COMPTE RENDU
DES TRAVAUX DU CINQUIÈME CONGRÈS
DE
L'ASSOCIATION INTERNATIONALE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX
PAR
M. RÉVILLON

C'est à Copenhague que s'est réuni, du 7 au 11 septembre dernier, le cinquième Congrès international de cette Association et l'on doit tout d'abord constater le succès croissant de ces réunions, tant au point de vue du nombre des adhérents que de l'importance des rapports, des discussions qui se tiennent autour des principales questions et des décisions qui y sont prises.

Ne considérant dans cet article que le point de vue technique, nous passerons très rapidement sur tous les accessoires qui ont contribué à rendre le Congrès très brillant au point de vue matériel, puisqu'un résumé sur ce sujet a déjà paru dans la Revue le mois dernier.

Cependant, pour bien exprimer l'importance que les pouvoirs publics attachent de plus en plus à l'œuvre de l'Association, on doit rappeler que S. M. le roi de Danemark avait tenu à venir lui-même, accompagné de S. M. la reine et des princes et princesses de la famille royale, présider la réunion solennelle d'ouverture du Congrès.

C'est la première fois que le souverain du pays dans lequel se tient le Congrès daignait accorder son haut patronage d'une façon aussi caractérisée, et cette marque d'honneur, obtenue par le Comité local d'organisation était faite pour bien augurer de la perfection avec laquelle toutes choses avaient été préparées.

Les diverses réceptions par la Société des Ingénieurs danois, par la Municipalité, les fêtes organisées au Théâtre royal et à Marienlyst, les excursions à Skodsborg et à Helsingør, ont rivalisé entre elles pour la magnificence et le fini de l'organisation, en sorte que tous les étrangers ont quitté le Danemark en emportant le meilleur souvenir de l'amabilité et du parfait bon goût des habitants et en particulier de ceux qui s'étaient dévoués à la préparation de ces réunions.

Mais pour les techniciens, qui se trouvaient en grande majorité parmi les congressistes, l'intérêt du travail effectué ne le cède en rien à la partie extérieure des réunions du Congrès et là aussi nous avons retrouvé la perfection dans tous les détails de l'organisation.

En passant en revue les travaux présentés dans les différentes branches de la science de l'essai des matériaux, nous pourrions insister tout particulièrement sur la section des Métaux, dont les sujets se trouvent tous parmi les questions le plus souvent traitées dans la *Revue de Métallurgie*.

La section A, qui s'occupait des métaux, était présidée par M. O. Busse, directeur du matériel et de la traction des chemins de fer de l'État danois. L'ordre du jour des séances sera suivi pour rappeler, en outre des rapports présentés et imprimés avant le Congrès, les discussions intéressantes auxquels ont donné lieu les différents sujets :

MÉTALLOGRAPHIE. — Le rapport officiel de M. Heyn relatait les progrès accomplis par cette science au cours des trois dernières années. C'est un résumé des travaux les plus importants au point de vue de l'établissement et de l'élargissement de nos connaissances sur les différents alliages métalliques, par l'étude de leur solidification, de leur transformation, de leur constitution variant avec les traitements subis; l'auteur rappelle aussi les travaux métallographiques et l'extension de leur emploi dans la pratique industrielle.

Au sujet des constituants des aciers trempés, M. Heyn voudrait admettre la séparation, pendant le revenu jusqu'à 400°, d'un corps X, mais M. Benedicks maintient son hypothèse de la solution colloïdale et ne peut accepter l'opinion de M. Heyn sur la constitution des aciers trempés; de son côté, M. Heyn prétend que l'hypothèse colloïdale ne donnerait une explication complète des phénomènes de trempe que si on pouvait l'appliquer non pas au carbure même, mais précisément à ce corps X qui reste encore à déterminer.

M. Le Chatelier souhaite à ce sujet que l'on apporte quelques éclaircissements dans la nomenclature des constituants des aciers. Certains d'entre eux sont nettement définis, mais pourquoi maintenir tous les intermédiaires entre la martensite et la perlite; il n'y a pas plus de différence entre un poing fermé et la main étalée, qu'il n'y en a entre la sorbite et la perlite; la sorbite n'est qu'une perlite recroquevillée sur elle-même ou trop ténue pour que ses éléments puissent être discernés. La sorbite peut être plus dure au point de vue mécanique que la perlite, comme le poing fermé du lutteur est plus dur que la main plate. Mais il n'y a pas pour cela deux entités chimiques distinctes, pas plus qu'en physiologie on ne considère le poing et la main comme deux organes distincts.

M. Heyn a fait faire un grand progrès à nos connaissances sur les constituants des aciers en cherchant à exprimer par des chiffres la grandeur de leurs propriétés.

M. Heyn estime cependant que la sorbite n'est pas semblable à la perlite, que cette identité n'est pas conforme à la réalité métallurgique et que ce ne pourrait être qu'une simplification d'écriture.

Le Congrès passe outre sans insister davantage; mais M. Le Chatelier profitant de la présence simultanée de plusieurs métallographes éminents, tient à poursuivre sa pensée; par un échange de vues bien conduit, il arrive à une entente progressive et est assez heureux, en revenant sur la question lors de la

dernière séance, de pouvoir présenter au Congrès une nomenclature et un ensemble de définitions qui ont recueilli, outre les suffrages des Français présents, ceux de MM. Stead, Heyn, Benedicks, Rosenhain, etc... et que l'ensemble de la section et le Congrès ont pleinement approuvé (1).

Au sujet du rapport précité de M. Heyn, *M. Stead* avait rappelé ses travaux sur les alliages fer-phosphore et *M. Rosenhain* les points de transformation des alliages plomb-étain.

Le deuxième rapport était celui de *M. Guillet*, sur les aciers spéciaux; l'auteur, en résumant les tendances actuelles au point de vue industriel, indique que les aciers au nickel à fer γ ont, en dehors des applications aux usages militaires, perdu une partie de leur importance sauf pour les applications résultant de la faible dilatation dans les aciers contenant entre 35 à 46 0/0 de nickel. L'acier manganèse d'Hadfield continue à être employé pour sa résistance à l'usure. Parmi les produits modernes, il cite les espérances que l'on attend d'aciers au cuivre et des nouveaux aciers à coupe rapide qui, par un traitement approprié, arriveraient à donner plus de travail que les meilleurs aciers connus en ces dernières années.

A une époque ultérieure, la discussion a été ramenée sur un mémoire de *M. Lawford H. Fry*, déterminant l'effet des traitements thermiques sur l'acier à ressort; des résultats identiques peuvent être obtenus par trempe suivie de revenu, ou par un bain de trempe à faible conductibilité produisant un refroidissement plus lent; les variations de limite élastique peuvent être très grandes dans les deux cas, suivant les températures de traitement.

Puis sur le mémoire de *M. Rosenhain*, traitant des scories dans l'acier; ce fait est excessivement important et la présence de ces impuretés peut être la cause de nombreuses ruptures de pièces en service, l'essai de fragilité peut les mettre en évidence; *M. Guillet*, de son côté, cite des exemples nombreux mais la question est encore bien peu connue et étudiée et il serait à souhaiter qu'une commission puisse réunir des documents et proposer des méthodes de dosage, c'est ce qui est demandé par la section. *M. Segré* montre que la diffusion des scories peut être une cause de corrosion, non seulement du fer et de l'acier, mais de la plupart des métaux.

La communication de *M. Max Bermann* (2) sur les étincelles comme moyen de distinguer les sortes d'aciers, était accompagnée d'expériences faites au moyen d'échantillons divers et d'une meule d'émeri; la théorie émise par l'auteur montre bien que le phénomène est d'abord fonction de la meule et de la pression de contact, et, en deuxième ligne, de l'espèce d'acier meulé; l'acier ordinaire forme des faisceaux d'épines dont le nombre de dards croît avec la teneur en carbone, tandis que dans l'acier riche en manganèse, le dard des étincelles est

(1) Le texte de cette proposition a paru dans le numéro d'octobre de la *Revue de Métallurgie* (VI 1122, 1909).

