Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 67 (1941)
Heft: 6

Artikel: La corrosion des métaux légers et leur protection
Autor: Meyer, R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-51322

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

67e année — 22 mars 1941 — N° 6

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 13.50 francs
Etranger : 16 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 11 francs
Etranger : 13.50 francs
Prix du numéro : 75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & Cie, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. Neeser, ingénieur, à Genève ; Vice-président : M. Imer, à Genève ; secrétaire : J. Calame, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg :* MM. L. Hertling, architecte ; A. Rossier, ingénieur ; *Vaud :* MM. F. Chenaux, ingénieur ; E. Elskes, ingénieur ; Epitaux, architecte ; E. Jost, architecte ; A. Paris, ingénieur ; Ch. Thévenaz, architecte ; *Genève :* MM. L. Archinard, ingénieur ; E. Odier, architecte ; Ch. Weibel, architecte ; *Neuchâtel :* MM. J. Béguin, architecte ; R. Guye, ingénieur ; A. Méan, ingénieur ; *Valais :* M. J. Dubuis, ingénieur ; A. de Kalbermatten, architecte.

Rédaction : D. Bonnard, ingénieur, Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Publicité :
TARIF DES ANNONCES
Le millimètre (larg. 47 mm.) 20 cts.
Tarif spécial pour fractions de pages.
Rabais pour annonces répétées.

ANNONCES-SUISSES S.A.
5, Rue Centrale,
LAUSANNE
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. Stucky, ingénieur, président ; M. Bridel ; G. Epitaux, architecte ; M. Imer.

SOMMAIRE : *La corrosion des métaux légers et leur protection*, par R. Meyer, ingénieur, à Lausanne. — *Projet d'un pont de bois*, par Louis de Dardel, ingénieur diplômé, à Saint-Blaise. — *Société suisse des ingénieurs et des architectes : Procès-verbal de l'Assemblée des délégués* (suite). — *Société vaudoise des ingénieurs et des architectes : Assemblée générale annuelle.* — Bibliographie. Communiqué — Service de placement.

La corrosion des métaux légers et leur protection.[1]

par R. MEYER, ingénieur, à Lausanne.

A. La corrosion des métaux légers.

Les phénomènes qui provoquent la détérioration et parfois la destruction des métaux et des alliages légers ne diffèrent pas, dans leur nature, des phénomènes de corrosion observés sur les métaux lourds, et dont le plus connu est *la rouille*. En milieu sec, leur mécanisme se réduit à une simple réaction chimique d'oxydation. Par contre, en milieu humide, la réaction, plus compliquée est de nature électrochimique.

Action de l'air sec.

Les métaux légers (l'aluminium et le magnésium) ont pour l'oxygène une affinité extrême, comparable à celle des combustibles minéraux [2]. Malgré cela, ils se comportent comme s'ils n'étaient pas ou presque pas, attaqués par l'oxygène : leur surface reste longtemps brillante, et si elle se ternit quelquefois, à la longue, ce phénomène n'est accompagné d'aucune destruction dangereuse.

En fait, la surface des métaux légers ne peut être exposée à l'air sans s'oxyder immédiatement. L'oxyde formé adhère au métal, créant une pellicule invisible, plus ou moins continue, d'une épaisseur de l'ordre du millième de millimètre. Le métal proprement dit se trouve isolé de l'atmosphère et la réaction d'oxydation ne peut se poursuivre.

Les oxydes d'aluminium et de magnésium, très réfractaires, ont un point de fusion beaucoup plus élevé que le métal. Il en résulte qu'une pellicule d'oxyde se forme aussi sur le métal liquide. Le fondeur assiste à cette formation, au moment de la coulée, quand le jet de métal se précipite hors du creuset : la surface nouvellement créée se recouvre d'une gaine souple d'oxyde, attachée au bec du creuset, et à l'intérieur de laquelle s'écoule le métal en fusion. Au moment où ils prennent naissance, les lingots et les pièces fondues sont déjà recouverts d'une peau qui isole leur métal du milieu ambiant.

