

LA FABRICATION DES CHAINES A GUERIGNY CHAINES SOUDEES AU FEU DE FORGE

Jean André BERTHIAU

Parmi les productions des Forges de la Chaussade, deux d'entre elles ont été particulièrement marquantes au point d'en faire oublier les nombreuses autres: il s'agit des ancres et des chaînes. Nous consacrerons deux articles à ces dernières, dont les méthodes de fabrication ont relativement peu évolué pendant un siècle et radicalement changé au siècle suivant. Ce premier article se propose d'analyser la fabrication des chaînes au feu de forge, pratiquée à Guérigny de 1823 à 1950.

Les origines

De 1816 à 1818, Charles Dupin, Officier du Génie Maritime ¹, effectue des voyages en Angleterre au cours desquels il visite un certain nombre d'établissements militaires et d'usines de fabrication. Il en rapporte de nombreux renseignements, qu'il consigne dans des rapports et dans un ouvrage qui fera l'objet d'un compte-rendu à l'Académie des Sciences. De nombreuses techniques relatives aux constructions navales, à l'artillerie et aux installations portuaires y sont abordées. Nous en retiendrons ce qui concerne les chaînes, appelées alors **câbles en fer**. Depuis quelques années, les Anglais utilisent des câbles en fer au lieu des câbles de chanvre pour le mouillage des navires. Cette substitution a eu pour promoteur le capitaine Brown, qui non seulement eut à développer la technique de fabrication, mais aussi à vaincre certaines résistances au changement. C'est ce que signale Dupin dans son **Premier mémoire sur les câbles en fer du capitaine Samuel Brown** ²: "Lorsque le Capitaine Brown eut conçu et réalisé l'idée de faire des câbles en fer, il eut quelque chose beaucoup plus difficile, c'était le moyen de faire adopter ces câbles".

Toutefois dès 1810, 4 bâtiments militaires anglais seront munis de câbles de fer et en 1815, la Marine militaire anglaise demande au capitaine Brown 227 chaînes de mouillage. Dans son rapport, Dupin analyse les avantages et inconvénients des câbles en fer, il décrit les câbles utilisés par la marine anglaise et les installations exigées par les câbles de fer et la manoeuvre de ces câbles, et relate les expériences faites à diverses époques à la manufacture du capitaine Brown. Certaines de ces expériences ont été réalisées en sa présence.

Dans son **Second mémoire** ³, il traite des installations nécessaires pour la manoeuvre des câbles.

A la suite de ces deux **Mémoires**, le ministre de la marine charge Dupin d'acheter à Londres quatre câbles en fer. Des rapports datés de 1818 ⁴ nous permettent de connaître la suite donnée à cet ordre du ministre:

Les quatre câbles achetés en Angleterre ont été installés sur le brick l'Isère et la flûte La Loire. De 16 brasses en 16 brasses ⁵ se trouvent des anneaux de rupture, ce sont des manilles dont un boulon fait la clef, des émerillons sont disposés également de 16 en 16 brasses.

Les ports se lanceront alors avec plus ou moins de bonheur dans la fabrication de chaînes, ainsi le câble envoyé par le port de Brest pour l'armement de la corvette la Sapho est de mauvaise qualité d'exécution, il est nécessaire de le réparer dans toute sa longueur, il y a erreur dans le choix de la chaîne (trop lourde, convient vraisemblablement à une frégate) ⁶. A l'époque où l'on a installé un câble en fer sur la corvette La Bayadère, le port de Rochefort avait reçu l'ordre d'envoyer à Cayenne une chaîne de corps mort, cette chaîne a été exécutée avec les dimensions exactes et aussi dans la forme du câble anglais destiné pour la corvette.

Guérigny fabriquait déjà des chaînes d'amarrage dont la qualité n'était pas non plus très régulière. Ainsi le 9 août 1810, le port de Cherbourg demande à Guérigny 671 mètres de chaînes d'amarrage en remplacement de la même quantité qu'il a expédiée dans un autre port et fait observer que "les chaînes pèchent par la soudure des mailles, toutes celles qui ont manqué l'ont fait à l'ouverture des deux bouts soudés" ⁷.

Constatant ces résultats, le baron Portal, ministre de la Marine, décide en 1821 de confier la fabrication des câbles en fer à un établissement spécial ⁸. Nous citons sa circulaire adressée au port de Rochefort: "d'après les comptes qui m'ont été rendus, les câbles en fer fabriqués dans les ateliers des ports offrent un assez grand nombre de maillons défectueux et ce vice de construction doit être attribué moins à la qualité des fers employés qu'à la

difficulté d'exécuter convenablement dans nos arsenaux ce genre de fabrication. Quoiqu'il en soit, il ne peut être que dangereux d'exposer les bâtiments du Roi à mouiller avec des chaînes aussi imparfaites et j'ai décidé qu'il ne serait désormais installé de câbles en fer que lorsqu'on aurait pu en confectionner dans un établissement spécialement formé pour cette fabrication et dont on ne tardera pas à s'occuper."

Le 18 juin 1822, le marquis de Clermont-Tonnerre, qui a succédé au baron Portal, adresse au Commandant de la Marine à Rochefort une dépêche constituant en quelque sorte l'acte de naissance de l'atelier des câbles-chaînes de Guérigny et que nous reproduisons ci-après:

"Je viens de décider qu'il sera formé dans le moindre délai possible, aux Forges Royales de la Chaussade, un atelier spécial pour la fabrication et l'essai des câbles en fer.

Toutes les dispositions relatives à la construction de l'édifice nécessaire et à l'exécution des diverses machines qui devront y être placées ont été arrêtées par M. Barbé, lieutenant-colonel d'Artillerie, Directeur des Forges Royales, de concert avec M. Hubert, Ingénieur de la Marine⁹. Parmi les propositions qui m'ont été faites par ces deux officiers, se trouvent les suivantes:

1°. Les câbles en fer destinés au service des bâtiments du Roi seront de neuf échantillons ou calibres différents; chaque calibre sera désigné par un numéro; l'ordre de ces numéros sera celui de 1 jusqu'à 9, en allant du plus petit calibre au plus gros.

