

Objekttyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **93 (1967)**

Heft 2: **Revision des normes SIA, nos 161, 161, 162**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

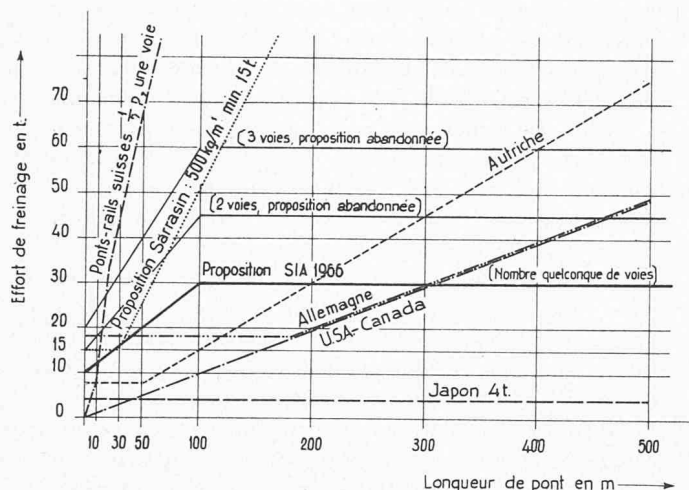


Fig. 7. — Efforts de freinage sur les ponts-routes admis dans différents pays.

(Pour deux voies de circulation dans le même sens).

Les résultats des essais sont assez bien enveloppés par un diagramme composé de deux droites répondant à l'équation

$$B = 10 + \frac{L}{5} \text{ avec un maximum de } 36 \text{ t,}$$

B étant l'effort exprimé en tonnes,

L la longueur du pont exprimée en mètres.

En ce qui concerne la forme de la fonction, on peut remarquer, en tout cas, que l'effort de freinage ne croît pas indéfiniment avec la longueur du pont ; il est limité par le fait que le nombre de véhicules freinant simultanément ne dépasse jamais quelques unités (six camions pour une vitesse initiale de 60 km/h dans les conditions de l'essai). Si le nombre de véhicules en état de freinage était plus grand, cela signifierait que

l'intensité de la décélération de chacun d'eux est plus faible, et l'effort total exercé par la colonne ne serait pas supérieur.

Considérant que les essais ont été exécutés dans des conditions très sévères, la commission propose de limiter la valeur maximum à 30 tonnes, qui dépasse déjà celle que l'on admet dans tous les autres pays pour des ponts de longueur inférieure à 200 m.

Si, dans certains pays comme l'Autriche, les normes prescrivent des valeurs de freinage supérieures pour les ponts de grande longueur, on a vu que cette hypothèse est trop pessimiste pour les grandes portées.

Au début de ses travaux, la commission avait envisagé de tenir compte du nombre de voies de circulation disponibles sur le pont dans un même sens, en multipliant l'effort par 1,5 dans le cas de deux voies et par 2 dans le cas de trois voies. Les courbes représentées dans la figure 7 pour les normes étrangères correspondent à deux voies de circulation dans le même sens ; même pour une seule voie, les valeurs proposées par le projet de nouvelles normes 160 dépassent déjà celles des autres pays pour les ponts de moins de 200 mètres.

Dans ces conditions, la commission a renoncé à majorer les efforts de freinage en fonction du nombre de voies. Elle l'a fait d'autant plus facilement que la probabilité est extrêmement faible de voir plusieurs colonnes parallèles d'une pareille densité de véhicules circuler simultanément sur un pont à une vitesse de l'ordre de 60 km/h. Il suffit que cette vitesse tombe à 30 ou 40 km/h pour qu'aussitôt les efforts diminuent notablement. Enfin, les efforts de freinage ne représentent de toute manière qu'une fraction de ceux qu'engendrent les autres cas de charge normaux.

Les essais de Thoune sont une première tentative de défrichage d'un terrain qui paraît n'avoir guère été exploré jusqu'ici. Ils n'ont pas la prétention de donner des résultats définitifs, mais une base objective meilleure que toute spéculation théorique.

Lausanne, octobre 1966.

LA REVISION PARTIELLE DE LA NORME 161 RELATIVE AUX CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES ¹

par CH. DUBAS, ing. civil dipl. EPF, Dr ès sc. techn.,
directeur général des Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A.

Introduction

L'augmentation extraordinaire de la population du globe, depuis la dernière guerre, a été rendue possible par le foudroyant développement industriel des pays les plus avancés, dont notre patrie fait heureusement partie. Il en est résulté une activité intense et parfois désordonnée dans tout le secteur hypersensible de la construction.

