

**CADRE DE CLASSEMENT**

Le cadre situé en haut et à droite de chaque texte comporte trois cases :

T. P. 230	= N° dans la grille de classement.
J. O. 15-1-63	= Date de parution au J. O. ou mention de non-parution.
38	= N° d'ordre de publication.

**BULLETIN**

DES

**TEXTES OFFICIELS**

intéressant les

**Travaux publics,**

les

**Transports et le Tourisme**

(Section I et Bases aériennes.)



**FASCICULE SPECIAL N° 63-1 bis rectifié**

*(Ce fascicule annule et remplace le fascicule n° 63-1 bis précédemment publié.)*

**Cahier des prescriptions communes applicable aux travaux de l'administration des ponts et chaussées et approbation du titre III (aciers laminés pour construction métallique) du fascicule 4 relatif aux aciers et autres métaux.**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS

DIRECTION DU PERSONNEL, DE LA COMPTABILITÉ  
ET DE L'ADMINISTRATION GÉNÉRALE

SOUS-DIRECTION DE L'ADMINISTRATION GÉNÉRALE  
4<sup>e</sup> bureau.

T. P. 136

Non parue J. O.

14 (63-1 bis)

**CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962**

relative à la révision du cahier des prescriptions communes applicable aux travaux de l'administration des ponts et chaussées et à l'approbation du titre III « Aciers laminés pour construction métallique » du fascicule 4 relatif aux aciers et autres métaux.

*Annexes :*

- I. — Arrêté du 25 novembre 1962 approuvant le titre III du fascicule 4.
- II. — Arrêté du 25 novembre 1962 portant création au conseil général des ponts et chaussées d'une commission permanente chargée de donner son avis sur les demandes d'agrément des aciers soudables qui seront présentées au ministre des travaux publics et des transports, et sur les questions qui lui seront soumises par le ministre.
- III. — Sommaire du titre III du fascicule 4.
- IV. — Titre III du fascicule 4.
- V. — Commentaires.
- VI. — Extraits du rapport de la commission du conseil général des ponts et chaussées.

*Références (1) :*

Voir à la suite de la circulaire.

*Textes abrogés :*

Les articles 30 et 30 bis du cahier des prescriptions communes pour les travaux de l'administration des ponts et chaussées annexé à la circulaire du 8 avril 1958.

(1) Pour ne pas alourdir le préambule la liste des références a été placée à la fin de la circulaire.

*Le ministre des travaux publics et des transports  
à Messieurs les préfets et à Messieurs les ingénieurs  
en chef des ponts et chaussées.*

Un arrêté ministériel en date de ce jour, dont le texte constitue l'annexe I à la présente circulaire, a approuvé le titre III, aciers laminés pour construction métallique, du fascicule 4 du cahier des prescriptions communes, qui concerne les aciers et autres métaux.

Ce titre III du fascicule 4 constitue l'annexe IV à la présente circulaire. Il est accompagné d'une annexe V dans laquelle sont développés divers commentaires donnant des précisions qu'il n'y a pas lieu d'introduire dans le cahier des prescriptions communes.

Vous trouverez également joints des extraits du rapport de la commission du conseil sur lequel cette assemblée a délibéré. Ces extraits, qui constituent l'annexe VI, faciliteront la compréhension de certains aspects techniques de la question.

Un second arrêté, en date de ce jour, et qui constitue l'annexe II à la présente circulaire prévoit que, préalablement à leur emploi dans les travaux de l'administration des ponts et chaussées, les marques d'aciers soudables A 42 S, qualité 4, et A 52 S doivent faire, de ma part, l'objet d'un agrément. A cet effet, j'ai décidé d'instituer, au conseil général des ponts et chaussées, une commission qui sera chargée d'examiner les demandes d'agrément d'aciers soudables qui me seront présentées par des producteurs. Elle pourra aussi être consultée par moi sur des questions de diverses natures relatives aux aciers pour constructions rivées ou soudées et à la construction métallique en général.

