

BULLETIN OFFICIEL
DU
**MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT
ET DU LOGEMENT**

TRAVAUX PUBLICS
TRANSPORTS TERRESTRES
BASES AERIENNES
URBANISME

FASCICULE SPECIAL N° 67-17 quinquies

CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

relative au chapitre intitulé

BOULONS A HAUTE RESISTANCE

du titre V

**CONCEPTION ET CALCUL DES PONTS
ET OUVRAGES METALLIQUES**

du fascicule n° 61

**CONCEPTION, CALCUL ET EPREUVES
DES OUVRAGES D'ART**

du cahier des prescriptions communes applicables
aux travaux relevant des services des ponts et chaussées.

Texte n° 564.

T. P. 67-17 quinquies. — 1.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

*Direction du personnel, de la comptabilité
et de l'administration générale.*

*Sous-direction de l'administration générale.
4^e bureau.*

T. P. 136

Non parue J. O.

564 (67-17
quinquies)

CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

relative au chapitre intitulé « Boulons à haute résistance » du titre V « Conception et calcul des ponts et ouvrages métalliques » du fascicule n° 61 « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art » du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux relevant des services des ponts et chaussées.

(Non parue au *Journal officiel*.)

ANNEXES :

- I. — Arrêté du 14 septembre 1967 approuvant le chapitre intitulé « Boulons à haute résistance » du fascicule n° 61, titre V, du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux relevant des services des ponts et chaussées (C. P. C.).
- II. — Fascicule n° 61, titre V, chapitre VIII, du C. P. C.
- III. — Commentaires du fascicule n° 61, titre V, chapitre VIII, du C. P. C.

Références :

- Circulaire n° 22 du 28 février 1966 relative à l'approbation du cahier des clauses administratives générales (C. C. A. G.).
- Circulaire n° 60 du 17 août 1962 relative à l'instruction générale sur la rédaction des projets, la passation et l'exécution des marchés de travaux.
- Circulaire n° 65 du 19 août 1960 relative à l'approbation des titres I^{er} à V du fascicule n° 61 « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art ».

Le ministre de l'équipement et du logement

à

Messieurs les chefs des services régionaux de l'équipement (pour information) ;

Messieurs les directeurs départementaux de l'équipement, sous couvert de Messieurs les préfets ;

Messieurs les chefs des services maritimes du Pas-de-Calais et du Languedoc-Roussillon, sous couvert de Messieurs les préfets ;

Monsieur le chef du service des ponts et chaussées de la Seine ;

Messieurs les directeurs des ports autonomes de Dunkerque, Le Havre, Rouen, Nantes-Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille ;

Messieurs les chefs des services de la navigation ;

Monsieur le directeur du port autonome de Strasbourg ;

Messieurs les chefs des services spéciaux des bases aériennes ;

Monsieur le chef du service central d'études techniques ;

Monsieur le chef du service spécial des autoroutes ;

Monsieur le directeur du laboratoire central des ponts et chaussées.

Un arrêté, en date de ce jour, approuve la chapitre intitulé « Boulons à haute résistance » du titre V « Conception et calcul des ponts et ouvrages métalliques » du fascicule n° 61 « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art » du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux relevant des services des ponts et chaussées.

Ce chapitre sera introduit dans le titre V du fascicule n° 61 à la suite des chapitres I à VII et portera le numéro VIII. L'ancien chapitre VIII deviendra IX ; les articles 26 « Dérégations » et 27 « Anciens ponts » respectivement 30 « Dérégations » et 31 « Anciens ponts ».

Le texte de ce nouveau chapitre VIII et ses commentaires sont annexés à la présente circulaire. Le texte appelle les remarques suivantes.

Observation générale.

A la différence des pièces assemblées par rivets ou par soudure, les efforts dans les assemblages par boulons à haute résistance sont équilibrés par le frottement des pièces en contact sous l'action de la force résultant du serrage des boulons dite « force de précontrainte ».

Les assemblages par boulons à haute résistance présentent avec le béton précontraint l'analogie que des pertes se produisent sur la contrainte initiale et que les boulons sont serrés à la limite élastique de la vis.

