

Le traitement correct de l'acier.

Ce mémoire, de M. C.-H. RISDALE, mériterait, par son importance, d'être reproduit textuellement; il pourrait être difficilement résumé. Nous nous bornerons à donner l'indication des points traités et nous la ferons suivre d'un aperçu de la discussion à laquelle il a donné lieu au Congrès.

Remarques préliminaires. — Bien que nous soyons encore loin de connaître en détail les causes qui peuvent produire dans l'acier un certain état, on a cependant beaucoup appris dans ces dernières années. Mais cette connaissance n'est pas suffisamment utilisée dans la pratique.

Objet du mémoire. — L'auteur entreprend d'abord de décrire, en termes simples et pratiques, l'état des connaissances acquises à ce jour et de faire connaître dans quelle direction les principes doivent être appliqués industriellement. Il émet ensuite certaines vues personnelles et cherche à provoquer à leur sujet l'information et la discussion.

L'influence, sur les propriétés finales de l'acier, de la composition et du traitement initial, comparée avec celle du traitement subséquent.

a) *Considérée d'une façon générale.*

L'importance de la composition en dehors de la question du traitement a été exagérée. Le dernier traitement influe souvent davantage que la composition et le traitement initial, et le fabricant ne peut rien prévoir contre ce fait. Des essais de torsion rapportés montrent que la dureté du laminage l'emporte dans un acier à 0.15 %

de carbone et 0.40 % de manganèse; tandis que l'acier le plus pur et le meilleur devient mauvais quand le traitement n'est pas convenable et est irrégulier, l'acier impur se maintient dans de bonnes conditions relatives si le traitement est approprié.

L'acier américain contient jusque 0.10 et même 0.12-% de phosphore et s'il est obtenu par le procédé « acide », jusque 0.10 % et même plus de soufre, tandis que l'acier doux renferme jusque 0.15 % de carbone et même davantage.

L'acier allemand, aussi, contient, quelquefois, presque 0.10 et même 0.14 % de phosphore, mais il est souvent d'une teneur moindre en carbone, soufre et phosphore que le précédent.

Une légère différence de composition chimique est insuffisante pour produire un effet appréciable, à moins que le traitement ne diffère également.

- b) *Dans la pratique, les procédés de fabrication sont-ils appliqués de façon à fournir le meilleur acier possible ? N'existe-t-il pas, au contraire, une tendance à détériorer le produit en le finissant ?*

Une grande quantité d'acier est achevée par divers industriels sans aucun souci d'altérer les qualités du métal, la seule préoccupation étant de le façonner au moins de frais possible. L'emploi d'une mauvaise qualité de métal pour des objets ne comportant pas des essais ou pour des travaux où le fer est principalement utilisé, et d'autres causes encore, tendent à développer des défauts et compromettent le tout; l'industriel attribue rarement la défectuosité des produits à l'irrégularité de son traitement, mais rejette la responsabilité sur le fabricant.

Le fabricant peut-il faire mieux qu'à présent ? Et, d'autre part, vaut-il la peine que les industriels consommateurs se préoccupent de la question et étudient le caractère de chaque acier ?

Le fabricant peut fournir la composition la plus convenable quand il connaît les procédés du traitement que l'acier doit subir; mais un degré légèrement supérieur de pureté qu'on pourrait atteindre, et qui aurait pour effet d'augmenter le coût de la production, n'améliorerait pas la qualité autant que les moyens dont dispose le consommateur, en étudiant le caractère de chaque acier et en le traitant convenablement.

Les états de l'acier traité à différentes températures.

Le point critique est celui d'égale dureté du grain et du ciment. Il est probablement d'environ 1,000° C. pour l'acier doux, c'est-à-dire, rouge-orange ou rouge-brillant, et plus bas pour les aciers à forte teneur en carbone.

Le métal se refroidit pendant le travail, la plasticité du ciment devient rapidement moindre par rapport à celle des grains jusqu'à ce qu'il atteigne la *chaleur bleue* ou le minimum de plasticité, vers 316° à 371° C.

Les grains adhèrent alors si fortement que si l'on tente de modifier la forme de la matière, soit par le travail ou par toute autre cause, l'effort ne pénètre pas uniformément dans la masse et donne lieu à des tensions internes.

Quand la température, pendant le travail, est descendue au jaunepaille (250° C.) et jusqu'à ce que le métal soit réellement froid, vers 15° C), ce dernier devient plus plastique qu'à la chaleur bleue. A de plus basses températures encore, il devient de nouveau plus dur.

Exemples de procédés et de traitements que l'acier subit dans la pratique actuelle, avec les modifications que les principes scientifiques semblent suggérer.

A. — TRAITEMENT PAR LE FABRICANT.

Laminage des lingots. — Température finale de la matière avant que celle-ci ne soit réchauffée pour supporter un nouveau traitement.

Rails. — Les sections moyennes tendent à finir à point, les lourdes sections trop chaudes, les petites trop froides.

Poutrelles, etc. — Les températures de finissage sont réglées par les essais requis.

Tôles. — Même observation.

Barres qui doivent être cisailées à froid avant d'être réchauffées. — Celles-ci doivent être finies encore bien chaudes et non refroidies en aucune façon.

B. — TRAITEMENT PAR LE CONSOMMATEUR.

Laminage après réchauffement. — Réchauffer aussi rapidement qu'il est pratiquement possible dans toute la masse, mais en évitant

de le recuire (*soaking*) s'il y a quelque retard. Eviter de brûler le métal ou de le sur-recuire. Les meilleures températures ne peuvent être déterminées que par expérience.