La réception des aciers est faite généralement en usine par des agents des ponts et chaussées ou des sociétés privées spécialisées. Afin d'éviter des contestations sur la compétence en ce domaine des agents réceptionnaires, il m'a paru bon de faire établir une liste des fonctionnaires et agents des administrations, ainsi que des personnes ou sociétés privées qui pourront jouer le rôle de réceptionnaires pour les aciers utilisés dans les travaux de l'administration des ponts et chaussées.

Je vous adresserai ultérieurement la liste des réceptionnaires ainsi agréés.

Les dispositions des textes annexés à la présente circulaire sont dès à présent applicables, sauf pour les marchés dont la préparation est assez avancée pour que leur présentation risque d'être retardée sensiblement par l'application immédiate des dispositions en cause.

Il y aura lieu toutefois d'appliquer les mesures transitoires suivantes :

1° En ce qui concerne les aciers soudables A 42 S, qualité 4 et A 52 S de toutes qualités, pour lesquels les marques utilisables dans les travaux des ponts et chaussées doivent faire l'objet d'un agrément de ma part, les ingénieurs pourront, s'ils le jugent utile, prévoir l'emploi d'aciers de ces diverses catégories, même avant la publication de toute liste d'agrément de marques, sauf à fixer dans le cahier des prescriptions spéciales les conditions à remplir par ces aciers, et notamment les conditions de recette, en se référant au fascicule ci-joint dans la mesure du possible, et en donnant dans le rapport de présentation des projets de marchés toutes justifications et explications utiles.

2° En ce qui concerne la désignation des agents réceptionnaires, les services continueront à procéder suivant les errements actuels jusqu'à ce qu'ils aient reçu la liste des réceptionnaires agréés, dont l'envoi ultérieur est annoncé plus haut.

*Le ministre des travaux publics et des transports,*

Pour le ministre et par délégation :

*Le directeur du cabinet,*

JEAN RAVANEL.

#### REFERENCES

- Circulaire n° 33 du 8 avril 1958 et pièces annexes.
- Circulaire n° 38 du 14 mai 1962 relative à l'approbation du cahier des clauses administratives générales applicables aux marchés de travaux passés au nom de l'Etat.
- Circulaire n° 60 du 17 août 1962 relative à l'instruction générale sur la rédaction des projets et la passation et l'exécution des marchés de travaux.
- Circulaire n° 91 du 7 décembre 1959 relative à l'approbation du fascicule 1 (dispositions générales) du cahier des prescriptions communes.
- Circulaire n° 49 du 27 juin 1960 relative à l'approbation du fascicule 2 (travaux de terrassement) du cahier des prescriptions communes.
- Circulaire n° 54 du 8 juillet 1960 relative à l'approbation du fascicule 3 (fournitures des liants hydrauliques) du cahier des prescriptions communes complétée par les circulaires n° 56 du 16 mai 1961, n° 54 du 1<sup>er</sup> août 1962 (agrément de certains adjudicants) et n° 65 du 17 septembre 1962 et modifié par la circulaire n° 70 du 1<sup>er</sup> septembre 1961.
- Circulaire n° 55 du 9 juillet 1960 relative à l'approbation du fascicule 24 (fourniture de liants hydrocarbonés employés à la construction et à l'entretien des routes) du cahier des prescriptions communes modifié par la circulaire n° 67 du 20 juillet 1961.
- Circulaire n° 65 du 19 août 1960 relative à l'approbation du fascicule 61 (titres I à V) (conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art) du cahier des prescriptions communes et modifiant les conditions de circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art.
- Circulaire n° 68 du 1<sup>er</sup> septembre 1960 relative à l'approbation de la 1<sup>re</sup> section (fils d'acier ronds pour armatures de précontraints non toronnés) du titre II du fascicule 4 (aciers et autres métaux) du cahier des prescriptions communes.
- Circulaire n° 73 du 7 octobre 1960 relative à l'approbation du fascicule 26 (exécution des couches de surface de chaussées en enduits superficiels) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 17 du 12 février 1961 relative à l'approbation du fascicule 25 (*exécution des corps de chaussées*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 18 du 14 février 1961 relative à l'approbation du fascicule 31 (*bordures et caniveaux en pierre ou en béton*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 19 du 15 février 1961 relative à l'approbation du fascicule 64 (*travaux de maçonnerie*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 38 du 29 mars 1961 relative à l'approbation du fascicule 35 (*plantations*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 45 du 18 avril 1961 relative à l'approbation du fascicule 66 (*exécution des ponts et ouvrages métalliques*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 84 du 23 novembre 1961 relative à l'approbation du fascicule 27 (*fabrication et mise en œuvre des enrobés*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 87 du 16 décembre 1961 relative à l'approbation du fascicule 28 (*exécution des chaussées en béton de ciment*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 19 du 7 mars 1962 relative à l'approbation du fascicule 30 (*transport par route de matériaux destinés à la construction et à l'entretien des chaussées et de leurs accessoires*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 47 du 29 juin 1962 relative à l'approbation du fascicule 29 (*construction et entretien des chaussées pavées*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 50 du 15 juillet 1962 relative à l'approbation du fascicule 63 (*confection et mise en œuvre des mortiers et bétons*) du cahier des prescriptions communes.