La justification des assemblages par boulons à haute résistance comporte comme la justification des assemblages par rivets ou par soudure la vérification des boulons et la vérification des corps des pièces.

Vérification des boulons.

Les boulons sont vérifiés « en service » sous l'action de la force de précontrainte et, lorsque les efforts sont parallèles au plan de l'assemblage, « à la rupture » après amorce de glissement.

Dans la vérification « en service » la pondération des efforts a été substituée à la pondération des contraintes considérée par l'article 8 du titre V, contraintes qui ne sont pas de même nature dans les assemblages en question.

Vérification du corps des pièces.

Lorsque les pièces sont cisailées ou tendues et que les efforts sont parallèles au plan de l'assemblage, le corps des pièces est vérifié d'une part « en section brute » et d'autre part « en section nette ».

Une partie des efforts « en section nette » est absorbée par le frottement des couvre-joints en sorte que les efforts à prendre en compte doivent être calculés dans chaque cas particulier : la réduction des efforts ainsi considérée n'existe pas en construction rivée.

Dispositions constructives.

Il faut souligner que les boulons doivent être plus rapprochés que les rivets dans des assemblages de même importance.

En ce qui concerne le tracé des pièces les règles pour les assemblages par boulons à haute résistance sont plus proches des règles de la construction soudée que des règles de la construction rivée.

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur,
JEAN HAUSWIRTH.

ANNEXE I

A LA CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

ARRETE DU 14 SEPTEMBRE 1967

portant approbation d'un chapitre intitulé « Boulons à haute résistance » du titre V « Conception et calcul des ponts et ouvrages métalliques » du fascicule n° 61 « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art » du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux relevant des services des ponts et chaussées.

Le ministre de l'équipement et du logement,

Vu le décret n° 64-729 du 17 juillet 1964 portant codification des textes réglementaires relatifs aux marchés publics, modifié et complété ;

Vu l'arrêté du 19 août 1960 du ministre des travaux publics et des transports approuvant les titres I à V du fascicule n° 61 « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art » ;

Vu l'avis émis par le conseil général des ponts et chaussées (2^e section), dans sa séance du 19 juillet 1967 ;

Sur la proposition du directeur de l'administration générale,

Arrête :

Art. 1^{er}. — Est approuvé et ajouté au titre V « Conception et calcul des ponts et ouvrages métalliques » du fascicule n° 61 « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art » du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux relevant des services des ponts et chaussées, le chapitre intitulé « Boulons à haute résistance ».

Art. 2. — Le directeur de l'administration générale est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 14 septembre 1967.

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur du cabinet,

GEORGES PÉBEREAU.

ANNEXE II

A LA CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
APPLICABLES AUX TRAVAUX
RELEVANT DES SERVICES DES PONTS ET CHAUSSEES

A. — MODIFICATION A LA NUMEROTATION
DU TITRE V DU FASCICULE N° 61

<i>Numérotation ancienne.</i>	<i>Numérotation nouvelle.</i>
Chapitres I à VII.....	Sans changement.
Néant (chapitre nouveau).....	Chapitre VIII. — Boulons à haute résistance.
Chapitre VIII. — Dispositions diverses	Chapitre IX. — Dispositions diverses.
Article 26. — Dérogations.....	Article 30. — Dérogations.
Article 27. — Anciens ponts	Article 31. — Anciens ponts.

ANNEXE II

A LA CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
APPLICABLES AUX TRAVAUX
RELEVANT DES SERVICES DES PONTS ET CHAUSSEES

B. — SOMMAIRE DU FASCICULE N° 61
CONCEPTION, CALCUL ET EPREUVES
DES OUVRAGES D'ART

TITRE V

Conception et calcul des ponts et ouvrages métalliques.

CHAPITRE VIII

Boulons à haute résistance.

