

# LA SOUDURE ET LES FORMES DES PROFILS LAMINÉS

PAR

**Stefan BRYLA**

Docteur-ingénieur

Professeur à l'Ecole polytechnique de Varsovie

[621.781 : 624]

Extrait du n° 9 - Septembre 1937 de

**L'OSSATURE METALLIQUE**

Revue Mensuelle des Applications de l'Acier

éditée par le

**Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier**

38, boul. Bischoffsheim

BRUXELLES

~~3~~  
~~247~~  
4

Handwritten text at the top of the page, possibly a date or reference number.

WYDZIAŁ TECHNICZNY  
Instytut Techniczny  
Dzielnica Techniczna  
Nr 795 Inwentarza



# La soudure et les formes des profils laminés

par **Stefan Bryła**

Docteur-ingénieur,  
Professeur à l'École polytechnique de Varsovie

Dans les constructions soudées, on utilise jusqu'à présent en général les mêmes profils laminés que dans les constructions rivées. En effet, malgré les progrès très rapides de la technique de la soudure, le rivetage est encore utilisé dans une très large mesure, et même, pour l'instant, plus que la soudure. De plus, les laminoirs actuels sont équipés en vue de la fabrication des profils existants et l'aménagement d'installations nouvelles serait fort coûteux. Néanmoins, il est évident que cet état de choses ne saurait subsister à la longue, car la soudure élimine petit à petit les constructions rivées, grâce aux avantages connus qu'il est inutile d'énumérer ici. Le nombre des constructions soudées, exécutées à l'heure présente dans certains pays techniquement avancés, dépasse déjà celui des constructions rivées. D'autre part, les recherches et les expériences concernant les assemblages soudés sont actuellement plus avancées que celles concernant les assemblages rivés. Les progrès de la soudure elle-même sont très notables d'une année à l'autre. L'industrie des matériaux de construction en général, et les laminoirs en particulier, devront s'adapter à cet état de choses.

## Les profils utilisés en construction rivée

Il faudrait donc introduire dans le commerce les profils les mieux adaptés aux exigences de la soudure. C'est le mode nouveau de leur assemblage qui appelle l'introduction de ces nouveaux profils. Pour exécuter des assemblages rivés, il faut qu'il y ait des surfaces planes pouvant recevoir facilement les têtes de rivets ainsi que les éléments de liaison. Les profils adaptés au rivetage devaient présenter de telles surfaces perpendiculaires à l'axe du rivet. Les dimensions de ces profils devaient être suffisantes pour servir d'appui aux rivets ainsi qu'à la riveteuse. Il s'ensuit que la distance entre l'endroit où le congé du profil finit et l'extrémité de la tête du rivet doit être d'au moins 3 ou 5 mm. De là est née l'utilisation sur une très large échelle de cornières, dont les deux ailes assurent la possibilité du placement de rivets dans deux directions. Il est vrai que les cornières flambent facilement;

mais leur facilité d'assemblage était un avantage tellement prépondérant qu'elles constituaient le principal profil des poutres en treillis, et même, dans le cas de petites poutres de ce genre, le seul profil utilisé. Il était facile d'attacher les cornières aux goussets ou de les assembler par deux ou par quatre, surtout en croix. Par contre, la difficulté du rivetage empêchait l'utilisation de profils en T, qui présentaient par ailleurs de grands avantages.

Les cornières jouaient également un autre rôle très important dans les assemblages rivés : le rôle de liaison. Il s'agissait avant tout d'assembler des éléments perpendiculaires entre eux; il était quasi impossible d'effectuer de tels assemblages sans cornières. On les utilisait toujours pour la fixation des solives aux poutres maîtresses, aux colonnes, etc. Si l'assemblage se faisait sous un angle non droit, on utilisait alors des cornières spéciales à 30°, 45°, 60°, ou même d'autres encore. De même, les cornières constituaient le principal élément d'assemblage utilisé pour les pieds et les têtes des colonnes. Dans ces deux cas, elles servaient d'élément de liaison; mais parfois, en plus de ce rôle, elles avaient également une fonction de résistance, comme par exemple dans les poutres composées. Dans ce cas, les cornières assemblant l'âme et les semelles transmettent également des tensions de flexion, mais néanmoins elles servent avant tout à l'assemblage même. Les tensions dues au moment fléchissant devaient y être inférieures aux tensions normalement admissibles.