Un pareil développement de la construction s'est heurté très vite au problème de la main-d'œuvre, devenue rare et chère, d'où la nécessité de rationaliser, de

standardiser et d'automatiser autant que faire se peut. On peut donc parler d'une véritable industrialisation de l'art de bâtir, qui avait conservé très longtemps le chantier comme théâtre essentiel d'activité et était resté de ce fait assez artisanal. Il n'est dès lors pas étonnant, et tout le laissait prévoir, que la construction métallique, utilisant un matériau très évolué aux caractéristiques mécaniques élevées, et modèle de préfabrication

¹ Conférence donnée lors des journées d'études organisées par la SIA, Groupe professionnel des ingénieurs des ponts et charpentes, les 14 et 15 octobre 1966, à Zurich.

bien avant l'invention du terme, se soit développée très fortement, et parfois assez brusquement, dans toute l'Europe industrielle ou en voie d'industrialisation.

Si les constructions les plus simples passèrent dans bien des cas à de petits ateliers moins bien équipés, qui proliférèrent par la suite de manière assez extraordinaire et désordonnée, il faut bien reconnaître que les entreprises plus anciennes, habituées à travailler d'après les conceptions et les plans de leur propre bureau technique, ne saisirent pas toujours la portée de l'évolution en cours.

Ce que je viens de dire montre bien l'importance de la révision des normes de la *Société suisse des ingénieurs et des architectes* relatives à la construction métallique, commencée il y a près de dix ans, puisque la commission que j'ai l'honneur de présider a tenu sa première séance le mercredi 24 septembre 1958, à Berne. On comprendra aussi que la révision en cours doit être plus profonde et plus complète que ne l'avaient été celles qui ont abouti aux normes de 1935 et de 1956. Cela explique également pourquoi plusieurs années vont encore se passer avant d'atteindre le but prévu et pourquoi seule une révision partielle entre en ligne de compte pour un proche avenir.

Le but et l'esprit des normes

Une révision totale ne devrait évidemment pas se faire sans fixer l'esprit et le but des normes, étant entendu que le maître d'œuvre, le propriétaire d'un cabinet d'ingénieur et l'entrepreneur ou le constructeur n'auront pas nécessairement un point de vue identique¹.

Un maître de l'œuvre sérieux verra surtout dans les normes la garantie d'une qualité suffisante et, partant, d'une sécurité satisfaisante, quel que soit l'ingénieur choisi et le constructeur adjudicataire. Une administration y verra plus particulièrement un moyen d'exercer les pressions nécessaires pour obtenir le minimum indispensable sans être taxée d'arbitraire, et même la possibilité d'éliminer en toute impartialité un constructeur inexpérimenté, insuffisamment équipé ou inconscient. Un propriétaire de bureau d'ingénieur sérieux se sentira plus à l'aise vis-à-vis d'un confrère plus audacieux qui voudrait présenter un projet trop téméraire, basé sur des taux de travail trop élevés des matériaux. Enfin, le constructeur sérieux pensera surtout au chapitre des normes relatif à l'exécution, qui devrait le mettre à l'abri de concurrents inconscients ou peu scrupuleux, et de ce fait trop bon marché à la soumission, tout en lui permettant de se défendre sans trop de discussions vis-à-vis d'un maître d'œuvre vraiment timoré ou inutilement exigeant.

Ces points de vue ne sont certes pas erronés, bien qu'il ne faille pas trop se faire d'illusions, à moins d'un véritable recueil extrêmement précis et détaillé, contenant tout ce qui est admis et tout ce qui ne l'est pas.

Je crois, quant à moi, que le but essentiel des normes serait plutôt d'éviter de remettre en discussion, pour

chaque projet et pour chaque ouvrage, une somme de connaissances relatives aux charges et aux surcharges, aux propriétés des matériaux, aux contraintes admissibles et à la sécurité, ainsi qu'aux règles de bonne exécution. De ce point de vue, il faut être conscient que, dans certains cas, la barrière trop stricte des normes pourrait conduire à une solution moins bonne, au sens le plus large du terme, que celle à laquelle on aurait abouti sans tenir compte des normes.

Il s'agit là d'un aspect important de la question, qui milite déjà et à lui seul en faveur de normes très libérales, tout à l'opposé du livre de cuisine de bien des pays², soucieux de tout codifier et d'économiser ainsi une matière grise devenue si rare et si précieuse, quitte à obtenir des ouvrages moins poussés et moins rationnels. De ce point de vue, la Suisse qui, sans son industrie d'exportation, ne nourrirait guère qu'un tiers ou même un quart de sa population actuelle, a un intérêt vital à ce que le progrès technique ne soit freiné dans aucun domaine.