2°. La longueur des câbles de tout calibre sera fixée à 210 mètres. Chaque câble sera toujours composé de sept chaînes de 30 mètres chacune mariées avec des boucles ou manilles susceptibles de s'ouvrir à volonté; un émerillon de même calibre que le câble sera placé au milieu de chaque chaîne, ainsi il y aura sept émerillons par câble; le nombre des manilles d'assemblage sera de dix, y compris deux manilles plus fortes propres à embrasser l'organeau de l'ancre.

3°. La forme des maillons, manilles, arc-boutants, stoppeur, garniture d'écubier, etc... sera la même pour les neuf échantillons de câbles admis dans la Marine Royale; seulement, les dimensions varieront dans la proportion du calibre des câbles.

Je vous prie, Monsieur le Commandant, de soumettre à une Commission d'Officiers Supérieurs de la Marine et du Génie Maritime, de m'adresser le plus promptement possible, le rapport qui vous sera remis à ce sujet. Cette Commission devra indiquer les dimensions et grosseur (ou le calibre) des câbles de chaque (classe) quel que soit le nombre de classes qu'elle en admette; il sera nécessaire qu'elle fasse connaître, en même temps à quelle grosseur de câble de chanvre chaque classe de câbles en fer pourra être substituée.

Elle joindra de plus à ce travail toutes les observations et indications qui lui paraîtront de nature à pouvoir servir utilement à la confection d'un règlement sur l'usage des câbles en fer à bord des bâtiments du Roi.

Ainsi que MM. Barbé et Hubert me l'ont proposé, j'ai décidé que tous les modèles des pièces dont seront composés ces câbles, et des ustensiles divers nécessaires à leur manœuvre, seront exécutés à Rochefort, pour être ensuite envoyés à Guérigny; mais vous voudrez bien ajourner le travail de ces modèles, jusqu'à ce que j'aye pris une décision définitive sur les questions qui font le sujet de la présente dépêche."

Début 1824, Barbé peut annoncer au ministre que la fabrique est en pleine activité. L'atelier de Guérigny comprend 14 feux où se forgent les chaînes....

Une première description de la fabrication des câbles en fer nous est donnée par l'élève ingénieur des mines Baudin, dans son *Mémoire sur l'Usine Royale de Guérigny*, de 1831, publié dans Marteau Pilon¹⁰. Deux ans plus tard, un autre élève ingénieur des mines, André Guiot, dans son *Mémoire sur l'Usine de Guérigny*, de 1833, également publié¹¹ décrit aussi cette fabrication ainsi que les outillages utilisés. Les méthodes appliquées n'ont alors probablement guère changé depuis 1823.

L'adoption pour les cabestans de la couronne à empreintes inventée par le commandant Barbotin en 1833-1834, mise au point en collaboration avec les Forges de la Chaussade, a grandement amélioré la sécurité

dans la manoeuvre des lignes de mouillage. Elle a également constitué un très important facteur d'amélioration de la qualité des chaînes car elle a entraîné la nécessité d'une grande régularité dimensionnelle des mailles pour assurer un engrenement convenable.

Le rapport de l'inspection faite à Guérigny en 1855 par l'inspecteur général du génie maritime Garnier ¹², apporte des précisions intéressantes sur la disposition des ateliers et les effectifs employés. Nous publions la partie de ce rapport relative à la fabrication des chaînes (**document I**).

Le maître forgeron entretenu Grelier, du port de Rochefort, dans son **Rapport sur les forges de Guérigny** ¹³, donne une description de la fabrication des chaînes en 1862 (**document II**).

La note sur la fabrication des câbles en fer rédigée par Théophile Bornet, dans ses **Notes sur l'histoire des Forges de la Chaussade par Claude Corbier** ¹⁴ après un rappel historique de la substitution des câbles en fer aux câbles en chanvre, apporte des précisions intéressantes sur les méthodes pratiquées à Guérigny. Nous en donnons également un extrait (**document III**). On voit bien apparaître la résistance au changement dans les méthodes car en 1823, lorsque l'atelier de Guérigny fut construit, on ne se pressa pas de mettre en pratique le mode de fabrication de M. Hubert, qui ne paraissait pas assez éprouvé par l'expérience. Il est vrai que le procédé préconisé par Hubert exigeait pour chaque feu de soudure un mouton marchant à l'aide d'un moteur hydraulique, installations devant être longues et très onéreuses.

Un document comparatif ¹⁵ permet de suivre l'évolution des méthodes de fabrication entre 1855 et 1898. Enfin des renseignements sur les méthodes plus récentes nous ont été communiqués en 1985 par Monsieur Gabriel Perrin, ingénieur, ancien chef de l'atelier des Chaînes.

Voyons les principales évolutions. Nous utiliserons dans le texte les appellations modernes de **maille** pour l'élément de chaîne en forme d'anneau, appelé **maillon** dans les documents anciens, et celle de **maillon** pour la longueur de chaîne de 30 mètres environ, nommée **chainon** dans ces mêmes documents.

Qualité des fers employés

Jusque vers 1910, les chaînes ont été confectionnées avec des fers puddlés, approvisionnés dans les usines du commerce jusqu'en 1892, époque à laquelle ces fers ont été fabriqués par l'établissement. Les fers neufs employés pour les calibres de 28 et au dessus sont fabriqués avec moitié de fontes au bois et moitié de fontes au coke, puddlées séparément, les barres brutes sont groupées en balles, celles provenant de fonte au bois au centre, celle provenant de fonte au coke à l'extérieur et ces paquets sont laminés en une chaude pour le ballage et deux chaudes pour le laminage définitif. Les fers transformés, provenant des résidus des plus gros calibres, sont employés à la confection des chaînes de plus petits calibres. Vers 1910, les fers puddlés ont été remplacés par l'acier extra-doux soudable (EDS) élaboré par l'établissement au four Martin. Cet acier avait une résistance à la rupture de 38 à 42 kg/mm².