Circulaire n° 66 du 18 septembre 1962 relative à l'approbation du fascicule 23 (*fourniture de granulats employés à la construction et à l'entretien des chaussées*) du cahier des prescriptions communes.

## ANNEXE I

A LA CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962

## ARRETE DU 25 NOVEMBRE 1962

portant approbation du titre III (aciers laminés pour construction métallique) du fascicule 4 (fourniture d'aciers et autres métaux) du cahier des prescriptions communes.

Le ministre des travaux publics et des transports,  
Vu le décret n° 56-256 du 13 mars 1956, relatif aux marchés passés au nom de l'Etat ;  
Vu le décret n° 57-1015 du 26 avril 1957, relatif au contrôle des marchés passés au nom de l'Etat ;  
Vu le décret n° 59-167 du 7 janvier 1959 ;  
Vu le cahier des prescriptions communes (ancien cahier des charges général) pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées, annexé à la circulaire du 8 avril 1958 ;  
Vu les avis du conseil général des ponts et chaussées en date des 4 et 18 juillet 1962,  
Sur la proposition du directeur du personnel, de la comptabilité et de l'administration générale.

## Arrête :

Art. 1<sup>er</sup>. — Est approuvé le titre III (aciers laminés pour construction métallique) du fascicule 4 (fourniture d'aciers et autres métaux) du cahier des prescriptions communes pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées, dont le texte est joint au présent arrêté.

Art. 2. — Les articles 30 et 30 bis du cahier des prescriptions communes susvisé sont abrogés.

L'article 28 dudit cahier ne sera plus applicable aux aciers laminés pour construction métallique.

Art. 3. — A dater du présent arrêté, le cahier des prescriptions communes est constitué :

1° Par le préambule et les fascicules 1, 2, 3, 4 (première section du titre II et titre III), 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 61 (titres I à V), 64 et 66, approuvés à ce jour ;

2° A titre transitoire, par le cahier des prescriptions communes annexé à la circulaire n° 33 du 8 avril 1958, modifié par les arrêtés approuvant les fascicules 1, 2, 3, 25, 31, 61 (titres I à V), 64 et 66 et par le présent arrêté.

Fait à Paris, le 25 novembre 1962.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur du cabinet,  
JEAN RAVANEL.