Je crois en outre que les ingénieurs se doivent de défendre l'idée de liberté, qui est le bien le plus précieux que nous possédons ici-bas. En technique comme ailleurs, l'emprise de la vie communautaire due à l'augmentation de la population devient en effet si forte que les professions dites libérales sont de plus en plus menacées dans leur essence même par les transformations profondes dues aux énormes concentrations industrielles et financières qui, si l'on n'y prend garde, écrasent l'individu au lieu d'être à son service.

Bien entendu le libéralisme, dont le principe devrait être énoncé en tête des normes, et cela de manière aussi uniforme que possible pour toutes les normes de la *Société suisse des ingénieurs et des architectes* a également des inconvénients. D'une part, il est impuissant vis-à-vis de tous ceux que la conscience et les scrupules n'embarrassent pas ; d'autre part, la responsabilité des auteurs de projets et des entrepreneurs ou constructeurs est beaucoup plus grande qu'avec une codification minutieuse et impérative. De ce point de vue, l'importance juridique des normes et la nécessité d'en tenir compte tout au long des travaux de révision ne pouvait échapper à la commission de révision que j'ai l'honneur de présider.

D'autre part, je l'ai dit au début de cet exposé, la charpente métallique n'est plus aujourd'hui l'apanage de quelques bureaux spécialisés et d'un nombre restreint d'entreprises expérimentées. C'est pourquoi, à l'instar de ce qui a été fait pour d'autres matériaux, il a été prévu dès l'origine de corriger en quelque sorte le libéralisme et, je dirai même, le laconisme des normes, limitées au strict minimum et axées sur des principes, grâce à une annexe plus volumineuse que le texte principal et contenant des commentaires, des explications et des recommandations. Ces commentaires, explica-

² Voici cependant ce que l'on peut lire dans le « Bulletin mensuel » de janvier 1966 du *Syndicat national français de la chaudronnerie, de la tôlerie et de la tuyauterie industrielle* (SNCTTI) :

« Le principe essentiel de la réglementation française des appareils à pression est celui de la liberté du constructeur associé à une lourde responsabilité. Pour respecter cette liberté et laisser entière la responsabilité qui incombe au constructeur, le Code SNCTTI ne peut être qu'une recommandation syndicale sans aucun caractère obligatoire ; mais plus que pour aucun autre code, il importe que ses recommandations soient motivées. La présentation du Code en un texte principal et ses commentaires répond à ce souci. »

¹ Voir aussi à ce sujet le très intéressant article de M. D. Sfintesco paru dans le numéro de décembre 1961 du « Bulletin technique » de la *Chambre syndicale des entrepreneurs de constructions métalliques de France*.

tions et recommandations présentent l'énorme avantage d'une adaptation plus aisée et plus rapide, en fonction des nécessités nouvelles et de l'évolution de la technique, sans branle-bas de procédure. En outre, du point de vue des révisions ultérieures, la composition de la commission avec le nom des membres, qui devrait figurer dans les nouvelles normes, permettra sans doute une meilleure compréhension du texte et partant, une plus grande facilité d'adaptation.

Une autre question de principe se pose à propos du but et de l'esprit des normes, celle de l'interpénétration technique et géographique. En effet, si la construction métallique ne peut ignorer ce que font les branches apparentées, la Suisse ne peut plus vivre isolée en ignorant ce que font les autres pays. Je ne parle naturellement pas à ce propos de la coordination indispensable entre les diverses commissions de la *Société suisse des ingénieurs et des architectes*, à laquelle il faudra certainement accorder une importance accrue à l'avenir, lors des travaux de révision.

En Suisse déjà, les maîtres d'œuvre, ingénieurs et constructeurs doivent faire appel, pour tout ce qui concerne les pylônes des lignes à haute tension, à l'« Ordonnance fédérale du 7 juillet 1933 sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations à courant fort ». Cette ordonnance diverge sur bien des points des normes actuelles n° 161 relatives aux constructions métalliques. Si le domaine d'activité du constructeur s'étend également à la chaudronnerie, ce qui est assez souvent le cas, il devra se référer bien des fois, comme le maître d'œuvre et son conseil, aux prescriptions de l'*Association suisse des propriétaires de chaudières à vapeur*, version originale du 1^{er} janvier 1932. S'il s'agit de citernes ou de tanks, on fera appel aux « Directives pour le stockage d'hydrocarbures » (1953) de l'*Office central suisse pour l'importation des carburants liquides* (CARBURA). En maintes occasions, on fera en outre appel, en construction métallique proprement dite, aux normes de la *Société suisse des constructeurs de machines* (VSM), notamment pour les soudures, la forme des éprouvettes et l'exécution des essais de matériaux, ainsi que pour l'acier moulé.