A l'usinage, de nouvelles surfaces sont mises à nu par l'outil. Ces surfaces, elles aussi, se recouvrent très rapidement d'une légère couche d'oxyde dont l'épaisseur s'accroît avec le temps.

Dans le cas de l'aluminium, cette couche est tout particulièrement continue, transparente et incolore, gardant longtemps au métal son éclat primitif. Elle a de plus une bonne adhérence et une très grande dureté. Enfin, elle constitue un excellent isolant électrique.

La pellicule qui recouvre le magnésium est également incolore, mais à la longue, cependant, elle se ternit, et au bout de quelques années, la surface du métal peut paraître tout à fait noire. Il convient de noter ici une

[1] Conférence faite à Lausanne, à l'occasion des manifestations relatives à la *corrosion* des métaux, le 14 septembre 1940.

[2] 1 kg. d'aluminium libère, par oxydation, 7 300 cal. (autant qu'une houille de qualité moyenne).
1 kg. de magnésium libère 6 000 cal. (bon lignite).
1 dm³ de magnésium libère 10 500 cal. (essence d'aviation).
1 dm³ d'aluminium libère 21 000 cal. (2 fois l'essence d'aviation).

propriété peu connue de l'oxyde de magnésium qui, à l'état compact, occupe un volume inférieur à celui du métal dont il est issu : le métal se « rétrécit » en s'oxydant. Il en résulte que la pellicule d'oxyde ne peut être tout à fait continue, mais doit nécessairement présenter des craquelures [1].

L'oxydation à l'air sec des *alliages* légers se produit d'une manière analogue à celle des *métaux purs*, les différents constituants, dont les cristaux agglomérés forment l'alliage, se recouvrant séparément d'oxydes correspondant à leur composition.

Action de l'humidité.

La vapeur d'eau normalement contenue dans l'atmosphère ne modifie pratiquement pas les phénomènes exposés ci-dessus. Il n'en est plus de même lorsque cette vapeur d'eau se condense à la surface du métal, ou lorsqu'elle y est absorbée par des matières hygroscopiques (traces de sels, mauvais vernis).

Dans ce cas, et d'une manière plus générale, dans tous les cas où la surface du métal est en contact avec une solution aqueuse conductrice (électrolyte), l'oxydation n'est plus de nature purement chimique, mais devient électrochimique et ses effets peuvent revêtir une certaine gravité.

Les alliages légers non homogénéisés par traitement thermique (tous ne peuvent pas l'être) composés de plusieurs constituants, sont les plus exposés à la corrosion électrochimique.

Les piles locales formées au contact de deux cristaux de composition différente donnent naissance à des forces électromotrices pouvant atteindre plusieurs centaines de millivolts. Or, ces piles sont en court-circuit. Ce régime, qui s'établit avec un courant très intense, provoque la destruction rapide du cristal « négatif ».

Un certain nombre d'alliages légers et ultra-légers peuvent être rendus *homogènes* par *traitement thermique* : les éléments d'addition entrent alors en *solution solide* dans le métal de base (fig. 1 et 2). Ces alliages se comportent comme les métaux purs : tous les cristaux ayant la même composition, la force électromotrice des piles devrait être nulle. En réalité, il subsiste de faibles différences de potentiel, dues à des causes secondaires : différence d'orientation des cristaux, différence de concentration ou d'aération de l'électrolyte, degré de poli des surfaces, etc. Dans tous les cas, la corrosion est réduite.

Si la teneur *en impuretés* de ces alliages dépasse une limite très basse, l'homogénéité parfaite ne peut pas être réalisée. Il se forme alors des piles locales dont l'impureté forme le pôle positif et qui sont d'autant plus dangereuses que c'est le pôle négatif (donc le métal léger) qui est détruit

[1] Le métal n'étant pas protégé dans les craquelures, l'oxydation s'y poursuit, multipliant ces craquelures, tandis que la surface apparemment lisse du début se subdivise à l'infini. C'est probablement cette subdivision de la surface qui, par un phénomène optique bien connu, donne au métal sa coloration noire.