ANNEXE II

A LA CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962

ARRETE DU 25 NOVEMBRE 1962

portant création au conseil général des ponts et chaussées d'une commission permanente chargée de donner son avis sur les demandes d'agrément d'aciers soudables qui seront présentées au ministre des travaux publics et des transports et sur les questions relatives aux aciers qui lui seront soumises par le ministre.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Vu le décret n° 56-256 du 13 mars 1956 relatif aux marchés passés au nom de l'Etat ;

Vu le décret n° 57-1015 du 26 avril 1957 relatif au contrôle des marchés passés au nom de l'Etat ;

Vu le décret n° 59-167 du 7 janvier 1959 ;

Vu le cahier des prescriptions communes (ancien cahier des charges général) pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées, annexé à la circulaire n° 33 du 8 avril 1958 ;

Vu les avis du conseil général des ponts et chaussées des 4 et 18 juillet 1962,

Arrête :

Art. 1<sup>er</sup>. — Les marques d'aciers soudables A 42 S, qualité 4, et A 52 S devront, préalablement à leur emploi dans les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées, être agréées par le ministre des travaux publics et des transports.

Art. 2. — Il est constitué, au conseil général des ponts et chaussées, une commission permanente chargée de donner son avis sur les demandes d'agrément de marques d'aciers soudables qui seront présentées au ministre des travaux publics et des transports.

Art. 3. — Cette commission pourra être consultée par le ministre des travaux publics et des transports sur des questions de diverses natures relatives aux aciers pour constructions rivées ou pour constructions soudées et, d'une manière générale, relatives à la construction métallique.

Art. 4. — La commission visée aux articles 2 et 3 comprendra, en plus d'ingénieurs généraux, ingénieurs en chef et ingénieurs des ponts et chaussées, spécialement qualifiés, des représentants

de la sidérurgie et de la construction métallique et des personnes appartenant à des administrations autres que celle des travaux publics ou non fonctionnaires et particulièrement compétentes.

La désignation des membres de ladite commission sera faite par décision du vice-président du conseil général des ponts et chaussées.

Art. 5. — Le vice-président du conseil général des ponts et chaussées et le directeur du personnel, de la comptabilité et de l'administration générale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au *Journal officiel*.

Fait à Paris, le 25 novembre 1962.

*Le ministre des travaux publics et des transports,*

Pour le ministre et par délégation :

*Le directeur du cabinet,*

JEAN RAVANEL.

ANNEXE III

A LA CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962

SOMMAIRE DU TITRE III DU FASCICULE 4  
DU CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES

	Fascicule.	Commentaires.
	Pages.	Pages.
<b>CHAPITRE I<sup>er</sup></b>		
<b>Dispositions applicables à tous les aciers laminés.</b>		
Art. 1 <sup>er</sup> . — <i>Domaine d'application</i> .....	1	1
Art. 2. — <i>Normes</i> .....	1	
Art. 3. — <i>Fabrication</i> .....	1	
Art. 4. — <i>Caractères exigés</i> .....	2	
Art. 5. — <i>Caractères physiques</i> .....	2	1
1. <i>Pureté</i> .....	2	
2. <i>Défauts</i> .....	2	
2.1. <i>Enlèvement des défauts               à la meule</i> .....	2	
2.2. <i>Enlèvement au burin</i> .....	2	
3. <i>Refus des pièces défectueuses</i> .....	3	
Art. 6. — <i>Caractères géométriques</i> :	3	
1. <i>Aciers laminés</i> .....	3	
2. <i>Tôles</i> .....	3	
3. <i>Larges plats, profilés et barres</i> .....	3	
Art. 7. — <i>Caractères mécaniques</i> :	3	2
1. <i>Contrainte de rupture</i> .....	3	
2. <i>Résilience ou énergie de rupture</i> ....	3	2
3. <i>Aptitude au pliage</i> .....	4	
Art. 8. — <i>Caractères chimiques</i> :	4	
1. <i>Teneurs du métal</i> .....	4	
2. <i>Analyses chimiques</i> .....	4	
3. <i>Teneur des éléments dosés</i> .....	4	