Préparation des mailles

Pour les mailles du calibre de 36 et au dessus, les barres chauffées dans des fours à réverbère sont ployées sur le milieu de leur longueur en demi-cercle, par la pression d'un galet qui contourne la barre sur un mandrin. On place cette barre sur une bigorne et on la coupe par une section oblique au moyen d'une large tranche, la barre est ainsi divisée en deux morceaux terminés par deux quarts de cercle amorcés. Après avoir réchauffé ces morceaux, on répète l'opération à une distance convenable déterminée par la longueur du mandrin. On débite ainsi des morceaux terminés aux deux extrémités par des quarts de cercle amorcés. La préparation est complétée par un nouveau mandrin qui permet de former la maille en rapprochant les deux amorces de soudure. Pour les mailles du calibre 34 et au dessous, on ploie les barres en fer à cheval et on laisse au soudeur le soin d'étirer les amorces et de fermer la maille. En janvier 1890, une machine à préparer est mise en service pour les calibres de 28 et au dessus. La barre chauffée en son milieu dans un four à réchauffer, prend appui sur deux galets et un mandrin mis en mouvement par la machine appuie en sens opposé pour la plier en demi cercle. Les amorces sont réalisées avec une scie circulaire selon une section oblique inclinée à 30°. Comme dans le travail manuel on

répète l'opération pour obtenir une barre droite terminée par deux quarts de cercle amorcés. On termine la préparation par un dernier pliage sur une machine analogue à la première.

Soudure des mailles

Toutes les mailles sont soudées en deux chaudes et sont ensuite étampées horizontalement et verticalement. Pour obtenir leur forme définitive, les mailles de 22 et au dessus sont écrasées sur l'étau entre deux étampes au moyen d'une presse à levier. Pour les calibres inférieurs on donne la forme définitive à la maille au moyen d'étampes et de marteaux à main. Le travail de soudure est continu, pendant la soudure d'une maille la suivante est en cours de chauffe dans le foyer. Le chaînier introduit la maille préparée et réchauffée dans la dernière maille soudée, puis la referme en plaçant les deux extrémités amorcées l'une sur l'autre. La température des amorces est particulièrement importante, il faut chauffer au "blanc soudant", ni plus, le métal de l'amorce serait brûlé, ni moins, la soudure ne se ferait pas convenablement. C'est là qu'intervient le coup d'oeil du soudeur, sa connaissance du métier. Les étais étaient moulés en fonte, leur forme a été modifiée en 1844 de manière à diminuer leur surface de contact avec le fer des mailles puis les étais en fonte ont fait place à des étais étampés en acier. Le seul changement intervenu dans la soudure des mailles vers 1898 est l'interposition entre les deux amorces d'une plaque Lafitte. Ces plaques décapantes composées de borax maintenu dans un grillage de fer doux ont permis d'améliorer grandement la qualité des soudures. Lors de la réinstallation de l'atelier des chaînes à Villemenant en 1927, les postes ont été équipés de marteaux pneumatiques fixés à un bâti et comportant des empreintes adaptées au calibre de la chaîne et les presses à levier sont devenues hydrauliques. Un four à mazout a été installé en 1929 pour le chauffage avant préparation des mailles. Les principes de la fabrication n'ont plus guère évolué jusqu'à l'abandon de cette technique en 1950, après la mise en service des machines à souder à étincelage.

Le métier de chaînier était très pénible, la chaleur du feu de forge et des mailles en cours de soudure, la manutention aux différents postes de travail de la chaîne en cours de confection, en particulier pour les gros calibres exige des ouvriers adroits et très robustes.

Contrôle de la qualité des chaînes

Dès les premières fabrications une attention particulière a été portée sur les contrôles de la qualité. Toutes les barres sont soigneusement visitées et celles qui présentent des défauts visibles sont rebutées. Des épreuves de résistance au choc, résistance à la rupture et allongement sont ensuite effectuées par prélèvement. Pendant la fabrication, toutes les mailles sont visitées après préparation et après chaque épreuve à la presse hydraulique. Toutes les mailles rebutées à l'épreuve sont ouvertes à la soudure pour en examiner la pénétration. Depuis 1849, afin de surveiller la qualité du travail des soudeurs, une certaine quantité de mailles ne présentant pas de défaut apparent subissent également cette opération. La machine de traction hydraulique a été installée dès 1824, la mesure se faisait alors avec des poids dont on chargeait un petit piston auxiliaire. Une romaine installée en 1834 a facilité la mesure et en a amélioré la précision. Chaque maille d'extrémité porte un repère poinçonné comprenant le numéro de série dans le calibre pour l'année, l'année, le repère GY et une ancre. Chaque maillon fait l'objet d'une inscription sur un registre conservé à l'atelier, où l'on trouve le numéro de série, le nom du soudeur et un certain nombre de renseignements techniques (calibre, poids, nombre de mailles, résultats des épreuves) et administratifs (destination, dates des ordres d'exécution, de versement en magasin ou d'expédition). Il est donc possible à tout moment de retrouver l'historique de la fabrication d'un maillon à partir du repère frappé à son extrémité et de connaître le nom du soudeur qui l'a confectionné.

Document I - Extrait du rapport de l'inspecteur général du génie maritime Garnier

(...) Guérigny

Cette usine, beaucoup plus considérable que les précédentes ¹⁶ est située au dessous de Forgebas, dans le bourg même dont elle porte le nom. Elle est partagée en deux divisions.

On trouve dans la 1ère division:



Banc d'épreuve et de visite au Vieux Guérigny

1° - L'atelier des laminoirs munis de trois fours à réverbère pour réchauffer les fers. On y fait,, avec les maillons de câbles rebutés, des fers à clous, à rivets et autres ¹⁷. Le personnel était composé de 2 chefs ouvriers et 16 ouvriers, travaillant par section nuit et jour. Il y avait en outre six ouvriers botteleurs et 2 apprentis.

2° - Dans le même corps de bâtiment est un atelier de petite préparation des chaînes et de soudure des chaînes de 50 mm et au dessus. La soudure des grosses chaînes occupe quatre feux de forge et autant de presses. Le personnel affecté à la soudure était , par feu, de 1 premier soudeur, chef de feu, 1 second soudeur et 2 frappeurs, soit en totalité 16 hommes pour les 4 feux.