(2) *Note de la direction*. — Les conclusions de M. Max Bermann ne diffèrent d'ailleurs pas de celles qui ont été développées antérieurement par M. Demozay [*Revue de Métallurgie*, I, 513 (1904)].

folliforme; ce sont, pour celui qui a une certaine pratique, des distinctions qu'il est possible de saisir.

RAPPORTS DE COMMISSIONS. — Parmi les rapports officiels de commissions nommées par l'Association internationale, il convient de mentionner celui de *M. A. Rieppel*, sur les prescriptions internationales pour la fourniture du fer et de l'acier. Seuls les pays grands producteurs semblent s'intéresser à l'unification des spécifications et le Comité demande en vain les observations nécessaires des autres pays pour présenter un rapport définitif au prochain Congrès.

M. Martens propose d'accepter de suite une partie des propositions et de préparer l'unification définitive sur les bases soumises jusqu'ici au Comité.

M. Belelubski pense au contraire qu'il est intéressant de savoir si d'autres pays n'ont pas également des cahiers des charges unifiés et si le projet international ne devrait pas en tenir compte. Ainsi, en Russie, depuis 1888, il y a un cahier pour les ponts, les rails ont également cherché à s'unifier et la fabrication se fait d'après un projet sans cesse perfectionné. Il semble donc qu'il suffirait aux sociétés préparant les spécifications nationales de se mettre en rapport avec la Commission. *M. Cartault* distingue dans le rapport de *M. Rieppel* le vocabulaire international très désirable, tel qu'il est établi par la Commission et le cahier des charges uniforme, au contraire bien difficile à établir, car les conditions d'emploi varient elles-mêmes avec les pays, d'ailleurs, l'uniformité une fois obtenue serait la négation du progrès, puisqu'il faudrait réunir un congrès pour introduire le moindre changement; il faut peut-être chercher à uniformiser, mais en termes vagues, que chaque pays pourra adapter à ses idées particulières. En laissant place à l'entente entre le consommateur et le producteur, la Commission fera peut-être œuvre durable du moment qu'elle se contentera de rester dans les généralités.

M. Webster trouve que les points principaux ne diffèrent pas énormément et que l'on peut arriver rapidement à une entente totale.

M. Rieppel ajoute que le Sous-Comité se borne à préparer des spécifications pour les seuls produits d'exportation.

Mais les propositions n'ayant pas été soumises à la Commission plénière, il semble préférable de continuer à recueillir des documents, notamment ceux des autres pays; c'est le principe qui est adopté.

Comme suite à une proposition au sujet de la fonte, le renvoi à la même Commission est décidé pour rechercher dans les différents pays comment l'essai analytique pourrait être substitué aux essais actuellement en usage et formuler une solution à cet égard; *M. Belelubski* demande que la Sous-Commission, qui ne contient actuellement que des représentants des pays producteurs, soit écartée et que toute la Commission s'occupe de l'étude de la question.

Au sujet du rapport de *MM. Henry M. Howe et Alb. Sauveur*, sur la nomenclature uniforme du fer et de l'acier, *M. Le Chatelier* adresse toutes ses félicitations aux auteurs pour la partie technique du travail, qui comprend un

vocabulaire fort utile constituant un document important, mais ne comportant aucune discussion, puisqu'il s'agit d'une simple constatation de faits.

Sur la partie scientifique il revient à la charge pour obtenir une définition précise des constituants et éviter des confusions semblables à celles qui existent aujourd'hui.

Le terme « métaral » proposé par les auteurs lui semble très heureusement choisi, mais à la condition de ne l'appliquer, comme le mot « minéral », qu'à une matière homogène et non à tous les constituants dont certains sont et doivent demeurer des « agrégats ».

M. Martens propose de renvoyer à la Commission son travail en l'invitant à s'entendre sur la partie technique avec les sociétés techniques nationales.

Nous avons vu plus haut comment, en revenant ultérieurement sur la question de la nomenclature scientifique, *M. Le Chatelier* était parvenu à faire adopter un texte précis et à faire trancher complètement la question par le Congrès.

M. Greiner, au sujet de la définition du fer et de l'acier, rappelle que, dès 1869, lui et *M. Pourcel* avaient précisé la différence en des termes qui se justifient de plus en plus; la question soulevée par le rapport de la Commission qui montre que, d'après cette définition, ce que l'on a appelé jusqu'ici acier-poule, deviendrait du fer, perd tout à fait de son importance par la raison qu'il n'est presque plus fabriqué d'acier-poule et on peut le classer comme fer cémenté ou acier doux cémenté. La distinction entre le fer et l'acier, par la propriété qu'ont ces métaux de prendre ou non la trempe, n'est pas exacte, puisque de grandes quantités de produits vendus toujours comme acier sont trop doux pour tremper; les auteurs insistent pour obtenir une modification des définitions dans le sens qu'on attache aux mots le plus habituellement.

M. Mysanqyi demande que l'on complète la nomenclature par l'introduction des termes hongrois qui présentent aussi un certain intérêt.

Le rapport de *M. Guillet*, sur les principes généraux pour les conditions de réception du cuivre, contient un résumé du cahier des charges des différents pays, mais l'auteur ne peut pas encore présenter des conclusions, car les propositions n'ont pu être soumises à tous les membres de la Commission. D'ailleurs, les pouvoirs de cette Commission seront étendus à tous les alliages de cuivre en général de façon à pouvoir rassembler les cahiers des charges des principaux d'entre eux, de les comparer et de les unifier autant que possible.

M. Martens voudrait que la Commission reste en relation étroite avec la Commission 1 pour l'unification des spécifications. Mais *M. Guillet* pense que cela ne pourrait que retarder ses travaux et il accepte simplement de rester dans les vues de la Commission 1 quant aux principes généraux de la réception.

Un intéressant rapport de *M. Karsten* expose les méthodes d'essais unifiées pour les tuyaux à vapeur, à eau et à gaz, appliquées par l'Association des Ingénieurs danois et les résultats qu'on en a retirés depuis trois ans; il propose d'accepter ces prescriptions comme spécifications unifiées, mais en raison des gros intérêts économiques qui entrent en jeu, la question est renvoyée à la première Commission de l'Association, en réservant la question des pas de vis qui sort

de la compétence habituelle et pour laquelle des congrès spéciaux sont réunis assez souvent par les gaziers eux-mêmes.

LA DURETÉ. — Le point de départ du débat est le rapport officiel de *M. Ludwik*, qui étudie l'essai par pression d'une bille et celui par enfoncement d'un cône; la méthode initiale de Brinell peut être améliorée en mesurant non plus les diamètres d'empreinte, mais l'enfoncement dans la matière avec des appareils précis donnant 1/1000 de millimètre; les essais par pression d'un cône forment une transition entre la bille et la méthode de rayure et permettent de rendre le chiffre de dureté indépendant de la grandeur de la charge et de celle de l'empreinte; l'auteur pense que pour tous les métaux où se montre la striction, une épreuve de dureté bien conduite peut fournir de bons résultats.

Parmi les appareils qui réalisent les desiderata indiqués par le rapporteur, deux modèles étaient exposés, qui permettaient la mesure de l'enfoncement indépendamment de celle du diamètre. C'était celui de MM. Martens et Heyn, déjà décrit dans la Revue et celui de la Société Alpha, de Stockholm.

M. Ludwik pense que la bille est bonne pour exprimer la dureté superficielle en opérant avec de très faibles profondeurs d'empreinte.