Le fer et le silicium sont les principales impuretés de l'aluminium et du magnésium. Le silicium peut souvent être mis en solution solide, lorsque la présence d'autres éléments ne s'y oppose pas. Quant au fer, il est si peu soluble que pratiquement, il en reste toujours dans le métal de pureté commerciale.

On a mis sur le marché depuis quelques années — et on l'utilise pour la fabrication d'alliages résistants à la corrosion — de l'aluminium raffiné d'une très grande pureté. Alors que le métal commun du commerce titre environ 99,5 %, l'aluminium raffiné titre 99,995 %, c'est-à-dire qu'il contient 100 fois moins d'impuretés. Ce métal résiste d'une manière étonnante aux solutions neutres et acides. Même l'acide chlorhydrique ne l'attaque qu'avec une lenteur extrême. Par contre, il est sensible à l'action des solutions alcalines.

Alors que l'élimination des impuretés de l'aluminium augmente considérablement sa résistance aux attaques, la même opération n'améliore pas au même degré la résistance chimique du magnésium. Ce métal et les alliages ultra-légers sont attaqués par la plupart des *solutions neutres et acides*. Cependant, les solutions *d'acide fluorhydrique* et de fluorures n'ont aucune action sur lui. Cela provient de la formation, à la surface du métal, d'un film de fluorure de magnésium insoluble et plus étanche que le film d'oxyde.

Les solutions alcalines n'attaquent pratiquement pas le magnésium. Il en est de même de l'eau distillée ne contenant pas de gaz en solution.

B. Les méthodes de protection des alliages légers et ultra-légers.

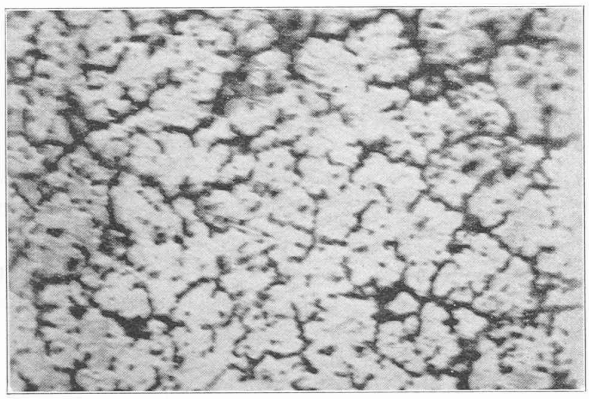
Après avoir examiné quels étaient les effets de la corrosion des métaux légers, nous avons montré que si quelques-uns d'entre eux perdaient leur éclat dans l'atmosphère, aucune destruction dangereuse ne se produisait grâce au film d'oxyde qui recouvre ces métaux

Nous avons ensuite analysé rapidement les phénomènes de corrosion dans les solutions aqueuses. Les remarques que nous avons faites à ce propos s'appliquent également en cas d'attaque par des matières hygroscopiques ou des gaz en présence d'humidité.

Nous sommes arrivés à la conclusion que les métaux présentant des hétérogénéités étaient les plus sérieusement attaqués. Nous avons mis en relief l'influence de certaines impuretés et surtout du fer, qui joue un rôle également néfaste dans les métaux légers et ultra-légers.