3° - Toujours dans le même local et à la suite des ateliers ci-dessus est placé celui de la grande préparation des chaînes. Le personnel de cet atelier, réuni à celui de la petite préparation offrait un effectif de 1 contremaître chef entrepreneur et 33 ouvriers.

4° - Dans un autre bâtiment, on a établi l'atelier de soudure des moyennes et des petites chaînes. On y trouve 6 feux aux extrémités pour les petites chaînes et 10 au milieu avec 5 presses pour les moyennes chaînes. 39 ouvriers composent cet atelier, il n'y a qu'un chef par feu.

5° - Dans un troisième local est un atelier de petite soudure et de réparation d'outils composé de 8 feux avec un personnel de 13 ouvriers et apprentis, y compris un contremaître à la journée, chargé spécialement de l'entretien de l'outillage. Le vent est donné à tous ces ateliers par une petite machine Leflaud de 5 chevaux.

6° - Il y a enfin un atelier dit des épreuves; c'est la presse hydraulique; elle est en bon état, mais le banc, qui est en bois, est fort détérioré. Il serait urgent de le remplacer par un banc en fonte. Le personnel de cet atelier est composé d'un contremaître à la journée, de 10 ouvriers à la tâche pour la manoeuvre des chaînes et de 6 visiteurs à la journée. Après l'épreuve à la presse hydraulique chaque chaînon est placé sur un banc à hauteur convenable pour être facilement examiné, puis il est visité et contre-visité par des ouvriers spéciaux qui ont une grande habileté de ce genre de travail et marquent avec soin jusqu'aux moindres défauts apparents. Un maître entretenu vient ensuite contrôler ce qui a été fait par les visiteurs, et il prononce la condamnation des maillons dont les défauts semblent lui offrir l'indice d'une qualité inférieure, ou même, douteuse. Chaque maillon condamné est frappé d'un coup de tranche, en présence du maître, il est ensuite coupé et ensuite ouvert à la soudure comme vérification du soin apporté par le chef soudeur dans l'exécution du chaînon soumis à l'épreuve. On ouvre même de temps à autre à la soudure des maillons qui ne présentent aucun défaut, pour bien s'assurer du degré de confiance que mérite le chef de feu.

Un registre, tenu avec soin, rappelle toutes ces opérations et leur résultat. L'enregistrement des fabrications exécutées porte l'indication par chaînon du chef de feu qui l'a confectionné, de la prime accordée si le chaînon a été reçu à la première épreuve, de l'époque de la confection. Un spécimen de ces deux registres est joint à ce rapport. Chaque chaînon porte sur ses maillons extrêmes, dont la forme est particulière, l'année et le numéro d'ordre de la confection. Il y a une série de numéros par calibre chaque année. Au moyen du registre dont il vient d'être parlé, on peut savoir par ses marques quel est l'ouvrier qui a confectionné un chaînon quelconque. Il est donc bien utile qu'en envoyant à Guérigny les maillons cassés dans le service, on fasse connaître les marques des chaînons dont ils proviennent. (...)

M. le directeur des Forges de la Chaussade m'a remis une description des procédés employés pour la confection des chaînes et des moyens employés pour assurer leur bonne confection. J'en joins ici une copie. M. le Ministre verra d'après cette note et les détails dans lesquels je suis entré, que la seule mesure qui reste à adopter pour rendre la fabrication des chaînes plus parfaite est de traiter de gré à gré pour la fourniture des fers.

Deux contremaîtres à la journée veillent sur l'ensemble des fabrications de la 1ère division.

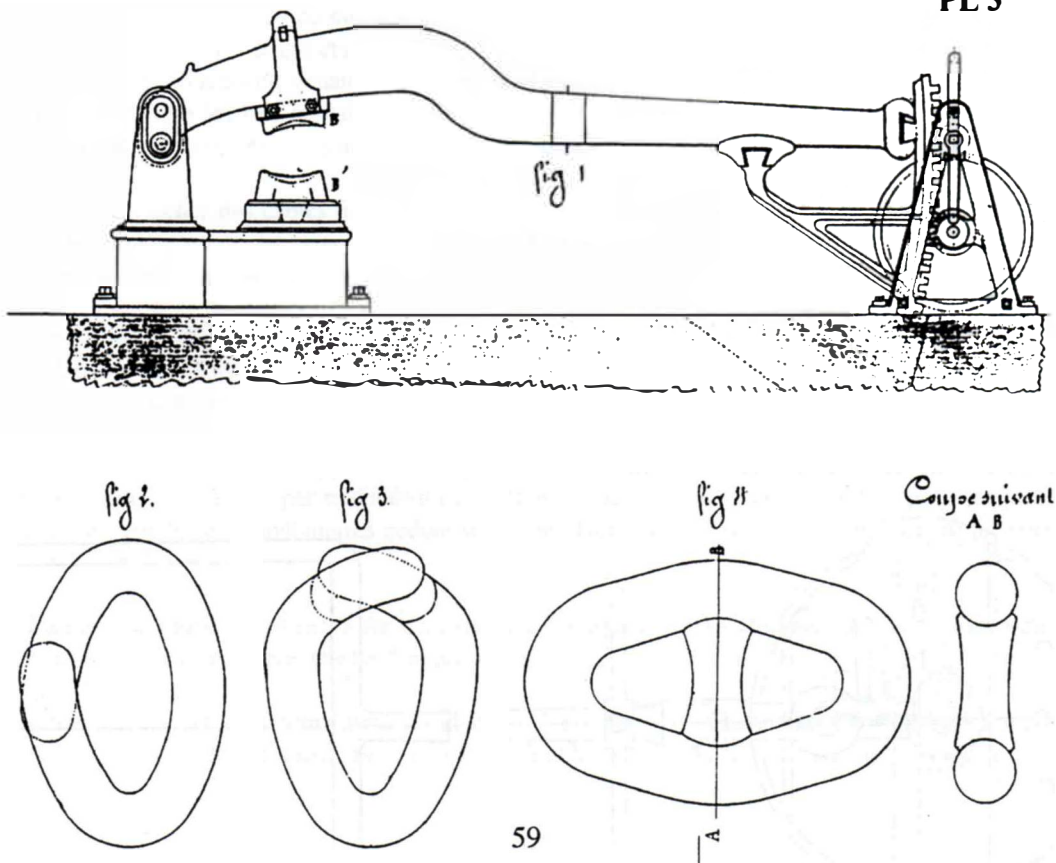
Il n'y a dans cette division qu'un magasin couvert pour les fers, dont la plus grande partie est déposée dans une cour, sans aucun abri. Il y aurait lieu de faire étudier le projet d'appentis le long des murs pour mettre ces fers à couvert (...)