M. Benedicks s'étonne que le poinçon conique revienne en faveur, puisque la bille fut considérée comme un progrès sur la méthode de Calvert et Johnson; la règle de Kick ne s'applique pas mieux aux empreintes coniques qu'aux autres et la méthode Brinell se prête bien aux mesures pour des métaux ayant des duretés très différentes.

M. Roos af Hjelmsäter remarque que l'on peut très bien arriver à obtenir l'indépendance de la pression dans l'essai de dureté; en outre il se demande si en faisant la mesure à partir du bourrelet on ne pourrait pas contrôler la pénétration par une mesure du diamètre, la machine de la Société Alpha permet précisément cela et on vérifie ainsi facilement la loi de l'indépendance de la pression.

D'autres orateurs reviennent au point de vue pratique et voudraient que l'on précise les applications possibles des essais de dureté et les résultats qu'on peut en attendre pour le contrôle de l'homogénéité et la détermination de la résistance en un grand nombre de points.

M. Guillet répond en citant l'application courante qui est faite de la méthode pour la vérification des traitements thermiques, afin de savoir si le résultat obtenu correspond bien à celui désiré, en dehors de toute hypothèse sur les propriétés; quant aux précautions à prendre pour obtenir de bons résultats en pratique, il faut, pour vérifier la résistance, opérer sur un acier dont la surface soit propre et non décarburée. Il y a une relation entre la structure et les coefficients applicables pour passer de la dureté à la résistance. Enfin, pour l'application aux alliages de cuivre, on ne peut encore rien dire, mais des expériences en cours permettront sans doute de tirer aussi un profit de la méthode. Cependant, avec les méthodes actuelles et les dimensions des billes employées, on rencontrera toujours des difficultés auprès des alliages contenant de gros cristaux, la plupart

des antifrictions sont de ce nombre, l'empreinte n'intéresse souvent qu'une partie de la surface de ces cristaux et les résultats deviennent très irréguliers.

M. Rosenhain signale une cause d'erreur qui peut se glisser dans l'essai par pression d'un cône si la forme n'est pas rigoureusement parfaite et si la pointe s'est émoussée, la relation entre la profondeur d'empreinte et le diamètre n'est plus rigoureuse et l'on détermine, d'après la mesure du diamètre, non plus l'enfoncement exact mais celui d'une pointe parfaite. Il signale encore les résultats intéressants que l'on peut obtenir sur des pièces travaillées par la méthode du rebondissement au moyen de l'appareil Shore.

Malgré tout, la méthode initiale de Brinell semble avoir les préférences de plusieurs orateurs, surtout si sa précision est augmentée grâce à l'emploi de l'appareil Heyn.

M. Hannover est du même avis et il admet également la méthode du rebondissement pour les cas où l'on ne peut songer à détériorer la pièce par la plus légère impression de bille.

M. Martens croit qu'il importe de chercher à développer une méthode et de lui faire rendre tout le service possible plutôt que de choisir entre deux méthodes et c'est par des expériences multipliées que le résultat sera atteint et que l'intérêt de l'une ou de l'autre deviendra évident.

Au sujet du rapport de *MM. Martens et Heyn* sur l'emploi de leur appareil (1), *M. Meyer* fait remarquer que la courbe qui représente la loi entre les efforts et les pressions n'est une droite que pour les faibles valeurs et que la substitution complète de la droite à la courbe réelle est arbitraire, tout comme la prescription ancienne de Brinell d'opérer les déterminations sous la pression de 3.000 kg.

M. Stead signale les applications des méthodes Brinell et Ludwik dans les constructions automobiles et dans la fabrication des outils.

M. Ludwik résume les observations présentées en faveur des deux méthodes ; il est d'avis que toutes les expériences citées montrent que la loi de proportionnalité est vérifiée aussi bien par le cône que par la bille, à condition de faire des mesures convenables pour les empreintes ; répondant à l'objection de *M. Rosenhain*, il déclare que la déformation de la pointe du cône n'est plus à craindre ; enfin il combat les résultats que peut fournir l'appareil à rebondissement au point de vue de la détermination de la dureté, la valeur du rebondissement est également fonction de l'élasticité de la matière, le caoutchouc donne des valeurs supérieures à l'acier ordinaire et cependant on ne peut pas admettre qu'il soit plus dur.

Pour terminer, on vote une résolution demandant de poursuivre les essais et de présenter, en connexion avec les résultats de ceux-ci, un rapport sur les méthodes d'essai à l'usure.

FONTES. — Le rapport de *M. Sulzer*, sur les essais des fontes, met en évidence

(1) Voir *Revue de Métallurgie* (VI, 405-415, janv. 1909).

que les propriétés de résistance de celles-ci ne sauraient être déterminées sur la simple inspection des résultats d'une analyse ou même par un examen métallographique; la température et le mode de coulée interviennent largement et marquent leur influence sur les qualités de la matière.

M. Greiner déclare que la question de l'essai de la fonte est mal comprise; en effet, malgré tous les essais sur des éprouvettes on n'arrivera pas à prouver quoi que ce soit au point de vue de la qualité de la pièce coulée avec le même métal: c'est en effet, dans la science du fondeur que réside toute la valeur d'une pièce en fonte; il peut se produire des tensions particulières qui détruiront en certains points la résistance des pièces aux efforts auxquels on les soumettra en service. Ainsi, pour les cylindres de machines à gaz, ce ne sera pas l'emploi de telle ou telle qualité de fonte qui garantira contre les ruptures, mais ce sera le mode opératoire qui permettra à un bon fondeur de faire un cylindre sans tensions internes, à condition que la forme soit appropriée aux exigences de la coulée. Tout le problème de l'essai des fontes revient à savoir si une pièce fabriquée cassera par suite de tensions ou résistera convenablement; y a-t-il un essai capable de vérifier ce point et de dire après examen de la pièce finie si elle est bonne ou mauvaise pour l'emploi?

Le rapport de *M. Rudeloff* examine l'influence des températures élevées sur les propriétés mécaniques des métaux d'après les travaux publiés jusqu'ici de différents côtés, et il compare les dispositifs expérimentaux pour la production et la détermination de la chaleur, pour la fixation des éprouvettes et pour la détermination des allongements pendant la traction. Les résultats des essais classés par genre de matériaux montrent que le fer et l'acier présentent un maximum de résistance et un minimum d'allongement entre 200° et 300°; pour le cuivre, la résistance diminue constamment, mais les différences sont notables avec les expérimentateurs par suite de variations dans la composition chimique, le traitement préalable du métal ou la variation de la vitesse d'application de la charge; l'allongement diminue aussi plus ou moins rapidement surtout entre 200 et 400°, les bronzes ont été également étudiés mais les résultats fort variables ne sauraient être résumés.

PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES ET ÉLECTRIQUES DES MÉTAUX EN RELATION AVEC LEURS ESSAIS MÉCANIQUES. — Le rapport sur la prise en considération de ces propriétés était fait par *MM. Alfred Grunhut et Joseph Wahn*, il montre comment, d'après les expériences faites antérieurement, une corrélation plus ou moins directe existe entre le magnétisme et presque tous les phénomènes physiques et notamment avec les propriétés mécaniques des métaux et les influences exercées par la température sur ces propriétés; les méthodes pratiques, magnétiques et électriques d'essais des matériaux, présentent des avantages de simplicité et de grande sensibilité; elles ne nécessitent pas la rupture ni la détérioration de l'éprouvette et peuvent ainsi être répétées.

A ce premier rapport, *M. Pierre Weiss* ajoutait une contribution en présen-

tant son étude, qui a déjà paru dans la *Revue de Métallurgie* (680-720, vol. VI, juin 1909). M. Weiss en développe les points particuliers, il montre que la lacune de la question provient du manque de connaissances sérieuses sur le magnétisme et du défaut de méthodes expérimentales.