En ce qui concerne les normes étrangères, il est normal que les constructeurs suisses, dont le pays n'est pas un gros producteur de produits sidérurgiques, utilisent couramment celles qui se rapportent aux aciers. Il s'agit en premier lieu des normes allemandes DIN (deutsche Industrie-Normen) du *Deutscher Normen-Ausschuss* et notamment des DIN 17 100 (*Allgemeine Baustähle-Gütevorschriften*), qui sont les meilleures à ce jour pour la classification des aciers et servent de modèle aux Euronormes en préparation. Il faut en outre citer les cahiers 4A et 19 des normes DIN relatifs aux conditions de réception, tolérances et essais des aciers.

En ce qui concerne les normes autrichiennes ÖNORM du *Österreichischer Normenausschuss* ÖNA, on fait souvent appel aux prescriptions M 3052 pour l'essai de pliage Kommerell des tôles de forte épaisseur avec cordon longitudinal.

Quant aux normes de l'*Association française de normalisation* AFNOR, elles contiennent d'excellentes définitions et indications au sujet des caractéristiques mécaniques des aciers, du mode de prélèvement et de préparation des échantillons et des éprouvettes, ainsi

que pour les essais. Il en est de même des normes belges NBN de l'*Institut belge de normalisation*.

Si les prescriptions britanniques B.S. (British Standards) sont moins connues en Suisse, les prescriptions américaines ASTM (*American Society for Testing Materials*) le sont en revanche davantage.

Dans le domaine de la charpente métallique proprement dite ou dans les branches apparentées (récipients sous pression non soumis à l'action de la flamme, réservoirs à hydrocarbures, ponts roulants, vannes), les codes étrangers sont bien souvent consultés et utilisés en Suisse pour compléter ou préciser sur divers points les normes de notre pays³.

D'autre part, les constructeurs suisses se voient parfois imposer dans notre propre pays la réglementation des Etats-Unis d'Amérique, en particulier les règles de l'ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) pour la construction des récipients sous pression non soumis à l'action de la flamme (Rules for Construction of Unfired Pressure Vessels) et de l'API (*American Petroleum Institute*).

Sur le plan international, je citerai seulement les « Directives européennes pour l'utilisation des boulons à haute résistance en construction métallique », éditées par la *Convention européenne des associations de construction métallique*, les « Règles pour le calcul des appareils de levage », premier fascicule « Charpente » de la *Fédération européenne de la manutention* (FEM), ainsi que la « Collection de radiographies de référence de soudures » de l'*Institut international de la soudure* (IIS).

Parmi les documents importants dont il faut tenir compte lors de l'établissement de nouvelles prescriptions, je citerai notamment celui qui a été mis au point par l'*Union internationale des chemins de fer* (UIC) et qui est intitulé « Etablissement de spécifications internationales pour la commande et la réception des aciers laminés pour la construction de ponts métalliques ».

Je citerai également les règles établies par l'*Organisation internationale de standardisation* ISO, ainsi que les EURNORMES en préparation ou déjà publiées par la *Commission de coordination de la nomenclature des produits sidérurgiques dépendant de la haute autorité de la Communauté européenne du charbon et de l'acier* (CECA).

Enfin, il n'est guère possible de s'occuper de la question des tremblements de terre, même s'il ne s'agit que de fixer des contraintes admissibles par suite d'une charge statique dite équivalente, sans connaître la réglementation internationale existante, dont l'essentiel fait l'objet d'une compilation de l'*Association internationale du génie sismique* (International Association for Earthquake Engineering), parue à Tokyo en 1963.

Par ces quelques citations, je crois avoir montré la complexité croissante du problème de la réglementation sur le plan national et sur le plan international. Certes, c'est en vain que l'on chercherait à faire une synthèse des principales réglementations existantes, dont l'esprit

³ Malgré tout, c'est avec stupéfaction que j'ai reçu tout récemment une note de calcul munie du timbre d'un « Landesprüfamt für Baustatik » d'une grande ville industrielle allemande, alors qu'il s'agissait d'une charpente en bois exécutée en Suisse pour une maison familiale de Suisse romande, d'après un brevet allemand il est vrai !