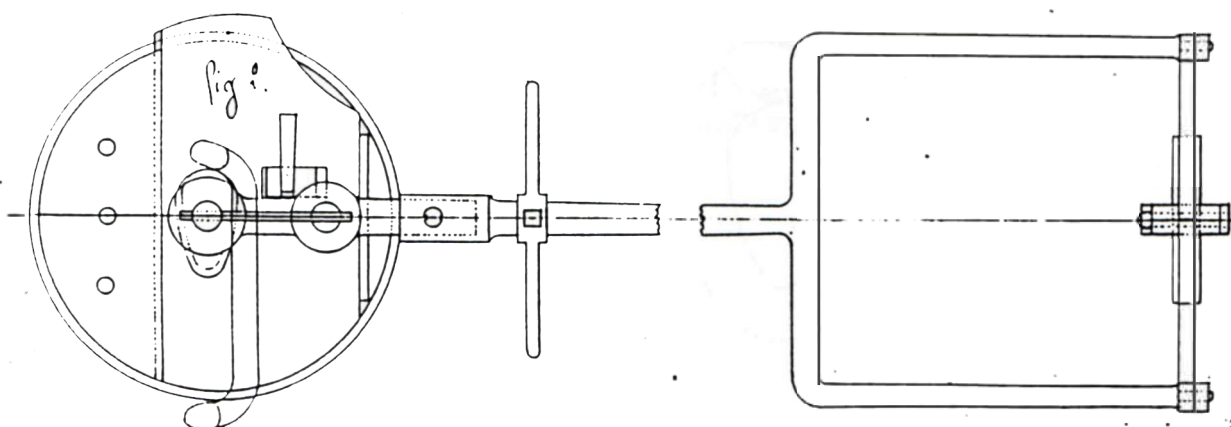
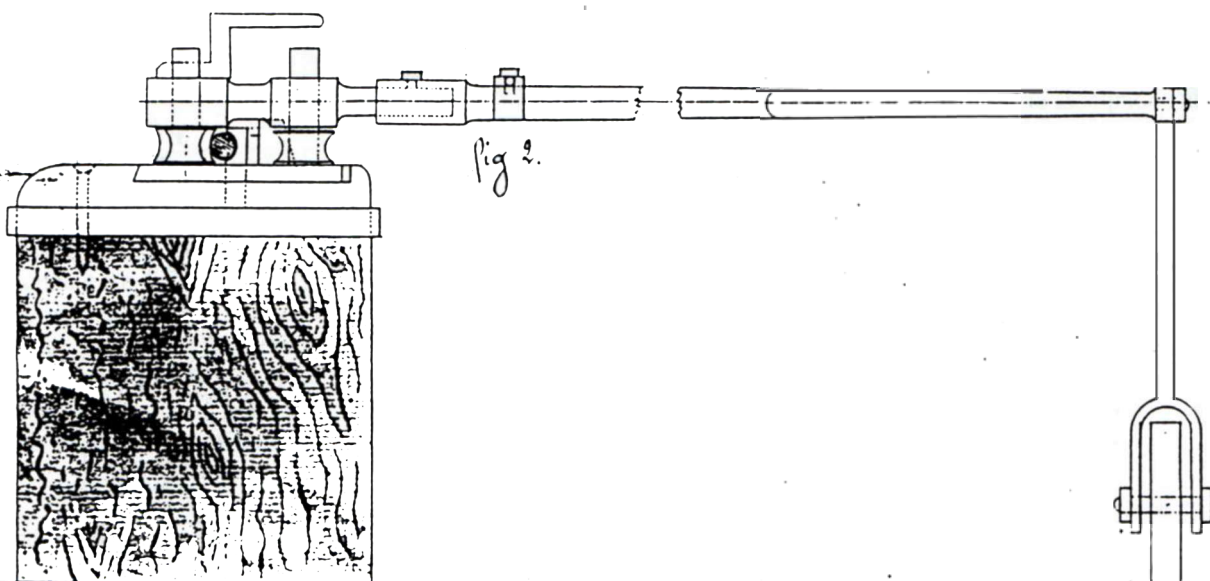
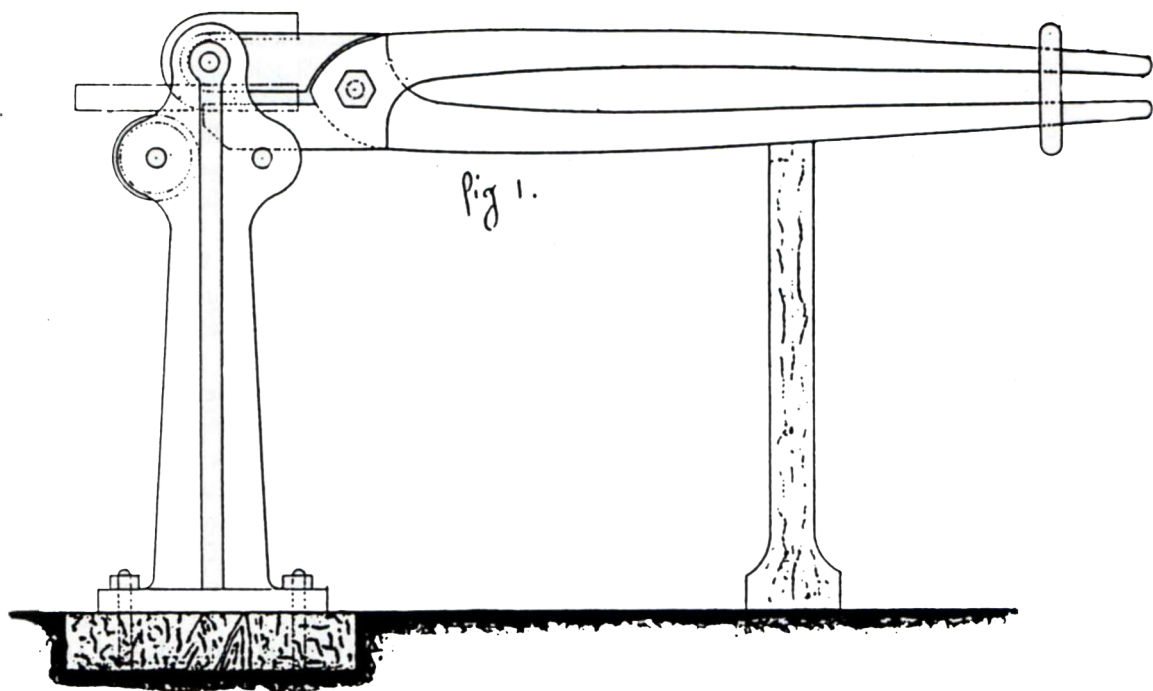
Document II - Extrait du rapport Grelier Fabrication des câbles-chaînes

