MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878
A PARIS.

RAPPORTS DU JURY INTERNATIONAL.

GROUPE V. — CLASSE 43.

LES PRODUITS DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE.

SECTION III.

SUBSTANCES MINÉRALES ET MÉTAUX PRÉCIEUX,

PAR

M. R. ZEILLER,
INGÉNIEUR AU CORPS NATIONAL DES MINES.

PARIS.
IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC LXXXI.

RAPPORT

SUR

LES PRODUITS DE L'EXPLOITATION DES MINES

ET DE LA MÉTALLURGIE.

SECTION III.

PRODUITS DE L'ÉLABORATION DES MÉTAUX USUELS.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878
A PARIS.

GROUPE V. — CLASSE 43.

RAPPORT
SUR
LES PRODUITS DE L'EXPLOITATION DES MINES
ET DE LA MÉTALLURGIE.

SECTION III.
PRODUITS DE L'ÉLABORATION DES MÉTAUX USUELS,

PAR

M. LEBASTEUR,
INGÉNIEUR DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

PARIS.
IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC LXXXI.

RAPPORT

SUR

LES PRODUITS DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE.

SECTION III.

PRODUITS DE L'ÉLABORATION DES MÉTAUX USUELS.

La partie des opérations du jury de la classe 43 dont nous avons à rendre compte a trait aux produits de l'élaboration des métaux usuels.

Les objets auxquels s'applique cette dénomination présentent une très grande variété de forme et de destination, et leur étude serait nécessairement entachée de confusion, si nous ne classions tout d'abord, dans un ordre rationnel, les matières sur lesquelles doit porter notre examen.

Si différents que soient ces objets en apparence, ils peuvent, toutefois, être rattachés les uns aux autres, soit par les procédés employés pour leur fabrication, soit par les usages auxquels ils sont destinés, et c'est en nous servant soit de l'un, soit de l'autre de ces points de repère, que nous avons réparti ces produits en dix groupes que nous étudierons successivement :

Le premier groupe comprend les *pièces moulées* en fonte, en acier et en fonte malléable;

Le deuxième groupe : les *pièces de grosse forge*, telles que les

Gr. V. — Cl. 43.

plaques de blindage, les canons en acier, les rails, fers profilés, tôles, bandages, centres de roues, essieux, arbres de couche, etc.;

Le troisième groupe: les *pièces de menue forge,* telles que ferrures de wagonnage et autres, ressorts, boulonnerie; les chaînes de toutes espèces;

Le quatrième groupe: les *produits de la tréfilerie ordinaire,* la clouterie, les tissus métalliques, les grillages, les tôles perforées, les tubes et fers creux, les grillages en fil de fer et enfin les aiguilles et les épingles;

Le cinquième groupe: les *produits du laminage et de la tréfilerie de précision,* ceux de l'étirage au banc, de l'estampage, du guillochage, etc.;

Le sixième groupe: les *aciers fondus pour outils,* les produits de la ferronnerie et de la taillanderie, en particulier les limes, les scies, les faux et faucilles;

Le septième groupe: la *serrurerie* et la *maréchalerie;*

Le huitième groupe: les *articles de quincaillerie,* comprenant ceux de la quincaillerie en général et spécialement ceux de la quincaillerie de mobilier et de bâtiment, la poterie de fonte, l'émaillage;

Le neuvième groupe: les *articles de ménage,* vaste dénomination qui comprend: la ferblanterie, la chaudronnerie, la batterie de cuisine proprement dite et la poterie d'étain.

Enfin le dixième groupe: les *produits dérivés du cuivre et autres métaux usuels,* comprenant, d'une part, les produits obtenus par le laminage de ces métaux et, d'autre part, ceux obtenus par moulage, en particulier la robinetterie et les cloches.

Ainsi qu'on peut le remarquer, on a, dans ce groupement, procédé du simple au composé:

Les premiers groupes renferment les produits qui dérivent

presque immédiatement de l'industrie métallurgique et dans lesquels la valeur intrinsèque du métal prédomine en quelque sorte par rapport à la main-d'œuvre qu'il a subie; dans les suivants, la main-d'œuvre intervient pour une part de plus en plus considérable, et, lorsqu'on en arrive au neuvième groupe, qui a trait aux articles de ménage, l'agencement plus ou moins ingénieux des objets, l'utilisation plus ou moins judicieuse de la matière acquièrent une telle prépondérance, que le jury, dans ce cas, avait à se prononcer bien moins sur la qualité intrinsèque du métal constitutif que sur les mérites de l'application qui en avait été faite.

Il importe de remarquer que ces mérites, fort réels en bien des cas, sont plutôt tributaires de l'économie domestique que de la métallurgie proprement dite; aussi, bon nombre des intéressantes industries comprises dans le neuvième groupe de notre classification, relevaient-elles de la classe 91 à l'Exposition universelle de 1867 et leur adjonction à la classe 43 dans les galeries de l'Exposition de 1878, en les noyant en quelque sorte dans l'immense exhibition des produits de la puissante industrie métallurgique, n'a-t-elle pas été de nature à mettre en lumière, autant qu'il eût été désirable, l'ingéniosité qui se révélait dans cette partie intéressante de l'exposition de la classe 43.

Ce préambule un peu développé nous a paru nécessaire pour délimiter nettement le champ très vaste que le jury de la classe 43 a eu à parcourir; avant de passer à l'étude détaillée des groupes que nous venons de former, il importe de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les produits qui vont être examinés et de faire ressortir les principes qui nous guideront dans cet examen.

Lors de l'Exposition universelle de 1867, le procédé de fabrication du métal fondu imaginé par M. Bessemer était déjà en pleine activité, mais l'obtention du métal fondu sur la sole du four à réverbère à l'aide des hautes températures produites par le chauffage Siemens venait à peine d'être réalisée par M. Pierre-Martin : on n'avait encore aucune donnée bien nette sur le développement que

Gr. V. — Cl. 43.

l'avenir réservait à cette heureuse innovation : l'Exposition de 1878 a montré l'étendue du chemin parcouru dans cette nouvelle voie et la part du nouveau procédé dans l'accroissement considérable de la production métallurgique.

Ce procédé est venu puissamment enrichir les moyens d'action de la sidérurgie : il a été jeté sur le marché d'énormes quantités d'un métal fondu qui non seulement ne le cède en rien à celui que fournit le procédé Bessemer, mais qui semble même devoir lui être préféré pour certains emplois, si l'on s'en rapporte à des expériences que nous citerons plus loin.

Mais si l'extension considérable prise par le procédé Martin-Siemens depuis l'Exposition de 1867 a contribué pour une bonne part à l'accroissement de la production métallurgique, il faut reconnaître que l'apparition de ce nouveau produit sidérurgique sur le marché des métaux n'était pas de nature à diminuer la perplexité des constructeurs appelés à mettre en œuvre les produits de la nouvelle métallurgie.

Déjà, l'acier Bessemer s'était présenté dans des conditions de ténacité remarquables, qui semblaient comporter une notable augmentation des coefficients de sécurité adoptés jusqu'alors dans les constructions en fer; mais il avait donné lieu, par ailleurs, à des craintes au point de vue de la fragilité sous les chocs : le métal Martin-Siemens, congénère du métal Bessemer, puisque tous deux sont obtenus par voie de fusion, participerait-il aux qualités et aux défauts de ce dernier ? C'est une question qu'on pouvait se poser et, en tout état de cause, les nouveaux produits offraient des nuances de qualités assez variées pour qu'il importât de déterminer les caractères spécifiques qu'il fallait rechercher pour telle ou telle application.

En premier lieu, il importait d'examiner si les anciennes dénominations de fer affiné, puddlé, corroyé, d'acier naturel, cémenté, puddlé, corroyé, auxquelles étaient venues s'ajouter les dénominations propres aux nouveaux procédés métallurgiques, fer homogène, métal Bessemer, etc., répondaient bien à des variétés particulières ayant chacune leur vertu et leur emploi propres, ou bien si, au contraire, elles se confondaient pour la plupart au

point de vue des propriétés résistantes et de l'aptitude à un emploi déterminé et si, par conséquent, il n'y avait pas intérêt à apporter à la question une première simplification, en adoptant une classification rationnelle des métaux ferreux. Gr. V. — Cl. 43.

C'est ce qui fut tenté à l'occasion de l'Exposition de Philadelphie : un comité international fut nommé par l'*Américan Institute of the mining engineers* pour fixer le sens des mots « fer » et « acier. »

Ce comité, composé de MM. Lowthian Bell, P. Tunner, L. Grüner, H. Wedding, R. Akerman, A.-L. Holley et T. Egleston, décida, après discussion approfondie, de soumettre à l'approbation du monde industriel les propositions motivées suivantes, sur la nomenclature des produits ferreux malléables :

« Considérant que la fabrication des fers doux malléables fondus tant par les procédés Bessemer et Siemens-Martin que par la fusion au creuset semble réclamer une nouvelle nomenclature des produits ferreux, afin d'éviter tout malentendu;

« Considérant, en effet, que le mot « acier », par lequel les fers doux sont désignés en Angleterre et aux États-Unis, dans les relations commerciales et dans les forges, ne les distingue pas des anciens aciers proprement dits, qui jouissent de la propriété spéciale de durcir par la trempe;

« Considérant qu'une nomenclature commune à toutes les langues semble désirable aussi bien au point de vue commercial qu'au point de vue scientifique, puisque déjà des procès sont engagés sur le vrai sens du mot « acier »;

« Considérant enfin que le caractère définitif des fers fondus, doux ou durs, c'est-à-dire leur parfaite homogénéité due à la fusion, peut tout aussi bien être exprimé par un autre terme que par le vieux mot « acier », nom qu'il convient de laisser aux composés malléables du fer qui durcissent par la trempe;

« Recommande l'adoption de la nomenclature suivante :

« I. Tout composé ferreux malléable comprenant les éléments ordinaires de ce métal, et obtenu soit par la réunion des masses pâteuses, soit par paquetage ou par tout autre procédé n'impli-

Gr. V. — Cl. 43.

quant pas la fusion, et qui d'ailleurs ne durcit pas sensiblement par la trempe; bref, tout ce que l'on a désigné jusqu'à ce jour par le nom de « fer doux » (*wrought-iron*) sera appelé à l'avenir fer soudé (anglais, *Weld-iron;* allemand, *Schweiss-eisen*).

« II. Tout composé analogue qui, par une cause quelconque, durcit sous l'action de la trempe et fait partie de ce qu'on appelle aujourd'hui « acier naturel, acier de forge », ou plus particulièrement « acier puddlé » (*puddled-steel*) sera appelé « acier soudé » (anglais, *Weld-steel;* allemand, *Schweiss-stahl*).

« III. Tout composé ferreux malléable comprenant les éléments ordinaires de ce métal, qui aura été obtenu et coulé à l'état fondu, mais qui ne durcit pas sensiblement sous l'action de la trempe, sera appelé fer fondu (anglais, *Ingot-iron;* allemand, *Fluss-eisen*).

« IV. Tout composé pareil qui, par une cause quelconque, durcit sous l'action de la trempe sera appelé « acier fondu » (anglais, *Ingot-steel;* allemand, *Fluss-stahl*). »

Les propositions du comité de Philadelphie sont assurément très logiques et cependant il semble qu'elles rencontrent quelque difficulté à pénétrer dans la pratique du langage industriel : cela tient peut-être à ce qu'elles n'ont guère d'intérêt que pour le producteur; ce qui importe au consommateur, ce n'est pas tant de savoir si le métal qu'il emploie a été obtenu par voie de soudage ou par voie de fusion que d'être fixé sur les valeurs relatives du métal fondu et du métal soudé au point de vue de l'emploi auquel il les destine, de savoir si, dans certains cas, l'une de ces natures de métal doit être préférée à l'autre, ou bien si l'on peut, avec la même sécurité, employer l'une ou l'autre indifféremment en ne se référant qu'aux nuances de solidité que les deux natures de métal peuvent présenter.

C'est dans cet ordre d'idées que la plupart des grandes usines se sont appliquées, dans ces dernières années, à classer leurs produits en un certain nombre de catégories caractérisées par les éléments de la résistance du métal :

Charge de rupture par traction exprimée en kilogrammes par millimètre carré de la section primitive du barreau d'épreuve; Gr. V. — Cl. 43.

Allongement en centimètres par mètre de longueur.

Quelques usines y ajoutent un autre élément :

La striction, c'est-à-dire la réduction de la section de rupture exprimée en fraction de la section transversale primitive.

Parmi ces classifications, l'une des plus intéressantes est celle qui a été proposée par Sir Joseph Whitworth dans la communication qu'il a faite en 1875 à la Société des ingénieurs-mécaniciens anglais à propos de son procédé de compression de l'acier à l'état fluide, procédé dont il sera question ci-après. Sir Joseph Whitworth s'exprime comme il suit :

« Quand on examine la question : Qu'est-ce que le fer, et qu'est-ce que l'acier ? une des premières difficultés qui se présentent est le manque d'une définition rigoureuse qui distingue immédiatement le fer de l'acier.

« Une définition basée sur la composition chimique amène évidemment à recourir aux données des ingénieurs-mécaniciens pour deux métaux de composition analogue, sinon identique, tels que ceux connus, tantôt comme fer, tantôt comme acier, selon leur procédé de fabrication.

« De même, la définition basée sur la trempe de l'acier est aussi sujette à caution depuis que l'acier employé actuellement dans la construction, par exemple la fabrication des chaudières, celle des canons, celle des torpilles, etc., ne durcit ni ne trempe, selon l'acception usuelle de ces expressions.

« Sir Joseph Whitworth a exposé une pièce d'acier qui a été chauffée jusqu'au rouge et ensuite plongée dans l'eau froide, et par suite de cette opération, la résistance à la traction s'est accrue de 54 à 74 kilogrammes par millimètre carré, l'allongement à la rupture s'étant maintenu à 24 p. o/o : cette pièce présentait, par conséquent, l'absence complète de cette fragilité qui est le caractère de l'acier trempé.

« Avec des définitions si opposées et si peu satisfaisantes au sujet de l'acier, l'auteur (Sir Joseph Whitworth) devait mettre de

Gr. V. — Cl. 43.

côté toutes les diverses dénominations qui font connaître les différentes sortes d'acier, telles que acier cémenté, corroyé, double corroyé, acier ordinaire, acier fondu, etc., qui n'ont aucun sens bien défini et qui seraient mieux en rapport avec les besoins, si ces sortes d'acier étaient représentées par deux nombres indicateurs : l'un de l'effort de rupture par traction, l'autre de l'allongement correspondant.

« L'auteur propose l'établissement d'une nomenclature basée sur ces deux éléments, en évitant tout emprunt à la composition chimique ou au procédé de fabrication.

« Il propose, comme limite de résistance entre le fer et l'acier, une charge de rupture de 45 kilogrammes par millimètre carré, de telle sorte que le métal dont la résistance dépasserait ce chiffre serait appelé « acier », tandis que toute nuance de métal dont la résistance serait inférieure à ce chiffre serait considérée comme du « fer ».

« Dans certains cas, c'est la faculté d'allongement, qu'on exprime par le mot ductilité, qui est de première importance, par exemple lorsqu'il s'agit des canons, des torpilles, des chaudières, etc., dans tous les cas, en un mot, où le métal peut avoir à résister à des efforts considérables et subits, tandis que dans d'autres circonstances, comme dans le cas des outils coupants, c'est la résistance du métal qui a une importance prépondérante. »

La classification proposée par Sir Joseph Whitworth donne lieu à une observation fort importante sur laquelle on ne saurait trop appeler l'attention :

Les épreuves par traction qui fournissent les éléments de la classification dont il s'agit, efforts de rupture et allongements correspondants, donnent, pour une même qualité de métal, des résultats variables avec les conditions dans lesquelles elles ont été effectuées et surtout avec les dimensions des barreaux sur lesquels elles ont porté.

Ainsi il paraît démontré que les résultats obtenus ne sauraient être comparés les uns aux autres que si les barreaux d'épreuve sont géométriquement semblables, ou tout au moins s'il existe un

rapport constant entre les longueurs et les dimensions linéaires transversales des barreaux. D'après cela, un certain barreau ayant fourni deux nombres indicateurs de la résistance, si l'on rompt un autre barreau du même métal proportionnellement plus gros par rapport à sa longueur, on trouvera un allongement en centimètres par mètre plus grand que dans le premier cas : inversement, si ce barreau est plus long que le premier proportionnellement à sa grosseur, on trouvera un allongement moindre. Si donc, on prend pour base d'une classification les éléments de la résistance, il est très important que les épreuves portent sur des barreaux dont les longueurs soient toujours dans le même rapport avec les dimensions transversales.

Or, il est bien loin d'en être ainsi dans la pratique. Sir Joseph Whitworth, en particulier, emploie des barreaux de 5 centimètres de longueur seulement, avec une section de près de 1,000 millimètres carrés, tandis que la Société autrichienne des chemins de fer de l'État, dont nous aurons occasion de citer plus loin les très intéressantes expériences, a employé des barres de 15 centimètres de longueur avec une section d'environ 500 millimètres carrés, de manière que si l'on veut comparer ces deux sortes d'épreuves avec celles exécutées, par exemple, dans les usines du Creusot qui emploient des barreaux de 10 centimètres de longueur avec une section de 200 millimètres carrés seulement, il ne faut pas perdre de vue que, pour un métal de même qualité, les résultats d'épreuves provenant de Sir Joseph Whitworth, aussi bien que ceux provenant de la Société autrichienne, présentent, par rapport à ceux du Creusot, une notable majoration, qui tient uniquement aux formes des barreaux d'épreuve.

Il était important que cette observation fût faite avant de relater les résultats d'épreuves par traction qui ont été fournis au jury par divers exposants, en vue de caractériser leurs produits : ces résultats sont, comme nous venons de le voir, influencés par les dimensions des barreaux : aussi, quand nous aurons, dans la suite de ce rapport, à citer des résultats d'épreuves par traction, aurons-nous soin d'indiquer les dimensions des barreaux chaque fois au moins que l'exposant les aura fait connaître, et de noter le

Gr. V. — Cl. 43.

sens dans lequel ces dimensions ont influé sur les résultats, en prenant pour terme de comparaison les conditions des épreuves usitées au Creusot.

Sous ces réserves, nous allons faire connaître les classifications fondées sur les éléments de la résistance qui ont été indiquées par diverses sociétés métallurgiques à l'occasion de l'Exposition.

La Société du Creusot, au moment de l'Exposition universelle de Vienne en 1873, a publié la classification de ses fers de forge. Cette classification comporte sept qualités différentes caractérisées par les éléments de résistance suivants :

ÉLÉMENTS DE LA RÉSISTANCE.	NUMÉROS DE LA CLASSIFICATION.						
	1	2	3	4	5	6	7
Charge de rupture en kilogrammes par millimètre carré	41	37,8	38	38,5	38,6	38,75	39,2
Allongement proportionnel pour 100	10	15	18	21,5	25	29	34
Striction ou rapport de la section primitive à la section rompue	0,800	0,680	0,630	0,575	0,524	0,462	0,350
Coefficient de qualité à chaud	40	50	60	70	80	90	100

Les barreaux d'épreuve ont 200 millimètres carrés de section : l'allongement est mesuré sur 100 millimètres de longueur. Le coefficient de qualité à chaud mesure la faculté qu'a le métal de subir à chaud un nombre plus ou moins grand de ploiements avant de rompre.

La Société du Creusot avait également publié, à l'occasion de l'Exposition de Vienne, une classification de ses aciers qu'elle n'a pas maintenue lors de l'Exposition de 1878, mais que nous croyons néanmoins devoir reproduire à titre de document :

ESSAIS À LA TRACTION. (Barreaux tournés de 200 millim. carrés de section et de 100 millimètres de long.)	MARQUE DE QUALITÉ.	NUMÉROS DE DURETÉ. 1 Non trempé.	1 Trempé.	2 Non trempé.	2 Trempé.	3 Non trempé.	3 Trempé.	4 Non trempé.	4 Trempé.	5 Non trempé.	5 Trempé.	6 Non trempé.	6 Trempé.	7 Non trempé.	7 Trempé.	8 Non trempé.	8 Trempé.	9 Non trempé.	9 Trempé.	10 Non trempé.	10 Trempé.	11 Non trempé.	11 Trempé.
Allongement permanent au moment de la rupture.....	A	13	2,0	15	4,8	17	7,2	19	9,4	21	11,1	23	13,2	25	15,6	27	18,0	29	21,0	*	*	*	*
	B	13	3,8	15	5,7	17	7,8	19	10,2	21	12,6	23	14,8	25	17,0	27	19,5	29	22,0	32	24,2	*	*
	C	13	5,0	15	6,6	17	8,6	19	10,8	21	13,3	23	16,0	25	18,2	27	20,6	29	23,4	32	27,6	35	33
Charge de rupture par millimètre carré de section primitive...	A	76,2	117,0	73,6	110,5	70,3	105,6	66,8	96,8	62,8	88,6	58,0	78,7	53,2	68,6	49,2	61,2	45,0	56,2	*	*	*	*
	B	77,7	119,3	74,9	115,0	71,8	108,0	68,2	99,0	64,4	91,0	59,7	82,0	55,0	73,8	50,5	65,8	46,7	58,8	41,3	51,2	*	*
	C	79,0	123,0	76,2	118,3	73,2	112,0	69,8	104,8	65,9	99,0	61,5	89,8	56,8	81,2	52,2	72,6	48,2	63,8	43,5	53,2	39,3	46
Charge de rupture par millimètre carré de section rompue....	A	95,2	119,0	98,5	120,0	101,0	122,0	103,2	123,5	105,6	125,0	106,8	126,5	108,0	128,1	110,0	129,7	114,0	131,3	*	*	*	*
	B	98,0	125,2	101,0	128,0	104,2	130,8	107,0	133,5	110,8	136,2	113,0	138,7	115,2	142,0	119,0	145,1	123,0	147,5	127,0	152,0	*	*
	C	100,2	132,2	104,0	136,5	108,0	141,0	113,0	146,3	115,5	151,2	119,6	156,0	123,2	160,5	127,5	165,4	132,6	170,0	140,0	175,2	146,6	180,5
Striction ou rapport de la section rompue à la section primitive.	A	0,800	0,980	0,749	0,930	0,697	0,865	0,646	0,790	0,595	0,710	0,544	0,625	0,493	0,525	0,441	0,473	0,395	0,428	*	*	*	*
	B	0,793	0,950	0,740	0,900	0,687	0,827	0,636	0,745	0,582	0,670	0,529	0,590	0,477	0,530	0,425	0,453	0,379	0,398	0,325	0,337	*	*
	C	0,788	0,930	0,732	0,867	0,678	0,794	0,617	0,720	0,570	0,655	0,514	0,575	0,460	0,508	0,409	0,440	0,363	0,375	0,310	0,305	0,268	0,255
Charge correspondante à la limite d'élasticité.....	A	39,0	72,0	37,8	68,3	36,4	65,8	34,9	60,6	33,2	56,2	31,0	50,3	28,8	43,8	26,6	37,8	22,5	*	*	*	*	*
	B	41,1	78,5	40,0	75,5	38,8	71,0	37,3	65,4	35,8	62,1	33,8	55,0	31,8	49,8	29,6	44,7	27,5	40,0	23,6	33,0	*	*
	C	43,2	85,0	42,2	82,0	41,0	78,0	39,8	72,5	38,3	68,8	36,5	62,2	34,8	56,9	32,7	51,2	30,7	45,3	27,8	37,2	24,4	32,8
Coefficient de qualité à chaud.....	A	120		120		120		120		120		120		120		115		110		*		*	
	B	125		125		125		125		125		125		125		120		115		110		*	
	C	130		130		130		130		130		130		130		125		120		115		110	

Gr. V. — Cl. 43.

La Société du Creusot faisait suivre ce tableau des observations suivantes :

1° « Les barreaux servant aux essais ont dû être amenés rigoureusement aux mêmes dimensions par une préparation identique et ils ont été soumis aux mêmes instruments par les mêmes opérateurs : en effet les résultats peuvent varier suivant les formes, le travail préalable ou le mode d'épreuves dans des proportions plus fortes qu'en raison de la valeur intrinsèque du métal.

2° « La trempe a été faite à l'huile sur le barreau élevé aussi uniformément que possible à une même température correspondant au rouge vif.

3° « Par un procédé empirique, appliqué depuis longtemps à des fers de toutes provenances et consacré par l'expérience, on est arrivé à exprimer la valeur comparative à chaud par des coefficients dont le maximum est 100 qui correspond aux meilleurs fers au bois; le même procédé, appliqué aux aciers, a donné les coefficients inscrits au tableau.

« *Nota.* — Les conséquences à déduire de la comparaison des chiffres inscrits ci-dessus sont trop multiples pour qu'on essaye de les résumer ici. Les consommateurs pourront en faire l'étude d'une manière plus pratique et plus efficace en se plaçant au point de vue des propriétés qu'ils doivent rechercher pour chaque destination.

« En sus des résultats consignés ci-dessus, des essais au choc et à la pression ont été opérés en grand nombre : mais en raison de l'extrême difficulté de rompre les barres, surtout dans les numéros élevés, il n'a pas encore été possible de dresser des tableaux des résultats. On en peut conclure toutefois d'une manière générale que, à qualité égale de l'acier, la résistance au choc est en rapport constant avec la douceur du métal, et qu'il convient, dès lors, de donner la préférence au métal doux sur le métal dur pour la plupart des emplois mécaniques et notamment pour les pièces exposées aux chocs. »

Cette classification est compliquée : elle comprend un nombre

de nuances bien supérieur aux besoins de la consommation: la Société du Creusot paraît s'en être convaincue elle-même, car, dans les documents qu'elle a publiés à l'occasion de l'Exposition de 1878, nous trouvons ce qui suit : Gr. V. — Cl. 43.

« Les aciers sont classés pour la fabrication suivant deux séries correspondant l'une à leur composition intrinsèque, l'autre à leur degré de pureté.

« Les progrès qui se réalisent actuellement sont assez rapides pour n'avoir pas permis encore d'asseoir une classification des aciers sur des bases définitives, pouvant être livrées à la publicité et recevoir un caractère commercial.

« Les essais qu'on peut faire sur divers échantillons varient d'ailleurs avec leurs dimensions et aussi avec la dimension des pièces d'où ils proviennent.

« On peut indiquer seulement que, pour les aciers non trempés la fabrication s'impose au Creusot, pour chaque dureté, un allongement minimum qui doit toujours être dépassé. Les barrettes d'essai ont une section de 2 centimètres carrés, et l'on observe l'allongement sur 100 millimètres : elles sont obtenues par un découpage à froid dans la masse des pièces forgées et laminées :

RÉSISTANCE par MILLIMÈTRE CARRÉ de la section primitive.	ALLONGEMENT MINIMUM POUR 100.	RÉSISTANCE par MILLIMÈTRE CARRÉ de la section primitive.	ALLONGEMENT MINIMUM POUR 100.
kilogrammes.		kilogrammes.	
90	5	60	17
85	7	55	19
80	9	50	21
75	11	45	23
70	13	40	25
65	15	"	"

On remarque que ces chiffres, qui correspondent à l'acier non trempé, diffèrent notablement de ceux du tableau de 1873.

Gr. V. — Cl. 43.

En dehors de la Société du Creusot, il n'y a guère, parmi les exposants français, que la *Société des forges de Champagne* qui ait fourni au jury des indications précises sur les éléments de la résistance des différentes qualités de fers de forge qu'elle produit.

Ces éléments sont les suivants :

DÉSIGNATION DES FERS.	CHARGE DE RUPTURE.	ALLONGEMENT POUR 100.
Fer au coke, n° 2	36,7	6,7
Fer mixte, n° 3	39,8	8,1
Fer au bois ordinaire, n° 4	40,2	10,5
Fer au bois supérieur, n° 5	40,1	13,2
Fer corroyé bois pur	39,2	22,0
Fer à grain fin ordinaire, n° 6	40,3	18,0
Fer à grain fin supérieur, n° 8	40,4	22,0
Fer corroyé supérieur	42,5	25,0

Les allongements sont mesurés sur 200 millimètres de longueur; mais on ne dit pas quelle était la section des barreaux d'épreuve.

Parmi les exposants belges, la Société John Cockerill de Seraing est la seule qui ait produit, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878, une classification raisonnée de ses aciers, précédée d'un préambule où il est dit :

« Basée sur la teneur en carbone du métal, cette classification a suffi longtemps aux exigences de l'industrie. La résistance de l'acier, son allongement à la rupture sont, en effet, des fonctions directes de son degré de carburation, toutes choses égales d'ailleurs. Durant ces dix dernières années, l'analyse chimique a fait découvrir des faits nouveaux, et il est prouvé que d'autres métalloïdes, tels que le silicium et le phosphore, pouvaient modifier la nature de l'acier au point de rendre illusoire tout classement basé sur la teneur en carbone exclusivement.

Dans cet ordre d'idées, la classification de la Société Cockerill est la suivante : Gr. V. — Cl. 43.

DÉSIGNATION DES ACIERS.	TENEUR en carbone pour 100.	CHARGE de rupture.	ALLONGEMENT pour 100.	OBSERVATIONS.
1re CLASSE. Aciers extradoux....	0,05 à 0,20	40 à 50	27 à 20	Ces aciers se soudent et ne se trempent pas.
2e CLASSE. Aciers doux	0,20 à 0,35	50 à 60	20 à 15	Ces aciers se soudent peu et se trempent peu.
3e CLASSE. Aciers durs.....	0 35 à 0,50	60 à 70	15 à 10	Ces aciers ne se soudent pas; ils prennent la trempe.
4e CLASSE. Aciers extradurs....	0,50 à 0,65	70 à 80	10 à 5	Ces aciers ne se soudent pas; ils prennent fortement la trempe.

Les allongements sont mesurés sur 200 millimètres de longueur; on ne dit pas quelle est la section des barreaux d'épreuve, ni si la charge de rupture est calculée sur la section primitive ou sur celle de rupture.

Dans la section anglaise, Sir Joseph Whitworth est le seul exposant dont la classification méthodique des produits soit arrivée à notre connaissance.

Voici comment sont classés les aciers coulés sous pression de ce producteur :

COULEURS CHOISIES ARBITRAIREMENT pour désigner les groupes.		CHARGE de rupture.	ALLONGEMENT pour 100.
		kilogrammes.	
Rouge.....	1..... 2..... 3.....	64,0	32
Bleu.....	1..... 2..... 3.....	76,7	24
Brun	1..... 2..... 3.....	92,7	17
Jaune.....	1..... 2..... 3.....	108,8	10
Alliage spécial de tungstène.....		115,2	14

Gr. V. — Cl. 43.

On ne perdra pas de vue que les allongements sont mesurés sur 5 centimètres de longueur. On ne dit pas plus que dans le cas précédent, si la charge de rupture est calculée sur la section primitive ou sur celle de rupture.

Dans chaque groupe, le n° 1 correspond au métal le plus ductile, le n° 3 au métal qui l'est le moins.

Sir J. Whitworth assigne à ces diverses nuances de métal les emplois suivants :

Série rouge. — Essieux, chaudières, bielles, tés de bielles, boutons de manivelles, cylindres de presses hydrauliques, manivelles pour locomotives et machines de marine, arbres d'hélice, rivets, bandages pour roues de machines et wagons, guides d'écrou, accessoires d'artillerie, corps de canons, flotteurs pour torpilles, voitures, chariots pour armée de terre et de mer.

Série bleue. — Garnitures de cylindres pour machines marines, essieux-arbres, assemblages, mandrins de tours, arbres de machines à percer, broches arbres à cames pour cisailleuses et poinçonneuses, colonnes de presse hydraulique, grandes étampes, bouterolles pour machines à river, marteaux, frettes et tourillons de pièces d'artillerie.

Série brune. — Outils pour machines à raboter et tours, outils de cisailleuses, mèches pour machines à percer, poinçons, coussinets et garnitures, petites étampes, ciseaux à froid, outils de taraudage, cylindres de laminoirs, obus pour percer les blindages.

Série jaune. — Outils à forer, aléser, polir, planer, raboter et tourner.

Alliage spécial de tungstène. — Pour usages spéciaux.

La Société autrichienne des chemins de fer de l'État nous fournit de très intéressants renseignements sur le sujet qui nous occupe.

Cette puissante société a fait exécuter un grand nombre d'essais

sur les produits de l'usine de Reschitza qui lui appartient. Les essais ont porté sur les matériaux suivants : Gr. V. — Cl. 43.

Acier Siemens-Martin de 6 numéros de dureté de 2 à 7;
Acier Bessemer de 6 numéros de dureté de 2 à 7;
Fer puddlé à grains et nerveux;
Fonte au bois et fonte de moulage au coke;
Mélanges de fonte de moulage au coke et d'acier (ce dernier dans les proportions de 10 et de 20 p. 0/0).

Les aciers de toute sorte et de tous numéros, ainsi que les fers puddlés, ont été essayés à la traction, à la compression, au cisaillement, à la flexion et à la torsion : les quatre sortes de fonte n'ont été essayées qu'à la torsion, à la compression et à la flexion.

On a en outre déterminé la densité de toutes ces matières.

Il n'entre pas dans le cadre du présent rapport d'analyser les expériences fort remarquables relatées dans la notice que la grande Société autrichienne a fait distribuer au jury : nous nous contenterons de faire ressortir quelques-unes des conséquences auxquelles on est arrivé, sans avoir d'ailleurs à les contrôler.

Voici d'abord les éléments de la résistance de la série des aciers Siemens-Martin et de celle des aciers Bessemer [1] produits par l'usine de Reschitza :

NATURE DES ACIERS.		MÉTAL MARTIN-SIEMENS.				MÉTAL BESSEMER.			
		TENEUR en carbone pour 100.	CHARGE à la limite d'élasticité.	CHARGE de rupture.	ALLONGEMENT pour 100.	TENEUR en carbone pour 100.	CHARGE à la limite d'élasticité.	CHARGE de rupture.	ALLONGEMENT pour 100.
			kilogr.	kilogr.			kilogr.	kilogr.	
Acier du degré de dureté	n° 2.....	1,142	36,0	75,7	"	"	"	"	"
	n° 3.....	0,934	31,0	73,0	0,94	0,894	46,0	108,0	4,4
	n° 4.....	0,808	22,0	59,8	22,00	0,702	33,0	61,0	20,7
	n° 5.....	0,562	21,3	54,7	21,70	0,437	21,4	64,7	17,0
	n° 6.....	0,304	21,5	46,7	26,50	0,235	24,6	55,9	14,7
	n° 7.....	0,109	18,3	45,3	27,00	0,114	26,7	50,8	24,2

[1] On remarquera que les chiffres de résistance donnés par la Société autrichienne pour les deux sortes d'aciers présentent de nombreuses anomalies.

Il n'y a pas lieu d'en être surpris quand on songe à l'incertitude qui règne encore

Gr. V. — Cl. 43.

Les essais ont porté sur des barreaux de 150 millimètres de longueur et d'environ 500 millimètres carrés de section.

Du tableau qui précède ressort ce résultat singulier que, *à égalité de teneur en carbone,* les aciers obtenus par le procédé Bessemer sont toujours plus résistants que ceux obtenus par le procédé Siemens-Martin.

Les aciers de l'usine de Reschitza sont donnés comme remarquablement purs : ils ne contiennent qu'en très faible proportion les métalloïdes autres que le carbone; ce n'est donc pas à ces métalloïdes étrangers qu'on peut imputer la singularité constatée : la cause en serait donc dans la différence entre les modes de production; ce qu'il est bien difficile d'admettre.

Une autre conclusion à tirer des expériences de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État est la suivante :

1° Le module d'élasticité est sensiblement le même pour la compression et pour la traction;

2° Les charges par millimètre carré correspondantes à la limite d'élasticité sont à peu près les mêmes dans les deux cas.

Par conséquent, les diminutions de longueur sous les charges de compression dans la limite d'élasticité ont à peu près les mêmes valeurs que les allongements sous les efforts de traction dans cette même limite. Au delà de la limite d'élasticité, les résistances à la compression sont bien supérieures aux résistances à la traction.

Nous nous sommes étendu avec quelque détail sur ces préliminaires, parce que, dans ces dernières années, l'usage des épreuves mécaniques pour étudier et classer les produits de la métallurgie a visiblement pris un grand développement : ce fait méritait d'être mis en évidence dans un rapport qui a charge de préciser la situation des choses au moment de l'Exposition universelle de 1878.

sur les conditions multiples qui influent sur les résultats des expériences mécaniques effectuées sur les métaux.

Bien que les essais de la Société autrichienne aient été faits avec un soin particulièrement minutieux, ils n'échappent pas à ces causes d'erreurs inévitables, et les résultats n'en doivent être accueillis, comme ceux de tous les essais mécaniques de ce genre, qu'avec une prudente circonspection.

Nous passons maintenant à l'examen détaillé de chacun des dix groupes entre lesquels nous avons réparti les produits que nous devons passer en revue. Gr. V. — Cl. 43.

PREMIER GROUPE.

MOULAGES EN FONTE ET EN ACIER.

Ce groupe comporte des subdivisions : nous nous occuperons successivement des fontes moulées, des aciers moulés et des fontes malléables.

Fontes moulées. — Dans les fontes moulées, nous distinguerons les pièces mécaniques, les fontes d'art et d'ornement, les tuyaux et les projectiles.

Parmi les pièces mécaniques, nous citerons, dans l'exposition de la Société du Creusot, un cylindre à vapeur brut de fonderie, destiné à l'appareil moteur du cuirassé français *le Foudroyant.*

Ce cylindre avait pour dimensions :

Diamètre intérieur	$2^{m},080$
Hauteur totale y compris les masselottes	2 ,400
Poids	18,000 kilogr.

C'était une pièce remarquable à la fois par ses grandes dimensions et par la perfection du moulage.

D'ailleurs, il suffisait, pour se rendre compte des moyens d'action de cette grande usine en matière de fonderie, de jeter les yeux sur le modèle *en bois* édifié devant le pavillon du Creusot, et représentant en grandeur naturelle le marteau-pilon de 80 tonnes récemment établi dans les usines du Creusot. Toutes les parties de cet engin gigantesque sortent de la fonderie du Creusot.

La Société des forges de Terre-Noire exposait aussi un cylindre de machine soufflante de grande dimension et d'une belle exécution. Il pesait 10,700 kilogrammes.

On remarquait encore, dans l'exposition de la Société Cockerill, de Seraing, les deux cylindres du laminoir réversible construit

Gr. V. — Cl. 43.

dans les usines de cette société. Ces deux cylindres étaient coulés d'un seul morceau et sans le moindre défaut : c'étaient de beaux spécimens de fonderie.

En dehors de ces pièces remarquables par leurs fortes dimensions, nous devons noter les cylindres de locomotives et de machines fixes exposés dans la classe 64 par MM. Salin et Cie, de Dammarie-sur-Saulx (Meuse).

MM. Salin et Cie possèdent des hauts fourneaux alimentés par un minerai géodique appartenant aux terrains d'alluvion et extrait des environs de leurs usines (forêt de Ligny, Villers-le-Sec, ferme d'Écurey). Ce minerai, une fois lavé, donne aux hauts fourneaux un rendement de 30 à 40 p. o/o de fonte : le combustible employé est exclusivement le charbon de bois, provenant des forêts avoisinantes. Les fontes qui proviennent de ce minerai sont de toute première qualité, et réalisent, haut la main, les résistances demandées par les compagnies de chemins de fer et autres administrations, tant au choc et à la flexion, qu'à la traction.

Les fontes brutes, employées pour les moulages, proviennent pour un tiers des hauts fourneaux de MM. Salin et Cie, un second tiers des hauts fourneaux de Saint-Dizier et de Longwy, et le dernier tiers d'Écosse et d'Angleterre : elles donnent lieu à des moulages très résistants.

Les pièces exposées par MM. Salin et Cie étaient fort remarquables à tous les points de vue : précision du moulage, netteté des arêtes, finesse du grain et propreté des surfaces.

Ces mêmes industriels exposaient aussi des boîtes à graisse de chemins de fer, et quantité d'autres pièces mécaniques de tous genres dont la perfection d'exécution n'était pas moindre.

La Société anonyme de Commentry-Fourchambault présentait également de très beaux moulages mécaniques, parmi lesquels on remarquait un cylindre de locomotive, type de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, dont le moulage offrait, en raison de la complication des formes, des difficultés d'exécution qui avaient été heureusement surmontées. Cette même exposition renfermait une belle collection de boîtes à graisse pour chemins de fer et pour wagons de terrassements, d'une très bonne venue.

Notons encore les pièces de même nature exposées par MM. Boutmy et Cie, de Margut, qui, au point de vue de la perfection du moulage et de la précision des formes, ne le cédaient en rien aux précédentes. Gr. V. — Cl. 43.

Une très intéressante variété de pièces mécaniques est celle des pièces dont les surfaces doivent, par destination, être très dures, afin de mieux résister à l'usure : par exemple, les roues en fonte moulée pour véhicules, les cylindres de laminoirs, etc. On sait que cette dureté est réalisée par le moulage en coquille, et l'on sait également que toutes les fontes ne sont pas propres à durcir à la surface lorsqu'on les moule en coquille : la fonte, pour durcir dans ces conditions, ou selon l'expression consacrée pour *prendre la trempe,* doit posséder une certaine aptitude particulière, qui parfois, dans des cas fort rares, est inhérente à la nature du minerai, mais qui le plus souvent est obtenue par des mélanges de minerai ou par des additions d'acier à la fonte.

Parmi les fontes les plus remarquables à ce point de vue, nous devons citer en première ligne celles de la Compagnie Barnum-Richardson, de Lime-Rock (Connecticut, États-Unis d'Amérique).

La fonte provient de Salisbury, comté de Litchfield (Connecticut) : le minerai de Salisbury est une hématite brune très pure, un peu quartzeuse, qui se trouve en masses irrégulières dans les argiles et forme un dépôt considérable : avant d'être fondue, elle est cassée en morceaux et lavée; le traitement actuel est fait au haut fourneau au charbon de bois avec air chauffé à 400 degrés et sous la pression de 1/2 à 3/4 de livre par pouce carré; la fonte à air chaud n'est pas, paraît-il, d'aussi bonne qualité que celle à air froid; mais les hauts fourneaux à allure froide produisant moins et consommant plus de combustible, la nécessité d'abaisser les prix de vente a obligé d'adopter la marche à l'air chaud.

La Société Barnum-Richardson possède trois hauts fourneaux : à côté d'elle, d'autres sociétés ont aussi construit des hauts fourneaux pour la production de cette même fonte, dite *de Salisbury;* il y en a un à Millerton, dans l'État de New-York, un à Sharon-Valley, un à Cornwall-Bridge et un à Huntsville, alimentant la

Gr. V. — Cl. 43.

fonderie de roues de Washburn, Hunt et Cie, à Jersey-City, dont la production est de 150 roues par jour.

Les fabricants de fontes dites *de Salisbury* les classent sous sept numéros, du n° 1, fonte très tendre et qui ne trempe pas, au n° 6, qui durcit dans toute sa masse pour la trempe en coquille.

C'est cette fonte n° 6 qui, en mélange avec des fontes de numéros inférieurs, est employée pour faire les roues de wagons, les cylindres, etc.

La Compagnie Barnum-Richardson a donné des détails sur la fabrication des roues de véhicules avec les fontes de Salisbury. Nous les résumons comme il suit :

Dans la fabrication des roues de wagons, on cherche à obtenir : 1° un métal suffisamment tenace pour supporter les chocs auxquels la roue est exposée; 2° une jante et un boudin assez durs, pour qu'ils puissent résister à l'usure. Cette dernière faculté s'acquiert par le procédé bien connu qui a reçu le nom de *moulage en coquille*.

Pour certaines qualités de fontes, la zone refroidie rapidement par contact avec la partie métallique du moule prend une forme cristalline particulière d'une dureté extraordinaire.

La profondeur à laquelle pénètre cette cristallisation varie presque suivant chaque marque ou qualité de fonte. La fonte, qui trempe le plus est presque toujours très dure et peu ductile, qualité précisément opposée à celle qui est nécessaire au corps de roue, lequel doit résister à des chocs de toutes espèces : pour qu'il en soit ainsi, il faudrait que la fonte eût à la fois une grande ténacité et une ductilité aussi grande que possible.

Toute la difficulté est de concilier ces deux termes contradictoires : ténacité et ductilité étendues et grande aptitude à tremper en coquille.

La Société Barnum-Richardson croit avoir parfaitement résolu la difficulté.

Il est certain, en effet, que, dans les cassures de roues qui nous ont été présentées, la zone affectée par la trempe pénétrait à une grande profondeur dans la masse du métal et qu'en outre la partie durcie par la trempe, au lieu d'être en quelque sorte juxtaposée

à la partie non durcie, comme cela se voit souvent dans les moulages en coquille, était si bien enchevêtrée avec cette dernière, qu'il n'y avait aucune ligne de séparation appréciable entre les deux parties : la région nettement atteinte par le refroidissement brusque projetait dans la région non atteinte une quantité de ramifications, en sorte que, de la partie durcie à la partie non durcie, le passage, loin d'être brusque, s'opérait par une série de gradations insensibles.

Ce sont évidemment d'excellentes conditions.

D'autre part, la Compagnie Barnum-Richardson relate les expériences suivantes, effectuées en 1875, à Londres, sur des roues de sa fabrication :

Les roues sur lesquelles ont porté les expériences étaient du type de celles qui sont employées sur les principales lignes de chemins de fer des États-Unis et du Canada. Elles ont 3 pieds anglais de diamètre au cercle de roulement et pèsent 626 livres anglaises.

La roue étant posée à plat sur le sol et reposant sur son moyeu, on l'a frappée, dans la région voisine du boudin, d'une volée de coups de marteaux à devant, maniés par deux vigoureux forgerons.

Les marteaux pesaient 28 et 32 livres anglaises : ce n'est qu'au 61e coup qu'on remarqua une très petite fente; on continua à frapper dans la même région, et, bien que les coups se succédassent en occasionnant de nouvelles fentes, ce n'est qu'au 395e qu'un morceau d'une longueur d'environ 9 pouces et attenant au boudin se détacha de la roue.

La cassure est très homogène, et la profondeur de la zone affectée par la trempe était de 3/8 de pouce, et ressemblait à l'acier le plus dur et le plus compact.

On ajoute que les pannes des marteaux avaient marqué les empreintes de leurs coups par des déformations superficielles.

Cette épreuve paraît indiquer que les roues en fonte de Salisbury présentent une grande ténacité et une grande ductilité.

Dans la section des États-Unis d'Amérique, nous avons également à citer les objets en fonte moulée de la *Lobbdell Car Wheel Company*, de Wilmington (Delaware).

Gr. V. — Cl. 43.

Cette compagnie avait exposé des échantillons de fontes, des roues pour véhicules de chemins de fer, les unes pleines, les autres évidées, des cylindres pour calandrer, de 2m 20 de longueur de table et de divers diamètres, des cassures de roues, etc.; on remarquait notamment neuf roues neuves de différents modèles pour voitures de chemins de fer, locomotives et tenders, huit autres, qui avaient servi pendant des périodes de 20 à 25 années, et dont l'usure n'était pas encore excessive, enfin deux vieilles roues de 30 pouces anglais de diamètre, qui avaient parcouru 394,282 kilomètres, ainsi que le constatait un certificat de la direction du chemin de fer sur lequel elles avaient circulé. Elles étaient posées sous un tender pesant 21,000 kilogrammes, et avaient fait 337,955 kilomètres dans les trains de voyageurs à la vitesse moyenne de 23 milles à l'heure, et 56,327 kilomètres dans des trains de marchandises à la vitesse moyenne de 15 milles à l'heure.

Les fontes qui ont servi à mouler ces roues sont fabriquées au charbon de bois avec des oligistes et du fer magnétique de la mine de Buelhom (Caroline du Nord). Les roues sont coulées en coquille, et blanchies sur une épaisseur de 3 à 4 centimètres.

La Compagnie Lobbdell Car Wheel existe depuis quarante-quatre ans et peut produire par mois 3,000 roues, d'un diamètre de 18 jusqu'à 50 pouces anglais.

On trouvait également dans la section suédoise (classe 64) un fabricant de roues en fonte trempée dont les produits ne le cédaient en rien à ceux des deux exposants américains que nous venons de nommer : c'est l'*Arboga Mekaniska Verkstad.* Cette usine présentait aussi des cassures de roues moulées en coquille, qui dénotaient un durcissement très pénétrant et très énergique.

Dans la section hongroise, nous avons à citer la Société Ganz et Cie, de Buda-Pesth, pour sa fabrication de moulins à cylindres en fonte durcie : dans ce cas encore, le durcissement est profond et efficace, et les produits de MM. Ganz et Cie ont une grande réputation qui semble justifiée.

Les moulages en fonte trempée du comte d'Andrassy, de Dernö (Hongrie), méritent également d'être mentionnés : cet exposant

emploie des minerais de fer spathique, d'hématites brunes et rouges et de fer oligiste des environs de Dernö; ces minerais, traités au charbon de bois et à l'air chaud, donnent d'excellentes fontes, que l'on emploie pour des moulages en première fusion ou surtout en deuxième fusion, après refonte dans des cubilots. L'usine de Dernö produit des moulages en fonte dure, pointes de cœur, roues de wagons, etc., qui jouissent d'une bonne renommée: de 1862 à 1878, l'usine avait livré 30,000 roues de cette espèce à diverses compagnies de chemins de fer.

En France, plusieurs exposants présentent des produits intéressants au point de vue de la trempe en coquille.

Nous citerons en premier lieu la Société anonyme de Commentry-Fourchambault, dont les roues de wagonnets sont très remarquables : le moyeu et la jante sont en fonte, et les rais en fer; la jante est moulée en coquille et fortement trempée; ces roues sont d'un excellent usage et sont beaucoup employées surtout pour wagonnets de houillères.

M. Darquey, maître de forges à Beaulac, près Bazas (Gironde), produit également de bonnes roues fondues en coquilles pour wagons d'entrepreneurs.

M. Darquey possède deux hauts fourneaux au charbon de bois et deux cubilots pour la deuxième fusion, et produit annuellement environ 750 tonnes de fontes moulées.

Dans la note qu'il a remise au jury, M. Darquey appelle l'attention sur la qualité de ses fontes au bois, trempées en coquille: dans ces fontes, la fonte blanche, cassante par sa nature, va chercher la résistance dans la fonte grise, au moyen de petits filons qui, se prolongeant bien avant dans la partie grise, lient intimement la fonte blanche à la fonte grise; aussi la fonte trempée des forges et fonderies de Beaulac ne s'exfolie pas; on l'emploie avec succès pour les cœurs des croisements de voie. La Compagnie du Midi exposait un de ces croisements de voie, qui a huit années de service, pendant lesquelles il a supporté le passage de 408,000 trains, sans que l'usure soit sensible.

Un exposant qu'on peut rapprocher du précédent pour la nature de ses produits est la Société des hauts fourneaux de Labouheyre

Gr. V. — Cl. 43.

(gérant : M. Alexandre Léon). Cette société, qui possède à Labouheyre (Landes) deux hauts fourneaux au charbon de bois, alimentés avec des minerais de Bilbao et de la Bidassoa, fabrique des moulages mécaniques de toutes sortes, des croisements trempés pour chemins de fer, des pièces de wagons, etc.

Tous ces produits jouissent d'une estime méritée.

Nous citerons enfin la Compagnie des forges d'Audincourt, comme fabricant d'excellents cylindres de laminoirs en fonte trempée.

La Compagnie fabrique des cylindres trempés de toutes dimensions, jusqu'à un maximum de 650 millimètres de diamètre, et $1^{m},70$ de longueur de table. Les cylindres ainsi produits sont d'une grande dureté, parfaitement appropriés au laminage des tôles polies et très résistantes.

Avant de terminer ce qui concerne les produits en fonte trempée, nous devons dire quelques mots des plaques de blindage en fonte durcie pour fortifications.

C'est à la suite d'expériences comparatives qu'il a été constaté que la fonte durcie (fonte avec addition d'acier) avait une supériorité marquée de résistance sur le fer et même sur l'acier pour le genre de tir auquel sont exposés les blindages des fortifications à terre. En raison de l'immobilité du but et de la justesse du tir, les plaques doivent pouvoir résister à des boulets frappant sur un même point de la plaque : or, les boulets se cassent sur la fonte en l'écaillant à peine, et il faut sur un même point plus de projectiles pour faire le trou dans la fonte durcie que dans le fer et l'acier, ce dernier métal se fendant beaucoup plus que la fonte.

L'exhibition du Creusot renfermait un spécimen d'une plaque de blindage de ce genre soumise à l'épreuve de tir par une commission spéciale et qui avait été trouvée, paraît-il, très satisfaisante.

On voyait aussi, dans le pavillon de la Société des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer à Saint-Chamond (Loire), un échantillon de blindage de 20 centimètres d'épaisseur en fonte trempée.

La Société déclare que sa fonderie de Saint-Chamond est orga-

nisée pour couler des pièces de cette nature jusqu'aux poids de 40 à 50 tonnes; elle ajoute que cette fonderie a même fabriqué les blocs de 90 et 100 tonnes qui composent la chabotte et les montants du marteau-pilon de 80 tonnes qui vient d'être installé dans les usines de Saint-Chamond. Gr. V. — Cl. 43.

Fonte d'art et d'ornement. — La fabrication des fontes d'art et d'ornement constitue une industrie toute spéciale dans laquelle la France possède depuis longtemps une suprématie incontestable.

Il suffit de citer les noms de M. Durenne, de la Société du Val-d'Osne, de M. Denonvilliers, pour évoquer le souvenir d'une foule d'œuvres remarquables qui ont charmé les yeux du monde entier.

Les objets exposés par M. Durenne appartenaient surtout à la classe 25 (fontes d'art), qui a eu à s'en occuper au point de vue artistique; c'est au point de vue métallurgique que le jury de la classe 43 avait à examiner les produits de cette grande industrie, mais, sous ce rapport même, l'exposition de M. Durenne n'occupe pas un rang moins distingué.

M. Durenne possède à Sommevoire (Haute-Marne) deux hauts fourneaux au coke qui traitent surtout des minerais oolithiques de Champagne à grains très fins, à gangue argileuse et alumineuse, dont le rendement est de 39 à 42 p. o/o de fonte. Autrefois il employait le charbon de bois exclusivement, mais la fonte moulée ayant subi une forte réduction de prix, il a été forcé de marcher au coke; le coke vient de la mine de Bernissart, en Belgique, et donne 7 p. o/o de cendres à l'incinération.

Les conditions économiques de l'industrie métallurgique dans la Haute-Marne n'étant pas favorables à la production des fontes d'affinage, on ne fait à Sommevoire que de la fonte de moulage, et l'on fabrique sur une grande échelle des objets d'ornements moulés en première fusion, la fonte étant prise directement dans le haut fourneau. On calcule que le déchet de cette fabrication s'élève à un tiers.

La difficulté du travail est de conduire l'allure des hauts fourneaux de manière à produire une fonte d'un numéro donné entre

Gr. V. — Cl. 43.

2 et 3 pour obtenir des surfaces lisses, d'une grande netteté et d'un bel aspect.

Les jets et les pièces manquées sont refondus dans deux cubilots ou fours de Wilkinson pouvant produire de 2,000 à 3,000 kilogrammes de fonte liquide à l'heure, et l'on en fait des moulages de deuxième fusion.

La production journalière de fonte liquide est de 15,000 à 16,000 kilogrammes, qui donnent de 9,000 à 10,000 kilogrammes de produits marchands.

Il serait impossible de décrire, même en partie, les objets qui étaient exposés; il était difficile de faire un choix, tous les spécimens présentant un fini remarquable, une netteté et une délicatesse de formes hors ligne. Les albums de M. Durenne renferment beaucoup de dessins des objets coulés dans cette usine et donnent une idée de son importance et du goût de ses conceptions au point de vue artistique : c'est ce que le jury de la classe 25 a dû faire ressortir.

Nous pouvons citer d'une manière spéciale : trois grandes statues assises de $2^{m},25$ de hauteur et deux groupes d'animaux, le cheval et l'éléphant qui ornaient la grande cascade du Trocadéro et qui étaient d'une exécution remarquable; vingt-cinq macarons de 1 mètre à $1^{m},20$ de hauteur placés autour du grand bassin de ladite cascade et qui fournissaient de l'eau dans ce bassin; dans le jardin du Champ de Mars, deux fontaines monumentales d'une hauteur de 10 mètres avec un bassin de 16 mètres de diamètre; dans la grande rotonde, de grands macarons de têtes d'animaux, etc., composant un tableau de 7 mètres de haut sur 6 mètres de large. Beaucoup de spécimens étaient en fonte brute, sans peinture ni retouche, et permettaient de juger de la perfection du moulage; enfin des statues, des lampadaires, des vases, coupes, panneaux d'applique, des groupes divers; le tout en fonte brute pour montrer le grain fin de la fonte et le fini du moulage.

En résumé, cette exposition était remarquable sous tous les rapports : M. Durenne est parvenu à obtenir, au moyen de fontes au coke, des moulages parfaits, d'une grande netteté, reproduisant

avec une rare perfection l'œuvre du sculpteur; ces résultats attestent le soin et l'intelligence avec lesquels est conduite cette grande affaire ; aussi le jury de la classe 43 a-t-il décerné la grande médaille à M. Durenne. Gr. V. — Cl. 43.

La Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies du Val-d'Osne à Sommevoire (Haute-Marne) a une fabrication de moulages en fonte tout à fait analogue à celle de M. Durenne : elle produit en outre des fontes cuivrées par la galvanoplastie, dont elle a la spécialité.

Cette société possède deux hauts fourneaux à Sommevoire et traite des minerais oolithiques au coke, parfois aussi au coke et au charbon de bois ; elle est très connue par la grande variété, l'importance et le fini de ses moulages ; aussi avait-elle à l'Exposition du Champ de Mars un pavillon spécial, dans lequel elle avait placé des statues de très grande dimension, des tableaux et autres moulages ornementaux remarquables par le fini de l'exécution.

Les splendides albums contenant les modèles courants de la Société du Val-d'Osne donnaient l'idée de l'importance de sa fabrication : ils contiennent un nombre infini des pièces les plus variées, statues, fontaines monumentales, balcons, colonnes, candélabres, etc.

Tous ces modèles sont plus remarquables les uns que les autres, et le jury de la classe 43 aurait certainement donné à la Société du Val-d'Osne une grande médaille, comme à M. Durenne, si déjà cette récompense ne lui avait été attribuée dans la classe 25.

MM. Denonvilliers et fils produisent également des fontes d'art et d'ornement d'une très belle exécution. Leurs établissements métallurgiques se composent : 1° d'une usine située à Sermaize-sur-Saulx (Marne), comprenant deux hauts fourneaux et une fonderie de première et deuxième fusion ; 2° d'une autre usine située à Osne-le-Val et qui fabrique spécialement les moulages d'ornements en deuxième fusion.

Les hauts fourneaux marchent au coke et sont alimentés avec des minerais oolithiques de la Meurthe et de la Meuse et des minerais oolithiques de la Marne à gangue alumineuse.

Les fontes de deuxième fusion sont obtenues avec des fontes des

Gr. V. — Cl. 43.

hauts fourneaux de Sermaize et une faible proportion de fontes de la Haute-Marne et plus rarement de la Moselle.

La production totale des usines de MM. Denonvilliers a été de 3,800 tonnes de fontes moulées pendant l'exercice 1876 à 1877. Ce tonnage comprend des tuyaux de descente de tous diamètres de 41 à 324 millimètres avec leurs raccords, des caniveaux, gargouilles, etc., pièces de grosse construction en fonte, pièces mécaniques, etc., ainsi que des ornements courants de bâtiments, tels que balcons, balustrades, ornements funéraires, etc., mais la partie la plus importante et assurément la plus intéressante de la fabrication consiste en statues religieuses et autres fontes d'art. Chaque année, l'usine de Sermaize produit un grand nombre de statues de sainteté, chemins de la croix et autres emblèmes religieux.