Peut-être s'agit-il d'ailleurs tout simplement d'une précaution, à vrai dire fort compréhensible, du donneur de licence vis-à-vis de son licencié ?

et la lettre divergent encore trop fortement. Cependant, il serait tout aussi stupide de ne pas chercher à incorporer avec le moins de changements possibles toutes les prescriptions qui sont couramment utilisées chez nous ou qui sont facilement utilisables, sans chercher à faire à tout prix du nouveau partout, en notre époque d'interdépendance géographique et technique.

La révision du chapitre des normes de construction métallique relatif aux matériaux

Le problème du choix des qualités et des nuances des aciers a été traité ici même, il y a trois ans déjà. Je n'y reviendrai donc pas⁴.

En ce qui concerne la commande des aciers aux laminoirs et leurs caractéristiques, je tiens à préciser ce qui suit. En premier lieu, il faut dire que les nouveaux articles et leurs commentaires y relatifs seront beaucoup plus complets et détaillés qu'actuellement, notamment en ce qui concerne le nombre de prélèvements, la manière de prélever et d'exécuter les essais, etc. Il ne sera donc plus nécessaire de chercher hors des normes des précisions à ce sujet. En fait, l'ancienne version, assez générale et incomplète, était plutôt destinée au contrôle a posteriori par un laboratoire d'essai, officiel ou non, de notre pays, qu'à la commande et à la réception aux laminoirs. Vous voudrez bien remarquer à ce sujet que la réglementation des pays étrangers en matière de charpente métallique ne contient pratiquement rien en ce qui concerne la qualité des aciers et se contente de renvoyer aux normes valables pour les produits sidérurgiques en général. Je mets cependant à part les « Vorläufige Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen » du *Deutscher Ausschuss für Stahlbau*.

En second lieu, il faut remarquer que les laminoirs, fortement équipés et hautement organisés pour la production de masse, ne peuvent travailler que d'après des spécifications précises et détaillées. Une question formelle et d'importance secondaire entraîne dès lors parfois un supplément de prix appréciable et inutile, sans amélioration réelle de la qualité et sans augmentation effective de la sécurité de la construction dont l'acier fera partie. Il faut donc laisser au constructeur une certaine latitude lui permettant de passer commande d'après la réglementation nationale ou internationale à laquelle les laminoirs sont habitués ; en effet, tout ce qui touche à la composition, à l'élaboration et au traitement thermique est bien connu de ces derniers, de même que les extra (de prix) justifiés ou non en découlant. Ce faisant, il n'est plus nécessaire que le maître de l'œuvre et l'ingénieur se plongent dans le labyrinthe des prescriptions des divers pays à forte production sidérurgique auxquels la construction suisse devra nécessairement s'adresser. En outre, les changements en ce qui concerne les prescriptions nationales et l'apparition de prescriptions internationales n'entraîneraient pas nécessairement de révision de nos propres normes suisses. De cette manière, il est possible de concilier ce qui, à première vue, paraît inconciliable.

En ce qui concerne les soudures, dont les propriétés et leur contrôle font partie du chapitre matériaux

comme jusqu'ici, une seule catégorie est dorénavant prévue quant à la qualité. Cela ne signifie d'ailleurs nullement que les exigences en matière de contrôle soient les mêmes dans tous les cas, notamment en ce qui concerne les radiographies et les ultrasons. J'ajouterais à ce sujet qu'il faut combattre vigoureusement la tendance actuelle au contrôle intégral, coûteux et inintelligent, sans la moindre petite porosité d'aucune importance pour la sécurité d'un ouvrage. De pareilles exigences, totalement injustifiables, obligent d'ailleurs parfois le constructeur à utiliser une électrode donnant une moins bonne résistance à la rupture fragile ! A ce sujet, je m'empresse d'ajouter qu'il ne faut pas non plus exiger des résiliences inutilement élevées en pensant obtenir de la sorte une plus grande sécurité, alors que, de toute vraisemblance, il n'existe pas de relation quantitative entre la valeur de la résilience obtenue sur éprouvette et le bon comportement de l'ouvrage réel. De plus, en matière de contrôle, il est inutile et coûteux d'augmenter sans discernement les exigences et de multiplier les essais. C'est une question de bon sens et d'expérience, compte tenu de l'importance de l'ouvrage.