D'autre part, la cornière présente également des inconvénients. Le principal est l'impossibilité d'un assemblage dans l'axe à l'aide des rivets. On sait que, dans le cas de l'utilisation d'une cornière comme élément d'une poutre en treillis, il se manifeste dans la cornière des tensions de flexion qui résultent de l'excentricité de l'assemblage. Dans ce cas, on ne peut tenir compte que d'une petite partie de la section totale pour le calcul à la traction. Ceci constitue la raison pour laquelle on utilise les cornières exclusivement dans des liaisons tout à fait secondaires.

Mais l'assemblage même, effectué à l'aide d'un



rivet, est excentrique, l'axe des rivets étant différent de l'axe central. Tout cela était toléré uniquement parce qu'il n'y avait pas moyen de faire autrement. La situation s'aggrave encore si la cornière est attachée au gousset au moyen d'autres petites cornières.

### Les profils utilisés en construction soudée

Ces moments fléchissants n'apparaissent pas dans les assemblages soudés. Un profil en T peut être soudé à une tôle aussi facilement, et même plus facilement, qu'une cornière. L'assemblage dans l'axe peut être réalisé plus facilement avec un T que dans le cas de tout autre profil. La nécessité des éléments de liaison, indispensables dans le cas des assemblages rivés, disparaît. Il s'ensuit que la cornière perd de son importance parmi les profils laminés. Elle est remplacée dans une certaine mesure par le profil en T, profil quasi non utilisé jusqu'ici, ses deux demi-ailes étant trop petites pour permettre le placement de rivets ou de boulons d'une certaine importance. Dans une construction soudée, par contre, le T présente des avantages. Tout d'abord, ce profil est symétrique par rapport à un axe et, par conséquent, les deux cordons de soudures latéraux qui le lient à la tôle sont égaux. Ensuite, le T est caractérisé par une rigidité semblable à celle d'une cornière dans une construction rivée. De même, les membrures, ainsi que les autres éléments des poutres en treillis, peuvent être exécutées à l'aide de profils en T d'une manière simple et facile. Comme la gamme des T fabriqués est fort restreinte et que, d'autre part, on ne les trouve dans les magasins qu'en quantité insuffisante, on est souvent obligé de fabriquer soi-même ce profil à l'aide d'une poutrelle I découpée en deux, ce qui coûte cher et, en plus, nécessite la rectification du profil découpé. Le laminage d'une gamme plus étendue de profils en T, adaptés aux besoins de la construction, devient une nécessité. Il faut tout d'abord que les moments d'inertie par rapport aux axes des  $x$  et des  $y$  soient égaux, ceci pour que la résistance au flambage du T utilisé comme élément d'une poutre en treillis soit la même dans toutes les directions. La soudure augmentera donc la demande en fers T et il faudra en laminier une gamme plus étendue que celle dont on dispose actuellement.

Les poutrelles en I et en U ont été créées pour servir de poutres travaillant à la flexion, dans lesquelles la matière doit être aussi éloignée que possible de l'axe neutre. On les utilisait presque toujours comme profils simples, non assemblés à d'autres profils, car les ailes peu larges ne se pré-

taient pas au rivetage. Pour la même raison on ne les utilisait pas dans les poutres en treillis. Les poutrelles à larges ailes, ne présentant pas ce défaut, constituaient une exception.

L'introduction de la technique de la soudure dans la construction laisse subsister l'application des I et des U et même l'augmente, car elle permet l'utilisation des poutres découpées et surélevées à l'aide d'une tôle soudée. Cependant, les besoins de la construction soudée n'auront pas d'influence sur la forme de ces profils.

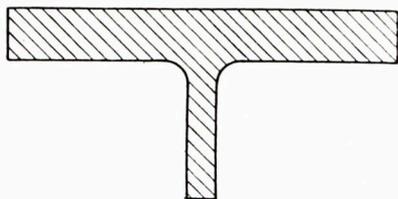
D'autres profils laminés peuvent être considérés, en ce qui concerne la construction, comme secondaire et sont rarement appliqués. Le développement de la soudure diminuera encore leur fabrication à l'aide des profils et de tôles disponibles. Par contre, l'usage des plats et des tôles augmentera. On en lamine déjà aujourd'hui une gamme assez étendue. On découpe les tôles lorsqu'il est nécessaire d'avoir des dimensions bien déterminées; ce pourra être, par exemple, le cas de l'âme d'une poutre composée; mais il n'en est pas de même en ce qui concerne les semelles de ces poutres. Les tôles ont en général des propriétés physiques et mécaniques inférieures à celles des aciers marchands. La demande en tôles dans les épaisseurs actuellement laminées ira en augmentant. D'autre part, on utilisera de plus en plus des épaisseurs plus fortes. On remarque cette tendance déjà actuellement dans divers types de constructions soudées et notamment dans les membrures des poutres en treillis, dans les semelles des poutres composées aussi bien que dans celles des poutres laminées, dans les pieds des colonnes, etc.