Sa théorie du magnétisme peut se mettre en comparaison avec la théorie de la compressibilité des fluides dont nous sommes redevables principalement à Bernoulli et à van der Waals; de même, Langevin a bien donné une théorie cinétique du paramagnétisme, mais pour être complet, il faut arriver à étudier les actions mutuelles des molécules qui permettent d'aboutir à l'étude de la variation du ferromagnétisme en fonction de la température.

En partant du zéro absolu où il ne se produit pas de vibrations et où l'on détermine la force de l'aimant, on mesure aux autres températures la projection sur un axe déterminé de toutes les vibrations thermiques des aimants moléculaires, jusqu'à la température où se produit la disparition du magnétisme, la courbe que l'on trace en fonction de la température présente en ce point une tangente verticale. La question technique du relevé de la courbe pour chaque métal est indiquée dans le mémoire.

L'auteur discute la question de l'indication des transformations magnétiques sur les diagrammes de fusion des alliages bien que l'étude des courbes de refroidissement puisse indiquer parfois cette transformation ainsi que d'autres anomalies, par suite de discontinuité dans les chaleurs spécifiques, il ne faut point tracer cette courbe de transformation magnétique au même titre que les autres, elle ne correspond point à un changement d'état, en ce point il ne peut y avoir deux phases en présence; l'étude directe par la méthode nouvelle est intéressante pour déceler les transformations.

Un rapport de M. E. Rasch (1) indique une méthode pour déterminer les tensions élastiques et critiques au moyen des mesures thermoélectriques en déterminant la température de l'éprouvette pendant l'essai de traction, la tension critique se manifeste par un changement de sens dans la variation de la température, la mesure se fait au moyen de couples argent-constantan ou fer-constantan.

M. Guillet a rappelé les beaux travaux de M. le capitaine Fraichet et montré qu'il y a grand intérêt à poursuivre des essais dans cette voie, et, notamment, en vue d'établir la relation qui existe entre la résistance électrique et le traitement thermique; la méthode de la résistance électrique n'est pas encore assez étudiée et il serait peut-être intéressant qu'une commission s'occupe de la question et même provoque des recherches expérimentales (2).

L'Assemblée est d'accord et adopte le principe de cette proposition.

(1) *Note de la direction*. — Cette méthode signalée depuis longtemps par M. Turner ne s'est pas répandue jusqu'ici, en raison sans doute de la trop grande délicatesse des appareils nécessaires pour ces mesures. *J. of Amer. Soc. of civil Engineers*, 28 janvier 1902. Section française de l'Association internationale des Méthodes d'essais (séance du 21 juillet 1902). H. L. C.

(2) *Note de la direction*. — Voir à ce sujet Guillery, Mesure de la limite élastique des métaux (*Revue de Métallurgie*, III, 331. (1906)).

ESSAIS DE DURÉE. — Les rapports présentés au Congrès sur cette question comportaient :

1^o Une étude de *M. James E. Howard*, sur l'endurance des aciers aux efforts alternatifs répétés; les résultats exposés se rapportent à divers aciers ordinaires essayés par application d'une charge au milieu de la longueur de l'éprouvette, au moyen d'un double palier qui embrassait 102 mm. de longueur sur les 840 mm. compris entre les supports extrêmes; les efforts répétés pouvaient être de puissance variable, mesurés en kilogrammes par millimètre carré de section; l'effort limite d'endurance indéfinie est situé très au-dessous de la limite élastique de résistance à la traction, les meilleurs résultats sont fournis par une même charge avec des aciers à 0,73 et 0,82 0/0 de carbone, mais cette charge est dans ces cas évidemment plus éloignée de la limite élastique que pour des aciers moins carburés;

2^o Un mémoire de *MM. F. Schüle et E. Brunner*, sur les essais de qualité et de durée des fils de cuivre, qui montre l'influence considérable du rayon sur lequel on opère la flexion alternative; le fil de cuivre dur soumis déjà à une charge de traction de 2 kg. par millimètre carré peut supporter presque indéfiniment un effort de flexion de 8 kg. par millimètre carré sur un rayon de 4 m., tandis que pour des fils mi-durs et tendres ou de cuivre dur étamé, il n'a pas été possible de déterminer, dans les essais, un rayon assez grand et une charge assez faible pour éviter complètement la rupture.

M. Le Chatelier signale comme nouvel essai aux efforts alternatifs la méthode de *M. A. Guillet*, secrétaire de la Faculté des Sciences de Paris, déjà décrite dans la *Revue de Métallurgie* (VI, 885-890, juillet 1909); le métal n'est pas parfaitement élastique, lorsqu'une déformation, si faible soit-elle, se produit, une partie de celle-ci subsiste, dont la répétition est capable d'amener la rupture. Dans le mécanisme des déformations, il convient de considérer trois phénomènes : la déformation élastique, qui revient rapidement après cessation de la sollicitation; la déformation visqueuse, qui ne revient que lentement et la déformation permanente, qui ne revient pas. Si l'on met en vibration une tige, il résulte de la viscosité de la matière qu'il y a une période d'amortissement de la vibration; la mesure de la durée d'amortissement permet de caractériser la viscosité, or, la viscosité suit l'altération de la matière; si l'on peut, à différentes époques, mesurer la viscosité, on pourra facilement suivre l'altération avant que la rupture, par suite d'efforts alternatifs, ne se soit produite. La méthode doit être capable de rendre des services.

ESSAIS AU CHOC. — Cette importante question avait déjà fait l'objet de débats intéressants et très passionnés lors du Congrès de Bruxelles, en 1906; elle est de nouveau à l'ordre du jour du Congrès. On se rappelle combien cet essai a provoqué d'études de différents côtés et entre autres, le travail de la Commission allemande, dont le mémoire, signé par *M. Ehrensberger*, a paru en traduction *in extenso* dans la *Revue de Métallurgie* (V, 207-232, avril 1908).

M. Charpy présente au Congrès le rapport officiel dont il était chargé, il rappelle l'état de la question, le sens du mot fragilité, puis il recherche quelle relation existe entre les essais produisant une même déformation, soit par choc, soit par action graduée et arrive à cette conclusion que dans les limites de vitesse que l'on peut obtenir dans les expériences ordinaires, il n'y a aucune discontinuité dans les résultats des essais, la vitesse de déformation a une influence très sensible mais elle est sans variation brusque, il est néanmoins toujours prudent de vérifier par un essai que le métal employé n'a pas une sensibilité spéciale à l'action au choc. Cependant, les essais au choc sont intéressants, car ils donnent facilement une mesure de rupture; à quelles conditions doivent-ils satisfaire? L'auteur pense que la rupture doit être faite en un seul coup, au moyen d'un appareil permettant d'évaluer le travail absorbé; il devient difficile de choisir entre les quatre essais de traction sur éprouvette cylindrique ou entaillée, de flexion sur éprouvette prismatique ou entaillée, cependant, les études les plus nombreuses semblent indiquer que l'essai de traction lente est complété plus efficacement par l'essai de flexion par choc sur barreau entaillé que par les autres essais; cet essai fournit en effet des indications que ne fournissent pas les autres essais, il y a là un fait dont on peut contester l'importance, mais non la réalité et il ne serait pas prudent de le négliger. Quant à établir si une corrélation existe entre les résultats de l'essai au choc sur barreaux entaillés et la façon dont les métaux se comportent en service, on peut en trouver la preuve dans un nombre déjà considérable d'observations, mais il serait désirable que certains laboratoires fussent désignés pour poursuivre des essais sur toutes les pièces rompues en service que l'on voudrait bien leur adresser. Bien entendu, un mauvais résultat dans un essai de choc ne permet pas de conclure que la pièce correspondante se brisera dès qu'elle entrera en service, l'essai ne peut qu'indiquer la valeur relative des métaux entre eux; le rapporteur termine en proposant au Congrès de recommander une méthode d'essai en prenant comme point de départ les conclusions du rapport de la Commission allemande et pour définir les circonstances dans lesquelles il conviendrait d'appliquer l'essai, de faire appel à tous ceux qui pourraient fournir des renseignements en adressant à quelques laboratoires bien outillés des pièces intéressantes dont les résultats seraient centralisés par une commission pour soumettre des propositions plus fermes dans un congrès ultérieur.