Parmi les pièces sorties de cette usine dans ces dernières années, on cite la *Notre-Dame de Lourdes,* placée à Lourdes en face de l'entrée du sanctuaire, la *Vierge immaculée,* de Langogne, la *Vierge mère* du bon Sauveur de Saint-Lô, etc.

MM. Denonvilliers possèdent un très grand nombre de modèles de statues religieuses qu'ils peuvent livrer brutes, bronzées ou ornées de décors polychromes : ils se chargent en outre de l'exécution des fontes d'art de tous genres sur les modèles qui leur sont fournis ; c'est à ce titre qu'ils ont livré à l'administration de l'Exposition, pour la cascade du Trocadéro, le *Bœuf,* modèle de Cain, dont la hauteur dépasse $3^{m},25$ et qui pèse 6,760 kilogrammes ; l'animal a été fondu d'une seule pièce, sans que les cornes ni la queue aient été rapportées; l'*Amérique du Sud,* modèle d'Aimé Millet, statue assise de $2^{m},25$ de hauteur qui pèse 2,170 kilogrammes; elle a aussi été fondue d'une seule pièce; l'*Asie,* modèle de Falguières, coulée d'une seule pièce de même que les deux autres et qui pèse 2,890 kilogrammes.

Tuyaux et pièces diverses.

Nous arrivons à un groupe d'exposants qui fabriquent plus spécialement les tuyaux de conduite et les fontes de bâtiment ou autres pièces moulées de médiocre dimension.

La Société anonyme des hauts fourneaux, fonderies et ateliers de construction de Marquise (Pas-de-Calais) est bien connue; cette société exploite cinq hauts fourneaux, de nombreux cubilots pour deuxième fusion, etc., dans le département du Pas-de-Calais; on y consomme des hydroxydes du Boulonnais, un peu phosphoreux, à gangue quartzeuse, qu'on mélange à des minerais d'Afrique, d'Espagne et de Bretagne; elle possède en outre un haut fourneau dit *de Tabago* et des fours à coke à Saint-Nicolas-de-Redon (Loire-Inférieure).

La moyenne de la production annuelle des six dernières années a été de 39,000 tonnes, dont 35,000 tonnes de fontes moulées et 4,000 de fontes brutes. Ce tonnage de fontes moulées comprend surtout des tuyaux et tubes de toutes espèces, notamment des tubes pour cuvelages métalliques des houillères.

Le procédé de fabrication des tuyaux en usage dans les usines de Marquise est trop connu pour que nous nous y arrêtions dans ce rapport.

La Société de Marquise avait exposé une colonne par tronçons et segments de $2^m,50$ de diamètre et de $5^m,50$ de hauteur, dont les pièces s'adaptaient parfaitement les unes aux autres, quoique brutes de fonte. Cette colonne était destinée à un appareil d'épuration du gaz de l'éclairage. Tout autour on avait groupé des spécimens, tous bruts de fonte, des produits de la fabrication ordinaire de Marquise, tuyaux de descente unis et cannelés, caniveaux, chéneaux, etc., puis des tuyaux avec joints de divers systèmes pour conduites de vapeur, gaz et eau.

Le défaut de place n'avait pas permis d'y joindre les tubes et tuyaux de grand diamètre que les usines de Marquise fabriquent également, tels que ceux de $1^m,10$, $2^m,50$, $3^m,25$ et même $3^m,65$, ces derniers employés pour les cuvelages de charbonnages.

Tous ces produits étaient d'une fabrication soignée et d'une belle apparence.

M. Turquet-Colas à Bayard, par Chevillon (Haute-Marne), produit des fontes moulées d'ornement, artistiques, mécaniques, la tuyauterie et les fontes de bâtiment en général.

M. Turquet-Colas possède deux hauts fourneaux marchant au

Gr. V. — Cl. 43.

coke, l'un à Bayard, par Chevillon (Haute-Marne), l'autre à Chevillon même et un troisième haut fourneau marchant au charbon de bois ainsi qu'une fonderie d'ornements à Moutiers-sur-Saulx (Meuse). Les hauts fourneaux consomment des minerais de la Haute-Marne et de Meurthe-et-Moselle, des cokes d'Anzin et de Belgique, et du charbon de bois provenant des forêts avoisinant l'usine de Moutiers.

M. Turquet-Colas a introduit dans la Haute-Marne le moulage vertical des tuyaux de conduite d'eaux forcées, etc.; il fabrique, à Chevillon, les tuyaux de descente par un procédé spécial, qui, paraît-il, est rapide et économique.

C'est de ses usines que proviennent les candélabres de la place Stanislas à Nancy, le soubassement et l'entourage de la colonne de Juillet, etc.; les albums de modèles d'ornements de M. Turquet-Colas présentent un grand nombre de types de balcons de tous styles, ornements funéraires, emblèmes religieux, etc., généralement d'un bon aspect.

MM. E. Capitain-Geny et Cie, à Bussy, près Joinville (Haute-Marne), fabriquent des fontes de bâtiments et d'ornementation des jardins ainsi que du matériel de chemin de fer.

L'usine de Bussy comprend deux hauts fourneaux, une fonderie et des ateliers de construction; les hauts fourneaux marchent au charbon de bois et sont alimentés avec des minerais des environs de Bussy. Ces fontes sont mélangées avec des fontes d'Écosse, de Champagne et de Meurthe-et-Moselle, selon les besoins pour les moulages en deuxième fusion.

La production annuelle est de 5,200 tonnes de fontes moulées. Le moulage mécanique est largement pratiqué dans les usines de Bussy; on y coule verticalement les tuyaux de grande dimension jusqu'à 3 mètres de diamètre avec des dispositions spéciales de modèles et de châssis qui permettent de mouler des tuyaux de très petite épaisseur.

MM. Haldy-Rœchling et Cie, propriétaires des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle), fabriquent la fonte sous quatre formes :

Fontes brutes pour affinage;

Fontes brutes pour fonderie; Gr. V.

Fontes moulées de toutes sortes; —

Fontes moulées ajustées et entrant dans des installations variées. Cl. 43.

L'usine de Pont-à-Mousson comporte quatre hauts fourneaux, des ateliers de fonderie et un atelier de construction.

Les hauts fourneaux marchent au coke; le minerai traité est de l'hydroxyde de fer oolithique de la Moselle, à grains de la grosseur d'une tête d'épingle, à gangue siliceuse et calcaire, dont la couleur varie du jaune au noir bleuâtre; la fonte produite est plus ou moins phosphoreuse, selon que les minerais contiennent en plus ou moins grande quantité des fossiles, qui sont assez abondants dans le gîte; la concession est située à Marbache, à 14 kilomètres de l'usine.

La production annuelle est de 50,000 à 55,000 tonnes de fonte sur lesquelles 12,000 à 13,000 tonnes sont livrées au commerce en fontes moulées, tuyaux, pièces de charpentes, matériel de chemins de fer, etc.

La fabrication la plus importante est celle des tuyaux de conduite coulés verticalement et dont l'usine produit à peu près un kilomètre par jour.

MM. Haldy-Rœchling ont fourni au jury des détails minutieux sur le procédé qu'ils emploient pour mouler les tuyaux.

Les explications données par ces industriels prouvent que leurs procédés de moulage, bien que fort analogues à ceux qui sont usités dans les usines qui coulent les tuyaux debout, et c'est maintenant le cas du plus grand nombre, se distinguent pourtant par une judicieuse entente des détails.

L'un des traits caractéristiques de ces procédés est dans la disposition des châssis:

Ces châssis présentent à la partie inférieure une feuillure évasée, parfaitement ajustée au tour et destinée à s'emboîter sur le cône extérieur d'une cuvette en fonte placée horizontalement au fond de la fosse sur un support: ce système de cuvettes fixes à sièges coniques parfaitement tournés, sur lesquels on descend verticalement châssis, modèle et noyau, est spécial à l'usine de Pont-à-Mousson:

Gr. V. — Cl. 43.

il donne d'excellents résultats comme centrage et paraît préférable au système de fonds à charnière suspendus au châssis, tels qu'ils sont usités dans d'autres usines.

L'usine de Pont-à-Mousson avait exposé :

Un tuyau de 1 mètre de diamètre intérieur pour la conduite d'alimentation du canal de l'Est;

Un tuyau de 1 mètre de diamètre intérieur pour la conduite d'alimentation du canal de l'Est, coupé en deux;

Un tuyau de 600 millimètres de diamètre pour la conduite d'alimentation de la ville de Strasbourg;

Des tuyaux de diverses dimensions, d'eau, gaz et vapeur.

Tous ces objets étaient d'une très bonne facture.

MM. Bradfer fils et Cie, de Bar-le-Duc (Meuse), avaient exposé des tuyaux en fonte pour conduites d'eau, de gaz et de vapeur, des bornes-fontaines, des robinets, valves et autres objets moulés en fonte.

Ces industriels possèdent deux hauts fourneaux au coke et deux fonderies.

Le minerai vient de la concession dite de la Grande-Goutte (Meurthe-et-Moselle) et des exploitations d'alluvions à Hevilliers et à Tréveray (Meuse). La production par haut fourneau et par jour est actuellement de 15 tonnes de fontes de moulage : on pourrait aller à 20 tonnes. On fabrique annuellement de 5,000 à 6,000 tonnes de tuyaux de conduite et en outre des colonnes pleines ou creuses, des poutres de ponts, des tuyaux de descente, plaques, etc. Le moulage vertical des tuyaux est appliqué dans cette usine ; la fabrication paraît satisfaisante.

M. A. Chappée, au Mans (Sarthe), fabrique également des tuyaux de conduite d'eau et de gaz, des bornes-fontaines, des cylindres de calorifères, des colonnes pour bâtiments, des marmites, etc. ; on peut citer particulièrement les coussinets de chemins de fer produits par cette usine.

M. Chappée fait seulement des moulages en deuxième fusion et emploie des fontes d'Écosse avec un appoint de fontes françaises.

Au nombre des usines françaises qui se livrent à la fabrication

des tuyaux de conduite et autres menus objets en fonte moulée, nous devons encore en citer quelques-unes qui sont des plus importantes par l'étendue et la bonne qualité de leur production. Gr. V. — Cl. 43.

La Compagnie des fonderies et forges de Terre-Noire fabrique des fontes moulées dans deux de ses usines :

1° A la Voulte (Ardèche), la Compagnie possède quatre hauts fourneaux dont trois en activité ; elle y traite au coke des minerais de l'Ardèche et produit annuellement 38,000 tonnes, dont 22,000 tonnes de fonte blanche ordinaire et 16,000 tonnes de fonte grise pour moulage. La fonderie de la Voulte convertit ces 16,000 tonnes en tuyaux pour conduites d'eau, projectiles, pièces diverses pour machines, etc.

2° A Bessèges (Gard), quatre hauts fourneaux, dont trois en activité, marchent au coke et traitent les oxydes de fer hydratés de ce département : la production annuelle est de 40,000 tonnes en fonte grise, Bessemer et Spiegel. La fonderie de Bessèges produit annuellement 4,000 tonnes de moulages divers consistant surtout en coussinets de chemins de fer, pièces de plaques tournantes, etc.

A la Voulte, les tuyaux sont moulés debout.

La Société de Terre-Noire exposait un assortiment de tuyaux depuis 40 millimètres de diamètre et 2 mètres de longueur jusqu'à 1,100 millimètres de diamètre et 4 mètres de longueur, bon nombre de spécimens de tuyaux coupés en deux pour montrer le bon état des surfaces intérieures, divers objets en fonte moulée, tels que palier en fonte, voussoir de pont, etc.

Tous ces objets étaient d'une belle exécution.

La Société de Commentry-Fourchambault produit des tuyaux en fonte moulée dans son usine de Torteron (Nièvre).

Cet établissement comprend trois hauts fourneaux, trois cubilots et un grand atelier pour la fabrication des tuyaux coulés debout et celle des projectiles.

La Société avait exposé :

Des tuyaux du modèle de la ville de Paris;

Des tuyaux de descente pour les bâtiments ;

Quelques tuyaux coupés longitudinalement pour montrer la régularité de l'épaisseur ;

Gr. V. — Cl. 43.

Des pieds de bancs, grilles pour les arbres et autres pièces diverses.

L'usine de Torteron produit annuellement 12,000 tonnes de fontes moulées de première et deuxième fusion, qui s'écoulent ainsi :

Tuyaux et pièces diverses pour le commerce et les chemins de fer.	6,600 tonnes.
Projectiles d'artillerie de terre et de mer.....	2,500
Mouleries pour les usines de la société.....	900
Tuyaux pour l'exportation.....	2,000

Les produits de l'usine de Torteron sont justement renommés. La Société des forges d'Audincourt fabrique également des tuyaux de conduite et de descente à son usine de Pont-de-Roide (Doubs). Elle en avait exposé quelques spécimens qui étaient d'une bonne fabrication.

Dans la section belge, MM. Cambier et Cie (hauts fourneaux et fonderies de la Louvière) exposent également des tuyaux en fonte coulés debout, ainsi que divers objets pour distribution d'eau, vannes, etc.

MM. Cambier ont apporté une innovation au moulage de ces tuyaux.

L'usage général est, on le sait, d'employer des tresses en paille ou en foin pour garnir les lanternes qui forment les noyaux. MM. Cambier ont eu l'idée de remplacer ces tresses par une couche de gros papier brun d'emballage : ce procédé est, paraît-il, plus économique que celui qui consiste à employer la paille ou le foin. Les noyaux peuvent être faits d'une seule couche : le prix de revient du séchage est beaucoup réduit, le travail est plus facile, et l'atelier n'est plus infecté par les fumées âcres que produit la combustion de la paille.

Avant d'en finir avec les fontes moulées, il nous reste à dire quelques mots d'une spécialité intéressante : c'est la fabrication des projectiles; nous ne pourrons donner des détails bien circonstanciés sur ce sujet, attendu que la plupart des usines qui produisent ces genres de moulages ou bien n'avaient pas été autorisées à en exposer des spécimens, ou bien, lorsqu'elles en avaient exposé, se sont montrées très sobres d'explications; nous devons donc

nous borner à énumérer rapidement les expositions où l'on rencontrait des projectiles en fonte.

La Société de Terre-Noire avait exposé un obus de 7 centimètres pour canon de campagne, à enveloppe de plomb, système Reffye, des obus de marine tournés pour recevoir à froid la ceinture en cuivre, des obus à ailettes de divers calibres, différents obus coupés par moitié pour montrer la perfection du moulage.

Le marquis d'Albon, maître de forges à Conches et à Breteuil-sur-Iton (Eure), fabrique en deuxième fusion avec des fontes du Cleveland pour les deux tiers et de la Moselle pour un tiers. Ses usines produisent des pièces moulées d'une très grande variété de formes et de destination ; une de ses spécialités les plus intéressantes est la fabrication des projectiles : pendant les années 1875-1876 et 1877, l'usine de Conches a fourni à l'État français 414,157 obus d'un poids total de 267 tonnes; le poids de ces obus variait de 3^k,600 à 160 kilogrammes. Cette usine a créé un modèle d'obus divisé en tranches longitudinales qui rend impossible toute déviation de l'axe du projectile et une méthode d'ajustage des châssis donnant très économiquement une précision rigoureuse et certaine.

L'usine a eu aussi l'initiative de l'emploi du cuivre pour les coquilles réfrigérantes destinées à protéger les ceintures contre la haute température de la fonte liquide: elle a créé la meilleure disposition qui existe pour les coquilles réfrigérantes à courant d'eau; des coquilles de ce genre figuraient dans l'exposition de l'usine.

La section suédoise nous offrait une intéressante exhibition de projectiles pleins en fonte trempée et de projectiles creux en fonte ordinaire sous le nom de MM. Eckman et de Maré.

Ces exposants présentaient plusieurs projectiles massifs dont l'un avait été tiré contre une plaque cuirassée sans avoir subi aucune détérioration : il y avait également des projectiles creux d'une belle exécution et des projectiles coupés par moitié pour montrer la perfection du moulage. Tous ces spécimens dénotaient une matière hors ligne et une excellente fabrication.

Pour épuiser le sujet qui nous occupe, nous aurions encore à

Gr. V. — Cl. 43.

passer en revue la poterie de fonte proprement dite; mais il nous a semblé qu'il y avait entre ces fontes moulées et les articles de ménage une telle affinité, qu'il était plus rationnel d'en renvoyer l'examen à la partie de ce rapport dans laquelle nous nous occuperons des articles de ménage.

Aciers moulés.

Depuis que les procédés Bessemer et Siemens-Martin permettent d'obtenir facilement et à des prix très modérés des masses plus ou moins importantes d'aciers fondus, l'un des buts que se sont proposés tous les fabricants a été de produire par des moulages directs bon nombre d'organes mécaniques et objets divers pour lesquels la fonte de fer ordinaire ne présentait qu'une résistance insuffisante, et qu'il fallait fabriquer en fer fort ou en acier en subissant les pertes et dépenses considérables occasionnées par les travaux de laminage ou de martelage et par ceux de main-d'œuvre; en coulant directement l'acier comme la fonte, on supprimerait tout façonnage au laminoir ou au marteau, et l'on réaliserait une économie considérable sur le prix de revient.

Deux conditions inhérentes au moulage influent sur la résistance du métal constitutif des objets moulés en acier.

La première est que les objets moulés en acier sont remplis de soufflures qui diminuent la section résistante effective des objets moulés et qui, dans bien des cas, nuisent à l'emploi auquel ces objets sont destinés.

La seconde est que le retrait produit, dans les objets moulés, un état moléculaire instable, qui diminue la résistance intrinsèque du métal constitutif.

Il est des cas où l'on passe outre au premier de ces inconvénients : c'est ainsi que l'on fabrique dans diverses usines, par exemple dans celles de la Société des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer, dans celle de MM. Biétrix et Cie, etc., des pignons de laminoirs en acier moulé, qui, tout criblés qu'ils sont de soufflures, résistent néanmoins très bien aux efforts énormes qu'ils ont à supporter dans l'emploi; mais ces applications ne seront jamais qu'exceptionnelles, et dans la majeure partie des

cas, aussi bien lorsqu'il s'agit d'objets moulés que lorsqu'il s'agit de lingots destinés à être forgés, il importe d'éviter les soufflures.

De nombreux expédients ont été employés dans ce but; si variés qu'ils soient, ils procèdent de deux idées bien distinctes : les uns ont cherché à empêcher les soufflures de se produire, en incorporant à l'acier des ingrédients propres à atteindre ce résultat; les autres ont borné leur ambition à agir sur le métal au moment de la coulée, soit au moyen d'une compression mécanique, soit simplement par des expédients particuliers de moulage. Le premier système est préconisé par la Compagnie des forges et fonderies de Terre-Noire, l'autre est employé sous des formes très diverses dans toutes les usines qui s'occupent du moulage de l'acier.

La Compagnie de Terre-Noire s'attache à empêcher les soufflures de se produire, et, pour cela, elle emploie, comme agent réducteur dans l'opération Siemens-Martin, un produit peu carburé, le siliciure de fer et de manganèse, qui, par la réduction des oxydes, ne donne pas de produits gazeux et par suite ne provoque pas de soufflures. Dans la notice qui a été remise au jury par la Compagnie de Terre-Noire, des considérations étendues sont présentées sur ce sujet; nous les résumerons aussi brièvement que possible.

Lorsqu'on veut produire de l'acier dans un four Siemens-Martin, la méthode généralement suivie consiste à introduire, dans un bain de fonte, des matières déjà décarburées, telles que fer et acier, à diminuer ainsi progressivement la dose de carbone contenue dans la fonte, et à obtenir, par le moyen de l'addition d'une fonte manganésée ou autres, un acier de la qualité demandée.

On comprend que, par ce moyen, en arrêtant l'opération du four Siemens-Martin à des points différents de la décarburation de la fonte, il soit possible d'obtenir une série complète de tous les carbures de fer, depuis la fonte la plus grise jusqu'à l'acier le plus doux.

Mais il est fort difficile d'obtenir ces diverses nuances de métal absolument sans soufflures. Par toutes les méthodes antérieurement connues, il était impossible, lorsqu'on était arrivé à un certain degré de décarburation, d'empêcher le dégagement de l'oxyde

Gr. V. — Cl. 43.

de carbone, et le produit obtenu était invariablement rempli de soufflures qui étaient un obstacle absolu à l'emploi direct du métal.

C'est par l'emploi des alliages de fer-manganèse-silicium qu'il est devenu possible d'obtenir à l'état de fusion et sans soufflures tous les produits provenant soit de l'acier Bessemer, soit du four Siemens-Martin.

Ces produits obtenus, la Compagnie de Terre-Noire les a soumis à des expériences comparatives qui ont porté sur leur résistance à la traction, à la flexion, à la compression et au choc, et, de ces expériences, elle conclut qu'après une trempe à l'huile et un recuit, les barreaux d'acier coulés sans soufflures possèdent toutes les propriétés résistantes des aciers martelés et laminés. La Compagnie de Terre-Noire croit donc pouvoir énoncer le principe suivant :

« L'acier tient toutes ses propriétés physiques de sa composition chimique : le travail mécanique du forgeage ou du laminage n'est pas nécessaire pour le développement de ses qualités : l'acier coulé sans soufflures dans de bonnes conditions et convenablement trempé ou recuit atteint un état moléculaire absolument satisfaisant. »

Cette thèse se présente sous un aspect fort séduisant, mais il importe de remarquer que les expériences de la Compagnie de Terre-Noire n'ont porté que sur des barreaux ou des objets de petite dimension ; or, s'il s'agissait de modifier par ces opérations, qui, d'après la Compagnie de Terre-Noire, « sont nécessaires pour le développement des qualités du métal » de modifier, disons-nous, l'état moléculaire d'objets moulés en acier d'un volume considérable, la trempe et le recuit exerceraient-ils leur action jusqu'au cœur de ces objets, et le résultat, quant à la modification moléculaire et à l'amélioration de résistance qui en est la conséquence, serait-il aussi satisfaisant ? C'est ce qu'on ne peut affirmer *a priori* et ce que les expériences de la Compagnie de Terre-Noire ne prouvent pas péremptoirement.

Quoi qu'il en soit, ladite Compagnie avait exposé un grand

nombre d'objets en acier coulé sans soufflures non martelé, parmi lesquels nous citerons :

La cassure d'un bloc de canon de 24 centimètres, métal brut sortant du moule;

La cassure d'une plaque de 20 centimètres d'épaisseur, métal trempé à l'huile;

Un bloc dégrossi au tour pour canon de 24 centimètres;

Un tube dégrossi au tour pour canon de 32 centimètres;

Des frettes à tourillons pour canons de diverses dimensions;

Une manivelle à bouton pour machine réversible de 400 chevaux, pièce brute avec quelques parties seulement ajustées;

Un grand nombre de projectiles creux pour divers calibres pesant de 11 à 930 kilogrammes;

Un essieu coudé de locomotive, etc.

Tous ces objets étaient d'un bel aspect, les cassures étaient bien homogènes et ne présentaient pas de soufflures; mais les données manquaient pour apprécier si elles seraient d'un bon usage pour l'emploi auquel elles étaient respectivement destinées.

La Compagnie de Terre-Noire fait aussi connaître le résultat de nombreuses expériences auxquelles elle a soumis des aciers à teneurs variables en carbone, manganèse, silicium et phosphore, dans le but d'étudier l'influence de ces divers métalloïdes sur les propriétés résistantes du métal : le résumé même succinct de ces expériences sortirait du cadre du présent rapport.

Nous venons de voir que le principe de la méthode préconisée par la Compagnie de Terre-Noire consistait à introduire du silicium dans l'acier pour empêcher la production des soufflures.

D'après les analyses produites par cette Compagnie :

	CARBONE.	SILICIUM.	MANGANÈSE.
Un acier dur doit contenir (pour 100)...	0,65 à 0,70	0,48 à 0,50	1,30 à 1,50
Un acier doux doit contenir (pour 100)..	0,27 à 0,30	0,37 à 0,38	1,10 à 1,30

Gr. V. — Cl. 43.

Mais un excès de quelques centièmes de silicium suffit pour affecter d'une manière fâcheuse les propriétés résistantes de l'acier, et comme ce métalloïde est introduit dans l'acier par addition de matières qui le contiennent, on conçoit que la qualité de l'acier dépend du dosage plus ou moins exact de ces matières et de la marche plus ou moins correcte des réactions chimiques qui s'opèrent aux dépens de l'oxydation de ces matières pendant la fabrication de l'acier. C'est assez dire que la qualité finale du produit est subordonnée à des éventualités qu'il est bien difficile au fabricant de régler à sa guise; aussi beaucoup d'usines considèrent ce procédé comme dangereux et estiment qu'avec des précautions particulières dans le moulage, on peut arriver, ou peu s'en faut, à supprimer les soufflures sans introduire dans l'acier un principe nuisible à sa qualité.

Tout le monde sait, depuis longtemps, que, pour obtenir avec la fonte des moulages bien compacts, il faut employer des masselottes suffisamment volumineuses. Il est bien évident qu'il doit en être de même pour l'acier; mais le poids de la masselotte doit être en rapport avec celui du lingot, et comme la masselotte n'est bonne qu'à être refondue, son emploi est assez onéreux : on comprend donc qu'on ait cherché à s'en passer. Les procédés de moulage sous pression n'ont pas d'autre but.

Sir Joseph Whitworth comprime le métal dans la lingotière, immédiatement après la coulée, au moyen d'un piston sur lequel on exerce une pression hydraulique.

La lingotière de compression se compose d'une enveloppe extérieure en acier de l'épaisseur nécessaire pour résister à la pression : l'intérieur de cette enveloppe est garni d'une série de douves en fonte. Ces douves ne sont pas jointives, en sorte qu'il y a entre elles des rainures ou conduits longitudinaux qui débouchent dans le haut à l'air libre et dans le bas au fond de la lingotière : c'est par ces conduits que les gaz se dégagent du métal en fusion et peuvent se brûler pendant que la pression est appliquée sur le métal fluide.

La face intérieure des douves est garnie d'une couche de sable réfractaire qui, tout en protégeant les douves en fonte contre la

chaleur de l'acier fluide qui pourrait les fondre, est assez poreuse pour être traversée par les gaz sous l'effet de la pression et les laisser échapper à l'extérieur des douves par les conduits longitudinaux et de là dans l'atmosphère : le noyau que l'on place au centre de la lingotière lorsqu'il s'agit de couler des lingots creux présente les mêmes dispositions.

La pression exercée monte jusqu'à 960 kilogrammes par centimètre carré, et une colonne de métal de $2^{m},400$ de hauteur est, paraît-il, réduite de 30 centimètres en moins de cinq minutes.

Évidemment la dilatation de la lingotière contribue à produire cette forte diminution d'un huitième, mais le tassement de la matière joue aussi son rôle dans cette diminution, qu'il soit dû à l'expulsion des gaz ou à d'autres causes.

L'efficacité de cette compression était appréciable à l'œil dans tous les produits exposés par Sir Joseph Whitworth : le grain était d'une finesse et d'une homogénéité exceptionnelles.

Parmi les pièces exposées, nous citerons :

1° Une chemise de cylindre pour machine à vapeur de navire fabriquée avec un anneau d'acier comprimé à l'état fluide et amené à dimension par un forgeage à la presse hydraulique; cette chemise de cylindre avait $1^{m},50$ de longueur, $1^{m},98$ de diamètre intérieur et 4 centimètres d'épaisseur;

2° Un réservoir en acier comprimé à l'état fluide pour emmagasiner l'air employé comme force motrice dans les torpilles : ledit réservoir avait été forgé à la presse hydraulique et pouvait supporter une pression intérieure de 150 atmosphères;

3° Un cylindre hydraulique en acier comprimé pouvant supporter une pression de 10,000 atmosphères;

4° Un arbre à hélice creux fabriqué au moyen d'un anneau en acier comprimé à l'état fluide et forgé à la presse : longueur $10^{m},26$, diamètre extérieur 45 centimètres, diamètre intérieur 30 centimètres.

Un procédé analogue à celui de Sir Joseph Whitworth est employé en France par la Société des forges et aciéries de Firminy.

Les lingotières sont en acier; le fond et le chapeau sont mo-

Gr. V. — Cl. 43.

biles et pénètrent dans la lingotière au fur et à mesure de la compression. A cet effet, le fond et le chapeau pénètrent de quelques centimètres dans le corps de la lingotière et sont fixés à leur écartement provisoire au moyen de chevillettes en bois. Aussitôt le métal coulé, on exerce la compression au moyen de la presse hydraulique; les chevillettes en bois sont cisaillées aussitôt et le fond est rapproché du chapeau par un effort qui s'élève progressivement jusqu'à 500 kilogrammes par centimètre carré.

Au moment de la compression, le manomètre monte graduellement et sans arrêt jusqu'à 100 kilogrammes de pression; puis il reste stationnaire pendant 15 à 20 secondes et monte ensuite jusqu'à 500 kilogrammes et même au delà. On voit au commencement de la compression des jets de gaz enflammé et un peu de métal fluide s'échapper par les joints de la lingotière, et tout cela cesse avant même que la pression atteigne 500 kilogrammes.

L'effet de ce mode de compression ne paraît pas être de supprimer les soufflures, mais seulement de les localiser dans la partie centrale du lingot. Ce fait peut s'expliquer ainsi : le métal commence à se solidifier contre les parois de la lingotière; les bulles de gaz se trouvent amenées par l'effet de la pression dans la partie du lingot qui reste le plus longtemps à l'état liquide, c'est-à-dire au centre de la partie supérieure.

Un autre procédé de compression a été essayé dans l'usine de MM. Biétrix et Cie, à Saint-Étienne (Loire). Il consiste à couler le métal fondu dans les lingotières pourvues d'un couvercle autoclave; aussitôt le métal coulé dans la lingotière, on ferme le couvercle et l'on met l'intérieur de la lingotière en communication, au moyen d'un tuyau fixé à cet effet sur le couvercle, avec un générateur de vapeur à la pression de 8 kilogrammes. On laisse le métal se refroidir sous cette pression constante.

Il se peut qu'à la pression de 8 kilogrammes le métal fluide ait la faculté de tenir en dissolution une plus grande quantité de gaz qu'il n'est capable de le faire à la pression atmosphérique; la faculté de dissolution des gaz dans les liquides augmente en effet avec la pression et l'on ne voit pas pourquoi le fer carburé liquide ferait exception à cette règle. En tout état de cause, il est évident

que ce procédé de compression est moins énergique que celui de Sir Joseph Whitworth et même que celui de l'usine de Firminy. Gr. V. — Cl. 43.

M. P.-E. Martin, promoteur du procédé de fabrication de l'acier sur la sole du four à réverbère, emploie aussi dans son usine de Bazacle la compression de l'acier liquide; il exposait:

Des canons de fusils;

Des rondelles pour bandages en acier comprimé à l'état liquide;

Divers moulages en acier, notamment des projectiles obtenus en comprimant le métal dans le moule, par un procédé spécial, etc.

Toutes ces pièces étaient d'un bon aspect et les cassures ne présentaient pas de soufflures apparentes.

Nous passons maintenant aux procédés de moulage de l'acier fondu qui ne cherchent la compacité et l'homogénéité du métal que dans des expédients de fabrication.

Parmi les usines qui se signalent dans ce genre de fabrication, il faut citer l'usine d'Imphy (Nièvre), appartenant à la Société des forges de Commentry-Fourchambault.

Cette usine produit des pièces en acier moulé de dimensions moyennes d'une très grande variété de formes, notamment des roues de wagonnets qui, à en juger par les spécimens de cassure qui ont été exposés, ne présentent que peu ou pas de soufflures et jouissent d'une très remarquable ductilité.

Le métal employé pour ces moulages est produit par la refonte, dans des creusets en plombagine, d'un mélange d'acier puddlé avec de l'acier obtenu soit par le procédé Bessemer, soit par le procédé Siemens-Martin : avant la coulée qui doit se faire à une haute température pour que la fluidité du métal soit très grande, on introduit dans les creusets une petite quantité de fonte manganésifère.

Le sable employé pour la confection des moules doit être très maigre, et sa préparation exige des soins particuliers.

Les pièces sortant du moule sont extrêmement fragiles; elles le sont d'autant plus qu'on a coulé le métal à une haute température, et qu'en vue d'éviter les soufflures on a choisi un métal un peu carburé. Aussi procède-t-on à un recuit en vase clos qui dure

Gr. V. — Cl. 43.

plusieurs jours. A cet effet, les pièces sont arrimées dans des caisses en tôle munies de couvercles et l'on remplit les interstices entre les pièces avec du fraisil, de manière à éviter tout contact avec l'air. Les caisses ainsi préparées passent de sept à huit jours dans des fours spéciaux; après le recuisage, les pièces refroidissent dans les caisses, et on ne les sort qu'entièrement froides.

Elles ont alors perdu leur fragilité et peuvent supporter à froid des déformations au moins égales à celles de pièces semblables en bon fer.

La Société des forges de Firminy fait des moulages en acier parmi lesquels nous noterons les suivants :

On chauffe au blanc soudant des rondins en fer puddlé; après les avoir décapés parfaitement et saupoudrés de borax, on place ces rondins au centre de lingotières dans lesquelles on coule de l'acier; on obtient ainsi des lingots dont le centre est en fer et le pourtour en acier : la soudure des deux métaux paraît parfaite. On peut ensuite forger ces lingots et produire, par exemple, des boulons qui sont d'un meilleur emploi que ceux simplement en acier, tout en étant aussi résistants.

La vitrine de la Société de Firminy contenait des boulons de cette espèce ayant 30 centimètres de longueur sur 8 à 10 centimètres de diamètre qui paraissaient bien réussis.

Nous aurions encore à citer dans la section française deux exposants, MM. Dalifol et Légénissel, qui produisent également des moulages en acier, mais comme nous nous en occuperons un peu plus loin à titre de fabricants de fonte malléable, nous ne ferons que les mentionner pour le moment.

Dans la section anglaise, nous trouvons une intéressante exhibition d'aciers moulés : c'est celle de la *Hadfield's steel Foundry Company*, de Sheffield.

Bien que cet exposant n'ait fourni aucun renseignement sur son mode de fabrication, on peut considérer comme certain qu'il doit être très analogue au procédé employé à l'usine d'Imphy, dont nous venons de dire quelques mots.

L'exposition de la *Hadfield's Company* comprenait des roues de toutes formes pour véhicules de chemins de fer, tramways et sur-

tout pour wagons de mines. Cette compagnie produit annuellement, paraît-il, 100,000 de ces dernières. On y voyait également des croisements de voie, des tiges de piston, des cages de tampons, des pignons de laminoirs, des essieux coudés, clefs anglaises, cylindres de presses hydrauliques: tout cela moulé en acier et d'une excellente facture. Gr. V. — Cl. 43.

On remarquait, en outre, un boulet plein en acier, de 22 centimètres, pesant 125 kilogrammes, qui avait pénétré une plaque de blindage de 31 centimètres d'épaisseur provenant de la maison John Brown et Cie. Il n'était pas brisé, mais seulement un peu égrené, et l'on avait pu, en enlevant un peu plus de 1/4 de centimètre de matière, faire disparaître toute trace de détérioration: dans ce nouvel état, on l'avait lancé derechef sur la même plaque et il n'avait pas encore été brisé.

La *Hadfield's Company* paraît exceller dans la fabrication de l'acier moulé.

Fontes malléables.

Nous avons maintenant à nous occuper d'une spécialité très intéressante qui a pris un grand développement dans ces dernières années: c'est la fabrication de la fonte malléable.

M. Dalifol (quai Jemmapes, à Paris) possède dans ce genre d'industrie l'usine la plus importante qu'il y ait en France. Dans une notice qu'il a remise au jury, cet industriel donne, sur la fabrication de la fonte malléable, des renseignements qui seront lus avec intérêt:

« La fonte malléable, dont les applications sont déjà si nombreuses, commence seulement à être appréciée et employée sans crainte.

« Son nom a été longtemps un obstacle, et beaucoup de ceux qui en faisaient usage n'osaient avouer qu'ils la substituaient au fer.

« La fonte malléable, lorsqu'elle est bien traitée, a toutes les propriétés physiques du bon fer; la fabrication en est excessivement délicate; aussi ne faut-il rien économiser, ni sacrifier: choix des matières premières, précautions dans le moulage, emploi de

Gr. V. — Cl. 43.

fontes intelligemment mélangées, etc., car il reste toujours assez d'obstacles à vaincre pour arriver à un résultat convenable.

« Malheureusement les prix obligent souvent le producteur à mettre le creuset de côté, pour opérer la fusion au cubilot et à employer des fontes de deuxième choix lorsqu'il y a déjà assez de difficultés avec celles de première qualité.

« On ne tient pas toujours assez compte de la nature du métal que l'on traite; les modèles sont quelquefois faits avec toute la fantaisie de conception du constructeur, qui ne s'inquiète pas du retrait, qui est de 18 à 20 millimètres par mètre.

« Ce retrait, qui est double de celui de la fonte ordinaire, exige de grandes précautions dans le moulage et des attaques spéciales pour éviter que les angles des pièces ne soient noirs et souvent gercés; enfin, un modèle mal conçu compromet la solidité d'une pièce et en rend même quelquefois la réussite impossible.

« On doit autant que possible, dans la construction d'un modèle :

« 1° Chercher la régularité dans les épaisseurs;

« 2° Éviter les angles vifs;

« 3° En calculant bien le retrait, s'assurer toujours s'il peut se faire facilement.

« Avec un modèle en cuivre établi d'après les données ci-dessus on est toujours en droit de compter sur les pièces propres et de bonne qualité. Une pièce obtenue dans de bonnes conditions de fabrication est presque toujours supérieure à une pièce qui serait faite en fer, surtout si c'est une petite pièce très ouvragée, tourmentée et forgée en matrice, où forcément il est impossible de tenir compte des fibres du fer, lequel se trouve énervé, pris en tous sens et souvent trop chauffé en raison de la nécessité de le faire pénétrer dans les angles des matrices.

« Dans toutes les nombreuses expériences de résistance qui ont été faites, les résultats constatés, comme chiffre de rendement, s'écartent peu de ceux du bon fer; s'il y a un peu moins d'élasticité, la résistance à la traction est presque toujours supérieure dans la fonte malléable.

« La fonte malléable peut se laminer à froid, se river et se ta-

rauder; par la cémentation et la trempe, on peut obtenir des parties dures mises à profit dans certains organes de machines pour les parties de frottement et, dans la coutellerie, pour obtenir des tranchants comparables à ceux de l'acier fondu, si cette opération est confiée à des ouvriers soigneux. » Gr. V. — Cl. 43.

Bien qu'il soit peut-être prudent de faire quelques réserves au sujet de la supériorité attribuée par M. Dalifol aux propriétés résistantes de la fonte malléable, que notamment son défaut complet d'élasticité soit un sérieux inconvénient pour beaucoup d'emplois, il faut reconnaître cependant que la fonte malléable, lorsqu'elle est préparée avec les soins minutieux indiqués et pratiqués par M. Dalifol et surtout lorsqu'elle provient d'une fonte de qualité convenable, ne justifie pas les préventions dont elle est l'objet de la part de beaucoup de personnes : ce qui lui nuit, c'est qu'on vend comme fontes malléables des produits qui n'ont de malléable que le nom, c'est aussi qu'on étend son emploi à une foule d'usages pour lesquels un métal tendre comme la fonte malléable n'est nullement à sa place.

La première condition pour obtenir de la bonne fonte malléable est, avons-nous vu, que la fonte qu'on malléabilise soit de la qualité voulue; il faut entendre par là que la fonte doit être très peu carburée et dépourvue de manganèse et de silicium. Une des fontes les plus appréciées à ce point de vue est celle de MM. Harrison, Ainslie et Cie, de la marque « Lorn ». Cette fonte, qui provient du traitement au charbon de bois des hématites du Cumberland, est très estimée pour la fabrication de la fonte malléable. Il en est de même des fontes marquées D. P. provenant de la Société des hauts fourneaux de Saint-Louis, près Marseille.

M. Dalifol ne fait pas seulement des moulages en fonte malléable, il fait aussi des moulages en acier, et voici ce qu'il dit de cette partie de sa fabrication.

« Si l'on s'en tient à la fonte malléable pour les petites pièces, on doit franchement aborder l'acier moulé pour les pièces dépassant 30 millimètres d'épaisseur. Pour les petites pièces minces, il n'y a aucun intérêt à remplacer la fonte malléable par l'acier

Gr. V. — Cl. 43.

moulé qui, par sa nature et en raison de la haute température qui lui est nécessaire, se trempe dans le sable, se dénature et exige presque les mêmes recuits que la fonte malléable : le résultat est donc le même avec un plus grand risque de soufflures. Pour les fortes pièces au contraire, il conserve bien toutes ses qualités, et l'on bénéficie du recuit en vases clos.

« L'acier coulé sans soufflures est d'une grande résistance : on peut toujours l'employer sûrement en remplacement du fer; aussi son usage se répand-il rapidement, malgré le bas prix auquel on traite aujourd'hui les pièces de forge.

« Le retrait de 18 à 20 millimètres par mètre doit être observé pour l'acier moulé comme pour la fonte malléable dans la construction des modèles. On peut donc, avec la fonte malléable d'une part et l'acier moulé de l'autre, obtenir toutes les pièces, depuis les plus légères jusqu'à celles de plusieurs milliers de kilogrammes. »

Nous ajouterons que M. Dalifol obtient ses moulages en acier en refondant, dans un creuset fermé, des riblons d'acier de ressorts additionnés d'une certaine quantité de fonte et en coulant dans des moules confectionnés avec un mélange de sable de Fontenay et de kaolin, c'est-à-dire en sable très maigre. Le recuit des objets moulés s'effectue dans des oxydes épuisés en vue d'éviter le contact de l'air.

L'exposition de M. Dalifol renfermait une très grande variété d'objets en fonte malléable et en acier; on y voyait des pièces de sellerie, de carrosserie, de coutellerie, de quincaillerie, des objets en fonte polie fort jolis, puis des moulages en acier qui étaient de véritables objets d'art, en particulier la reproduction d'une cheminée monumentale de l'époque de la Renaissance, dans laquelle les surfaces de l'acier, trempées de diverses manières par de forts ingénieux expédients, avaient pris des tons très variés de l'effet le plus gracieux.

Cette exposition faisait le plus grand honneur à M. Dalifol.

M. Legénissel (passage Vaucouleurs, n° 28, à Paris) est aussi un important producteur de fonte malléable. Cet industriel, dans une note qu'il a remise au jury, fait connaître les améliorations qu'il a apportées à la fabrication de la fonte malléable. M. Legénissel

n'emploie que des fontes de premier choix : « Il a cherché quels étaient les mélanges qui convenaient le mieux et est arrivé à fixer ces proportions de manière à obtenir constamment la nature de fonte voulue ; il emploie des creusets en terre réfractaire qui, tout en étant plus économiques, n'amènent aucune variation de composition de la fonte pendant la fusion. Le moulage est effectué avec des sables préparés d'une façon spéciale qui lui donnent des fontes très nettes, d'une surface unie et régulière.

Gr. V. — Cl. 43.

« Avant le recuit, les pièces sont décapées à l'acide ; le sable qui pouvait y adhérer disparaît, et ces pièces bien lisses atteignent dans le four un degré de douceur plus complet et plus uniforme. Enfin, le recuit s'opère dans des conditions qui varient avec chaque nature d'objets, mais qui sont bien déterminées à l'avance comme durée d'opération, proportions relatives des mélanges de fonte et d'oxydes, température du four, etc.

« Ces conditions, indiquées par une pratique raisonnée, permettent de décarburer la fonte aussi profondément qu'il est possible de le faire, tout en lui conservant la qualité qu'elle doit avoir. A leur sortie du four, les pièces sont examinées une à une et, lorsqu'il est nécessaire, subissent un second recuit. »

Cette dernière précaution est fort importante; la profondeur sur laquelle porte la décarburation pendant le recuit est assez faible, parce que cette décarburation ne se produit que par le contact de l'hématite dans laquelle les objets sont placés : aussitôt que l'hématite est épuisée, la décarburation ne fait plus de progrès et, si l'on veut qu'elle pénètre plus profondément, il faut faire subir aux objets un deuxième recuit dans de l'hématite fraîche. Avec des objets un peu épais, il se peut qu'il faille trois ou quatre recuits et même davantage pour que la décarburation soit complète. D'ailleurs, le maximum d'épaisseur que l'on puisse décarburer, même au prix de plusieurs recuits successifs, n'excède guère 15 millimètres.

M. Legénissel fabrique divers produits dérivés de la fonte malléable :

1° Les pièces en fonte malléable polies employées en coutellerie et pour la fabrication des fourchettes à découper, à escar-

Gr. V. — Cl. 43.

gots, à huîtres, manches à gigots, mors de brides, casse-noix et noisettes, etc.

2° La fonte soudable qui s'applique à la fabrication des ciseaux pour tailleurs et coiffeurs, sécateurs, cisailles, etc. : le tranchant de ces outils est en acier et les branches des anneaux en fonte malléable. La difficulté était de souder parfaitement ces deux matières, dont le point de fusion est différent, sans les altérer. M. Legénissel est parvenu, par des mélanges et un traitement convenables, à fabriquer une fonte qui résiste sans altération à la température de soudage de l'acier.

3° M. Legénissel fabrique des matrices et des poinçons en fonte malléable : ces pièces une fois gravées sont trempées et acquièrent alors la dureté nécessaire.

A côté de la fonte malléable proprement dite, M. Legénissel a installé récemment une fabrication d'acier moulé dans des conditions spéciales que nous allons indiquer.

On sait que l'acier se prête mal au moulage de petites pièces et que les efforts faits dans ce sens n'ont jamais abouti à des résultats industriels : versé liquide dans le moule, il le *ronge,* suivant le terme consacré, de sorte que les pièces délicates viennent mal et sont presque toujours hors d'usage. En outre, on n'arrive pas à éviter les soufflures, qui sont le plus grand obstacle à l'obtention directe des objets délicats en acier fondu.

M. Legénissel a pensé qu'en coulant l'acier à une température extrêmement élevée, de manière à lui conserver sa fluidité dans le moule le plus longtemps possible, on arriverait peut-être à supprimer ou à diminuer les soufflures.

Il a réalisé cette idée en produisant dans un fourneau spécial une température excessivement élevée, au moyen d'un mélange d'air et de gaz injecté sous forte pression. Les matières à fondre sont placées dans un creuset très réfractaire, de préférence en plombagine; la durée de l'opération est variable avec le degré de carburation que l'on veut obtenir. La fusion est d'ailleurs très rapide, et en opérant sur du fer doux employé seul, mais qui se carbure aux dépens du creuset en plombagine, on peut couler, après un

certain temps que la pratique détermine, toutes les variétés de métal, depuis le fer fondu jusqu'à la fonte. Gr. V. — Cl. 43.

Ce procédé est encore récent, et la pratique n'a pas encore suffisamment prononcé sur sa valeur industrielle. Cependant M. Legénissel avait dans sa vitrine une assez nombreuse collection de menus objets fabriqués de cette manière; ces objets présentaient des surfaces parfaitement nettes : ils étaient très homogènes, passablement ductiles et sans soufflures. Le procédé dont il s'agit a donc, tout au moins, un sérieux intérêt.

Parmi les fabricants de fonte malléable, nous mentionnerons encore :

1° MM. Fuzellier-Léger et Thomé fils, à Nouzon (Ardennes), qui produisent des pièces très variées, en particulier des vis de lits et de billards, des paumelles, etc. Ils peuvent fabriquer 50,000 vis de lits et 1,000 douzaines de paumelles par semaine. Ces industriels se sont appliqués à fabriquer à aussi bas prix que possible et livrent les pièces en fonte malléable, lorsque le moulage n'en est pas trop difficile, à 100 francs les 100 kilogrammes.

2° MM. Gilles-Joigneaux et Cie, à Charency-Vezin (Meurthe-et-Moselle). Ces industriels ont une fabrication très variée comprenant des pièces de chemins de fer, de sellerie, carrosserie, quincaillerie, etc.

3° MM. Hardy-Capitaine et Cie, qui possèdent dans les Ardennes, à Nouzon une importante fonderie de fonte malléable dont la production est extrêmement variée.

La production annuelle est de 600 tonnes livrées à la consommation intérieure, et de 200 tonnes exportées.

Dans la section helvétique, nous avons à citer un fabricant de fonte malléable, M. Georges Fischer, de Schaffouse.

Cet exposant produit des objets de toutes sortes moulés en fonte malléable et en acier. Il emploie pour les moulages en acier de l'acier de Styrie de la meilleure qualité et fond acier et fonte malléable exclusivement au creuset.

Les objets qu'il avait exhibés paraissaient être d'excellente qualité.

Gr. V.
—
Cl. 43.

DEUXIÈME GROUPE.

PIÈCES DE GROSSE FORGE.

Les nouveaux procédés métallurgiques permettent d'obtenir, d'un seul morceau, des pièces métalliques très volumineuses.

Les grandes usines, dont l'outillage est puissant, peuvent, en accumulant tous leurs moyens d'action sur une même coulée, mouler un lingot fondu qui donne, en quelque sorte, la mesure de la puissance de leur production.

C'est à ce titre que la Société du Creusot exposait le fac-similé d'un lingot du poids de 120,000 kilogrammes moulé dans ses usines: les faces de ce fac-similé, recouvertes de feuilles de cuivre repoussées sur la pièce réelle, reproduisaient exactement l'aspect du lingot qu'on n'avait pu exposer lui-même parce que son transport au Champ de Mars eût présenté trop de difficultés.

Le lingot original avait été coulé le 17 avril 1878 au moyen de l'ensemble des fours Siemens-Martin de l'usine du Creusot: la section était carrée, et les dimensions étaient les suivantes:

Dimension de l'arête inférieure	$2^m,000$
Dimension de l'arête supérieure	$1^m,800$
Hauteur	$3^m,750$
Poids y compris la masselotte et la partie saillante de la base.	120,000 kilogr.

Ce lingot donne une haute idée de l'importance de l'atelier des fours Siemens-Martin dans les usines du Creusot, si l'on songe qu'une charge de four Siemens-Martin ne fournit guère qu'une douzaine de tonnes de métal fondu.

En même temps que les blocs d'acier fondu fournis par les nouveaux procédés métallurgiques devenaient plus pesants, il fallait songer à augmenter, en proportion, la puissance des engins employés pour les forger : c'est pour faire face à cette nécessité que la Société du Creusot a construit le marteau-pilon colossal dont le modèle en bois se dressait en avant de son pavillon du Champ de Mars.

L'examen de ce marteau-pilon est du ressort de la classe 50, et nous nous bornerons à en donner ici les dimensions principales. Gr. V. — Cl. 43.

Le marteau comprend quatre parties distinctes :

Les fondations ou infrastructure;
Les jambages avec l'entablement formant la superstructure;
Le cylindre à vapeur avec les soupapes de distribution;
Enfin la masse active, c'est-à-dire le piston avec sa tige, le porte-marteau avec le marteau.

Les fondations se composent d'un massif en maçonnerie au ciment s'appuyant sur le rocher qu'on est allé chercher à 11 mètres de profondeur au-dessous du sol, d'une chabotte en fonte et d'un remplissage formé en bois de chêne et ayant pour but d'atténuer par son élasticité la transmission des vibrations résultant des coups de marteau.

Le massif en maçonnerie cube 600 mètres. La chabotte pèse 720 tonnes; elle est composée de six assises horizontales reposant l'une sur l'autre par l'intermédiaire de faces rabotées; chaque assise est composée de deux morceaux, excepté l'assise supérieure supportant l'enclume qui est d'une seule pièce et pèse 120 tonnes.

La chabotte ainsi composée a $5^{m},60$ de hauteur totale, une surface de 33 mètres carrés à la base et de 7 mètres carrés au sommet; elle comporte onze pièces parfaitement solidaires les unes des autres.

Les jambages sont indépendants de la chabotte; ils ont la forme d'A et sont clavetés à leur base sur une plaque de fondation scellée à la maçonnerie entourant la chabotte et réunis à leur sommet par l'entablement; leur hauteur est de $10^{m},250$, et leur poids avec leurs accessoires est de 365 tonnes.

L'entablement pèse 30 tonnes et supporte un cylindre à vapeur de $1^{m},90$ de diamètre avec une course de piston de 5 mètres.

Le marteau pèse 80,000 kilogrammes.

Il résulte de ces données de construction que l'effort de soulèvement du marteau est de 140 tonnes environ pour une pression de vapeur de 5 atmosphères, et que le travail produit par chaque chute du marteau est de 400,000 kilogrammètres.

Gr. V. — Cl. 43.

La Société du Creusot n'est pas la seule qui, en France, dispose d'un engin aussi puissant ; la Société des hauts fourneaux, forges et fonderies de la marine et des chemins de fer vient de construire un marteau-pilon à peu près de la même puissance.

En dehors de ces engins colossaux, un grand nombre d'usines possèdent des marteaux du poids de 20 à 25 tonnes et même davantage, qui leur permettent de corroyer des blocs métalliques fort respectables.

Après avoir jeté ce coup d'œil sur les nouveaux moyens d'action de la métallurgie, nous passons à l'examen des pièces de forge qu'ils permettent de produire.

Comme ces pièces sont très variées, nous les répartirons pour ordre en plusieurs subdivisions et nous examinerons successivement :

Les canons,

Les plaques de blindages et les tôles,

Les rails,

Les fers profilés de grande dimension pour construction d'édifices et de navires,

Les grosses pièces de forge proprement dites, comprenant les grands arbres coudés des machines marines, les étraves, étambots de navires, etc.,

Les essieux coudés et droits de véhicules de chemins de fer et autres pièces du même genre,

Les bandages de roues,

Et enfin les centres de roues.

Nous nous occuperons d'abord des canons et organes de canons.

La Société du Creusot exposait, dans la classe 68, un tube en acier pour canon de gros calibre ayant les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur	$0^{m},750$
Longueur	$11^{m},000$
Poids	38,000 kilogr.

Des tubes pour canons de 240, de 155 et de 90 millimètres;

Des cassures de canons montrant la texture du métal qui était très homogène;

Une frette porte-tourillons en acier complètement finie, prête à être placée et destinée au canon Rosset de l'artillerie italienne. Les dimensions étaient les suivantes :

Diamètre extérieur	1m,800,2
Diamètre intérieur	1m,589,6
Poids	3,810 kilogr.

Des frettes en acier fondu pour canons de 240;

Des frettes en acier puddlé pour canons de même calibre.

L'usine emploie pour la fabrication des frettes-tourillons un procédé spécial qu'elle a fait breveter.

Les tubes et les corps de canons en acier exposés avaient été trempés à l'huile après forage, sauf le tube pour canon de gros calibre, dont le forage n'avait pas été commencé.

Des barreaux d'épreuve, découpés à froid dans un plan perpendiculaire aux génératrices à l'arrière et à l'avant de chaque pièce, avaient donné, à l'épreuve par traction, les résultats moyens suivants :

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	LIMITE d'élasticité par millimètre carré.	CHARGE de rupture par millimètre carré.	ALLONGEMENT sur 100 millimètres.
	kilogr.	kilogr.	
Tube pour canon de campagne	35,2	63,5	17,3
Tube pour canon de siège	34,7	62,3	17,1
Tube pour canon de place	30,0	62,0	20,5
Tube pour canon de gros calibre	22,0	53,5	21,5

Les barreaux d'épreuve avaient, sans doute, 200 millimètres carrés de section.

Les frettes en acier fondu exposées avaient été aussi trempées à l'huile; les barreaux essayés à la traction ont été découpés à froid dans des rondelles détachées au tour sur une des faces de la

Gr. V. — Cl. 43.

frette. Ces rondelles ont été sectionnées également au tour dans leur épaisseur annulaire, et les anneaux ainsi obtenus, redressés à froid avant le découpage des barreaux. Les résultats moyens ont été les suivants :

Limite d'élasticité	$37^k,9$
Charge de rupture	$62^k,7$
Allongement	18 p. o/o

Des résultats analogues ont été obtenus sur les frettes du canon Rosset de 100 tonnes fabriqué pour l'artillerie italienne.

La Compagnie des hauts fourneaux, forges et fonderies de la marine et des chemins de fer avait également exposé différents organes de canons, savoir :

Des séries de frettes cylindriques et à tourillons de tous calibres depuis 80 jusqu'à 420 millimètres, en acier puddlé et en acier fondu ;

Une série de blocs pour canons de divers calibres, résistant aux épreuves demandées par l'artillerie française, soit 54 kilogrammes par millimètre carré de résistance à la rupture et 14 p. o/o d'allongement.

La Compagnie a pu livrer, dans chacune des trois années précédant celle de l'Exposition, 800 à 1,000 pièces d'artillerie, soit à la France, soit aux gouvernements étrangers : ces pièces sont livrées soit à l'état de blocs forgés, tournés et forés, soit complètement finies, c'est-à-dire rayées et munies de la garniture de culasse.

Les plus gros corps de canons, qui aient été exécutés dans les usines de la Compagnie jusqu'à présent, sont ceux correspondant au calibre de 34 centimètres de l'artillerie de marine française. Les lingots mis en œuvre pesaient 40 tonnes ; l'un de ces lingots figurait dans l'exposition de la Compagnie ainsi qu'une cassure de ces mêmes lingots avant forgeage.

C'est dans les usines de la Compagnie qu'a pris naissance le système mécanique produisant la rotation des lingots sous le marteau, maintenant employé dans plusieurs usines et qui facilite beaucoup le forgeage des grosses pièces.

Autrefois la manœuvre de rotation qui est nécessaire pour présenter successivement chacune des faces du lingot à l'action du marteau, s'effectuait à la main pour les grosses pièces comme pour celles de faible poids; mais il fallait un très grand nombre d'hommes agissant sur des leviers et l'opération était très pénible.

Aujourd'hui, grâce à un mécanisme mis en mouvement par un moteur à vapeur placé sur la face arrière de la grue, la manœuvre est des plus aisées; il y a là une intéressante amélioration apportée au forgeage des grosses pièces.

La Compagnie exposait également un bloc pour canon en acier puddlé préparé par un procédé de fabrication nouveau qu'elle a proposé d'appliquer à la construction des corps de canon de gros calibre (70 tonnes et au-dessus). Voici, en substance, en quoi consiste ce nouveau procédé :

On prépare à l'extrémité d'un gouvernail de grosse forge un noyau en acier puddlé corroyé ou simplement en fer, puisque ce noyau est d'un diamètre assez réduit pour que le forage le fasse entièrement disparaître.

Ce noyau étant préparé, on le recouvre d'une série de bagues en acier puddlé formées par des barres enroulées. La section des barres est trapézoïdale, de manière qu'après enroulement elle devienne rectangulaire : les bouts sont amincis et se recouvrent sur une certaine longueur. Le noyau, ainsi recouvert de bagues, est mis au four et le tout est soudé au pilon au moyen d'un outillage spécial.

On obtient ainsi un nouveau noyau sur lequel on charge une deuxième série de bagues, en ayant soin de disposer les parties amincies et à recouvrement du côté diamétralement opposé à celui de la première série de bagues.

On soude de nouveau au pilon; puis on ajoute une troisième série de bagues et, ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait obtenu un bloc de volume suffisant pour en tirer, par le forgeage, le corps de canon que l'on veut obtenir.