	TEXTE	COMMENTAIRES
Article 26. — Domaine d'application.....	10	11
Article 27. — Effort de précontrainte.....	10	11
Article 28. — Conditions de sécurité.....	12	
28.1. Assemblages soumis à des efforts perpendiculaires à la force de pré- contrainte des boulons	12	
28.11. Conditions de sécurité rela- tives aux boulons.....	12	13
28.111. Vérification de la sécurité au glisse- ment	12	13
28.112. Vérification de la pression diamé- trale	14	15

	TEXTE	COMMENTAIRES
28.12. Conditions de sécurité rela- tives aux corps des pièces.	16	17
28.121. Calcul des contrain- tes	16	17
28.122. Conditions de sécu- rité	22	23
28.2. Assemblages soumis à des efforts parallèles à la force de précontrainte des boulons	22	23
28.21. Conditions de sécurité rela- tives aux boulons.....	22	
28.22. Conditions de sécurité rela- tives aux corps des pièces.	22	23
Article 29. — Dispositions constructives des assemblages des boulons à haute résistance	24	25
29.1. Dispositions des boulons.....	24	25
29.2. Constitution des assemblages.....	24	25
29.3. Tracé des pièces.....	24	25

ANNEXE II

A LA CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
APPLICABLES AUX TRAVAUX
RELEVANT DES SERVICES DES PONTS ET CHAUSSEES

C. — FASCICULE N° 61

CONCEPTION, CALCUL ET EPREUVES DES OUVRAGES D'ART

TITRE V

CONCEPTION ET CALCUL DES PONTS
ET OUVRAGES METALLIQUES

CHAPITRE VIII

Boulons à haute résistance.

Article 26. — *Domaine d'application.*

Le présent chapitre traite des dispositions particulières aux pièces dont les assemblages mettent en œuvre des boulons à haute résistance, exerçant sur les pièces assemblées un effort de serrage minimal, dit effort de précontrainte*.

Les prescriptions générales des chapitres I à VII du présent titre V du fascicule n° 61 du C.P.C. s'appliquent à ces constructions et à leurs assemblages, sous réserve des dérogations indiquées aux articles 28.1111 et 28.121 ci-dessous.

Article 27. — *Effort de précontrainte.*

L'effort de précontrainte, P_v , d'un boulon est, par définition, égal au produit de la section résistante de la vis par la contrainte qui existe dans celle-ci, toutes pertes effectuées*.

La section résistante S est celle d'un cercle de diamètre égal à la moyenne du diamètre sur flanc d_s et du diamètre du noyau de la vis d_n , dont les valeurs sont données par la norme « Filetages métriques à filets triangulaires. Filetages pour boulonnerie. Tableau d'ensemble »**.

$$S = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_s + d_n}{2} \right)^2$$

ANNEXE III

A LA CIRCULAIRE N° 59 DU 14 SEPTEMBRE 1967

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
APPLICABLES AUX TRAVAUX
RELEVANT DES SERVICES DES PONTS ET CHAUSSEES

FASCICULE N° 61

CONCEPTION, CALCUL ET EPREUVES DES OUVRAGES D'ART

TITRE V

CONCEPTION ET CALCUL DES PONTS
ET OUVRAGES METALLIQUES

CHAPITRE VIII

Boulons à haute résistance.

Article 26.

* Le présent chapitre traite uniquement des dispositions particulières à la conception et au calcul de ces pièces.

Les boulons à haute résistance eux-mêmes sont décrits par le titre IV, chapitre II, du fascicule n° 4 du C.P.C. et l'exécution des assemblages par le fascicule n° 66.

Article 27.

* Dans le cas de boulons serrés initialement à la limite d'élasticité, E , de la vis, on peut admettre que la contrainte dans celle-ci, toutes pertes effectuées, σ_s , est égale aux 8/10 de cette limite d'élasticité, si l'application des pièces les unes sur les autres est conforme aux prescriptions du chapitre III du fascicule n° 66 (§ 13.3):

$$\sigma_s = 0,8 E.$$

** Actuellement norme NFE 03-014.

Les valeurs des sections résistantes pour les vis des boulons de 16 mm à 27 mm de diamètre, les plus couramment utilisées, sont indiquées au commentaire de l'article 38.11 du chapitre II du titre IV du fascicule n° 4.

Article 28. — *Conditions de sécurité.*

On considère successivement deux types d'assemblages :

- les assemblages soumis exclusivement à des efforts perpendiculaires à la force de précontrainte des boulons, et donc parallèles aux plans de contact des pièces assemblées ;
- les assemblages soumis en outre à des efforts parallèles à la force de précontrainte des boulons.