Tout d'abord, *M. Schüle* signale un point important qui empêche d'adopter les conclusions totales du rapport Ehrensberger, c'est la question de l'appareil; on ne peut imposer un appareil unique, le mouton-pendule en l'espèce; d'autres peuvent être capables de fournir d'aussi bonnes indications, notamment un nouvel appareil Amsler, qui possède un enregistrement total des vitesses de chute sur un tambour. *M. Charpy* réplique de façon à bien marquer ce qui, à son avis, a l'importance la plus grande dans les propositions faites, ce qui doit être imposé pour unifier l'essai au choc :

1° La rupture en un seul coup;

2° La possibilité de mesure du travail absorbé ou du travail résiduel;

3° Les dimensions et formes du couteau et des appuis;

4° La forme exacte de l'éprouvette; une seule serait préférable, mais pour permettre l'emploi de tous les appareils, on devra définir une éprouvette auxiliaire plus petite, dont toutes les dimensions se trouveront réduites dans le même rapport pour la rendre rigoureusement semblable à l'éprouvette normale; des spécifications particulières sont aussi à prévoir pour les tôles.

M. Schüle expose le travail qu'il a présenté en collaboration avec *M. Brünner* sur la question; si on répartit le travail de rupture, non plus sur l'unité de section de l'éprouvette, mais sur l'unité de volume de métal ayant dépassé la limite élastique, on trouve que cette expression devient à peu près indépendante de la profondeur de l'entaille, il est relativement aisé de constater ce volume en polissant les faces de l'éprouvette et en notant sur celles-ci les parties déformées de façon permanente.

M. Chartée ne voudrait pas que l'on imposât une éprouvette aussi volumineuse et aussi coûteuse à établir pour tous les essais de fragilité; il pratique couramment cet essai pour les aciers de ponts laminés afin de vérifier la nature du métal et son homogénéité, mais il est arrivé à fabriquer une éprouvette découpée à l'emporte-pièce et qui, par suite, ne revient qu'à quelques centimes. Les entailles sont latérales et servent plutôt à limiter la section de rupture. Cependant il croit que l'on pourrait accepter la proposition de *M. Charpy* afin d'unifier les essais pour la réception avec l'extérieur, en conservant chacun ses procédés courants pour des essais uniquement destinés à se rendre compte de la valeur des produits livrés, et cherchant à établir des relations entre la méthode type et chacune des méthodes individuelles.

M. Heyn défend les conclusions de la Commission allemande, l'assemblée ne peut arriver à juger l'importance de la machine pour la correction des essais. La Commission a voulu éliminer une variable possible en imposant la machine d'essai.

Cette théorie est assez difficile à défendre puisque la Commission n'a pas fait d'études complètes sur la question, dans tous les autres essais on n'a jamais cherché à spécifier la machine; c'est ce que fait observer *M. Charpy*, tout en remarquant qu'il lui serait infiniment facile d'adopter complètement les propositions allemandes puisque c'est précisément son appareil qui a été indiqué; mais il pense qu'au point de vue pratique, il est plus sage de conserver seulement la partie des propositions sur laquelle tout le monde est d'accord. Ce serait un premier point acquis pour l'industrie, ce serait bien le commencement de l'unification des essais au choc, les études pourraient se poursuivre et la Commission pourrait travailler en vue de préciser, si cela est nécessaire, les autres conditions à remplir pour la perfection de l'essai.

M. Heyn insiste sur ce que l'unification complète ne peut être obtenue qu'en définissant l'appareil type, et en obligeant à recourir dans les autres cas à une comparaison avec le pendule.

Cela semble décerner à cette machine une prépondérance sur tous les appareils existant et sur tous ceux à venir, c'est une négation du progrès; *M. Charpy*

ne peut que remercier pour le premier point, mais il engage à ne pas entrer dans cette voie et à s'en remettre à la Commission du soin de comparer entre eux les différents appareils sans créer dès maintenant un appareil étalon.

M. Le Chatelier fait remarquer combien il serait préjudiciable de ne pas prendre une décision ferme. Puisque l'on est d'accord sur certains points, on pourrait diviser en deux les propositions faites, avec la certitude de voir voter la première partie, tandis que sur la nécessité de comparer toutes les machines à l'appareil Charpy normal, comme le désaccord subsiste, la Commission sera chargée de faire les expériences nécessaires pour étudier la comparabilité des appareils. Il en est ainsi décidé, et la proposition que l'on trouvera rédigée plus loin parmi les autres décisions du Congrès est enfin votée.

Les expériences relatées par *M. Révillon* sur la nécessité de n'opérer que sur des éprouvettes rigoureusement semblables pour pouvoir définir l'unité de résistance au choc, constituent déjà une contribution aux expériences que devra faire la future Commission.

M. Guillet expose ensuite les résultats obtenus par l'essai au choc à températures variables sur différents aciers ordinaires et spéciaux. Les mémoires originaux ont paru à différentes reprises dans la *Revue de Métallurgie* (VI, 1909).

M. Wélikhow présente un travail sur les essais au choc par traction, qui peuvent donner des indications très utiles sur la qualité des matériaux. Mais il n'est pas d'accord avec *M. Breuil* sur l'explication que celui-ci a donnée d'un dégagement de chaleur dans l'essai au choc, pour tenir compte de la différence des travaux entre l'essai statique et l'essai dynamique.

M. Derihon a présenté au Congrès deux mémoires qui n'ont pas été lus ni discutés, mais qui contiennent quelques observations intéressantes. Le premier, sur un essai d'usure pour les métaux, décrit une nouvelle machine très ingénieuse pour l'usure avec lubrification; au moyen de ce procédé, l'auteur et *M. Nusbaumer* ont fait plusieurs séries de recherches qui montrent l'influence des éléments ajoutés : manganèse, nickel, chrome, la grande amélioration apportée par la cémentation et l'insuffisance du chiffre de dureté. Dans le second mémoire, ils signalent quelques essais d'efforts alternés effectués à l'aide d'un appareil analogue à celui de Wöhler sur des rails de bonne et de mauvaise qualité; entre autres résultats il faut noter l'abaissement considérable que produit un travail de forgeage sur l'endurance d'un acier, le recuit après forgeage permet de régénérer les qualités initiales du métal et même de les améliorer.

Enfin, pour terminer l'exposé des travaux de cette section, *M. W. Exner*, a fait une conférence sur la législation internationale des essais techniques. L'orateur envisage le rôle de l'Association dans l'avenir et la nécessité pour celle-ci de passer à des préoccupations législatives. L'État par lui-même a peu de sollicitude pour certaines industries qui doivent se suffire à elles-mêmes et dont les progrès ne sont dus qu'à l'initiative privée; cependant, il est des cas où la responsabilité de l'État est engagée, et c'est bien par exemple le fait dans la circulation automobile et la navigation aérienne. L'État devrait donc prendre des mesures générales pour empêcher, comme il le fait pour les ponts ou pour

les chemins de fer, de mettre en exploitation des machines dangereuses pour la sécurité publique, il doit donc dès lors s'intéresser à la qualité des matériaux, constater leur origine, suivre leur utilisation; c'est par des laboratoires bien organisés qu'on y parviendra, il faut éliminer les stations d'essai défectueuses qui existent dans certains pays à côté d'établissements sérieux; le moyen de réaliser ce programme semble comporter trois étapes : 1° Faire décider que certains établissements sont *autorisés*, cette simple formalité donnera à leurs certificats une grande valeur morale au détriment des autres installations insuffisantes ou défectueuses qui devront forcément disparaître;

2° Faire admettre la réciprocité des certificats délivrés par les établissements autorisés dans les différents pays, de façon tout à fait officielle.