Les expériences faites sur des rondelles prises dans le bloc exposé ont donné des limites d'élasticité comprises entre 20 et 25 kilogrammes et une résistance à la rupture de 40 kilogrammes.

Gr. V. — Cl. 43.

Ce système de construction présenterait, d'après l'exposant, plus de sécurité que l'acier fondu, puisqu'on serait certain d'éviter les tapures qui se rencontrent fréquemment dans les grands blocs d'acier fondu; d'un autre côté, le soudage de ces nombreuses mises d'acier puddlé est une opération fort délicate qu'on ne réussit pas à coup sûr, et alors même que les soudures intérieures seraient bien réussies, elles ne seront jamais assez parfaites pour supporter le contact des gaz de la poudre, et ce genre de canon devra nécessairement être tubé en acier de bout en bout. Nous ajouterons que le prix de revient de ce genre de fabrication paraît devoir être élevé.

La Compagnie des forges de Saint-Étienne fabrique des frettes en acier puddlé enroulé: l'enroulage est fait avec une seule barre d'acier puddlé de longueur suffisante. Pour les frettes à tourillons, les tourillons sont produits par des procédés de forgeage particuliers dans lesquels la pression ou le choc, résultant d'un martelage puissant, font écouler le métal vers les tourillons, de façon à assurer la continuité des fibres dans les plans normaux à l'axe des canons. On obtient ainsi une solidité dans les tourillons supérieure à celle obtenue par d'autres procédés consistant à souder un tourillon ou à former le tourillon par des mises rapportées.

La Compagnie livre en ce moment à l'artillerie de la marine française, des frettes à tourillons pour canons de 42 centimètres, pesant 4,500 kilogrammes environ: ces pièces sont forgées sous un marteau de 18 tonnes.

Elle a fourni aussi à l'arsenal de Turin des frettes en acier fondu pour canons de 32 centimètres; enfin, elle a livré à l'artillerie française 150 canons de 80 millimètres, tubes et frettes, ainsi qu'un grand nombre de tubes et de frettes isolés.

Dans la section anglaise, Sir Joseph Whitworth exposait des pièces de canon en acier fondu fabriquées par le procédé spécial qui lui est propre, et qui consiste, comme on sait, à forger au moyen de la presse hydraulique des lingots coulés sous pression.

Ce mode de forgeage, complété par la trempe à l'huile et le recuit, paraît de nature à développer au plus haut degré les qua-

lités résistantes du métal, qui déjà doit au moulage sous pression une homogénéité exceptionnelle : il n'y a donc pas de doute qu'un acier de bonne qualité, travaillé de cette manière, présente toutes les garanties qu'on peut désirer. Gr. V. — Cl. 43.

Plaques de blindage.

Pour mettre en évidence les progrès réalisés dans ces dernières années en matière de fabrication de plaques de blindage, il suffit de se reporter à l'Exposition de 1867.

Les plus fortes plaques alors exposées étaient des plaques en fer de 22 centimètres d'épaisseur, et à cette époque, on regardait cette épaisseur comme un maximum qu'on ne pouvait guère dépasser, tant au point de vue de la fabrication, qu'à celui de l'emploi dans les constructions navales.

Cependant la puissance des canons s'étant accrue progressivement, on a dû s'ingénier pour augmenter en proportion la résistance des blindages, et comme les plaques multiples superposées, soit au contact, soit avec intervalles, ont été reconnues inférieures en résistance ou d'une application impossible, il a fallu en venir à des plaques uniques d'épaisseurs croissantes.

C'est ainsi qu'on en est arrivé à porter l'épaisseur des plaques en fer à 40 et 45 centimètres, et même à 55 centimètres à la Spezzia.

D'autre part, la supériorité de résistance de l'acier sur le fer, et les facilités que les nouveaux procédés métallurgiques donnent pour obtenir par fusion de grosses masses métalliques, si difficiles à réaliser par les anciens procédés, ont conduit à fabriquer des plaques de blindages en acier dont les épaisseurs ont été jusqu'à 60 centimètres et même au delà, soit en acier martelé, soit même en acier coulé.

L'emploi de ces masses énormes, qui créait une telle surcharge pour les navires que la construction en devenait pour ainsi dire impossible, ne constituait cependant pas encore une protection suffisante contre les derniers progrès réalisés par l'artillerie : le fer était traversé; l'acier se brisait trop facilement et n'arrêtait plus

Gr. V. — Cl. 43.

les projectiles; c'est alors qu'est survenue l'idée de faire des plaques avec les deux métaux : *fer et acier réunis par soudage :* Le boulet devra se briser sur *l'acier* sans traverser; l'acier, quoique fragile et susceptible de se fendre, restera attaché au fer et continuera à le protéger; grâce à quoi, on a espéré pouvoir obtenir une résistance au moins égale avec des plaques ayant un quart ou un tiers en moins d'épaisseur totale.

C'est cette idée que nous verrons réalisée dans deux expositions anglaises.

Tels sont les faits saillants de l'Exposition de 1878 en matière de blindages.

Nous allons maintenant entrer dans l'examen détaillé des plaques de blindage qui figuraient à l'Exposition.

Nous trouvons en premier lieu, dans l'exposition du Creusot, une plaque en *métal Schneider* destinée au cuirassement d'une tourelle de navire, cintrée sur un rayon de $6^{m},80$.

Les dimensions étaient les suivantes : longueur $4^{m},20$, largeur $2^{m},60$, épaisseur 800 millimètres, poids 65,000 kilogrammes.

La Société du Creusot dit, à propos de ces blindages, qu'elle a la première provoqué l'abandon des plaques de fer pour les fortes épaisseurs, et la substitution à ces blindages de plaques résistant davantage à la perforation, tout en se brisant moins sous l'effort des gros canons.

Le métal constitutif de ces blindages auquel la Société du Creusot donne, un peu mystérieusement peut-être, le nom de *métal Schneider,* n'est autre, croyons-nous, que du métal fondu par le procédé Siemens-Martin, corroyé énergiquement sous le gros pilon de 80 tonnes de l'usine et modifié par la trempe à l'huile.

Quoi qu'il en soit, la Société du Creusot a parfaitement compris que des résultats d'épreuves par traction ne pouvaient être, en matière de blindages en métal fondu, considérés comme caractérisant la valeur des produits fabriqués; aussi n'a-t-elle pas fourni de résultats de cette espèce et s'est-elle bornée à donner une grande publicité aux résultats des épreuves de tir dont les plaques de blindage en question ont été l'objet à la Spezzia. Non seulement

la Société du Creusot a publié la relation détaillée de ces épreuves, mais elle a fait photographier les plaques dans l'état où le tir les avait mises, et l'on pouvait même voir dans l'exposition italienne des modèles relatifs à ces essais; c'était la meilleure manière de mettre toutes les personnes intéressées à ces questions à même de se rendre compte, en quelque sorte *de visu*, des résultats qu'on peut attendre de l'application de l'acier fondu à la fabrication des plaques de blindage.

Une autre grande usine française avait exposé des plaques de blindage, c'est celle de MM. Marrel frères, de Rive-de-Gier.

Ces industriels ont été très sobres de renseignements sur leur fabrication, et c'est à une simple énumération des produits qu'ils ont exposés que nous devons borner la mention qui les concerne.

Leur exhibition, installée dans l'annexe longeant l'École militaire, comprenait : une plaque de blindage en fer du poids de 16,246 kilogrammes, ayant 6^m,650 de longueur, 1^m,07 de largeur et 30 centimètres d'épaisseur; elle avait été fabriquée à un train de laminoir dont les cylindres ont 1^m,03 de diamètre et 3^m,30 de table;

Une plaque de blindage en fer laminé de 6^m,650 de longueur, 1 mètre de largeur et de 30 centimètres d'épaisseur, pesant 15,380 kilogrammes et portant la trace de cinq projectiles;

Enfin, une plaque de blindage en fer laminé pesant 38,022 kilogrammes et ayant 4^m,250 de longueur, 1^m,60 de largeur et 715 millimètres d'épaisseur; la grande difficulté consistait à laminer un tel paquet qui pesait brut 47,000 kilogrammes.

Cette plaque de blindage était la plus volumineuse de toutes celles en fer puddlé figurant à l'Exposition; malheureusement MM. Marrel n'ont fourni aucun renseignement sur son mode de fabrication, et, comme les champs étaient couverts de peinture, il était difficile de se rendre compte de l'habileté avec laquelle les difficultés d'exécution avaient été surmontées.

Quoi qu'il en soit, MM. Marrel frères sont réputés pour la qualité des plaques de diverses épaisseurs qu'ils ont livrées jusqu'ici à la marine française.

La Compagnie des hauts fourneaux, forges et fonderies de la

Gr. V. — Cl. 43.

marine et des chemins de fer, qui avait exposé également des plaques de blindage, fournissait, au contraire, des renseignements fort intéressants sur ses procédés de fabrication.

L'exposition comprenait :

1° Un blindage d'essai, à section trapézoïdale du premier lot du cuirassé français de premier rang *le Redoutable*, longueur 1m,416, largeur 1m,190, épaisseur en haut 354 millimètres, épaisseur en bas 238 millimètres, poids 3,950 kilogrammes;

2° Blindage d'essai du pont du vaisseau cuirassé français *l'Amiral Duperré*, longueur 6m,871, largeur 1m,670, épaisseur 59 millimètres, poids 5,297 kilogrammes;

3° Un blindage en fer à section trapézoïdale, longueur 4m,350, largeur 1m,574, épaisseurs : en haut 597 millimètres, en bas 357 millimètres, poids 25,365 kilogrammes;

4° Un blindage en acier : longueur 4m,206, largeur 1m,420, épaisseur 557 millimètres, poids 26,550 kilogrammes.

Ce dernier blindage était d'une fabrication toute spéciale, sur laquelle la Compagnie donne les renseignements suivants :

« On se préoccupe de la qualité du métal à employer pour les blindages; les expériences montrent que l'acier fondu se laisse moins pénétrer par le boulet et protège efficacement contre un premier coup; mais, s'il est dur, il est en même temps cassant, et il est rare qu'après le deuxième coup toute la plaque ne tombe pas en morceaux. Le fer fin se laisse pénétrer plus facilement et pourra être traversé par un boulet de gros calibre tiré normalement, mais il a l'avantage d'être moins cassant, et une plaque de fer peut recevoir plusieurs coups sans être complètement désorganisée.

« La plaque que nous présentons est en *acier fondu, corroyé et soudé.*

« L'assemblage formé de mises corroyées est moins cassant qu'un bloc provenant d'un seul lingot d'acier fondu forgé et ne doit pas tomber en morceaux après un ou deux coups de boulet; d'un autre côté, il doit avoir la même dureté que l'acier fondu et, par suite, résister aussi bien à la pénétration.

« La difficulté consistait à souder entre elles les barres d'acier doux qui composent chaque mise et les mises elles-mêmes qui composent le paquet final : la cassure de la plaque montre que cette difficulté a été bien résolue. » Gr. V. — Cl. 43.

Cet énergique corroyage est, en effet, de nature à donner une grande homogénéité au métal, et, si l'on peut réussir couramment la soudure de ces paquets, il paraît vraisemblable que de pareilles plaques résisteront bien au tir. Aucun essai par le tir n'en a d'ailleurs été fait jusqu'ici.

Une autre fabrication intéressante de la Compagnie des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer est celle des plaques trapézoïdales sur laquelle la Compagnie fournit des renseignements détaillés :

« La marine militaire française, voulant diminuer graduellement l'épaisseur de la cuirasse dans les parties protégées par l'eau, a demandé aux maîtres de forges des plaques dont l'épaisseur aille en diminuant à mesure que l'on descend au-dessous de la ligne de flottaison. C'est pour le navire *le Redoutable* que la question s'est posée pour la première fois : il s'agissait de livrer des plaques ayant 35 centimètres d'un côté et 22 centimètres de l'autre.

« On aurait pu enlever au rabot la matière nécessaire, mais cette méthode aurait eu deux inconvénients : 1° rendre l'opération longue et coûteuse par suite du déchet exagéré; 2° mettre à découvert, sur la surface rabotée, des lignes de mises et par conséquent compromettre la qualité.

« Un autre procédé consistait à laminer la plaque d'épaisseur égale et d'une largeur un peu inférieure à celle que l'on veut obtenir, puis à étirer au pilon la pièce suivant sa largeur, de manière à la ramener d'un côté à l'épaisseur *minima*.

« Cette méthode serait encore longue et coûteuse.

« Nous avons résolu la question d'une manière plus économique et plus rationnelle.

« Lorsqu'on veut laminer des plaques à section trapézoïdale entre des cylindres du profil voulu dont les axes sont parallèles, on rencontre la difficulté suivante : l'allongement de la matière en

Gr. V. — Cl. 43.

chaque point est évidemment proportionnel à la vitesse tangentielle des cylindres en ce point, c'est-à-dire aux rayons des cylindres. Il en résulte que la plaque se cintre dans son propre plan en passant entre les cylindres lamineurs; pour qu'elle ne se cintre pas, il faut que la quantité des molécules à allonger sur une tranche donnée soit proportionnelle à la vitesse de cette tranche, c'est-à-dire au rayon du cylindre. Or, la quantité de molécules comprises dans la section qui reçoit la pression du laminoir est proportionnelle à l'épaisseur; si donc on veut que l'allongement soit le même dans toutes les tranches longitudinales de la plaque, il faut que les rayons soient proportionnels aux épaisseurs, ce qu'on réalise facilement en inclinant l'un sur l'autre les axes des cylindres lamineurs au lieu de les tenir parallèles, et en donnant auxdits cylindres une forme conique convenable.

« Pour éviter les poussées obliques qui pourraient résulter de l'inclinaison des cylindres, les tourillons ont des formes spéciales et reposent sur des coussinets appropriés.

« Ce laminoir fonctionne couramment et dans d'excellentes conditions dans les usines de la Compagnie des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer. »

La Compagnie avait aussi exposé deux plaques essayées à Gavre pour la réception des fournitures de plaques de blindage faites à la marine militaire française.

L'essai fait sur ces plaques est le suivant :

Tirer dans le centre de la plaque cinq projectiles ogivaux de 45 kilogrammes, lancés à 10 mètres de distance par le canon de 16 centimètres avec une vitesse variable selon la nature de la plaque : quatre coups sont au sommet d'un carré de 25 centimètres de côté, et le cinquième est au centre.

Pour la première plaque exposée, qui avait 35 centimètres d'épaisseur et était destinée à l'armement du *Redoutable*, la vitesse du projectile était de 478 mètres par seconde. Elle était de 148 mètres seulement pour la deuxième plaque, destinée au cuirassement du pont de *l'Amiral Duperré*. Les dimensions de cette dernière plaque étaient $6^m,871 \times 1^m,670 \times 0^m,059$.

La section anglaise offrait plusieurs exhibitions de plaques de blindage.

Sir Joseph Whitworth a fait soumettre dernièrement à des expériences de tir une plaque de blindage fabriquée d'après un procédé nouveau. Cette plaque était formée de plusieurs alvéoles hexagonales d'acier fondu composées chacune d'une série d'anneaux concentriques entourant un disque central. Le but de cette disposition était de remédier à la fragilité que présente l'acier fondu : les fissures produites par le choc du projectile, ne pouvant se propager d'un anneau au voisin, se trouvent ainsi localisées.

Il paraît que cette plaque, qui n'avait que 228 millimètres d'épaisseur, n'a pu être que légèrement entamée par un boulet qui aurait traversé une plaque de fer de 304 millimètres. Nous n'avons pas appris que la marine anglaise ait donné aucune suite à cet essai.

MM. Cammel et Cie, de Sheffield, exposaient plusieurs échantillons de blindages :

1° Un morceau de plaque de blindage composée d'une mise d'acier de 127 millimètres d'épaisseur et d'une mise de fer puddlé de 101 millimètres d'épaisseur parfaitement soudées entre elles.

Cette plaque avait été obtenue, paraît-il, en fondant l'acier dans un four sur la sole duquel on avait placé la mise de fer puddlé. L'acier fondu recouvrant le fer puddlé empêchait ce dernier de se fondre; lorsque l'acier a été convenablement étendu, on a laissé refroidir, puis on a laminé.

Cette plaque de blindage a subi l'épreuve d'un coup de canon de 177 millimètres de diamètre, avec charge de poudre de $13^{kil},600$ et placé à la distance de $21^{m},35$: le projectile a pénétré dans l'acier sur une profondeur de 77 millimètres, et une fente s'est produite depuis le bord du trou fait par le boulet jusqu'à l'arête de la plaque la plus voisine.

2° Un morceau de plaque de blindage *en fer*, de même épaisseur que la précédente (228 millimètres), qui avait été éprouvée dans des conditions identiques : le boulet avait presque entièrement percé la plaque; il y avait eu pénétration de 17 centimètres environ.

Gr. V. — Cl. 43.

Une autre plaque semblable, éprouvée dans les mêmes conditions, avait été entièrement perforée : le boulet était resté dans le trou et ressortait par derrière sur 150 millimètres environ de longueur.

Ces expériences semblent donc démontrer que les plaques en fer sont moins avantageuses que les plaques, partie fer, partie acier.

MM. John Brown et Cie, de Sheffield, fabriquent des plaques de blindage tout à fait analogues à celles de MM. Cammel et Cie.

L'exposition de ces industriels comprenait :

1° Un bout d'une plaque de blindage en fer de 61 centimètres d'épaisseur;

2° Un morceau de plaque de blindage en fer de 56 centimètres d'épaisseur, cassé à froid à la presse hydraulique : la cassure de cet échantillon était très belle; la partie comprimée était à grains, le reste à nerfs;

3° Un morceau d'une plaque de blindage en fer, essayée avec un canon de 178 millimètres, $11^{kil},800$ de poudre et un boulet Palliser accusant une pénétration de 203 millimètres : le fer avait été refoulé à l'extérieur et se présentait sur une partie du pourtour du trou en larges bavures déchirées; en dehors du trou, il n'y avait aucune trace de dégradation; le fer avait été labouré au point de frappe seulement, sans fissures sur les côtés;

4° Un morceau d'une plaque de blindage système mixte, composée d'une mise d'acier de 114 millimètres d'épaisseur recouvrant une mise de fer puddlé également de 114 millimètres d'épaisseur, à laquelle elle était bien soudée.

Cette plaque mixte avait été éprouvée avec un canon de 178 millimètres de diamètre, $13^{kil},600$ de poudre et un boulet Palliser : il y avait eu pénétration de 110 millimètres, tandis que, dans la plaque de fer ci-dessus, la pénétration avait été, comme nous l'avons vu, de 203 millimètres.

Les plaques mixtes se fabriquent, à l'usine de MM. Brown, par le procédé Ellis, qui consiste à couler de l'acier fondu sur une plaque de fer puddlé portée à une température convenable et dont on a

garni les bords de languettes en fer pour retenir le métal liquide; le soudage, paraît-il, se fait très bien, et il ne reste plus qu'à laminer le bloc ainsi produit.

D'après des expériences faites à Portsmouth en 1878, l'acier doux serait meilleur pour le recouvrement que l'acier dur. Avec le premier, la plaque de recouvrement a été brisée : le projectile a été cassé en fragments, mais la plaque en fer sous-jacente a résisté. Avec l'acier dur, au contraire, la plaque a été fendue de part en part : le fer, aussi bien que l'acier et le boulet, a été réduit en morceaux.

D'autres essais, cependant, n'ont pas donné des résultats aussi favorables que ceux que nous venons d'indiquer : une plaque de 229 millimètres d'épaisseur totale a été traversée à peu près totalement par le premier coup de canon; un deuxième coup l'a pour ainsi dire détruite.

MM. John Brown et Cie font des plaques de blindage en fer de très fortes dimensions, par exemple des plaques de $4^m,90$ de long sur 3 mètres de large et 13 centimètres d'épaisseur : pour arriver à ces dimensions, il a fallu fabriquer une plaque brute de $5^m,61 \times 4^m,12 \times 0^m,13$, que l'on a rognée ensuite à dimensions; le paquet pesait environ 25 tonnes.

Une plaque aussi large présente de grandes difficultés de fabrication : le chauffage particulièrement est difficile à conduire, car le paquet ayant besoin d'être réchauffé plusieurs fois, il est très important que l'atmosphère du four soit réductive afin que le métal ne soit pas dénaturé.

Tous ces détails de fabrication sont parfaitement soignés dans les usines de MM. John Brown et Cie, dont les produits jouissent d'une légitime réputation.

Avant de quitter ce sujet, il nous sera permis de rappeler que l'idée première de fabriquer des pièces avec deux métaux superposés par fusion, idée que MM. Cammel et Brown ont appliquée aux blindages, appartient à un Français, feu M. Verdié, de Firminy, qui fabriquait, il y a bien des années déjà, des bandages de chemins de fer en métal mixte dans lesquels l'extérieur était en acier, afin de résister à l'usure, et l'intérieur en fer, afin d'obvier

Gr. V. — Cl. 43.

à la fragilité de l'acier : nous avons vu précédemment que ce genre de fabrication s'était conservé à l'usine de Firminy, appliqué, il est vrai, à d'autres objets.

Tôles.

Depuis l'Exposition de 1867, la fabrication des tôles n'a pas fait de progrès bien notables. Le seul point saillant est que les tôles de grandes dimensions, soit comme surfaces, soit surtout comme largeurs, qui en 1867 étaient considérées comme des produits exceptionnels, sont devenues maintenant des produits courants qu'on fabrique dans un grand nombre d'usines.

On applique beaucoup aujourd'hui à la fabrication des tôles les produits ferreux fondus obtenus soit par le procédé Bessemer, soit par le procédé Martin; cependant ces nouvelles tôles n'ont pas encore détrôné complètement les tôles de fer soudé à cause des préventions que la fragilité des métaux fondus inspire encore à beaucoup de consommateurs.

Le Comptoir des forges suédois (*Iernkontor*), dont la belle exposition collective a été si remarquée, a voulu élucider cette question qui préoccupe tant d'esprits, et il a fait exécuter une belle série d'expériences comparatives sur des tôles de fer et des tôles de métal fondu, en vue de comparer à la fois leurs propriétés résistantes à l'état statique et leur fragilité sous les chocs : nous allons rendre un compte sommaire de ces intéressantes expériences d'après la brochure que le Comptoir des forges a publiée à l'occasion de l'Exposition.

Les essais, exécutés par une commission spéciale nommée par le *Iernkontor,* ont porté sur des métaux fondus de l'espèce la plus douce, tenant au plus 0,3 de carbone, et sur des tôles de fer Lancashire (affiné) et de fer puddlé.

Afin de constater si un forgeage plus ou moins grand du métal Bessemer exerce une influence quelconque sur la résistance de la tôle, on tira de la même charge d'un convertisseur Bessemer deux lingots, l'un de 297 millimètres carrés de section, l'autre de 445×185 millimètres. Le premier fut martelé sous un martinet à vapeur du poids de 8,590 kilogrammes aux dimensions de

445×185 millimètres, c'est-à-dire à celles du second lingot; après quoi, tous les deux furent laminés de la même manière en tôles de 9 millimètres d'épaisseur. Gr. V. — Cl. 43.

L'expérience prouva que, pour ces tôles de 9 millimètres au moins, les deux modes de forgeage ne donnaient pas des résultats sensiblement différents; nous nous contenterons donc de rapporter les résultats de l'une de ces deux séries d'épreuves : il est fort possible, d'ailleurs, que, pour des tôles plus épaisses provenant de lingots de même dimension, cette conclusion ne soit pas exacte.

Les tôles destinées à subir les essais au mouton furent découpées en disques d'environ 1 mètre de diamètre, et fixées à un cadre solide en fer, au moyen de 36 boulons, également en fer, disposés en quinconce sur deux rangs circulaires; tous les trous des boulons furent forés, afin d'éviter l'altération de la texture du métal fondu. Le boulet du mouton pesait 872 kilogrammes; il formait à son extrémité inférieure un cylindre du diamètre de 253 millimètres à panne arrondie en sphère. Le diamètre intérieur du cadre auquel était fixée la tôle comportait 537 millimètres. Le rapport entre le diamètre du boulet et la partie de la tôle accessible à la dépression était donc à peu près : : 10 : 21.

Les essais consistaient à laisser tomber le mouton sur la tôle d'une hauteur variable selon la nature du métal, et à répéter ces coups de mouton jusqu'à ce que la tôle fût détériorée.

Dans le but de faciliter la comparaison entre la résistance des tôles appartenant au même groupe, il était, en premier lieu, nécessaire de déterminer la hauteur de chute convenable pour chaque groupe, de manière à obtenir, pour toute la série, un nombre suffisamment égal de coups, avant la rupture des tôles. La différence était si grande, à cet égard, entre les tôles produites d'après les procédés divers que, si la hauteur de chute convenable aux tôles Bessemer et Martin avait été appliquée aux tôles puddlées, ces dernières se seraient rompues au premier coup, ce qui aurait nécessairement empêché toute comparaison entre leurs résistances au choc. Les hauteurs de chute furent fixées, en conséquence, à $1^{m},50$ pour les tôles de métal soudé, contre $4^{m},50$ pour celles de métal fondu.

Gr. V. — Cl. 43.

Voici les résultats obtenus pour des tôles de diverses natures et de différentes provenances :

NATURE DES TÔLES.	HAUTEUR DE CHUTE du mouton.	NOMBRE DE COUPS ayant amené la rupture.	MOYENNE DES FLÈCHES maxima.
			millimètres.
Tôles de métal fondu suédois Bessemer ou Martin.	4m,50	5 à 9	150 à 160
Tôle Lancashire suédois	1 ,50	7 à 11	134
Tôle puddlée suédoise.	1 ,50	4 à 6	104
Tôle anglaise «Best Yorkshire».	1 ,50	3	68
Tôle anglaise Straffordshire BB.	1 ,00	1	Tôle brisée.
Métal fondu suédois Bessemer ou Martin.	1 ,50	25	150 à 160
	9 ,00	3	150 à 160
Tôle de métal fondu de Terre-Noire.	4 ,50	5	145

Les coups de mouton cessaient dès que les tôles montraient le moindre indice de fissure.

Le mode de rupture présentait de grandes différences suivant le degré d'amincissement de la tôle, avant le coup qui produisait la rupture plus ou moins complète. Si cet amincissement était tel qu'il ne fallait plus qu'un faible effort pour briser la tôle, le boulet la pénétrait de part en part et y produisait de graves dégâts. Si, au contraire, la tôle avait encore une épaisseur et une force de résistance suffisantes, il ne formait qu'une fissure tantôt plus grande, tantôt plus petite, et parfois seulement un faible indice de criqûre. Par suite de la faible hauteur de chute employée pour les tôles de fer soudé, elles ne se brisaient d'ordinaire qu'avec des fissures plus ou moins considérables. Quant aux tôles puddlées, il arrivait, dans les expériences faites avec une hauteur de chute plus considérable, qu'elles se rompaient au premier coup et que le boulet passait totalement au travers, comme cela se présente aussi pour diverses tôles de métal fondu.

Il est donc impossible de déduire du mode de rupture des tôles leur résistance plus ou moins grande au choc. Si le choc est assez

fort non seulement pour briser la tôle, mais aussi pour la pénétrer, elle sera toujours gravement endommagée, de quelque matière qu'elle soit composée. Gr. V. — Cl. 43.

Quoi qu'il en soit, si, indépendamment du mode de rupture, on mesure la résistance des tôles au choc, par le nombre de coups de mouton tombant de $1^{m},30$ de hauteur, qui amènent la première détérioration du métal, on voit que la résistance au choc du métal fondu Bessemer ou Martin serait représentée par 25, tandis que celle du métal soudé ne s'élève pas au delà de 10 pour le métal Lancashire, 5 pour le métal puddlé suédois et 3 seulement pour le métal puddlé anglais de la meilleure provenance.

En ce qui concerne la résistance comparée des métaux fondus Bessemer et Martin, ces deux variétés ne paraissent pas présenter entre elles de différences bien sensibles.

Peut-être la tôle Martin s'est-elle montrée un peu plus douce que la tôle Bessemer de la même teneur en carbone.

Ainsi, à s'en rapporter aux résultats des expériences que nous venons de relater, il serait chimérique d'attribuer aux tôles d'acier plus de fragilité qu'aux tôles de fer; mais il est bien important de remarquer que les expériences relatives au métal fondu ont porté sur des tôles de fabrication suédoise, c'est-à-dire constituées par un métal remarquablement pur, exempt de métalloïdes autres que le carbone.

Or, nous relevons, dans la brochure du *Iernkontor,* le passage suivant :

« Nous ne pouvons nous empêcher de mentionner la façon dont se comportèrent les tôles Yorkshire. Les deux tôles étaient à peu près susceptibles du même allongement 9,5 p. o/o; mais tandis que, pour la première, la résistance à la traction était de 36 kilogrammes par millimètre carré en long, et de $35^{kil},900$ par millimètre carré en travers, elle était, pour la seconde, de $38^{kil},300$ par millimètre carré en long, et de $36^{kil},300$ par millimètre carré en travers; aussi la deuxième tôle soutint-elle mieux le ployage que la première. D'un autre côté, la première subit, avant de se briser, trois chocs d'un mouton pesant 872 kilogrammes avec une hauteur

Gr. V. — Cl. 43.

de chute de 1m,50, tandis que la seconde se brisa au premier choc sous la même hauteur.

« Ce fait démontre l'impossibilité de juger avec pleine certitude la force de résistance de la tôle contre les chocs ou les coups, en se fondant uniquement sur les épreuves de traction ou de ployage et sans prendre aussi la constitution chimique en considération.

« La première tôle tenait 0,094 p. 0/0 de phosphore, tandis que la seconde en tenait 0,125 p. 0/0.

« La plus grande force de résistance aux épreuves de choc des tôles de fer puddlé suédois est probablement due à leur faible teneur en phosphore.

« En nous appuyant sur les faits qui viennent d'être exposés et en prenant spécialement en considération les expériences au choc comme étant au nombre des plus importantes pour l'appréciation de la tôle de navires, nous considérons que les prescriptions relatives à la force des matériaux ne doivent pas se baser seulement sur les épreuves à la traction; il faudrait y ajouter aussi la plus grande teneur tolérée en phosphore dans la tôle, cette teneur étant sans aucun doute d'une importance essentielle. La fixation de ce dernier chiffre exigerait nécessairement une grande quantité d'essais sur le métal fondu à teneurs différentes de phosphore, essais que nous n'avons pas été à même de faire. Selon nous, cependant, il est impossible de parvenir à des résultats complets sans des épreuves au choc. »

Nous croyons qu'il faut retenir la conclusion que nous venons de rapporter, et nous formulerons de la manière suivante les enseignements qu'on peut, suivant nous, en tirer :

Les éléments de la résistance statique suffisent peut-être pour caractériser la qualité des tôles en métal fondu provenant de minerais très purs; mais toutes les fois que le métal pourrait contenir des métalloïdes autres que le carbone (le silicium et autres métalloïdes jouant très problablement le même rôle que le phosphore), il est prudent de ne pas se borner à des expériences de résistance statique : il faut les compléter par des épreuves au choc.

Quoi qu'il en soit, l'emploi des tôles en métal fondu a pris dans ces dernières années une grande extension : la marine militaire

française, la première, les a appliquées à la construction des coques de grands navires : nombre de chaudières de locomotives et autres ont été exécutées avec ces tôles, et, en particulier, dans l'exposition du Creusot, on remarquait une chaudière de locomotive entièrement construite en métal fondu, tôles de foyer et d'enveloppe, tubes, entretoises et rivets.

Des essais par traction, exécutés sur des bandes détachées dans les feuilles brutes de tôles ou dans des ronds laminés pour entretoises et rivets, ont donné les résultats suivants :

DÉSIGNATION DES OBJETS.	LIMITE d'élasticité par millimètre carré.	CHARGE de rupture par millimètre carré.	ALLONGEMENT sur 100 millimètres.
	kilogr.	kilogr.	
Tôles (corps cylindrique et foyer).....	25,3	40,5	32,0
Métal des tubes avant étirage.....	27,2	42,3	31,0
Entretoises.....	24,8	37,3	33,5
Rivets.....	22,0	40,0	28,0

Les tubes sans soudure ont été fabriqués chez MM. J.-J. Laveissière et fils avec des tôles fortes en acier du Creusot par les moyens en usage pour le cuivre rouge.

Les entretoises ont été rivées à froid.

Enfin, les rivets obtenus par une fabrication spéciale n'ont exigé pour la mise en place aucune précaution particulière : on peut les chauffer comme les rivets en fer et les poser avec le même outillage.

D'après de nombreuses expériences, ces rivets résistent en moyenne à 33 kilogrammes par millimètre carré au cisaillement, tandis que la résistance de bons rivets en fer n'atteint en moyenne que 28 kilogrammes.

Reste à savoir si, en service, ces tôles en métal fondu résisteront à la corrosion aussi bien que les tôles en fer fin, et spécialement si les foyers en acier se comportent aussi bien au feu que les foyers en cuivre rouge employés généralement : c'est ce que l'expérience seule pourrait décider.

Gr. V. — Cl. 43.

Il ne nous reste plus, pour épuiser le sujet qui nous occupe, qu'à énumérer les tôles les plus remarquables exhibées dans les galeries de la classe 43.

La Société du Creusot présentait des tôles rectangulaires de $17^m \times 1^m,01 \times 0^m,01$ et de $4^m \times 2^m,21 \times 0^m,01$ et une tôle circulaire de $2^m,315$ de diamètre sur $0^m,22$ d'épaisseur.

La Compagnie des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer : 2 tôles d'acier fondu, qualité marine, l'une de $5^m,460 \times 1,200 \times 0^m,030$ pesant 1,550 kilogrammes, l'autre de $4^m,300 \times 2^m \times 0^m,012$ pesant 880 kilogrammes, et, en outre, un bel assortiment de tôles d'acier fondu de diverses qualités.

La Compagnie des forges de Saint-Étienne, qui peut produire annuellement plus de 10,000 tonnes de tôles, fabrique des tôles de fer de $5^m,200 \times 2^m,300 \times 0^m,0135$ de la qualité dite *fines au bois*. Si l'espace ne lui avait manqué, elle aurait pu exposer une tôle de 20 mètres de longueur sur $2^m,100$ de largeur, soit 42 mètres carrés de surface. Cette Compagnie est, croyons-nous, celle qui, en France, peut fabriquer les tôles des plus fortes dimensions.

La Compagnie de Terre-Noire vient de construire un laminoir qui lui permettra de fabriquer des tôles ayant jusqu'à $2^m,500$ de largeur : ce laminoir ne marchait pas encore au moment de l'Exposition.

La Société des forges de Denain et Anzin exposait des tôles de fer de $9^m,500 \times 1^m,460 \times 0^m,011$ et de $8^m,700 \times 2^m \times 0^m,011$ d'une belle exécution et une tôle d'acier de $6^m,900 \times 1^m,620 \times 0^m,012$ d'un fini remarquable.

MM. Boutmy et Cie, de Messempré-Carignan (Ardennes), présentaient un bel assortiment de tôles fortes, moyennes et fines ayant jusqu'à $1^m,20$ de largeur sur 3 mètres de longueur. La fabrication de ces tôles offre cette particularité, que la plupart, notamment les tôles fines, proviennent de paquets de fer brut. Leurs surfaces étaient néanmoins très propres et de belle apparence.

Dans l'Exposition de MM. Dupont et Fould, de Pompey (Meurthe-et-Moselle), on remarquait une tôle de $19^m,150$ de longueur, $1^m,120$ de largeur et $0^m,006$ d'épaisseur, et un large plat fabri-

qué au train universel, ayant 40 mètres de longueur, $0^m,500$ de largeur et $0^m,0085$ d'épaisseur. Gr. V. — Cl. 43.

Enfin nous devons mentionner les tôles fines au bois de la Société d'Audincourt, qui jouissent en France d'une réputation méritée.

Ces tôles sont toutes soudées au marteau-pilon; les paquets de fer au bois reçoivent des chaudes successives dans des fours à souder et sont convertis, toujours au marteau-pilon, en un lopin rectangulaire de 10 à 15 centimètres d'épaisseur et enfin laminés en long et en large. Ce procédé permet d'obtenir des tôles parfaitement soudées dans lesquelles la résistance à la traction, dans le sens du laminage, diffère très peu de celle dans le sens perpendiculaire.

La longue durée de ces tôles en service, sans altération, est de notoriété publique.

Des expériences faites à bien des reprises sur des tôles d'Audincourt ont démontré que la résistance moyenne à la traction est de 42 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement variable entre 16 et 32 p. o/o.

Dans la section anglaise, nous avons à citer d'abord :

Les tôles d'acier de la *Landore-Siemens steel Company,* à Landore, près de Swansea. Cette Compagnie avait exposé une tôle de $6^m,01 \times 1^m,50 \times 0^m,007$ d'une belle facture et des fers plats de $0^m,015$ à $0^m,180$ de largeur, tordus, pliés en tous sens, sans déceler la moindre altération.

La *West-Cumberland iron and steel Company,* à Workington (Cumberland), exposait une tôle d'acier de 4 millimètres d'épaisseur, qui avait subi sans altération un fort emboutissage, ainsi qu'une tôle en acier Bessemer, de la qualité dite *à chaudières,* que l'on avait déchirée au centre par l'explosion d'une cartouche de dynamite. L'ouverture pratiquée dans cette tôle était à peu près circulaire; les bords étaient relevés à angle droit, et il n'y avait pas de fissures rayonnant dans la tôle : le métal était évidemment très ductile.

Nous citerons aussi le comte Granville (Staffordshire), qui fabrique des tôles à chaudières d'une qualité renommée; les tôles

Gr. V. — Cl. 43.

au coke donnent 16,7 p. o/o d'allongement en moyenne, et les tôles fines au bois, 18 p. o/o ;

La *Sneds hill iron Company,* du Shropshire, dont les tôles pour chaudières à vapeur ont une grande réputation;

La *Leeds forge Company* (Yorkshire), qui fabrique 100 tonnes de tôles par semaine et avait une belle collection de tôles de fer dites *de Yorkshire* pour chaudières. On remarquait également, dans l'exposition de cette Compagnie, des viroles en tôle cannelées pour chaudières de l'invention de son directeur, M. Samson Fox.

On ondule ces tôles au moyen de deux cylindres cannelés, après les avoir soudées en viroles au marteau-pilon.

L'inventeur attribue aux viroles de ce système de nombreuses vertus : elles ont une plus grande résistance à l'aplatissement, ce qui permet de les employer avantageusement comme foyers intérieurs de chaudières; elles augmentent la surface de chauffe, rendent la circulation plus active, ont une élasticité plus grande et, par conséquent, ne sont pas affectées par les effets de dilatation et de contraction.

L'expérience prononcera sur la valeur réelle de ces diverses qualités.

Nous mentionnerons encore les tôles de fer de la qualité « Best-Best » pour chaudières à vapeur exposées par la *Shelton Bar iron Company,* dont les conditions de résistance sont les suivantes :

Résistance à la traction par millimètre carré	$38^k,8$
Réduction de section	18, 3 p. o/o
Allongement à la rupture	16, 7 p. o/o

Les tôles essayées avaient 18 millimètres d'épaisseur; l'allongement a été mesuré sur une longueur de 305 millimètres.

Si cette usine est en état de réaliser couramment de pareils résultats d'épreuves, ses tôles doivent être classées parmi les plus remarquables au point de vue de la qualité.

Dans la section belge, nous avons à citer plusieurs fabricants de tôles.

En première ligne, nous devons appeler l'attention sur l'assortiment de fonds de chaudières emboutis en une chaude à la

grande presse, exposé par la Société J. Cockerill, de Seraing. On sait que, pour ébaucher un fond de chaudière au feu de forge et au marteau, il faut faire passer les tôles à travailler; cinq ou six fois au four dormant : l'étirage des rebords exige en outre un nombre considérable de réchauffages au feu de forge et le travail au maillet et au marteau de chaque partie successivement chauffée, le reste demeurant froid relativement. Ces conditions de travail ne sont évidemment pas favorables à la tôle; aussi considérons-nous l'emboutissage à la presse comme un excellent procédé de production des tôles embouties de chaudières.

Nous mentionnerons encore la Société de la fabrique de fer de Charleroi à Marchienne-au-Pont, qui avait une belle exposition de tôles et de larges plats et un longeron de locomotive, système État-Belge, de $10^m,600 \times 0^m,930 \times 0^m,025$, d'une bonne facture, et la Société de la fabrique de fer d'Ougrée, près de Liège, qui produit de bonnes tôles-extra pour lesquelles elle garantit une résistance à la traction de 36 kilogrammes en long, 31 kilogrammes en travers, avec des allongements respectifs de 18 et 10 p. o/o.

Il nous resterait à parler des tôles minces, tôles émaillées, fers blancs, etc.; mais nous estimons qu'il est plus rationnel de reporter l'examen de ces produits à la partie de ce rapport dans laquelle on traitera de la ferblanterie et de la chaudronnerie.

Tubes en fer.

Nous rapprocherons des tôles les tubes en fer, dont elles sont la matière première.

On sait que la fabrication des tubes en fer a pris naissance en Angleterre, au commencement de ce siècle, dans les ateliers de James Russell.

Cette intéressante industrie fut importée en France par MM. Mignon et Rouart, qui, associés à M. Delinières, fondèrent en 1865 une usine à Montluçon (Allier).

Cette usine fabrique deux sortes de tubes en fer : les uns, soudés par rapprochement à la filière, sont destinés aux conduites sans pression ou à très basse pression, aux travaux de serrurerie et, en général, à toutes les applications où ils ne sont pas appelés

Gr. V. — Cl. 43.

à supporter de grands efforts de dilatation, de choc ou de torsion; les autres, soudés à recouvrement ou à joints croisés au moyen du laminoir, sont destinés aux tuyauteries pour hautes pressions, ou aux travaux où une grande résistance est nécessaire.

Les tuyaux de toutes espèces ont généralement une section circulaire; mais ils peuvent cependant affecter une forme quelconque : par exemple, les collecteurs des générateurs Belleville sont carrés, les chaufferettes des chemins de fer sont ovales, etc.

Outre les tubes, l'usine de Montluçon fabrique tous les accessoires que comporte leur emploi, brides plates et à emboîtements, tubulures, manchons, écrous, raccords de toutes espèces : elle fabrique aussi des serpentins en tous genres pour chauffage et distillation.

L'exhibition de MM. Mignon, Rouart et Delinières présentait une très belle série de tubes de toutes sortes dont l'ensemble, fort ingénieusement agencé, ne manquait pas de frapper l'attention des visiteurs de la classe 43.

Dans la section anglaise, la maison John Russel et Cie (fabriques *Alma Tube works,* Walsall et *The old patent tube works,* Wednesbury), avait exposé une très belle collection de tubes en fer de diverses espèces avec leurs accessoires et aussi des tubes en acier.

Parmi les articles les plus remarquables de cette exhibition, nous signalerons :

Une ancre de navire entièrement exécutée avec des tuyaux et raccords et qui, par conséquent, était très légère, malgré ses fortes dimensions.

Les exposants pensent qu'une pareille ancre serait d'un bon usage, puisqu'elle joint une grande résistance à une grande légèreté : c'est une question dont la solution eût été du ressort du jury de la classe 67.

Signalons aussi des échantillons de tuyaux cintrés dont les deux bouts se rejoignaient, épreuve qui démontrait l'excellente qualité du métal.

Nous terminerons ce qui concerne les tubes, en mentionnant, dans la section russe, l'exposition des tubes en fer de MM. Chaudoir et Cie, qui ont établi à Saint-Pétersbourg une fabrique de

tubes en fer pour lesquels ils emploient principalement des tôles de provenance belge. Gr. V. — Cl. 43.

On remarquait, dans l'exhibition de ces industriels, des tubes en fer raboutés en cuivre rouge, dans lesquels la *brasure* de la partie en fer avec la partie en cuivre était exécutée dans des conditions de solidité toutes particulières.

Rails.

La fabrication des rails n'a pas subi de modification bien importante depuis 1867; on s'est surtout attaché à améliorer certains détails, de manière à abaisser les prix de revient. C'est ainsi que l'augmentation de la puissance de l'outillage, marteaux et laminoirs, a permis de traiter des lingots plus volumineux que par le passé, et, par suite, de faire des rails par double et triple longueur, ce qui économise sur les rognures et déchets; en même temps, on a réduit les réchauffages au strict nécessaire : dans beaucoup de forges même, on travaille les lingots chauds à leur sortie des lingotières du Bessemer ou du four Siemens-Martin.

L'emploi des métaux fondus pour la fabrication des rails a pris une grande extension dans ces dernières années. Tant que l'écart de prix entre les rails en fer et ceux en acier a été tant soit peu considérable, il pouvait y avoir intérêt à employer ces derniers sur certaines lignes à faible trafic; mais depuis la baisse considérable qu'ils ont subie, les rails en métal fondu sont certainement appelés à être employés exclusivement en toute circonstance.

Il paraît, en effet, établi que les rails en acier ont une durée bien supérieure à celle des rails en fer.

Sur ce sujet, nous empruntons à M. J. Lowthian Bell, l'éminent vice-président du jury de la classe 43, les intéressants renseignements qui suivent :

La Compagnie anglaise des chemins de fer du North-Eastern, qui dessert le district du Cleveland, si riche en minerais phosphoreux qu'on n'avait pu, jusque dans ces derniers temps, utiliser pour la fabrication de l'acier, avait grand intérêt à continuer l'emploi des rails en fer, qui lui reviennent à très bas prix. Aussi les expériences minutieuses auxquelles cette Compagnie a soumis les rails

Gr. V. — Cl. 43.

en fer comparativement aux rails en métal fondu doivent-elles être considérées comme tout à fait probantes, lorsqu'elles concluent à la supériorité de résistance à l'usure, des rails en métal fondu. Avant d'en arriver à cette conclusion, la *North-Eastern Company* a épuisé tous les expédients; le laminage direct en rails des loupes provenant du puddlage mécanique au four Danks supprime tout misage dans les paquets pour rails, et l'on pouvait espérer que ce procédé prémunirait contre les exfoliations qui font périr les rails en fer; en durcissant la surface de roulement du rail par le procédé de cémentation connu sous le nom de *procédé Doods,* il semblait qu'on en augmenterait la durée : on eut beau s'ingénier, la *North-Eastern Company* fut irrésistiblement amenée à conclure que, sous tous les rapports, et surtout au point de vue de la durée, le rail en métal fondu est bien supérieur au rail en fer.

L'Exposition contenait un grand nombre d'échantillons de rails dont la plupart se faisaient remarquer surtout par leurs grandes longueurs : la Société Cockerill, de Seraing (section belge), exposait un rail de 55 mètres de longueur, fabriqué au laminoir du système dit *réversible à action directe.*

Nous citerons également, dans la section belge, l'exhibition de MM. Blondiaux et Cie, de Thy-le-Château, qui renfermait un bel assortiment de rails en fer, de rails en acier et de rails avec bourrelets en acier soudé sur patin en fer. L'usine de Thy-le-Château peut produire annuellement de 40,000 à 50,000 tonnes de rails et accessoires.

Dans la section anglaise, on remarquait un rail en acier de 43 mètres de longueur, laminé en une seule chaude directement du lingot sans réchauffage, en trois minutes un quart, dans les usines de MM. Cammel et Cie. Ce rail était replié plusieurs fois sur lui-même sans aucune altération apparente.

MM. Brown, Bayley et Dixon de Sheffield exhibaient aussi un rail en acier Bessemer de 40 mètres de longueur, plié plusieurs fois. Ce rail avait été laminé d'une seule chaude d'abord dans un trio, puis dans un laminoir réversible.

La plupart des grandes usines françaises étaient représentées à

l'Exposition par de beaux spécimens de rails de divers types, pour la plupart en acier. Gr. V. — Cl. 43.

Les progrès réalisés en France, dans cette fabrication au cours de ces dernières années, portent surtout sur la quantité de la production et sur la qualité des produits.

Ainsi, en 1878, 235,000 tonnes de rails ont été livrées aux diverses compagnies de chemins de fer français, dont 196,000 tonnes de rails en acier et 39,000 tonnes seulement de rails en fer.

En même temps, la qualité du métal est devenue plus uniforme, tant au point de vue de la résistance qu'à celui de la dureté.

Dans la section d'Autriche-Hongrie nous avons à signaler un rail de 53 mètres de longueur obtenu *au trio* et exposé, à titre de spécimen, par la Société des chemins de fer de l'État.

Cette Société fournit, sur la fabrication des rails dans son usine d'Anina, d'intéressants renseignements, que nous résumerons comme il suit :

Pour les rails en fer, on prend un paquet de $0^m,200$ de hauteur sur $0^m,185$ de base. Ce paquet est formé d'une couverte de tête en corroyé à grain fin, épaisse de $0^m,05$. Au-dessous de cette couverte viennent deux mises de fer ébauché à gros grains destinées à assurer la soudure entre la couverte de tête et le reste du paquet entièrement composé de cinq mises de vieux rails platinés, sauf à l'avant-dernière mise, dont les deux extrémités sont formées d'un corroyé nerveux large de $0^m,05$, destiné à assurer la bonne venue du patin. Le paquet, après une première chaude, est passé quatre fois par deux cannelures rectangulaires au train de ballage; puis, après une deuxième chaude, le laminage est achevé par 15 passages au trio, dont 9 aux cylindres dégrossisseurs et 6 aux cylindres finisseurs.

La fabrication des rails *à tête d'acier* a pour but, tout en obtenant un rail dont le champignon soit tout entier en métal homogène et par suite exempt d'exfoliations et de dessoudures, de permettre l'emploi, dans l'âme et le patin, des vieux rails de qualité inférieure et, par suite, impropres à être fondus dans le four Pernot. La difficulté de cette fabrication provient du danger que

Gr. V. — Cl. 43.

l'on court de ne point obtenir une soudure parfaite de la couverte de tête en métal homogène avec le reste du paquet. On en a triomphé par la grande hauteur donnée au paquet, par un choix judicieux des mises et surtout par un contrôle rigoureux de la fabrication.

Pour la fabrication des rails entièrement en acier, on part d'un lingot de $0^m,22 \times 0^m,24$; ce lingot, après avoir été ramené à une section de $0^m,17 \times 0^m,18$ au train pour gros corroyé, est reporté au four et ensuite complètement achevé en 15 passages, dont 9 au dégrossisseur et 6 au finisseur.

Fers profilés.

C'est surtout aux fers profilés que peut s'appliquer ce que nous avons dit à propos des rails. Depuis 1867, aucune modification sensible n'est survenue dans la fabrication : les fers de grandes dimensions, à larges ailes, à hauteurs de 30, 40 et même 50 centimètres, sont devenus des produits courants dans un grand nombre d'usines. La production des fers profilés en métal fondu s'est beaucoup développée. Voilà les seuls faits saillants que nous ayons à noter; il ne nous reste plus ensuite qu'à énumérer, en nous bornant aux principales, les usines qui avaient exposé des fers profilés :

La Société de Terre-Noire exposait des fers à double T jusqu'à $0^m,260$ de hauteur et de 10 à 21 mètres de longueur;

La Société du Creusot, des fers à double T, des fers en U de $0^m,250$ de hauteur sur 17 mètres de longueur;

La Compagnie des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer, des fers à double T pour ponts de vaisseaux obtenus au moyen d'un laminoir spécial à cannelure unique variable;

MM. Marrel frères, une poutrelle I en acier Siemens-Martin de $0^m,250$ de hauteur et de 24 mètres de longueur; une autre de $0^m,300$ de hauteur et de 22 mètres de longueur sur $0^m,011$ d'épaisseur de métal, ainsi que des poutrelles en fer de mêmes dimensions.

MM. Dupont et Fould faisaient connaître des résultats d'épreuves

par traction subies par les cornières de leur fabrication; on avait obtenu : Gr. V. — Cl. 43.

	PREMIER échantillon.	DEUXIÈME échantillon.	TROISIÈME échantillon.	MOYENNES.
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Résistance par millimètre carré..	41,2	43,3	40,7	41,7
Allongement pour 100.	11,0	13,0	11,0	11,6

Les fers de MM. Dupont et Fould proviennent du traitement des minerais oolithiques de la Meurthe. Ces industriels se sont livrés à des expériences d'où ils concluent qu'il est possible d'éliminer par le puddlage le phosphore des fontes qui en contiennent, à la condition d'expulser au préalable le silicium que ces fontes pourraient également contenir.

La Société de Vezin-Aulnoye, à Maubeuge (Nord), exposait des poutrelles ⌶ dont l'âme est de faible épaisseur relativement aux ailes, qui sont très larges, ce qui évidemment augmente le moment d'inertie à poids égal au mètre courant.

Les fers proviennent du traitement des minerais oolithiques de Meurthe-et-Moselle ou similaires, avec addition de 35 à 40 p. o/o de minerais d'Espagne ou d'Algérie.

La Société des hauts fourneaux de Maubeuge, à Maubeuge, traite des oolithes de Longwy, des hydrates jaunes et des oligistes et produit des fers marchands, spéciaux, des tôles, des fontes moulées, etc.

Cette Société avait fourni une partie des fers de la toiture du Palais de l'Exposition. Les essais à la traction avaient donné, en moyenne, une résistance de 40 kilogrammes et des allongements variables entre 6 et 16 p. o/o.

Dans la section anglaise, la *Shelton bar iron Company* exposait des cornières qui fournissent, paraît-il, à la traction, les résultats suivants :

Résistance à la rupture en kilogrammes par millimètre carré. 37^k
Réduction de section. . . . . 31, 2 p. o/o
Allongement sur 305 millimètres. . . . . 28, 1 p. o/o

Gr. V. — Cl. 43.

Il semble bien difficile d'admettre que de pareils allongements puissent être réalisés autrement que par exception et sur certains échantillons.

Dans la section belge, l'Exposition était très riche en fers profilés. Nous devrons nous borner à citer quelques-uns des exposants seulement :

La Société des forges de la Providence, à Marchienne-au-Pont [usines à Hautmont (Nord) et Rehon (Meurthe-et-Moselle)], exposait des poutrelles I et des fers en U laminés de toutes dimensions depuis 50 millimètres jusqu'à 406 millimètres de hauteur avec de grandes longueurs, des fers plats de grandes largeurs et des longrines de fer laminé, système Hilf, pour chemins de fer.

MM. Riche et Cie (Forges et laminoirs de l'Alliance), à Marchienne-au-Pont, fabriquent des fers de profils très variés et fournissent, pour qu'on puisse apprécier leur qualité, des résultats d'expériences exécutées par M. D. Kirkaldy.

Des cornières ont donné les résultats suivants :

	PREMIER échantillon.	DEUXIÈME échantillon.	TROISIÈME échantillon.
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Charge de rupture par millimètre carré....	35,67	36,38	38,55
Allongement pour 100.....	15,10	16,60	12,20

Les deux premiers échantillons étaient de la qualité n° 4 de la classification belge; le troisième, de la qualité n° 2.

La Société anonyme des forges et laminoirs de Marchienne-au-Pont (anciens laminoirs Édouard Bonehill) fabrique des fers spéciaux de très grandes dimensions; elle exposait cinq poutrelles ayant des hauteurs variables entre 300 et 400 millimètres et 12 mètres de longueur.

La Société des forges de Clabecq lamine des fers d'une très grande variété de profils : elle produit également des tôles.

Nous mentionnerons enfin l'exposition collective des maîtres de

forges de Charleroi, dont les produits si variés caractérisaient si bien l'industrieuse activité de ce district et ont été remarqués comme ils le méritaient. Gr. V. — Cl. 43.

Pièces de grosse forge.

Nous avons constaté précédemment l'accroissement pris dans ces dernières années par l'outillage des ateliers de forges : augmentation de la puissance des marteaux-pilons et de leurs accessoires, fours à réchauffer, appareils de levage, etc.

Ces nouveaux engins permettent naturellement de produire des pièces de forge plus volumineuses.

C'est ainsi que la Société du Creusot a pu exposer :

1° Un arbre porte-hélice en acier du poids de 20,250 kilogrammes, ayant 18^{m},400 de longueur et 425 millimètres de diamètre;

2° Un arbre à trois manivelles en acier, pesant 15,000 kilogrammes, ayant 7 mètres de longueur et 8^{m},420 de diamètre.

La Compagnie des forges de la marine et des chemins de fer : un modèle d'étambot et un modèle d'étrave de grandes dimensions et dont l'exécution présentait de grandes difficultés, habilement surmontées.

MM. Marrel frères : un arbre intermédiaire de machine-marine à quatre coudes, pesant 7,900 kilogrammes, d'une belle fabrication, et d'autres arbres de machines, dont un en acier ayant 12 mètres de longueur sur 810 millimètres de diamètre et pesant environ 16 tonnes.

Essieux.

Les industriels que nous venons de citer exposaient également des essieux pour véhicules de chemins de fer, etc., tant en fer qu'en acier, plus ou moins bien réussis. On trouvait aussi des spécimens de ce genre de fabrication dans les sections anglaise et belge.

Nous nous bornerons à citer, parmi ces exhibitions, celle de M. Lacombe, à Rive-de-Gier (Loire), qui produit annuellement

Gr. V. — Cl. 43.

150 tonnes environ d'essieux coudés et de 1,000 à 1,100 tonnes d'essieux droits et de pièces de forge de toutes formes et dimensions.

M. Lacombe fabrique les essieux coudés en fer et en acier par un procédé spécial qui a pour effet de contourner le métal suivant les formes des manivelles, au lieu de déboucher à froid ou à chaud comme on le faisait autrefois, ce qui coupait les fibres de l'essieu au détriment de sa solidité.

C'est par l'emploi de matrices et de frappes spéciales que ce résultat est obtenu, et le procédé supprime aussi la torsion à chaud que subissait l'essieu lorsqu'on amenait les deux manivelles à être perpendiculaires l'une à l'autre. Ce procédé de fabrication donne de très bons résultats.

Bandages.

Les bandages de roues de chemins de fer comptaient de nombreux spécimens à l'Exposition.

En France, on continue à employer concurremment les bandages en fer du système dit *sans soudures* et les bandages en métal fondu ; dans les autres pays, les bandages en métal fondu sont employés d'une manière presque exclusive.

Aussi, dans les sections étrangères, ne trouvons-nous guère de bandages en fer sans soudures, que dans l'exposition de la Société belge de la fabrique de fer d'Ougrée, tandis qu'en France plusieurs usines s'adonnent encore à cette fabrication; nous citerons : la Société des forges de Saint-Étienne, la Société des forges de Firminy, MM. Biétrix et Cie, et enfin la Compagnie des forges de la marine et des chemins de fer.

Le cadre du présent rapport ne nous permet pas de développer les motifs qui ont empêché le bandage en métal fondu de supplanter complètement le bandage en fer; nous nous bornerons à rappeler ce que nous avons dit précédemment de la fragilité du métal fondu, en particulier à propos des plaques de blindage.

La fabrication des bandages en fer du système dit *sans soudures* est bien connue et n'a pas varié depuis de longues années : on applique le même système à l'acier puddlé, et l'on obtient des ban-

dages plus durs que ceux en fer, mais dont l'homogénéité laisse souvent à désirer. Gr. V. — Cl. 43.

Quant à la fabrication des bandages en métal fondu, les améliorations qui y ont été apportées dans ces derniers temps ont consisté à réduire le nombre de chaudes; on arrive maintenant à fabriquer ces bandages en deux chaudes seulement.

Les procédés employés dans les usines de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État et décrits dans la brochure publiée par cette Société à l'occasion de l'Exposition donnent une juste idée de la fabrication actuelle des meilleurs producteurs de bandages en métal fondu.

