé. Non seulement il travaillait à son tour au sein d'une équipe, mais il montait le feu de chaufferie, s'occupait de l'ourdon du marteau, ajustait les outils, et avait aussi l'oeil sur l'ensemble du personnel de la forge<sup>6</sup>. Apparemment le travail était bien rodé. Les auteurs du XVIII<sup>e</sup> siècle<sup>7</sup> insistaient d'ailleurs sur la rapidité du procédé due, nous l'avons déjà dit, aux tâches très spécifiques dévolues à chacun. En 6 h, l'équipe de la chaufferie forgeait le fer fourni par les 12 heures de travail effectif des ouvriers des deux affineries réunies. Mais, dans le détail des opérations, il y avait fatalement des temps morts et des engorgements, notamment au niveau de l'utilisation du gros marteau, sollicité à la fois pour l'affinage et le martelage final. Les «pièces» s'accumulaient et se refroidissaient, si bien qu'il fallait un surcroît de charbon pour les porter à nouveau à la température requise. En outre, la spécialisation trop poussée des différents forgerons favorisait un très grand cloisonnement des tâches, générateur de tous les abus.

L'ouvrier qui était particulièrement visé était l'affineur. Certes, il possédait l'art de construire un feu d'affinerie, mais il ne savait faire autre chose et n'était pas interchangeable par exemple avec les ouvriers de la chaufferie<sup>8</sup>. Il formait équipe, la plupart du temps, avec un parent proche (fils ou frère) et on lui reprochait souvent de ne pas susciter d'émulation, bref de ralentir le travail quand cela l'arrangeait. Dans certains cas, et notamment en pays protestant, soit tout le nord de la Franche-Comté, des querelles religieuses pouvaient aussi durablement enrayer la marche normale de la forge. Par manque de personnel qualifié de religion protestante, il fallait recruter des ouvriers catholiques. C'est ainsi par exemple que les valets d'affinerie catholiques de la forge d'Audincourt qui, à l'incitation de leurs curés, chômaient pour les fêtes religieuses, provoquèrent souvent au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle, de nombreuses perturbations dans l'usine<sup>9</sup>.

Or le marteleur était, lui, non seulement capable de construire un feu de chaufferie, mais s'entendait également à monter à l'occasion ceux d'affinerie ; son métier était plus diversifié<sup>10</sup>. Si bien que certains maîtres de forges ont pu dire, au moment où le procédé wallon avait cédé la place au comtois dans la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, «qu'il n'y avait plus d'affineurs» et que «presque partout on avait reconnu l'abus des affineries»<sup>11</sup>.

## 2. Le procédé comtois d'affinage du fer

### 2.1. Fabrication

Dans la manière comtoise, on peut dire en simplifiant que le changement essentiel consista à réunir dans un seul foyer les opérations qui, dans le procédé wallon, se déroulaient d'un côté dans le feu d'affinerie et de l'autre dans le feu de chaufferie. En d'autres termes, il s'agissait de décarburer la fonte et de réchauffer le fer en cours de forgeage, sans que le déroulement des deux opérations, qui s'effectuaient simultanément dans le même creuset, ne fût perturbé.

La mise au point de la nouvelle méthode ne se fit pas brutalement, puisque, dès le début du XVIII<sup>e</sup> siècle, beaucoup de forges, poussées par le besoin d'économiser les bois avaient supprimé un feu d'affinerie. Des adaptations, qui ne remettaient cependant pas en cause les séquences de travail du procédé wallon, avaient été réalisées. L'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert indiquait, par exemple, que l'affinerie restante roulait seule jusqu'à ce qu'il y ait une nombre suffisant de «pièces» pour faire marcher la chaufferie. En 1757, à la forge de Chagey dans le nord de la Franche-Comté, on avait abouti à la conclusion que l'affinerie subsistante devait rouler de jour comme de nuit, avec 4 affineurs (qui travaillaient par équipe de 2). La chaufferie ne marchait en revanche que de jour avec 3 ouvriers<sup>12</sup>. Ce système, qui économisait le charbon et réduisait de moitié le personnel (de 14 on passait à 7), ne s'avéra cependant pas viable à long terme. Il ne réglait pas, par exemple, le problème du compartimentage des tâches, qui nous l'avons vu, avait fini par être considéré comme néfaste.