Pour en finir avec le chapitre des matériaux, je dirai que la révision de ce chapitre, fortement retardée par suite de l'évolution attendue, mais lente, des réglementations nationales et internationales, peut être considérée comme terminée, à quelques compléments et commentaires près. Je mets cependant à part la question du contrôle lors de l'exécution, notamment en ce qui concerne la radiographie et les ultrasons, à cheval sur le chapitre matériaux et sur le chapitre exécution. Compte tenu des commentaires, explications et recommandations en annexe, la nouvelle version du chapitre des matériaux représente un progrès considérable et indispensable, étant donné le développement de la construction métallique dont j'ai parlé au début de cet exposé.

La révision du chapitre des normes de construction métallique relatif au calcul

Il s'est avéré d'emblée que la révision totale de ce chapitre était nécessaire, d'où un travail long et difficile, compte tenu de l'évolution technique, des révisions en cours dans les divers pays et des réglementations ou recommandations supranationales en préparation.

Nos efforts se sont dès lors concentrés sur les sujets les plus urgents, notamment sur celui des contraintes admissibles dans l'acier dit à haute résistance, de 52 à 62 kg/mm² de résistance sur éprouvette à la rupture statique, d'un usage courant aujourd'hui. Il en est résulté une proposition qui concorde avec les recommandations faites à ce sujet dans le numéro de septembre 1965 du « Bulletin de la Chambre suisse de la construction métallique »⁵. Le problème non encore résolu concerne le flambage excentrique. L'idée étant de se contenter d'une révision partielle sans revoir le principe de la droite de Tetmayer dans le domaine du flambage plastique, il s'agit en fait de trouver un faisceau de droites ne divergeant pas trop de la réalité. Une solution satisfaisante n'est pas encore en vue.

⁴ Voir la *Schweizerische Bauzeitung* du 20 août 1964 : « Choix des qualités et des nuances des aciers — Die Wahl der Stahlqualitäten und Stahlgüten ».

⁵ « La révision des normes suisses concernant les constructions métalliques et le problème des aciers à haute résistance. »

Un problème beaucoup plus grave est celui de la fatigue dans les ponts-routes, puisque, pour les ponts-rails, on se contentera de reprendre les recommandations de l'Union internationale des chemins de fer ou même d'y renvoyer en attendant la fin des travaux de revision. Si la commission que j'ai l'honneur de présider n'a pas pour mission de s'occuper des charges et des surcharges, elle ne peut cependant ignorer que les surcharges des normes révisées de la Société suisse des ingénieurs et des architectes sont, pour les ponts-routes de grande portée, beaucoup plus élevées que dans les pays voisins. De toute manière les surcharges prévues ne peuvent se produire avec une fréquence engendrant de la fatigue dans les poutres maîtresses des grands ouvrages. Une des solutions possibles, qui me paraît logique et qui sera examinée prochainement, consiste à ne considérer que des bandes de circulation chargées, de 30 m ou 40 m de longueur au plus, en fatigue. Cette solution est cependant un peu compliquée pour le calcul pratique. En outre, la chute de résistance de la courbe théorique de Wöhler en fonction de la sollicitation maximum et de la sollicitation minimum seulement serait trop importante. Cela reviendrait à ne tenir compte que de la fréquence des convois, sans égard pour la charge effective probable des différents convois appelés à circuler, plus faible que le maximum autorisé. Ainsi, il faudra très certainement réexaminer tout le problème des surcharges des ponts-routes avec la commission compétente⁶, car la sécurité d'un ouvrage est nécessairement une notion probabiliste, formée de différents facteurs impossibles à séparer sans arbitraire.

Ultérieurement, il faudra aussi revoir toute la question de l'importance donnée à l'endurance dans les normes actuelles, sous l'impulsion du professeur Roš. Ce dernier était d'ailleurs bien conscient, et il l'a dit en tête d'un article publié en 1948 sous le titre « La fatigue des soudures », qu'il s'agissait surtout par ce moyen un peu sévère de se prononcer en ce qui concerne la qualité des soudures et les solutions dites constructives. Il en est certainement résulté, pour une bonne part, les améliorations importantes enregistrées jusqu'il y a une vingtaine d'années. Aujourd'hui on s'oriente avant tout du côté de la résistance à la fragilité, mais on aboutit néanmoins à des solutions identiques à celles de l'endurance, car la sensibilité aux entailles est grande dans les deux cas.

Le problème de la fatigue et celui de la résilience sont en plus intimement liés à la notion de contrainte dite de comparaison⁷, à qui nos normes actuelles de charpente métallique attribuent une importance décisive qu'il s'agira d'examiner à fond. La question est particulièrement ardue en ce qui concerne les soudures. Pour la revision partielle, il sera difficile de trouver une solution d'attente à peu près satisfaisante.