3° Enfin se servir de ces certificats délivrés par les établissements autorisés et à caractère réciproque, comme base dans les traités de commerce internationaux. L'Association aura ainsi accompli tout son programme et son influence bienfaisante se fera largement sentir sur toute l'industrie des pays avec lesquels elle se trouve en relation, c'est-à-dire universellement.

Lors de la réunion plénière, cet exposé s'est trouvé résumé par un vœu ainsi rédigé :

« En considération de l'importance des travaux de l'Association internationale pour l'essai des Matériaux, au point de vue de la sécurité publique et dans le but de faire connaître davantage les travaux de cette Association, en outre d'assurer cette activité au point de vue des dépenses qui en résultent, le Congrès décide de donner au Comité directeur la mission d'attirer l'attention des Gouvernements, des Corps officiels, des Institutions scientifiques et industrielles sur les travaux de l'Association, d'une façon plus marquée, en les invitant à manifester leur intérêt par des subventions. »

Les travaux de la section A ont donné lieu aux différentes propositions suivantes, qui ont reçu l'approbation du Congrès et dont quelques-unes vont servir de base internationale pour les essais des matériaux.

DÉCISIONS DU CONGRÈS. — I. Métaux.

1. *Métallographie*. — A la suite de la communication de M. Rosenhain, étant donné l'importance de la question des scories dans les produits sidérurgiques, le Congrès demande la nomination d'une commission ayant pour but d'étudier les méthodes de dosage des scories, leur influence sur les propriétés mécaniques des produits métallurgiques et la question dans toute sa généralité.

Le Congrès approuve la liste des éléments présentée par M. H. Le Chatelier (1) pour la nomenclature des constituants des métaux.

(1) *Note de la direction*. — En fait, cette liste n'a pas été présentée par M. H. Le Chatelier, dont elle ne représente que très incomplètement les idées, mais par la réunion des métallographistes présents au Congrès : MM. Benediks, Charpy, Guillet, Heyn, Le Chatelier, Rosenhain, Stead, ce document est le résultat d'une transaction entre des opinions très différentes, comme cela a été précédemment indiqué.

« L'Association internationale pour l'essai des Matériaux, prenant en considération le rapport de MM. H. Howe et A. Sauveur, sur la nomenclature uniforme du fer et de l'acier, ainsi que le rapport de M. Heyn, sur les progrès de la métallographie, recommande, dans le but de préciser et simplifier la nomenclature des constituants des aciers, l'adoption des définitions suivantes :

« Les constituants microscopiques des aciers se divisent en constituants chimiquement homogènes, « métal », et en constituants chimiquement hétérogènes, « agrégat ». Ces constituants microscopiques sont, en les rangeant dans l'ordre de leur complication croissante :

« La *ferrite*, fer α contenant en dissolution, dans les nuances de fer et d'acier marchands, des teneurs très faibles d'autres éléments, en tous cas, moins de 0,05 0/0 de carbone.

« Le *graphite*, variété de carbone identique au graphite des minéralogistes, c'est-à-dire caractérisé par une densité de 2,25 et par la propriété de donner, sous l'action des mélanges oxydants convenables, de l'oxyde graphitique.

« La *cémentite*, carbure de fer défini Fe_3C .

« L'*austénite*, solution solide de carbone et de fer à l'état γ , normalement stable au-dessus de la zone des températures critiques de l'acier. Elle peut, dans certains cas particuliers, être conservée à froid ; elle est alors caractérisée par la faiblesse de sa perméabilité magnétique (ferro-nickel, acier-manganèse).

« Ces quatre premiers constituants sont chimiquement homogènes (métal).

« La *perlite*, est l'agrégat constitué par l'eutectoïde provenant du dédoublement normal en ferrite et cémentite de l'austénite refroidie lentement au-dessous de la zone des températures critiques de l'acier. Elle contient en moyenne à peu près 0,9 0/0 de carbone.

« La *martensite*, métal, est une solution solide de carbone et de fer. Elle n'est normalement stable à aucune température et ne peut être conservée dans cet état instable qu'aux basses températures. A composition égale, elle se distingue de l'austénite par une perméabilité magnétique et une dureté plus grandes. On l'obtient par un refroidissement de l'acier, à partir de températures supérieures à celles de la zone critique, assez rapide pour s'opposer au dédoublement de l'austénite avec production de perlite, mais insuffisamment rapide cependant pour conserver l'austénite inaltérée.

« On peut, comme exemple de martensite bien caractérisée, signaler l'acier eutectoïde, c'est-à-dire tenant environ 0,9 0/0 de carbone, trempé sous forme de barreaux de 1 cm. de côté, à partir de 800°, dans l'eau froide.

« L'*osmondite*, dont l'hétérogénéité est encore discutée, est un état intermédiaire dans le retour de la martensite vers l'état perlitique plus stable à la température ordinaire. Elle est considérée comme un constituant proprement dit en raison de l'existence d'une discontinuité dans la variation de certaines propriétés du métal pendant sa transformation entre les deux états extrêmes. Elle est caractérisée par un maximum de solubilité dans les acides et un maximum de coloration par les réactifs métallographiques acides.

« On l'obtient très nettement, entre autres circonstances, par le recuit à 400°

de la martensite de l'acier eutectoïde, c'est-à-dire de l'acier à 0,9 0/0 de carbone environ. »

2. *Essais de dureté.* — Le Congrès émet le vœu qu'au prochain congrès un rapport soit présenté traitant à la fois la question de la méthode de la bille et du cône et la recherche d'épreuves unifiées pour la résistance des métaux à l'usure.

3. *Essais au choc.* — (A) Dans le but de faciliter la comparaison des résultats d'essais à la flexion par choc sur barreaux entaillés, le Congrès recommande l'emploi des prescriptions suivantes toutes les fois que des conditions spéciales ne s'y opposeront pas.

L'essai de flexion par choc sur barreaux entaillés permet de déterminer le travail spécifique de rupture ou résilience rapporté au centimètre carré de section non entaillée (restant au fond de l'entaille).

a) Les barreaux découpés dans des pièces de dimensions suffisantes ont, comme dimensions, $30 \times 30 \times 160$. Ils sont entaillés sur une hauteur de 15 mm. Le fond de l'entaille a la forme d'un cylindre de 22 mm. de rayon.

b) Pour les produits laminés tels que les tôles, les barreaux ont l'épaisseur même de la tôle dont les faces sont conservées et une largeur de 30 mm. Ils sont entaillés sur une hauteur de 15 mm. L'entaille perpendiculaire aux faces de laminage, est à fond cylindrique, de 2 mm. de rayon.

c) Pour les pièces ne permettant pas l'emploi de barreaux de 30×30 de section, les barreaux ont comme dimensions 10×10 . Ils sont entaillés sur une hauteur de 5 mm. Le fond de l'entaille a la forme d'un cylindre de $2/3$ de millimètre de rayon.

d) La dimension des barreaux employés doit toujours être rappelée.

f) Les barreaux sont essayés par flexion en recevant, en leur milieu, sur la face opposée à l'entaille, le choc d'un mouton terminé par un couteau présentant un arrondi de 2 mm. de rayon. Ils reposent sur des couteaux espacés de 120 mm. pour les types a et b, de 40 mm. pour le type c.

g) La rupture du barreau doit être effectuée en un seul coup, au moyen d'un appareil permettant la mesure du travail absorbé par la rupture.

h) La température doit, autant que possible, être comprise entre 15 et 25° centigrades et en tous cas doit être notée avec les résultats de l'essai.