### 2.2. Les ouvriers

En effet, une fois le nouveau creuset testé et mis en place, tout le problème était d'adapter les ouvriers à leurs nouvelles fonctions, car la manière de procéder impliquait des modifications profondes tant au niveau des gestes que de la répartition du travail.

Au moment où, dans les années 1760, la grosse forge d'Audincourt dans le nord-est de la Franche-Comté, essayait d'implanter le nouveau procédé, de nombreux rapports firent état des obstacles qu'un tel changement ne manquerait pas de provoquer : «Cet arrangement pourrait bien rencontrer des difficultés du côté des ouvriers ... il leur faudra apprendre, par conséquent cela ne leur plaira pas» lit-on, ou encore «Si on voulait leur faire apprendre la nouvelle méthode, ce ne serait pas sans grande perte pour la seigneurie, à cause des coups de ringard qu'ils sont accoutumés à donner dans les affineries, qui seraient bien nuisibles à la piquerie», et enfin «Il faudrait les tous mettre sur le pavé et dans le cas de mendier leur pain puisqu'ils ne savent point d'autre métier que celui de forgeron-affineur»<sup>13</sup>.

Voyons maintenant plus en détail, comment s'organisait le travail dans un feu comtois. Chaque feu de forge était desservi par 6 ouvriers : 1 forgeron principal, 3 forgerons subalternes appelés valets et 2 aides appelés goujards. Deux équipes, formées d'un côté par le forgeron principal, 1 valet et 1 aide et de l'autre par 2 valets et 1 aide, se relayaient de 6h en 6h.

Le forgeron principal avait en plus le soin de monter le creuset, régler la soufflerie, surveiller le matériel. Le forgeage d'une barre de fer s'effectuait en continu, l'équipe

de service assurant entièrement le suivi de fabrication, de la loupe au produit fini. A l'intérieur de l'équipe, il était toujours possible de fragmenter le travail : un ouvrier s'occupait de la décarburation de la gueuse, l'autre n'assurait que le martelage ; mais dans d'autres cas, les deux ouvriers faisaient leur loupe et tour à tour forgeaient le fer qu'ils avaient obtenu<sup>14</sup>.

L'ouvrier de forge était devenu polyvalent, puisqu'il assurait à la fois les métiers d'affineur et de chauffeur-marteleur. Moins spécialisé, il était ainsi plus facilement interchangeable. D'emblée, on voit aussi que cette nouvelle façon de procéder permettait de contrôler beaucoup plus aisément la quantité de fer obtenue par chaque équipe, et même par chaque ouvrier, et d'attribuer nommément les vices de fabrication éventuels tout aussi aisément. Le système wallon, avec ses tâches compartimentées, favorisait au contraire les imprécisions et permettait aux ouvriers de se dérober plus facilement face aux remontrances du maître de forges, les affineurs rejetant les fautes, les retards accumulés, la production du mauvais fer sur l'équipe de chaufferie et vice versa.

D'un autre côté, ce feu produisait beaucoup moins qu'une forge wallonne : en 24 h, on pouvait fabriquer environ 120 livres de fer (580 kg), soit 24 barres de fer forgé de 50 livres chacune, nécessitant l'utilisation de 21 vans de charbon<sup>15</sup>.

### 2.3. Le matériel

L'adoption d'un nouveau creuset, qui était en gros le compromis entre celui d'une affinerie et celui d'une chaufferie<sup>16</sup> et qui était plus large que l'ancien, nécessitait bien sûr en amont et en aval une réforme en chaîne du matériel : les souffleries devaient être changées ou tout du moins adaptées parce que l'air dans le foyer devait être insufflé d'une manière différente. Les anciens marteaux très lourds du procédé wallon, d'environ 400 kg<sup>17</sup>, devaient être remplacés par des marteaux plus légers d'environ 250 à 300 kg<sup>18</sup>, et ils devaient être doublés dès lors qu'on installait 3 ou 4 feux comtois. Mais on économisait des rouages et on rationalisait l'espace de l'atelier [feu(x) d'un seul côté, marteau(x) de l'autre]. Ce qui rejaillissait sur le travail quotidien des ouvriers. Les trajets compliqués que suivaient les masses de fer de l'affinerie au marteau, de l'affinerie à la chaufferie, et de la chaufferie au marteau, étaient remplacés par des circuits directs. Bref, ces modifications entraînaient une gestion plus claire de l'atelier de forge à tous les niveaux.