Au sujet de la sécurité des ouvrages, la plupart d'entre vous savent que le problème est aujourd'hui remis partout en discussion. Si le Comité européen du béton (CEB) a procédé à une vaste enquête au sujet des réglementations nationales et des taux de travail, et s'il vient d'édicter des « Recommandations pratiques unifiées pour le calcul et l'exécution des ouvrages en

béton armé (en vue d'un règlement international de béton armé) », la *Convention européenne des associations de construction métallique*, déjà citée, vient d'approuver de son côté un document établi par sa commission « Normes et règlements techniques ». Ce document est intitulé avec beaucoup de prudence « Recommandations préliminaires pour la conception et le dimensionnement en sécurité des charpentes métalliques » ; il supprime la notion usuelle de contraintes admissibles ou de taux de travail et ramène tout à la limite élastique, grâce à des coefficients de pondération et de majoration, qui tiennent compte de la probabilité des différentes charges et du danger de ruine en découlant. Du point de vue psychologique et pédagogique, surtout, la question est très discutable, notamment en ce qui concerne le flambage et l'importance décisive donnée à la limite élastique. Je ne sais dès lors pas, aujourd'hui, quelle influence le document cité exercera jusqu'à la fin des travaux, mais je pense qu'il en exercera une.

Les nouvelles normes de charge de la *Société suisse des ingénieurs et des architectes* contiennent des articles au sujet des collisions de véhicules contre les piles et poteaux supportant les ponts, ainsi qu'au sujet des tremblements de terre. Dans le cas de la collision, il est prévu une certaine charge statique supposée équivalente, pour laquelle il faudra fixer une contrainte admissible. On pensera tout naturellement à la limite élastique, étant entendu qu'en réalité la charge dite équivalente dépend de la construction qui reçoit le choc.

Le cas des tremblements de terre est beaucoup plus important et beaucoup plus lourd de conséquences, notamment sur le plan financier, puisqu'il englobe la totalité des bâtiments et des ouvrages d'art. Là encore, il n'y a pas en fait de charge statique équivalente qui soit indépendante de la construction considérée. A supposer que les articles concernant les charges dites sismiques soient adoptés prochainement, je ne sais personnellement pas très bien quel taux de travail proposer pour la construction métallique. Vu l'arbitraire de ces charges, il n'y a pas plus, ni moins de raison, de s'en tenir à la limite élastique que de la dépasser pour aller à la limite de rupture ou même beaucoup plus loin. En réalité, il existe bien une charge dite équivalente, mais cette charge dépend du niveau considéré sur l'ouvrage et de l'instant considéré durant le séisme⁸. En plus, et comme pour le choc dû à une collision, la charge équivalente dépend évidemment des caractéristiques de la construction, c'est-à-dire du comportement de l'ouvrage ou de sa réponse. Les normes des pays les plus évolués essaient d'en tenir compte au moyen de coefficients de trois sortes, dépendant de l'intensité des secousses, du sol de fondation et des fondations, ainsi que de la période propre de l'ouvrage en train de vibrer.

Certes, la prise en considération d'un effort horizontal assez important donnera automatiquement à un bâtiment et à un ouvrage une certaine rigidité ou plutôt une certaine résistance bienvenue en cas de séisme, au sens le plus large du terme. Cependant, comment tenir compte dans le calcul d'un matériau hétérogène et sans résistance appréciable à la traction ? Comme l'expé-

⁶ Chose faite quand paraîtra cet exposé.

⁷ En France, on parle plutôt d'une contrainte équivalente.

⁸ « Les tremblements de terre et leurs effets sur les ouvrages », Conférence donnée lors des journées d'études organisées par la SIA, groupe professionnel des ingénieurs des ponts et charpentes, les 15 et 16 octobre 1965. Texte à paraître dans la *Schweizerische Bauzeitung*.

rience le montre, même une paroi très rigide en un tel matériau aura tendance à se fissurer et à se disloquer probablement par suite des secousses verticales qui annulent l'effet du poids. En outre, un bâtiment dans son ensemble est sensible à l'effet d'entaille, et c'est pourquoi la réglementation française⁹ en préparation parle de la résilience d'un bâtiment, comme s'il s'agissait d'une éprouvette. Pouvons-nous dès lors nous lancer en toute conscience et sans plus attendre dans une direction qui risque d'entraîner des frais considérables dans bien des cas, sans une sécurité parasismique correspondante ou qui, au contraire, fasse croire à une sécurité parasismique suffisante de matériaux et de modes de construction n'en possédant pas ?