(B) Le Congrès recommande qu'une commission soit désignée pour rassembler tous les résultats qui permettraient d'établir une corrélation entre les propriétés révélées par les essais effectués sur différentes pièces mécaniques et la façon dont les pièces se seront comportées en service et que cette commission étudie la comparabilité des différents appareils.

4. *Essais de durée.* — Le Congrès adresse ses remerciements aux auteurs des travaux qui lui ont été remis.

5. *Essais de fonte.* — Le Congrès demande de transmettre à la Commission 1 le rapport de la Commission 25.

Pour définir plus exactement les qualités de la fonte brute, qu'il n'est possible que par l'aspect de la cassure, le Congrès demande que la Commission soit invitée à rechercher dans les différents pays comment les spécifications ana-

lytiques pourraient être substituées aux méthodes actuelles par l'aspect de la cassure et qu'elle soit autorisée à prendre les mesures qu'elle jugera convenables pour arriver à la solution de cette question.

6. *Influence de la température élevée sur les qualités mécaniques des métaux.* — Le Congrès, après avoir pris connaissance des travaux du professeur Rudeloff, lui adresse ses remerciements.

7. *Les propriétés magnétiques et électriques des métaux en relation avec leurs essais mécaniques.* — Le Congrès recommande la nomination d'une commission qui étudierait l'emploi des propriétés magnétiques et électriques comme méthode d'essai.

8. *Rapports de Commissions. Prescriptions internationales pour la fourniture du fer et de l'acier.* — La Commission 1 est invitée à continuer ses travaux d'accord avec les Comités nationaux et à préparer, si possible, pour le 6^e Congrès, ses propositions unifiées.

Nomenclature uniforme du fer et de l'acier. — Le Congrès reçoit le rapport de la Commission 24 sur la nomenclature du fer et de l'acier avec une vive reconnaissance ; il demande que la Commission soit maintenue jusqu'au prochain Congrès et qu'elle y présente une revision de ses propositions dans laquelle il serait tenu compte des progrès de la métallurgie et des avis que pourront lui transmettre les Associations nationales.

Principes généraux pour les conditions de réception du cuivre. — Le Congrès remercie la Commission du cuivre de ses travaux et approuve la proposition de la Commission à l'effet de généraliser ses pouvoirs en lui donnant à s'occuper des conditions de réception de tous les alliages de cuivre.

9. *Rapports divers. Méthodes d'essais unifiées pour les tuyaux à vapeur, à eau et à gaz.* — Le Congrès prend note, avec reconnaissance, de l'estimable travail de M. Karsten sur les « Spécifications des tuyaux en fer forgé ». Il décide de renvoyer ce rapport à la Commission 1, qui est invitée à l'examiner et à présenter un rapport au prochain Congrès, en exceptant ce qui concerne les pas de vis.

Les travaux de la section B, à laquelle ressortissaient les ciments, les pierres et autres matériaux de construction, étaient présidés par M. T. Grut, capitaine du génie danois. La première question inscrite au programme était celle du béton armé. M. Schüle, président de la Commission 41, qui présentait le rapport officiel sur la question, ne peut que constater l'importance de la question et les nombreux travaux effectués de tous côtés, le rôle de l'Association doit être de grouper les données pour arriver à une entente au sujet des notations uniformes dans les calculs statiques, mais aussi plus particulièrement en dehors de la comparaison des systèmes d'armature, l'étude générale des propriétés du béton sollicité à la flexion, à la compression, au cisaillement, l'étude de l'influence des agents extérieurs et des méthodes d'essai et de contrôle. Divers rapports joints à ce premier résumé les recherches effectuées et les mesures de contrôle dans chaque pays.

Enfin deux rapports, l'un de M. Rabut, sur la mesure des déformations dans

les constructions en service montre l'utilité des études entreprises dans ce but; l'autre, de *M. von Emperger*, relate des accidents survenus aux constructions en béton armé, leurs causes et leurs remèdes pour les cas où les accidents paraissent dus à des causes évitables, comme les défauts dans le coffrage, dans la construction des supports, dans les calculs, dans la préparation du béton ou dans la corrosion du fer.

M. B. Kirsch traite de l'influence des efforts répétés sur l'adhérence du béton au fer avec des surfaces nettes ou des surfaces rouillées, et montre que de faibles charges n'entraînent pas de modification d'adhérence sur les surfaces nettes, mais causent une diminution qui va jusqu'à 27 0/0 pour des surfaces rouillées.

M. W. Nekrassov expose son système dit des « liaisons libres » résultant de l'étude de l'influence des liaisons transversales minces sur la résistance du béton. Il introduit dans les poutres des fers fins séparés, placés transversalement dans les parties comprimées et l'augmentation de la résistance est comparable à celle que donnent les frettes.

Les méthodes d'essais des liants hydrauliques ont provoqué de nombreuses communications; depuis le dernier Congrès de Bruxelles, qui a défini les méthodes d'essai uniformes pour les divers matériaux, des progrès ont été faits et de nombreuses études ont montré l'intérêt de nouvelles méthodes qui pourront un jour être ajoutées ou substituées à celles primitivement adoptées; les différents points examinés par *M. Feret* dans son rapport, ont trait à la composition chimique, au poids spécifique, à la densité apparente, à la finesse de mouture, à l'homogénéité, à l'invariabilité de volume, à l'action de l'eau de mer, à la durée de prise, à la composition et à la fabrication des mortiers d'essai, aux essais de résistance, aux essais accélérés, à l'adhérence et aux essais des pouzzolanes; plusieurs de ces points sont d'ailleurs traités en détail dans les autres rapports et constituent les sujets d'études de commissions distinctes, mais en l'état actuel on ne peut que poursuivre des expériences pour arriver à en déduire une méthode qui s'imposera d'elle-même aux techniciens par sa perfection.

M. Schüle préconise, conformément aux propositions anciennes de *M. Feret*, les essais de flexion et de compression sur prismes, confectionnés en mortier plastique qui donnent de très faibles écarts individuels et semblent mieux correspondre aux résistances pratiques à attendre des mortiers.

Les essais accélérés proposés sont assez variables et la section, après discussion, adopte la méthode Le Chatelier pour la constance de volume des ciments mais rejette l'essai à l'eau chaude pour la constatation de la résistance, mais non pas pour mettre en lumière la tendance des ciments à gonfler et à se fissurer. (Rapport de *M. Deval*.)

M. Laborbe préconise pour l'essai des ciments l'emploi de la bille, suivant la méthode de Brinell, mais en se servant d'une bille de 30 mm. au lieu de celle de 10 mm. employée pour les métaux. On mesure la pression nécessaire pour obtenir une empreinte d'un diamètre déterminé, 10 mm. par exemple. Ce procédé est applicable aux pâtes pures et aux mortiers plastiques. Il a l'avantage de donner des chiffres bien plus concordants que les procédés employés actuelle-

ment pour déterminer la durée de prise et le durcissement ultérieur. La méthode a été décrite dans la *Revue de Métallurgie* (VI, 988, 1909).

Pour le dosage de la fine poussière dans le ciment, plusieurs méthodes et différents appareils sont encore en présence, M. Gary en expose les principes mais sans arriver à conclure de façon ferme.

La question des ciments dans l'eau de mer a été également examinée par le Congrès, mais, en l'absence d'une commission, les résultats obtenus n'ont pu être rassemblés et résumés et la question est restée assez controversée.

Dans cette section également on a examiné les mémoires de MM. Hanisch, Hirschwald, Seipp et Leduc, sur « la gélivité des pierres naturelles et sur leur résistance aux intempéries ».

DÉCISIONS DU CONGRÈS. — II. Agglomérants hydrauliques, béton, pierres.