La matière première des bandages en métal fondu est obtenue soit par le procédé Bessemer, soit par le procédé Siemens-Martin. La Société autrichienne préfère l'acier Siemens-Martin et choisit ordinairement la qualité n° 5 de sa classification (c'est l'échelle *Tunner*). Nous avons vu précédemment que les éléments de la résistance de cet acier étaient :

Résistance à la rupture en kilogrammes par millimètre carré..	55 kilogr.
Allongement correspondant.....	21,7 p. 0/0

Les lingots ou poires à bandages ont une hauteur de 56 centimètres, un diamètre à la base de 31 centimètres et à la partie supérieure de 28 centimètres; ils sont martelés en tous sens sous un pilon de 17 tonnes, amenés à la forme d'un disque épais de 14 centimètres et percés en leur milieu; on les bigorne ensuite sous un pilon de 6 tonnes. Toutes ces opérations sont effectuées dans la même chaude.

On remet au four les rondelles ainsi ébauchées, puis on les lamine en deux passes, l'une au laminoir ébaucheur, l'autre au laminoir finisseur.

Le bandage ainsi terminé est refroidi lentement; certaines usines même le soumettent à un recuit dans les conditions déterminées en vue de rendre le métal plus homogène.

L'homogénéité est une condition si essentielle dans un bandage que, dans ces derniers temps, on a songé, pour avoir un métal plus homogène, à couler de gros lingots capables de fournir plusieurs

Gr. V. — Cl. 43.

bandages, à marteler énergiquement ces lingots et à les découper ensuite en tronçons qu'on traite, chacun isolément, par les procédés indiqués ci-dessus.

On obtient ainsi des bandages moins fragiles que ceux qui résultent de la fabrication usuelle.

Parmi les fabricants les plus recommandables de bandages en métal fondu, nous citerons : en France, la Société du Creusot, la Compagnie de la marine et des chemins de fer; en Angleterre, MM. Brown, Bayley et Dixon et la *Landore-Siemens Company;* en Belgique, la Société des aciéries d'Angleur.

Certaines locomotives, dont les essieux sont pesamment chargés et qui circulent sur des voies à profil très accidenté, usent les boudins de leurs bandages avec une rapidité extraordinaire; on a dû s'ingénier pour remédier à cet inconvénient. Parmi les expédients employés, il en est un qui relève de la métallurgie et que nous devons mentionner à ce titre : c'est celui qui est employé par la Société autrichienne des chemins de fer de l'État et qui consiste à durcir la surface des bandages, au congé du boudin, par une cémentation spéciale plus ou moins analogue au procédé de durcissement des rails connu sous le nom de *procédé Doods.* La Société exposait, dans l'annexe autrichienne, le dessin du four spécial qu'elle emploie pour cette opération.

Centres de roues en fer forgé.

De toutes les pièces de forge, le centre de roue pour véhicule de chemins de fer est peut-être celle qui a le plus exercé l'ingéniosité des inventeurs.

La France est en possession d'un type excellent, adopté d'une manière à peu près générale : c'est le centre de roue entièrement en fer forgé connu communément sous le nom de *centre Arbel;* mais en Angleterre, où un type unique de centre de roue n'a pas encore prévalu, l'imagination des inventeurs a libre carrière, et, après les roues en bois, nous avons vu préconiser les roues en *papier comprimé.*

Le centre *Arbel* était représenté à l'Exposition par de nombreux spécimens.

M. Arbel, à Couzon (Loire), avait exposé ses produits dans la classe 64; Gr. V. — Cl. 43.

MM. Déflassieux frères, à Rive-de-Gier (Loire), avaient dans la classe 43 une belle exhibition de roues de cette espèce;

La Compagnie de la marine et des chemins de fer exposait, non seulement des centres du type Arbel, mais encore des centres en fer forgé à disque plein ou évidé, de différentes formes, obtenus au laminoir.

Nous devons citer encore, parmi les fabricants français de centres de roues, MM. Brunon frères, de Rive-de-Gier (Loire), qui produisent un type de centre de roue entièrement en fer, forgé à la presse hydraulique, mais qui avaient exposé dans la classe 64.

Nous rappellerons, à ce sujet, que l'exposition de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État contenait de très intéressantes pièces de forge d'une belle facture obtenues aussi à la presse hydraulique par le système Hatzveld.

Il ne nous reste plus, pour terminer ce sujet, qu'à mentionner les corps de roues en papier comprimé qui se trouvaient dans l'exhibition de MM. John Brown et Cie. L'examen critique de ces produits est du ressort du jury de la classe 64.

TROISIÈME GROUPE.

PIÈCES DE MENUE FORGE.

Nous comprenons sous la dénomination de pièces de menue forge toutes les pièces de forge dont la fabrication n'exige qu'un outillage de médiocre puissance, par exemple les produits qu'on obtient au petit mill, à la forge à main ou au moyen de petits marteaux-pilons. Il est rationnel de ne pas confondre ces produits avec ceux de la grosse forge, parce qu'en général ils proviennent d'usines différentes.

Nous examinerons successivement :

Les fers laminés de petite dimension,

Les pièces de menue forge proprement dites, telles que ferrures de wagons, etc.,

Gr. V. — Cl. 43.

La boulonnerie,
Les chaînes de toutes espèces,
Et enfin les ressorts et essieux de carrosserie.

Fers laminés de petite dimension.

L'une des usines qui laminent le mieux les fers de petite dimension est la Société des forges de Champagne, à Saint-Dizier (Haute-Marne).

La production de ces forges comprend :

Les fers marchands et les fers spéciaux;

Les ronds à tréfiler, en fer et en acier, pour la pointe et la clouterie la plus fine, pour fils télégraphiques, fils à ressorts, etc.;

Les feuillards pour toutes les industries, depuis 5/10 de millimètre d'épaisseur et depuis 7 jusqu'à 300 millimètres de largeur, sur des longueurs de 10 à 30 mètres et plus au besoin;

Les fers pour câbles de marine, pour l'artillerie, la serrurerie, la carrosserie, la taillanderie et autres emplois qui nécessitent des fers de qualités supérieures.

Ces fers sont obtenus avec des fontes au bois et des fontes manganésées.

La Société lamine des fers à T, cornières et autres de toutes dimensions, par un procédé nouveau, dû à M. Flotat, qui permet d'atteindre les épaisseurs les plus faibles, même dans les fortes dimensions et sur de très grandes longueurs.

C'est ainsi qu'avaient été fabriqués quatre fers à T qu'on remarquait dans les vitrines de cette société et qui avaient les dimensions suivantes :

	Épaisseur.	Longueur.	Poids.
1 pièce T 14/14.....	14/10	42 mètres.	18 kilogr.
1 pièce T 18/17.....	19/10	39	22
1 pièce T 19/19.....	19/10	40	21
1 pièce T 15/15.....	13/10	32	15

Outre ces fers marchands et spéciaux, la Société produit de très intéressants fers à *profils variables*, tels que des ébauches pour pênes de serrures, pour consoles de poteaux télégraphiques, des fers à nœuds et notamment des fers à boulons.

On sait que les fers de ce genre sont fabriqués au moyen de cylindres lamineurs à cannelures spéciales.

On obtient ainsi des barres dont le profil varie d'un point à un autre de la longueur, ces variations de profil se reproduisant d'ailleurs périodiquement dans la longueur à chaque tour du cylindre lamineur. En tronçonnant une pareille barre, on a de suite une série d'ébauches dont l'emploi peut abréger considérablement la confection de telle ou telle pièce de forge, puisque le forgeron est, en quelque sorte, en possession d'une *maquette* de la pièce qu'il a à forger.

La Société a appliqué ce système bien connu à l'obtention d'un *fer à boulons* qui porte dans toute sa longueur des parties alternativement carrées et rondes; la tête du boulon se fait dans la partie carrée, et le corps, dans la partie ronde. Cette dernière partie, provenant directement du laminage, est plus correcte que la partie arrondie, qu'on obtient habituellement, dans la fabrication des boulons, par étampage des fers carrés, et elle se taraude mieux; en outre, le prix de revient du boulon est diminué des frais d'étampage du corps: l'emploi de ce fer à profil variable paraît donc avantageux.

On fait remarquer que deux des faces des parties carrées sont légèrement évidées, et que, grâce à ce léger évidement, le boulon fabriqué avec ce fer peut s'introduire dans le bois sans le fendre, pourvu qu'on ait la précaution de présenter les faces évidées en sens inverse des fibres du bois.

La Société des forges de Champagne n'était pas la seule usine française qui exposât des fers à profils variables: il y en avait également d'intéressants dans les vitrines de M. L. Coutant, d'Ivry (Seine); on y remarquait:

Des fers à écrous de tendeurs d'attelages;

Des fers à écrous à six pans;

Des fers pour harpons de chemins de fer, etc.

M. L. Coutant revendique le mérite d'avoir eu, le premier, l'idée de fabriquer au laminoir ces fers à profil variable formant une suite d'ébauches de pièces de forge.

Nous n'avons pas à nous prononcer sur cette question de priorité,

Gr. V. — Cl. 43.

et nous nous bornerons à remarquer que la fabrication de ces sortes de fers spéciaux est usitée depuis longtemps en Belgique, et l'on pouvait en voir plusieurs échantillons dans la section belge, dans l'exhibition de MM. Victor Pierart et Cie, de la Louvière (la Croyère).

Pièces de menue forge proprement dites.

Les produits de la menue forge n'offraient d'autre innovation intéressante qu'un certain nombre d'applications des nouveaux métaux fondus, Bessemer ou Siemens-Martin, à la fabrication de celles des ferrures de chemins de fer qui exigent une grande résistance, par exemple, les organes d'attelage.

C'est dans l'exposition de M. E. Dervaux-Ibled, à Vieux-Condé (Nord), que nous rencontrons ces applications nouvelles :

Le métal employé est de l'acier Bessemer très doux provenant de la Société des forges de Denain et Anzin.

La comparaison a porté sur des tendeurs d'attelage du type n° 21 de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée et des chaînes de sûreté de la même compagnie. Les pièces en fer avaient été fabriquées sur les dimensions des organes précités; les pièces en acier avaient, par rapport aux précédentes, des dimensions réduites dans le rapport des résistances à la rupture du fer et de l'acier.

Les résultats ont été les suivants :

Chaîne de sûreté en fer à cinq maillons avec crochet et piton.

La chaîne a supporté une charge de 6,000 kilogrammes sans allongement permanent ni déformation : la rupture s'est produite à 18,000 kilogrammes par le crochet, qui s'était ouvert de 25 millimètres.

Chaîne de sûreté en acier à six maillons à *sections réduites*.

La chaîne a supporté une charge de 6,000 kilogrammes sans allongement permanent ni déformation; la rupture s'est produite sous la charge de 16,800 kilogrammes, non à la soudure.

Il résulte de là que : pour la chaîne en fer, le crochet a supporté $13^{k},500$ par millimètre carré, la chaîne, $38^{k},500$; et que, pour la chaîne en acier, le crochet a supporté $19^{k},170$, et la chaîne, $54^{k},590$.

La chaîne en fer pesait $12^k,900$, et la chaîne en acier, 8 kilogrammes.

La chaîne en acier est donc, *à résistance sensiblement égale*, plus légère de 38 p. o/o que la chaîne en fer.

Le tendeur d'attelage en fer s'est rompu dans la vis sous la charge de 33,600 kilogrammes.

Le tendeur d'attelage en acier à sections réduites s'est rompu dans un tourillon d'écrou sous la charge de 32,700 kilogrammes.

D'où il résulte que la vis du tendeur en fer a supporté $39^k,050$ par millimètre carré, et ses manilles, $34^k,920$; et que la vis du tendeur en acier a supporté $57^k,110$, et ses manilles, $53^k,100$.

Le tendeur n° 21 en fer pèse 18 kilogrammes, et le tendeur n° 21 en acier, $10^k,800$.

Le tendeur en acier est donc, *à résistance sensiblement égale*, plus léger de 40 p. o/o que celui en fer.

Ces expériences sont intéressantes; mais elles ne sont pas absolument probantes en ce qui concerne la résistance des organes d'attelage sous les chocs auxquels ils sont exposés en service. Il est fort possible que des ferrures en acier résistent mieux que celles en fer aux efforts statiques, tout en étant plus fragiles sous les chocs, et cette éventualité est d'autant plus à craindre que, la résistance au choc étant proportionnelle au poids de métal intéressé par le choc, la réduction de poids autorisée par l'excédent de résistance statique des métaux fondus augmenterait d'autant l'intensité des effets des chocs sur les organes d'attelage.

C'est une question qui aurait besoin d'être éclaircie avant que l'emploi des métaux fondus passe dans la pratique courante de la fabrication des ferrures de chemins de fer.

Au surplus, l'augmentation de résistance des organes d'attelage a été réalisée par un expédient assez singulier aux chantiers de Lyon-Buire, qui dépendent de la Société des forges de l'Horme.

On sait depuis longtemps que lorsqu'une pièce de forge a été fabriquée avec du fer doux de bonne qualité, c'est-à-dire peu carburé et ne renfermant pas de métalloïdes étrangers, particulièrement de phosphore, on améliore beaucoup ses propriétés résistantes en la trempant dans l'eau froide après l'avoir chauffée à une

Gr. V. — Cl. 43.

température convenable; après cette opération, la rupture, même sous les chocs, n'a plus lieu brusquement, et la cassure présente des nerfs soyeux au lieu d'être à grains, comme elle l'eût été auparavant. Mais pour que cette amélioration de résistance se produise, il est essentiel que le fer soit très doux : avec les fers moins purs qu'on emploie généralement pour la confection des ferrures de chemins de fer, non seulement l'adoucissement ne se produit pas, mais la trempe a plutôt tendance à aigrir le métal. On a trouvé, aux chantiers de la Buire, que l'effet d'adoucissement de ces fers de qualité moyenne se produisait encore lorsqu'on effectue la trempe non plus dans l'eau pure, mais dans l'eau additionnée d'un acide. Voici les renseignements donnés à cet égard par la Société des forges de l'Horme :

FERS ORDINAIRES				FERS MOYENS				FERS FINS			
NON TREMPÉS.		TREMPÉS.		NON TREMPÉS.		TREMPÉS.		NON TREMPÉS.		TREMPÉS.	
Charge de rupture.	Allongement pour 100.	Charge de rupture.	Allongement pour 100.	Charge de rupture.	Allongement pour 100.	Charge de rupture.	Allongement pour 100.	Charge de rupture.	Allongement pour 100.	Charge de rupture.	Allongement pour 100.
kilogr.		kilogr.		kilogr.		kilogr.		kilogr.		kilogr.	
38	21	42	20	37,0	11	41,4	18	38,7	22	50,0	13,5
38	14	40	20	37,0	12	40.5	16	37,5	24	48,5	14,0
//	//	//	//	36,0	21	43,5	15	36,5	27	45,5	21,0
//	//	//	//	38,2	20	44,3	18	41,5	21	54,2	14,0
//	//	//	//	40,5	11	44,5	14	34,0	26	45,0	15,0
//	//	//	//	//	//	//	//	38,0	23	46,0	11,0
38	17,5	41	20	37,7	15	42,6	16	37,7	23,8	48,2	14,8

Il résulte de ce tableau que la trempe à l'acide :

1° Accroît de 8 p. o/o la résistance à la rupture des fers ordinaires et améliore sensiblement leur faculté d'allongement ;

2° Accroît de 13 p. o/o la résistance à la rupture des fers moyens en leur conservant leur faculté d'allongement;

3° Enfin accroît de 28 p. o/o la résistance à la rupture des fers fins en diminuant leur faculté d'allongement de 38 p. o/o.

Les pièces à tremper sont chauffées au rouge cerise et immergées dans un bain d'acide sulfurique étendu à 50 degrés de l'aréomètre Baumé, bouillant à 170 degrés environ. Gr. V. — Cl. 43.

La Société de la Buire a essayé également l'emploi des acides nitrique et chlorhydrique et de l'essence de térébenthine : elle a obtenu des augmentations de résistance remarquables, mais moins constantes qu'avec l'acide sulfurique.

La trempe à l'acide sulfurique agit fortement sur la texture du fer.

En général, elle tend à faire disparaître le grain en rendant le fer nerveux.

Sur les fers ordinaires, les cristaux sont souvent augmentés; sur les fers fins, la trempe paraît accroître encore la finesse du grain, lorsque la texture n'est pas transformée et devenue nerveuse, ainsi qu'il arrive parfois.

Si l'on considère que le bain acide dans lequel s'effectue la trempe est beaucoup meilleur conducteur de la chaleur que le bain d'eau ordinaire, on s'explique d'une manière assez plausible les résultats obtenus par la Société de la Buire.

On sait, en effet, que l'énergie de la trempe est d'autant plus grande que la différence des températures du métal et du bain de trempe est plus considérable; on conçoit d'après cela que les fers à grains, qui contiennent peu de carbone, soient insensibles à l'action de la trempe ordinaire, tandis qu'ils sont modifiés par la trempe à l'acide dans laquelle la grande conductibilité du bain agit dans le même sens qu'une grande différence de température.

En dehors des faits que nous venons de citer et qui ont un certain caractère de nouveauté, nous n'avons plus à signaler, en ce qui touche les pièces de menue forge, qu'un certain nombre de produits dont l'exécution est plus ou moins remarquable par le procédé ou le degré de fini.

M. L. Coutant, d'Ivry, s'attache à préparer, soit au laminoir, soit en matrice au moyen du pilon, des ébauches dont la forme se rapproche beaucoup de celle de la pièce finie : il termine à la machine-outil autant qu'il est possible; c'est ainsi qu'avaient été

Gr. V. — Cl. 43.

produits les mains de suspension, crochets et pitons de chaînes de sûreté, etc., qui figuraient dans la vitrine de M. L. Coutant.

Ces procédés sont expéditifs et, partant, d'un prix de revient avantageux, mais n'ont pas souvent pour effet d'améliorer la qualité du métal, qu'on est obligé de chauffer fortement pour lui faire épouser les formes plus ou moins compliquées des matrices.

Un produit intéressant de M. L. Coutant est la plaque de garde de wagon.

Il découpe les deux branches dans un fer plat et combine le découpage d'une manière fort judicieuse qui réduit beaucoup le déchet : les deux branches sont ensuite réunies par une soudure à la forge.

Les ferrures de chemins de fer, fabriquées à l'usine de la Pique, près Nevers, et exposées par la Société des forges de Commentry-Fourchambault, sont remarquables à tous les points de vue : ce sont de belles et bonnes pièces de forge qui satisfont, haut la main, aux épreuves de résistance imposées par les compagnies de chemins de fer.

Dans la section belge, une des vitrines les plus remarquées était celle de MM. Vignoul et Orban, de Liège. La spécialité de ces industriels est l'étampage de pièces de tous genres, particulièrement les pièces pour armes de guerre, de luxe, pour machines à coudre, etc.

On y voyait des crochets de traction de chemins de fer étampés avec une telle perfection, qu'ils paraissaient avoir été moulés : le bas prix de ces crochets n'était pas moins remarquable que le fini de l'exécution, et, selon la déclaration des exposants, ils étaient en état de satisfaire aux épreuves de résistance imposées par les compagnies de chemins de fer.

Boulonnerie.

L'une des exhibitions qui, dans la section des États-Unis d'Amérique, excitait le plus vivement la curiosité, était celle de MM. Hoopes et Townsend, de Philadelphie, fabricants de boulons.

Cette exposition renfermait une belle collection de boulons des types les plus variés et d'une grande perfection d'exécution qui

suffisait pour la faire remarquer; mais ce qui frappait encore davantage, c'étaient des écrous, de fortes dimensions pour la plupart, que les exposants déclaraient avoir été poinçonnés à froid.

Tel de ces écrous avait 47 millimètres de hauteur et était percé d'un trou de 40 millimètres. Il est facile de se rendre compte de la difficulté que présente l'exécution d'un pareil écrou; en effet, l'effort P qu'on a dû exercer est donné par la formule

$$(1) \qquad P = 0{,}74 \times \pi D L \times R$$

que nous empruntons à M. Adamson et dans laquelle

D est le diamètre du trou,

L l'épaisseur de l'écrou,

R la résistance à la rupture du métal constitutif en kilogrammes par millimètre carré,

Et π le rapport de la circonférence au diamètre.

En prenant R = 35 kilogrammes, résistance moyenne des fers forts, on trouve:

$$P = 152{,}887^{k}.$$

C'est un effort considérable, mais la fatigue qui en résulte pour le poinçon l'est encore plus; car, si l'on désigne par ρ la compression éprouvée par chaque millimètre carré de la section du poinçon, on a:

$$(2) \qquad \frac{\pi D^2}{4} \times \rho = P$$

et par conséquent $\rho = 121^{kil}$.

D'après certaines expériences publiées par MM. Jacob Holtzer et Cie que nous citerons plus loin, la limite d'élasticité des aciers au chrome les plus durs, *trempés* et *non recuits*, n'excède pas 113 kilogrammes par millimètre carré; il est donc évident que le poinçon employé pour déboucher l'écrou dont il s'agit ne peut tarder à être désorganisé après un nombre très restreint d'opérations [1].

[1] MM. Hoopes et Townsend ont pris, pour marque de fabrique, un écrou ayant 47 millimètres de hauteur et percé à froid d'un trou de 11 millimètres. Cet écrou n'est sans doute qu'un attribut emblématique, car, en appliquant à ce cas les calculs ci-dessus, on trouve $\rho = 442$ kilogrammes!

Tous les boulons de forte dimension fabriqués par MM. Hoopes et Townsend présentent d'ailleurs les mêmes difficultés de fabrication.

En effet, les équations (1) et (2) montrent que la condition, pour que la fatigue du poinçon n'excède pas 120 kilogrammes par millimètre carré, est :

$$D \geq 0{,}86 \times L.$$

Or, MM. Hoopes et Townsend fabriquent des écrous poinçonnés à froid des dimensions suivantes :

D	L	RAPPORT $\frac{D}{L}$
$0^m{,}187$	$0^m{,}218$	$0^m{,}85$
0 ,160	0 ,187	0 ,85
0 ,144	0 ,172	0 ,82
0 ,132	0 ,156	0 ,82
0 ,103	0 ,125	0 ,82

Le poinçonnage de tous ces écrous exige donc du poinçon une compression par millimètre carré voisine de 120 kilogrammes.

Cela étant, on doit se demander s'il y a un sérieux intérêt à exécuter de pareils tours de force, alors que la fabrication des écrous à chaud, usitée partout, permet de réduire considérablement la fatigue de l'outillage et par suite le prix de revient des écrous?

MM. Hoopes et Townsend cherchent à établir la supériorité de leur procédé de fabrication en s'efforçant de prouver que les écrous poinçonnés à froid sont beaucoup plus résistants que les écrous fabriqués à chaud. Ils produisent, dans ce but, des résultats d'expériences exécutées par le professeur Thürston ; mais ces résultats ne nous paraissent pas bien concluants.

Les écrous de MM. Hoopes et Townsend n'en sont pas moins très intéressants et d'une qualité au moins égale assurément à celle des meilleurs écrous fabriqués à chaud.

Parmi les fabrications d'écrous par le procédé à chaud usitées en France, il en est une qui nous semble des mieux entendues et que nous mettrons en parallèle avec le procédé de MM. Hoopes et Townsend: c'est celle qui est employée dans l'usine de M. L. Coutant, à Ivry (Seine). Gr. V. — Cl. 43.

Les barres méplates destinées à la fabrication sont passées de champ dans un cylindre de laminoir à cannelure spéciale qui leur donne la forme ci-après (fig. 1); elles sont passées ensuite à plat dans une deuxième cannelure, qui perce au centre de chaque ébauche d'écrou un avant-trou, sans cependant le déboucher de part en part (fig. 2).

Fig. 1.

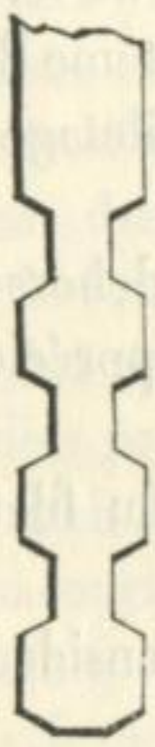
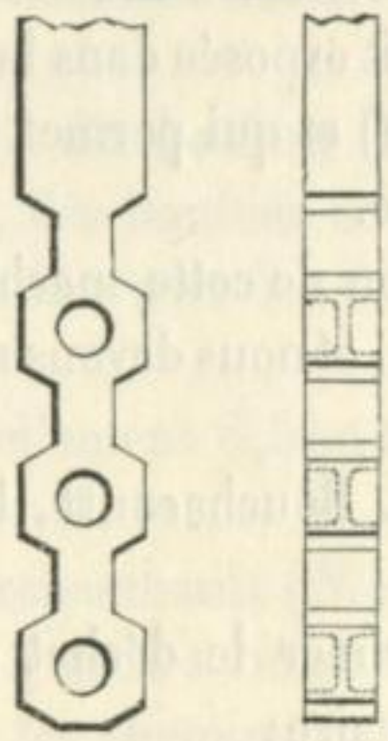


Fig. 2.



Le fer ainsi préparé est engagé dans une machine à poinçonner munie de deux matrices qui entrent l'une dans l'autre. Le poinçon pénètre au centre de la partie supérieure et n'agit, pour déboucher l'écrou, que lorsque le métal est déjà fortement comprimé dans la matrice.

C'est une excellente disposition ; il est d'ailleurs probable que le procédé à froid de MM. Hoopes et Townsend offre, sous ce rapport, une certaine analogie avec le procédé à chaud.

Le forgeage des boulons ne présente aucune innovation bien intéressante. Les balanciers à friction sont universellement employés pour cette fabrication, et les produits ne se distinguent les uns des autres que par le fini plus ou moins grand de l'exécution: têtes bien venues, sans dépouille ni bavures, netteté des contours,

Gr. V. — Cl. 43.

vivacité des arêtes, angles, ergots, collets carrés, etc. C'est une question de bon entretien de l'outillage et de soin apporté par l'ouvrier à l'exécution de son travail.

Les fours rotatifs à soufflerie centrale, inventés en 1871 par M. Bouchacourt, de Fourchambault, pour le chauffage des boulons et rivets, et maintenant employés dans un grand nombre d'usines, sont bien conçus et contribuent pour une bonne part à la bonne exécution des pièces de boulonnerie.

Le filetage s'effectue généralement à froid à la machine à tarauder; cependant MM. Bouchacourt et Cie, de Fourchambault, emploient avec avantage, pour le filetage des tiges en fer, acier et cuivre de tous diamètres et de toutes longueurs et spécialement pour les vis à bois et les tire-fonds de chemins de fer, une machine spéciale qui était exposée dans la classe 55 (système Bouchacourt et Armand Delille) et qui permet d'exécuter le filetage à chaud par voie d'étampage.

La description de cette machine serait en dehors du cadre du présent rapport, et nous devons nous borner à apprécier les résultats obtenus.

D'après MM. Bouchacourt, les avantages du filetage à chaud seraient:

1° De supprimer le déchet qui est très considérable dans le taraudage ordinaire;

2° D'éviter l'altération du métal résultant du violent effort de torsion auquel les pièces sont soumises dans le taraudage ordinaire;

3° De conserver toute la surface de la barre toujours plus résistante que le noyau, en maintenant, par le martelage, la cohésion du métal.

Nous croyons que ce procédé peut avoir ses avantages pour l'exécution des vis à bois et des tire-fonds, qui n'exigent pas un filetage d'une très grande précision; mais il serait chimérique de vouloir l'appliquer aux cas où l'on a besoin d'un filet parfaitement régulier; déjà, dans le taraudage à froid le plus perfectionné, le métal s'allonge: à chaud, les déformations sont évidemment encore plus considérables, et les défauts d'homogénéité du métal donnent lieu à des irrégularités d'autant plus sensibles.

Nous terminerons ce sujet en énumérant les expositions de boulonnerie qui ont été jugées les plus remarquables: Gr. V. — Cl. 43.

M. E. Dervaux-Ibled, de Vieux-Condé (Nord), a une fabrication de boulons fort importante. On remarquait dans sa vitrine une collection très variée de boulons de divers types en fer et en acier: les dimensions des boulons en acier avaient été réduites, comparativement à celles des boulons similaires en fer, dans le rapport des résistances de ces deux métaux, en sorte que la collection peignait aux yeux le gain qu'on peut faire sur le poids des boulons, sans rien perdre de la résistance, par la simple substitution de l'acier au fer.

MM. Joseph, Maré et Gérard frères possèdent à Bogny et à Château-Regnault (Ardennes) une usine considérable où se fabriquent des boulons de toutes espèces.

Ils exposaient, dans la classe 43, des boulons de quincaillerie de toutes sortes; dans la classe 64, des boulons et autres ferrures pour chemins de fer, et enfin, dans la classe 62, des boulons pour carrosserie et charronnage.

Ces industriels produisent annuellement 8,500 tonnes de boulons et objets similaires, vis de lits, etc.

MM. Bouchacourt et Cie, de Fourchambault (Nièvre), ont aussi une production importante: 2,200 à 2,800 tonnes de boulonnerie par an, dont 1,500 à 1,600 pour les chemins de fer.

M. L. Coutant, d'Ivry, fabrique surtout de la boulonnerie de chemins de fer. Ses procédés de fabrication sont bien entendus en vue d'une production économique. Nous mentionnerons particulièrement l'installation des machines à tarauder de cet industriel dont le système de lubrification à l'eau de savon est parfaitement compris.

Dans la section anglaise, nous devons citer M. Nettlefolds (maison connue aussi sous les noms de *The Castle Iron Company* et de *The Impérial Wire Company*), de Birmingham.

Cette Compagnie possède des fabriques à Smethwick et à King's-Norton (Birmingham) et à Wellington (Shropshire).

Elle produit toute espèce de vis à bois et à métaux en fer, en

Gr. V. — Cl. 43.

laiton et en cuivre, des pitons, des goupilles, des boulons à tête tournée, des rivets et se livre aussi à la tréfilerie du fil de fer.

C'est une importante maison, dont les produits jouissent d'une bonne renommée.

Nous rappellerons enfin, pour ordre, la belle exposition de MM. Hoopes et Townsend, dans la section américaine, dont il a été longuement question un peu plus haut.

Chaînes.

Le seul fait nouveau que nous ayons à signaler en matière de fabrication de chaînes est l'emploi des métaux fondus comme matière première de ces engins.

Cet emploi s'est produit sous deux formes distinctes :

1° En substituant purement et simplement le métal fondu au fer dans la fabrication, sans apporter aucune modification à la forme des chaînes;

2° En adoptant une disposition spéciale de maillons qui supprime toute soudure.

Le premier de ces moyens est employé par MM. Lobel et Turbot, de Raismes, près Valenciennes (Nord).

Ces industriels fabriquent des chaînes en métal fondu ayant exactement les mêmes formes de maillons que les chaînes en fer. Le métal est de l'acier doux de qualité spéciale provenant de la Société des forges de Denain et Anzin. D'après MM. Lobel et Turbot, ce métal se soude au moins aussi bien que les meilleurs fers au bois et donne des chaînes qui, à diamètre égal de fer, ont une résistance à la rupture supérieure de 35 à 40 p. o/o à celle des chaînes en fer, les allongements correspondants atteignent 36 et même 40 p. o/o.

Le prix de ces chaînes serait de 20 à 25 p. o/o supérieur à celui des chaînes en fer au bois et de 20 à 25 p. o/o inférieur à celui des *chaînes d'acier sans soudures* dont nous parlerons ci-après.

La vitrine de ces exposants contenait un gros maillon de 120 millimètres en acier de cette espèce, pesant 152 kilogrammes et qui avait été soudé au marteau-pilon ; la soudure en paraissait

bien réussie, et MM. Lobel et Turbot considéraient ce spécimen comme démonstratif au point de vue de la soudabilité du métal employé. Gr. V. — Cl. 43.

Nous croyons qu'il faut accueillir cette nouveauté avec quelque réserve.

En admettant que l'acier de *qualité spéciale*, qui est fourni à MM. Lobel et Turbot pour la circonstance, jouisse d'une soudabilité exceptionnelle, il est impossible que, sous ce rapport, il vaille du bon fer doux. Or, la bonne réussite des soudures a toujours été la grande difficulté de la fabrication des chaînes; il est donc fâcheux d'augmenter encore cette difficulté; nous craignons que cette pierre d'achoppement ne nuise à l'extension du nouveau procédé.

Par ailleurs, MM. Lobel et Turbot ont une importante production de chaînes en fer qui comprend :

1° Des câbles-chaînes pour la marine;

2° Des chaînes calibrées ou de précision pour grues et treuils à noix et poulies à empreintes, lesquels exigent des maillons de dimensions rigoureusement exactes;

3° Des chaînes pour touages sur chaîne noyée, dont ils exportent des quantités importantes à l'étranger.

MM. Lobel et Turbot se sont annexé, en 1876, les ateliers de M. Pichon-Havez, de Saint-Amand (Nord), et, depuis lors, leur production annuelle s'est élevée à 1,800 tonnes de chaînes, dont trois quarts pour la consommation intérieure et un quart pour l'exportation.

MM. Dorémieux fils et Cie, de Saint-Amand-les-Eaux (Nord), possèdent aussi une importante fabrique de chaînes, et leurs produits jouissent d'une légitime réputation en France et à l'étranger.

C'est ainsi que, dans le cours des cinq dernières années, la valeur moyenne de leur exportation annuelle s'est élevée à 2,000 tonnes, comprenant principalement des chaînes de touage pour l'Allemagne et la Russie.

Il y a en service, tant en France qu'à l'étranger, 1,105 kilomètres de chaînes de touage de la fabrication de MM. Dorémieux : c'est la distance de Dunkerque à Marseille.

Gr. V. — Cl. 43.

Ces chiffres donnent une haute idée de l'importance de la production de ces industriels, qui exploitent, en outre, le procédé de fabrication de chaînes en acier sans soudures dont nous parlerons plus loin.

Parmi les producteurs de chaînes les plus importants, nous citerons encore MM. Marrel frères, de Rive-de-Gier, qui fabriquent, à la Capelette, près Marseille, des câbles-chaînes de toutes dimensions pour la marine, ainsi que des pièces de forge spéciales, telles que étambots, gouvernails, ancres, etc.

Pour les chaînes dont le diamètre du fer est inférieur à 40 millimètres, la fabrication se fait à la forge à main; au-dessus de cette dimension, les maillons sont soudés au marteau-pilon.

MM. Marrel frères avaient exposé dans l'annexe de l'École militaire de beaux échantillons de chaînes de fortes dimensions.

Dans la section belge, nous trouvons une fabrique de chaînes, c'est la Société des forges et laminoirs de l'Alliance, à Marchienne-au-Pont (MM. Riche et Cie).

Ces exposants produisent des résultats d'épreuves exécutées en Angleterre, par la Commission administrative de la rivière la Wear, sur des chaînes de leur fabrication.

Un bout de chaîne à maillons de $30^{mm},1$ de diamètre de fer a rompu sous un effort de $29^{k},92$ par millimètre carré de la double section; un autre bout à maillons de $33^{mm},3$ de diamètre de fer a rompu sous un effort de $29^{k},67$; la charge d'épreuves exigée par la Marine nationale française est de 26 kilogrammes par millimètre carré: les chaînes de MM. Riche et Cie peuvent donc être considérées comme étant de bonne qualité.

Nous mentionnerons encore, dans la section autrichienne, un exposant, M. Krisch fils, de Karlsdorf (Bohême), qui fabrique des chaînes de bonne apparence, ainsi que des câbles métalliques, des pointes, etc., pour en arriver, enfin, à la partie vraiment neuve de la fabrication des chaînes, celle des chaînes sans soudures de MM. David et Damoizeau, de Paris.

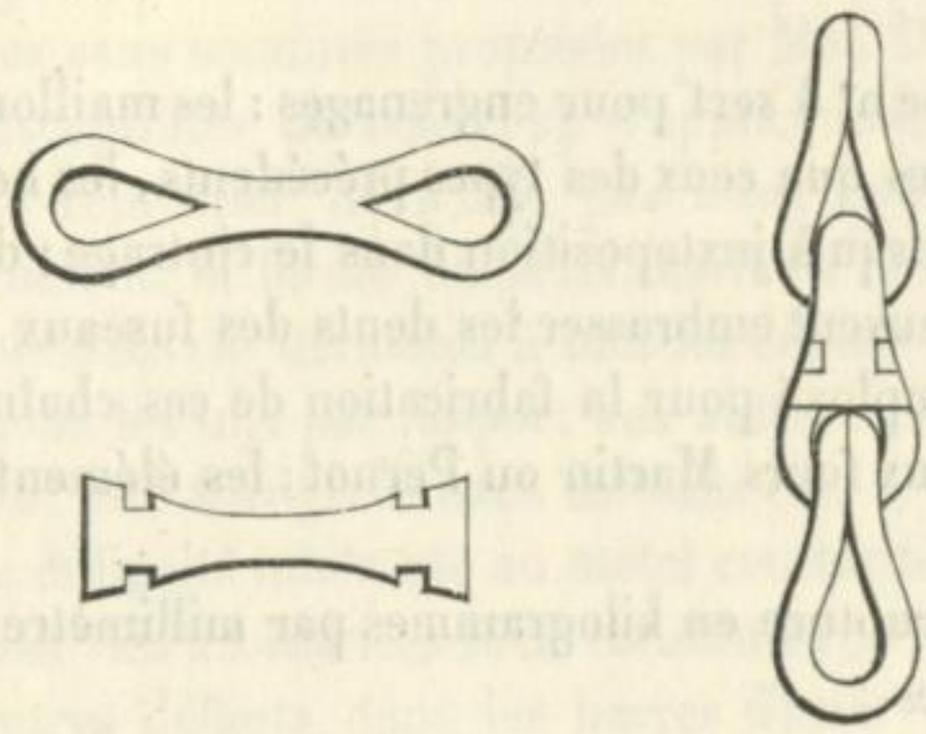
La difficulté de la fabrication des chaînes en fer étant de bien réussir les soudures des maillons, et cette difficulté étant encore plus grande lorsqu'on emploie l'acier, on devait nécessairement

chercher, pour se servir de ce dernier métal dans de bonnes conditions pratiques, à supprimer les soudures.

Bien des combinaisons ont été proposées pour arriver à ce résultat : toutes étaient compliquées et présentaient des inconvénients qui les ont fait successivement écarter.

La combinaison de MM. David et Damoizeau est ingénieuse, simple et pratique. Voici en quoi elle consiste :

On prend des barres d'acier méplat de dimensions convenables, et, par une série d'étampages, on les transforme en éléments ayant la forme d'une tige ronde terminée à chaque extrémité par une boucle oblongue.



Le métal constituant ces boucles est aplati d'un côté, et par conséquent leur section est demi-ronde ; on cintre ces éléments à chaud jusqu'à juxtaposer les deux boucles suivant leur face plate, et le maillon obtenu de cette manière a la forme d'un 8 dont les deux moitiés seraient d'équerre.

D'un autre côté, les boucles oblongues ont des dimensions telles que les éléments puissent être emmanchés les uns dans les autres, et, par conséquent, on peut former la chaîne en même temps qu'on cintre ces éléments.

La difficulté était d'assembler, quand besoin est, deux bouts de chaînes de cette espèce sans avoir recours à un maillon soudé ou à une manille, comme on le fait pour les chaînes ordinaires.

MM. David et Damoizeau ont résolu ce problème en employant une pièce spéciale qu'ils nomment un *nabot :* cette pièce affecte la

Gr. V. — Cl. 43.

forme extérieure des maillons, mais elle est en deux parties, qui s'assemblent à queue d'aronde, soit à chaud, soit à froid, au moyen de goupilles : on conçoit donc qu'elle permette de réunir deux bouts de chaînes.

MM. David et Damoizeau fabriquent *trois types* de chaînes sans soudures :

Le type n° 1, dit *chaîne-marine,* sert pour barbottins, noix, touages, etc.; la forme des boucles est telle que les chaînes puissent être exactement calibrées comme l'exige l'emploi auquel elles sont destinées;

Le type n° 2, dit *chaîne-ronde,* sert pour enroulement sur treuils, poulies, etc.;

Enfin le type n° 3 sert pour engrenages : les maillons sont beaucoup plus larges que ceux des types précédents, les boucles n'étant pas amenées jusqu'à juxtaposition dans le cintrage ; de cette façon les maillons peuvent embrasser les dents des fuseaux d'engrenage.

Le métal employé pour la fabrication de ces chaînes est l'acier doux obtenu aux fours Martin ou Pernot ; les éléments de la résistance sont :

Charge de rupture en kilogrammes par millimètre carré, 45 à 50 kilogrammes.

Allongement correspondant, 18 à 25 p. o/o.

Cet acier contient de 0,20 à 0,25 p. o/o de carbone.

Les chaînes ainsi constituées peuvent supporter, sans déformation permanente, la moitié de la charge de rupture ; il y a seulement un allongement élastique de 0,5 p. o/o ; quant à l'allongement de la chaîne correspondant à la charge de rupture, il s'élève jusqu'à 10 à 15 p. o/o.

En ce qui concerne les charges de rupture, les résultats d'expériences publiés par MM. David et Damoizeau prouvent :

1° Qu'il y a un rapport sensiblement constant, pour une même matière, entre les poids des chaînes et les résistances qu'elles présentent à la rupture (ce qui prouve que les dimensions des maillons ont été bien calculées et que les chaînes travaillent également dans toutes les parties);

2° Que 1 kilogramme de chaîne en fer résiste à une charge

moyenne de 1,350 à 1,700 kilogrammes, suivant la qualité, tandis que la résistance moyenne de 1 kilogramme de chaîne en acier est de 2,750 à 3,400 kilogrammes.

D'après cela, les chaînes en acier sans soudures pèseraient moitié moins que les chaînes en fer, à égalité de résistance. En pratique on n'a pas réduit autant, à beaucoup près, les poids par mètre courant des chaînes en acier, et, par suite, la résistance de ces dernières est beaucoup plus élevée, à égalité de dimensions, que celle des chaînes en fer.

Le tableau ci-après, page 110, donne la comparaison des poids et des résistances des chaînes en fer et des chaînes sans soudures en acier forgé.

Les chaînes sans soudures proposées par MM. David et Damoizeau sont susceptibles de beaucoup d'applications avantageuses; on peut leur reprocher de n'être pas aussi maniables que les chaînes ordinaires, la forme de leurs maillons ne se prêtant pas aussi bien que dans ces dernières à tous les déplacements possibles desdits maillons les uns par rapport aux autres : c'est un inconvénient qui peut être très grave dans certains cas.

Une autre difficulté inhérente au métal constitutif de ces chaînes est de réaliser des résistances bien constantes; s'il se trouve des pailles ou autres défauts dans les barres d'acier employées à la fabrication des maillons, on aura des mécomptes sur la résistance des chaînes; or, il est plus facile, dans l'état actuel des choses, d'obtenir du fer doux d'une résistance bien uniforme que du métal fondu d'une qualité bien constante d'une barre à une autre.

Le système de fabrication de MM. David et Damoizeau est exploité :

En France, par l'usine d'Imphy, qui appartient à la Société des forges de Commentry-Fourchambault, et par MM. Dorémieux fils et Cie;

En Angleterre, par MM. Brown, Bayley et Dixon, de Sheffield,

Et en Belgique, par M. Gillet.

Nous terminerons ce qui est relatif aux chaînes, en mentionnant la fabrication des chaînes système Gall de la Société des forges d'Audincourt; ces chaînes sont d'une exécution très soignée.

DIAMÈTRE en millimètres.	PAS des chaînes.	DIAMÈTRE extérieur des chaînes.	DOUBLE section en millimètres carrés.	POIDS DU MÈTRE courant des chaînes		CHARGES D'ÉPREUVE en kilogrammes.		CHARGES DE RUPTURE								CHAÎNES ÉTANÇONNÉES pour la marine.	
								CHAÎNES en fer		CHAÎNES en acier		PAR KILOGRAMME de chaîne					
				en fer.	en acier.	Chaînes en fer à 14 kil. par millimètre carré.	Chaînes en acier à 19 kil. par millimètre carré.	à 20 kil. par millimètre carré.	à 25 kil. par millimètre carré.	à 38 kil. par millimètre carré.	à 45 kil. par millimètre carré.	en fer.		en acier.		Poids du mètre courant.	Charges d'épreuves à la traction.
8	36	29	101	1,5	1,7	1,400	1,900	2,000	2,500	3,800	4,500	1,333	1,666	2,235	2,647	"	"
10	45	35	157	2,4	2,4	2,200	3,000	3,100	3,900	6,000	7,100	1,291	1,625	2,500	2,958	"	"
12	54	43	226	3,5	3,2	3,200	4,300	4,500	5,600	8,600	10,200	1,285	1,600	2,687	3,187	"	"
14	63	49	308	4,6	4,4	4,300	5,700	6,200	7,700	11,500	13,900	1,347	1,673	2,613	3,159	"	"
16	72	55	402	6,0	5,6	5,600	7,500	8,000	10,000	15,000	18,100	1,333	1,666	2,678	3,232	6,5	6,500
18	81	62	509	7,5	7,0	7,100	9,200	10,200	12,700	18,500	22,900	1,360	1,693	2,642	3,271	8,0	8,600
20	90	68	628	9,1	8,5	8,800	12,000	12,500	15,700	24,000	28,300	1,373	1,725	2,823	3,329	10,5	10,500
22	99	75	760	11,0	10,2	10,600	14,500	15,200	19,000	29,000	34,200	1,381	1,727	2,843	3,352	12,5	13,000
24	108	82	905	13,0	12,0	12,600	17,000	18,100	22,600	34,000	40,700	1,392	1,738	2,833	3,391	14,7	15,500
26	117	89	1,062	15,2	13,8	14,800	20,000	21,200	26,500	40,000	47,800	1,396	1,743	2,898	3,463	16,4	18,000
28	126	95	1,232	17,7	16,2	17,200	23,500	24,600	31,300	47,000	55,500	1,389	1,768	2,901	3,425	18,3	20,500
30	135	103	1,414	20,3	18,5	19,800	27,000	28,300	35,300	54,000	63,800	1,394	1,738	2,918	3,448	21,0	24,000
32	144	110	1,609	23,0	21,1	22,500	30,000	32,200	40,300	60,000	72,400	1,400	1,739	2,843	3,431	24,5	27,000

Ressorts. Essieux de carrosserie.

La plupart des usines qui fabriquent des ressorts produisent également des essieux de carrosserie; on peut donc examiner ces deux articles en même temps.

L'une des expositions les plus intéressantes en matière d'essieux de carrosserie était celle de la Société des forges de Saint-Roch-lès-Amiens (Somme).

Cette Société fabrique, sous le nom de *essieu Daire,* un essieu de carrosserie réputé pour la qualité de son fer, sa bonne fabrication et ses bons *effets de traction;* d'après l'exposant, des expériences au dynamomètre faites dans les établissements de l'État démontrent que cette traction est de 25 à 30 p. o/o moindre que celle des essieux similaires.

Outre les essieux, les forges de Saint-Roch fabriquent les boîtes de roues, bandages de roues en fer corroyé, fer fin et acier, des pièces de forge détachées, etc.

Nous citerons encore, parmi les fabricants d'essieux de carrosserie, M. Jules Jacquot, propriétaire des forges d'Haironville (Meuse) et de Bienville (Haute-Marne), dont les essieux estampés et finis ont une bonne réputation.

M. Jacquot possède des hauts fourneaux alimentés au charbon de bois et obtient du fer d'excellente qualité pour rivets, carrosserie, etc.

Il y a dans les ressorts deux qualités à considérer:

1° Celles qui tiennent à la valeur intrinsèque du métal constitutif;

2° Celles qui résultent de la disposition du ressort, c'est-à-dire des conditions dans lesquelles on fait travailler le métal.

Le métal constitutif des ressorts est extrêmement variable;

En carrosserie, on emploie l'acier puddlé, l'acier de cémentation corroyé deux fois ou plus et enfin toutes les variétés d'acier fondu laminé.

Pour les ressorts de véhicules de chemins de fer, on emploie habituellement l'acier obtenu soit par le procédé Bessemer, soit

Gr. V. — Cl. 43.

par le procédé Siemens-Martin, plus rarement l'acier obtenu par fusion au creuset.

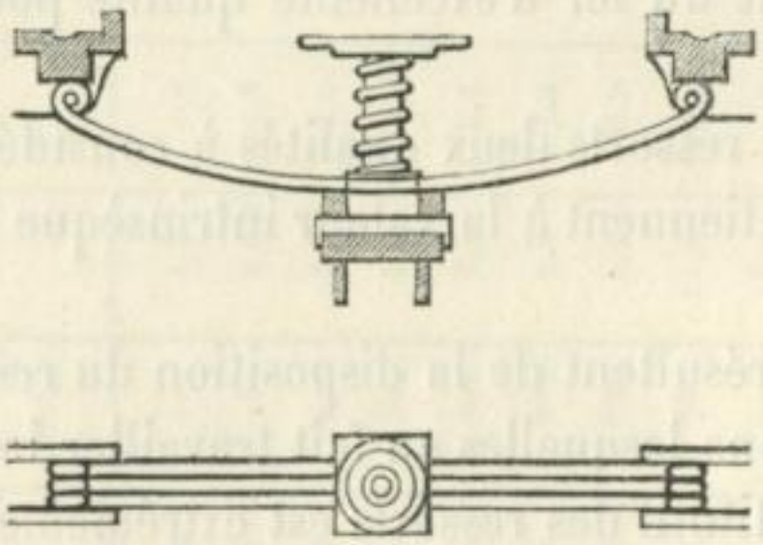
On doit rechercher, dans un bon acier à ressorts, à la fois une grande résistance vive élastique, afin qu'il jouisse d'une élasticité étendue, et une grande résistance vive de rupture, afin qu'il soit aussi peu fragile que possible.

Parmi les aciers qui remplissent le mieux cette double condition, nous citerons les aciers fondus au creuset de la plupart des bonnes marques de Sheffield et ceux de MM. Jacob Holtzer et Cie, d'Unieux (Loire). Les aciers fondus par le procédé Siemens-Martin, provenant de la Société des forges d'Allevard (Isère), jouissent aussi de propriétés très remarquables sous ce rapport.

Outre un très grand nombre de ressorts à lames parallèles établis sur les données de M. Phillips et présentés comme spécimens de fabrication, l'Exposition renfermait deux ressorts d'un système nouveau.

Le ressort Richard Cook, que nous trouvons dans le pavillon de la Compagnie des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer, se compose d'un ressort à boudin et d'un ressort en arc conjugués.

Le ressort à boudin est cylindrique et a une quantité de spires variable; la somme des intervalles qui séparent chaque spire limite la course du ressort.



Le ressort en arc est formé de trois tiges rondes cintrées suivant une courbe variable; ces trois tiges sont placées parallèlement, et leurs extrémités recourbées, en forme d'anneau, sont traversées par un boulon qui les rend solidaires.

Le ressort à boudin et le ressort en arc sont conjugués au moyen d'un système de pièces à fourreau désigné sous le nom *d'emmanchement télescopique*, c'est-à-dire dont l'une des parties entre dans l'autre à la manière des tubes d'une longue-vue; l'un des fourreaux est solidaire de la boîte à graisse, l'autre est fixé sous le brancard du châssis. Gr. V. — Cl. 43.

La Société des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer attribue à ce système de nombreux avantages, tels que simplification de la pose du ressort sous les wagons, meilleure suspension du véhicule, fabrication plus facile du ressort, sécurité plus grande, puisque, en cas de rupture, les parties jouant à fourreau formeraient suspension sèche; enfin, à résistance égale, économie de 40 à 45 p. o/o sur le poids du ressort à lames parallèles de même force.

Ce dernier avantage est absolument chimérique; en effet T étant le travail kilogrammétrique par unité de volume développé par une barre d'acier soumise, dans le sens de la longueur, à une traction de R kilogrammes par unité de surface, on sait que le travail kilogrammétrique résistant d'un ressort ordinaire à lames parallèles, construit d'après les données de M. Phillips, est égal à $\frac{T}{3}$ dans les mêmes conditions.

D'autre part, le travail kilogrammétrique d'une lame posée sur deux appuis et chargée en son milieu est de $\frac{T}{9}$, et celui d'un ressort à boudin est de $\frac{T}{2}$.

Comme, sur un poids total de $16^k,110$ du ressort Richard Cook, le ressort en arc entre pour $12^k,350$ et le ressort à boudin pour $3^k,760$, le travail kilogrammétrique du nouveau ressort pourra se calculer par la formule :

$$t = \frac{\frac{1}{9} \times 12,35 + \frac{1}{2} \times 3,76}{16.11} \times T$$

ou

$$t = \frac{T}{5.5}.$$

Il n'est donc pas exact de dire, comme le font les inventeurs,

Gr. V. — Cl. 43.

qu'à résistance égale le ressort Cook pèse 40 à 45 p. o/o de moins que le ressort à lames parallèles.

En réalité, le rapport des poids est $\frac{\frac{T}{3}}{\frac{T}{5.5}} = 1.8$.

C'est-à-dire que, à fatigue égale de la matière par unité de surface, le ressort Cook pèserait près de deux fois plus que le ressort à lames étagées, pour développer le même travail kilogrammétrique.

Nous trouvons aussi dans la section anglaise un ressort d'un système nouveau présenté par MM. Brown, Bayley et Dixon, de Sheffield.

Les ressorts généralement employés dans les chemins de fer français sont guidés transversalement par des fentes et étoquiaux aux extrémités des feuilles, et ceux employés en Angleterre et en Allemagne sont guidés par des languettes et rainures longitudinales.

Le ressort présenté par MM. Brown, Bayley et Dixon supprime les étoquiaux, languettes ou rainures, et les remplace par une concavité donnée aux feuilles dans le sens transversal.

Cette forme concave donnée à la section transversale de feuilles a non seulement, disent les inventeurs, l'avantage de bien les guider entre elles, mais encore d'augmenter sensiblement la résistance du ressort; cette allégation leur semble justifiée par les résultats d'essais à la flexion, exécutés par leurs soins sur un ressort ordinaire à lames plates, comparativement avec un ressort de leur système présentant les mêmes conditions d'établissement. Ce dernier ressort réaliserait, selon les inventeurs, les mêmes conditions de charge et de flexibilité que le ressort ordinaire avec un poids de 25 p. o/o moindre. Il développerait donc, de ce fait, un nombre de kilogrammètres plus considérable par kilogramme d'acier et utiliserait mieux la matière.

Si l'on examine de près cette allégation, on trouve, par un calcul très simple de résistance des matériaux, que le travail kilogrammétrique par kilogramme de matière du ressort à lames

plates est plus grand dans la proportion de 1,94 à 1 que celui du ressort à lames concaves transversalement. Gr. V. — Cl. 43.

Par conséquent, si MM. Brown, Bayley et Dixon ont obtenu de leur ressort la même flexibilité par tonne que du ressort à lames plates, avec un bénéfice de poids de 25 p. o/o, cela tient uniquement à ce qu'ils font travailler le métal à une charge par millimètre carré supérieure à celle des ressorts à lames plates.

D'un autre côté, il y a lieu de remarquer que, pour faire porter les lames les unes sur les autres, il faut leur donner des concavités dont le rayon de courbure varie d'une lame à l'autre, ce qui complique la fabrication du ressort; de plus, ces lames concaves soumises à la trempe et au recuit doivent certainement se déformer, se voiler, et il faut les ajuster l'une sur l'autre à froid, au marteau, ce qui n'est pas sans nuire à la qualité du métal.

Pour toutes ces raisons, le ressort proposé par MM. Brown, Bayley et Dixon ne nous semble pas destiné à se répandre.

QUATRIÈME GROUPE.

TRÉFILERIE ET PRODUITS DÉRIVÉS.

Dans ce groupe, nous classons :

La tréfilerie proprement dite et les produits qui en dérivent immédiatement, comprenant: la clouterie, la pointerie, les tissus métalliques, les grillages, les métaux perforés et enfin les aiguilles et épingles.

La première usine que nous ayons à citer en matière de tréfilerie, est la Société des forges de Franche-Comté à Besançon (Doubs).

Cette Société est l'une des plus anciennes parmi celles qui se livrent, en France, à ce genre d'industrie : la ductilité remarquable des fers comtois les rend éminemment propres au travail de la filière, et, bien qu'on en soit arrivé à tréfiler couramment, et dans de bien meilleures conditions de prix de revient, des fers puddlés et même des métaux fondus par les procédés Bessemer ou Siemens-Martin, que, par conséquent, la Société des forges de

Gr. V. — Cl. 43.

Franche-Comté ait perdu le bénéfice que lui assurait l'aptitude exceptionnelle des fers comtois pour la tréfilerie, cependant les excellentes traditions des usines de cette Société lui ont permis de lutter avec avantage, même dans ces conditions nouvelles, et sa production est restée fort importante.

Elle s'élève annuellement à 14,400 tonnes de machine de tréfilerie et à 9,500 tonnes de fils de fer de toute qualité.

L'exhibition de fils de fer de la Société des forges de Franche-Comté attirait beaucoup l'attention; on y remarquait entre autres un rouleau de fil de fer de 1/14 de millimètre de diamètre et de trente-quatre mille cinq cent dix mètres (34,510 mètres) de longueur.

La Société fabrique également des fils en métal fondu Bessemer ou Siemens-Martin; on sait que le tréfilage de ces métaux présente de très grandes difficultés, non pas qu'on y rencontre des grains durs provenant d'un affinage imparfait, comme cela se voit souvent dans les fers puddlés, mais parce que le degré de dureté de la matière n'est pas constant d'une zone à une autre, et que, par suite, tantôt le métal passe sans difficulté dans la filière, tantôt, au contraire, il oppose des résistances inattendues, qui amènent la rupture du fil: pour cette raison, il est malaisé d'obtenir des fils d'acier de cette espèce par grandes longueurs.

La Société des forges de Commentry-Fourchambault se livre également à la tréfilerie du fer. On remarquait dans son exposition des bottes de fil de fer clair, dont une du n° 1 de la jauge de Paris, ayant 6 dixièmes de millimètre de diamètre ($0^m,0006$), 15,972 mètres de longueur et pesant 35 kilogrammes; une autre, du n° 5, ayant 1 millimètre de diamètre ($0^m,001$) et 6,721 mètres de longueur, poids 41 kilogrammes; enfin une troisième, du n° 10 ($0^m,0015$ de diamètre), pesant 51 kilogrammes et ayant 3,642 mètres de longueur. On remarquait encore des fils de fer recuits pour télégraphes, des fils galvanisés, des fils de cuivre rouge, jaune, etc., des fils d'acier pour ressorts, etc.

La Société des forges de Champagne compte aussi parmi les producteurs importants de fils de fer; elle exposait notamment deux fortes pièces machine, en fer à grain fin, laminées en une seule lon-

gueur, l'une, du n° 24 (0m,0064 de diamètre), pesant 145 kilogrammes et ayant 560 mètres de longueur, l'autre, du n° 25 (0m,0070 de diamètre) pesant 115 kilogrammes et ayant 440 mètres de longueur.

On voyait encore dans ses vitrines :

2 bottes de fil galvanisé n° 2 (D = 0m,0002);

2 bottes de fil *cuivré* pour ressorts;

1 pièce de fil *étamé* n° 2;

1 pièce de fil clair n° 6 (D = 0m,0011), pesant 53 kilogrammes et ayant 8,830 mètres de longueur;

1 pièce machine n° 20 (D = 0m,0044) *en acier*, etc.

MM. Paul Jamin et Cie, d'Eurville (Haute-Marne), ont fourni, pendant les trois années précédant celle de l'Exposition, tout le fil télégraphique mis en adjudication par l'État français; la production annuelle de ces industriels est de 3,000 à 4,000 tonnes de fil de fer.