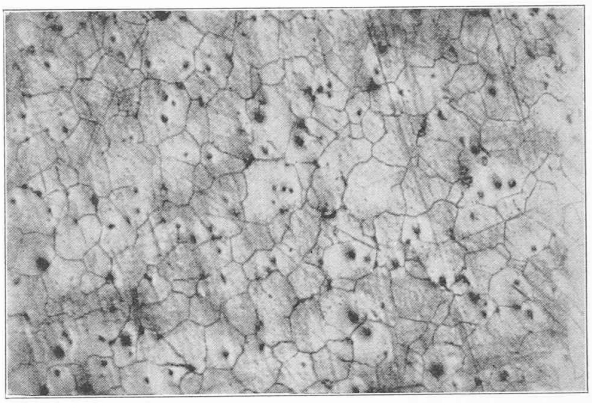
Des phénomènes de corrosion ne se produiront en réalité que si les conditions nécessaires sont remplies. Il est clair que ces cas seront l'exception, car le constructeur choisira toujours l'alliage offrant la plus grande résistance à la corrosion dans les conditions envisagées. Il y a plus : il dispose d'une série de méthodes de protection, plus ou moins efficaces, plus ou moins coûteuses, dont il saura faire usage.

Fig. 1 et 2. — *Effet du traitement thermique d'homogénéisation sur des alliages magnésium-aluminium-manganèse.*
Grossissement linéaire : 80 fois.



Métal non traité.
(Brut de fonderie.)

Les plages blanches sont des cristaux mixtes riches en magnésium. Les plages noires sont de l'eutectique formé d'une combinaison Mg^3Al^2, dans laquelle sont noyés de minuscules cristaux de solution solide (invisibles dans l'image). Le constituant Mg^3Al^2 étant plus électropositif que la solution solide, c'est cette dernière qui est détruite en présence d'humidité.



Métal traité.

Les cristaux mixtes, riches en magnésium, ont absorbé l'eutectique. Il n'existe plus de cristaux de combinaison Mg^3Al^2. Tous les cristaux ont le même potentiel électrochimique.

Les petits points noirs (qui se trouvent aussi dans le métal non traité) sont des cristaux de combinaison magnésium-manganèse. Les piles qu'ils forment avec la solution solide sont neutralisées par l'oxyde de manganèse.

Propreté des installations.

La première mesure de protection contre la corrosion des métaux légers réside dans une propreté absolue de tous les locaux où l'on travaille ces métaux. Il ne suffit pas de partir de minerais contenant un minimum d'impuretés. Il faut que dans toutes les opérations métallurgiques on prenne le maximum de précautions pour éviter l'introduction de matières contenant, en combinaison, des métaux étrangers.

Le fondeur doit séparer complètement la fonderie des métaux légers de celle du fer ou du bronze, veiller qu'aux masselottes et aux têtes de coulée qu'il doit refondre n'adhèrent pas de matières étrangères.

Dans la tréfilerie, dans la forge, on nettoyera avec le plus grand soin les matrices et les poinçons des presses, les cylindres des laminoirs, chaque fois qu'ils ont été utilisés pour des métaux plus électropositifs.

Dans les ateliers qui usinent les métaux légers, on veillera à éloigner toute trace de métaux étrangers. Des tournures, des paillettes de rouille, peuvent s'incruster dans les déchets de tôles, de barres, et retourner à la fonderie avec eux.

Toutes ces précautions ne coûtent pas grand'chose : il vaut la peine d'y habituer le personnel.

Eléments d'addition.

On a cherché à combattre la corrosion par l'addition d'éléments capables de neutraliser les impuretés dangereuses en se combinant avec elles. Dans ce domaine, on peut citer l'introduction de manganèse dans les alliages légers et ultra-légers devant résister aux solutions de chlorures et en particulier à l'eau de mer. L'effet de cet élément est double : d'une part, il se combine avec le fer contenu dans les alliages et peut, dans certaines conditions, être éliminé par différence de densité ; d'autre part, son oxyde se combine avec l'oxyde de magnésium et forme, dans les solutions de chlorures, une pellicule remarquablement résistante.

L'introduction de faibles quantités de glucinium dans les alliages de magnésium-aluminium, riches en magnésium, améliore considérablement la résistance à l'oxydation du métal en fusion. D'autres additions, le titane, le zirconium, l'argent, agissent indirectement en provoquant la formation d'un grain fin qui facilite le traitement thermique *de mise en solution solide* de certaines impuretés.

Neutralisation du milieu corrosif.