J'ajouterai encore que la plupart des réglementations parasismiques nationales sont très sévères vis-à-vis des matériaux sans résistance appréciable à la traction, notamment de la brique, et qu'elles édictent en conséquence toute une série de défenses dont le libéralisme de nos normes s'accommoderait fort mal. Comment serait-il possible de se tirer d'affaire autrement, tant que la science nouvelle du génie sismique n'en est qu'à ses premiers balbutiements, au moins sur le plan de la théorie pure ? En tant que membre de la Commission asismique de la *Convention européenne des associations de construction métallique*, je tiens à dire enfin que l'étude des diverses réglementations nationales, entreprise depuis deux ans, montre bien les difficultés d'une codification satisfaisante. Le sujet, qui sera notamment traité en 1968 au congrès de New York de l'*Association internationale des ponts et charpentes*, donnera sans doute lieu à d'âpres controverses et à des prises de position diamétralement opposées. Dans cette matière toute

⁹ « Règles relatives aux constructions à édifier dans les régions sujettes à séismes (Règles P.S. 62) — Projet définitif. Commission métropolitaine, avril 1963 — Mod. juillet 1963. »

nouvelle pour nous, nous avons certainement en Suisse un gros retard à rattraper et toute raison de nous montrer prudents et circonspects. De toute manière, un chapitre sur la sécurité parasismique qui ne ferait pas ressortir l'arbitraire du calcul actuel, l'importance des règles de l'art habituelles, la nécessité de bonnes dispositions constructives et d'excellentes liaisons, serait un leurre auquel il n'est pas permis de souscrire¹⁰.

La révision du chapitre des normes de construction métallique relatif à l'exécution

Un projet existe déjà, mais il faut maintenant fixer certaines prescriptions de base, en même temps que l'esprit et l'étendue des nouvelles prescriptions. Compte tenu de la prolifération des entreprises de charpente métallique et de la nécessité d'éviter des accidents préjudiciables à l'avenir de la branche, on serait en effet tenté de quitter sans y penser le terrain du libéralisme pour aboutir un jour au livre de cuisine non moins dangereux pour le même avenir.

Conclusions

Mon exposé avait pour but de vous montrer l'ampleur du travail entrepris depuis bientôt dix ans et de vous faire part des résultats déjà acquis, notamment en ce qui concerne le chapitre des matériaux et celui des contraintes admissibles dont vous parleront les deux orateurs qui me suivront. S'il reste beaucoup à faire, je puis aussi vous dire que ce travail long et difficile est du plus haut intérêt pour tous ceux qui s'en occupent.

Vevey, le 12 octobre 1966.

¹⁰ Remaniement en cours quand paraîtra cet exposé.

LA NOUVELLE DÉFINITION DES ACIERS DE CONSTRUCTION ET LEUR APPLICATION

par M. COSANDEY, professeur à l'EPUL

La commission SIA chargée de l'étude de la révision des normes n° 161 comprend trois sous-commissions de travail s'occupant chacune de l'un des thèmes suivants : les matériaux, le calcul, l'exécution.

Les renseignements qui suivent découlent des travaux de la sous-commission matériaux, dont la composition est la suivante : M. *Cosandey*, président, professeur EPUL, Lausanne ; L. *Marguerat*, chef de section à la Direction générale des CFF, Berne ; Ch. *Dubas*, directeur général ACMV, Vevey ; R. *Schlaginhausen*, directeur Gebr. Tuchschild, Frauenfeld ; J. *Paschoud*, professeur EPUL, directeur du Laboratoire d'essai des matériaux de l'EPUL, Lausanne ; R. *Steiner*, chef de section au LFEM, à Dübendorf.

La Suisse n'a jamais été un véritable pays producteur d'acier. Ce fait a eu des conséquences diverses ; citons-en deux :

L'obligation d'économiser le matériau a conduit très tôt l'industrie suisse de la construction métallique à adopter la soudure comme moyen d'assemblage. Il s'agit d'une conséquence heureuse.

L'utilisateur a toujours été à la merci du fournisseur étranger. Dans l'impossibilité de pouvoir imposer sa volonté, il n'a pas insisté outre mesure au sujet de l'établissement de normes suisses rationnelles, contraint qu'il était de suivre celles des pays producteurs. C'est une conséquence malheureuse qui a été cependant atténuée par le fait que les métallurgistes eux-mêmes étaient