M. Eugène Vanderheym, directeur des usines de MM. Jamin, revendique la priorité pour l'application industrielle et courante du procédé, depuis longtemps connu, qui consiste à faire pendant le puddlage des additions de carbonates alcalins au bain métallique, en vue de provoquer la formation du fer à grain fin, même avec des fontes blanches et à l'allure froide du four à puddler, conditions qui provoquent d'ordinaire la formation du fer à nerfs.

M. Eugène Vanderheym dit qu'il est arrivé ainsi à produire des fers à grain fin avec des fontes moins grises, d'un travail plus rapide, ce qui permet de réduire la consommation de combustible.

La teneur en silicium du produit final est abaissée, et le fer est plus homogène et plus doux à carburation égale; enfin le rendement des fontes est augmenté.

Ces résultats ont permis à MM. Jamin d'abaisser leur prix de revient et expliquent les succès qu'ils ont remportés dans les adjudications.

Mme Ve de Mandre possède à la Chaudeau (Haute-Saône) une ancienne et importante usine dans laquelle on fabrique des fils de fer de toutes sortes et spécialement des fils *à cardes*.

Les fils à cardes de la Chaudeau ont une réputation établie sous

Gr. V. — Cl. 43.

le double rapport du tréfilage et du dressage; l'usine produit aussi des fils de seconde qualité dits *carcasse*, qu'elle écoule sous toutes les formes: clairs, recuits, étamés, galvanisés, pour la fabrication des toiles métalliques, des fleurs artificielles, etc.

Le fer employé est exclusivement le fer de Suède n° 21 (jauge métrique), dont l'exposant importe annuellement 220 tonnes.

La production correspondante est de: 160 tonnes de fils à cardes, dont 120 tonnes livrées à la consommation intérieure, et 40 tonnes à l'exportation, et de 45 tonnes de fils de fer carcasse.

On fabrique à la Chaudeau des fils triangulaires, plats, convexes, des fils à laminer destinés aux peignes à tisser; l'usine présente en outre un nouveau genre de fils à cardes pour lequel elle a pris un brevet: ce sont les fils de fer *nickelés*.

On a besoin pour divers travaux, notamment pour le cardage de la laine, de fils moins oxydables que les fils ordinaires, et l'on avait employé jusqu'ici des fils étamés; mais ces fils présentent divers inconvénients: l'opération se fait en passant le fil dans un bain d'étain liquide, et, si rapide que soit ce passage, le fil prend toujours un certain recuit qui lui ôte son élasticité et nuit à son dressage; malgré tout son poli, le fer ne se charge pas partout également d'étain, et l'on voit toujours de petites granulations et de petites régions qui ne sont pas étamées: de plus, comme on emploie fréquemment pour monter les rubans de cardes des étoffes vulcanisées, dans lesquelles il reste toujours du soufre, et comme ce dernier agit énergiquement sur l'étain, les dents de la carde s'usent et se cassent rapidement.

Le nickelage du fil de fer remédie à ces inconvénients; l'opération se fait à froid sous l'action de l'électricité, et, de la sorte, le fil conserve son ressort; le nickel se dépose d'une manière régulière et continue, et le fil, protégé par une couche presque inoxydable, acquiert une durée plus grande que celle du fil étamé.

MM. Aubert et Marquiset, au Beuchot (commune de Hautevelle, Haute-Saône), exercent une industrie tout à fait analogue à la précédente.

Ces exposants ont employé exclusivement jusqu'ici des fers suédois des premières marques, dont ils importent annuellement

200 à 250 tonnes ; ils essayent, en ce moment, de substituer aux fers suédois des fers de fabrication française issus des minerais algériens.

La production annuelle est de 150 tonnes de fils pour cardes, 25 tonnes de carcasse, 50 tonnes de fils de qualité spéciale pour fils à tisser, etc.

Sur ces 225 tonnes, 150 sont livrées à la consommation intérieure, et 75 sont exportées.

Nous mentionnerons encore, dans la section française, les fils de fer pour câbles exposés par les Forges de Bigny (Cher) (M. Trémeau). Cette usine exposait notamment des fils de fer à section variable qui permettent de confectionner des câbles ayant une section régulièrement décroissante d'un bout à l'autre de la longueur, tout en conservant dans toutes les sections le même nombre de fils.

Ces câbles peuvent être avantageusement employés dans les extractions à grandes profondeurs ; on exposait un de ces câbles ayant 600 mètres de longueur et formé de vingt-huit fils. Le diamètre de chaque fil varie de 27 à 20 dixièmes de millimètre en passant par les diamètres intermédiaires de 24 et 22 dixièmes de millimètre ; à chaque changement de section, on a modifié le pas de l'hélice de telle sorte que les hélices du fil dans les torons et les hélices du toron aient toujours sensiblement la même inclinaison : dans toutes les parties du câble, le fil travaille donc de la même façon.

On exposait en outre, comme exemple de fils à section variable, une pièce ayant pour diamètres successifs 27, 22, 18 et 15 dixièmes de millimètre et une autre pièce renflée par le milieu ayant 27 dixièmes de millimètre de diamètre, tandis que les deux extrémités ont seulement 22 dixièmes.

Ces fils à sections variables sont obtenus au moyen de filières à double cône.

M. Trémeau dit qu'il livre couramment des fils pour câbles en pièces de 60 à 70 kilogrammes, dont les charges de rupture sont de 75 à 77 kilogrammes par millimètre carré de section. Ces fils ont l'avantage de résister au frottement sur les poulies ou sur le

Gr. V. — Cl. 43.

sol sans se limailler; il en résulte, d'après l'exposant, qu'ils peuvent lutter avec les fils d'acier à 80 kilogrammes de résistance par millimètre carré de section, qui ont l'inconvénient de coûter plus cher et de ne pouvoir être tirés qu'en petites pièces de 8 à 15 kilogrammes et *surtout de manquer d'homogénéité.*

Les fils de fer, au contraire, sont d'une homogénéité parfaite; on peut couper une pièce du poids de 70 kilogrammes, n'importe en quel point de sa longueur, on trouvera toujours les mêmes résistances avec les mêmes allongements, ainsi que le constatent les nombreux essais faits dans les usines de Bigny. Malgré leur ténacité et leur dureté relatives, ces fers peuvent être tréfilés à de très petits diamètres, puisque l'exposition des forges de Bigny renfermait une pièce du n° P de la jauge de Paris ($0^m,0005$ de diamètre) qui pesait $17^k,500$ et avait 11,666 mètres de longueur.

Ces fils peuvent aussi être laminés à froid; on avait exposé deux pièces de cette sorte.

M. Trémeau fournit les renseignements suivants sur la résistance des fils de fer des forges de Bigny.

FILS DE FER.	NUMÉROS.	DIAMÈTRE en dixièmes de millimètre.	RÉSISTANCE par millimètre carré de section.	ALLONGEMENT par mètre.	PLIAGES à l'étau.
Non recuit	16	27	$77^k,797$	$0^m,002$	4
	14	22	73,878	0,003	7
	12	18	76,771	0,002	4
	P	5	76,530	0,002	4
Galvanisé clair	18	34	68,357	0,025	3
	16	27	68,181	0,022	4
	14	22	63,324	0,020	4
Galvanisé recuit	12	19	40,593	0,038	7

Dans la section anglaise, nous citerons :

La *Snedshill Iron Company,* du Shropshire, parmi les usines qui produisent le meilleur fil de fer pour câbles, ainsi que des fils pour ressorts, lignes télégraphiques, etc.;

M. Frederick Smith et Cie, Caledonia Works, Halifax (Yorkshire), pour sa belle exposition de fils de fer pour câbles et de fils galvanisés pour agrès de navires, lignes télégraphiques, cardes, peignes à tisser, etc.; Gr. V. — Cl. 43.

M. Newall R. S., de Gateshead-on-Tyne, pour ses câbles en fil de fer et d'acier à l'usage des mines, chemins de fer, agrès de navires, etc.;

Cet industriel produit également des cordages en fer, acier et cuivre pour horlogerie, etc., des cordes dorées et argentées pour ameublement, des câbles télégraphiques sous-marins, des fils de paratonnerres, etc. Tous les produits exposés étaient d'une bonne fabrication.

M. John Shaw, de Sheffield, a une fabrication analogue à la précédente. Les produits qu'il exposait étaient aussi d'une bonne exécution.

Dans la section autrichienne, nous avons à citer :

1° M. Bürger, de Graz (Styrie), qui possède une importante usine de laminage et de tréfilerie ; il fabrique des fils d'acier et de fer pour câbles métalliques, gratte-brosses, cordes de pianos, etc., et produit également de la clouterie et des aiguilles à coudre ; les objets exposés étaient d'une exécution très satisfaisante.

2° M. Mühlbacher, de Ferlach (Carinthie), qui produit des fils de fer clairs, cuivrés, étamés, etc., d'une bonne fabrication ; cet industriel a cela de particulier qu'il traite au charbon de bois, dans un haut fourneau de petite dimension, des scories de fours à puddler. Les fontes ainsi produites sont travaillées au feu comtois, avec addition de fontes manganésifères et produisent d'excellents fers de tréfilerie.

Il nous resterait, pour terminer l'examen des produits de la tréfilerie, à nous occuper d'un certain nombre d'industries qui obtiennent, par l'étirage à la filière, des produits très variés que leur mode de fabrication rattache évidemment à la tréfilerie, par exemple, les cordes à pianos, les fils cannelés pour horlogerie, etc., mais ces produits sont assez spéciaux et assez importants pour que nous ayons cru devoir en faire, sous la rubrique *tréfilerie de précision*, l'objet d'un groupe spécial que nous étudierons plus loin.

Gr. V.
—
Cl. 43.

Clouterie. — Pointerie.

Un bon nombre des usines que nous venons d'énumérer, outre qu'elles tréfilent le fer, produisent également des clous, des pointes, etc. Nous nous occuperons plus spécialement, dans ce qui va suivre, des exposants dont l'industrie se borne à la fabrication des clous ou des pointes.

Les clous se fabriquent maintenant presque uniquement par des procédés mécaniques; la fabrication à la main tend à disparaître, car on peut obtenir à la machine des produits d'un emploi tout aussi sûr et qui ont plus de régularité que les clous faits à la main, outre que leur prix est moins élevé.

La clouterie mécanique peut d'ailleurs se diviser en deux grandes catégories:

1° La clouterie en fil de fer qui comprend les pointes et les clous à chaussures et qui se fabrique à la mécanique et généralement à froid; 2° la clouterie en tôle et en fer dont les produits sont extrêmement variés et se fabriquent par deux procédés différents: à froid pour certaines espèces de clous; à chaud pour d'autres.

Nous énumérerons les exposants de clous de toutes espèces dans l'ordre d'importance des récompenses que le jury leur a attribuées.

La clouterie mécanique de M. Gailly fils aîné, de Charleville (Ardennes), est connue depuis longtemps; cet industriel fabrique spécialement des clous en fil de fer pour chaussures et en tôle pour les tapissiers, bourreliers, couvreurs, etc.

L'usine tréfile elle-même le fil nécessaire à sa fabrication de clous; elle consomme annuellement : 1,000 tonnes de *machine* de tréfilerie et 120 tonnes de tôles.

Les produits correspondants s'élèvent à 850 tonnes de clous en fil de fer pour chaussures et 100 tonnes de clous en tôle.

Ces produits s'écoulent presque uniquement en France : l'exportation est de 50 à 60 tonnes seulement.

MM. Hubert-Lechanteur, Brézol et Cie, de Saint-Marceau (Ar-

dennes), possèdent également une importante usine où ils fabriquent les clous à chaud à la mécanique.

Les produits consistent surtout en clous de navires, de charpente, de plâtriers et enfin en clous de ferrures pour les chevaux.

Les clous communs sont fabriqués en fer au coke provenant de France ou de Belgique; les clous à cheval sont, au contraire, exclusivement fabriqués en fer de Suède.

La production annuelle est actuellement de 3,500 tonnes, dont un tiers se consomme en France et deux tiers sont exportés.

En 1862, la production annuelle n'était que de 320 tonnes; elle s'est progressivement élevée à 2,000 tonnes en 1869, pour atteindre le chiffre que nous venons de citer.

Les exposants font remarquer que leurs clous fabriqués à la machine pour la marine et pour la ferrure des chevaux, ont été les premiers à faire concurrence en France aux clous similaires faits à la main; ils sont de qualité au moins égale à ces derniers, et leur prix est inférieur de 15 à 20 p. o/o au moins.

MM. Husson frères, de Charleville (Ardennes), fabriquent, chaque année, environ 600 tonnes de clous mécaniques; leurs machines, d'un type spécial, découpent le corps du clou dans le fil de fer: une machine peut produire 100 clous à la minute.

C'est au moyen de machines analogues que MM. Jarre et Cie, d'Ornans (Doubs), clouterie du Phénix, produisent annuellement environ 700 tonnes de clouterie, consistant surtout en clous pour chaussures et clous d'ornementation.

Ces industriels fabriquent depuis deux ans des clous en acier qui sont beaucoup plus solides que les clous en fer, sans être d'un prix sensiblement plus élevé.

M. Louvrier (Charles), de Lods (Doubs), est l'inventeur d'une machine à faire les clous disposée de telle sorte que le corps du clou est étiré et par conséquent le métal subit une façon analogue à celle de la fabrication à la main. Ce procédé mécanique est maintenant employé dans un certain nombre d'usines, en particulier dans celles de la Société des forges de Franche-Comté.

M. Rheinart-Crepel, de Charleville (Ardennes), produit des

Gr. V. — Cl. 43.

clous à souliers, en employant la verge elle-même, sans avoir besoin de la tréfiler de nouveau.

Ce procédé de fabrication permet de réduire de neuf numéros la grosseur de la tige par rapport à la grosseur de la verge.

MM. Gérard frères et Caltaux, de Nouzon (Ardennes), fabriquent spécialement de la clouterie mécanique en tôle; ils produisent surtout la clouterie de carrosserie et plus particulièrement la clouterie fine.

M. Denille, de Creil (Oise), a une fabrication très variée qui comprend une tréfilerie de fil de fer, une pointerie et une clouterie; la production de la clouterie se compose surtout des béquets pour cordonniers, de clous de tapissiers à tête ronde, bombée, etc.

Au nombre des produits de M. Denille, nous citerons les pointes de Paris en fer dit *métis*. Ces pointes sont fabriquées avec du fer puddlé plus commun que les fers fins ordinairement employés et sont néanmoins d'un bon usage, quoique leur prix soit bien inférieur à celui des pointes ordinaires.

Enfin, nous mentionnerons MM. Margueron et Cie, de Transières, commune d'Ambenay (Eure), pour leur fabrication de pointes et de *fils cannelés* système Chelot; la section de ces fils a la forme d'un trèfle, en sorte que, à même numéro de filière et même longueur, les pointes cannelées pèsent de 12 à 15 p. o/o moins que les pointes rondes. D'un autre côté, il paraît résulter d'expériences faites dans les arsenaux du Gouvernement français que la résistance à l'arrachement de ces pointes est supérieure à celle des pointes à tiges rondes, de 20 p. o/o lorsqu'on les a enfoncées dans le bois de sapin et de 35 p. o/o lorsqu'on les a enfoncées dans le bois de chêne : elles ont donc une meilleure tenue; il y a là une idée ingénieuse sur laquelle il convient d'appeler l'attention.

Dans les expositions étrangères, nous trouvons, d'abord dans la section autrichienne, la belle exposition collective des usines de Moravie (Société par actions des usines de Moravia, Hombock et Marienthal, siège à Olmütz). Cette Société produit de la clouterie en tôle et en fil de fer, des béquets, des pointes de Paris et aussi

de la serrurerie, des cadenas, etc. La fabrication est parfaitement soignée et les objets exposés étaient d'un excellent aspect. Gr. V. — Cl. 43.

Dans la section des États-Unis d'Amérique, MM. Field et fils, de Taunton (Massachusetts), exposent des pointes de Paris et des clous mécaniques de diverses espèces, notamment de très petits clous ; il paraît que ces industriels produisent 50 millions de clous par jour.

MM. Morris Wheler et Cie, de Philadelphie, exposaient également des clous mécaniques ; leur fabrication ne paraît pas être aussi importante que celle des précédents.

Dans la section des Pays-Bas, MM. Thomas, Regout et Cie, de Maëstricht, présentaient une remarquable collection de pointes de Paris en fer et en cuivre, de clouterie en tôle de fer et en tôle Bessemer, de chevilles à chaussures en fer, tôle et cuivre, le tout d'une belle fabrication.

Dans la section helvétique, nous avons à citer M. Blösch-Neuhaus et Cie, de Bienne (canton de Berne), dont les pointes de Paris, la clouterie mécanique, les vis à bois et la tréfilerie sont parfaitement soignées.

Dans la section russe, nous trouvons une intéressante exhibition de fils de fer, clous en tôle, chevilles de cordonnerie, pointes de Paris, sous le nom des *Héritiers de Goujon de Moscou*. La production annuelle de cette usine s'élève, paraît-il, à 6,000 tonnes.

Enfin nous mentionnerons, dans la section portugaise, M. Schalck de Lisbonne, qui fabrique des pointes de Paris, des clous pour la sellerie et la bourrellerie et aussi des capsules en plomb pour le bouchage des bouteilles, des agrafes en laiton et une foule de menus objets d'une bonne facture.

Tissus métalliques et Grillages.

Parmi les tissus métalliques, il convient de distinguer les toiles métalliques et les grillages.

M. Roswag fils a établi à Saint-Denis (Seine), à la suite des événements de 1870, une fabrique de toiles métalliques et continue les traditions de la maison alsacienne du même nom qui avait obtenu une médaille d'or en 1867.

Gr. V. — Cl. 43.

L'usine de Saint-Denis se livre à la tréfilerie du laiton et fabrique des toiles métalliques de divers genres, notamment des toiles pour papeteries, des toiles imprimées pour stores, etc.

Les métiers y sont mus par la vapeur.

M. Lescure, à la Couronne (Charente), produit surtout des toiles métalliques pour papeteries; il a apporté à cette fabrication divers perfectionnements: en particulier, il est arrivé à fabriquer mécaniquement les rouleaux qui servent à verger le papier.

Cet industriel présente un nouveau genre de tissu qu'il appelle *store végéto-métallique* et qu'il croit appelé à remplacer avantageusement le store en bois employé jusqu'à présent.

MM. Weiller et Cie, d'Angoulême, fabriquent aussi la toile métallique pour papeterie : ils achètent le fil et le tréfilent de nouveau jusqu'à de très petites dimensions; c'est ainsi que ces industriels fabriquent des toiles fines jusqu'au n° 250 ; leurs métiers marchent à bras.

Ces trois exposants sont les seuls, parmi les fabricants français de toiles métalliques, auxquels le jury ait cru devoir attribuer une récompense. A l'Exposition de 1867, la part de l'industrie des toiles métalliques dans la répartition des récompenses avait été beaucoup plus importante, mais il ne faudrait pas en conclure que cette intéressante industrie a périclité en France : plusieurs fabriques de toiles métalliques, et des plus considérables, étaient situées à Schlestadt; elles ne figurent donc plus aujourd'hui dans l'effectif de la production nationale; au surplus, il nous reste à citer, dans la section française, deux expositions remarquables dans lesquelles les toiles métalliques reçoivent des applications quasi-artistiques.

La plus importante était celle de M. Bellenger-Fasbender, rue Saint-Denis, 218 *bis*, à Paris. Cette exhibition comprenait des objets de deux sortes différentes :

1° Des ustensiles de ménage en toile métallique, tels que couvre-plats, garde-manger, seaux à charbon, etc. Les traits saillants de ces produits sont les suivants : la toile métallique est tissée au métier à la Jacquard, elle est maintenue dans les cadres au moyen d'un sertissage : il n'y a donc pas de soudure; les garde-manger se

démontent pour en faciliter le transport : l'exécution est bien soignée dans tous ses détails.

2° M. Bellenger-Fasbender fabrique également des garde-feu, écrans et éventails de foyers en toile métallique. Il est arrivé par une ornementation bien entendue à leur donner un aspect fort élégant.

D'une part, l'emploi de la gravure et de divers apprêts (dorure, argenture, nickelage, etc.) pour les montures, se prête à une grande variété d'effets ; d'autre part, M. Bellenger-Fasbender a trouvé moyen d'appliquer sur les toiles métalliques des peintures inaltérables au feu et qui laissent à la trame du tissu toute sa transparence, ce qui lui fournit de grandes ressources d'ornementation.

C'est ainsi qu'on remarquait dans son exhibition des garde-feu, style Louis XIV avec sujets peints genre Vatteau, un grand éventail Louis XVI à peintures et beaucoup d'autres objets du même genre d'un aspect vraiment artistique.

Il y a lieu de noter que, dans ces articles de luxe, les toiles métalliques sont fixées sur les montures non pas au moyen d'un sertissage, mais par des platines fixées au moyen de vis.

Une autre exposition, présentant quelque analogie avec la précédente, était celle de MM. Fournier-Dondel et Cie, 99, rue Saint-Maur, à Paris : ces industriels fabriquent toutes sortes d'articles de ménage en toile métallique, tels que pare-étincelles, couvre-plats, garde-manger, seaux à charbons, etc.

Les toiles sont tissées à la Jacquard et fixées dans leurs cadres au moyen d'un sertissage, par conséquent sans soudures. Cette maison exposait un *gobe-mouches* en toile métallique qui paraît bien compris et dont le prix est très modique.

Nous arrivons maintenant aux grillages en fil de fer.

MM. Sohier et Cie, rue Lafayette, 121, à Paris, sont les seuls, en France, qui fabriquent des grillages mécaniques à triple torsion et qui les galvanisent après leur fabrication.

Ces industriels sont aussi arrivés, depuis peu de temps, à fabriquer des grillages en fils galvanisés avant leur tissage ; ces derniers conservent toute la souplesse des grillages à la main sans

Gr. V. — Cl. 43.

avoir l'inconvénient que présentent ceux à simple torsion, de n'avoir aucune consistance et de se défaire complètement lorsque par hasard un fil vient à se rompre.

En comparant ces sortes de grillages avec ceux qui figuraient dans la section anglaise, on constatait qu'ils ne le cédaient en rien à ces derniers, tant pour l'exactitude des mailles que pour leur parfaite régularité.

Le trait caractéristique de la fabrication de MM. Sohier et Cie, c'est qu'ils peuvent serrer les torsions à volonté. Lorsqu'on confectionne des grillages à fils noirs, on laisse les torsions suffisamment lâches pour qu'à la galvanisation le zinc pénètre partout à l'intérieur des fils et que, par suite, toutes les parties se trouvent parfaitement recouvertes et, partant, inoxydables. Lorsqu'au contraire on emploie des fils galvanisés, on les resserre afin d'obtenir la même rigidité que dans les grillages à la main.

L'industrie de la fabrication des grillages a acquis une grande importance, car on en importe encore actuellement environ 5 millions de mètres de toutes hauteurs. Le développement donné par MM. Sohier et Cie à leur production a donc un sérieux intérêt, puisqu'il tend à nous affranchir du tribut que nous payons à l'industrie étrangère pour ces sortes de produits.

Dans les sections étrangères, nous avons à citer divers exposants de toiles ou de grillages métalliques.

Dans la section anglaise :

MM. Greening et fils, de Warrington (Lancashire), exposaient, dans la classe 43, divers spécimens de toiles métalliques tissées au métier à vapeur, d'un aspect très satisfaisant.

Dans la classe 51, on remarquait l'exposition de grillages mécaniques galvanisés de MM. J.-B. Brown et Cie, de Londres.

Ces industriels fabriquent des grillages à mailles variant de 2 à 15 centimètres et de toutes les largeurs jusqu'à $1^{m},20$ pour petites mailles et $1^{m},80$ pour les grandes. Tous les spécimens exposés étaient d'une régularité parfaite.

MM. J.-B. Brown et Cie paraissent occuper le premier rang dans ce genre d'industrie, tant par l'importance de leur production que

par leur initiative dans la création des outillages mécaniques maintenant employés pour la fabrication des grillages. Gr. V. — Cl. 43

MM. Barnard-Bishop et Barnards, de Norwich, exposaient aussi des grillages dans les classes 25 et 85 où ils ont été distingués au point de vue du mérite décoratif de leurs produits et des services que l'horticulture peut en tirer. Le jury de la classe 43 a cru devoir néanmoins les comprendre dans sa juridiction eu égard à l'importance de leur industrie au point de vue métallurgique et à la bonne exécution de leurs grillages galvanisés.

Enfin, MM. Hill et Smith, de Dudley (Staffordshire), exposaient dans la classe 51, des grillages en fil de fer galvanisés après torsion, d'une bonne fabrication et dont quelques spécimens se faisaient remarquer par la finesse du fil.

Dans la section autrichienne, nous remarquons les toiles métalliques en fer et en cuivre de MM. Hütter et Schrantz, de Vienne, pour leur fabrication soignée. Ces industriels exposaient aussi, dans la classe 60, des cylindres pour verger le papier, d'une belle exécution.

Nous avons encore à citer, dans la section italienne, des échantillons de toiles métalliques exposés par M. Guggi (Joseph), de Loglio (Côme);

Dans la section espagnole, des tissus en laiton exposés par M. Rivière, de Madrid;

Enfin, dans la section russe, des tissus métalliques fabriqués à la mécanique, notamment des toiles pour papeteries, exposés par M. Neumann, de Varsovie, qui est, paraît-il, le seul industriel qui, en Russie, se livre à ce genre de fabrication.

Métaux perforés.

Les plaques perforées, c'est-à-dire percées par des procédés mécaniques d'une quantité de trous distribués avec une régularité mathématique, ont une certaine analogie avec les tissus métalliques, au moins quant à leurs applications; on les emploie dans une foule d'industries, comme organe principal des appareils de classement et de criblage; elles entrent également dans les con-

Gr. V. — Cl. 43.

structions et dans la confection d'une quantité d'articles de ménage ou d'ameublement, stores, châssis, meubles de jardin, volières, etc.

L'industrie de la fabrication des plaques perforées a donc de nombreux débouchés et présente, par cela même, une sérieuse importance; on exécute les plaques perforées en tôle de fer, en cuivre et en zinc.

La Société de la Vieille-Montagne, à Liège, produit des feuilles de zinc perforées de toutes espèces; la perforation se fait:

1° En trous ronds et trous allongés pour les cribles, filtres, tamis, etc.;

2° En dessins riches et variés pour la décoration et l'aérage.

Les feuilles de zinc perforées n'ont pas d'envers: elles sont parfaitement planes et polies des deux côtés et se vendent presque toutes à la dimension uniforme de $0^{m},91$ de large sur $2^{m},44$ de longueur; elles sont susceptibles d'une foule d'applications d'autant qu'elles peuvent être conservées polies et brillantes au moyen d'un vernis, ou recevoir la peinture, la dorure, le cuivrage et l'étamage.

Nous trouvons encore dans la section belge, une exhibition intéressante de plaques perforées, sous le nom de MM. Delrée et Ophoven, de Liège. Ces exposants fabriquent:

Des tôles de fer perforées pour la préparation mécanique des minerais, pour les sucreries, les brasseries, les lavoirs de laines, le traitement des céréales, etc., et aussi pour l'ornementation et les meubles de jardin;

Des planches de cuivre perforées pour les sucreries;

Des feuilles de zinc pour le traitement des céréales, l'ornementation, etc.

Les produits exposés étaient remarquables pour la netteté des découpures et la propreté des surfaces.

Nous citerons enfin, dans la section anglaise, les feuilles de zinc perforées de MM. Braby Frederick et Cie, de Glascow: les spécimens exposés étaient d'une exécution parfaite.

Aiguilles.

On sait que la fabrication des aiguilles est centralisée presque complètement, en Angleterre, à Redditch, petite localité du comté de Worcester, située à proximité de Sheffield.

Les aiguilles s'y fabriquent presque entièrement à la main, et l'on a si bien appliqué à cette fabrication le principe de la division du travail, que l'achèvement d'une aiguille comporte une trentaine d'opérations qui la font passer dans autant de mains différentes. Comme les habitants de Redditch se livrent à ce travail, de père en fils, depuis une époque fort reculée, ils y ont acquis une très grande habileté, ce qui explique, dans une large mesure, la supériorité des aiguilles anglaises et les difficultés de la concurrence pour les pays qui ne possèdent pas d'agglomération analogue à celle de Redditch.

Il existe dans beaucoup de pays des exemples de situations industrielles du même genre, et l'un des plus mémorables nous est fourni, en France, par notre département des Ardennes, dans lequel la ferronnerie, grâce aux bonnes traditions de la main-d'œuvre et à une excellente division du travail, a pris un développement prodigieux et est en état de défier toute concurrence, tant au point de vue du bon marché qu'à celui de la bonne exécution.

Quoi qu'il en soit, l'Angleterre conserve dans la fabrication des aiguilles la suprématie qui lui est universellement reconnue.

Bien qu'une très grande partie des fabricants d'aiguilles anglais n'ait pas pris part à l'Exposition, ceux qui y figuraient suffisaient pour donner une haute idée de la perfection à laquelle a été portée cette intéressante industrie en Angleterre.

L'exposition la plus remarquable était celle de MM. Bartleet William et fils (*Abbey-Mills*), Redditch ; elle comprenait des aiguilles à coudre, des aiguilles de toutes espèces pour machines à coudre et à broder, des crochets en acier, ivoire, os et bois, des objets de tous genres pour ouvrages en laine, etc. Tous ces produits étaient d'une perfection absolue.

Nous citerons encore MM. Milward Henri et fils (*Wash ford-*

Gr. V. — Cl. 43.

Mills), Thomas S. et fils (*British-needle-Mills*) et Woodfield William et fils (*Easemore-Works* et *Victoria-Mills*), tous trois de Redditch, pour leurs exhibitions d'aiguilles, hameçons, crochets, etc., toutes remarquables à divers titres, et nous mentionnerons enfin MM. Avery William et fils (*Headless Cross*, Redditch) et Hayes, Crossley et Cie (*Alcester*), dont les produits ont également paru satisfaisants.

Dans la section française, nous n'avons guère à citer que deux exposants :

MM. Bohin et fils possèdent à Laigle (Orne) une importante manufacture dans laquelle ils occupent 200 ouvriers et fabriquent des aiguilles de toutes espèces, des épingles et des objets en petite ferblanterie : boîtes à aiguilles et autres.

Ces industriels s'efforcent d'appliquer, autant qu'il est possible, le travail mécanique à la fabrication des aiguilles, et ils luttent de la manière la plus honorable contre la concurrence étrangère, tant par la qualité que par l'abaissement des prix.

MM. Laplante et Cie, rue aux Ours, 42, à Paris, fabriquent également des aiguilles, notamment des aiguilles pour bonneterie et pour machines à coudre, des crochets, etc.

On remarquait, en particulier, dans leur vitrine, une aiguille *self-acting* perfectionnée avec beaucoup d'intelligence.

Dans la section russe, nous trouvons une fabrique d'aiguilles, c'est l'usine d'Istine.

Cette usine produit des objets bien divers, car, en même temps que des aiguilles, elle fabrique des objets en fonte moulée et même des rails; cependant la fabrication des aiguilles y est, paraît-il, assez importante pour employer 400 ouvriers. Les aiguilles sont faites avec du fer cémenté produit par l'usine elle-même; il nous a semblé qu'on fabriquait surtout de grosses aiguilles, en particulier des aiguilles à tricoter.

Épingles.

Si, en matière d'aiguilles, la fabrication anglaise jouit d'une supériorité incontestable, nous sommes heureux de constater qu'en ce qui concerne les épingles, les produits français sont parfaite-

ment en état de supporter la comparaison avec ceux de provenance anglaise. Les épingles se fabriquent d'ailleurs entièrement à la machine, et il n'y a pas à tenir compte ici de la supériorité que des traditions séculaires donnent à la main-d'œuvre anglaise dans la fabrication des aiguilles.

Nous avons à citer, dans la section française, plusieurs fabricants d'épingles.

M. Baillet possède à Viroflay (Seine-et-Oise) une usine importante dans laquelle il fabrique les épingles à la mécanique.

M. Baillet achète le fil de laiton ou de fer et le tréfile à nouveau pour lui donner la précision de diamètre nécessaire; la fabrication comporte l'emploi de deux sortes de machines : l'une qui coupe le fil à longueur et fait la pointe de l'épingle, l'autre qui forme la tête. On est arrivé maintenant à combiner des machines qui font en même temps ces deux séries d'opérations, mais elles sont nécessairement plus compliquées que les élégantes machines employées par M. Baillet et d'un usage peut-être moins sûr.

M. Baillet produit 250 numéros d'épingles différents les uns des autres, soit par le diamètre, soit par la longueur, soit par la forme de la tête. Il fabrique en outre des chevilles en fil de laiton pour chaussures. Il a enfin une très intéressante fabrication de *dés* à bon marché.

Ces dés se fabriquent avec de la tôle très mince qu'on soumet à une série d'emboutissages successifs. Lorsqu'on a produit ainsi un petit godet en tôle, on le double avec une petite capsule d'étain, et on lui donne les façons nécessaires : il faut vingt à vingt-deux opérations pour terminer ces dés et ils se vendent 7 francs la grosse, soit 5 centimes la pièce !

M. Baillet produit également un dé perfectionné qu'il appelle *dé-coupe-fil;* ce dé porte une petite paillette à bords tranchants qui permet de couper le fil avec le dé lui-même : il y a là, ce nous semble, une fort ingénieuse innovation; les dés munis de coupe-fils et polis ou nickelés se vendent 24 francs la grosse.

Pour terminer ce qui concerne l'usine de M. Baillet, nous ajouterons que les épingles y sont encartées mécaniquement et que, dans les cartes d'épingles, chaque rangée est séparée des rangées

Gr. V. — Cl. 43.

voisines par un pointillage. Cette disposition, analogue à celle des feuilles de timbres-poste, facilite le fractionnement des cartes d'épingles et constitue un véritable perfectionnement.

MM. Ratisseau frères, d'Orléans (Loiret), fabriquent mécaniquement des épingles à cheveux. C'est dans cette usine qu'ont été fabriquées les premières épingles à cheveux ondulées dont l'usage est maintenant très répandu. Ces exposants ont aussi créé un type d'épingles en zinc dont on se sert beaucoup pour la coiffure.

La production de MM. Ratisseau est importante. Ils emploient par jour environ 800 kilogrammes de matières premières, ce qui correspond à peu près à 8,000 pièces manufacturées.

MM. Onfray et Landry, de Vienne-en-Arthies (Seine-et-Oise), fabriquent à la machine des épingles de toutes espèces en laiton et en fer, entre autres des épingles à cheveux. Ces industriels achètent le fil et le tréfilent de nouveau pour amener le diamètre à la précision nécessaire. Ils produisent aussi les petites chevilles ou pailles en fer pour chaussures.

MM. Mays frères, rue Marcadet, 62, à Paris, fabriquent également à la machine des épingles de toutes espèces en laiton et en fer, des épingles à cheveux et spécialement des épingles à cheveux ondulées au moyen de machines brevetées qui étaient exposées dans la classe 61.

Dans la section anglaise, nous citerons :

MM. Chambers et Cie, de Redditch, fabricants d'aiguilles qui produisent aussi des épingles de toutes sortes et notamment des épingles en acier d'une bonne exécution, mais d'un prix beaucoup plus élevé que les épingles ordinaires;

MM. Kirby, Beard et Cie, de Birmingham et Redditch, qui exposaient des aiguilles, des épingles de toutes espèces, en particulier des épingles à cheveux, en paquets et en cartons de fantaisie;

MM. Tayler et Cie, de Birmingham, qui exposaient aussi des épingles très variées, des agrafes et une foule de menus objets analogues;

Enfin MM. Cooke frères, de Birmingham, dont les épingles de sûreté, les crochets, les clous pour fixer les tapis, etc., méritent d'être mentionnés.

CINQUIÈME GROUPE.

PRODUITS DU LAMINAGE ET DE LA TRÉFILERIE DE PRÉCISION.

Nous groupons sous ce titre tous les produits obtenus au moyen du laminoir et de la filière, dont l'exécution exige un outillage perfectionné et qui présentent des difficultés de fabrication particulières.

Nous y rattacherons, par analogie, les produits très divers qui s'obtiennent par étampage, découpage, etc., et dont la fabrication a les mêmes caractères de précision et de minutie.

Nous examinerons successivement :

1° Les produits du laminage et de la tréfilerie de précision proprement dits ;

2° Ceux de l'étirage au banc, comprenant les tubes et fers creux ;

3° Les produits de l'estampage et du découpage, notamment les capsules, paillettes et autres menus objets ;

4° Les clous dorés pour meubles ;

5° La visserie de précision et autres articles analogues.

Produits du laminage et de la tréfilerie de précision.

Nous citerons d'abord MM. Olivier Mouchel et Perrilliat, rue Commines, 10, à Paris, qui laminent en planches le cuivre rouge, le laiton et le maillechort, et qui arrivent à une très grande précision de laminage ; ces industriels tréfilent également les métaux précités et obtiennent, de ce côté, des résultats non moins remarquables.

Par exemple, ils arrivent à tréfiler des fils carcasse tellement fins qu'ils avaient pu en faire faire des nattes, des papillotes, des frisures. Pour mieux frapper les yeux, on avait disposé le tout en forme de coiffure de femme : les nattes et les papillotes étaient en fil de $\frac{28,7}{1,000}$ de millimètre de diamètre.

Un point intéressant de la fabrication de ces exposants, est l'em-

Gr. V. — Cl. 43.

ploi de filières en alumine fondue, pour remplacer les filières en rubis ordinairement usitées pour le tréfilage des fils très fins.

MM. Griset et Schmidt, rue Oberkampf, 123, à Paris, exercent une industrie analogue et ne le cèdent en rien aux précédents exposants, pour la perfection de l'exécution. Leur exposition renfermait de très beaux spécimens de tôles de laiton, de cuivre et alliages divers. La précision du calibrage en était vraiment mathématique; ce laminage se fait à froid avec des cylindres de 1 mètre à $1^{m},50$ de table.

Parmi les feuilles de cuivre exposées, il y en avait une de $6^{m},15$ de longueur et d'autres de $5^{m},30$ avec $1^{m},25$ de largeur et $0^{m},0007$ d'épaisseur. Ces feuilles avaient été laminées une à une sur un laminoir de $1^{m},30$. Si l'on songe aux dimensions de ces feuilles, la bonne réussite d'un pareil laminage paraîtra un véritable tour de force.

Une des spécialités de MM. Griset et Schmidt est le plaqué d'argent; ils en exposaient une feuille de $1^{m},20$ de côté et de $0^{m},00015$ d'épaisseur d'une parfaite régularité d'épaisseur.

Ces industriels emploient des cylindres en acier trempé par un procédé particulier qui leur donne une très grande dureté; ces cylindres sont, en outre, rodés et polis mécaniquement avec une grande précision.

Parmi les produits que MM. Griset et Schmidt avaient exposés, nous mentionnerons encore des feuilles de chrysocale très remarquables par leur belle couleur et leur brillant.

Une exhibition intéressante, qui se rattache aux précédentes par certains côtés, était celle de M. Godard, planeur sur métaux, rue de la Huchette, 27, à Paris.

M. Godard plane les planches en cuivre et en acier de manière à les préparer pour la gravure. L'opération du planage présente de très grandes difficultés; dans le cuivre, on rencontre des soufflures, des pailles ou veines poreuses, des parties cendrées, des irrégularités de ductilité et d'homogénéité, défauts très variés, mais qui ont tous pour conséquence de rendre la planche impropre à la gravure.

Les planches en acier ne sont pas moins difficiles à préparer

que les planches en cuivre, bien que les défauts qu'on y rencontre ne soient pas de même nature; c'est surtout l'irrégularité de la dureté des diverses zones qui est l'obstacle à surmonter. Gr. V. — Cl. 43.

Pour remédier à ces défauts si divers et donner aux planches la parfaite netteté de surface qu'exige l'emploi auquel elles sont destinées, il faut une bien grande habileté que M. Godard paraît posséder à un haut degré. Les spécimens de planches gravées qu'il a mis sous les yeux du jury étaient vraiment irréprochables.

Nous mentionnerons encore, parmi les exposants qui se livrent à l'industrie du laminage de précision, MM. Fleury-Aubéry et Bar, de Bornel (Oise), qui laminent le cuivre, l'or et l'argent en feuilles aussi minces que le battage peut les procurer. Ces industriels laminent aussi des trousses composées d'une âme en cuivre et de couvertes en or et argent et obtiennent des feuilles de plaqué fort estimées.

M. Massière, rue Saint-Martin, 220, à Paris, exposait des feuilles d'étain battu très minces, fort employées en télégraphie, en particulier dans le phonographe; on remarquait aussi dans sa vitrine ces feuilles d'étain à coloration spéciale imitant le goudronnage, qui sont très employées dans le bouchage des vins de Champagne.

Citons encore M. Lambert, rue Volta, 33, à Paris, qui fabrique de l'étain en feuille pour étamage des glaces par un procédé spécial qui permet d'obtenir des feuilles d'une longueur indéfinie; on remarquait dans la vitrine de cet exposant des feuilles d'étain ayant seulement 1/120 de millimètre d'épaisseur.

M. Lambert est arrivé à appliquer des couleurs sur les feuilles d'étain; elles remplacent alors avantageusement le papier peint pour tapisser les murs humides.

Nous arrivons maintenant à une série d'exposants qui ont surtout pour spécialité la tréfilerie de précision.

Nous nommerons d'abord MM. Juillard et Amstütz, boulevard Saint-Martin, 21, à Paris, qui tréfilent l'acier, le fer et le laiton, particulièrement en vue de la fabrication des pièces d'horlogerie de tous genres. C'est ainsi que ces industriels produisent des fils cannelés pour pignons d'horlogerie et autres, et en tirent des pignons de toutes espèces; les procédés mécaniques, inaugurés par

Gr. V. — Cl. 43.

MM. Juillard et Amstütz dans la fabrication des pignons de montres, en ont fait baisser le prix de moitié; ainsi la douzaine de roues garnies de leurs axes, qui était vendue 7 francs il y a vingt ans, vaut aujourd'hui 3 fr. 50 cent. : c'est un résultat dont il faut savoir gré à MM. Juillard et Amstütz.

Une autre branche fort intéressante de la tréfilerie de précision est celle qui a pour but la fabrication des montures de parapluies.

L'une des usines les plus importantes dans ce genre est celle de MM. Teste père et fils et Pichat, de Lyon (Rhône); ces industriels se livraient, avant les événements de 1870, à la fabrication des aiguilles à coudre; depuis cette époque, ils produisent seulement des épingles à tête d'émail, des aiguilles à tricoter, des buscs de corsets, des crochets en acier pour coiffure et surtout de l'acier tréfilé pour usages divers et, en particulier, des branches en acier pour montures de parapluies.

La production de ces derniers articles s'élève annuellement à 600 tonnes d'acier plein, ce qui représente environ 15,000 montures de parapluies par jour, auxquelles il faut ajouter 12,000 à 15,000 douzaines de montures en acier creux dites *paragon;* on voit que la production de ces industriels est fort importante.

MM. Peugeot-Jackson et Cie, de Pont-de-Roide (Doubs), fabriquent également des branches de parapluie en acier. Ces industriels produisent, en outre, des scies et des outils de toutes espèces ; nous nous en occuperons plus loin.

M. Dallemagne, rue Grange-aux-Belles, 59, à Paris, possède une importante tréfilerie de fil de fer et produit une foule d'articles dérivés du fil de fer; nous citerons, en particulier, les ressorts à boudins pour meubles et sommiers que l'exposant fabrique mécaniquement, des fourchettes de parapluies, des rivets spéciaux à froid, etc.

M. Dallemagne étire en outre au banc des fers carrés, plats et ronds.

M. Page a fondé à Valdoie, près de Belfort, une usine où il tréfile le cuivre, le laiton et autres alliages en vue de la fabrication des pièces d'horlogerie ; cet industriel produit en outre des

tresses d'or et d'argent faux pour épaulettes. C'est une fabrication intéressante et conduite avec intelligence.

Nous citerons encore les fils exposés par M. Bonis, rue Montmartre, 18, à Paris. On remarquait, dans la vitrine de cet exposant, des fils de cuivre, de rosette, de platine, des spirales en laiton et en rosette, des fils pour brosses, des fils de maillechort, des *fils en zinc* d'une grande finesse et enfin des fils pour cordes à pianos d'un tréfilage très exact.

Enfin nous mentionnerons MM. Salleron et Schmidt, rue Popincourt, 39, à Paris, pour leurs cuivres ornementés au moyen du laminoir à molettes.

Dans la section anglaise, nous devons citer particulièrement MM. Hougton William Dickson, de Warrington, pour leurs cordes en fil d'acier fondu pour instruments de musique, fabriquées d'après un procédé breveté; leurs fils à pignons en laiton pour compteurs à gaz et à eau, etc.

Pour donner une idée de la bonne qualité de ses fils pour cordes à pianos, cet exposant avait suspendu une boule en fer, pesant 180 kilogrammes, au moyen d'un fil d'acier pour cordes à pianos de $0^{m},0009$ de diamètre (n° 16 de la jauge).

Nous mentionnerons aussi MM. William Smith et fils, de Warrington (usines de Dollam), pour leur exposition de fils d'acier de toutes espèces, spécialement pour instruments de musique. Cette maison fabrique, paraît-il, chaque semaine, 2,100 kilogrammes de cette sorte de fil.

On remarquait dans leur vitrine une pièce de *Patent steel Rope Wire* d'une longueur de 5,404 mètres, d'une seule pièce et pesant 77 kilogrammes. Le fil était du n° 16 et demi ($0^{m},0025$ de diamètre); la résistance à la rupture était de 279 kilogrammes par millimètre carré : c'est du moins ce qu'affirme le fabricant.

L'usine fabrique aussi des fils d'acier trempé pour cardes, qui sont préférables aux fils en fer à cause de leur plus grande élasticité; les pointes restent plus longtemps fines et s'émoussent moins vite.

Dans la section autrichienne, nous trouvons un exposant, M. Hainish (Michäll), de Vienne, dont les laitons laminés et tré-

Gr. V. — Cl. 43.

filés se faisaient remarquer par leur bonne exécution et leur bon marché.

Produits de l'étirage au banc.

L'étirage au banc est une des formes de la tréfilerie : c'est un procédé d'élaboration dont plusieurs usines tirent le parti le plus avantageux ; il permet d'obtenir facilement des barres d'un calibrage très exact, avec des profils souvent compliqués, qu'on n'obtiendrait que très laborieusement à la fraise ou à la raboteuse.

Une des forges qui usent de ce mode de travail avec le plus d'intelligence est la Compagnie des forges d'Audincourt, qui, dans ses ateliers de la rue Amelot, produit des métaux étirés et cannelés, ronds, plats, carrés et de toutes formes jusqu'à des sections équivalentes à 60 millimètres de côté. La Compagnie traite couramment le fer, l'acier, le laiton et le cuivre rouge, et elle fait également à façon les étirages de métaux précieux, or, argent, platine iridié, avec une précision de travail irréprochable.

Parmi ces derniers, le travail le plus intéressant qu'elle ait fait est l'étirage de la collection des mètres-étalons en platine iridié ; il y avait là, en raison de la dureté du métal, de grandes difficultés pratiques qui ont été surmontées de la manière la plus heureuse.

Le résultat obtenu fait le plus grand honneur à l'habile directeur des ateliers de la rue Amelot, M. Gueldry, dont l'intelligente initiative mérite tous les éloges.

La Compagnie d'Audincourt fabrique également des tubes par emboutissage à la presse hydraulique et étirage à la filière. Elle produit ainsi des tubes en cuivre rouge ou jaune, en fer, en acier, en aluminium, etc., emboutis sans soudures.

Au nombre des produits exposés, on remarquait particulièrement des cylindres d'impression en cuivre rouge. La chemise en cuivre avait été obtenue par emboutissage et fixée sur un noyau en fonte par l'étirage ; d'autres cylindres se composaient d'une chemise en bronze fixée sur un noyau en fonte, au moyen de la presse hydraulique. Ce mode de fabrication durcit considérablement la surface, et de pareils cylindres doivent être d'un emploi très avantageux.

M. Vicaire, rue Vieille-du-Temple, 76, à Paris, possède un important atelier d'étirage au banc, dans lequel il fabrique des tubes de toutes espèces; on remarquait particulièrement dans sa vitrine des tubes ornementés de dessins très variés, des tubes gravés, etc. Ces produits s'emploient dans un grand nombre d'industries, notamment dans la fabrication des appareils à gaz, la lampisterie, l'horlogerie, etc.

Outre les tubes ornementés, M. Vicaire fabrique des tubes unis de grande dimension jusqu'à 30 centimètres de diamètre.

Une autre exposition des plus intéressantes était celle de MM. Durand, Bossin et Jou, rue de Saintonge, 21, à Paris, qui fabriquent des tubes sans soudures en cuivre, acier et métal blanc.

Ces tubes sont obtenus de la manière suivante:

Pour le cuivre, l'argent et le métal blanc, on fond des lingots creux que l'on étire et lamine sur mandrins et tiges spéciales.

Pour l'acier, on part de lingots que l'on perce d'un avant-trou à la machine et que l'on traite ensuite comme les précédents.

Les exposants peuvent produire ainsi des tubes ronds et de toutes formes, de 1,000 mètres de longueur au besoin, avec des diamètres intérieurs variant de 1 à 5 millimètres.

Ces tubes sont employés en bijouterie, horlogerie, etc., et aussi pour les presses hydrauliques, manomètres, appareils de physique, etc.

Nous citerons encore, parmi les industriels qui tirent un bon parti de l'étirage au banc, MM. Moyse et Cie, rue de la Marc, 78, à Paris.

Ces fabricants produisent ainsi des moulures de profils très variés; ils étirent aussi des fers ronds pour la fabrication de la visserie et de la boulonnerie de précision.

M. François Labbé, boulevard Richard-Lenoir, 53, à Paris, exposait des tubes en fer avec chemise en cuivre superposée, étirés au banc pour rampes d'escaliers, etc. L'étirage fait adhérer le cuivre sur le fer: c'est un produit intéressant.

M. Jamelin, rue Saint-Maur, 99, à Paris, effectue l'étirage au banc de barres de tous profils; les produits exposés avaient belle apparence.

Gr. V. — Cl. 43.

Mentionnons enfin M. Lepan, de Lille (Nord), pour ses feuilles et tuyaux en plomb doublés d'étain.

Produits de l'estampage, du découpage, etc.

Nous arrivons maintenant à un groupe de produits extrêmement variés au point de vue de la forme et de la destination et que l'analogie de leurs modes de production permet seule de rattacher les uns aux autres.

Il s'agit de cette foule de menus objets qu'on obtient par estampage, découpage ou par des procédés plus ou moins analogues.

Nous citerons d'abord MM. Sainte-Marie-Dupré frères, rue Mazagran, 18, à Paris, fabricants de capsules en étain pour bouchage de bouteilles. Ces exposants font remarquer que la capsule pour bouchage est une invention française due à M. André Dupré, leur prédécesseur. C'est en 1842 seulement qu'un distillateur de Londres, M. Betts, acheta à M. André Dupré ses procédés de fabrication et les importa en Angleterre. M. Dupré est le premier qui ait fabriqué ces capsules, et la maison qu'il avait fondée est toujours restée au premier rang pour ce genre d'industrie.

La fabrication des capsules a d'ailleurs été l'objet de perfectionnements successifs; c'est ainsi qu'aujourd'hui on est arrivé à imprimer en couleurs sur la capsule la marque du négociant, au cours même de la fabrication, en sorte que la capsule sort de la machine toute prête à être employée.

MM. Sainte-Marie-Dupré frères sont en outre brevetés pour une capsule spéciale étirée au laminoir et destinée surtout aux bouteilles de vins de Champagne; cette capsule se pose sur la bouteille au moyen d'un appareil *ad hoc*.

MM. Cauvet et Cie, de Marseille (Bouches-du-Rhône), fabriquent également des capsules métalliques pour bouchage de bouteilles; ils emploient des étains purs qu'ils laminent eux-mêmes; cet étain est ensuite embouti, puis estampé. Ces industriels font, en outre, des feuilles d'étain battu pour envelopper le chocolat.

MM. Lelièvre et Muleur frères, de Sens (Yonne), produisent

aussi des capsules pour bouchage par des procédés analogues au précédent; ils en fabriquent en outre en plomb doublé d'étain. Gr. V. — Cl. 43.

MM. Bourgerie-Darbour et Renaux, rue Grange-aux-Belles, n° 13, à Paris, ont une spécialité toute différente des précédentes : c'est la fabrication des boucles de bretelles, de pantalons, de jarretières, etc., des agrafes, des œillets en cuivre, et d'une quantité d'objets de même nature.

Tous ces objets s'obtiennent par découpage, estampage ou emboutissage, et ceux qui étaient exposés étaient d'une très bonne exécution.

MM. Massé et Anglade, rue de la Feuillade, n° 3, à Paris, fabriquent également des boucles en cuivre pour tailleurs; cette boucle est fabriquée mécaniquement et dans des conditions particulières qui renforcent les ardillons. Ils produisent aussi des boutons massifs en cuivre sans soudure, des boutons métalliques pour pantalons, etc. Enfin, l'une de leurs spécialités est l'estampage des plaques de ceinturons, des plaques et panonceaux d'officiers ministériels, etc.

M. Louvet, de Paris, estampe le cuivre au moyen de coins gravés à la main, et obtient des produits qui peuvent supporter la comparaison avec les meilleures reproductions galvanoplastiques, tout en coûtant 70 p. o/o meilleur marché. C'est ainsi que l'exposant fabrique des pieds de bougeoirs fort jolis, qu'il vend 55 francs le mille.

M. Bréchet, rue des Gravilliers, n° 26, à Paris, exerce une industrie tout à fait analogue à la précédente, mais d'un caractère moins artistique; il estampe surtout des garnitures de lampes et autres objets de même genre, et ses produits, d'un aspect tout aussi satisfaisant que ceux en métal fondu, sont d'un prix infiniment moins élevé.

Parmi les estampeurs de métaux, nous devons citer aussi : M. Michelet, quai Jemmapes, n° 180, à Paris, qui exposait dans la classe 43 des objets en zinc, cuivre et plomb repoussés destinés surtout à l'ornementation des édifices. Tous ces objets étaient remarquables à la fois par leur bonne exécution et par leur caractère artistique.

Gr. V. — Cl. 43.

MM. Grados et Perin, boulevard Richard-Lenoir, n° 106, à Paris, exposaient, dans la classe 66, des ornements de même espèce qui n'étaient pas moins remarquables que les précédents. Le jury a décerné à ces deux maisons la même récompense.

M. Anest, d'Elbeuf (Seine-Inférieure), découpe des planches en cuivre au moyen d'une machine de son invention, et y produit ainsi des dessins à jour très variés. Ces planches sont employées dans la fabrication de draps. En les plaçant sur le drap et en brossant ce dernier avec un chardon métallique, on reproduit sur le drap les dessins de la feuille découpée. Il paraît que ce procédé a rendu de grands services dans la fabrication des draps façonnés.

MM. Chevalier et Cie, rue Montmorency, n° 34, à Paris, ont aussi pour spécialité le découpage des métaux; ils fabriquent des alphabets et vignettes à jour. Ces découpages, effectués mécaniquement et en matrice, sont très nets et très réguliers.

Nous citerons enfin deux exposants dont l'industrie est d'une nature toute particulière :

M. Gaëtano Dupré, rue de Sévigné, n° 11, à Paris, fabrique uniquement du bronze en poudre. Ce produit est employé à la décoration d'une foule d'objets, articles de fantaisie, modes, fleurs artificielles, papiers peints, etc.; il se fabrique, par conséquent, en quantités considérables.

MM. Doly et Cie, rue de la Roquette, n° 42, à Paris, se livrent spécialement à la fabrication des *soudures* pour métaux.

Ces industriels ont fort judicieusement étudié les conditions que doit remplir une bonne soudure, selon qu'il s'agit de souder tels ou tels métaux; ils sont arrivés de la sorte à fabriquer plusieurs types de soudures qui remplissent parfaitement le but auquel elles sont destinées.

Clous dorés pour meubles.

La fabrication des clous dorés pour meubles est devenue, grâce à M. Carmoy, une très intéressante industrie qui occupe plusieurs usines parisiennes, et fournit à notre exportation un appoint fort important.

Autrefois les clous pour meubles se fabriquaient uniquement

en métal fondu. M. Carmoy, rue des Trois-Bornes, n° 37, à Paris, eut l'idée de découper dans une feuille de laiton une rondelle destinée à former la tête du clou, d'emboutir le petit flan ainsi produit, et d'y adapter une petite tige en fil de fer.

Le mode de fixation de la tête à la tige est fort ingénieux :

D'une part, au moyen d'une presse, on façonne le petit flan en laiton, de manière que la partie centrale soit disposée sous forme d'une sorte de petit godet; d'autre part, au moyen d'une machine analogue à celles qui servent à faire les pointes de Paris, on prépare la tige de manière qu'elle ait une petite tête refoulée; enfin, présentant flan et tige à une machine *ad hoc*, on engage la tête de la tige dans le godet du flan, et l'on sertit les lèvres de ce godet autour de la tête. On obtient ainsi un clou parfaitement solide et dont la tête est toute prête à recevoir les décorations les plus variées.

Nous venons d'indiquer les principales opérations élémentaires de la fabrication des clous pour meubles. Nous ajouterons que M. Carmoy a imaginé une machine qui exécute du même coup la majeure partie de ces opérations; cette machine emboutit les rondelles préalablement découpées à l'emporte-pièce, y prépare les godets, découpe les tiges dans le fil de fer, les façonne et les sertit dans les godets des têtes.

M. Gallais, boulevard Richard-Lenoir, n° 79, à Paris, qui, après M. Carmoy, a entrepris la fabrication mécanique des clous pour meubles, emploie des moyens de fabrication tout à fait analogues aux précédents; ses machines sont à peu près du même genre : une première machine découpe les rondelles dans les feuilles de laiton, creuse au centre de la rondelle une petite cavité, découpe les tiges dans le fil de fer, les façonne et les sertit dans la cavité préparée dans la rondelle; une deuxième machine étampe les rondelles et façonne les têtes.

Le mode de sertissage employé par M. Carmoy nous paraît meilleur que celui de M. Gallais.

Un troisième exposant de clous pour meubles est M. Marois, rue d'Aboukir, n° 143, à Paris. Cet industriel fabrique des clous dorés, des clous en acier pour tapissiers, des articles en cuivre

Gr. V. — Cl. 43.

pour bourreliers, des lettres pour œillères, des contours de visières en laiton, etc. Les produits de M. Marois sont d'une fabrication soignée; mais il produit seulement des clous fondus moulés mécaniquement.

Visserie de précision.

M. Anatole Rheins, rue Saint-Sabin, n° 22, à Paris, fabrique des boulons et des vis de toutes espèces, notamment des vis de précision, et une variété infinie d'objets qui s'obtiennent au tour à décolleter. Nous citerons des articles de fantaisie, des boutons de chemises, des accessoires de fusées d'obus.

Un des produits les plus intéressants est le bouton de courroie de transmission, dont M. Rheins fabrique des types variés, parmi lesquels nous citerons le bouton système Busson, qui se pose sans emporte-pièce et comporte un double pas de vis en sens inverse, ce qui en rend le desserrage presque impossible.

M. Lapointe, boulevard Richard-Lenoir, n° 77, à Paris, exerce une industrie très analogue à la précédente; cet exposant fabrique aussi un bouton pour courroie d'un type spécial qui paraît intelligemment compris.

Enfin, M. Jourdain, rue Sedaine, n° 41, à Paris, produit également des vis cylindriques, des boulons et, en général, toutes pièces de précision tournées en fer, cuivre, acier, maillechort, etc.