Il y a lieu de citer ici un procédé de protection par lequel on cherche à neutraliser le milieu corrosif.

L'une des applications de ce procédé consiste à introduire dans les solutions de soude qui attaquent l'aluminium un peu de silicate de soude, qui, par un mécanisme mal connu, empêche presque complètement la corrosion.

Une méthode semblable (appliquée aussi dans les tuyauteries en fer) consiste à ajouter de faibles quantités de chromates ou de bichromates alcalins à l'eau de réfrigération en contact avec certains alliages de magnésium.

Revêtements.

Le seul moyen qui puisse donner une protection parfaite contre la corrosion est celui des revêtements.

Les revêtements utilisés pour la protection des métaux

légers et ultra-légers peuvent se classer en trois groupes.

Un premier groupe comprend tous les revêtements obtenus par traitement chimique ou électrolytique, un deuxième comprend les vernis et les peintures. Enfin un troisième groupe est constitué par les revêtements métalliques.

Revêtements chimiques. La propriété des chromates et bichromates alcalins de former sur la plupart des métaux une couche protectrice est utilisée dans les alliages légers et dans les alliages ultra-légers pour les protéger contre l'humidité. Ils agissent par formation d'oxyde de chrome et d'aluminium, respectivement de chrome et de magnésium.

Le plus connu de ces procédés est le procédé M. B. V. utilisé pour la protection des alliages d'aluminium. On plonge les objets pendant cinq à dix minutes dans un bain bouillant, constitué par une solution de chromate de sodium additionnée de soude calcinée. Ce traitement donne au métal une teinte grisâtre.

Pour la protection des alliages de magnésium, on emploie une variété de bains à base de chromates et de bichromates alcalins, additionnés d'autres sels et d'acides. Certains bains sont employés à froid, d'autres à chaud. Ils donnent au métal une teinte pouvant varier du jaune au brun et au noir, suivant la composition du bain, la température et la durée de l'immersion.

Il existe une quantité de bains d'autre composition destinés soit à teinter en diverses couleurs les pièces d'alliages ultra-légers, soit à leur conférer une meilleure résistance chimique.

Quelques-uns de ces traitements attaquent légèrement la surface des alliages, et la rendent quelque peu rugueuse. Ils constituent une excellente préparation pour la peinture ultérieure.

Les revêtements électrolytiques ont aujourd'hui la faveur. Appliqués d'abord à l'aluminium, ils ont été développés, complétés, et aujourd'hui on traite également de cette manière les alliages de magnésium.

Le procédé général consiste à placer les objets à traiter à l'anode d'un électrolyseur rempli d'une solution saline ou acide appropriée et parcouru par du courant continu. Quelquefois on remplace le courant continu par de l'alternatif. La plupart des procédés sont combinés. On fait agir successivement des solutions différentes avec des densités de courant convenant à la compacité et à l'épaisseur désirées. Quelquefois même, on supprime la source de courant extérieur, laissant agir l'objet lui-même comme électrode négative d'une pile électrique.

Ces traitements développent sur l'aluminium des couches d'oxyde extrêmement dures, pouvant atteindre une épaisseur de 0,05 mm. Ce revêtement est en général un peu poreux. Les pores sont utilisés pour teinter la couche au moyen de colorants organiques ; on a également réussi à les imprégner d'émulsion photographique et à exécuter de cette manière des photos sur aluminium. Les couches d'oxyde constituent un isolant électrique de premier ordre et, dans certains cas, elles ont résisté à des tensions de plus de 1000 volts.

Nous avons exposé plus haut que la couche d'oxyde de magnésium, qui se crée à la surface des métaux ultra-légers, était discontinue. On a été conduit à rechercher autre chose, et, aujourd'hui, il existe de nombreux procédés donnant naissance à des couches adhérentes et bonnes protectrices, constituées par des fluorures et des oxyfluorures, des silicates et par des oxydes (principalement de chrome et de manganèse).