	Fascicule.		Commentaires.	
	Pages.		Pages.	
Art. 9. — <i>Eprouvettes pour essais mécaniques.</i>	4		2	
1. Prélèvement des spécimens et préparation des épreuves.....	4		2	
2. Profilés I. U. H. T. Z.....	4		2	
3. Larges-plats .....	4		2	
Art. 10. — <i>Essais mécaniques :</i>	5		3	
1. Essai de traction.....	5		3	
2. Essai de résilience.....	5		3	
2.1. Produits dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 10 mm.	5			
2.2. Produits de la nuance A. 52 S.	5			
3. Essai de pliage.....	5			
4. Epaisseurs .....	6			
4.1. Epaisseurs d'un profilé.....	6			
4.2. Epaisseurs du produit et de l'éprouvette .....	6			
Art. 11. — <i>Analyse chimique</i> .....	6		3	
Art. 12. — <i>Présentation en recette :</i>	6		4	
1. Acier de construction.....	6			
2. Présentation en recette.....	6		4	
3. Accomplissement des missions.....	7		4	
4. Nombre de spécimens prélevés dans une même pièce.....	7		4	
5. Nature des éprouvettes tirées d'un spécimen .....	7			
6. Essai de contrôle.....	7			
Art. 13. — <i>Conditions de recette :</i>	7		4	
1. Consistance des opérations de recette.	7		4	
2. Caractères physiques et géométriques.	7		4	
3. Composition chimique.....	8			
4. Validité des essais mécaniques.....	8		4	
5. Caractères mécaniques — acceptation ou refus.....	8		5	
5.1. Conditions d'acceptation d'un lot .....	8			
5.2. Nouvelle présentation en recette du lot refusé.....	8			

	Fascicule.		Commentaires.	
	Pages.		Pages.	
6. Cas où l'épreuve de pliage (caractère mécanique qualitatif) n'est pas satisfaisante .....	8			
6.1. Refus du lot.....	8			
6.2. Epreuve complémentaire .....	8			
7. Cas où une épreuve correspondant à un caractère mécanique qualitatif n'est pas satisfaisante.....	9		5	
7.1. Echantillon complémentaire ..	9		5	
7.2. Nouveaux essais.....	9			
7.3. Moyenne et écart quadratique des valeurs.....	9		5	
Art. 14. — <i>Frais de recette</i> .....	9			
CHAPITRE II				
<b>Aciers laminés pour construction métallique rivée.</b>				
Art. 15. — <i>Choix des aciers laminés pour construction métallique rivée.</i>	10		6	
Art. 16. — <i>Acier A 42 :</i>	10			
1. Caractères mécaniques des différents produits .....	10			
2. Effectif de l'échantillon de recette..	10			
Art. 17. — <i>Acier A 52 :</i>	11			
1. Caractères mécaniques des différents produits .....	11			
2. Teneurs en soufre et en phosphore.	11			
3. Effectif de l'échantillon de recette.	11			
CHAPITRE III				
<b>Aciers laminés pour construction métallique soudée.</b>				
Art. 18. — <i>Choix des aciers laminés pour construction métallique soudée :</i>	12		7	
1. Nuance et qualité de l'acier.....	12			
1.1. Acier A 42 S.....	12			
Acier A 52 S.....	12			

	Fascicule.	Commentaires.
	Pages.	Pages.
Art. 19. — Acier A 42 S - Qualités 2, 3 et 4 :	12	7
1. Acier A 42 S.....	12	
2. Caractères mécaniques des différents produits dans les diverses qualités.....	12	
3. Composition chimique.....	13	
4. Effectif de l'échantillon de recette..	13	
Art. 20. — Acier A 52 S :	13	7
1. Qualités .....	13	7
2. Caractères mécaniques des différents produits .....	14	
3. Teneurs des différents éléments chimiques .....	15	
4. Effectif de l'échantillon de recette.	15	
Art. 21. — Mode d'élaboration des aciers soudables :		
1. Mode d'élaboration de l'acier et traitement .....	15	8
2. Mode d'élaboration et traitement des aciers A 42 S qualité 4 et A 52 S..	15	8

## ANNEXE IV

A LA CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962

## CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES POUR LES TRAVAUX DEPENDANT DE L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSEES

FASCICULE 4. — Aciers et autres métaux.