SIXIÈME GROUPE.

ACIERS FONDUS POUR OUTILS.

Nous avons maintenant à nous occuper des aciers fondus pour outils et des outils de toutes espèces, que nous répartirons en deux classes : la première, comprenant les outils non tranchants et en général les articles de ferronnerie; la deuxième, comprenant les outils tranchants, en particulier les limes et les faux.

Aciers fondus pour outils.

Dans son rapport sur l'Exposition de 1867, M. Goldenberg,

parlant des aciers fondus pour outils, s'exprimait ainsi : « Nous avons souvent entendu dire : cet acier est le meilleur de tous! C'est une erreur, car tel acier peut être le meilleur de tous pour fabriquer un outil spécial, et très mauvais pour en faire un autre, même d'une qualité inférieure au précédent. C'est ainsi que la fabrication d'objets recevant une trempe dure, comme par exemple les limes, exige un acier d'une qualité différente de celui employé à la fabrication des outils tranchants qui reçoivent un léger recuit, et il faut encore une tout autre qualité d'acier pour les objets qui reçoivent une trempe douce et un fort recuit, comme les faux, les faucilles, les ressorts, etc. Pour bien des objets, on n'a pas seulement à considérer l'effet de la trempe et du recuit, mais il faut encore tenir compte des nécessités de la fabrication, c'est-à-dire du travail à chaud et à froid que réclame la production de ces objets.

« C'est ainsi qu'on emploie un acier fondu des meilleurs, mais aussi des plus chers, pour fabriquer les ressorts minces pour montres; mais si l'on utilisait la même qualité pour faire un ressort plus épais, ce ressort se casserait en l'enroulant, parce qu'il aurait été soumis à autant de recuits ou à une aussi forte décarburation que le ressort mince. Ajoutons encore que souvent tel acier conviendrait parfaitement à la confection d'un certain objet, mais on ne peut l'employer à cause de son prix trop élevé; on cherche alors à produire un acier moins coûteux, en employant des matières premières inférieures, mais possédant cependant encore assez de qualité pour donner un acier propre à la fabrication de cet objet.

« Par ce qui précède, on comprendra facilement qu'il doit exister aujourd'hui une énorme quantité d'aciers de qualités et de prix très différents. En effet, il y a tant de qualités diverses d'acier, qu'on a de la peine à s'y reconnaître et *il serait temps, pour les fabricants d'acier, de chercher à simplifier leur fabrication, puisque cela leur permettrait de produire chaque qualité avec une plus grande régularité.* »

Les observations de M. Goldenberg sont extrêmement judicieuses et il semble que certains fabricants d'acier pour outils aient en-

Gr. V. — Cl. 43.

tendu l'appel qui leur était adressé, car la préoccupation visible de quelques-uns de ceux qui ont pris part à l'Exposition de 1878, était d'introduire dans la classification de leurs produits un ordre tel que le consommateur ne puisse, dans chaque cas, se tromper sur le choix qu'il a à faire pour l'application qu'il a en vue.

Ainsi, MM. Seebohm et Dieckstahl, de Sheffield, classent leurs aciers à outils en six classes principales, appropriées chacune spécialement à un certain nombre d'usages particuliers. La base de la classification de ces industriels est la proportion du carbone combiné, proportion qui varie de 0,75 p. 0/0 à 1,5 p. 0/0.

Chaque barre d'acier livrée par MM. Seebohm et Dieckstahl porte une étiquette indiquant les usages principaux auxquels cette barre peut être employée; elle porte en outre la marque de fabrique du fournisseur (un aigle posé sur une mappemonde). Enfin, pour rendre toute erreur impossible, les étiquettes sont d'une couleur différente, selon le degré de dureté, et portent le numéro de classification correspondant. Voici la classification de MM. Seebohm et Dieckstahl :

N° 0. Couleur de l'étiquette : blanche. Pour outils de tours et planes sur matière dure.

N° 1. Couleur de l'étiquette : jaune pâle. Teneur en carbone, 1,50 p. 0/0. Degré de dureté pour rasoirs; convenable pour outils de tours, planes, forets, etc. Cet acier ne doit être travaillé que par un ouvrier très expérimenté; tant soit peu surchauffé, l'acier est gâté.

N° 2. Couleur de l'étiquette : jaune jonquille. Teneur en carbone, 1,25 p. 0/0. Degré de dureté pour outils de tour. Convenable pour outils de tour, outils à mortaiser, planes, forets, etc. Cet acier doit être traité avec soin et n'est pas soudable.

N° 3. Couleur de l'étiquette : garance. Teneur en carbone, 1,125 p. 0/0. Degré de dureté pour poinçons. Convenable pour marteaux de moulins, fraises, lames de cisailles, alésoirs, grands forets et outils de tours, tarauds, poinçons, coussinets, etc. Cet acier se soude très difficilement.

N° 4. Couleur de l'étiquette : rouge. Teneur en carbone, 1 p. o/o. Degré de dureté pour burins. Convenable pour burins, tranches à chaud, lames de cisailles, grands tarauds et poinçons, fleurets de mines pour granit, etc. Cet acier se soude quand on le traite avec soin.

N° 5. Couleur de l'étiquette : gris violet. Teneur en carbone, 0,879 p. o/o. Degré de dureté pour tranches. Convenable pour tranches à froid, estampes, lames de cisailles, fleurets de mines, outils de forgeron, tels que chasses, etc. Cet acier se soude sans difficulté.

N° 6. Couleur de l'étiquette : bleu indigo. Teneur en carbone, 0,75 p. o/o. Degré de dureté pour matrices. Convenable pour bouterolles, marteaux, matrices. Acier soudable pour rabots, fleurets de mines, etc.

N° 7. Couleur de l'étiquette : bleu indigo, encadré de jonquille. Cet acier, pour tarauds, alésoirs, etc., mérite une mention spéciale; il est fabriqué doux au centre et dur à la surface; il en résulte que, chauffé à une couleur rouge foncé, on peut le tremper facilement sans qu'il éclate. (*Le procédé de fabrication consiste, croyons-nous, à cémenter la surface des barres d'acier doux, que l'on corroie ensuite au marteau. Lorsqu'on veut avec cet acier confectionner des tarauds coniques, les fabricants conseillent de l'étirer au marteau avant de le tourner.*)

MM. Jonas, Meyer et Colver, de Sheffield, ont aussi une classification comportant 6 numéros de dureté, savoir :

Dureté n° 1. — S'applique pour travailler des objets très durs, bandages de wagons, etc.

Dureté n° 2. — S'applique pour toutes espèces d'outils de tour, perçoirs, forets, etc.

Dureté n° 3. — S'applique pour petites fraises, alésoirs, tarauds ayant moins de 25 millimètres de diamètre, marteaux de moulins, mèches américaines, grands outils de tour, etc.

Gr. V. — Cl 43.

Dureté n° 4. — S'applique pour grandes fraises, burins, tarauds au-dessus de 25 millimètres de diamètre, grandes mèches américaines, etc.

Dureté n° 5. — S'applique pour tranches à froid et à chaud, poinçons, étampes, petites matrices, lames de cisailles, coussinets de filière, forets de mines, outils à travailler le granit, etc.

Dureté n° 6. — S'applique pour matrices, marteaux, bouterolles, etc.

MM. Jonas, Meyer et Colver indiquent le degré de trempe de chaque nature d'acier, par la couleur à laquelle on doit faire revenir les outils trempés. Ils insistent sur la précision qu'ils ont apportée à leur classification : « Un mécanicien, ayant besoin d'un outil spécial (un taraud par exemple), n'a, disent-ils, qu'à consulter notre liste, et il verra de suite que les tarauds doivent être fabriqués en acier de dureté n°s 3 ou 4, selon les dimensions. En même temps, il verra que cette même nature d'acier est également apte à la confection des autres outils indiqués dans la liste! »

MM. Jonas, Meyer et Colver revendiquent l'innovation qui consiste à marquer toutes les barres d'acier à outils, à chaque extrémité et au milieu, du numéro de leur dureté, de sorte que, une fois un bout coupé, l'autre indiquera toujours l'usage auquel on peut adapter l'acier.

Ces industriels ont fondé leur fabrique il y a une dizaine d'années seulement, et ils ont adopté, comme on vient de le voir, une grande partie des usages de la maison Seebohm et Dieckstahl, qui est beaucoup plus ancienne que la leur. Il serait fort à désirer, pour la sécurité des consommateurs d'aciers fondus pour outils, que MM. Seebohm et Dieckstahl trouvassent, sous ce rapport, d'autres imitateurs.

Nous avons vu précédemment que Sir Joseph Whitworth avait lui-même adopté, pour ses aciers coulés sous pression, une classification du même genre dont les divers groupes sont caractérisés par les éléments de la résistance. Malheureusement ce mode de classification n'est pas applicable aux aciers pour outils, et ce serait

s'exposer à de sérieux mécomptes que de vouloir rattacher les aptitudes spéciales de chaque nature de métal pour la fabrication des outils avec les éléments de sa résistance à la traction.

On a eu souvent la pensée de rechercher la relation qu'il peut y avoir entre ces divers caractères spécifiques du métal : on a toujours été arrêté par ce fait, que, de deux aciers à outils présentant les mêmes éléments de résistance, l'un peut donner lieu à un très bon outil, l'autre à un outil très médiocre. Cette anomalie se rattache peut-être à un caractère physique des métaux sur lequel les essais par traction ne donnent aucune indication et qui influe beaucoup sur l'uniformité de l'action de la trempe dans toute la masse métallique et la parfaite régularité de la dureté en tous les points qui en est la conséquence. Ce caractère physique est l'*homogénéité* du métal, en exprimant par ce mot l'uniformité absolue de composition chimique et de conformation moléculaire dans toute la masse du métal.

Jusqu'à présent, on n'a réussi à produire de l'acier fondu pour outils, d'un emploi vraiment sûr, que par la fusion au creuset de matières extrêmement pures. Avec les métaux fondus par les procédés Bessemer ou Siemens-Martin, on n'est pas certain d'avoir des outils d'une qualité parfaitement constante, et, en tout état de cause, les métaux fondus de cette espèce qui donnent le moins de mécomptes sous ce rapport sont ceux qui proviennent des minerais très purs traités avec le plus grand soin, c'est-à-dire ceux qui sont le plus homogènes dans l'acception que nous avons donnée à ce mot un peu plus haut.

Le motif de l'incontestable supériorité des aciers fondus pour outils de bonne marque fabriqués dans le district de Sheffield est évidemment qu'on emploie exclusivement, pour leur production, des fers de Suède des meilleures provenances, c'est-à-dire une matière parfaitement pure et exempte de tous métalloïdes autres que le carbone.

Notre éminent collègue, M. Richard Akerman, membre du jury pour la Suède, dans le mémoire qu'il a publié à l'occasion de l'Exposition, *sur l'état actuel de l'industrie du fer en Suède*, donne, sur le mode de production des « fers de Suède », si employés dans

Gr. V. — Cl. 43.

la fabrication de l'acier fondu au creuset, des détails qu'on lira avec un vif intérêt :

« La méthode d'affinage la plus usitée en Suède est celle connue sous le nom de *Méthode de Lancashire*. C'est, comme on le sait, un affinage par soulèvement qui s'opère dans les bas foyers couverts, et la loupe que l'on obtient dans ces foyers est ensuite soudée dans des fours spéciaux. Les loupes sont martelées dans les grandes usines sous des marteaux de 3,400 à 5,100 kilogrammes entièrement en fonte; dans les petites, sous des marteaux frontaux à queue en bois de 850 kilogrammes seulement ou parfois sous des marteaux-pilons de 650 à 1,700 kilogrammes.

« Dans ces derniers temps, on a établi, dans plusieurs usines, des laminoirs dégrossisseurs à l'aide desquels les lopins sont immédiatement, et sans réchauffage, étirés en billettes, soit pour fer à verge, soit pour la préparation de l'acier fondu.

« Outre le procédé de Lancashire, on emploie, principalement dans les petites usines, le procédé dit *de la Franche-Comté*, qui, dans son application en Suède, est identique au procédé original, sauf que l'affinage et le soudage des lopins s'opèrent tous les deux, en Suède, dans un seul et même bas foyer.

« Le district de Dannemora continue à se servir du procédé Wallon, qui y est employé de vieille date. Dans ce procédé, on se sert de deux bas foyers, dont l'un produit les lopins et l'autre les soude avant qu'ils soient étirés au marteau.

« De tous ces procédés, celui du Lancashire fournit le fer le plus doux, le plus homogène, le plus compact, qualités dues essentiellement au contrôle que les fours de soudage employés dans ce procédé exercent sur les affineurs.

« Quand le soudage s'opère au bas foyer, il est infiniment plus facile à l'ouvrier d'obtenir d'un lopin non homogène une barre paraissant parfaitement franche de défauts que lorsqu'on emploie le four de soudage; car, dans ce dernier, les différentes parties du lopin sont exposées à une chaleur plus égale. Comme d'ailleurs l'homogénéité et une texture compacte sont les conditions principales pour un bon fer marchand, il en résulte que le procédé de

Lancashire constitue, en réalité, la meilleure méthode d'affinage pour la production du fer. Gr. V. — Cl. 43.

« Le fer Wallon se distingue au contraire par son manque d'homogénéité et son mélange de fer doux et de fer aciéré. Comme on l'emploie exclusivement à la production de l'acier, ce manque d'homogénéité est, dès lors, de peu d'importance, la valeur du fer étant déterminée à proprement parler par le *corps* de celui-ci (en anglais, *body*), et ce *corps* dépendant à son tour des minerais employés.

« On pourrait même croire que le manque d'homogénéité du fer Wallon est une excellente qualité aux yeux des fabricants anglais; car ils s'opposent vigoureusement à la modification de la méthode. S'il existe, en réalité, une raison effective pour cette prédilection, il faut peut-être la chercher dans cette circonstance que les nodules d'acier abrègent quelque peu le temps nécessaire à la transformation du fer en acier. »

La fabrication des aciers fondus au creuset de Sheffield est alimentée à peu près exclusivement par les fers sur lesquels M. R. Akerman donne les intéressants détails qu'on vient de lire; ces fers, traités avec l'habileté qui résulte d'une pratique plus que séculaire, ne peuvent manquer de donner lieu aux produits incomparables qui ont fait la réputation de Sheffield.

Parmi les fabricants de Sheffield qui ont pris part à l'Exposition, nous citerons :

MM. Thomas Turton et fils, ancienne maison dont la marque est si honorablement connue, qu'il est superflu d'en faire l'éloge.

MM. William Jessop et fils emploient des fers de Suède et sont concessionnaires exclusifs du fer (L) Leufsta; leur maison est du nombre limité de celles qui, à Sheffield, ont une fabrication d'acier complète, c'est-à-dire qu'elle possède des fours à creusets, des marteaux-pilons, martinets et laminoirs, en un mot tout le matériel nécessaire pour produire l'acier sous toutes formes : barres, tôles, etc. MM. Jessop fabriquent même leurs creusets dans leur usine.

Gr. V. — Cl. 43.

Tous les produits exhibés par ces industriels avaient l'apparence de la meilleure qualité. On remarquait particulièrement :

Un disque en acier fondu au creuset pour scie circulaire, ayant $2^{m},248$ de diamètre, d'un laminage parfait;

Un autre disque de $3^{m},51$ de diamètre;

Une bande d'acier fondu laminée à chaud ayant $30^{m},500 \times 0^{m},160 \times 0^{m},0008$;

Une autre bande laminée à froid ayant $152^{m},500$;

Enfin, un bloc de 510 millimètres carrés en acier fondu dont la cassure dénotait une homogénéité parfaite.

MM. Burys et Cie ont aussi une importante fabrication d'aciers pour tous usages, de limes, de râpes de toutes espèces, d'outils tranchants et d'articles de ferronnerie de tous genres en acier fondu au creuset.

Nous citerons, comme article nouveau présenté par MM. Burys, des pics et pioches entièrement en acier, d'une fabrication soignée et qui paraissent préférables aux outils de ce genre en fer aciéré qu'on emploie généralement.

MM. Seebohm et Dieckstahl, dont la classification des produits a été indiquée plus haut, fabriquent annuellement environ 1,500 tonnes d'aciers fondus au creuset pour outils, sans compter les aciers à ressorts et les aciers ordinaires; ils fabriquent également des aciers au chrome et au tungstène.

Ils exposaient des cassures du fer qui est la matière première de leur fabrication, de fer cémenté, de lingots d'acier fondu au creuset et d'acier en barres martelées ou laminées, montrant la différence d'aspect selon le degré de dureté, c'est-à-dire suivant la teneur en carbone.

Pour montrer l'aspect du grain de l'*acier cassé à chaud,* ces fabricants exposaient des barres d'acier rompues après avoir été chauffées à différents degrés; d'après eux, la cassure à chaud permet de reconnaître le moindre défaut qui peut se trouver dans la barre. Ils exposaient encore des barres d'acier contenant du tungstène, du chrome et du manganèse. L'acier au tungstène est extrêmement dur et propre à ajuster et tourner les matières d'une grande dureté.

On sait que la Styrie est aussi un important centre de production d'acier pour outils; il est donc naturel qu'après avoir énuméré ceux des fabricants de Sheffield dont les produits ont paru les plus remarquables, nous nous occupions d'une importante exhibition de la section autrichienne, celle de la Société métallurgique de l'Innerberg, qui produit des aciers à outils renommés et à laquelle le Jury a attribué la plus haute récompense dont il disposait.

La Société de l'Innerberg possède, à Eisenerz et à Hieflau, en Styrie, six hauts fourneaux au charbon de bois alimentés par les minerais spathiques de l'Erzberg et dont la production annuelle est de 40,000 tonnes de fonte blanche; ces fontes sont traitées dans les diverses usines de Reichraming, Kleinreifling, et Weyer (haute Autriche) et de Leoben (Styrie), où l'on produit de l'acier puddlé et affiné, et cet acier est la matière première de la fabrication de l'usine d'acier fondu de Kapfenberg (Styrie), d'où proviennent les aciers à outils de Styrie, si renommés dans le monde entier.

Les produits de l'usine de Kapfenberg comprennent les catégories suivantes :

Acier à outils, dont la majeure partie est exportée en Allemagne, en France, en Italie, en Russie et en Suisse;
Acier pour canons de fusils;
Acier à faux (en grande partie exporté);
Acier à noyau doux;
Acier à ressorts;
Acier forgé pour différents objets;
Et enfin, acier moulé.

Une des matières de fusion les plus employées par l'usine de Kapfenberg, après l'acier cémenté produit par le fer affiné au charbon de bois, est l'acier affiné, qui est fourni par les affineries de la Société d'Innerberg elle-même.

Les aciers fondus de Styrie sont donc d'une grande pureté, puisque les matières dont ils proviennent ne le cèdent en rien, sous ce rapport, aux meilleurs fers de Suède.

Gr. V. — Cl. 43.

L'un des aciers spéciaux de Kapfenberg est l'acier wolframique, marqué O; cet acier, qui contient du tungstène, peut être forgé et trempé avec des précautions convenables et tourne les matières les plus dures.

Un autre acier spécial de Kapfenberg est l'acier au manganèse ou *acier diamanté;* l'usine en fabrique cinq marques :

Les marques 1, très dur; 2, dur; 3, moins dur, pour outils de tours, de rabots et de rhabillages de meules, etc.;

Les marques 4 et 5, dur et tenace, pour outils à fileter, à aléser, à fraiser, pour burins, tranches et emporte-pièces à froid, pour poinçons, lames de varlope et couteaux à papier.

La Société de l'Innerberg attribue les vertus de cette sorte d'acier à ce qu'il contient du manganèse. D'après elle, l'influence du manganèse consisterait à assurer la désoxydation absolue de l'acier et à neutraliser l'influence fâcheuse du silicium souvent incorporé dans les aciers aux dépens des parois des creusets.

Outre l'acier manganèse, l'usine de Kapfenberg fabrique des aciers à outils de six marques :

Les marques 1, très dur; 2, dur, pour outils de tours et de rabots;

La marque 3, dur, difficilement soudable. Pour outils à forer, pour grains, pointaux, forets et autres outils à travailler la pierre dure, lames de cisailles non trempées, etc.

Aciers à outils, marque 4, moyenne dureté, soudable. Pour forets, emporte-pièces, tranches et cisailles à froid, pour marteaux à polir et pour outils de filetage.

Aciers à outils, marque 5, tenace et très soudable. Pour crapaudines, tourillons, étampes, forets pour la pierre tendre, pour cisailles à tôle, pour poinçons-découpoirs et tranches à chaud, mandrins, matrices, ainsi que pour acérer des outils de petite dimension.

Aciers à outils, marque 6, doux et très soudable. Pour marteaux à river, pour molettes, ainsi que pour acérer des outils volumineux.

L'usine de Kapfenberg fabrique aussi des aciers à noyau doux pour la fabrication des tarauds. Ces tarauds ont l'avantage d'être

durs et secs à leurs parties tranchantes; par contre, à l'intérieur, ils sont doux et tenaces et se cassent donc moins facilement que ceux fabriqués entièrement en acier dur.

Voici les résultats des essais de résistance faits sur les différentes qualités d'acier fondu de l'usine de Kapfenberg.

QUALITÉ.	MARQUE DE LA DURETÉ.	RÉSISTANCE de traction. LIMITE d'élasticité en kilogr. pour 1 millimètre carré.	RÉSISTANCE de traction. CHARGE de rupture en kilogr. pour 1 millimètre carré.	ALLONGEMENT total en p. o/o de longueur.	RAPPORT de la section de rupture à la section primitive.	PROPORTION de carbone.	EMPLOI.	OBSERVATIONS.
Acier manganèse.	0	43,64	81,71	6,37	0,9175	1,123 2,300	Extrêmement dur pour travailler l'acier trempé, la fonte durcie, etc.	Se forgent bien à la chaleur rouge.
	1	33,69	76,63	5,09	0,7535	1,350	Très dur, spécialement approprié aux couteaux de tours et de machines à raboter, pour outils à rhabiller les meules, etc.	
	2	35,98	75,64	5,59	0,8245	1,189		
	3	31,41	72,99	11,45	0,7995	1,010		
	4	32,87	73,04	12,52	0,65	0,850	Dur et tenace pour outils de filetage, pour alésoirs, fraises, burins, pour tranches et emporte-pièces à froid, poinçons, lames de varlope, couteaux à papier, etc.	
Acier à outils.	1	36,45	78,51	8,26	0,774	1,150	Très dur. Pour ciseaux à tourner et à raboter.	
	2	33,79	70,41	11,65	0,623	1,000	Moins dur.	
	3	30,04	69,98	4,5	0,6705	0,850	Dur, pour mèches de machines à percer, pour couteaux de machines à mortaiser, pour grains, pointeaux et outils à travailler la pierre dure, pour lames de cisailles, etc.	
	4	26,27	65,67	6,48	0,6495	0,750	Pour mèches de machines à percer le fer, pour emporte-pièces, cisailles et tranches à froid, pour marteaux à polir, pour outils de filetage, etc.	

Gr. V.

Cl. 43.

QUALITÉ.	MARQUE DE LA DURETÉ.	RÉSISTANCE de traction. LIMITE d'élasticité en kilogr. pour 1 millimètre carré.	RÉSISTANCE de traction. CHARGE de rupture en kilogr. pour 1 millimètre carré.	ALLONGEMENT total en p. o/o de longueur.	RAPPORT de la section de rupture à la section primitive.	PROPORTION de carbone.	EMPLOI.	OBSERVATIONS.
Acier à outils. (*Suite.*)	5	33,35	74,14	9,00	0,5235	0,638	Spécialement propre aux crapaudines, aux tourillons, étampes et forets à pierre tendre, pour grandes cisailles à tôle, emporte-pièces et tranches à chaud, pour acérer des instruments fins.	Se forgent et se soudent bien à la chaleur rouge.
	6	37,05	72,27	7,37	0,744	0,581	Pour rivoirs de chaudronnerie et pour acérer de grandes surfaces.	
Acier fondu.	7	24.84	48,78	19,57	0,5935	0,414	Pour canons de fusils et pour chambre d'armes à feu.	blanche.
	8	18,51	52,76	20,38	0,6145	0,585	Pour faux.	

Les barreaux d'épreuve avaient une section transversale de 2 centimètres carrés et une longueur de 21 centimètres. Dans tous les barreaux, le métal était à l'état naturel, non trempé.

Les usines de la Société de l'Innerberg ne sont pas les seules que nous ayons à citer en Styrie. Ce centre industriel était représenté à l'Exposition par une autre Société fort importante : celle des Usines et aciéries d'Eibiswald et Krumbach, à Eibiswald près Graz.

Cette Société exposait des aciers manganésés fins pour outils, des aciers fondus de toutes sortes, des aciers puddlés, cémentés, etc., des lames de scies et enfin des ressorts de toutes espèces pour chemins de fer et carrosserie. Tous les produits étaient excellents pour la qualité et la fabrication.

Nous avons en France plusieurs usines où l'on fabrique l'acier fondu au creuset :

La plus importante est celle de MM. Jacob Holtzer et Cie (Acié-

ries et forges d'Unieux, Loire), qui fabriquent des aciers fondus au creuset de toutes espèces marqués *à la cloche et au croissant;* les aciers à outils de ces deux marques sont exclusivement produits avec les premières qualités des fers de Suède de Dannemora.

Ces industriels produisent aussi de l'acier corroyé, marqué *tête de bœuf,* une fois, deux fois, trois fois ou quatre fois, suivant le nombre de corroyages. Ces aciers servent principalement à acérer des outils en fer de toutes espèces et pour la fabrication de la coutellerie et de la quincaillerie.

L'exposition de MM. Holtzer renfermait une barre d'acier à quatre corroyages de 300 sur 110 millimètres, pesant 500 kilogrammes; la cassure de cette barre faisait voir que le soudage des languettes (60 sur 8 millimètres) qui la composaient était parfait.

MM. Jacob Holtzer et Cie ont spécialement étudié les aciers au chrome et ceux au tungstène, remarquables par leur résistance, leur ténacité et leur dureté après la trempe.

Voici dans quels termes ils rendent compte de leurs expériences :

« Notre attention a été attirée sur ces aciers, il y a trois ans, par les résultats d'expériences faites aux États-Unis.

« Nous avons fait des essais pour contrôler ces résultats, et nous nous sommes convaincus par nous-mêmes que le chrome avec le carbone, en proportions convenables dans les aciers, leur donnait une supériorité incontestable.

« Le chrome a pour effet d'élever, dans un acier non trempé, la charge à la rupture et surtout à la limite d'élasticité, tout en laissant à cet acier l'allongement correspondant à sa teneur en carbone, c'est-à-dire qu'un acier chromé, tout en présentant les résistances d'un acier dur, est moins cassant qu'un acier de même dureté simplement carburé.

« Le chrome allié au fer ne lui communique pas la propriété de prendre la trempe comme le fait le carbone; mais un acier chromé et carburé prend plus vivement la trempe et devient plus dur qu'un acier à même teneur en carbone sans chrome.

« Non trempés, les aciers chromés sont en général très difficiles

Gr. V. — Cl. 43.

à casser à la masse, après qu'on les a entaillés à la tranche; ils ont une cassure très nerveuse.

« Par la trempe à une température convenable, ils prennent un grain très fin, à tel point que, pour de fortes teneurs en chrome et en carbone, la cassure est, pour ainsi dire, vitreuse.

« Un acier à forte teneur de chrome et de carbone, soit 10 à 15 pour 1,000 de carbone et 23 à 40 pour 1,000 de chrome, est tellement dur qu'il résiste aux outils ordinaires trempés. Mais un pareil acier devient cassant après la trempe à l'eau.

« Des fraises simplement trempées à l'huile deviennent suffisamment dures pour faire un très bon usage.

« A la trempe à l'eau, les aciers chromés ne décapent pas, et la pellicule d'oxyde reste adhérente.

« Chauffés trop chaud ou trop longtemps pour la trempe, la cristallisation s'accentue, et les aciers perdent leur solidité.

« Pour faire les aciers chromés, nous réduisons le minerai dans des creusets en terre qui servent à la fusion de l'acier. Avec les minerais de Grèce ou de l'Oural, nous obtenons un alliage contenant de 50 à 60 p. o/o de chrome, dont nous ajoutons à l'acier des poids déterminés.

« Pour avoir des alliages plus riches en chrome, nous avons recours au bichromate de potasse.

« Ces alliages fondus, en se refroidissant à l'air, se recouvrent d'une couche verte de sesquioxyde.

« La scorie chromée fondue se recouvre, dans les parties exposées à l'air, d'une pellicule d'un brun de cuir, due probablement à ce qu'au contact de l'oxygène de l'air, il commence à se former un chromate.

« Les aciers contenant du chrome se solidifient à une température plus élevée que ceux qui n'en contiennent pas; cet effet est déjà sensible à une teneur de 12 pour 1,000 de chrome. Aussi, pour fondre les aciers chromés, faut-il une température plus élevée, ce qui augmente le retrait des lingots et donne lieu à d'autres inconvénients d'autant plus difficiles à éviter que l'on coule des lingots plus gros.

« Nous considérons la supériorité des aciers chromés comme

incontestables, et leur usage comme devant prendre une grande extension, une fois que les difficultés de leur fabrication auront été surmontées.

« Nous avons été amenés à diviser ces aciers en six qualités différentes : à deux teneurs en chrome et trois teneurs en carbone.

« Ci-après le tableau donnant le procès-verbal des résultats d'épreuves à la traction faites à l'Exposition par M. Thomasset, sur des éprouvettes cylindriques de 130 millimètres carrés de longueur entre repères.

« Les lettres A et B indiquent les teneurs en chrome; les indices 1, 2 et 3, les teneurs décroissantes en carbone.

« Sur demande, nous faisons également des aciers au tungstène, jusqu'à 8 à 9 p. o/o de tungstène (acier Wolfram). Nous réduisons nous-mêmes le tungstène de son minerai.

	CHARGE par millimètre carré à la limite élastique.	CHARGE par millimètre carré à la rupture.	ALLONGEMENT pour 100.	RAPPORT de la section de rupture à la section primitive.	OBSERVATIONS.
	kilogr.	kilogr.			
ACIERS RECUITS, NON TREMPÉS.					
A_1	53,5	89,3	8,5	0,640	
A_2	46,6	75,0	15,5	0,424	
A_3	57,8	92,1	7,5	0,700	Résultat anormal. Erreur possible.
B_2	73,3	126,0	7,0	0,920	
B_3	60,2	91,0	8,0	0,500	
B_4	46,1	72,2	15,0	0,306	
ACIERS TREMPÉS À L'HUILE ET RECUITS AU ROUGE.					
A_1	80,0	113,6	6,8	0,780	
A_2	100,2	110,4	4,5	0,630	
A_3	90,4	96,7	5,5	0,424	
B_2	73,3	119,3	7,5	0,840	Effet de la trempe détruit par trop de recuit.
B_3	90,0	114,0	5,5	0,710	
B_4	46,0	71,8	15,5	0,310	*Idem.*
ACIER TREMPÉ, NON RECUIT.					
B_4	113,3	133,2	6	0,57	Éprouvette remarquable par la striction au point de rupture.

Gr. V. — Cl. 43.

« Avec des trempes à l'huile convenables, on arrive à dépasser 140 kilogrammes par millimètre carré. »

MM. Jacob Holtzer n'ont pas fabriqué les aciers au chrome en grande masse, et une pareille fabrication présenterait des difficultés, parce que les alliages de fer et de chrome pèchent par l'homogénéité, dès que le volume devient un peu considérable. La Compagnie de Terre-Noire cependant a fait, comme étude, une coulée d'acier chromé assez importante, dont l'analyse chimique était la suivante :

Carbone	0,450
Silicium	0,280
Manganèse	0,750
Chrome	0,750

Les essais à la traction d'un barreau de ce métal coulé et *non martelé* ont donné les résultats suivants :

	MÉTAL NATUREL.	MÉTAL TREMPÉ à l'huile et recuit.
	kilogrammes.	kilogrammes.
Charge à la limite d'élasticité	36,5	38,3
Charge à la rupture	63,0	87,2
Allongement pour 100	2,2	10,0

Un cylindre d'acier chromé de 10 millimètres de hauteur et de 10 millimètres de diamètre, trempé à l'eau, a supporté deux fois la charge de 32,000 kilogrammes et sa hauteur est tombée de $10^{mm},05$ à $9^{mm},80$, c'est-à-dire qu'elle n'avait varié que de $0^{mm},25$.

L'acier au chrome paraît donc doué de propriétés résistantes très remarquables.

La Société des hauts fourneaux de la marine et des chemins de fer (anciens établissements Petin et Gaudet) classe ses aciers fondus au creuset, pour outils, en neuf numéros :

Le n° 0, très dur, ne s'emploie jamais seul et sert surtout à doser;

Les nos 1 et 2, très durs également, s'emploient pour outils de tours, etc., mais toujours mélangés avec des numéros plus élevés dans la série;

Le n° 3, dur, s'emploie pour les limes;

Les nos 4 à 6, demi-durs, s'emploient pour ressorts, etc.;

Enfin les nos 7 et 8, doux, sont affectés à la fabrication des tôles douces pour chaudières.

La Société des aciéries du Saut-du-Tarn, près d'Albi (Tarn), fabrique également des aciers à outils fondus et corroyés d'excellente qualité.

Les diverses espèces d'acier sont classées par numéros correspondant aux différents degrés de dureté et de facilité de trempe; le classement est conséquemment indépendant de la nature du métal. En voici les éléments :

N° 1. Acier fondu pour limes à scies. Trempe très énergique au rouge cerise;

N° 2. Acier fondu et cémenté pour limes. Trempe très vive au rouge cerise;

N° 3. Acier fondu et corroyé cémenté pour outils et taillanderie. Trempe vive au rouge cerise;

N° 4. Acier fondu et corroyé naturel pour ressorts et agriculture. Trempe assez vive au rouge cerise;

N° 5. Acier fondu et naturel pour faux, faucilles et outils similaires. Trempe assez vive au rouge cerise;

N° 6. Acier fondu et naturel très doux pour pelles. Trempe très légère au rouge cerise.

Les usines du Saut-du-Tarn sont au nombre des rares usines de dénaturation qui produisent elles-mêmes les matières pre-

Gr. V. — Cl. 43.

mières nécessaires aux différentes fabrications, en partant de la fonte pour arriver aux produits finis de toute nature.

Nous citerons encore MM. Bedel père, fils et Cie à Saint-Étienne (Loire), qui fabriquent des aciers fondus au creuset, des aciers de cémentation, des aciers corroyés et des aciers puddlés; leur production annuelle est de 1,200 tonnes d'aciers en barres.

Dans la section norwégienne, nous trouvons aussi un exposant d'acier fondu pour outils, MM. Jacob Aall et fils, de Nacs, près Tvedestrand (Norwège).

Ces industriels classent leurs aciers fondus en neuf numéros différant uniquement par la teneur en carbone et dont les emplois sont les suivants :

N° 1, soudable. Pour outils aciérés tels que : outils de forges, de mineurs, dents de trépans, etc., ainsi que pour outils tout en acier tels que : outils tranchants, marteaux, bouterolles;

N° 2, un peu plus dur que le n° 1. Pour les mêmes usages, excepté pour les outils tranchants pour lesquels le n° 1 est absolument nécessaire;

N° 3. Pour la plupart des outils de forge en acier, mandrins, poinçons, tranches, étampes, marteaux, etc., pour lames de cisailles, fleurets de mines, fraises, outils de clouterie; peut encore se souder avec soin et précaution;

N° 4. Pour tranches à froid, burins, poinçons et matrices, tarauds et coussinets, mèches à percer, fleurets de mines, etc.;

N° 5. Pour outils de tours et machines à raboter;

N° 6. Pour outils de tours où il faut une dureté plus grande que dans le n° 5; outils de tailleurs de pierres, ciseaux de tailleurs de limes, etc.;

N° 7. Pour outils de tours exigeant plus de dureté encore que le précédent;

N° 8. Pour tourner les bandages d'acier, outils de rhabillage de meules, limes à scies et pour tous les usages où une dureté excessive est nécessaire.

MM. Jacob Aall et fils fabriquent, en outre, de l'acier étoffé, avec couche de fer, pour couteaux à raboter le bois, fers à moulures et autres outils tranchants où une grande ténacité est exigée; de l'acier deux fois raffiné, qui se soude très facilement et est plus tendre que l'acier fondu; de l'acier cémenté, soudable pour fleurets de mines, etc. Gr. V. — Cl. 43.

Limes.

Un bon nombre des producteurs d'acier fondu que nous venons de citer fabriquent en même temps des limes; il est d'autres industriels dont la fabrication se borne exclusivement à cette spécialité. Nous allons maintenant nous occuper de cette catégorie d'exposants.

L'une des usines françaises les plus importantes dans ce genre est celle de MM. Proutat, Michot et Thomeret, d'Arnay-le-Duc (Côte-d'Or); ces industriels fabriquent des limes de toutes espèces, des équarrissoirs et surtout des limes d'horlogerie et des outils de graveurs et de bijoutiers.

Ils consomment environ 200 tonnes d'acier, dont les deux tiers sont de provenance anglaise et un tiers seulement est tiré des forges françaises. Une partie des limes sont taillées à la machine.

Les produits de MM. Proutat, Michot et Thomeret jouissent d'une bonne réputation.

MM. Limet, Lappareillé et Cie, fabricants de limes à Cosne (Nièvre), exposaient une belle collection de limes de toutes espèces. La production de cette maison est très importante; elle était d'ailleurs hors concours, M. Limet, l'un de ses chefs, étant membre du jury pour la classe 43.

M. Bourse, rue Popincourt, 14, à Paris, possède l'une des plus anciennes fabriques françaises de limes; cette maison a été fondée en 1792 par Louis Raoul et emploie exclusivement des aciers français.

Pour les limes de toutes formes et de toutes dimensions, les burins, les brunissoirs, les rifloirs, etc., M. Bourse emploie de l'acier très vif; au contraire, il emploie l'acier doux pour les râpes. On remarquait particulièrement, dans l'assortiment très complet

Gr. V. — Cl. 43.

exposé par cet industriel, une intéressante collection de limes très douces (grain de soie). Ces dernières limes sont taillées à la machine; toutes les autres sont taillées à la main.

La production annuelle est de 60,000 douzaines de limes, etc., dont 20,000 seulement sont consommées en France; le reste, qui se compose surtout d'outils d'horlogerie et de bijouterie, s'exporte dans divers pays, même en Angleterre.

M. Weité, de Pont-de-Roide (Doubs), est aussi un important producteur de limes dont la marque est avantageusement connue, surtout pour les limes dites *trois-quarts*.

M. Weité fabrique toutes ses limes à la main et emploie annuellement 25 tonnes d'acier français et 15 tonnes d'acier anglais.

M. Saint-Edme-Remond, rue Saint-Maur, 138, à Paris, fabrique aussi toutes ses limes à la main et emploie annuellement environ 50 tonnes d'acier tiré de France et d'Angleterre à peu près par quantités égales.

Cette très ancienne maison a été fondée en 1792; ses produits sont réputés pour leur fabrication soignée.

Enfin nous citerons encore MM. A. Boulland fils et Rolland, rue du Ruisseau, 34, à Paris, dont la maison date de 1829. Ces industriels fabriquent les limes à la main et consomment chaque année 60 tonnes d'acier anglais de Sheffield et 5 tonnes seulement d'acier français. Ils emploient l'acier fondu pour les limes, et l'acier corroyé pour les râpes.

Nous avons déjà dit que la plupart des producteurs d'acier anglais dont nous nous sommes occupé précédemment se livraient en outre à la fabrication des limes. Parmi les maisons de Sheffield qui sont dans ce cas, nous citerons encore MM. Spencer et fils (*Albion-street-Works*), de Sheffield, dont l'exhibition de limes taillées à la main doit être notée pour la bonne exécution des produits exposés, et MM. John Bedford fils (*Lion-Works*), de Sheffield, dont les limes sont aussi recommandables par la bonne qualité et la régularité de la taille.

Dans la section des États-Unis, MM. Disston et fils, de Philadelphie, présentaient une très belle collection de limes. Nous au-

rons plus loin l'occasion de citer ces industriels pour leurs articles de taillanderie. Gr. V. — Cl. 43.

Dans la section autrichienne, MM. Braüns fils, à Schöndorf (haute Autriche), exposait, entre autres objets, des limes d'une belle facture.

Enfin dans la section helvétique, on remarquait les limes de toutes espèces, râpes, exposées par M. Fischer, de Schaffouse. Ces limes sont, paraît-il, taillées à la machine.

Ferronnerie. Outils non tranchants.

Sous le terme générique de *ferronnerie*, on comprend à la fois les gros outils de forge, certains outils d'agriculture et de terrassement, etc., et les ferrures spéciales employées dans un grand nombre d'industries.

Nous nous occuperons seulement ici des outils, ce qui concerne les ferrures ayant trouvé sa place dans le groupe des pièces de menue forge ou devant être examiné plus loin à propos de la quincaillerie.

C'est surtout dans la Loire et dans nos départements du Nord et de l'Est que se fabriquent en France les gros outils de ferronnerie.

L'une des fabriques les plus importantes dans cette spécialité est celle de MM. Dandoy, Maillard, Lucq et Cie, à Maubeuge (Nord). Ces industriels exposaient des enclumes dont la table est formée par une mise d'acier soudé en bout, des étaux, des crics, des bigornes, etc., le tout d'une excellente fabrication.

Une autre maison importante est celle de MM. Gouvy frères et Cie, de Dieulouard (Meurthe-et-Moselle).

MM. Gouvy possédaient, avant les événements de 1870, un établissement considérable à Hombourg (Moselle), dans lequel ils avaient été les premiers, en France, à introduire la fabrication des aciers puddlés. Hombourg ayant été détaché en 1871 du territoire français, MM. Gouvy fondèrent en 1873, à Dieulouard (Meurthe-et-Moselle), une nouvelle usine dans laquelle on suit exactement les errements de l'usine de Hombourg.

La production de l'usine de Dieulouard s'est élevée, pour l'exer-

Gr. V. — Cl. 43.

cice 1877, à 1,100 tonnes d'objets divers consistant en socs, versoirs et autres instruments aratoires en acier, pelles et bêches en acier, ressorts et pièces façonnées aussi en acier; elle paraît être en progression continue d'une année à l'autre.

Les articles exposés par MM. Gouvy étaient d'une belle apparence sous tous les rapports.

Nous citerons encore M. Leborgne, de Pont-de-Bens, près Allevard (Isère), qui fabrique des instruments d'agriculture et de terrassement. Le métal employé est le fer dur aciéreux, dit *de Savoie*, provenant des excellents minerais spathiques du pays traités au charbon de bois. Ce fer est susceptible des mêmes applications que l'acier naturel; il en a la dureté, et peut, comme lui, prendre la trempe.

M. Piedfer-Cohue, de la Guéroulde (Eure), doit aussi être cité pour ses tenailles, tricoises, pinces, etc., renommées pour leur excellente qualité.

Nous mentionnerons enfin :

MM. Petit et Cie, de la Cachette (Ardennes), dont les enclumes sont d'une fabrication soignée;

M. Toupet fils, de Nouzon (Ardennes), qui produit de bonnes clefs de robinets et de mécaniciens;

Et M. Désécure, de Nevers (Nièvre), dont les étaux à vis articulée présentent une disposition ingénieuse qui assure un meilleur serrage que la disposition ordinaire.

Dans la section anglaise, nous devons citer le bel assortiment d'étaux de toutes forces et les enclumes en acier Bessemer de MM. Wright et fils.

Et, dans la section helvétique, les outils variés exposés par MM. Reishaüer et Bluntschli, de Zurich, spécialement les marbres pour traceurs, les règles en acier pour ajusteurs, les filières, tarauds, etc.

Taillanderie.

Une des expositions de taillanderie les plus remarquées, dans la section française, était celle de MM. Sculfort, Malliar et Meurice, de Maubeuge (Nord).

Les outils de toutes sortes fabriqués par ces industriels, et particulièrement les tarauds, étaient d'une exécution extrêmement soignée.

On remarquait aussi les outils si variés exposés par MM. Gautier frères, rue du Temple, 20, à Paris, propriétaires de l'antique enseigne « à l'Orme Saint-Gervais. » La production de ces industriels s'étend à presque toutes les branches de l'industrie parisienne. Il n'est guère de spécialité à laquelle leurs outils n'aient rendu service; aussi leur marque est-elle en possession de la plus légitime réputation.

Nous mettrons en parallèle avec MM. Gautier frères un industriel parisien qui, dans une autre spécialité, a aussi acquis la plus honorable notoriété, c'est M. Choquet, rue Corbeau, 19, qui fabrique particulièrement des outils de toutes sortes pour chemins de fer; les produits de M. Choquet sont établis de la manière la plus consciencieuse.

C'est dans la section des États-Unis d'Amérique que nous trouvons les exhibitions de taillanderie les plus complètes et les mieux organisées pour frapper les yeux.

Qui ne se souvient de l'ingénieux arrangement de la vitrine de MM. Collins et Cie, de Hartford (Connecticut) et de l'assortiment si considérable de haches, cognées, herminettes, coutelas, etc., qu'elle renfermait! Cette exhibition, si vaste qu'elle fût, n'était pas d'ailleurs hors de proportion avec la puissance de production de ces industriels, car MM. Collins et Cie fabriquent, paraît-il, 3,000 haches par jour!

Un fait, qui ne manquait pas d'appeler l'attention des observateurs, est que les haches américaines ont un biseau beaucoup plus obtus que celui de nos haches européennes; ces formes spéciales ont sans doute leur raison d'être; quant à la perfection de l'exécution de tous ces outils, on peut dire qu'elle était au-dessus de tous les éloges.

La *Douglas axe Manufacturing Company*, de Boston (Massachusetts), exposait également une fort belle collection de haches, hachettes et autres outils tranchants d'une exécution très soignée.

Le prix de ces outils est d'ailleurs généralement supérieur à

Gr. V. — Cl. 43.

celui des outils similaires européens, et cela, à peu près dans les proportions suivantes : une hachette qui se vend 3 fr. 50 cent. aux États-Unis ne se vend guère que 2 francs en France.

Nous terminerons ce sujet en mentionnant un exposant de la section suédoise, M. Liberg, de Eskilstuna, dont les articles de coutellerie, ciseaux de tailleurs, lames de rabots, etc., étaient d'une bonne fabrication. Cet industriel est le seul qui, en Suède, produise des lames damasquinées.

Nous mentionnerons aussi dans la section anglaise, M. Jefferson Read, de Birmingham, pour ses articles de coutellerie argentés. Il paraît que la couche d'argent est obtenue par un procédé spécial qui n'emprunte rien à la galvanoplastie, et que l'adhérence de cette couche est très grande.

Faux. Faucilles.

L'exhibition de faux de toutes espèces la plus remarquable dans son ensemble, était assurément celle que présentait la section autrichienne, tant dans l'exposition collective des fabricants de faux autrichiens, que dans les expositions particulières de MM. Vertheim et Schmölzer, successeurs de Weinmeister, à Wasserleit (Styrie), Mathias Egger, à Sterzing (Tyrol), Mathias Greisenegger, à Saaghammer (haute Autriche), Aloïs Koller, à Pyhrn (haute Autriche), F. et J. Mosdorfer, à Weitz (Styrie), Vve Gottlieb Weinmeister, à Steyr (haute Autriche), et Winkler Carl fils, à Waidhofen (basse Autriche).

Le jury a été vivement frappé du développement considérable de cette industrie en Autriche et des excellentes traditions de fabrication dont témoignaient les produits exposés; aussi a-t-il décerné un diplôme équivalant à la médaille d'or à l'ensemble des exposants dont nous venons de citer le nom.

Nous avons, en France, plusieurs fabriques de faux importantes :

MM. Dorian-Holtzer et Jackson, de Pont-Salomon (Haute-Loire), produisent annuellement 600,000 faux, sans compter une quantité de faucilles, de hache-paille, etc., qui sont généralement fabriqués avec les débris de faux.

Ces industriels emploient, comme matière première, les aciers fondus au creuset de MM. Jacob Holtzer et Cie, d'Unieux, et leurs produits jouissent d'une réputation méritée. Gr. V. — Cl. 43.

La Société des aciéries du Saut-du-Tarn, près Albi (Tarn), (ancienne maison Léon Talabot et Cie), dont nous nous sommes déjà occupé précédemment, a aussi une importante production de faux, faucilles, coupe-foin, sapes, etc., et la marque «Talabot» est avantageusement connue.

Scies.

Parmi les fabricants de scies, nous citerons, dans la section française, MM. Peugeot-Jackson et Cie, de Pont-de-Roide (Doubs), dont nous avons déjà eu occasion de parler pour leurs articles d'acier laminé.

Ces industriels fabriquent des scies circulaires jusqu'à $1^{m},30$ de diamètre, des scies droites de toutes espèces, le tout d'une très bonne facture.

Dans la section des États-Unis d'Amérique, on remarquait les scies de toutes espèces exposées par MM. Disston et fils, de Philadelphie, en particulier, des scies de charpentiers en acier, ayant 60 centimètres de longueur et dont le prix était seulement de 22 francs la douzaine! La vitrine de ces exposants contenait beaucoup d'autres objets intéressants, tels que scies avec équerre-niveau, niveaux de toutes espèces, etc.

Nous citerons encore deux fabricants de scies parisiens, réputés pour leur bonne fabrication, M. Dugoujon aîné, rue de Lyon, 37, et M. Mongin, rue Sedaine, 8.

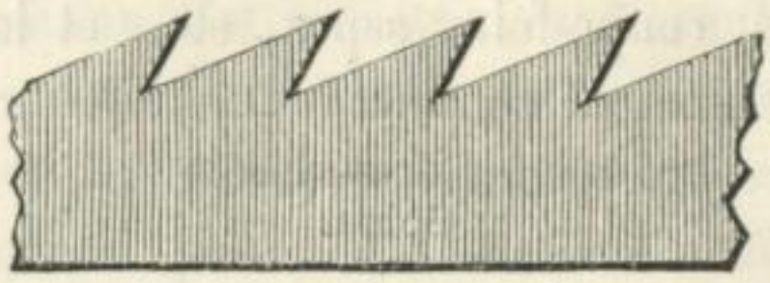
Dans l'exposition de M. Dugoujon, on remarquait une scie circulaire de $1^{m},50$ de diamètre d'une belle exécution, des scies-ruban et particulièrement une scie droite destinée à la fabrication mécanique des tonneaux. Cette scie, longue de 2 mètres et large de 16 centimètres, est creusée en gouttière dans le sens de la largeur sur une profondeur de 40 millimètres; l'exécution présentait des difficultés exceptionnelles.

M. Dugoujon donne d'intéressants renseignements sur la denture des scies.

Gr. V. — Cl. 43.

« Pourquoi, dit M. Dugoujon, les scies à ruban cassent-elles si fréquemment? Presque toujours, parce que la denture n'est pas celle qui convient : lorsque la denture est composée d'une série de dents triangulaires accolées à angle vif par leurs bases (fig. 1) et

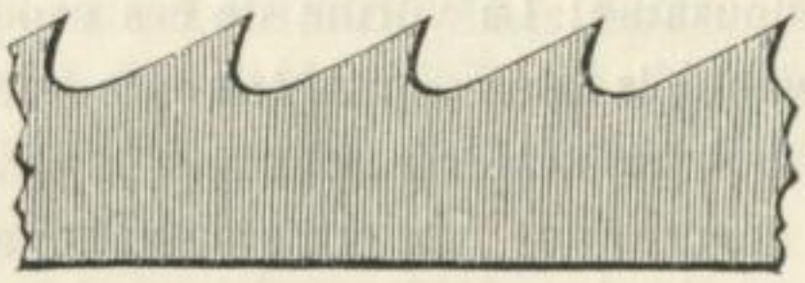
Fig. 1.



que la scie est avoyée, la lame, en s'enroulant sur les poulies, ne porte que de deux en deux dents et forme une sorte de polygone régulier. Le métal est donc soumis à des efforts de flexion et il est aisé de se rendre compte que, dans ce cas, les angles vifs que présentent les dents doivent amener forcément des ruptures. »

On remédie à cet inconvénient en adoptant, comme le fait M. Dugoujon, la forme de dents indiquée par la figure 2.

Fig. 2.



La denture des scies circulaires doit présenter une forme de dents et un affûtage en rapport avec la nature du bois à scier. Ainsi les dentures des scies destinées au bois blanc, au sapin et au chêne doivent avoir, chacune, une forme différente; les traits communs à toutes ces dentures sont d'ailleurs les suivants :

Il faut avoir soin de raccorder les dents les unes aux autres par des flans curvilignes et d'éviter les angles vifs; il faut, en outre, qu'il y ait toujours plus de vide que de plein afin de laisser un facile dégagement à la sciure.

Enfin, le nombre de dents doit être, dans un certain rapport,

déterminé par l'expérience, avec le nombre de tours que fait la scie. Gr. V. — Cl. 43.

Les scies de M. Mongin sont également bien soignées : le laminage est d'une grande régularité, et les dentures bien entendues.

SEPTIÈME GROUPE.

SERRURERIE.

En bornant notre examen aux produits ressortissant de la classe 43, c'est seulement dans la section française et dans celle des États-Unis d'Amérique que l'on rencontrait des exhibitions de serrurerie intéressantes.

D'autres sections étrangères, et particulièrement la section autrichienne, présentaient des articles de serrurerie d'une haute valeur; mais ces articles afférents à la serrurerie d'art et de bâtiment étaient tributaires des classes 25 et 66.

La serrurerie américaine, qui était surtout représentée à l'Exposition par la belle vitrine de MM. Mallory, Wheller et Cie, de New-Haven (Connecticut), offre ce caractère particulier d'être exécutée presque entièrement en fonte de fer, non pas même en fonte malléable, mais en simple fonte douce ; il est vrai que cette fonte jouit de qualités tout à fait exceptionnelles, dont on aura une juste idée quand nous aurons dit que les palastres de serrures américaines moulées en fonte n'ont que 2 millimètres d'épaisseur et sont aussi remarquables par la netteté du moulage que par la finesse du grain des surfaces.

Les palastres en fonte ne peuvent supporter des rivures; aussi l'agencement de la serrure est-il combiné de manière à les supprimer, ce qui n'est pas sans introduire dans le mécanisme des complications plus ou moins fâcheuses : le palastre porte des bossages venus de fonte, les uns servant d'arrêts aux ressorts de rappel, les autres taraudés et recevant les vis qui fixent les couvercles.

Une pièce de la serrure qu'on est bien contraint de river, c'est l'ergot du pêne ; aussi le pêne est-il en fer ou en fonte malléabilisée, tout au moins la queue du pêne, car la tête est en fonte

Gr. V. — Cl. 43.

pour les serrures communes, en bronze pour les serrures soignées, et fonte ou bronze sont coulés directement sur la queue du pêne.

Les foliots sont en fonte dans les serrures communes, en bronze dans les serrures soignées.

Les ressorts laissent généralement à désirer : ceux des garnitures mobiles sont formés par de petites lames en laiton, et ceux des pênes sont des boudins également en laiton; ces ressorts sont loin d'avoir le liant de nos bons ressorts de serrures françaises.

Les palastres ne sont pas polis extérieurement, comme le sont ceux de nos serrures françaises : ils sont recouverts d'un vernis noir brillant qui donne un bon aspect à la serrure et paraît bien adhérent.

Il y a lieu de remarquer d'ailleurs que toutes les serrures de bâtiment exposées par MM. Mallory, Wheller et Cie étaient des serrures dites *à larder,* c'est-à-dire destinées à être entaillées dans l'épaisseur des bois de portes : on n'emploie guère de serrures d'autres espèces aux États-Unis.

Les exposants arrivent à établir, au prix de 18 francs la douzaine, gâche et bouton compris, des serrures de portes à pêne dormant, demi-tour.

Leur production est donc remarquablement économique ; ce résultat est aisé à comprendre lorsque l'on considère que les serrures américaines n'exigent presque aucune main-d'œuvre de montage : les pièces viennent de la fonderie toutes ajustées, il n'y a qu'à les mettre en place sans aucune retouche; on conçoit bien que, dans ces conditions, le prix de revient puisse être fortement abaissé.

Si, d'ailleurs, nous comparons les serrures américaines avec les serrures françaises, au point de vue de la solidité et de la durée, la supériorité de ces dernières paraît évidente : si les serrures américaines devaient être, non plus logées dans l'épaisseur du bois, mais appliquées sur les portes, comme le sont nos serrures françaises, il est évident que les palastres en fonte ne seraient plus admissibles, puisque le moindre choc risquerait de les détériorer; il faudrait donc, en ce cas, tout au moins malléabiliser la fonte

des palastres, ce qui augmenterait le prix de revient de la serrure et ferait perdre à la fabrication américaine une partie de ses avantages au point de vue du bon marché.

D'autre part, les dispositions mécaniques des serrures françaises sont incontestablement mieux entendues que celles des serrures américaines; les organes des serrures françaises sont plus simples, leur solidité présente toutes garanties; les ressorts, tout aussi doux, rappellent infiniment mieux; bref, sous tous les rapports, la confection des serrures françaises est supérieure à celle des serrures américaines.

Ces dernières n'en restent pas moins fort remarquables, car elles montrent à quel point, dans un pays où la main-d'œuvre est fort chère, un emploi judicieux de la matière permet d'abaisser les prix de revient.

Une autre exhibition intéressante de la section des États-Unis d'Amérique était celle de *The Yale Lock Manufacturing Company*, de Stamford (Connecticut).

L'importance de cette maison résulte de ce qu'elle a la spécialité de l'installation des bureaux de poste; or, l'organisation du service postal des États-Unis présente cette particularité, que, moyennant redevance, tout citoyen peut posséder, dans le bureau de poste, un casier spécial fermant à clef et dans lequel l'Administration des postes dépose la correspondance qui lui est destinée; le payement de la redevance entraînant d'ailleurs la possession de la clef du casier, ladite correspondance est mise de la sorte, dès son arrivée et sans aucun retard, sous une sorte de scellé que le destinataire seul a la faculté de rompre.

Cette digression, qui pourrait sembler un hors-d'œuvre, était cependant nécessaire pour qu'on se rende compte de l'importance que peut atteindre, aux États-Unis, un établissement qui, comme la *Yale Lock Manufacturing Company*, se consacre exclusivement à l'installation des bureaux de poste. Cette installation, dont un spécimen figurait à l'Exposition, est fort bien entendue et très judicieusement appropriée au but qu'on a en vue. Les serrures sont d'une construction simple, et, ce qui est essentiel, les clefs présentent une variété de dispositions telle que (l'exposant s'en targue

Gr. V. — Cl. 43.

avec une sérieuse vraisemblance), sur un million de clefs, il n'y en a pas deux semblables.

La *Yale Lock Manufacturing Company* exposait également des serrures de sûreté qu'elle appelle *Sargent time-lock* et que nous mentionnerons en raison de l'originalité du principe qui préside à leur confection.

Ces serrures renferment des mouvements d'horlogerie, qui sont en connexion avec le mécanisme, de telle manière que la serrure ne saurait être ouverte en dehors de certaines heures déterminées, par exemple, pendant les heures de fermeture des bureaux de la maison de banque à la caisse de laquelle une pareille serrure serait appliquée.

Nous passons maintenant à l'examen des articles de serrurerie de la section française. Cette partie de l'exposition de la classe 43 était fort remarquable, aussi bien par la grande variété des produits que par leur bonne exécution.

L'exhibition la plus intéressante était, sans contredit, celle de MM. Bricard frères, rue Richelieu, 39, à Paris.