Dégraissage. L'application des traitements chimiques et électrolytiques doit être précédée du dégraissage des surfaces à l'aide d'un dissolvant organique : trichloréthylène, tétrachlorure de carbone, benzol, etc.

Les peintures complètent souvent d'une manière heureuse les traitements chimiques, spécialement dans le cas des alliages ultra-légers. Le choix d'une bonne peinture n'est pas aisé. Le revêtement de fond doit être constitué de préférence par un vernis à base d'huile non acide ou mieux encore de résine synthétique. Les vernis à base de résine synthétique sont également les plus appropriés pour les couches de surface. Ils sont plus souples et s'effritent moins facilement que les vernis à base de nitrocellulose. Ces derniers peuvent cependant être utilisés dans les cas où leur fragilité n'entre pas en considération. Il existe d'ailleurs aujourd'hui des vernis moins fragiles à base d'huile et de nitrocellulose.

Les pigments jouent un rôle très important. Pour la protection des alliages d'aluminium et celle du magnésium, le chromate de zinc s'est montré très efficace. Le blanc de plomb et surtout le blanc de titane paraissent constituer la meilleure base pour la protection des alliages ultra-légers.

Certains *revêtements métalliques*, tels que le cadmium et le zinc, se sont révélés excellents pour la protection des alliages d'aluminium. On les obtient soit par électrolyse aqueuse, soit par métallisation selon le procédé Schoop, après une préparation spéciale de la surface. On recouvre fréquemment les alliages d'aluminium avec de l'aluminium pur : Le procédé employé est alors la métallisation par pulvérisation, ou le placage par laminage.

La métallisation du magnésium peut s'opérer de la même manière, mais ce procédé a eu peu d'applications jusqu'à aujourd'hui.

Construction judicieuse.

Il nous reste à parler des procédés à employer en construction mécanique pour éviter le contact de métaux légers avec des métaux à potentiel plus élevé. Ils se résument en deux mots : *isolation électrique.* Cette isolation n'a pas besoin d'être très épaisse : elle peut être constituée par du caoutchouc, des plaques de résine ou de fibre, des vernis. Il existe depuis peu sur le marché des feuilles d'aluminium pur oxydé qui permettent de réaliser élégamment cette isolation. Au surplus, le cons-

tructeur cherchera à éviter ces contacts de métaux de potentiels trop différents.

Conclusion.

De l'exposé ci-dessus, il résulte que l'aluminium et le magnésium, s'ils sont très électronégatifs et possèdent une chaleur d'oxydation considérable, n'en résistent pas moins aux conditions ordinaires de la corrosion atmosphérique. Quelques-uns de leurs alliages se ternissent à l'air humide, mais sans pour cela perdre de leur matière

Ceux qui sont destinés à être placés dans des milieux très corrosifs peuvent être protégés très efficacement par les divers procédés que nous avons sommairement décrits. Ces méthodes peuvent être combinées et aujourd'hui, on peut affirmer que les phénomènes de corrosion ne sont plus un obstacle à l'application des métaux légers Certes, les méthodes de protection des alliages ultra-légers ne sont pas encore aussi perfectionnées que dans le cas des alliages riches en aluminium Mais elles sont en plein développement ; les résultats déjà obtenus et ceux que l'on peut attendre encore permettent d'envisager une utilisation beaucoup plus générale de ces nouveaux matériaux ; l'avenir est à eux.

Projet d'un pont de bois

par Louis de DARDEL, ingénieur diplômé. à Saint-Blaise

Au moment où les conditions économiques ramènent l'attention des ingénieurs sur les constructions de bois, il me paraît intéressant de présenter une étude faite pour un pont destiné à franchir la Birse. L'exécution de cet ouvrage ayant été remise pour divers motifs, il n'est pas encore temps de comparer les différents projets élaborés en adoptant successivement le béton, l'acier et le bois. Ce n'est d'ailleurs pas mon but. J'ai l'intention plutôt de proposer quelques principes touchant les structures de bois et d'examiner leurs possibilités d'application.