Mais certains points restent cependant encore à discuter. Les auteurs du XVIII<sup>e</sup> siècle, et notamment l'Encyclopédie annonçaient, avec la mise en place du nouveau procédé, une épargne de charbon, mais aussi le débauchage d'un certain nombre d'ouvriers dans chaque usine (ce qui ne devait pas manquer d'occasionner des révoltes, ou tout du moins, un certain remous social). D'autre part, tout le monde s'accordait à dire qu'on produisait moins de fer avec cette nouvelle méthode. Or qu'en était-il vraiment ?

## 3. Bilan

D'après l'enquête sur la métallurgie de 1788<sup>19</sup>, les forges de la région faisaient rouler à cette époque entre 1 et 4 feux de type comtois par usine.

Résumons dans un tableau les données fournies plus haut et comparons-les (Tab.1).



en 24 heures		Procédé comtois				Procédé wallon
		1 feu	2 feux	3 feux	4 feux	3 feux
Production de fer		580 kg	1160 kg	1740 kg	2320 kg	1680 kg
Consommation de charbon de bois		21 vans	42 vans	63 vans	84 vans	affinerie : 40 70 vans chaufferie : 30
Nombre d'ouvriers	forgerons	4	8	12	16	14
	aides	2	2 *	4	4	
	total	6	10	16 **	20	

1 van = environ 2,74 hectolitre

\* pour 2 feux comtois, les forgerons se relayaient toutes les 6h et les valets toutes les 12h

\*\* autour de 16 personnes

Tab. 1 : Comparaison entre les différents dispositifs du procédé comtois et le procédé wallon.

### 3.1. Les ouvriers

On sait (toujours grâce à l'enquête de 1788) que les plus grosses forges de la région faisaient rouler entre 3 et 4 feux. Or, si on se reporte au tableau, le nombre d'ouvriers employés était aussi élevé, sinon plus, que dans une affinerie wallonne. Ce qui expliquerait que nulle part ne fut enregistré la moindre trace de désordre. D'autre part, les petites forges avaient été habituées, dès le début du XVIII<sup>e</sup> siècle, à fonctionner avec un personnel réduit, puisque la plupart avaient éteint dès cette époque un de leur deux feux d'affinerie.

Plus difficile fut sans doute l'adaptation des ouvriers à leur nouveau métier, notamment chez les affineurs. Mais si on se fie par exemple aux archives conservées de la forge d'Audincourt, il semble qu'il y eut d'abord une mise à la retraite des plus vieux forgerons. L'apprentissage était évidemment facilité chez les jeunes valets qui n'avaient pas de mauvaises habitudes, et chez les marteleurs qui étaient déjà d'emblée plus polyvalents. Ce bouleversement fut d'ailleurs le prétexte à se débarrasser des «mauvais sujets», ou à les déplacer (comme à Audincourt et à Chagey)<sup>20</sup>, et même s'il y eut quelques «laissés pour compte», leur nombre ne fut pas suffisant pour créer de réels troubles sociaux.

### 3.2. Les économies de charbon

D'après le tableau ci-dessus, les économies en charbon étaient aussi très relatives. Si elles étaient probantes lorsqu'on ne faisait rouler qu'un ou deux feux, elles ne l'étaient plus dans le cas des forges à 3 ou 4 foyers. Mais le changement de technique avait été parfois l'occasion de réorganiser toute la chaîne d'approvisionnement en combustible, pour qu'il y ait le moins de gaspillage possible. Par exemple à Audincourt, dès les années 1730 et jusqu'à ce qu'on adopte le procédé comtois, toutes ces questions étaient régulièrement analysées «au peigne fin», du travail des coupeurs à celui des charbonniers, des voituriers et des livreurs. Les halles à charbon avaient été restaurées et les charbons, mis sous clef, étaient obligatoirement pesés et enregistrés avant chaque utilisation<sup>21</sup>.