Cette maison, fondée par Sterlin au commencement de ce siècle, fabrique les serrures, ainsi que les ferrures de toutes espèces nécessaires aux bâtiments et, plus particulièrement, les articles de luxe ayant un caractère décoratif.

MM. Bricard possèdent à Woincourt (Somme) une usine importante dans laquelle sont fabriqués les serrures et autres articles de bâtiment qu'ils livrent à la consommation.

Depuis 1867, MM. Bricard ont introduit dans leur fabrication divers perfectionnements, dont les plus intéressants sont les suivants :

1° Les foliots des serrures étaient jusqu'ici exécutés en laiton fondu ou en fonte malléable ; ces métaux sont tendres et résistent mal à l'usure, en sorte qu'en très peu de temps les serrures sont hors de service. MM. Bricard confectionnent maintenant les foliots en bronze et les soumettent à un matriçage énergique qui comprime la matière et la durcit; la durée des foliots, et par suite celle de la serrure, est ainsi accrue dans une proportion très notable.

2° Certaines serrures posées dans des lieux humides, les serrures de caves, par exemple, s'oxydent rapidement et sont ainsi mises hors de service; on pourrait bien remédier à cet inconvénient, en adoptant un alliage de cuivre pour la confection des pièces essentielles de ces serrures; mais on en augmenterait beaucoup le prix. MM. Bricard ont eu l'idée de garnir en bronze seulement les barbes et empénages du pêne, pièces dont l'oxydation altère plus particulièrement le fonctionnement de ces serrures, et ils ont ainsi amélioré, sans grande augmentation de prix, les serrures qui sont appelées à fonctionner dans des lieux humides. Gr. V. — Cl. 43.

3° Nous mentionnerons encore un intéressant perfectionnement des paumelles, qui consiste en ce que la broche est constituée par un goujon en acier pivotant sur un dé d'acier trempé.

En résumé, les articles de serrurerie de MM. Bricard, s'ils n'ont pas le mérite du bon marché, mérite qui paraît être, en ce moment, l'objectif de la plupart des fabricants de cette spécialité, ont du moins celui d'être exécutés avec un soin exceptionnel et dans les meilleures conditions de fonctionnement et de durée.

Leurs articles de luxe sont extrêmement variés, et tous leurs modèles ont le caractère le plus décoratif et sont conçus avec un goût éprouvé.

MM. Vaillant, Fontaine et Quintard, rue Saint-Honoré, 181, à Paris, ont une spécialité très analogue à celle des précédents exposants : ils fabriquent aussi les serrures et ferrures de toutes espèces concernant le bâtiment; mais, alors que les produits de MM. Bricard proviennent pour la plus grande partie de leur usine de Woincourt, MM. Vaillant, Fontaine et Quintard font, au contraire, surtout travailler à façon.

Le trait caractéristique de leurs serrures est une disposition spéciale du foliot qui oblige cet organe à presser toujours sur le pêne, quelle que soit son usure.

L'exposition de MM. Vaillant, Fontaine et Quintard contenait de beaux modèles de serrures, crémones et autres objets, argentés, dorés, nickelés et émaillés, dont on admirait les motifs décoratifs de tous styles. Notons aussi les objets en maillechort fondu exposés par ces industriels; depuis que le traitement des

Gr. V. — Cl. 43.

minerais néo-calédoniens a permis de produire le nickel à un prix modéré, l'emploi des maillechorts à forte teneur en nickel tend à se répandre; cet alliage a une belle teinte d'un blanc verdâtre; son inoxydabilité est presque absolue, et nous croyons que, pour les articles de serrurerie de bâtiment en particulier, le nouveau maillechort est appelé à se substituer au bronze nickelé, qui perd, plus ou moins rapidement, la mince pellicule de nickel qui le recouvre.

MM. Guerville fils et Riquier frères, de Fressenneville (Somme), fabriquent un grand nombre d'articles spéciaux de serrurerie et particulièrement toute la serrurerie dite *de Picardie,* depuis le cadenas en fer à 4 francs le cent jusqu'à la serrure de sûreté la plus finie et la plus compliquée.

La maison Guerville compte 67 années d'existence et occupe plus de 800 ouvriers, qui produisent annuellement 3,300,000 pièces diverses, en particulier 2,500,000 cadenas.

Les perfectionnements les plus importants, apportés à la fabrication depuis 1867, sont les suivants :

1° Création du type de cadenas de sûreté en fer avec clef en dessous, se fermant sans clef; ce cadenas n'est pas plus cher que le cadenas en fonte avec clef bénarde vendu jusqu'à ce jour, et il est beaucoup plus solide et mieux conditionné.

2° Création d'une serrure à gorges à double mouvement, qui diffère de la serrure de l'ancien système en ce point que la sûreté est obtenue par des arrêts mobiles, dans le sens vertical et dans le sens horizontal, qui passent dans des gorges également mobiles, tandis que, jusqu'à ce jour, un seul arrêt fixe passant dans des gorges mobiles dans le sens vertical seulement, a constitué la garantie de la serrure à gorges.

Tous les organes constitutifs des serrures sont, dans l'usine de Fressenneville, ainsi, d'ailleurs, que dans la plupart des usines de ce genre, découpés avec une grande précision dans des matrices en acier fondu, ce qui assure leur *interchangeabilité* et facilite singulièrement le montage des serrures.

MM. Maquennehem et Imbert, d'Escarbotin (Somme), fabriquent également la serrure dite *de Picardie,* par des procédés ana-

logues aux précédents; leurs ateliers ont été reconstruits en 1872 et pourvus de l'outillage le plus perfectionné; aussi leur fabrication est-elle très soignée, et leurs prix sont fort modérés.

Parmi les produits les plus intéressants de ces industriels, nous citerons :

Un système de pêne demi-tour s'adaptant à toutes espèces de serrures, à double chanfrein et fonctionnant en tirant comme en poussant.

MM. Depoilly et Cie, d'Escarbotin (Somme), produisent à la fois la serrurerie de luxe et la serrurerie ordinaire, ainsi que des ferrures de bâtiment de toutes espèces.

Ces industriels emploient la fonte malléable pour certains organes de serrures. Nous ferons observer à ce sujet que, contrairement à une opinion assez répandue, la fonte réellement malléabilisée est un métal tendre qui résiste mal à l'usure; elle n'est pas, par conséquent, d'un bon emploi pour les pièces qui sont exposées à des frottements, par exemple, les foliots, les têtes de pênes, etc.

Il est vrai qu'on rencontre des fontes malléables relativement dures; mais c'est parce qu'elles sont peu ou point malléabilisées, et, dans ce cas, leur fragilité devrait les faire écarter de toute fabrication soignée.

Parmi les produits de MM. Depoilly et Cie, nous mentionnerons des aides-ressorts destinés à soutenir les béquilles sans fatiguer les serrures, des serrures embouties d'une seule pièce et d'un prix de revient très bas, des coffrets à bijoux de modèles très variés.

MM. Depoilly et Cie exposaient aussi des spécimens de placages de bois sur tôles, qui présentent un certain intérêt, mais qui n'ont pas encore fait leurs preuves au point de vue de la valeur pratique.

Nous rencontrons maintenant une très intéressante exposition collective, celle des fabricants de serrurerie et quincaillerie du canton de Tinchebrai (Orne).

Cette collectivité comprenait :

MM. Juhel fils, Queruel, Lemoine et Duval, Jules Fleury, Le-

Gr. V. — Cl. 43.

mardelay, Vaugon-Millet, Delalande-Lebreton, fabricants de quincaillerie et serrurerie, à Tinchebrai ;

Dupont frères, Dupont-Hosdienne, fabricants de quincaillerie et serrurerie, à Chanu, près Tinchebrai;

François Delarue oncle, fabricant de clouterie, à Chanu;

Huard et Dubois (Eugène), fabricants de clouterie, à Saint-Cornier, près Tinchebrai;

Bouvet et Garnier-du-Biot, fabricants de clouterie, à Beauchêne, près Tinchebrai.

La fabrication de cette ruche industrielle comprend :

Comme serrurerie, les serrures d'armoires et de tiroirs de toutes qualités, les serrures de portes de toutes sortes, etc.;

Comme quincaillerie, des aiguilles à voiles, à ralingues, de bourreliers, d'emballages, etc., des articles de coutellerie et de taillanderie variés, des souricières, pièges à taupes, des moulins à café et divers articles de ferronnerie;

Comme clouterie, divers articles de clouterie forgée, tels que clous à cheval, à souliers, à sabots; des clous pour bâtiments, etc.

La production annuelle de la collectivité s'élève à 2,380,000 pièces diverses, en particulier 900,000 serrures et 750,000 vrilles. Il faut y ajouter 1,400 tonnes de clous, pour la fabrication desquels on consomme 1,200 tonnes de fer de Suède et 500 tonnes de fer français.

M. Depensier, rue Sedaine, 19, à Paris, fabrique annuellement 300,000 serrures, en grande partie des serrures de meubles ; cet exposant est arrivé à ce résultat remarquable, d'établir de petites serrures pour boîtes à 16 centimes la pièce et des serrures d'armoires encloisonnées avec canon, à 24 centimes la pièce.

M. Depensier produit, en outre, de grandes quantités de ferrures diverses pour meubles, parmi lesquelles nous citerons :

Une serrure de buffet comportant un pignon et deux crémaillères dont l'agencement paraît bien entendu;

Un type de clavette pour porte de meubles, qu'il appelle *clavette-bascule à ressort;* le talon de la clavette est poussé par un ressort, et il a une forme telle qu'il est maintenu par ce ressort soit dans la position de fermeture, soit dans la position d'ouverture, qui est

à angle droit avec la première ; cet agencement très simple sera apprécié par toutes les personnes qui ont eu occasion de remarquer combien les clavettes de fermeture, appliquées à certains meubles d'usage intime, sont généralement défectueuses.

Nous mentionnerons enfin, parmi les produits de M. Depensier, ses serrures de meubles *avec pêne sur champ*, dont l'agencement est aussi simple qu'ingénieux et qui peuvent être aussi étroites qu'on le désire; la vitrine de cet exposant renfermait une serrure de cette espèce qui avait 7 millimètres de large seulement.

MM. Rivain et Bezault, rue de la Folie-Méricourt, 82, à Paris, fabriquent la serrure de luxe; mais leur production spéciale consiste surtout en ferrures de bâtiments de toutes espèces et particulièrement en cuivrerie.

Ces industriels exposaient une fermeture à va-et-vient pour grosse porte, qui a paru bien entendue. Voici sommairement en quoi consiste cet appareil :

Chaque *vantail* porte un pivot formant foliot qui actionne un foncet entaillé dans l'épaisseur du seuil et rappelé par un fort ressort à boudin en acier trempé. Lorsqu'on ouvre les *vantaux*, on tend les ressorts à boudin par l'intermédiaire des foliots et la détente referme la porte automatiquement.

Pour des portes lourdes, ce système paraît préférable au pivot à hélice et à bain d'huile que MM. Bricard frères fabriquent depuis bien longtemps déjà.

MM. Rivain et Bezault ont appliqué la même combinaison aux béquilles de portes de boutiques; ils remédient ainsi au ballottement qui se produit souvent dans ces organes lorsqu'il y a un commencement d'usure.

Ajoutons enfin que ces industriels, comme MM. Vaillant, Fontaine et Quintard, produisent des articles de bâtiment en maillechort fondu; ils fabriquent, en particulier, avec cet alliage, des chenets de foyer d'une seule pièce, à tête tournée, d'une belle exécution.

Nous terminerons l'énumération des exhibitions de serrurerie les plus intéressantes de la section française par MM. Vachette frères, rue de Charonne, 51, à Paris.

Gr. V. — Cl. 43.

Ces industriels fabriquent surtout des serrures de meubles et des ferrures d'ameublement. On peut citer parmi les produits exposés : des tringles de rideaux à garnitures mobiles permettant d'allonger ou de raccourcir la tringle à volonté, un loqueteau pour pied de table fort bien compris, des palastres en cuivre fondu étiré au banc, et enfin des serrures de meubles très simples et d'un montage facile.

Maréchalerie.

La fabrication des fers à cheval constitue une industrie fort importante : en effet, d'après les statistiques, on compte en France 3,100,000 chevaux et 720,000 ânes ou mulets. En supposant que chacun de ces animaux soit ferré une fois par mois et en admettant que le poids de la ferrure soit en moyenne de 4 kilogrammes, on trouve que la fabrication des fers à cheval consomme annuellement 183,360,000 kilogrammes de fer, ce qui à 35 francs les 100 kilogrammes, représente une valeur de 64,176,000 francs.

Jusqu'à une date assez récente, les fers à cheval se fabriquaient exclusivement à la main, et cet état de choses, qui, à une époque où les procédés mécaniques ont été appliqués à presque toutes les fabrications, paraît, à première vue, anormal, s'explique facilement lorsqu'on songe à la difficulté qu'il y a à fabriquer mécaniquement, c'est-à-dire sur un modèle unique ou sur un petit nombre de modèles, des objets qui doivent avoir des formes et des dimensions si variées. Rien n'est plus difficile, en effet, que de trouver des fers parfaitement appropriés aux pieds des animaux qu'il s'agit de ferrer : non seulement les fers destinés aux membres antérieurs doivent être différents de ceux qui sont destinés aux membres postérieurs, mais on doit en outre tenir compte de la taille du cheval, de sa conformation particulière, du genre de travail auquel il se livre habituellement et de la nature du sol qu'il parcourt le plus souvent.

On conçoit qu'il soit difficile, même avec une grande variété de types, de fabriquer à l'avance et mécaniquement des fers qui se prêtent à toutes les combinaisons que des conditions aussi complexes peuvent enfanter : aussi était-il nécessaire, tout d'abord, de

se rendre compte des formes rationnelles que les fers à cheval doivent affecter dans le plus grand nombre de cas.

A ce point de vue, on a pu poser les principes suivants :

1° *Fers de devant.* — Pour les chevaux à allure lente travaillant dans les pays montagneux ou traînant habituellement de lourdes charges, les fers doivent être épais *en pince* et *au talon;*

Pour les chevaux de plaine, les *éponges* et la *pince* doivent être d'épaisseur moyenne;

Pour les chevaux à allure rapide, au contraire, les *talons* doivent être plus nourris que la *pince.*

La branche du dehors, s'usant en général plus vite que la branche du dedans, doit être plus épaisse que cette dernière; par contre, la branche interne doit être plus large que la branche externe, afin de protéger le pied de l'animal contre certaines blessures plus fréquentes de ce côté qu'à l'extérieur.

2° *Fers de derrière.* — La pince de ces fers, étant la partie sur laquelle se fait l'appui dans la progression, doit être particulièrement nourrie; mais comme on lève presque toujours des crampons aux fers de derrière, il convient que les *éponges* soient également bien nourries afin de fournir la matière nécessaire pour ce travail.

Pour ces fers encore, l'usure est bien plus forte sur les branches du dehors, qui doivent, par suite, être tenues épaisses. Quant à la branche du dedans, il n'est pas nécessaire de la tenir large comme la branche correspondante des fers de devant; il faut, au contraire, la faire relativement étroite et mince pour donner au fer autant de légèreté que possible.

C'est en se conformant à ces principes généraux qu'on a réussi à préparer, d'avance et mécaniquement, des fers à cheval applicables au plus grand nombre de cas, et qu'on a rendu pratique une fabrication qui, *a priori,* semblait présenter des difficultés insurmontables.

On trouvait, dans la section française, une exposition fort intéressante au point de vue de la fabrication mécanique des fers à cheval; c'était celle de M. Sibut aîné, d'Amiens (Somme).

Gr. V. — Cl. 43.

Cet industriel fabrique les fers à cheval mécaniquement en une seule chaude et en cinq opérations successives. Les lopins, chauffés au blanc, sont d'abord ébauchés au moyen d'un laminoir à excentrique; ils passent ensuite dans une cintreuse à coquilles qui leur donne la courbure voulue. L'ébauche est alors placée dans une étampe et soumise à l'action d'une presse à excentrique qui lui donne sa forme définitive et perce, sans toutefois les déboucher, les trous destinés à recevoir les clous au moyen desquels le fer sera plus tard fixé sous le pied du cheval. L'ébauche reçoit ensuite un deuxième étampage au pilon, qui produit l'*ajusture* en forme de biseau que présente la rive interne du fer. Elle est enfin soumise à un dernier étampage pendant lequel des poinçons d'acier finissent de déboucher les trous destinés à recevoir les clous, en même temps que, au moyen de projections d'eau sur l'étampe, la surface du métal est débarrassée de l'oxyde qui la recouvre.

Outre les types courants de fers à cheval, M. Sibut a créé un genre de fers spéciaux, dits *fers striés,* qui assurent la solidité du cheval sur les surfaces glissantes.

Il vient, en outre, de réussir à fabriquer mécaniquement les *fers anglais* à gorge avec la pince pleine et les talons pleins, des fers à crampons recourbés aux bouts des branches, des *fers russes* à trois crampons, l'un à la pince et les autres aux talons, avec ou sans ajustures, fers qui, tous, présentent des difficultés de fabrication qu'on n'avait pu surmonter jusqu'alors.

L'usine de M. Sibut produit de 10,000 à 12,000 fers par jour. Cet industriel n'a donc pas seulement le mérite d'avoir institué une fabrication mécanique des fers à cheval fort bien entendue, il a, en outre, réussi à vaincre les préventions que ces fers mécaniques ont rencontrées jusqu'à présent et à se créer des débouchés importants.

Nous avons à citer, dans la section des États-Unis d'Amérique, une importante exhibition qui se rattache à la maréchalerie, c'est celle de *The globe horse shoe nail Company,* de Boston (Massachusetts). Cette compagnie fabrique à la mécanique des clous de ferrures de chevaux et a, paraît-il, une production considérable; les objets exposés étaient d'une bonne exécution.

Nous mentionnerons encore, dans la section autrichienne, les fers à cheval, fabriqués à la machine, de MM. Schwabe et Wildenhain, de Vienne; ces fers sont d'une bonne fabrication; mais, pour les grandes dimensions, les trous de la clouure ne sont pas débouchés. Gr. V. — Cl. 43.

Dans la section hongroise, M. Jacob Lobl exposait également des fers à cheval fabriqués à la mécanique, d'une exécution satisfaisante.

Enfin, nous mentionnerons aussi, dans la section française, M. Barbe, maréchal ferrant à Sauternes (Gironde), pour son système de ferrage sans rivets. Ce système consiste dans l'emploi d'un clou qui porte un grain d'orge à la pointe; ce grain d'orge retient le clou dans la corne de l'animal.

HUITIÈME GROUPE.

ARTICLES DE QUINCAILLERIE.

Les articles de quincaillerie sont si variés qu'il paraît difficile de présenter avec quelque clarté l'examen d'ensemble de ces produits; aussi, chaque fois qu'une exposition d'articles de quincaillerie offrait dans quelque spécialité une importance prédominante, avons-nous jugé utile de la rattacher au groupe dans lequel cette spécialité avait été classée : par exemple, à la boulonnerie, à la visserie, à la ferronnerie, etc.

Nous avons ainsi réduit le groupe des fabricants de quincaillerie proprement dite à deux sortes d'industriels seulement :

1° Ceux qui fabriquent uniquement des articles qu'on ne pouvait rattacher rationnellement à aucun des groupes précédents;

2° Ceux dont la fabrication très variée présente le même intérêt dans plusieurs spécialités et puise, dans cet ensemble même, une partie de son mérite.

Afin de déblayer le terrain plus complètement encore, nous réservons, pour le groupe suivant, les articles de ménage proprement dits.

Par contre, nous rattachons au présent groupe la poterie de

Gr. V. — Cl. 43.

fonte proprement dite et l'émaillage de la fonte, que nous avons distraits du premier groupe.

Articles de quincaillerie.

Nous rencontrons tout d'abord, dans la spécialité de la quincaillerie, une maison française d'une importance considérable, celle de MM. Japy frères et Cie.

Rien ne saurait donner une idée plus juste de la puissance et de la variété de la production de ces industriels que la simple énumération des objets que leurs usines ont livrés à la consommation depuis l'Exposition de 1867.

Du 1er mai 1867 au 31 mai 1878, la production a été de :

Montres finies	332,000 pièces.
Ébauchages et finissages	8,444,000
Total	8,776,000
Vis d'horlogerie	304,200,000
Vis à bois et boulons	3,517,500,000
Cadenas	1,700,000
Serrures	2,800,000
Pendules (Usine de Beaucourt)	940,700
Moulins et concasseurs	2,900,000
Pompes	53,500
Pièces de quincaillerie	120,000,000
Mouvements de pendules (Usine de Badevel)	1,110,000
Fer battu	22,000,000
Total général	3,981,980,200

La production a donc, en onze ans, atteint en nombre rond le chiffre énorme de 4 milliards de pièces variées, soit environ 360 millions de pièces par an; encore n'a-t-on pas compté dans ce relevé les meubles de jardin, chaises, fauteuils, bancs et tables en bois et fer que MM. Japy fabriquent depuis quelque temps en quantités considérables.

MM. Japy occupent environ 4,000 ouvriers, répartis entre sept usines de diverses importances.

La plus considérable et la plus ancienne est située à Beaucourt (Doubs), berceau de la maison et siège actuel de la Société.

A Beaucourt sont les ateliers d'entretien et de réparation de l'outillage, les ateliers de fabrication des vis à bois et à métaux, une fonderie de fer et de laiton, un atelier de quincaillerie où sont façonnés les produits bruts provenant de la fonderie, un atelier où se montent les pompes à double et à simple effet du type Japy, un atelier de montage des serrures, plusieurs ateliers d'horlogerie, un, entre autres, où se fabriquent les petites pendules; enfin, on produit aussi à Beaucourt une grande quantité de charnières par des procédés mécaniques.

A l'usine de l'Isle-sur-le-Doubs sont des feux d'affinerie, des laminoirs, une tréfilerie et aussi une fabrique de boulons et de vis.

A l'usine de la Feschotte, on fabrique exclusivement les ustensiles en fer battu, étamé, émaillé ou verni.

L'usine de la Roche est affectée à la même fabrication que la précédente; on y fabrique, en outre, des couverts en fer battu, et l'on y fait aussi les grosses pièces en fer battu.

A l'usine du Rondelot se fabriquent des crochets et des vis; là se trouvent aussi de vastes approvisionnements de bois pour la fabrication des moulins à café et des meubles de jardin.

L'usine de Badevel est consacrée exclusivement à la fabrication des pendules de toutes sortes.

Enfin Étupes est un atelier secondaire où l'on fabrique des vis de petite dimension.

Un des traits caractéristiques de la fabrication de MM. Japy, c'est l'intelligente utilisation dont la matière première est l'objet dans leurs usines. Chez MM. Japy, il n'y a pour ainsi dire aucun déchet; la matière première entrant dans leurs ateliers en sort convertie entièrement en produits manufacturés : par exemple, lorsque, dans une feuille de tôle rectangulaire telle qu'elle provient du laminoir, on a découpé le disque que l'emboutissage transformera en casseroles, il reste des chutes aux quatre coins; dans ces chutes, on découpe des pièces de serrures et de cadenas, des charnières, des viroles, etc. Comme les formes et les dimensions de ces menus objets sont extrêmement variées, il est facile de combiner

Gr. V. — Cl. 43.

les découpages de façon que les rognures se réduisent à très peu de chose; si peu qu'il y en ait, ces rognures sont soigneusement ramassées et concentrées à l'usine de l'Isle-sur-le-Doubs; là elles sont mises en paquet et corroyées; après quoi, elles concourent, avec les fers neufs provenant des feux d'affinerie, à la production du fil de fer.

De même, les déchets de laiton qui proviennent de la fabrication des vis et des mouvements d'horlogerie sont utilisés pour la confection des menus objets de quincaillerie, tels que boutons, anneaux, etc. Le peu qu'il en reste est mis à la refonte.

C'est par cette utilisation judicieuse de la matière et par un perfectionnement incessant de leur outillage que MM. Japy sont arrivés à établir les articles de quincaillerie et d'horlogerie à un bon marché prodigieux, qui leur a permis d'envahir le monde entier.

Les principales améliorations que MM. Japy ont apportées à leur fabrication depuis l'Exposition de 1867, sont les suivantes :

En matière de quincaillerie, un nouveau système de moulin à café perfectionné et de l'invention de M. Anduze, est venu prendre place à côté de l'ancien moulin à café hélicoïdal.

La différence entre les deux moulins consiste dans la façon de réduire la matière en poudre et, par suite, dans la forme de la poire et de la noix. Dans l'ancien système, la pulvérisation se produisait par pression et arrachement; dans le nouveau, elle a lieu par cisaillement au moyen de dents fixées sur la poire et sur la noix et s'emboîtant les unes dans les autres.

Ce nouveau système a d'ailleurs été appliqué à des concasseurs d'assez grandes dimensions destinés à broyer, vite et bien, toutes sortes de matières.

En matière d'horlogerie, toutes les mains-d'œuvre relatives aux platines, barillets, roues et ponts se font, de longue date, avec des machines pour la plupart automatiques. Depuis quelques années, les *vis* dites *horoscopiques*, qui entrent dans la montre, se font avec une petite machine automatique très délicate et très précise dont les mouvements sont dirigés par des plans inclinés et échappent, par suite, aux secousses plus ou moins brusques qui résultent ordinairement de l'emploi des cames.

Avec cette machine, la vis est à la fois coupée de longueur, tournée, fendue et filetée avec une très grande rapidité; elle en sort complètement finie. Gr. V. — Cl. 43.

C'est grâce à l'emploi de pareilles machines qu'on peut établir ces montres et ces pendules, de modèles si variés et d'une modicité de prix extrême, dont MM. Japy ont doté le monde, et qui, pour n'être pas des chronomètres, n'en ont pas moins l'incontestable mérite d'être à la portée de toutes les bourses.

Aujourd'hui, pour une vingtaine de francs, chacun peut acheter une montre à cuvette nickelée, munie d'un bon échappement à cylindre et donnant très régulièrement l'heure.

C'est un résultat qui, assurément, suffirait pour mettre l'industrie de MM. Japy et Cie hors de pair.

Dans ces derniers temps, MM. Japy viennent d'ajouter à leurs fabrications, déjà si variées, celles des chaises, fauteuils, bancs et tables en bois et fer pour jardins; ces meubles offrent le triple avantage d'être solides et élégants de forme et d'être articulés, ce qui permet de les mettre à l'abri dans la mauvaise saison; un grand nombre de ces meubles figuraient dans les jardins du palais de l'Exposition.

La maison Japy frères et Cie était hors concours dans la classe 43, parce que M. A. Japy, l'un de ses chefs, faisait partie du jury de cette classe; mais elle a obtenu dans la classe 26 (horlogerie) une grande médaille pour l'ensemble de son exposition dans les diverses classes.

Nous avons maintenant à nous occuper d'une autre exhibition fort intéressante, celle de MM. Viellard-Migeon et Cie, maîtres de forges et fabricants de quincaillerie à Morvillars, Grandvillards et Méziré (territoire de Belfort).

Ces industriels possèdent cinq usines échelonnées le long de la rivière d'Allaine et comprenant une forge avec six feux d'affinerie comtois, des laminoirs, une tréfilerie, une fonderie et enfin des ateliers dénaturant en vis à bois, boulons et rivets, non seulement tous les produits de la forge, mais encore des fers achetés.

Ces cinq usines sont mues par deux roues hydrauliques et dix turbines, suppléées, en cas de sécheresse, par sept machines à

Gr. V. — Cl. 43.

vapeur. La force motrice moyennement employée est d'environ 500 chevaux.

Les produits ne sont pas vendus directement, mais adressés au Comptoir des quincailleries réunies de l'Est, syndicat fonctionnant depuis onze années et réunissant des articles manufacturés par MM. Japy frères et Cie, Viellard-Migeon et Cie, et Victor de Pruines.

Les vis à bois, boulons et tire-fonds exposés par MM. Viellard-Migeon et Cie étaient d'une très belle fabrication : on remarquait particulièrement des vis de blindage d'une rare perfection, des chevilles pour pianos à taraudage croisé exécutées à la machine, des pointes de navettes pour le tissage, etc.

MM. Schlosser et Maillard, rue de la Roquette, 39, à Paris, ont une fabrication de charnières très importante; leur production journalière s'élève de 75,000 à 80,000 charnières de toutes sortes. Les articles fabriqués par ces industriels jouissent d'une excellente réputation.

Dans la section des États-Unis d'Amérique, nous avons à citer aussi une exhibition de premier ordre : celle de MM. Russell, Erwin et Cie, de New-Britain (Connecticut), qui exposaient des objets de quincaillerie et de serrurerie extrêmement variés, comprenant plus de 4,000 spécimens distincts, tels que serrures de portes en tous genres, cadenas, poignées, charnières, boulons, outils de toutes sortes, etc.

Parmi les objets les plus intéressants, nous citerons : des becs-de-cane garnis d'antifriction qui semblent être dans de bonnes conditions de fonctionnement et de durée, des clefs en acier d'une grande légèreté, des vis à bois dont le filetage était remarquablement net malgré l'acuité du filet, enfin des pièces en fer bronzées par un procédé chimique particulier.

Viennent ensuite, en seconde ligne, un certain nombre d'exposants de la section française dont la fabrication de pièces de quincaillerie est remarquable à divers titres.

M. A. Jeunehomme, de Nouzon (Ardennes), fabrique des articles de ferronnerie pour bâtiments en tous genres, particulièrement

des pentures de toutes dimensions; il produit aussi des ustensiles de ménage, entre autres, des pelles et pincettes communes. Gr. V. — Cl. 43.

On remarquait dans sa vitrine diverses pièces de forge, par exemple, des espagnolettes, des pivots de porte, qui avaient été enlevés dans la masse, puis estampés.

Un des traits saillants de la fabrication de M. Jeunehomme est que la division du travail y est poussée très loin; c'est d'ailleurs le caractère général de l'industrie du département des Ardennes.

On est arrivé à subdiviser le travail à un tel point que chaque ouvrier a constamment la même besogne à accomplir; l'ouvrier acquiert ainsi une très grande dextérité qui influe naturellement beaucoup sur le prix de revient.

Un autre progrès de la fabrication de M. Jeunehomme consiste dans la substitution du travail à la meule au travail à la lime. Cet industriel a été l'un des premiers à introduire cette amélioration dans les Ardennes.

M. Grandry fils, de Nouzon (Ardennes), produit spécialement des pelles, pincettes, garnitures de foyers, chenets de tous styles, en fer poli, nickelé, blanc et rouge, en cuivre et en bronze; la fabrication dominante de cet exposant est l'article de luxe, qu'il exporte en quantité importante.

C'est cette maison qui a inauguré le procédé qui consiste à laminer la pelle à feu en réservant l'embase de la tige, procédé très expéditif qui permet d'abaisser beaucoup le prix de revient de ces objets.

M. Grandry fils emploie aussi le meulage, sur une grande échelle.

MM. Bourgeois frères, de Nouzon (Ardennes), exercent une industrie tout à fait analogue à la précédente; ils emploient pour la fabrication des pelles à feu des fers laminés spéciaux provenant de la Société des forges de Champagne; le procédé est, du reste, exactement le même que celui de M. Grandry.

MM. Camion frères, de Vivier-au-Court (Ardennes), produisent spécialement des objets en fonte moulée de petite dimension, en particulier des petites fontes ornementales; la netteté de leurs moulages, qui est très remarquable, doit être attribuée, d'une part,

Gr. V. — Cl. 43.

à la perfection des modèles et à leurs heureuses dispositions, et, d'autre part, à l'emploi d'un sable très fin, écrasé, bluté et tamisé obtenu par ces industriels à l'aide des moyens mécaniques qui leur sont propres.

MM. Camion frères exposaient aussi des crémones, loqueteaux, fers à repasser et autres petits articles de ce genre.

MM. Protin-Cailly, de Givonne (Ardennes), fabriquent surtout des pelles de terrassement en tôle d'acier à douille fondue, des pioches, louchets et bêches, des poêles à frire et généralement les articles dénommés dans le commerce *articles de Givonne*.

Les pelles platinées au martinet sont embouties à la presse hydraulique; l'emboutissage en est très soigné, et l'exécution est d'un fini remarquable.

Nous citerons, enfin, M. Turquet-Colas, de Bayard, par Chevillon (Haute-Marne), dont nous nous sommes déjà occupé à propos des fontes moulées, pour sa fabrication de paumelles universelles en fer laminé et étampé du système Gobron; l'usine de Bayard produit 125 douzaines de paumelles de cette espèce par semaine.

Poterie de fonte.

Sous la rubrique *poterie de fonte*, nous comprenons les fontes de ménage de toutes espèces, fourneaux, marmites, etc., ainsi que les articles de bâtiments, boutons de porte, boules de rampe, etc.

MM. Boucher et Cie, à Fumay (Ardennes), fabriquent des appareils de chauffage bruts de fonte, émaillés unis ou recouverts d'un émail imitant le marbre. Les moulages sont très soignés, et l'émail paraît bien adhérent.

Ces industriels exposaient aussi une foule de menus objets en fonte, tels que boutons de porte, entrées de serrures, dessous de plats, etc., le tout émaillé; les conditions du moulage sont, paraît-il, si bien entendues dans cette usine que les rebuts de moulage ne dépassent pas 3 p. o/o.

La production journalière s'élève à 12,000 kilogrammes d'objets de toutes espèces.

M. Godin-Lemaire, de Guise (Aisne), exerce une industrie très

analogue à la précédente ; il produit de la casserie brute et émaillée, des boutons de porte, boules de rampe et autres objets du même genre, en fonte de fer émaillée ou nickelée. Gr. V. — Cl. 43.

On remarquait dans son exposition : des colonnes en fonte pour calorifères, des fontaines-lavabos émaillées, des porte-plats émaillés et nickelés, le tout d'une bonne exécution.

L'exposant se targue d'être le créateur de l'art d'émailler la fonte par voie sèche et de l'application de cet émaillage à la décoration de toutes sortes de meubles en fonte de fer.

MM. de Buyer frères et Cie, au Val-d'Ajol (Vosges), sont aussi d'importants producteurs de poterie de fonte. Leur fabrication comprend non seulement des articles de casserie, mais aussi des objets en fer battu, étamés, polis, vernis et bronzés, ainsi que des outils de taillanderie bruts, aiguisés et polis. Tout ce qui sort des usines de MM. de Buyer frères est établi avec beaucoup de soin.

Nous citerons encore la Société des usines de Rosières (Cher), qui fabrique une très grande variété d'articles en fonte moulée brute : fourneaux, buanderies, marmites de toutes espèces et autres ustensiles culinaires, arceaux de jardin, caniveaux, gargouilles, tuyaux, etc.

Les moulages de cette usine sont généralement bien soignés.

Citons enfin MM. Scellier et Cie, de Voujaucourt (Ardennes), pour leurs articles de fonte noire et émaillée, tels que fourneaux, mangeoires, éviers, chaufferettes, urinoirs avec bonde siphoïde, fontaines-lavabos, réchauds de tables, etc. Tous ces articles sont un peu lourds, mais d'un bon moulage.

Dans la section anglaise, nous trouvons une intéressante exhibition d'articles en fonte émaillée, celle de MM. Kenrick Archibald et fils, de West-Bromwick, près Birmingham. Ces industriels exposaient de la batterie de cuisine en fonte de fer étamée ou émaillée à l'intérieur, des objets en fonte émaillée pour usages hygiéniques, des moulins à café, à épices, etc., des fers à repasser avec manches en bois, etc. On remarquait des couvercles en fer-blanc embouti d'une belle exécution.

Dans la section danoise, nous avons à citer M. Ankercq Heegard, de Copenhague, pour ses marmites en fonte émaillée, ses mar-

Gr. V. — Cl. 43.

mites pour la cuisson suivant le système de M. Fjord, ses fers à repasser à manches mobiles, etc.; l'émaillage était très beau, mais paraissait peu adhérent à la fonte; les objets, peut-être un peu lourds, étaient d'un moulage bien réussi.

Certains exposants d'objets émaillés ne font pas eux-mêmes les moulages et bornent leur industrie à l'ornementation par émaillage.

Au nombre de ces exposants, il faut citer M. Paris, du Bourget (Seine), dont la fabrication a une grande importance.

Cet industriel exposait des bacs, vases, meubles de jardin, tableaux, panneaux décoratifs sur fer et fonte de fer, tuyaux de cheminées, de conduites d'eau et de gaz, plaques indicatrices et enfin des panneaux de wagons.

Le parc du Champ de Mars renfermait une foule de spécimens de la fabrication de M. Paris, qui jouit d'une légitime renommée pour la parfaite qualité de ses émaillages et le bon goût qui préside à tous ses travaux d'ornementation.

Nous mentionnerons aussi M. Bachelerie, rue d'Abbeville, 15, à Paris, émailleur à façon, pour ses émaillages sur tôles et sur cuivre, ses émaillages artistiques et notamment ses cadrans en verre émaillé.

Nous rapprocherons de l'émaillage, qui a pour but la préservation des métaux auxquels il s'applique, deux procédés fort intéressants qui tendent au même résultat. L'un est le procédé spécial de la galvanisation par lequel MM. Gauduin, Mignon et Rouart sont parvenus à recouvrir la fonte et le fer de couches protectrices très adhérentes. Le procédé se prête également bien à l'emploi comme métal préservateur, du cuivre, du plomb, de l'étain, du zinc, etc., et les couches peuvent être épaisses sans cesser d'être compactes et résistantes.

Le deuxième procédé est celui du docteur Barff, professeur à l'Université de Kensington (Londres), qui exposait, dans la section anglaise, une foule d'objets en fer recouverts d'une couche préservatrice d'oxyde de fer obtenue dans des conditions particulières.

Le procédé consiste à provoquer la formation, à la surface des

pièces que l'on veut protéger contre l'oxydation, d'une couche d'oxyde magnétique; cette couche, lorsqu'elle prend naissance dans certaines conditions que nous allons exposer, est entièrement adhérente, très compacte et protège le métal contre toute oxydation subséquente.

La production artificielle de l'oxyde noir de fer (Fe^3O^4) ou oxyde magnétique, et son application en couche mince à la surface du fer, ne sont pas nouvelles; mais ce qu'il y a d'original dans le procédé du docteur Barff, c'est qu'il donne lieu à une couche très adhérente, ayant une cohésion tout à fait identique à celle du métal lui-même.

Lorsqu'on fait passer un courant de vapeur d'eau sur du fer chauffé au rouge vif, il se produit de l'hydrogène, et la surface du fer se couvre d'oxyde magnétique Fe^3O^4; mais le dépôt est friable, il n'a ni dureté ni adhérence. Cela paraît venir de ce que la vapeur d'eau qui est amenée au contact du fer rouge est humide, et que l'oxydation passe par les différents degrés FeO, Fe^2O^3 et enfin Fe^3O^4; c'est donc seulement à l'extérieur qu'existe l'oxyde magnétique; mais entre lui et le fer sont interposées des couches moins oxydées.

Le procédé du docteur Barff consiste à projeter de la vapeur sèche surchauffée sur le métal porté à une haute température. Dans ces conditions, la couche d'oxyde qui se forme paraît être uniquement de l'oxyde magnétique, et le dépôt est compact et adhérent.

La température à laquelle le docteur Barff opère actuellement est de 530 degrés. Les fours dont il s'est servi jusqu'à présent, sont de petites dimensions; aussi le traitement ne s'est-il appliqué qu'à des objets peu volumineux. Mais avec une installation appropriée (et l'inventeur s'occupe de la créer), il n'est pas douteux que le procédé ne puisse s'appliquer avec un égal succès à des pièces de dimensions beaucoup plus grandes.

D'après M. Barff, l'opération n'augmente que de 5 p. o/o le prix de revient du fer.

Gr. V.
—
Cl. 43.

NEUVIÈME GROUPE.

ARTICLES DE MÉNAGE.

Sous la dénomination d'*articles de ménage,* nous rangeons un nombre presque infini d'objets très différents dans leurs formes et dans leurs applications, mais qui ont tous ce caractère commun, de répondre à un des besoins, d'ailleurs si variés, de l'économie domestique.

Nous répartirons ces objets en plusieurs subdivisions :

1° La tôlerie mince, comprenant les fers-blancs, les fers galvanisés et autres et les impressions sur fers-blancs;

2° Les articles de ferblanterie ;

3° Les produits de la chaudronnerie ;

4° La batterie de cuisine ;

5° Les ustensiles de ménage ;

6° La poterie d'étain.

Tôlerie mince.

Nous avons réservé, jusqu'à ce moment, l'examen des exhibitions de tôles minces parce que, ces tôles s'appliquant surtout à la fabrication des ustensiles de ménage, il a semblé plus rationnel de ne nous en occuper qu'au moment où nous aurions à parler de ces derniers.

La plupart des grandes usines métallurgiques que nous avons citées à l'article *Tôles* fabriquent également des tôles minces, et plusieurs ont même une marque renommée pour ces sortes de produits.

Nous citerons, par exemple, les tôles minces ordinaires et zinguées de la Société du Creusot.

Toutefois, la fabrication des tôles minces constitue, en général, une spécialité à laquelle les exposants que nous allons passer en revue peuvent être considérés comme s'adonnant d'une manière toute particulière.

La Compagnie des forges d'Audincourt produit, comme nous l'avons vu précédemment, des tôles fortes au bois d'une qualité tout à fait supérieure; nous avons cité des chiffres qui prouvent que le métal constitutif jouit d'une résistance et d'une ductilité très grandes. Un pareil métal ne peut être qu'éminemment propre à la fabrication des tôles minces; effectivement, les produits de cette espèce exposés par la Compagnie d'Audincourt étaient fort remarquables. Son exposition comprenait une caisse de 150 feuilles de tôle de 325×244 millimètres, pesant 6 kilogrammes; leur épaisseur moyenne était de 6/100, soit 1/17 de millimètre; ces tôles avaient été laminées à chaud, ce qui témoignait de l'extrême malléabilité de la matière employée.

L'application la plus étendue des tôles minces d'Audincourt se trouve dans la fabrication du fer battu. La Compagnie en livre pour cette destination à tous les établissements qui font cet article en France, notamment à MM. Japy frères et Cie pour leur fabrication d'ustensiles de ménage.

Comme spécimens de difficultés de laminage, la Compagnie exposait aussi deux feuilles de $1^m,000 \times 2^m,000$, qui n'avaient que 1/4 de millimètre d'épaisseur.

A leur grande résistance, les tôles d'Audincourt joignent la propriété de prendre un très beau poli; aussi les emploie-t-on, sous la désignation de *tôles décapées*, pour la fabrication de l'article de Paris : perles, garnitures de porte-monnaie, de sacoches, dés à coudre, boutons, plumes métalliques, porte-plumes et montures de lunettes.

Cette propriété est également utilisée dans la fabrication des tôles lustrées servant à faire des tuyaux de poêle : fabrication qui s'est beaucoup développée dans ces dernières années; la Compagnie en exposait 25 feuilles de 100×430 et 5/10 de millimètre.

La Société des forges de Franche-Comté exposait aussi des tôles minces d'une belle fabrication; plusieurs spécimens étaient remarquables par leur extrême ténuité.

La Société des forges de Montataire tient un des premiers rangs dans la spécialité des tôles minces; elle en exposait plusieurs intéressants spécimens; les uns avaient $3^m,10 \times 1^m,03$ et 3/10 de

Gr. V. — Cl. 43.

millimètre d'épaisseur, les autres $1^m,65 \times 0^m,80$ et $\frac{14}{100}$ de millimètre d'épaisseur.

L'exhibition de cette Société comprenait aussi des tôles ondulées à diverses ondes, fabriquées avec des cylindres finisseurs de forme appropriée; des tôles décapées à l'acide sulfurique dilué, fort douces, malléables, aptes à recevoir un beau poli, à être pliées, embouties; en un mot, très propres à la fabrication de l'article de Paris; des tôles striées et galvanisées pour parquets de machines; enfin, des tôles plombées qui peuvent remplacer avantageusement les feuilles de zinc dans beaucoup de cas.

Ces tôles plombées s'obtiennent en plongeant la feuille dans un bain de plomb fondu recouvert d'une couche de chlorure de zinc, qui décape très bien le métal avant qu'il arrive dans le plomb liquide; on fait ensuite passer la feuille couverte de plomb entre deux cylindres de fonte animés d'une faible vitesse. Cette opération enlève l'excès de plomb et régularise les surfaces; au sortir des cylindres, les feuilles traversent un bain de résine ou de colophane et n'ont plus besoin que d'être nettoyées.

La Société de Montataire exposait également des tôles galvanisées ou zinguées, ondulées et planes, de très grandes dimensions; on remarquait, entre autres, une tôle galvanisée de 10 mètres de longueur sur $1^m,45$ de largeur et 12 millimètres d'épaisseur, pesant 1,400 kilogrammes; il y avait aussi des tôles moirées et plombées moirées d'une très belle apparence. Ces dernières tôles sont produites en provoquant sur la tôle de fer un alliage de zinc et de plomb, qui forme des dessins superficiels de l'effet le plus agréable à l'œil.

Citons enfin les ardoises métalliques en tôle galvanisée que la Société de Montataire fabrique, depuis plusieurs années déjà, par un procédé qui lui est propre; les ardoises ont 1/3 de millimètre d'épaisseur, 41 centimètres de longueur et 21 centimètres de largeur, non compris les deux bords longitudinaux qui sont repliés de manière à faciliter l'assemblage des ardoises entre elles. Les ardoises présentent, en outre, dans le sens de la longueur, trois plis régulièrement espacés, qui ont pour but de leur donner de la raideur.

Ces ardoises sont fort employées et forment des toitures très légères ; 120,000 mètres carrés de la toiture du palais du Champ de Mars en étaient couverts; de pareilles toitures reviennent à meilleur marché que les toitures en zinc et présentent la même inoxydabilité. Elles ont toutefois une infériorité sur ces dernières, c'est que, lorsque les ardoises sont hors d'usage, la vieille matière n'a plus aucune valeur, tandis que, dans ce cas, le zinc conserve la sienne presque intégralement.

MM. Boutmy et Cie, de Carignan (Ardennes), fabriquent aussi de bonnes tôles minces, notamment des tôles pour panneaux de voitures de chemins de fer. Depuis quelques années, on emploie beaucoup pour cet usage les tôles d'acier de Bessemer ou Siemens-Martin; ces dernières tôles sont plus raides que les tôles de fer, mais le planage en est beaucoup plus difficile parce qu'elles ne s'étendent pas partout de la même manière sous le marteau; nous avons déjà eu occasion de constater un fait du même genre à propos de l'exposition de M. Godard.

Cet ensemble de faits prouve que les métaux Bessemer et Siemens-Martin ne répondent pas aussi bien qu'on pourrait le désirer à la désignation de *métal homogène* qu'on leur avait attribuée.

Mme Vve Chavane, à Bains (Vosges), avait exposé des fers-blancs, de la taillanderie, de la grosse quincaillerie et des clous à cheval ; tous ces produits étaient de très bonne qualité.

Cette maison emploie de la fonte au coke qu'elle traite au charbon de bois; ses tôles très minces sont bien réussies ainsi que les outils de toutes espèces, clous à cheval fabriqués à la mécanique, etc., qui figuraient dans son exhibition.

Ce sont surtout les fers-blancs qui ont attiré l'attention; il y avait des fers-blancs brillants à couverture d'étain pur et des fers-blancs ternes à couverture d'étain allié de plomb, tous d'un excellent travail.

Dans la section belge, nous avons à citer un établissement de premier ordre dans la spécialité des tôles minces, c'est celui de M. Delloye-Mathieu, de Huy.

Cet industriel exposait un très bel assortiment de tôles minces polies et non polies, spécialement destinées à la fabrication des

Gr. V. — Cl. 43.

poêles, des ustensiles de ménage, de la carrosserie, du matériel des chemins de fer et à la couverture des bâtiments.

Ces produits se distinguent entre tous par le fini du travail, la perfection du poli et la régularité mathématique de l'épaisseur.

La production de M. Delloye-Mathieu est fort considérable; son exportation seule se chiffre annuellement par 3,000 tonnes, dont les deux tiers vont en Russie.

La section anglaise présentait plusieurs exhibitions très importantes de tôles minces.

En première ligne, nous citerons celle de MM. Baldwin (E.-P. et W.), *Wilden Iron Works,* près de Stourport, dont les fers-blancs ternes et les tôles noires (à boutons) étaient d'une exécution parfaite; la qualité supérieure de ces tôles était d'ailleurs attestée par des spécimens qui avaient subi des épreuves exigeant une extrême ductilité.

Ces tôles minces sont, paraît-il, laminées à froid après avoir été décapées, puis recuites.

MM. E. Morewood et Cie, *South-Wales iron and tin-plate Works,* à Danelly (pays de Galles), présentaient aussi de beaux spécimens de fers-blancs et de tôles de grande dimension, étamées, brillantes et ternes.

Cet exposant appelle l'attention sur l'amélioration qu'il a apportée à la fabrication des tôles étamées, grâce à laquelle il effectue l'étamage en une seule opération, au lieu de trois, qu'exige le procédé habituel.

Nous citerons enfin MM. Hatton fils et Cie, *Broadwaters iron and tin-plate Works,* Kidderminster, dont les fers-blancs brillants étaient aussi de très bonne qualité.

Tôles imprimées.

Une très intéressante branche de la spécialité des tôles minces est celle des tôles imprimées. Le développement de l'industrie des conserves alimentaires a donné, dans ces dernières années, une extension considérable à ce genre de production.

La maison française la plus importante pour la fabrication des tôles imprimées est celle de MM. Trottier frères et Cie, à Hennebont

(Morbihan). Ces industriels avaient exposé des échantillons de fers bruts affinés au bois, des fers puddlés, des fers laminés, des paquets pour fer noir ordinaire et noir clinquant, des spécimens d'emboutissage, des feuilles de clinquant en fer noir mesurant $4^m,40 \times 0^m,40 \times 0^m,000038$ d'épaisseur et pesant 300 grammes le mètre, des fers-blancs brillants et ternes décorés par l'impression, des tôles et fers noirs décorés par le procédé litho-galvano-graphique, enfin des boîtes à conserves et des chaufferettes obtenues avec ces fers décorés.

Cette Société a été fondée en 1860; elle possède une usine pour la fabrication du fer, de la tôle, du fer-blanc, etc., une imprimerie sur métaux, un atelier électro-métallurgique pour la décoration des métaux par le procédé litho-galvano-graphique, enfin une usine de produits chimiques dans laquelle on utilise les déchets de la fabrication du fer-blanc.

Les fontes que l'on traite viennent de Bretagne et d'Angleterre.

MM. Trottier avaient rédigé une notice pour le jury et avaient eu l'idée originale d'en faire tirer des exemplaires sur tôle de fer ornementée par l'impression. Cette brochure offrait ainsi des spécimens très variés des effets décoratifs que l'on peut obtenir au moyen des procédés d'impression sur métaux employés par MM. Trottier.

Voici un extrait de cette notice :

« Les fers noirs et les fers-blancs clinquants, c'est-à-dire ceux ayant moins de $0^m,00018$ d'épaisseur, étaient toujours restés la spécialité presque exclusive des fabricants anglais, ou, du moins, les fabricants français n'en produisaient que des quantités insignifiantes; cette fabrication nécessite un matériel spécial, des ouvriers d'une grande habileté et enfin du fer d'une qualité exceptionnelle. C'est en 1868 que nous avons entrepris cette fabrication, et, depuis cette époque, nous avons livré au commerce 15 millions de kilogrammes de fer noir, pesant environ $1^k,40$ le mètre carré, c'est-à-dire ayant $0^m,00018$ d'épaisseur.

« *Fers-blancs imprimés*, procédé breveté; ce système de décoration du fer-blanc par l'impression a ouvert une voie nouvelle à

Gr. V. — Cl. 43.

la fabrication du fer-blanc par le fait des sérieux avantages qu'il procurait à un grand nombre d'industries, parmi lesquelles nous devons d'abord citer celle des produits alimentaires, qui absorbe à elle seule, à peu près la moitié du fer-blanc fabriqué en France. L'impression du fer-blanc fournit, en effet, une étiquette faisant corps avec la boîte fabriquée, rend indélébile la marque de fabrique et donne une garantie nouvelle de la qualité des produits; aussi l'industrie des conserves alimentaires s'empressa-t-elle d'adopter ce nouveau système, et les deux usines de la Société spécialement affectées à l'impression, l'une à Nantes, l'autre à Hennebont, ont livré pendant le cours du brevet, plus de 14 millions de kilogrammes de fer-blanc imprimé.

« *Tôles et fers noirs niellés et damasquinés,* procédé litho-galvanographique, brevet Trottier.

« Bien que les fers-blancs imprimés eussent donné satisfaction à un très grand nombre d'industries, ils ne pouvaient cependant être appliqués à la fabrication de beaucoup d'objets d'art, tels que chaufferettes, réchauds, abat-jour, calorifères, etc., qui doivent supporter la chaleur. Dans ce cas, en effet, la chaleur décompose le vernis, détruit la couleur et produit une odeur désagréable; le nouveau procédé comble cette lacune de la manière la plus satisfaisante. Cette invention consiste dans la superposition de plusieurs métaux, tels que nickel, étain, cuivre, etc., lesquels sont disposés à la surface des feuilles par la voie galvanique et produisent une variété de couleurs imitant parfaitement l'ancien niellé obtenu sur argent. Cette nouvelle invention permet donc l'usage de nos fers décorés à toutes les industries sans exception. »

MM. Trottier n'ont pas fourni d'autres détails sur les procédés employés dans leurs usines.

La Société des forges de Montataire emploie, depuis quelque temps, un nouveau procédé d'impression sur métaux, breveté au nom de M. Édouard Normand.

Depuis longtemps l'impression sur fer-blanc se fait en imprimant directement sur le métal à sec et avec la pierre mise en relief, puis en recouvrant d'une couche de vernis; les produits sont généralement assez défectueux; lorsqu'il s'agit de tôle de fer

ordinaire, il faut d'abord recourir à des préparations longues et coûteuses du métal et terminer par la décalcomanie.

Le procédé de M. Édouard Normand consiste à recouvrir préalablement la tôle d'une couche de papier minéral adhérent parfaitement au métal. Ce papier, dont l'une des bases principales est le kaolin, doit être assez solide pour résister à toutes les intempéries et à des ébullitions dépassant même 130 degrés, et assez souple pour recevoir des lithographies aussi fines que celles obtenues sur le papier ordinaire.

Ce procédé est ingénieux; à en juger par les spécimens exposés par la Société des forges de Montataire, il paraît devoir donner des résultats satisfaisants, mais il n'a pas encore fait ses preuves.

Dans la section anglaise, MM. Leach Flower et Cie, à Neath (South-Wales), exposaient des fers-blancs imprimés, d'une très belle apparence et divers objets manufacturés dont les motifs décoratifs étaient conçus avec beaucoup de goût.

On remarquait aussi dans cette exhibition un bel assortiment de fers-blancs et d'articles estampés en fer-blanc dont les difficultés d'exécution supposaient un métal d'excellente qualité.

Ferblanterie.

Nous avons maintenant à nous occuper des applications du fer-blanc.

MM. Boas et Cie, boulevard de Charonne, 67, à Paris, ont une importante manufacture d'objets de toutes sortes en ferblanterie brute et polie ou en zinguerie polie et vernie, d'articles en tissus métalliques et en cuivre, de lanternes de toutes espèces, notamment de lanternes de voitures.

Une de leurs spécialités les plus intéressantes, est la fabrication des lanternes en fer-blanc à bon marché. Ils arrivent à établir pour 40 centimes la pièce (5 centimes en plus pour les verres), une lanterne fort bien conditionnée, qui n'est pas composée de moins de vingt-sept pièces toutes découpées à la machine.

Une lanterne de même dimension, munie de grillages en fil de fer étamé qui protègent les verres, ne vaut que 80 centimes.

Gr. V. — Cl. 43.

MM. Boas fabriquent 1,000 lanternes par jour, toutes mécaniquement.

Les types sont nombreux, et comme chaque type comporte jusqu'à huit numéros de dimensions différentes, il en résulte que la production de MM. Boas offre une très grande variété.

Les lanternes de voitures de ces industriels sont également fort bien entendues et d'un prix modéré.

Parmi les ustensiles de toutes sortes exposés par MM. Boas, l'un des plus intéressants est un type d'entonnoir embouti qui présente le long de la douille une cannelure permettant à l'air de s'échapper. On peut dire d'ailleurs, d'une manière générale, que tous les produits de MM. Boas se font remarquer par leur exécution ingénieuse et soignée.

MM. Peltier et Paillard, rue Montmartre, 74, à Paris, ont aussi une production importante d'articles de ferblanterie; leur principale spécialité est la fabrication des boîtes à conserves de toutes dimensions et de tous genres; ils en produisent de 5,000 à 6,000 par jour; toutes les pièces sont préparées mécaniquement.

On remarquait dans leur exhibition, entre autres articles intéressants: une boîte à beurre dont le mode de fermeture consiste en un ruban de fer mince soudé sur le joint du couvercle; une bouteille fort ingénieusement disposée pour loger et transporter l'huile; des boîtes à conserves avec couvercle en verre, enfin des boîtes à poudre métalliques qu'on réussit à établir pour 5 centimes la pièce, y compris trois papiers d'emballage.

MM. Peltier et Paillard revendiquent la priorité de l'application en France du procédé Sanders pour l'étamage de la tôle, procédé dont nous avons parlé à propos de l'exposition de la Société des forges de Montataire.

Ces exposants font également des impressions sur fer-blanc par un procédé qui leur est spécial.

MM. Girodon, Montet et Cie, cours Lafayette, 224, à Lyon, possèdent des usines à Lyon et à Mâcon.

Ils fabriquent des lanternes de toutes espèces, des bouillottes, des chaufferettes, réchauds de tables, casseroles, lampes, flambeaux, chandeliers, de la robinetterie, etc.

Ils produisent, en particulier, des chaufferettes décorées par le procédé litho-galvano-graphique de MM. Trottier. Gr. V. — Cl. 43.

M. Hallot, rue Chapon, 14, à Paris, a une importante manufacture d'articles de ferblanterie et de zinguerie de toutes espèces, notamment des baignoires en zinc, bains de siège, seaux, brocs, etc.

Cet industriel exposait un type de seau hygiénique en zinc avec intérieur en porcelaine pouvant être remplacé, article bien conçu et nouveau.

Chaudronnerie.

Nous limitons, bien entendu, notre examen à la chaudronnerie de cuivre appliquée à la confection des articles de ménage.

MM. Kahn et Ferrary, à la Guéroulde (Eure), sont arrivés à fabriquer les casseroles et autres objets en cuivre chaudronné par des procédés entièrement mécaniques.

Les procédés mécaniques employés jusqu'ici dans ce genre d'industrie n'ont pu vaincre entièrement la préférence accordée par quelques personnes aux objets fabriqués à la main.

Cela tient peut-être à ce que les procédés mécaniques étaient appliqués seulement à des façonnages partiels, en sorte que la fabrication mécanique exigeait néanmoins des opérations multiples et occasionnait, par suite, des dépenses de combustible et de main-d'œuvre qui enlevaient au procédé une partie de sa valeur.

Le système adopté par MM. Kahn et Ferrary met à néant ces objections : une seule et unique opération d'emboutissage produit une casserole avec sa hauteur ; conséquemment, plus de recuits et plus d'allongements au tour.

Une plaque ronde, de grandeur et d'épaisseur convenables, préalablement planée sur la surface qui doit former le fond de la casserole (en vue de durcir et de raidir cette surface), est emboutie par son passage dans une filière sous l'action d'une puissante presse hydraulique, et, en quelques secondes, la casserole sort parfaitement formée ; cette seule et unique opération, sans recuit, laisse à la matière première toutes ses qualités et donne à l'objet

Gr. V. — Cl. 43.

embouti une raideur uniforme que l'on ne peut obtenir au marteau qu'après un temps incomparablement plus long.