## TITRE III

Aciers laminés pour construction métallique.

## Prescriptions.

## OBSERVATION PRÉLIMINAIRE

L'entrepreneur titulaire d'un marché de travaux, comprenant la fourniture et la mise en œuvre d'aciers laminés pour construction métallique, doit, dans ses conventions avec le producteur d'aciers, imposer à ce dernier toutes les obligations résultant du présent fascicule. Il reste entièrement responsable, à l'égard de l'administration, de l'exécution de ces obligations, conformément aux dispositions de l'article 21 des clauses administratives générales applicables aux marchés de travaux des ponts et chaussées approuvées par l'arrêté du 14 mai 1962 et aux dispositions de l'article 5 du fascicule 1 du cahier des prescriptions communes applicable aux mêmes travaux.

CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Dispositions applicables à tous les aciers laminés.Art. 1<sup>er</sup>. — Domaine d'application.

Les présentes prescriptions visent en leurs articles 1 à 21 inclus les aciers laminés pour construction métallique soit rivée, soit soudée, qui sont énumérés ci-après :

- les tôles d'épaisseur supérieure ou égale à 5 mm\* ;
- les larges plats ;
- les profilés : cornières, poutrelles, U et T ;
- les barres : ronds, carrés et plats.

## Art. 2. — Normes.

Les normes françaises en vigueur sont applicables en ce qu'elles ne sont pas contraires aux présentes prescriptions.

## Art. 3. — Fabrication.

Les aciers laminés sont fabriqués par laminage à chaud de lingots d'acier obtenus par fusion.



#### Art. 4. — Caractères exigés.

Les aciers laminés doivent satisfaire à des conditions qui sont précisées aux articles suivants et qui ont trait à :

- leurs caractères physiques ;
- leurs caractères géométriques ;
- leurs caractères mécaniques ;
- leurs caractères chimiques,

et leurs conditions de présentation en recette.

#### Art. 5. — Caractères physiques.

1. Les aciers laminés devront être exempts de pailles, criques, fentes, fissures, soufflures et manques de matière. Leurs surfaces devront être régulières, unies, propres, sans stries, gerçures ni ondulations. Les tôles ne devront pas présenter de doublages. D'une façon générale les aciers laminés ne devront pas présenter de défauts préjudiciables à leur emploi.

Les tranches sciées ou cisailées devront être nettes, unies et sans défauts.

2. Les réparations éventuelles ne devront pas avoir pour effet de masquer des défauts.

2.1. Elles pourront consister en l'enlèvement des défauts superficiels à la meule sous réserve qu'elles ne nuisent pas au bon emploi des laminés et que dans les régions correspondantes les dimensions portées sur les commandes demeurent respectées aux tolérances près.

2.2. Dans le cas où l'ingénieur ou son représentant expressément habilité à cet effet en donnera l'autorisation, les défauts superficiels qui n'auraient pu être corrigés par le procédé précédent pourront être réparés par enlèvement au burin ou à la meule et rechargement au moyen de métal déposé à l'arc électrique, sous réserve que soient remplies les conditions suivantes.

La réparation de tout défaut ne pourra être exécutée qu'en la présence de l'ingénieur ou de son représentant expressément habilité à cet effet. \*

Après élimination complète du défaut et avant rechargement, l'épaisseur de la pièce à l'emplacement du défaut ne sera inférieure en aucun point aux quatre-vingts centièmes de son épaisseur nominale.