### Profils nouveaux

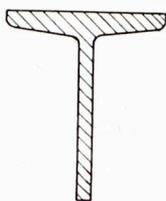
En plus de la nécessité d'augmenter la gamme des profils actuellement existants, dont il faudrait seulement modifier légèrement la forme, il devient nécessaire de laminier des profils, jusqu'ici non existants, de formes entièrement nouvelles. Ces profils se sont avérés nécessaires, surtout en ce qui concerne les poutres composées. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, la différence entre ces poutres assemblées par rivetage ou assemblées par soudure consiste en ce que ces dernières ne contiennent pas de cornières, qui deviennent inutiles et empêchent même une bonne exécution. En effet, si on soude les cornières uniquement aux extrémités, elles n'assurent pas une bonne liaison, les cordons étant très excentriques par rapport aux cornières. D'autre part, l'exécution d'une soudure liant les cornières au bord de l'âme est relativement coûteuse et difficile. Par ailleurs, plusieurs difficultés



a) PROFILS OBTENUS PAR DÉCOUPAGE.

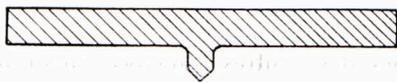


1/2 poutrelle à larges ailes.

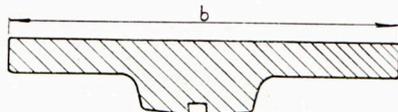


1/2 P.N.I.

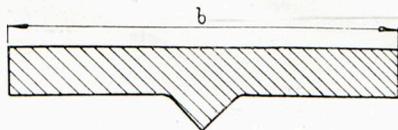
b) PROFILS NOUVEAUX.



Profil en T employé en Suède.



Nasenprofil ( $b = 250$  à  $600$  mm).



Wulstprofil ou plat à bosse ( $b = 200$  à  $600$  mm).

s'opposent à l'exécution de poutres composées uniquement de tôles, notamment : le placement des tôles à angle droit avec la soudure, les déformations thermiques, ainsi que l'apparition des tensions relativement élevées dans les cordons de soudure (tensions de flexion et de cisaillement). On a été ainsi amené à rechercher un profil qui éviterait ces inconvénients.

En Allemagne, on lamine actuellement des profils spécialement adaptés à ces buts, comme par exemple les *Wulst-profiles*, ou les *Nasenprofile* (fig. 598). Dans ce dernier type existe une cavité dans laquelle il est aisé de placer verticalement une tôle et de la souder de part et d'autre; le placement des divers éléments de la poutre composée est facilité et l'on évite les déformations transversales de la tôle. On lamine en Allemagne environ 5.000 tonnes de ces profils par an. Dans d'autres pays, on ne les fabrique pas encore et on ne sait pas dans quelle mesure leur laminage serait avantageux (1).

Il est bon de souligner que, grâce à la soudure, on utilise également dans la construction des formes tubulaires qui s'obtiennent dans des matrices spéciales à froid ou à chaud, en partant de tôles. Par ci par là apparaît la tendance de laminier directement des formes tubulaires sous forme de profils dont les sections seraient des demi-circconférences. Deux profils assemblés donneraient un profil circulaire. Pour l'instant ils ne sont pas encore fabriqués, mais il est possible que c'est dans cette voie que s'orienteront les laminiers. Ajoutons encore que les tubes sans soudure sont relativement très chers.

En résumé, nous arrivons aux conclusions suivantes :

1° Par suite de la généralisation de la soudure, la demande en cornières diminuera dans une large mesure. Par contre, la demande en profils en I et U devrait légèrement augmenter;

2° La demande des profils en T augmentera très fortement. Leur forme devrait être telle que les moments d'inertie de la section par rapport aux deux axes principaux soient égaux;

3° L'application des tôles et aciers marchands augmentera surtout en ce qui concerne les épaisseurs plus élevées;

4° Des profils nouveaux, spécialement adaptés à la soudure, apparaissent. Pour l'instant, il ne s'agit que de profils pour poutres composées.

Fig. 598. Quelques profilés d'un usage courant en construction soudée.

(1) Signalons qu'on lamine couramment en Belgique des plats à bosse spécialement étudiés pour la construction des poutres soudées. (N. D. L. R.)