Pour chaque assemblage, on procède aux vérifications suivantes :

- conditions de sécurité relative aux boulons ;
- conditions de sécurité relative aux corps des pièces.

28.1. *Assemblages soumis à des efforts perpendiculaires à la force de précontrainte des boulons.*

28.11. *Conditions de sécurité relatives aux boulons.*

On procède à deux vérifications :

- une vérification de la sécurité au glissement ; *
- une vérification de la pression diamétrale. **

28.111. *Vérification de la sécurité au glissement.*

28.1111. *Principe du calcul.*

L'effort pondéré de glissement maximal auquel est soumis l'assemblage, doit être inférieur à l'effort résistant admissible de celui-ci. Il s'agit d'une disposition spécifique, qui n'est pas visée à l'article 8, calcul des contraintes (§ 4) du présent titre V. *

28.1112. *Calcul de l'effort pondéré de glissement maximal.*

Si :

- C désigne l'effort de glissement développé par la charge permanente ;
 - S celui développé par les surcharges, y compris leur majoration dynamique éventuelle ;
 - V celui développé par la pression du vent compatible avec l'application des surcharges ;
 - W celui développé par la pression du vent admise en l'absence de surcharges ;
 - Θ celui développé par l'action de la température,
- on considérera successivement les efforts pondérés suivants :

$$F_1 = C + \Theta + 1,2 S$$

$$F_2 = C + \Theta + 1,1 S + V$$

$$F_3 = C + \Theta + W,$$

que l'on évaluera dans les cas les plus défavorables.

L'effort pondéré de glissement maximal, F, sera pris égal, par convention, au plus grand en valeur absolue des trois efforts, F₁, F₂ et F₃ *.

Article 28.

28.11.

* Il s'agit d'une justification des conditions de service, et non d'une vérification de la sécurité à la rupture, qui est supérieure ;

** Qui constitue en fait une vérification complémentaire de sécurité, la pression diamétrale n'entrant en jeu qu'après un glissement éventuel.

28.1111. * L'article 8 (§ 4) prévoit la pondération des contraintes, et non celle des efforts.

28.112. * Au cas où l'effort F est inférieur au produit, F', de la section brute de l'élément considéré par la contrainte maximale admissible correspondant à la sollicitation à laquelle il est soumis, il est de bonne construction, comme en construction rivée, de calculer, autant que possible, les assemblages pour l'effort F'.

28.113. *Calcul de l'effort résistant admissible.*

L'effort résistant admissible au glissement de l'assemblage, F_r , sera pris égal à la somme des efforts résistants admissibles au glissement des boulons de celui-ci.

L'effort résistant admissible au glissement d'un boulon, f_r , sera pris égal, par plan de frottement, à :

$$f_r = \frac{3}{4} \mu P_v *$$

formule dans laquelle μ est le coefficient de frottement des surfaces en contact **.

28.114. *Vérification à effectuer.*

L'inégalité suivante devra être vérifiée :

$$F \leq F_r = \Sigma f_r.$$

28.112. *Vérification de la pression diamétrale.*

La pression diamétrale doit être vérifiée.

Si p et p' sont les pressions diamétrales définies par l'article 14 (§ 1), les conditions de sécurité sont les suivantes : *

— pour les assemblages des pièces en acier A 42 :

$$p \left(1 + 0,3 \frac{p'}{p} \right) \leq \frac{31,4}{1 - \mu} \text{ hectobar **}$$

— pour les assemblages des pièces en acier A 52 :

$$p \left(1 + 0,9 \frac{p'}{p} \right) \leq \frac{47}{1 - \mu} \text{ hectobar ***}$$

28.113. * Si S est la section résistante de la vis du boulon considéré, et E la limite d'élasticité de celle-ci ; on aura donc, dans le cas d'un boulon serré initialement à une contrainte égale à E , et si l'application des pièces les unes sur les autres est conforme aux prescriptions du chapitre III du fascicule n° 66 (§ 13.3) :

$$f_r = \frac{3}{4} \mu \times (0,8 E S),$$

soit

$$f_r = 0,6 \mu E S.$$

** Le coefficient μ dépend du traitement de ces surfaces ; dans les avant-projets, μ peut être pris égal à 0,30, dans le cas de surfaces brossées à la brosse métallique, et à 0,45 dans le cas de surfaces traitées par jet de sable ou par grenailage.