"La première condition pour fabriquer de bons câbles-chaînes est naturellement d'employer du fer fort doux et d'excellente qualité, ensuite de le travailler de manière à ce que l'effort qu'il doit supporter s'exerce dans le sens même des fibres. Les fers à câbles subissent généralement deux martelages et deux passages aux cylindres. On choisit donc, comme je viens de le dire, du fer rond de la meilleure qualité et d'un millimètre plus gros que le diamètre du câble que l'on veut fabriquer. Pour les petites chaînes de six millimètres jusqu'à trente millimètres inclus, on se sert d'une tenaille et d'un rouleau monté entre deux mâchoires en fonte de fer et assujetties sur un billot de bois solidement maintenu à terre (fig. 1 pl. 2) pour tourner les mailles après les avoir coupées à une cisaille ordinaire en bouts égaux et de longueur convenable pour chaque diamètre. Pour celles de 32 à 60 millimètres, on porte le fer au rouge clair dans un fourneau à réverbère, puis on le coupe à la tranche sur une enclume disposée à cet effet en bouts égaux de longueur convenable en biseaux parallèles pour former le croisement de l'amorce de la soudure, ces bouts de barres encore rouges sont portés rapidement sur une plaque à cintrer (fig. 2 pl. 2) qui les courbe et leur donne la forme que doivent avoir les mailles avant de les souder. On réunit les mailles entre elles en les soudant dans des feux de forges ordinaires convenablement outillés pour en faire des chaînons de 30 mètres de longueur. La soudure se fait en deux chaudes et c'est aussitôt que la soudure est terminée, et pendant que le fer est encore chaud rouge, qu'on place la maille entre les étales BB' (fig. 1 pl. 3) ayant eu le soin d'effectuer la soudure à l'extrémité de la maille, tandis que les Anglais la placent dans la partie qui repose sur l'étau (notre méthode est plus dispendieuse, mais elle offre plus de résistance, voir les fig. 2 et 3 pl. 3). On introduit alors l'étau dans la maille au moyen d'une tenaille, tandis que d'une autre part on abat fortement dessus le levier porte-étampe au moyen d'un treuil; cette compression mécanique fait d'abord parfaitement joindre les côtés de la maille contre les bouts concaves de l'étau et ensuite l'étau donne à la maille la forme qu'elle doit avoir (fig. 4 pl. 3). Chaque maille étant faite avec le même soin, on est sûr de la solidité des câbles, néanmoins on ne les livre dans les arsenaux qu'après les avoir essayés à la presse hydraulique à raison de 17 kg par millimètre carré de la double section du fer pour ceux à étais, et 14 kg pour ceux sans étais.

Les manilles d'assemblage sont aussi fabriquées avec du fer laminé à double corroyage et ont leurs têtes du même fer que l'anse, enroulé sur lui-même pour former l'oeil autour d'un coin de fer, de sorte que le fer résiste à la traction suivant son fil; la partie cylindrique qui forme la surface extérieure de la manille est estampée dans des empreintes préparées à cet usage et suivant les diverses grosseurs. Les boulons de ces manilles sont étoffés, c'est à dire composés de fer et d'acier corroyés ensemble."

PL 3





Document III - Extrait des notes de M. Bornet

Note sur la fabrication des câbles en fer

(...) M. Hubert, très habile ingénieur, qui avait fait à Rochefort quelques essais de fabrication, reçut l'ordre de se rendre aux Forges de la Chaussade avant la fin de mars (1822) pour arrêter les dimensions des nouveaux câbles et de leurs accessoires et pour en faire commencer la fabrication.

M. Hubert proposa de réduire à douze les calibres de tous les câbles nécessaires à la marine, depuis le calibre de 16 millimètres jusqu'à celui de 60 millimètres, la différence entre chacun étant de 4 millimètres. Il fixa à 300 mètres la longueur de tous les câbles de mouillage de la flotte, chaque câble étant composé de 10 chaînons de 30 mètres, assemblés par des mailles de jonction. Il arrêta la forme et la dimension des mailles qu'il fit, à tort peut-être, un peu plus rétrécies que celles des Anglais.

En même temps, il mettait en essai, dans les ateliers de Guérigny, un mode de fabrication différent du procédé anglais et dont il était l'inventeur. Ce procédé consistait à préparer des anneaux ronds afin d'en opérer la soudure et le parage entre les cannelures circulaires d'un mouton en fer. La maille étant soudée, il lui donnait la forme ovale et obtenait la fixation de l'entretoise, non par pression, comme les Anglais, mais par un fort tiraillement obtenu à l'aide d'un levier coudé à angle droit dont un bras n'avait qu'un décimètre de long, tandis que le grand bras avait trois mètres ou plus.