1. *Béton armé.* — La section remercie la Commission 41 du travail déjà exécuté et l'invite à continuer d'après le plan dressé par M. le professeur Schüle, en exprimant le désir qu'elle soit aidée pécuniairement dans ses travaux par les institutions et autorités compétentes.

2. *Progrès dans les méthodes d'essai.* — *Essais uniformes des liants hydrauliques par l'emploi des primes.* — Le Congrès remercie la Commission 42 de la communication présentée et l'invite à continuer son travail d'après le plan adopté jusqu'à présent tout en profitant des expériences faites par la Commission hongroise à laquelle le Congrès exprime ses remerciements. Le Congrès espère que la Commission pourra proposer au prochain Congrès une méthode définitive pour l'emploi des mortiers plastiques dans l'essai des ciments.

Recherche d'un sable normal international. — Le Congrès demande qu'on nomme une commission pour étudier si un sable normal international est possible, et si cela n'est pas le cas, pour rassembler des expériences sur la valeur des sables normaux des différents pays. (Le Comité directeur fait observer que la question sable normal est déjà dans les attributions de la Commission 42.)

Essais accélérés de constance de volume des ciments. — Le Congrès recommande la méthode Le Chatelier comme essai type accéléré de la constance de volume des ciments. (Les fabricants allemands ont, après le vote en section, demandé de faire consigner au procès-verbal que cette résolution était adoptée contrairement à leur manière de voir.)

Essai rapide des ciments à l'eau chaude. — Les nombreux résultats d'essais cités sont en fait si contradictoires que cet essai à l'eau chaude paraît trop incertain pour qu'il puisse servir d'essai rapide pour la constatation de la résistance des mortiers hydrauliques.

Au moment où le présent rapport est présenté, il paraît donc justifié de ne pas étudier davantage la question de l'utilisation de l'essai à l'eau chaude comme épreuve accélérée de la résistance des mortiers hydrauliques.

Par contre, les expériences de M. Deval ont établi de nouveau la valeur que

peut avoir cet essai pour mettre en lumière la tendance des ciments à gonfler et à se fissurer.

Recherche d'un procédé aussi simple que possible pour le dosage de la fine poussière dans le ciment portland par lévigation ou par blutage. — Le Congrès prie par la Commission 30 de continuer son travail et de présenter des résultats au Congrès prochain.

Unification des conditions de réception du plâtre. — Le Congrès décide de reporter l'examen de la question au prochain Congrès.

Essais des pouzzolanes. — Renvoyé au Congrès prochain.

3. *Ciments dans l'eau de mer.* — Le Congrès demande la nomination d'une Commission :

a) Pour obtenir avant décembre 1910 des renseignements et suppléments nécessaires aux rapports présentés.

b) Pour résumer les résultats obtenus et les présenter au prochain Congrès.

c) Pour obtenir autant de renseignements que possible sur l'influence de l'eau de mer sur des constructions en ciment Portland qui existent depuis plus de 26 ans.

d) Pour faire des études sur les idées de M. Leduc. (M. Leduc avait proposé de fabriquer des ciments de composition chimique bien définie et de les exposer à des eaux de différentes compositions, afin d'étudier systématiquement l'action des constituants des ciments et des sels dissous dans les eaux.)

Méthode recommandée à Bruxelles pour les essais de ciments. — Le Congrès adopte la proposition de donner la rédaction suivante (changement à l'article 3). « Après la pâte obtenue on remplit immédiatement un anneau conique reposant sur une plaque de verre et ayant 7,5 cm. de diamètre à la base, 8,5 cm. de diamètre au sommet, 4 cm. de hauteur. On lisse la pâte en faisant glisser un couteau sur la face supérieure et en évitant tout tassement et toute trépidation. »

4. *Résistance des pierres aux intempéries.* — Le Congrès demande qu'on nomme une commission pour étudier l'influence de la composition du mortier et des pierres de construction sur la résistance aux intempéries de la maçonnerie.

La section C étudiait, sous la présidence de M. B. Münter, ancien capitaine de vaisseau danois, divers produits ne rentrant pas dans les deux autres sections. Sur les huiles, il n'y avait que le rapport officiel de M. Albrecht, qui présente les principes pour l'essai des huiles minérales, établis par l'Association allemande, qui contient comme épreuves essentielles la détermination de la transparence, du poids spécifique, de la consistance à la température ordinaire, le degré de fluidité, le point éclair, et l'analyse chimique.

L'essai mécanique du caoutchouc est étudié par MM. Camerman, Breuil, Memmler et Schob. M. Breuil décrit deux appareils permettant d'effectuer les différents essais et de mesurer l'élasticité et la dureté des corps souples, les essais permettent de bien caractériser la nature des caoutchoucs ; MM. Memmler

et Schob étudient l'essai de ténacité au moyen d'une éprouvette annulaire dont ils considèrent la forme comme parfaitement normale; de telles éprouvettes se préparent facilement et avec exactitude, mais surtout la fixation sur la machine est plus simple et l'exécution de l'essai est plus rigoureuse qu'avec l'éprouvette en barre.

Pour le bois, une seule communication de *M. W. Kendrick Hatt*, sur l'état actuel des essais des bois dans le service forestier aux États-Unis; ils portent soit sur les produits marchands ayant leurs dimensions réelles, soit sur de petits échantillons parfaits dont on détermine la résistance rapportée à la structure. Ces derniers sont surtout intéressants au point de vue botanique; les essais des deux natures sont fort développés, on connaît l'influence des différents facteurs sur les résultats, vitesse de l'essai, température, humidité; et les charges à employer en pratique pour les calculs suivant les espèces.

Enfin la section C avait également à son ordre du jour « l'étude des substances devant préserver de la rouille les constructions mécaniques ».

Comme introduction, *MM. Heyn et Bauer* rappelaient leurs études sur l'attaque du fer par l'eau et les solutions aqueuses, la comparaison se fait en déterminant la perte de poids de plaquettes de fer après une exposition de 22 jours dans les circonstances particulières; le principal agent est, avec l'eau à l'état liquide, l'oxygène; le gaz carbonique n'est pas nécessaire.

M. S. S. Voorhees présente le résumé des travaux américains sur les peintures protectrices malheureusement le temps n'a pas encore été suffisant pour permettre de bien caractériser les différences, cependant on peut prévoir que les recherches en cours pourront permettre d'éliminer certaines peintures nettement inférieures aux autres.

M. Camerman, d'après ses études, pense que la couleur la meilleure est formée de minium de fer en poudre impalpable délayé dans de l'huile de lin cuite avec une proportion de siccatif variable d'après la vitesse de dessiccation désirée, le minium de fer pouvant être remplacé par du graphite en poudre également impalpable.

Pour résumer les travaux de ces deux dernières sections, nous donnerons en terminant le texte des résolutions adoptées par le Congrès au sujet des essais des matériaux de construction et des bois.

DÉCISIONS DU CONGRÈS. — III. Divers.

Bois. — Le Congrès décide d'instituer une commission pour l'essai des bois. Elle se mettra en communication avec les Sociétés nationales existant déjà dans les divers pays. Cette commission examinera notamment la question de l'opportunité d'effectuer les essais des bois non seulement sur les petites pièces parfaitement dressées, mais aussi sur de grandes pièces contenant des défauts et des variations dans leur structure.

Substances devant préserver de la rouille les constructions métalliques. — Sur la proposition de M. le commandant Münter, le Congrès a trouvé qu'il est

fort désirable qu'une attention spéciale soit donnée à la question de prévenir de la corrosion les coques de navire en fer et en acier et elle charge le Comité directeur d'organiser l'étude de cette importante question.

Sur la proposition de M. de Camps, vu que la question de l'influence de la galvanisation sur la corrosion des fers n'a pas été étudiée dans les rapports sur la question XVII, le Congrès décide que la Commission n° 17 étendra ses travaux aux essais de la galvanisation et même de l'étamage.