### 3.3. La production

S'il est vrai qu'un seul feu comtois ne pouvait rivaliser avec la production d'une forge wallonne, leur multiplication au sein du même atelier rattrapait assez vite ce handicap initial (voir tableau). D'ailleurs, et ce n'était pas la moindre de ses qualités, ce système à géométrie variable permettait d'adapter avec souplesse la production d'une usine aux moyens dont elle disposait. C'est ainsi qu'une petite usine ne jouissant que de peu de combustible et de peu de matière première en fonte, pouvait trouver un avantage certain à l'entretien d'un seul feu. En revanche, une usine bien pourvue en bois, tournée vers la production exclusive de fer marchand, avec haut fourneau intégré, pouvait aisément traiter avec 3 ou 4 feux l'intégralité de la fonte issue de son haut fourneau<sup>22</sup>, mais dans ce cas sans faire beaucoup d'économie en charbon et en personnel.

De plus, la rigidité du système wallon, qui ne pouvait pas démultiplier à l'envi le nombre de ses foyers, n'aurait sans doute pas pu continuer à terme à calquer sa production sur celle grandissante des hauts fourneaux.

### Conclusion

Tout ceci explique le succès assez spectaculaire que le procédé comtois rencontra dans une grande partie de la France dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, et dans d'autres pays tels que la Suède et la Russie<sup>23</sup>. Tout en continuant à fonctionner au bois, il bénéficia alors des mêmes progrès techniques que les hauts fourneaux (souffleries à pistons, soufflage à l'air chaud, utilisation de bois desséché) ainsi que d'autres plus spécifiques. Par exemple vers 1840, on couvrit ces feux afin d'empêcher les déperditions de chaleur, ce qui économisa environ 20 % de combustible. Les lami-noirs remplacèrent les marteaux hydrauliques pour l'étirage des barres... Grâce à ces modernisations successives la méthode resta compétitive pour la fabrication de fers de qualité, malgré l'essor du puddlage à la houille. Elle ne disparut en fait que dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, au moment où en France, la production de l'acier prit le pas sur celle du fer.

### Notes

<sup>1</sup> Au XVIII<sup>e</sup> siècle, ce nouveau procédé n'avait pas encore reçu de nom précis. On l'appelait tour à tour système «en chaufferie», «en piquerie», «en renardière», «manière de la province de Franche-Comté», etc. Pour des raisons de commodité nous utiliserons néanmoins l'appellation «procédé comtois» qui ne fut créée qu'au XIX<sup>e</sup> siècle par les ingénieurs des mines.

<sup>2</sup> Sur l'implantation du procédé indirect en Franche-Comté, voir BELHOSTE (J.F.), CLA-ERR-ROUSSEL (C.), LASSUS (F.) et al. *La métallurgie comtoise, XVe–XIXe siècles*. Besançon : ASPRODIC, 1994 (Cahiers du Patrimoine, 33). Ministère de la Culture ; Inventaire Général, Franche-Comté.