La surface de la cavité créée par l'enlèvement du défaut sera, avant rechargement, raccordée progressivement à la surface saine de la pièce. Toute trace de burin sera éliminée à la meule.

Le rechargement sera effectué dans les conditions prévues pour le soudage des constructions par le fascicule 66 du C. P. C., Exécution des ponts et ouvrages métalliques.

La surépaisseur du cordon sera arasée par meulage. La pièce réparée sera soumise à un traitement thermique (normalisation) si l'ingénieur le demande. \*\*\*

3. On refusera les pièces qui se fendront ou s'ouvriront sous le poinçon, qui se déchireront ou donneront des criques quand on voudra les courber, les ployer ou les cisailier, ou y exécuter un travail quelconque de forge ou de rivure. \*

#### Art. 6. — Caractères géométriques.

1. Les aciers laminés seront des types et dimensions prévus au projet.

Pour chaque type de laminé les tolérances admises par rapport aux dimensions normalisées ou par rapport à celles qui sont déterminées par les commandes conformément aux projets, seront celles qui sont fixées par les normes en vigueur complétées par les paragraphes suivants.

2. Tôles. — Les tôles seront livrées planées suivant les usages.

Les tolérances admises seront :

- sur les dimensions en surface :
  - en plus : 40 mm ;
  - en moins : zéro ;
- sur les épaisseurs :
  - inférieures ou égales à 10 mm :  $\pm 0,5$  mm ;
  - supérieures ou égales à 10 mm :  $\pm 5$  %.

3. *Larges-plats, profilés et barres.* Les tolérances sur les longueurs portées sur les commandes, pour lesquelles les normes en vigueur prévoient plusieurs options, seront les tolérances courantes prises en dehors (en moins zéro, en plus valeur normalisée) de la longueur commandée.

#### Art. 7. — Caractères mécaniques.

Les caractères qui peuvent, suivant les prescriptions des articles suivants, définir les aciers laminés sont énumérés ci-après.

1. La contrainte de rupture, désignée par le symbole R, et exprimée en kilogrammes-force par millimètre carré ( $\text{kgf/mm}^2$ ) (1) ;

La limite d'élasticité, désignée par le symbole E, et exprimée en kilogrammes-force par millimètre carré ( $\text{kgf/mm}^2$ ) (1) ;

L'allongement de rupture, désigné par le symbole A, et exprimé en pour cent (%).

Les caractères R, E et A sont mesurés au moyen d'essais de traction dans les conditions définies à l'article 10.

2. La résilience ou énergie de rupture par flexion par choc d'un barreau entaillé, mesurée dans les conditions définies à l'article 10.

La résilience est relative à une température d'essai déterminée (soit  $0^\circ$ ). Elle est relative à la forme du barreau qui peut être, suivant les prescriptions, le barreau à entaille UF ou le barreau à entaille ISO en V, tous deux définis à l'article 10.

(1) Il est rappelé que le  $\text{kgf/mm}^2 = 0,981$  hectobar.

Dans le premier cas la résilience est désignée par l'expression « résilience UF à  $\theta^\circ$  », et est notée « KUF à  $\theta^\circ$  ». Dans le second cas la résilience est désignée par l'expression « résilience V-ISO à  $\theta^\circ$  » et est notée « KV-ISO à  $\theta^\circ$  ». Dans les deux cas la résilience est exprimée en kilogrammètres par centimètre carré ( $\text{kgm/cm}^2$ ) (1).\*

3. L'aptitude au pliage, appréciée dans les conditions définies à l'article 10.

#### Art. 8. — Caractères chimiques.

Les teneurs du métal en divers éléments peuvent être limitées selon les prescriptions des articles suivants.

Les analyses chimiques peuvent comporter le dosage du carbone (C), du manganèse (Mn), du silicium (Si), du soufre (S), du phosphore (P), du chrome (Cr), du cuivre (Cu), et du molybdène (Mo).