Il ne reste plus ensuite qu'à opérer un simple lissage pour terminer la casserole.

Le métal obtenu ainsi est *écroui*, et, par suite, les objets ont une grande solidité, même avec peu d'épaisseur.

Le même procédé peut s'appliquer au laiton; pour des pièces spéciales, il peut se faire que plusieurs opérations soient nécessaires; mais, dans tous les cas, le nombre en est bien moindre qu'avec les anciens procédés.

Le mode de fabrication inauguré par MM. Kahn et Ferrary nous paraît bien entendu, mais il exige un métal d'une très grande ductilité et, par suite, de toute première qualité.

Nous terminerons ce qui concerne ces exposants en notant une heureuse application de la toile métallique à la confection des anses de bouillottes; ces anses, qu'ils nomment *calorifuges*, préservent la main de toute brûlure.

M. Charmois, rue Sainte-Foy, 6, à Paris, fabrique des articles de chaudronnerie en cuivre repoussé et embouti, par exemple, de la batterie de cuisine, des moules à pâtisserie, etc.

Cet exposant associe la fabrication au marteau à la fabrication mécanique; ainsi, les fonds de ses casseroles sont toujours martelés, ce qui les raidit et les empêche de se gondoler au feu, défaut que présentent certains articles fabriqués mécaniquement.

Les pièces exposées par M. Charmois ont été remarquées pour leur exécution soignée et leur bel étamage.

Cet industriel produit annuellement 60,000 pièces diverses, représentant environ 80 tonnes de cuivre; un tiers est exporté.

Nous citerons encore M. Gleize, rue Neuve-des-Capucines, 11, à Paris, qui produit, exclusivement au marteau et à la main, des pièces de chaudronnerie d'une bonne exécution, telles que batterie de cuisine, moules à pâtisserie de modèles très variés.

Cet exposant présentait également des tamis de cuisine dont la toile peut se démonter facilement et qui doivent être d'un bon usage.

Nous dirons enfin un mot de l'exposition de M. Pauwels et

sœur, boulevard du Temple, 39, à Paris, dont les élégants *somawars* pour la Russie, les réchauds de table, bouillottes, etc., étaient d'une bonne facture.

Terminons en signalant, dans la section du Pérou, diverses pièces en cuivre fondu et repoussé d'une fabrication intelligente, exposées sous le nom de MM. Ferrari et Pillon.

Batterie de cuisine.

Au premier rang des fabricants de batterie de cuisine en fer battu, nous aurions à citer MM. Japy frères, qui, dans ce genre de fabrication, ne sauraient être surpassés; comme nous avons précédemment rendu un compte sommaire de l'ensemble de la production de ces industriels, nous nous contenterons de dire ici que la fabrication des ustensiles de cuisine en fer battu n'a rien de mieux à faire que d'imiter ce qui se fait dans les usines de MM. Japy.

C'est ainsi que nous trouvons, dans la section des États-Unis d'Amérique, des exposants, MM. Lalance et Grosjean, *Beekman Street*, 89, à New-York, qui ont introduit aux États-Unis les procédés inaugurés par MM. Japy, et qui exposent des spécimens, d'ailleurs fort bien réussis, de batterie de cuisine et autres ustensiles de ménage en fer étamé.

La production de MM. Lalance et Grosjean est, paraît-il, considérable, ce qui prouve que les types créés par MM. Japy sont appréciés partout comme ils méritent de l'être.

Une autre exhibition américaine des plus intéressantes était celle de la *Saint-Louis stamping Company*, à Saint-Louis (Missouri), qui exposait des articles de quincaillerie en tôle, émaillés par un procédé nouveau qui paraît des plus remarquables. L'adhérence de cet émail est des plus grandes : les objets qui en sont recouverts peuvent être ployés, recevoir des chocs, être rayés avec une pointe métallique, sans que la couche d'émail soit le moins du monde altérée; les acides ne l'altèrent pas davantage. Il y a là évidemment une innovation du plus sérieux intérêt et qui fait le plus grand honneur à la *Saint-Louis stamping Company*.

Dans la section belge, nous signalerons : MM. Trémouroux

Gr. V. — Cl. 43.

frères, de Saint-Gilles (Bruxelles), pour leurs ustensiles de ménage en tôle emboutie émaillée et en fer-blanc, d'une exécution soignée, mais dont l'émail paraissait un peu sec, et MM. Glibert et Cie, de Laeken, près Bruxelles, dont les articles de ménage en fer battu, étamés, émaillés, peints, etc., avaient également bon aspect, mais donnaient lieu à la même réserve en ce qui concerne l'émaillage.

Enfin, nous citerons, dans la section anglaise, MM. Braby Frederick et Cie, qui exposaient des objets en cuivre et en tôle cuivrée et zinguée, présentant un grand intérêt.

Ustensiles de ménage.

Nous avons maintenant à nous occuper d'une foule d'articles extrêmement variés qui, toutes modestes que soient, en général, leurs attributions, n'en ont pas moins leur utilité et méritent la plus sérieuse attention.

Viennent d'abord plusieurs exhibitions d'objets de luxe à l'usage du ménage :

MM. Boulenger et Cie, rue du Vertbois, 4, à Paris, fabriquent des plateaux en tôle estampée et décorée. L'ornementation est très variée et décèle un effort manifeste de l'exposant pour sortir des sentiers battus de cette industrie déjà ancienne.

Plusieurs types sont nouveaux et établis avec beaucoup de goût. On remarquait, entre autres, des imitations très réussies de faïences, d'émaux cloisonnés, etc.

MM. Boulenger produisent aussi des plateaux en carton verni diversement ornés. Un des mérites de leur fabrication est son bon marché; ainsi un plateau ordinaire verni noir à filet d'or, de 50 centimètres de diamètre, se vend seulement 2 fr. 50 cent. avec 20 p. o/o de remise.

Ces industriels ont fabriqué pour S. A. le Khédive d'Égypte un plateau de cette espèce ayant 2 mètres de diamètre. Ces dimensions n'avaient pas permis à MM. Boulenger de l'exposer dans leur vitrine.

MM. Braunwald et Cie, rue des Boulets, 122, à Paris, possèdent à Cousances-aux-Forges (Meuse) une usine où ils fabriquent des

tôles et fers-blancs vernis. L'usine de MM. Braunwald était installée à Strasbourg jusqu'en 1870; elle fut détruite pendant la guerre et transférée en 1872 sur son emplacement actuel. Ces industriels fabriquent des articles en tôles et fers-blancs vernis et décorés par la lithographie. Ils ont ajouté à leur fabrication en 1877 celle des articles en carton appelé *papier mâché* ou *cuir bouilli*.

Les produits de MM. Braunwald, plateaux, corbeilles à pain, etc., sont établis avec beaucoup de goût.

Dans la section danoise, M. Meyer, de Copenhague, avait une intéressante exhibition de plateaux en tôle vernie et laquée diversement décorés : un plateau de 50 centimètres de diamètre, à bordure rouge sur fond noir, fort élégant, se vend 4 francs au détail. M. Meyer exposait aussi des plateaux en carton dit *cuir bouilli*, avec bords façon écaille, d'une très belle fabrication.

Nous citerons aussi, dans la section anglaise, MM. Clark et Cie, de Wolverhampton, pour leurs ustensiles de cuisine émaillés et notamment pour leurs baignoires émaillées. L'émaillage d'objets d'aussi fortes dimensions présente de sérieuses difficultés qui avaient été très heureusement surmontées.

Nous nous occuperons maintenant des fabricants de couverts en fer battu, qui étaient fort nombreux à l'Exposition de 1878 et dont les produits dénotaient, en général, un progrès marqué.

MM. Pottecher, à Bussang (Vosges), fabriquent des couverts en fer battu étamé; leur production journalière varie de 500 douzaines de couverts forts et à côte à 2,000 douzaines de couverts légers, ce qui correspond à une production annuelle de 240,000 douzaines, dont 12,000 pour l'exportation.

Les articles de MM. Pottecher sont parfaitement soignés, et leur marque maintient sa réputation déjà ancienne.

M. Millerot, à Fontenay-le-Château (Vosges), fabrique aussi des couverts en fer battu étamé; le métal est estampé à froid, et, on a réussi à employer des feuillards pour les couverts légers; la fabrication de M. Millerot est bien menée et en progrès.

M. Romaire, à Darney (Vosges), a également une fabrication de couverts en fer battu étamé bien soignée et à des prix très mo-

Gr. V. — Cl. 43.

dérés; il est arrivé à établir un couvert de restaurant, cuiller et fourchette, pour 20 centimes.

MM. Barbier et Chalmandrez, à Darney (Vosges), ont une production analogue à la précédente; ils travaillent beaucoup pour l'exportation.

MM. Lemarescal et Bourdet, de Bordeaux (Gironde), ont une manufacture de couverts en métal ferré, composition et argentés. Les dents des fourchettes sont en fer et en acier; les couverts sont solides et d'un modèle satisfaisant.

Nous mentionnerons enfin Mme Ve Mauger-Daniel, à Sourdeval-la-Barre (Manche), qui exerce une industrie analogue à la précédente.

Nous avons maintenant à citer plusieurs fabricants de cafetières:

MM. Lallemant et Vapereau, rue de Saintonge, 8, à Paris, fabriquent spécialement des cafetières à filtre ordinaires. Leur production est considérable et s'élève à 1,000 cafetières par jour. Une grande partie de ces produits est livrée à l'exportation. Ces industriels sont arrivés à établir une très bonne cafetière, au prix de 30 centimes la tasse. Les exposants fabriquent aussi des réchauds, système Lang, à flamme forcée.

MM. Malen et Cie, rue Oberkampf, 6, à Paris, fabriquent surtout des cafetières à circulation d'eau; une cafetière de deux tasses avec réchaud à esprit-de-vin vaut 3 fr. 80 cent. avec 30 p. o/o de remise. Les appareils de MM. Malen sont très économiques au point de vue de l'utilisation du café et ont été employés utilement à la confection du café pour les troupes.

Nommons enfin M. Veyron, rue de Joinville, 15, à Paris-la-Villette. Cet industriel fabrique des cafetières à circulation d'un système spécial qui paraît bien entendu pour les besoins du ménage.

Nous terminerons ce sujet en mentionnant un certain nombre d'exposants dont les produits très variés ont paru intéressants à divers titres.

MM. Bourgeoise et Buron, boulevard Saint-Martin, 8, à Paris, fabriquent des fontaines en tôle galvanisée, puis peinte, d'un modèle fort bien compris; les robinets se démontent; le filtrage

s'opère au moyen d'un feutre emprisonné dans un fort grillage; ce filtre peut se nettoyer facilement et paraît fort efficace. Cet industriel fabrique des filtres de poche et des entonnoirs à filtre du même système qui peuvent filtrer 30 litres à l'heure et sont d'un prix très modéré.

MM. Gosteau père et fils, rue de l'Entrepôt, 28, à Paris, fabriquent des grilloirs disposés pour rôtir la viande avec le feu par-dessus, ce qui évite les mauvaises odeurs occasionnées par la graisse qui, dans les grilloirs ordinaires, tombe souvent sur les charbons ardents. M. Gosteau père a eu, le premier, l'idée de cette innovation.

Ces industriels fabriquent aussi des chauffe-linge, des chauffe-assiettes en fer-blanc, etc.

MM. Petitjean et Delpèche, rue des Vinaigriers, 29, à Paris, méritent une mention pour une rôtissoire automatique avec turbine à la partie supérieure provoquant la rotation de la pièce à rôtir, des fours de divers modèles, etc.

M. Charpentier, impasse Milcens, 12, à Paris, exposait des fers à repasser dont la poignée est creuse et refroidie par une circulation d'air; cet agencement paraît judicieux.

Enfin M. Tellier-Roy, à Amboise (Indre-et-Loire), fabrique des moulins à café présentant des dispositions spéciales très bien entendues et dont la noix est en fonte trempée.

Cet industriel produit aussi un type de fer à repasser dont la poignée est mobile et peut être enlevée lorsqu'on met le fer à chauffer.

Poterie d'étain.

L'industrie de la poterie d'étain, qui se rattache étroitement aux précédentes et qui a eu autrefois une très grande importance, donne lieu, aujourd'hui encore, à des affaires assez étendues.

M. Corlieu, rue François-Miron, 10, à Paris, possède une fabrique de poterie d'étain qui est depuis 250 ans la propriété de sa famille; cet industriel fournit aux hôpitaux de Paris les ustensiles de toutes sortes en étain massif dont ces établissements font encore aujourd'hui un usage très étendu; parmi ces ustensiles,

Gr. V. — Cl. 43.

nous citerons les infusoirs à grilles qui présentent des dispositions spéciales fort intelligemment entendues.

M. Corlieu exposait aussi des seringues de chirurgie de modèles très variés et d'une exécution très délicate et toute une série d'objets en étain diversement ornementés, tels que médailles, pots de forme ancienne, plats à contours gravés, bas-reliefs, etc., en vue de démontrer le parti que l'on peut tirer de l'étain au point de vue artistique.

Cet industriel fabrique en outre la poudre d'étain qui, sous le nom de *potée d'étain,* est si usitée pour le polissage des marbres, cristaux, aciers, etc.

Nous mentionnerons encore un autre fabricant de poterie d'étain, M. Perrault, rue Saint-Martin, 109, à Paris, pour ses appareils en étain à l'usage des glaciers et ses robinets en métal blanc pour fontaines et tonneaux.

DIXIÈME GROUPE.

PRODUITS DÉRIVÉS DU CUIVRE ET AUTRES MÉTAUX USUELS.

Nous examinerons successivement :

Les produits obtenus par le laminage ou le tréfilage de ces métaux et ceux obtenus par moulage, en particulier la robinetterie et les cloches.

Produits du laminage et du tréfilage du cuivre et autres métaux usuels.

MM. Laveissière et fils occupent le premier rang parmi les industriels qui, en France, traitent le cuivre et les autres métaux usuels. Leurs produits sont très variés et comprennent :

La fabrication des plombs en tables et en tuyaux, des cuves pour produits chimiques, des tuyaux de plomb doublés d'étain ;

L'affinage de l'étain, la fabrication des tuyaux en étain pur et des planches d'étain, des feuilles d'étain pour l'étamage des glaces, des étains minces pour enveloppes de chocolat, surbouchage des bouteilles, etc. ;

L'affinage du cuivre rouge, son laminage en planches, son laminage et étirage en barres, le martelage de coupoles des plus grandes dimensions et autres pièces, l'étirage et le tréfilage de fils de toutes espèces, la fabrication de tubes brasés et de tubes sans soudures de toutes dimensions, celle des barres creuses pour entretoises;

La fonte et le laminage des feuilles en laiton, le laminage de précision de bandes de qualité spéciale pour cartouches, le laminage et étirage des fils de toutes espèces, et la fabrication des tubes sans soudures de toutes dimensions;

La fonte en coquille de pièces de canon en bronze;

La fonte et l'élaboration de divers alliages de cuivre;

Enfin, la fabrication de tubes en acier emboutis à chaud et étirés à froid.

Les établissements de MM. Laveissière comprennent :

1° L'usine de Deville-lès-Rouen, qui comporte le traitement des minerais de cuivre, la fabrication et l'élaboration du laiton sous diverses formes, la fabrication des tuyaux en cuivre rouge sans soudures, des barres creuses pour entretoises, des tables et tuyaux en plomb, l'affinage de l'étain, la fonte des alliages pour métal antifriction, l'élaboration des tubes en acier.

Cette usine dispose de 620 chevaux de force et emploie 568 personnes.

2° L'usine de Saint-Denis, près Paris, qui effectue l'affinage des cuivres, l'élaboration du cuivre et du laiton sous les formes les plus variées, la fabrication des plombs en tables et en tuyaux, celle des tuyaux de plomb doublés d'étain (brevet Hamon), l'affinage de l'étain, la fabrication de l'étain en planches et en tuyaux, et celle de l'étain en feuilles pour l'étamage des glaces.

Cette usine dispose de 380 chevaux de force et emploie 320 personnes.

3° L'usine du Petit-Joigny, près Rambouillet, exclusivement affectée à la fabrication des étains en feuilles minces pour enveloppes de chocolat, surbouchage des bouteilles, etc.

Force motrice, 20 chevaux; 53 personnes employées.

4° Les usines de Verneuil (Eure), qui fabriquent principale-

Gr. V. — Cl. 43.

ment des fils extra-fins, dits *carcasse*, en laiton et des fils en cuivre rouge pour télégraphie.

Force motrice, 110 chevaux; 66 personnes employées.

La valeur des produits manufacturés annuellement par MM. Laveissière dans leurs usines s'élève à environ 30 à 35 millions de francs.

Les principales innovations apportées dans ces dernières années par MM. Laveissière, dans le travail du cuivre et autres métaux usuels, sont les suivantes :

Substitution, pour la désargentation des plombs, du travail mécanique au travail à la main, qui était pénible et dangereux;

Création en France et développement de la fabrication des tubes en laiton sans soudure pour chaudières à vapeur;

Inauguration de la fabrication des tubes en cuivre rouge sans soudure, par l'emboutissage à chaud et l'étirage à froid, procédé universellement employé aujourd'hui.

MM. Laveissière ont réussi à obtenir d'excellents moulages de canons en bronze en coulant dans des moules en fonte, ce qui était considéré jusque-là comme impossible.

Ils ont amélioré la préparation du fil pour tréfilage; ils exploitent le procédé Hamon, relatif à la fabrication des tuyaux en plomb doublés d'étain.

Ils ont appliqué le système d'emboutissage à chaud et d'étirage à froid à la fabrication des tubes en acier.

Enfin ils ont employé, pour la fabrication des étains en feuilles minces, un procédé nouveau (brevet Ravenet), qui supprime en grande partie le pénible travail du battage à la main.

Une autre innovation due à MM. Laveissière a trait à l'affinage des cuivres, et consiste dans le passage alternatif, à travers le cuivre fondu, des gaz qui conviennent successivement pour l'affinage, ces gaz étant surchauffés préalablement à une température égale ou supérieure à celle du bain du métal. Ce procédé d'affinage est tout récent et n'a pas encore été soumis à la sanction d'une application prolongée.

La longueur de cette énumération prouve que MM. Laveissière ne négligent rien pour apporter à leurs procédés de fabrication des

améliorations incessantes; aussi la bonne qualité de leurs produits ne laisse-t-elle rien à désirer. Un des traits caractéristiques de l'allure imprimée au travail dans les usines de ces industriels est d'ailleurs le sérieux contrôle exercé sur la production : MM. Laveissière ont, depuis plusieurs années, doté leurs usines de machines à essayer les métaux par traction, et ils soumettent les produits de la fabrication à des essais multipliés, qui fournissent une précieuse garantie aux consommateurs, en même temps qu'un très utile enseignement à leur personnel même.

Des nombreux résultats d'épreuve par tractions contenus dans la brochure imprimée par MM. Laveissière à l'occasion de l'Exposition, nous extrayons les chiffres suivants :

Les barreaux d'épreuves, découpés dans les plaques de foyer pour locomotives, fournissent en général une résistance de 22 kilogrammes par millimètre carré et un allongement qui s'élève parfois à 35 p. o/o et qui ordinairement varie de 22 à 30 p. o/o (mesuré sur 200 millimètres); les mêmes barreaux, découpés dans des barres écrouies à froid, donnent des résistances de 26 à 29 kilogrammes par millimètre carré et des allongements qui varient de 12 à 25 p. o/o.

Les barreaux préparés au tour dans des barres pour entretoises, donnent des résistances très variables avec le degré d'écrouissage que le métal a subi par le passage à la filière.

Les éléments de la résistance, qu'on pourrait qualifier *normale*, sont : 24 à 26 kilogrammes de résistance à la rupture et 24 à 30 p. o/o d'allongement; mais on obtient également, en variant l'écrouissage, des résistances s'élevant jusqu'à 30 kilogrammes avec un allongement un peu moindre que 24 p. o/o.

On remarquait, dans l'exhibition des exposants, un curieux assortiment de barreaux qu'on avait soumis à la traction, de manière à leur donner un allongement considérable, sans cependant pousser jusqu'à la rupture et qui mettaient en évidence le phénomène connu sous le nom de *striction*, qui consiste, comme on sait, en une réduction brusque et accentuée de la section, en un certain point de la longueur du barreau.

Tous ces spécimens étaient fort intéressants et montraient que,

Gr. V. — Cl. 43.

dans les usines de MM. Laveissière, la bonne qualité des produits est l'objet d'une sérieuse préoccupation.

M. Pierre Manhès a fondé, en 1866, à Védènes (Vaucluse), une usine importante pour le traitement du cuivre; la fabrication part de l'affinage des cuivres bruts pour aboutir à la production de pièces ouvrées de toutes espèces. Cet industriel a, le premier, appliqué le chauffage par le gaz des régénérateurs Siemens à la fonte et à l'affinage du cuivre. Les conditions dans lesquelles cette application a été faite, la rendent particulièrement remarquable. M. Manhès, en effet, emploie, comme combustibles, des lignites de Volx et de Manosque (Basses-Alpes), qui sont riches en soufre (1 à 2 p. o/o à l'état de pyrite). Par suite, les gaz renferment une notable proportion d'acide sulfureux. On pouvait craindre que cette circonstance ne nuisît au métal, soit lors de l'affinage, soit dans les traitements subséquents. L'expérience a démontré péremptoirement que cette crainte était chimérique; le cuivre produit par l'usine de Védènes est aussi doux qu'on peut le désirer.

Un autre point fort intéressant de la fabrication de M. Manhès est l'emploi du manganèse, proposé par cet industriel comme agent réducteur dans l'opération de l'affinage. On sait que le cuivre s'affine par oxydation et prend sa nature définitive par le raffinage, opération dans laquelle on réduit par le charbon l'oxydule de cuivre qui était resté en dissolution dans le cuivre métallique par suite de l'affinage.

M. Pierre Manhès a eu l'idée d'effectuer cette réduction de l'oxydule au moyen du manganèse. L'affinité du manganèse pour l'oxygène étant supérieure à celle du cuivre, si l'on introduit du manganèse dans le bain métallique dans l'opération du raffinage, l'oxydule sera décomposé par le manganèse, et le cuivre réduit à l'état métallique.

Le manganèse étant un métal éminemment oxydable, la difficulté était de l'introduire dans le bain à l'état métallique. M. Manhès y parvient en fabriquant un alliage de cuivre et de manganèse qu'il emploie dans l'opération du raffinage, exactement de la même manière qu'on emploie le ferro-manganèse ou le *spiegeleisen* dans l'opération Bessemer ou Siemens-Martin.

« Qu'il s'agisse de la fabrication du cuivre, du bronze ou du laiton, dit M. Manhès, il n'y a rien à changer dans la marche des opérations métallurgiques, et le traitement spécial n'a lieu que lorsque le métal est prêt à être coulé. Il faut alors couvrir le bain métallique avec du charbon de bois concassé mélangé d'une petite quantité d'un flux alcalin, tel que carbonate de soude, borax, etc.; le premier a pour but d'empêcher les effets de l'oxydation par l'air atmosphérique, et le second de scorifier l'oxyde de manganèse qui se produit par la réduction des autres oxydes métalliques.

« On laisse tomber doucement dans le métal la quantité voulue de cupro-manganèse, on continue à chauffer pendant quelques instants pour que la fusion soit bien complète, on agite vivement le métal pour rendre le mélange plus intime, on laisse encore reposer quelques instants pour que la réaction se produise bien, et l'on procède à la coulée comme d'ordinaire. Il est préférable d'introduire le cupro-manganèse dans le métal, après l'avoir préalablement fondu *sous charbon,* dans un creuset en plombagine; on évite ainsi le refroidissement du bain métallique. Il est bon d'observer que le bronze, lorsqu'il est traité par le procédé qu'on vient d'indiquer, ne doit pas contenir plus de 10 p. o/o d'étain au maximum : au delà, le métal est cassant. »

Les proportions de cupro-manganèse recommandées par M. Manhès sont les suivantes :

3 à 4 kilogrammes de cupro-manganèse pour 100 kilogrammes de bronze;

$0^k,250$ à 1 kilogramme de cupro-manganèse pour 100 kilogrammes de laiton;

$0^k,150$ à $1^k,200$ de cupro-manganèse pour 100 kilogrammes de cuivre rouge.

L'exposant présente quelques résultats d'expériences par traction effectuées sur des barreaux en bronze ordinaire additionné d'une certaine quantité de cupro-manganèse. De ces expériences, il semble résulter que cette addition a un effet avantageux sur la résistance du métal; toutefois, cette conclusion ne nous semble pas suffisamment établie : il conviendrait de multiplier les expériences comparatives.

Gr. V. — Cl. 43.

M. Manhès produit du cuivre manufacturé sous toutes les formes qu'exige la consommation : plaques de foyers, entretoises, tubes en laiton pour locomotives, cuivre rouge et laiton en planches, etc. Une de ses spécialités est le cuivre à doublage, dont il a fait une étude particulière : d'après lui, la corrosion plus ou moins rapide des feuilles de doublage, produite par l'eau de mer, serait due à l'oxydule que le métal contient toujours en plus ou moins grande quantité, en sorte que le cuivre affiné au manganèse, ne contenant pas d'oxydule, aurait une meilleure durée que le cuivre ordinaire.

On voit par cet exposé que M. Manhès, tout nouveau venu qu'il est dans la métallurgie française du cuivre, y a apporté un large contingent d'innovations.

Quel que soit le sort réservé à des idées dont quelques-unes, au moins, ont besoin d'être mûries, cet industriel n'en a pas moins l'incontestable mérite d'avoir ouvert de nouveaux horizons à une industrie dont les procédés métallurgiques étaient depuis longtemps stationnaires.

MM. Œchsger, Mesdach et Cie possèdent, à Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais), une usine pour le traitement du cuivre, et à Ougrée, près de Liège (Belgique), une usine pour le traitement du zinc.

La production annuelle est de 1 million de kilogrammes de cuivre laminé sous toutes formes, de 700,000 kilogrammes de tubes en cuivre rouge et jaune, et enfin de 1,200,000 à 1,500,000 kilogrammes de zinc laminé.

MM. Œchsger, Mesdach et Cie fabriquent des foyers de locomotives, des coupoles, des feuilles de doublage, des feuilles pour la chaudronnerie, tubes sans soudures, flans de monnaie, garnitures d'obus, fils de cuivre, de laiton et de zinc.

Une des spécialités de ces exposants est la fabrication des monnaies de cuivre, de bronze et de nickel pour les gouvernements étrangers. Le métal est fondu, allié, laminé, découpé, cordonné, blanchi, en un mot converti en flans dans les usines de Biache; puis les flans sont livrés aux gouvernements destinataires, qui les font frapper.

Parmi les objets les plus intéressants exposés par MM. Œchsger, Mesdach et Cie, nous citerons : Gr. V. — Cl. 43.

Une grande coupole en cuivre rouge de 2m,620 de diamètre et de 1m,280 de profondeur, pesant 600 kilogrammes, pour chaudière à cuire dans le vide;

Un tube en cuivre rouge sans soudures de 5 mètres de longueur, 500 millimètres de diamètre intérieur et 507 millimètres de diamètre extérieur, qui était le plus gros de tous les tubes de cuivre figurant à l'Exposition de 1878;

Une feuille de cuivre de 8m,250 de longueur sur 2 mètres de largeur et 2mm,5 d'épaisseur;

Des ailettes, barrettes, couronnes pour boulets et obus, etc.

MM. Œchsger et Mesdach exposaient aussi, dans la classe 55, une ingénieuse machine de leur invention, qu'ils emploient pour sertir les barrettes et couronnes de cuivre autour des obus. Les usines de Biache apportent beaucoup de soins à leur fabrication; aussi leurs produits sont-ils réputés pour leur bonne qualité.

La maison L. Létrange et Cie est l'une des plus anciennes parmi celles qui, en France, exercent l'industrie du cuivre; elle a été fondée en 1825 par le grand-père de M. Léon Létrange, son chef actuel.

Aujourd'hui la Société Létrange possède des établissements importants à Romilly (Eure), une usine à Saint-Denis (Seine) et une fonderie de zinc à Saint-Christ, près Vienne (Isère), qui a été la première usine construite en France pour le traitement des minerais de zinc.

La production normale de la maison est annuellement d'environ 12 millions de kilogrammes de plomb, zinc et cuivre manufacturés.

Les produits exposés étaient très variés; ils comprenaient : du plomb laminé en tables, étiré ou repoussé, tuyaux, fils, etc., du zinc en minerais, brut de première fusion, refondu, laminé, ouvré (tuyaux, clouterie, etc.), du cuivre *brut affiné* en plaques et lingots, *laminé* en planches et barres, *découpé* en clous mécaniques, *forgé* et *martelé* sous forme de coupoles, foyers de locomotives, etc., *étiré* en tuyaux sans soudures, cylindres d'impression, etc., *tréfilé*

Gr. V. — Cl. 43.

en baguettes et fils, *embouti* en tubes, tubulures, culots, enfin *ouvré* de différentes manières pour montrer la qualité, barres pliées et tordues à froid, etc.

La collection des produits dérivés du laiton était aussi complète que celle des produits du cuivre rouge.

L'exposition de MM. Létrange était incontestablement celle qui présentait la variété la plus complète de fabrications diverses des trois métaux réunis : plomb, zinc, cuivre et de leurs alliages.

Depuis 1867, la maison Létrange s'est augmentée des mines de zinc de la Poipe (Isère) et de Saint-André-de-Laschamp (Ardèche) et des fonderies et laminoirs à zinc de Saint-Christ : elle a appliqué le chauffage au gaz à plusieurs de ses fours.

M. Létrange a étudié les alliages de cuivre et de manganèse et pris des brevets pour la fabrication du cupro-manganèse ; mais il ne semble pas qu'il ait eu, comme M. Manhès, l'idée d'employer le manganèse comme agent d'oxydation dans l'opération de l'affinage.

Plusieurs spécimens d'alliages de cuivre et de manganèse de diverses teneurs figuraient dans la vitrine de cet exposant.

Ces alliages sont assez ductiles, très durs, très tenaces et susceptibles d'un beau poli ; leur couleur s'échelonne du blanc au rose selon les proportions de manganèse et de cuivre.

L'introduction du manganèse dans le laiton en blanchit la couleur et lui fournit de la dureté et de la ténacité sans lui retirer de la ductilité ; il semble que le manganèse pourrait se substituer dans bien des cas au nickel, pour produire des alliages à couleur blanche.

M. Félix Hubin possède à Paris, à Rouelles et à Harfleur, des établissements dans lesquels il travaille le plomb, le zinc, l'étain et le cuivre et les transforme en produits manufacturés divers, tels que feuilles, plaques, tubes et tuyaux. Cet industriel, dont la production est d'ailleurs importante et la marque appréciée, ne fabrique ni plaques de foyer, ni tubes, ni entretoises pour locomotives.

M. Baraguey-Fouquet, à la Neuve-Lyre (Eure), exposait des cuivres rouges et jaunes en planches et en fils de toutes espèces.

Cette maison, fondée en 1842, produit annuellement environ 700,000 kilogrammes de cuivres manufacturés, sur lesquels 200,000 kilogrammes sont livrés à l'exportation.

La fabrication de M. Baraguey-Fouquet est soignée et ses produits ont une bonne réputation.

M. Lepan, de Lille (Nord), travaille le plomb, l'étain et le zinc et livre annuellement à la consommation 1,324,000 kilogrammes de ces divers métaux manufacturés sous diverses formes, plaques et tuyaux. La fabrication principale de M. Lepan est celle des tuyaux et notamment celle des tuyaux de plomb doublés d'étain; il produit des tuyaux de cette espèce d'un très petit diamètre.

M. Albert Fouquet, à Rugles (Eure), fabrique exclusivement des planches et fils de laiton, des planches et fils de similor et des fils rosette; la production annuelle s'élève à plus de 2 millions de kilogrammes de produits manufacturés. On remarquait, dans l'exposition de cet industriel, des barreaux en similor et tombac martelés et prêts à être laminés, des cylindres pour impressions parfaitement sains et enfin du cuivre jaune en feuilles de 3/100 de millimètre d'épaisseur. Cette maison fort ancienne est avantageusement connue pour la bonne qualité de ses produits.

La Société des fonderies et laminoirs de Couëron, Loire-Inférieure (MM. Taylor-Normand, Parlier et Cie), n'a, au contraire, que très peu d'années d'existence. Créées en 1860, ces usines se sont bornées jusqu'en 1877 à traiter les minerais de plomb. Depuis cette époque, elles ont ajouté à leurs opérations le traitement des minerais de cuivre et le travail du cuivre et du zinc. Elles produisent maintenant du cuivre laminé, tréfilé, etc., et ont pris leur place dans la grande industrie française du cuivre; c'est à ce titre que nous les comprenons dans notre énumération.

Nous avons maintenant à parler d'un certain nombre d'industries qui ont uniquement trait à la production du zinc.

L'entreprise la plus importante dans cette spécialité est certainement celle de la Société belge de la Vieille-Montagne. Nous ne pouvons songer à présenter une monographie, même succincte, de cette grande affaire et nous nous bornerons à relater quelques applications du zinc qui paraissent présenter de la nouveauté.

Gr. V. — Cl. 43.

Nous signalerons d'abord les nombreuses variétés de toitures en zinc à tasseaux, à losanges, ondulées (système belge), cannelées, à écailles et à rigoles, toutes ingénieusement agencées pour les usages auxquels elles sont destinées.

On sait combien le zinc repoussé est employé avantageusement pour la décoration des édifices.

Le zinc rend aussi de grands services pour le doublage des navires. Appliqué aux coques en fer dans certaines conditions, il prévient la corrosion de la coque. Il est d'ailleurs d'un emploi plus économique que le cuivre.

La Société de la Vieille-Montagne fabrique par grandes quantités une peinture silicatée à base de zinc. Cette peinture se compose d'un élément liquide qui est un silicate préparé dans des conditions spéciales et d'un élément solide qui est une poudre nommée *oxyde de zinc pierreux*.

La peinture silicatée est d'un blanc légèrement jaunâtre dont le ton se rapproche de celui de la pierre de taille de belle qualité; elle est, de plus, mate, très dure et très résistante.

La peinture silicatée s'applique sur pierre, plâtre, brique, ciment, carton, toile, sur les décors de théâtre et spécialement *sur le zinc;* elle est donc un puissant adjuvant de l'emploi du zinc pour la décoration des édifices; elle a, de plus, le mérite de rendre le bois, la toile et le carton ininflammables.

Une autre application intéressante du zinc est son emploi comme *anti-incrustant*. Il paraît qu'un lingot de zinc brut, suspendu dans une chaudière à vapeur, empêche les dépôts qui se forment par l'évaporation de l'eau d'être adhérents, et par conséquent prévient les incrustations.

Une autre manufacture de zinc très importante est celle de la Compagnie royale asturienne dont le siège social est à Bruxelles et l'administration à Liège.

Cette Compagnie a une usine et des laminoirs à zinc à Auby-lès-Douai (Nord) et d'autres établissements considérables à Avila (province des Asturies, Espagne).

Son exposition renfermait toutes espèces d'applications du zinc. En particulier, le pavillon qui renfermait ses produits, était cou-

ronné d'une galerie en zinc avec inscription en relief, et muni d'une porte en zinc découpé et bronzé du plus heureux effet.

Nous citerons encore parmi les usines à zinc les plus notables, celle de la Société belge de Bleyberg-ès-Montzen (Liège), qui traite le zinc et le plomb et exposait des applications variées de ces métaux.

Dans la section anglaise, nous avons à signaler une très importante manufacture de cuivre, celle de la *Broughton copper Company*, de Manchester. Cette société a une production considérable et l'exiguïté de l'espace qui lui avait été attribué dans le palais de l'Exposition, l'avait seule empêchée de donner à son exhibition des proportions en rapport avec l'importance et la variété de sa production.

La *Broughton copper Company* a été la première, en Angleterre, à employer la presse hydraulique pour comprimer le métal en fusion et augmenter ainsi son homogénéité et sa cohésion. Sir Joseph Whitworth n'a donc fait qu'appliquer à l'acier un procédé qui était déjà employé de longue date dans la métallurgie du cuivre.

La Compagnie exposait diverses pièces obtenues au moyen de ce procédé de moulage sous pression : on remarquait, par exemple, des cylindres en cuivre et en laiton destinés à être gravés et à servir à l'impression des étoffes ; ces cylindres étaient de très grandes dimensions, tant comme diamètre que comme longueur. L'intérieur était creux et légèrement conique pour qu'ils puissent s'adapter sur des axes coniques aussi ; quelques-uns portaient une clavette longitudinale pouvant s'adapter dans une rainure de l'axe.

Le métal paraissait parfaitement homogène et les surfaces intérieure et extérieure ne présentaient pas le plus léger défaut.

La Compagnie exposait aussi des tuyaux en cuivre et sans soudures et des tuyaux en laiton avec ou sans soudures, tous d'une parfaite exécution.

Elle exposait, enfin, des barres en cuivre pour entretoises pleines et creuses. Les barres creuses percées d'un petit trou longitudinal peuvent se faire par longueurs de 6 mètres.

Gr. V. — Cl. 43.

En résumé, la *Broughton copper Company* doit être classée au premier rang pour la perfection de ses produits.

Nous trouvons encore, dans la section anglaise, une exhibition de cuivre fort recommandable: celle de MM. Allen Everitt et fils, *Kingston metal Works*, Birmingham.

Ces industriels exposaient des tubes en cuivre rouge et en laiton de toutes espèces, des fils et des clous de cuivre rouge et de laiton, des fils de fer et d'acier, enfin des pièces diverses, notamment des feuilles de laiton, le tout d'une exécution très soignée.

Nous terminerons ce sujet en jetant un coup d'œil sur ce qui concernait le cuivre, dans la brillante exposition de M. Demidoff, prince de San-Donato (section russe).

Le cuivre est traité dans trois usines du groupe Nijnétaguilsk, qui appartiennent au prince Demidoff: l'usine de Avrorinskoï (fondée en 1850), celle d'Antonovskoï (fondée en 1853) et celle d'Isinkoï (fondée en 1873).

Le minerai provient de la mine de Roudiansk exploitée depuis 1814 et qui fournit environ 50,000 tonnes par an.

La production annuelle est de 982,800 kilogrammes de cuivre en saumons et de 163,800 kilogrammes de cuivre en feuilles.

Les saumons de cuivre exposés par le prince Demidoff dénotaient un métal d'excellente nature et les feuilles étaient parfaitement laminées.

Fondeurs de cuivre.

La fonderie de bronze est une industrie très importante en France; mais elle est répartie entre des spécialistes, dont les uns fondent seulement la pièce mécanique, les autres le petit bronze d'art, d'autres la bouclerie, etc. La seule maison qui embrasse toutes ces spécialités à la fois est celle de MM. Thiébaut et fils.

Personne n'a perdu le souvenir du groupe colossal de Charlemagne qui ornait l'un des pavillons d'angle du palais du Champ de Mars; nous n'avons pas à apprécier le mérite artistique de cette composition; nous devons nous borner à rappeler que ce groupe avait 7 mètres de haut et pesait 16,000 kilogrammes. Son exécu-

tion présentait donc de grandes difficultés de fonderie que les exposants avaient surmontées de la manière la plus remarquable.

MM. Thiébaut ne cisèlent aucun de leurs bronzes d'art; après la fonte, ils se bornent à faire les montures et à effacer les coutures : toute la valeur industrielle de leurs pièces consiste donc dans la perfection du moulage.

Parmi les bronzes d'art exposés par MM. Thiébaut, l'un des plus intéressants, au point de vue du moulage, était une reproduction de *Il Baccio*, de Carrier-Belleuse; dans cette pièce, tous les jets avaient été disposés dans le noyau, afin que les *attaques* se trouvent à l'intérieur.

Nous citerons aussi, comme tour de force de moulage, une petite chaîne fondue d'un seul jet et dont tous les anneaux étaient libres les uns dans les autres.

Outre les bronzes d'art, MM. Thiébaut produisent des pièces mécaniques de toutes espèces, des rouleaux d'impression et laminent toutes sortes d'alliages de cuivre.

Leur exposition renfermait un très grand nombre de modèles de pièces de mécanique, roues d'engrenage, robinetterie, etc., qui donnaient l'idée de la grande variété de leur fabrication.

Une de leurs spécialités est la fabrication des rouleaux d'impression. Ces pièces présentent des difficultés d'exécution toutes spéciales, puisque la moindre piqûre superficielle suffit pour que le rouleau ne puisse être employé. MM. Thiébaut sont arrivés à une très grande habileté dans ce genre de fabrication et leurs rouleaux d'impression sont renommés.

Nous avons à citer, ensuite, un fondeur qui peut être considéré comme tenant le premier rang dans la spécialité des pièces mécaniques, c'est M. Wargny, de Lille (Nord).

Cet industriel, qui occupe 200 ouvriers, a un établissement fort bien outillé et consomme annuellement environ 650 tonnes de cuivre, d'étain et de zinc.

La robinetterie, les pièces de machines, pompes de presses hydrauliques, etc., que M. Wargny avait exposées, ne laissaient rien à désirer, tant au point de vue du choix judicieux des alliages qu'à celui de la précision du moulage. On en jugera par ce fait que

Gr. V. — Cl. 43.

M. Wargny présentait des boulons et des écrous *bruts de fonte*, qu'on pouvait monter l'un sur l'autre sans aucun jeu.

MM. Broquin-Lainé et Müller, rue du Faubourg-du-Temple, 59, à Paris, jouissent aussi d'une bonne réputation pour le moulage des pièces mécaniques; leur consommation annuelle est d'environ 1,000 tonnes de cuivre, d'étain et de zinc, et leur production s'élève à 800 tonnes d'objets de toutes sortes, surtout de robinetterie.

Les exposants ont introduit en France le robinet système Peet, dit *Peet-valve,* ainsi que les purgeurs automatiques système *Vaugham* et *Subbs.*

MM. Dupuch et Cie, rue Claude-Vellefaux, 10, à Paris, ont également une importante fonderie de pièces mécaniques et plus spécialement de robinetterie; ils exposaient plusieurs pièces nouvelles intéressantes, entre autres un robinet de prise de vapeur sans garniture, fort bien conçu; un indicateur de niveau d'eau d'un système nouveau, etc.

MM. Thévenin frères, rue Dunoir, 3, à Paris (usines à Lyon et à Mâcon), fabriquent surtout de la robinetterie et des chandeliers; leurs pièces de robinetterie sont moulées *mécaniquement,* c'est-à-dire que le démoulage et le remoulage s'opèrent par des moyens mécaniques.

Les chandeliers, qui présentent des modèles variés, sont tous achevés au tour et à la fraise.

Nous citerons encore :

M. Rocaché, rue des Taillandiers, 9, à Paris, qui fait un très judicieux emploi des fraises et des meules en émeri pour l'ajustage des pièces moulées;

M. Daix, de Saint-Quentin (Aisne), qui emploie des bronzes de composition différente, selon qu'ils doivent résister à la vapeur, à la pression, au frottement ou à des eaux plus ou moins acides;

M. Cadet, rue de la Roquette, 69, à Paris, dont la robinetterie spéciale pour bornes-fontaines et les articles d'arrosage présentent des dispositions ingénieuses;

M. Cazaubon, rue Notre-Dame-de-Nazareth, 43, à Paris, pour sa robinetterie de luxe et usuelle pour bains et ses soupapes spéciales pour pompes;

Et enfin, dans la section des États-Unis d'Amérique, MM. Crâne frères, de Chicago (Illinois), qui exposaient des articles de robinetterie en bronze et en fonte de fer pour le gaz et la vapeur, dont les types, extrêmement variés, étaient intéressants pour la plupart. Gr. V. — Cl. 43.

Nous dirons maintenant quelques mots de certains alliages de cuivre qui ont pris, dans ces derniers temps, une grande importance industrielle : le bronze phosphoreux et le maillechort.

Bronze phosphoreux.

Il paraît établi que le phosphore, introduit dans les bronzes mécaniques d'une composition spéciale, donne à ces alliages une homogénéité plus grande, en même temps qu'il augmente leur dureté et leur ténacité.

Le phosphore paraît agir comme réducteur, en éliminant les oxydes de cuivre et d'étain que les bronzes renferment toujours en notable proportion, et comme dissolvant à l'égard des métaux constitutifs de l'alliage dont il augmente la fluidité et dont il contribue à rendre l'alliage plus intime et plus homogène. Quoi qu'il en soit, la phosphoration semble augmenter largement la durée des bronzes de frottement, tels que coussinets de wagons, tiroirs de locomotives, pignons de laminoirs, etc.

Le bronze phosphoreux a été surtout étudié en France, depuis plus de vingt ans, par M. de Ruoltz, inspecteur général des chemins de fer, inventeur du procédé galvanoplastique qui porte son nom, et M. de Fontenay, ingénieur de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans, qui ont fourni au jury de la classe 64 d'intéressants renseignements sur les procédés de fabrication qu'ils emploient aujourd'hui pour produire cet alliage.

Nous nous bornerons à dire, en substance, que le procédé consiste à préparer un phosphure de cuivre tenant 9 p. o/o de phosphore, dont on fait des additions au bronze ordinaire en quantités variables selon la destination des objets que l'on veut mouler.

MM. de Ruoltz et de Fontenay avaient, les premiers, proposé en 1860 de fabriquer des canons avec le bronze phosphoreux.

La classe 43 comprenait plusieurs exposants de bronze phos-

Gr. V. — Cl. 43.

phoreux. Dans la section belge, MM. Montefiore-Levi et Cie, de Bruxelles, présentaient des échantillons de bronze phosphoreux de leur fabrication, ainsi que divers objets, tels que pignons de laminoirs, coussinets, etc., qui avaient fait un très long service et n'étaient presque pas usés.

En pareille matière, les inventeurs ont coutume d'invoquer le témoignage des personnes qui ont fait usage de leurs produits. Effectivement, MM. Montefiore-Levi et Cie produisent des attestations qui paraissent établir péremptoirement que les bronzes phosphoreux de leur fabrication sont dans de meilleures conditions de ténacité et de durée que les bronzes ordinaires.

Selon M. Montefiore-Levi, en faisant varier les trois éléments qui composent le bronze phosphoreux, on peut obtenir : 1° des alliages dont la dureté se rapproche de celle de l'acier et propres à fabriquer, par exemple, des outils de poudrerie; 2° des compositions ductiles se laissant parfaitement forger, laminer, tréfiler et atteignant une très grande ténacité, propres à la confection des câbles de mines; 3° enfin toute une série de compositions intermédiaires appropriées à la fabrication des pignons, des arbres de transmission, des coussinets, etc.

M. Montefiore-Levi a fait faire, en Belgique et en France, des essais nombreux pour appliquer le bronze phosphoreux à la fabrication des canons. Ces essais, répétés dans d'autres pays, paraissent avoir été partout abandonnés.

Nous trouvons, dans la section anglaise, un autre exposant de bronze phosphoreux : c'est la *Phosphor-bronze Company*, Cannon street, 139, à Londres.

Cette Compagnie fabrique neuf alliages différents de bronze phosphoreux qui, selon leur nature, peuvent se tréfiler, se laminer, se forger ou bien s'emploient en moulages.

Il résulte d'expériences par traction, effectuées par M. D. Kirkaldy, que le bronze phosphoreux fondu a une résistance à la rupture de 30 à 35 kilogrammes par millimètre carré, alors que la résistance du bronze ordinaire ne dépasse guère 12 à 15 kilogrammes, et que le bronze phosphoreux étiré en fils atteint des résistances de 80 à 110 kilogrammes avant recuit et de 35 à

40 kilogrammes après recuit, avec des allongements de 35 à 40 p. o/o, alors que les fils d'acier, dans les mêmes conditions, ne dépassent guère 50 kilogrammes de résistance et 10 p. o/o d'allongement. Les bronzes phosphoreux paraissent donc être doués de qualités résistantes très remarquables. Gr. V. — Cl. 43.

Maillechort.

Depuis la découverte des importants et riches gisements de nickel de la Nouvelle-Calédonie par M. Jules Garnier, les conditions industrielles de ce métal tendent à se modifier. Deux importantes usines ont été fondées en France, l'une à Septènes, près de Marseille, par MM. Jules Garnier, Marbeau et Cie; l'autre à Saint-Denis, près de Paris, par M. Christophle, et la production du nickel est devenue assez abondante pour que son prix se soit considérablement abaissé.

On peut entrevoir le moment où le nickel deviendra un des métaux employés, d'une manière courante, dans la pratique industrielle. Ce métal paraît avoir de précieuses qualités de ténacité, ductilité, etc., qui le rapprochent du fer; il jouit en outre d'une très grande inoxydabilité: ce serait donc une précieuse recrue pour les besoins industriels.

Pour le moment, il n'est employé qu'à l'état d'alliage avec le cuivre et le zinc, avec lesquels il constitue le maillechort, mais son prix moyen, 12 francs le kilogramme, est encore élevé.

Nous avons déjà vu, à propos de la serrurerie, que plusieurs industriels fabriquaient maintenant, en maillechort fondu, certains articles de bâtiment qui, jusqu'ici, étaient exécutés en laiton ou en bronze nickelés.

Il y avait à l'Exposition un grand nombre d'objets en maillechort: l'alliage contient, en général, 20 p. o/o de nickel; la plus grande difficulté est d'obtenir des moulages à surfaces bien nettes, et, lorsque les objets doivent être ciselés, un métal sans soufflures ni piqûres. On prétend qu'on favorise la réalisation de cette condition en ajoutant à l'alliage une petite quantité de sodium. Toutefois M. Christophle, qui exposait des objets de toutes sortes en maille-

Gr. V. — Cl. 43.

chort d'une magnifique apparence, n'emploie aucun expédient particulier pour le moulage de ces objets et obtient néanmoins des produits d'une grande perfection.

Nous signalerons encore, parmi les industriels qui s'occupent du traitement des minerais de nickel et de ses alliages, M. Boulenger, rue du Vertbois, 4, à Paris, que nous avons déjà nommé pour sa fabrication de plateaux en tôle vernie.

M. Boulenger, dans l'usine qu'il possède à Créteil, traite les minerais de nickel au cubilot et établit des alliages d'une blancheur extrême, éminemment propres à l'orfèvrerie et à la fabrication des couverts.

Nous terminerons en mentionnant les bronzes manganésés exposés par M. Parson (*The White Brass Company*), de Londres.

Les bronzes manganésés, fabriqués par cette Compagnie, paraissent posséder des propriétés résistantes remarquables; mais l'expérience n'a pas encore prononcé à leur sujet.

Cloches.

Les fondeurs de cloches étaient assez nombreux et, quoique aucun procédé bien nouveau ne soit intervenu dans cette fabrication, l'ensemble de leurs expositions avait, cependant, de l'intérêt.

M. F. Bollée, du Mans (Sarthe), avait exposé un carillon composé de quarante-quatre cloches et un bourdon pesant 6,175 kilogrammes.

Les produits de cette maison se font remarquer par leur fini et leur netteté; le moulage est fort bien soigné. Les cloches exposées étaient recouvertes de dessins en relief de bon goût et d'une parfaite exécution, les battants sont suspendus au moyen de lanières en cuir, ce qui a pour effet, paraît-il, d'empêcher les vibrations.

M. F. Bollée a pris un brevet pour un mode de purification du bronze, qui consiste à faire passer, dans le métal en fusion, un courant de gaz de l'éclairage qui, bouillonnant à travers la masse, brasse l'alliage et vient brûler à la surface. Ce procédé lui paraît meilleur, pour la purification de la matière, que le brassage au charbon de bois usité antérieurement : le métal est plus homogène, et la sonorité de la cloche est plus grande.

Cette usine fabrique environ 150 cloches par an, représentant ensemble un poids de près de 90,000 kilogrammes. Le prix des cloches est de 3 francs à 3 fr. 50 cent. le kilogramme.

M. Dencausse, de Tarbes (Hautes-Pyrénées), exposait un beffroi et un carillon de dix cloches, dont deux d'assez forte dimension : le moulage était très bon, les dessins fort nets, la sonorité très satisfaisante.

Les cloches de M. Dencausse ne portent plus d'anses; ces organes sont remplacés par un disque plat et horizontal reposant sur une colonne étayée de consoles. La belière fixe est remplacée par une tige-belière mobile et tournante; la cloche est perforée en son centre pour donner passage à cette tige, qui part de l'intérieur de la cloche et va se visser à l'extrémité du bélier. La partie de la tige qui reste à l'intérieur de la cloche forme la belière où l'on attache le battant, et la cloche est suspendue sur cette tige par l'intermédiaire d'une rondelle, en sorte qu'on peut facilement la faire tourner et, par suite, varier le point sur lequel s'exerce l'action du battant.

Dans le montage des cloches, M. Dencausse n'emploie plus de bois; l'axe est armé de tourillons en fer, et le centre de la partie inférieure présente un disque creux où s'emboîte celui de la cloche : entre les deux, on met un isolant en bois, en cuir ou en carton, afin de prévenir l'absorption des sons. A la plate-forme de l'axe sont ménagés huit trous, moitié carrés, moitié ronds, où passent des boulons à crochets qui prennent le dessous du disque pour venir en aide à la tige-belière et bien assujettir la cloche. Le bélier en fonte est assis sur la plate-forme et fixé par huit boulons ainsi que par la tige-belière. L'ajouté nécessaire pour équilibrer le poids de la cloche et la balancer aisément se fait au moyen de plaques que l'on boulonne à la partie supérieure.

Pour faciliter la mise en branle de la cloche, on a remplacé les coussinets habituellement employés par un rail d'une longueur double de la circonférence et cintré de 1 millimètre sur 100 : le poids du bélier étant inférieur à celui de l'airain d'environ un cinquième, le moindre effort suffit pour mettre la cloche en mouvement, quelle que soit sa grandeur, et, une fois vigoureuse-

Gr. V. — Cl. 43.

ment lancée, elle donne plus de soixante oscillations sans s'arrêter.

Les cloches de M. Dencausse sont composées de 80 p. o/o de cuivre et de 20 p. o/o d'étain banca. Il consomme annuellement de 20 à 25,000 kilogrammes de matières.

M. Drouot, à Sin (Nord), avait exposé huit cloches, remarquables surtout par la netteté des dessins qui décoraient leurs surfaces; le moulage était ordinaire et le timbre très satisfaisant.

Cette maison fabrique 50 cloches par an, représentant environ 40,000 kilogrammes de métal.

MM. Hildebrand et Crouzet, rue de la Chopinette, 13, à Paris : carillon de onze clochettes, et quatre bourdons en bronze, dont un de 5,000 kilogrammes.

L'usine a deux fours à réverbère pouvant fondre à la fois 13,000 kilogrammes. On y fabrique par an 70,000 kilogrammes de cloches, que l'on vendait en 1878 de 3 francs à 3 fr. 50 cent. le kilogramme pour les grosses et 5 francs pour les cloches de carillons. La plus grosse cloche que cette maison ait fondue pesait 30,000 kilogrammes.

Les exposants emploient des secteurs en acier trempé comme coussinets supportant les arcs de rotation.

M. Burdin aîné, à Lyon (Rhône) : carillon de treize petites cloches et un bourdon du poids de 1,200 kilogrammes. La fabrication est bonne; le prix est de 3 fr. 20 cent. le kilogramme à l'usine (1878) pour les cloches pesant de 100 à 1,000 kilogrammes; au-dessus de 1,000 kilogrammes, il y a une légère réduction.

Cet industriel exposait un beffroi pour supporter les cloches, composé de fers cornières et d'une construction judicieuse.

MM. Pierret et Quellier, au Mans (Sarthe), fabriquent des cloches de château, des clochettes, des sonnettes, timbres et grelots et, en outre, des articles variés de quincaillerie, par exemple, des ferme-portes à lames d'acier, d'un système particulier. Les produits de ces industriels sont établis avec soin.

Nous mentionnerons enfin :

MM. Contal et Touya, de Tarbes (Hautes-Pyrénées), qui avaient exposé une cloche équilibrée, à usure compensée, du poids de

1,200 kilogrammes : la cloche est munie, par-dessus, d'une roue-pignon qui permet de la faire tourner sur son axe vertical de manière que, l'axe de suspension et d'oscillation restant fixe, le battant vienne frapper en tel point que l'on veut.

Et M. Biron, rue Saint-Martin, 237, à Paris, qui exposait une belle série de timbres d'une bonne sonorité, ainsi que des cloches, clochettes et grelots. Cet industriel ne produit pas de cloches pesant plus de 60 kilogrammes.

Dans la section des États-Unis d'Amérique, nous avons à citer MM. Bevin frères et Cie (East-Hampton, Connecticut), pour leur belle exhibition de cloches, clochettes, grelots et timbres; les cloches de ces exposants ont une belle sonorité et sont d'un moulage très soigné.

MM. Henry M.-C. Shane et Cie, de Baltimore (Maryland), exposaient aussi des cloches en bronze ordinaire très bien moulées et d'un beau timbre. Ces cloches sont équilibrées. A cet effet, la suspension est faite au moyen d'une barre de fer qui est fixée au sommet de la cloche et qui descend des deux côtés de cette dernière jusqu'un peu au-dessus de la pince; ces deux branches se recourbent ensuite pour venir se poser sur les coussinets de rotation : cette disposition n'est d'ailleurs pas nouvelle.

Dans la section autrichienne, M. Albert Samassa, à Laybach (Carniole), avait exposé trois belles cloches en bronze donnant un son très net et très puissant; la suspension est faite au moyen d'une tige horizontale terminée par des espèces de couteaux qui oscillent sur des coussinets; les oscillations se font sans vibrations.

L'usine de M. Samassa est la plus importante de l'Autriche pour la fabrication des cloches : elle occupe 150 ouvriers.

M. Joseph Pozdech, de Buda-Pesth (Hongrie), exposait, dans la section hongroise, huit cloches grandes et petites, d'une très bonne fabrication.

Les grosses cloches sont armées à la partie supérieure d'un disque plat sur lequel est fixée une pièce de bois; des armatures en fer embrassent la pièce de bois sur ses trois faces libres et sont recourbées aux deux extrémités en forme de crochets. Ceux-ci

Gr. V. — Cl. 43.

viennent se poser sur le disque et supportent ainsi la cloche, qui peut facilement tourner autour de son axe. Cela permet de changer les points de frappe du battant et, par conséquent, de régulariser l'usure; cette disposition est, comme on le voit, analogue à celle de M. Dencausse. Les axes de rotation sont formés par des espèces de couteaux.

Les cloches de moins grande dimension sont munies d'un chaperon armé de huit griffes dont les extrémités libres s'engagent sous le disque ou couronne en métal qui surmonte la cloche. L'exposant prétend que ce mode de suspension réduit beaucoup l'effort nécessaire pour mettre la cloche en branle.

Dans la section italienne, nous citerons :

MM. de Poli frères, de Vittorio (Trévise), dont les cloches et sonnettes étaient remarquables par leur beau moulage;

MM. de Luca-Carmini et fils, de Naples, qui exposaient des cloches fort bien ornementées;

Et M. de Luca-Mariano, de Naples, qui exhibait une cloche brisée à laquelle, par une soudure exécutée dans des conditions spéciales, on avait rendu sa solidité et sa sonorité primitives; malheureusement, on ne faisait pas connaître le procédé employé pour la soudure.

Enfin, dans la section de la Confédération Argentine, nous mentionnerons M. J. Raffo (province de Buenos-Ayres), qui exposait une cloche supportée par une lyre en bronze d'un assez beau moulage et d'une bonne sonorité.

LEBASTEUR.