Du reste, au début on n'apprécia pas d'une manière complète l'importance majeure de la nouvelle fabrication, le choix qu'il fallait faire du fer et tous les soins qu'exigeait la manutention. M. Hubert ne fit d'essais à Guérigny, comme à Rochefort, que sur des mailles en fer de 30 millimètres, pour lesquelles il employa les fers durs et de qualité variable obtenus dans les petites et grosses forges et arrondis d'une manière imparfaite sous le martinet.

En 1823, lorsque l'atelier de Guérigny fut construit, on ne se pressa pas de mettre en pratique le mode de fabrication de M. Hubert, qui ne paraissait pas assez éprouvé par l'expérience et qui exigeait pour chaque feu de soudure un mouton marchant à l'aide d'un moteur hydraulique. Ces installations devant être longues et très dispendieuses, on commença par souder les câbles d'après le procédé décrit dans le mémoire de M. Dupin. C'est à peu de chose près le même que l'on suit encore aujourd'hui à Guérigny et dans toutes les fabriques de câbles;

Pendant près d'un an on continua à préparer des chaînes avec ce même fer dur et hétérogène qui avait servi aux essais de M. Hubert et qui était de nature à compromettre l'avenir des nouveaux câbles. Heureusement la forge anglaise de Fourchambault venait de s'établir et se trouvait là, prête à fournir des fers ronds laminés, aussi nerveux, aussi forts que les fers anglais. Ces fers provenant de fonte au charbon de bois puddlée avec le plus grand soin, étaient corroyés une fois pour les petits calibres et deux fois pour les plus gros.

En 1824, l'atelier des câbles fut pourvu d'une puissante presse hydraulique qui fit reconnaître en peu de temps les conditions qu'on devait exiger pour la fourniture des fers à câbles. Voici en quelques mots les propriétés que présentent ces fers spéciaux:

Les barreaux, d'un mètre de long, soumis à l'épreuve de la presse hydraulique, supportent, par millimètre carré de la section, un effort de 10 à 12 kilogrammes avant d'éprouver une altération d'élasticité, c'est à dire avant de subir un allongement permanent.

En poussant à outrance l'épreuve de ces mêmes barreaux, ils ne doivent rompre que sous une charge répondant au moins à 35 kilog. par millimètre carré pour les petits calibres et à 32 kilog. pour les plus gros; en sorte que les fers ronds de 16 millimètres cèdent sous une charge de 7 000 kilog. et ceux de 60 millimètres sous un effort de 90 000 kilog.

Pendant l'épreuve, la barre de fer d'un mètre de longueur s'échauffe beaucoup et s'allonge de 10 à 15 pour cent de sa longueur primitive; elle ne doit présenter que du nerf à la cassure.

Lorsque ces fers sont transformés en chaînes, il semblerait, à raison des deux branches que présente chaque maille, que les câbles devraient avoir une force double de celle du fer dont ils sont formés; mais il n'en est

pas tout à fait ainsi: les câbles les mieux fabriqués cèdent généralement, lorsque l'épreuve a lieu sur un chaînon d'un mètre de long, à une traction répondant à 30 kilog. de la double section du fer pour les petits calibres et à 27 kilog. pour les plus gros. Il résulte de là que la force des câbles en fer de 16 millimètres est de 10 000 kilog. et celle des câbles de 60 millimètres de 152 000 kilog. Dans cette épreuve à outrance sur des chaîons d'un mètre de longueur, l'échauffement et l'allongement sont aussi moindres que pour les barreaux.

On se tromperait beaucoup si l'on croyait que dans un câble mouillé à la mer, chaque mètre de longueur doit exiger, séparément pour son compte, une somme de travail égale à celle qu'il faut déployer à l'aide de la presse hydraulique pour démolir un chaînon d'un mètre seulement; la raison de cette infériorité tient à ce qu'une longue chaîne plongée dans la mer ne s'échauffe point par la traction et s'allonge peu avant la rupture.

Quant aux épreuves que doivent subir tous les câbles fabriqués à Guérigny, elles sont calculées à raison de 17 kilog. par millimètre carré de la double section du fer; c'est 5000 kilog. pour les câbles de 16 millimètres et 96 000 kilog. pour ceux en fer de 60 millimètres.

Note sur la presse hydraulique de Guérigny

La presse hydraulique établie en 1824 à Guérigny pour l'épreuve des câbles en fer a été fournie par l'usine de Charenton, près Paris, dirigée par MM. Manby et Wilson. Sa force nominale est de 300 000 kilog., mais on n'a jamais pu obtenir, que je sache, des tensions bien supérieures à 150 000 kilog. au moyen des pompes d'injection mues à bras; il faudrait pour atteindre des tensions plus élevées, faire manoeuvrer ces pompes par une machine à vapeur.

Le piston-bélier a 32 cent. 5 de diamètre et 2 mètres de longueur. il est plein et en fonte de fer comme l'énorme corps de pompe qui le reçoit. De 1824 à 1834, les indications de la pression ont été données par un dynamomètre consistant en un petit piston dont la section est juste la millième partie de celle du piston-bélier; en sorte qu'à chaque kilog. placé sur le plateau du dynamomètre répond, lorsque ce plateau est soulevé par la pression de l'eau, une tension de 1000 kilog. du câble mis à l'épreuve;

Ce n'est qu'en 1834 qu'a été installée la belle romaine oscillante qu'on voit à l'extrémité du banc d'épreuve, et qui indique l'effort de traction avec toute la précision désirable. Cette romaine a été construite par M. Bouveault, à qui l'établissement doit, entre autres installations, la grande roue Poncelet en tôle qui fait marcher le laminoir de Guérigny, et surtout la magnifique forge de Demeurs, si bien disposée, si complète, et qui est un modèle accompli de ce genre d'usines.

Un appareil d'épreuve pour les câbles, en tout semblable à celui de Guérigny, est installé dans chacun des cinq grands ports. A Toulon, au lieu d'eau, on injecte de l'huile d'olive dans la presse hydraulique. (...)