Ces valeurs sont indépendantes de la nature des aciers assemblés.

D'autres valeurs pourront être admises, sur le vu de justifications expérimentales probantes.

28.112.

* La contrainte pondérée totale maximale considérée en valeur absolue est désignée par p , et, s'il peut se produire des renversements du sens des efforts, la contrainte pondérée totale maximale de sens contraire, également considérée en valeur absolue, est désignée par p' . S'il n'y a pas de renversement du sens des efforts totaux, on prend $p' = 0$.

** Avec les coefficients $\mu = 0,30$ et $\mu = 0,45$, on obtient respectivement :

$$p \left(1 + 0,3 \frac{p'}{p} \right) \leq 44,9 \text{ hectobars,}$$

$$p \left(1 + 0,3 \frac{p'}{p} \right) \leq 57,1 \text{ hectobars.}$$

*** Avec les coefficients $\mu = 0,30$ et $\mu = 0,45$, on obtient respectivement :

$$p \left(1 + 0,9 \frac{p'}{p} \right) \leq 48,0 \text{ hectobars,}$$

$$p \left(1 + 0,9 \frac{p'}{p} \right) \leq 85,5 \text{ hectobars.}$$

28.12. Conditions de sécurité relatives aux corps des pièces.

28.121. Calcul des contraintes.

Les sections à prendre en compte dans les calculs sont définies par l'article 8 (§ 1 et 2) modifié et complété comme indiqué ci-dessous *.

Dans la vérification des contraintes des éléments d'un joint soumis à un effort pondéré F , déterminé comme prescrit en 28.1112, le calcul se fait conformément aux indications ci-après :

a) En compression : les éléments sont calculés en section brute sous l'effort $F_a + F_b$ **.

b) En traction et au cisaillement : les contraintes sont calculées :

- en section brute sous l'effort $F_a + F_b$;
- en section nette sous l'effort $F_a + 0,6 F_b$.

Dans ces formules,

F_a est la partie de l'effort pondéré total transmise par les boulons situés avant la section considérée ;

F_b est la partie de l'effort pondéré total transmise par les boulons situés au droit de la section considérée.

La plus défavorable de ces deux valeurs est comparée à la contrainte admissible correspondante ***.

28.121. * Le mode de calcul prescrit ici diffère de l'article 8 (§ 4). Il prévoit en effet que, pour chaque section, on calcule un effort total pondéré qu'on applique à la section justifiée, la contrainte ainsi obtenue étant comparée à la limite admissible, alors que celui prescrit par l'article 8 (§ 4) prévoit que l'on calcule les contraintes dues à chaque effort partiel, et que l'on effectue la somme pondérée des contraintes partielles ainsi obtenues, somme qui est comparée à la limite admissible.

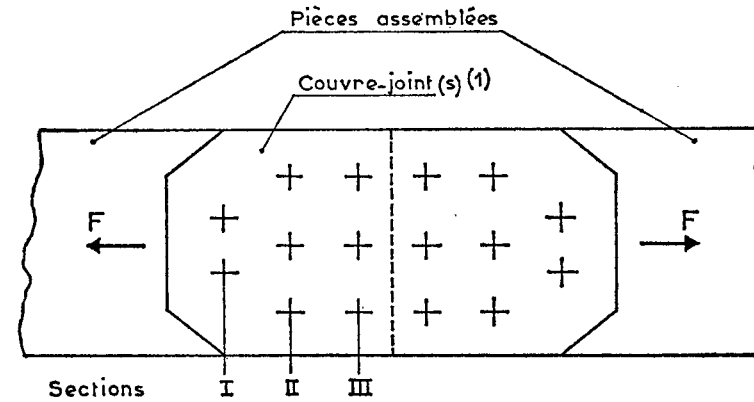
Pour le calcul des éléments d'une pièce triangulée, il faut apprécier d'une façon aussi exacte que possible les suppléments d'efforts dus à la rigidité des attaches. Comme en construction soudée, la majoration de 1/10 indiquée par l'article 7, Calcul des efforts (§ 2), peut se révéler insuffisante pour des assemblages par boulons à haute résistance.