- <sup>3</sup> Par exemple au XVI<sup>e</sup> siècle une forge était capable de produire 80 tonnes de fer par an issues des 120 tonnes de fonte fabriquées par son haut fourneau. Dans la première moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, une usine pouvait fabriquer 160 tonnes de fer provenant des 240 t. de fonte du haut fourneau (chiffres indicatifs) [il faut compter une perte d'un tiers entre les deux opérations].
- <sup>4</sup> Rapport conservé à la bibliothèque municipale de Besançon (MS 936).
- <sup>5</sup> Les chiffres journaliers de production énoncés ici proviennent de la forge d'Audincourt près de Montbéliard en 1722 (Archives départementales du Doubs : E Principauté de Montbéliard 273). Le van était l'unité utilisée pour le mesurage du charbon et valait environ 2 hectolitres 74.
- <sup>6</sup> Sur le travail que devait assurer les ouvriers, voir pour la forge d'Audincourt le «Notamina sur la marche d'une forge» de 1744 (Archives départementales du Doubs : E Principauté de Montbéliard 278), qui donne également des indications sur le salaire des ouvriers. Un marteleur gagnait 16 livres par millier de fer produit ; un chauffeur 12 livres, un maître affineur 14 livres, un valet 10 livres. Seuls les goujards étaient payés au mois (10 livres/mois). La chaufferie était considérée dans ce document comme «le feu le plus essentiel de tous les feux».
- <sup>7</sup> C'est ce que soulignait notamment le rédacteur de l'article «Forges» de l'Encyclopédie, tout en vilipendant le gaspillage qu'il occasionnait.
- <sup>8</sup> Une pièce d'archive provenant de la forge de Chagey (dans le nord de la région), et datée 1759, indique clairement qu'il n'y a pas d'affineur à la forge capable de remplacer un chauffeur (Archives départementales de Haute-Saône : E 98).
- <sup>9</sup> A ce sujet voir l'article de LASSUS (F.). Les ouvriers métallurgistes dans les forges de la Principauté de Montbéliard sous l'Ancien Régime : Audincourt et Chagey. *Bulletin de la Société d'Emulation de Montbéliard*, 1981, p. 81–144.
- <sup>10</sup> C'est ce qui ressort d'une lettre écrite par le directeur des forges d'Audincourt en 1742, qui proposait de remplacer un affineur peu compétent et récalcitrant par un marteleur «qui est parfaitement au fait de la construction des affineries» (Archives départementales du Doubs : E Principauté de Montbéliard 278).
- <sup>11</sup> D'après les «observations sur le commerce des fers» du maître de forges Lagnier en 1775, publiées dans BOURGIN (H.), BOURGIN (G.). *L'industrie sidérurgique en France au début de la Révolution*. Paris : Imprimerie Nationale, 1920, p. 477.
- <sup>12</sup> Rapport du 29 mars 1759 «pour faire économie d'ouvriers à la forge de Chagey et faire du meilleur fer» (Archives départementales de Haute-Saône : E 98).
- <sup>13</sup> Remontrances du sr Meiner, directeur de la forge d'Audincourt du 18 avril 1760 (Archives départementales du Doubs : E Principauté de Montbéliard 278).
- <sup>14</sup> Sur la méthode comtoise, qui a suscité de nombreux écrits au moment de sa mise en place dans la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, on peut voir en particulier le «Mémoire produit par le Sieur Mougenet de Renaucourt à Mr le marquis de Chaumont» (Archives départementales de Savoie : B 4424). Mougenet, qui était un maître de forges comtois, avait été appelé en Savoie dans les années 1780 pour essayer d'y implanter la méthode comtoise réputée comme très performante.
- <sup>15</sup> D'après le rapport du maître de forges Mougenet (voir note 14).
- <sup>16</sup> Pour plus de détail sur la forme du creuset comtois, on peut se reporter à l'article «Forges» de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert, et sur la filiation du procédé à l'article de BELHOSTE (J.F.), CLAERR-ROUSSEL (C.), CORBINEAU (F.). *Naissance et origine du procédé d'affinage appelé comtois*. Actes du symposium international du Comité pour la sidérurgie ancienne, Sévenans (1990), publiés en 1995.
- <sup>17</sup> D'après le rapport de l'intendant Le Guerchois (voir note 4).

<sup>18</sup> D'après le maître de forges Mougenet (voir note 14).

<sup>19</sup> Enquête publiée par BOURGIN (H.), BOURGIN (G.). *L'industrie sidérurgique en France au début de la Révolution...*

<sup>20</sup> «Mémoire touchant l'introduction à faire à la forge d'Audincourt des feux pour piquer au renard» (Archives départementales du Doubs : E Principauté de Montbéliard 278).

<sup>21</sup> Voir notamment aux archives départementales du Doubs : E Principauté de Montbéliard, 265 et 273.

<sup>22</sup> Un exemple parmi d'autres : en 1788 l'usine du Pont du Bois dans la vallée de l'Ognon produisait par an avec ses trois feux comtois 800 milliers de fer (384 tonnes) issus des 1 200 milliers de fonte du haut fourneau (576 tonnes).

<sup>23</sup> Sur l'évolution du procédé comtois au XIX<sup>e</sup> siècle et ses méthodes dérivées (champenoise et bourguignonne), voir l'article de l'ingénieur des mines THIRRIA (C.E.). Mémoire sur les perfectionnements des procédés employés pour la fabrication du fer obtenu par l'affinage des fontes dans les forges d'affinerie. *Annales des Mines*, t. XVIII, 1840.

Adresse de l'auteur : Christiane Claerr-Roussel  
Service régional de l'Inventaire Général de Franche-Comté  
7 rue Charles Nodier  
F-25043 Besançon cedex, France