On sait que depuis un siècle on n'a plus fait usage du bois dans la construction des ponts, sinon pour échafauder les cintres de coffrage. Comme matériau permanent et définitif, l'acier et le béton, jugés moins périssables, l'ont supplanté depuis l'invention du treillis et des constructions monolithes. Ce n'est que récemment que le bois, dont les propriétés sont mieux connues, a été repris par quelques constructeurs. Il conviendrait aujourd'hui d'y revenir pour diverses raisons, parmi lesquelles il faut citer l'abondance et la qualité de celui de nos forêts. Peut-être suffira-t-il désormais de tenir judicieusement compte de sa nature particulière pour que les conditions du trafic routier, et même du trafic d'avant-guerre s'il nous est donné de le revoir, ne soient plus un obstacle à son utilisation.

Le pont de bois moderne doit en effet laisser passer librement les véhicules les plus lourds qui circulent sur nos routes, ceux du moins dont l'ordonnance fédérale prévoit l'usage. Voilà donc posé le problème d'un large tablier et de longerons capables de supporter les charges prescrites. Or, ces conditions de largeur et de résistance obligent en général à donner aux pièces de bois des dimensions telles qu'il devient difficile de se les procurer et de les assembler. Supposons par exemple que la chaussée se trouve entre deux poutres maîtresses triangulées. C'est le cas le plus typique, celui qu'envisagent presque exclusivement les auteurs des études publiées récemment. Les entretoises prennent alors des proportions si considérables qu'il faut les moiser ou les armer, et qu'il serait même avantageux de les remplacer par des poutrelles métalliques. Les poutres maîtresses elles-mêmes exigent des assemblages compliqués pour que leurs efforts se compensent conformément au calcul. Le bois supportant mal la traction, si l'on n'a pas recours à des dispositifs spéciaux, l'on est logiquement conduit à adopter des tirants d'acier qu'il est aisé de fixer à l'aide d'écrous.

Ces subterfuges sont certainement utiles et légitimes dans bien des cas. Cependant il ne s'agit plus alors, à proprement parler, d'une construction de bois, mais d'une construction mixte. Son examen permet de comprendre comment on fut amené à substituer les ponts métalliques aux ponts de bois à treillis multiple dont l'emploi s'était généralisé aux Etats-Unis. Mais on peut se demander s'il est vraiment rationnel d'imposer aux structures des deux matériaux une évolution identique, si, après avoir contribué à l'introduction de l'acier, le bois doit nécessairement s'adapter au treillis simple que l'acier a permis de construire ?

Les constructeurs modernes l'admettent. Ils constituent en bois des structures isostatiques de grandes dimensions, quitte à résoudre après coup les problèmes très délicats d'assemblage qui se posent. Leur volonté de simplification, qui est assez illusoire puisque les difficultés évitées reparaissent ailleurs, vient-elle d'un besoin de dominer la matière, de la modeler à leurs convenances ? Ils semblent surtout désireux de la ramener à la mesure de leurs connaissances. En réalité, le bois se prête mal à leur combinaison et ne se satisfait guère que de structures plus complexes, sitôt qu'on dépasse le stade élémentaire du tronc jeté en travers du torrent sur lequel, selon la fable, les chèvres disputent de préséance [1]. De plus il est lié à certaines formes qu'on n'abandonne pas sans péril. Aussi bien les constructions les plus judicieuses sont-elles parfois les plus belles. L'esthétique est donc un critère constructif qu'il ne faut pas négliger. Comme les autres matériaux, le bois a son caractère particulier qui contribue à déterminer son mode d'utilisation.

Examinons un instant nos anciens ponts de bois. Ils offrent presque tous l'inconvénient d'une chaussée étroite. Ils n'inspirent pas de sécurité à ceux qui s'y aventurent avec de lourdes charges, et en effet beaucoup d'entre

[1] Notons que les constructeurs de béton armé ont intelligemment procédé en sens inverse en acceptant assez tôt la complexité de la plupart des systèmes statiques que le matériau leur impose.