** Prescription identique à celle de l'article 8 (§ 1), relatif aux pièces rivées comprimées.

*** Ces prescriptions sont différentes de celles de l'article 8 (§ 1 et 2) relatif aux pièces rivées soumises à un effort de cisaillement ou de traction.

EXEMPLES DE CALCUL EN SECTION NETTE

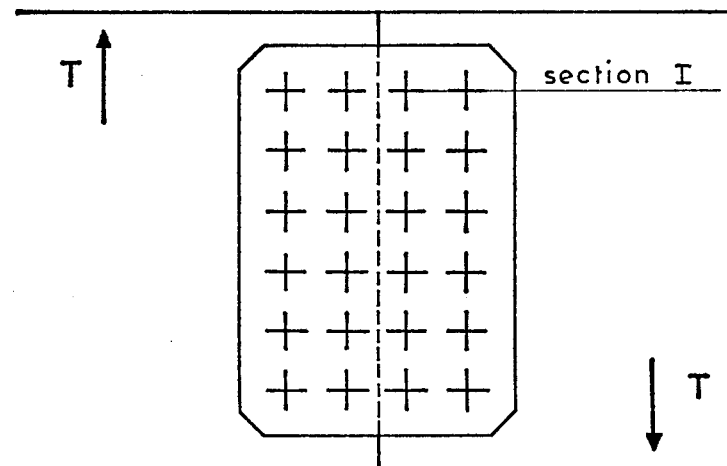
ASSEMBLAGE TENDU



SECTIONS		I	II	III
Pièces assemblées.	F_a	$\frac{6 F}{8} = 0,750 F$	$\frac{3 F}{8} = 0,375 F$	0
	F_b	$\frac{2 F}{8}$	$\frac{3 F}{8}$	$\frac{3 F}{8}$
	$0,6 F_b$	0,150 F	0,225 F	0,225 F
	$F_a + 0,6 F_b$	0,900 F	0,600 F	0,225 F
Couvre-joint (s) (1).	F_a	0	$\frac{2 F}{8} = 0,250 F$	$\frac{5 F}{8} = 0,625 F$
	F_b	$\frac{2 F}{8}$	$\frac{3 F}{8}$	$\frac{3 F}{8}$
	$0,6 F_b$	0,150 F	0,225 F	0,225 F
	$F_a + 0,6 F_b$	0,150 F	0,475 F	0,850 F

(1) L'effort indiqué est l'effort total à répartir entre les deux couvre-joints, s'il y en a deux.

ASSEMBLAGE CISAILLE



Section la plus sollicitée : section I.

$$F \ 0,6 \times \frac{2 \ T}{12} = \frac{T}{10}$$

Force à prendre en compte
par une section de largeur égale à un demi couvre-joint.

28.122. Conditions de sécurité.

Les contraintes devront satisfaire aux conditions prescrites par l'article 9, Conditions de sécurité relatives aux aciers laminés de construction. *

28.2. Assemblages soumis à des efforts parallèles à la force de précontrainte des boulons *.

28.21. Conditions de sécurité relatives aux boulons.

28.211. L'effort de traction pondéré maximal, T, auquel est soumis un boulon, est limité au 7/10 de l'effort de précontrainte de celui-ci :

$$T \leq 0,7 P_v.$$

28.212. Lorsque l'assemblage est également sollicité par un effort de cisaillement, l'effort résistant admissible au glissement d'un boulon, f_r , est pris égal, par plan de frottement à :

$$f_r = \frac{3}{4} \mu (P_v - T)$$

où μ et P_v ont les mêmes significations qu'en 28.111. et T est l'effort de traction pondéré maximal auquel est soumis le boulon considéré.

28.22. Conditions de sécurité relatives aux corps des pièces.

Les éléments du joint sont vérifiés en section nette.