NOTES

Pierre-Charles-François Dupin (le baron Charles), Nivernais, né à Varzy, le 6 octobre 1784, admis en 1801 à l'Ecole Polytechnique, en sort premier de sa promotion. Ingénieur du génie maritime, il termine sa carrière comme inspecteur général du génie maritime en 1852. Géomètre et mathématicien, il est élu à l'Académie des Sciences en 1818. Titulaire de la chaire de géométrie et de mécanique appliquée aux arts au Conservatoire National des Arts et Métiers, il développe l'enseignement de ces matières en province et dans les villes du littoral. Baron en 1823, membre du Conseil d'Amirauté en 1831, il fut aussi homme politique, député du Tarn en 1828, il devient sénateur en 1852 et décède à Paris en 1873.

² S.H.M. Rochefort, 1G2/188, 22 janvier 1819, Câbles en fer, Londres, janvier 1818, premier mémoire de M. Charles Dupin, sur les câbles en fer du capitaine Brown.

- § I - Introduction des câbles en fer à bord des navires anglais, p. 53-55.
- § II - Des avantages et des inconvénients des câbles en fer, p.55-60.
- § III - Description des câbles, p.61-65.
- § IV et V - Installations exigées par les câbles de fer et manoeuvre de ces câbles, p.65-66
- Expériences faites à diverses époques à la manufacture du capitaine Brown en mai 1817, p.66-70
- Expériences sur la force des chaînes faites de diverses espèces de fer (refabriquées) faites le 2 septembre 1816, p.70-71.
- Expériences dont j'ai moi-même été témoin, p.71-72.
- Nouvelles expériences faites le 27 janvier 1818 (croquis mailles, déformations sous charges) p.72-73.
- Résultats d'expériences qui servent de base aux opérations du capitaine Brown, p.73-74.

S.H.M. Rochefort, 1G2/188, 22 janvier 1819, second mémoire de M. Charles Dupin, installation et manoeuvre des câbles en fer.

- § 1 - Rouleaux d'écubier, p. 75-76.
- § 2 - Des bittes, p.76-77.
- § 3 - Du frein ou stoppeur, p.77-78

⁴ S.H.M. Rochefort, 1G2/188, 22 janvier 1819.

- 1er rapport fait à M. le Comte de Gourdon, Commandant de la Marine à Brest, par M. Remquet, Lieutenant de Vaisseau - Câbles en fer, (non daté) p.79-85.
- 2ème rapport, ibidem, Brest, août 1818, p.86-90.
- 1er rapport à la suite du 1er examen qui a été fait à Brest des câbles en fer apportés par le transport du Roi, l'Isère, Brest, 30 mai 1818, p.90-92.
- 2ème rapport de la Commission chargée d'examiner les câbles de fer achetés à Londres et apportés à Brest par le transport l'Isère, Brest, 24 juin 1818, p.92-93.
- 3ème rapport de la Commission chargée de l'expérience sur les câbles en fer, 10 sept. 1818, p.94-96.
- 4ème rapport de la Commission chargée de l'examen des câbles en fer, p.97-98.
- Table de Harvis et Cie donnant la grosseur des câbles de fer correspondante à celle des câbles de chanvre (diamètres en pouces), p.98.
- Ouvrages en fer de Gateshead, p.99.
- Note sur les câbles en fer, Brest, 14 janvier 1819, signé Lair, p.99-100. Transmet à Rochefort les documents ci-dessus.

Une brasses vaut 5 pieds, soit 1,62 m, donc 16 brasses correspondent à 25,92 m. La longueur adoptée ensuite pour le **maillon** sera de 30 m environ.

⁶ S.H.M. Rochefort, 1G2/188, 18 août 1820, Rapport sur le câble en fer envoyé par le port de Brest pour l'armement de la corvette la Sapho, p.260 à 263.

⁷ S.H.M. Lorient, 3V1/3, archives Etablissement de Guérigny, commandes et expéditions aux ports de 1808 à 1816.

-
- ⁸ S.H.M. Rochefort, 2A2/196, 23 octobre 1821, le baron Portal a été ministre de la Marine et des Colonies pendant trois ans, du 29 décembre 1818 au 13 décembre 1821.
- ⁹ Né à Chauny, dans l'Aisne, le 1er mai 1781, Jean-Baptiste Hubert, admis à l'école Polytechnique en 1797, devient ingénieur du génie maritime. Il est affecté à Rochefort en 1805. Il y met au point de nombreuses machines et devient directeur des constructions navales de ce port où il effectue toute sa carrière. Il décède le 22 septembre 1845.
- ¹⁰ **Marteau Pilon**, t.II, 1990, p.104-115
- ¹¹ **Marteau Pilon**, t.IV, 1990, p.115-121
- ¹² S.H.M. Vincennes, 6DD1/47, n°864, Rapport de l'inspecteur général du génie maritime Garnier, 29 novembre 1855.
- ¹³ S.H.M. Vincennes, 6DD1/60 n°1009, Rapport du maître entretenu Grelier du port de Rochefort sur sa mission concernant la fabrication des pièces de forge à Guérigny, Rive de Gier, Le Creusot, Indret, Brest et Lorient, 14 janvier 1862.
- ¹⁴ **Bulletin de la Société Nivernaise des Lettres, Science et Arts**, Tome IV, 2ème série, p.412-426. Théophile Bornet (François Théophile Ronsard) était alors retraité. Né à Guérigny en 1795, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, il a démissionné avant la fin de ses études. En service aux Forges de la Chaussade de 1818 à 1850, il était alors chef de section et a suivi constamment la fabrication des chaînes.
- ¹⁵ Description des procédés employés pour la confection des chaînes, et des moyens employés pour assurer leur bonne fabrication. Ce document comparatif entre les méthodes pratiquées en 1855 et 1898 regroupe deux notes des Forges de la Chaussade, l'une du 15 septembre 1855 de l'ingénieur Vaneechout, l'autre du 25 février 1898 de l'ingénieur Berhle de Berhle.
- ¹⁶ L'inspecteur avait d'abord visité Forgebas, Marcy et La Poëlonnerie.
- ¹⁷ Nous avons publié les plans de cet atelier, J.A. Berthiau, Le laminoir de Guérigny et la grande roue hydraulique à aubes courbes, **Marteau Pilon**, t.IV, juillet 1992, p.63-72.