La forge. — Les pièces de forge doivent être travaillées pendant qu'elles sont assez chaudes pour que l'effort pénètre la masse. Des efforts résultant d'un chauffage inégal ou partiel peuvent être annulés en recuisant sans travail. Les forgeages au pilon, qui sont souvent finis trop chauds doivent être réchauffés pour détruire le grain.

L'atelier du forgeron. — Forgeages et soudages. — Eviter de finir à de basses températures. Les parties chauffées pour souder sans être travaillées ensuite, doivent être réchauffées. L'emploi d'un fondant s'explique par la nécessité d'avoir les surfaces de contact des pièces à souder bien propres.

Tubes. — Il est difficile d'éviter les brûlures ou les recuits exagérés quand on fait des tubes minces.

Cylindres et autres objets soudés. — Quand une partie seulement est chauffée au soudant pour être travaillée, ces objets doivent être réchauffés.

Fortes tôles. — Il faut éviter que les efforts ne se développent pendant le pliage, la confection de rebords, etc.; pour cela le travail doit être fini quand la pièce est encore suffisamment chaude ou bien elle doit être recuite.

Tôles fines, etc. — Influence nuisible d'un recuit prolongé et à une trop haute température. Raies et dentelures inégales; celles-ci sont dues à des substances étrangères introduites par le laminage.

Les *bandes* pour étampage et laminage à froid doivent être finies à chaud ou mieux recuites.

Les *bandes* pour tubes soudés doivent être laminées à de basses températures.

Les *feuillards* ont une tendance à se surchauffer quand ils sont en minces sections.

Verges et fils. — Eviter la dureté par un refroidissement lent dans les masses et éviter le refroidissement local par des objets froids; la tendance est d'étirer par des passes sans recuit.

Fil galvanisé. — La fragilité ou la dureté y est souvent produite par le traitement, surtout dans les pièces de grandes dimensions.

Dureté de décapage. — Elle est due à la présence de l'hydrogène et peut être éliminée par le chauffage. Des vésicules de décapage se distinguent des autres, qui sont essentiellement de la faute des fabricants d'acier et non de celle du consommateur de l'acier.

La *galvanisation* donne en général une plus grande fragilité aux objets.

L'*étirage à froid* ou le laminage a un effet durcissant très marqué et il produit parfois une grande fragilité. La matière destinée à ce traitement doit être aussi douce que possible, préférablement recuite.

Les essais requis.

Un tableau des défauts et de leurs manifestations ; par quoi ils sont produits ; leur cause probable et les essais pour les identifier.

Discussion au Congrès.

M. J.-E. STEAD fait remarquer d'abord que M. Risdale a travaillé pendant un grand nombre d'années à la détermination de la cause de la fragilité de l'acier. Il a fait ressortir d'une façon très claire l'énorme influence que le traitement auquel l'acier était soumis exerce sur ses propriétés finales. Il a montré qu'en travaillant la matière à une température peu élevée (qu'il a appelée la « chaleur bleue »), et aussi en la chauffant dans un fourneau, pendant longtemps à une température relativement basse, on accroissait la fragilité et la dureté. Ces observations sont très importantes. Le fait qu'en réchauffant à nouveau la matière qui avait été rendue mauvaise ou de qualité inférieure par un traitement mal approprié dans une première opération, on lui restituait sa bonne qualité, est également d'un haut intérêt. C'est un point sur lequel il a insisté lui-même en d'autres circonstances. Il pourrait ajouter incidemment que très souvent les parties que l'on réunit par la soudure sont très notablement surchauffées, d'où développement d'une structure cristalline.

M. Risdale a signalé l'influence que le grain cristallin avait sur la résistance; sur la machine d'essai on ne trouve pas de différence entre une structure grossière et une cristalline. Par la tension graduelle, on obtient un bon allongement et une résistance convenable, mais, sous l'action de la chute d'un poids, le métal se brise net. Les résultats ne sont pas dus à des dépôts intergranulaires, mais à de véritables fractures de clivage.

En ce qui concerne les bulles que l'on rencontre dans les tôles soumises au décapage, la question est encore obscure. Si le liquide décapant ne pénètre pas à l'intérieur de l'acier, comment se développe-t-il du gaz à l'intérieur? Si le liquide peut pénétrer à l'intérieur

et y développer du gaz, on doit se demander pourquoi le gaz ne passerait pas là où le liquide a passé? M. Stead reconnaît que la théorie de M. Risdale, relativement à ce phénomène, est très ingénieuse, mais on ne peut l'admettre qu'avec quelque réserve.

M. ANDREW Mc WILLIAM constate la tendance de l'auteur, à donner à la composition une importance très secondaire. Ce n'est certainement pas l'opinion de M. Risdale, mais il convient de rappeler que la composition chimique de la matière est certainement la question fondamentale ; on ne doit pas oublier non plus que le traitement a un effet également puissant.

Répondant aux observations présentées, M. RISDALE déclare qu'un réchauffage n'est pas toujours suffisant pour restaurer un métal. Dans une partie de son mémoire, il recommande de chauffer les soudures et de réchauffer aussi toute pièce qui aurait été travaillée et chauffée seulement en partie.

Il est d'accord avec M. Mc William pour dire que la composition chimique est l'élément fondamental pour autant que le traitement soit normal. On peut avoir une différence considérable en composition par rapport à ce qui est ordinairement spécifié sans que les propriétés mécaniques en soient très affectées, mais ce qui pourrait paraître n'être qu'une légère variation dans le traitement produirait de très grands changements mécaniques.