Il y a lieu également de vérifier la flexion locale des éléments perpendiculaires à la direction de l'effort. *

28.122. * Le paragraphe I de l'article 9 fixe les limites admissibles pour chaque sollicitation considérée indépendamment, le paragraphe 2 précise la vérification en cas de sollicitation complexe, le paragraphe 3 est relatif à la vérification des attaches des barres dans les poutres triangulées.

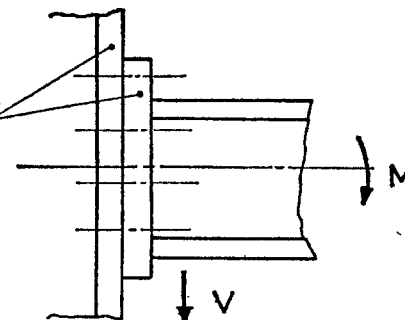
28.2. * Ces efforts sont donc perpendiculaires au plan de contact théorique des pièces assemblées.

Les assemblages doivent être étudiés pour éviter, autant que possible, l'intervention d'efforts perpendiculaires au plan de contact des pièces assemblées, tout particulièrement dans le cas où cette intervention s'accompagnerait de l'action concomitante d'un effort de cisaillement.

28.22.

* Cette vérification conduit, en général, à une forte augmentation de la section de ces éléments.

Éléments à justifier
à l'égard de la
flexion locale.



Article 29. — *Dispositions constructives des assemblages par boulons à haute résistance.*

29.1. *Dispositions des boulons.*

Les règles de pinces et d'écartement de l'article 24, Construction rivée, sont applicables, en prenant pour d le diamètre nominal du boulon*.

Les assemblages doivent être conçus de telle sorte que les boulons demeurent accessibles durant toute la vie de l'ouvrage.

29.2. *Constitution des assemblages.*

Les assemblages hétérogènes comportant des soudures avec des boulons à haute résistance sont interdits.

Toutefois, dans l'assemblage d'une pièce constituée de différents éléments, il est loisible d'utiliser ensemble la soudure et les boulons à haute résistance, à condition que la continuité de chacun de ces éléments soit assurée par un seul mode d'assemblage*.

Les assemblages hétérogènes comportant des rivets avec des boulons à haute résistance sont formellement proscrits dans les ouvrages neufs**.

29.3. *Tracé des pièces.*

Comme en construction soudée la plus grande attention doit être apportée au tracé des assemblages, en n'y admettant que des changements progressifs de section*.

Article 29.

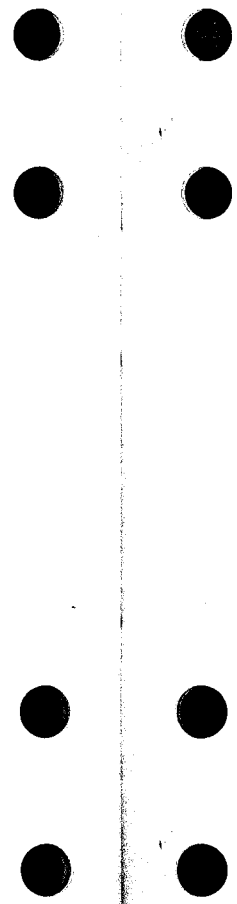
29.1. * Il est souhaitable, en ce qui concerne l'espacement entre axes de deux boulons voisins, de se rapprocher, autant que possible, de la limite inférieure, $3d$.

29.2. * Par exemple, dans le cas d'une poutre en double té, la continuité des membrures supérieures peut être assurée par soudage, alors que celle des âmes et celle des membrures inférieures sont assurées par des assemblages par boulons à haute résistance.

** De tels assemblages peuvent éventuellement être utilisés pour les réparations d'ouvrages existants.

29.3. * Voir l'article 25, Construction soudée (§ 3).

Le strict respect des prescriptions des articles 29.2 et 29.3 est de nature à réduire le supplément d'efforts secondaires à prendre en compte par rapport aux constructions rivées, indiqué à l'article 28.111, commentaire*.



EXEMPLE DU TRACE D'UN GOUSSET DANS UN PONT A POUTRES TRIANGULEES

Diagonale
Coupe B

Noeud inférieur

Membrane inférieure

Coupe A