Les teneurs des éléments dosés sont exprimées en millièmes pour cent.

Dans la rédaction des articles suivants le symbole chimique d'un élément est utilisé pour représenter sa teneur.

#### Art. 9. — Eprouvtes pour essais mécaniques.

1. Les spécimens sont prélevés et les éprouvettes préparées conformément aux prescriptions des normes :

NF A 03-002 mode de prélèvement et de préparation des échantillons et des éprouvettes ;

NF A 35-001 ronds, plats, carrés, hexagones ;

NF A 35-101 profilés ;

NF A 36-001 larges-plats ;

NF A 36-203 tôles,

sous réserve des dérogations stipulées aux paragraphes 2 et 3 ci-après.\*

2. Dans les profilés I, U, H, T, Z les spécimens sont prélevés au tiers extérieur de la demi-largeur de l'aile, ou si la pièce est trop petite le plus près possible de cette position.

Dans les larges-plats les spécimens sont prélevés au milieu de la demi-largeur.

Dans les tôles les spécimens sont prélevés à mi-distance entre les rives et l'axe parallèle à la direction du laminage final.\*

3. Dans les larges-plats l'axe longitudinal de toutes les éprouvettes, pour tous les essais, est parallèle à la direction du laminage.

Dans les tôles l'axe longitudinal des éprouvettes de résilience est parallèle à la direction du laminage final.\*

(1) Il est rappelé que le  $\text{kgm} = 9,81$  joules.

#### Art. 10. — Essais mécaniques.

##### 1. Essai de traction.

L'essai est conduit conformément aux prescriptions de la norme NF A 03-101, essai de traction.

La longueur initiale entre repères d'une éprouvette sera égale à :

$$L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$$

La limite d'élasticité mesurée E sera la limite apparente d'élasticité.\*

##### 2. Essai de résilience.

2.1. Produits dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 10 mm.

La résilience dite UF est mesurée dans les conditions d'essai définies à la norme NF A 03-106, essai de résilience.

La résilience dite V-ISO est mesurée dans les mêmes conditions sauf substitution d'un barreau V-ISO au barreau UF.

Le barreau V-ISO a 55 mm de longueur et une section carrée de 10 mm de côté ; il comporte au milieu de sa longueur sur l'une de ses faces et normalement à son axe longitudinal une entaille de 2 mm de profondeur en forme de dièdre dont l'angle au sommet est de  $45^\circ$  et dont le fond est arrondi suivant un cylindre tangent aux deux faces du dièdre de 0,25 mm de rayon.

Les tolérances d'usinage de ce barreau sont les suivantes (J 13) :

Côté .....	10	$\pm 0,11$ mm.
Longueur .....	55	$\pm 0,60$ mm.
Épaisseur sous entaille .....	8	$\pm 0,11$ mm.
Rayon à fond d'entaille .....	0,25	$\pm 0,025$ mm.
Angle de l'entaille .....	$45^\circ$	$\pm 2^\circ$

L'orientation de l'entaille par rapport aux faces de laminage est la même que pour le barreau UF c'est-à-dire que l'arête du dièdre est normale aux faces de laminage.

2.2. Produits de la nuance A 52 S et des qualités  $\beta$  et  $\gamma$ , dont les caractères sont définis à l'article 20, ayant une épaisseur inférieure à 10 mm et supérieure ou égale à 5 mm.\*

Les résiliences UF ou V-ISO sont mesurées dans les mêmes conditions que ci-dessus au moyen de barreaux répondant aux mêmes prescriptions sauf en ce qui concerne les éléments suivants :

La largeur des faces d'un barreau, qui sont normales aux faces de laminage du produit, et dont l'une est destinée à recevoir l'entaille, mesurera  $5 \pm 0,11$  mm ;

Une des peaux de laminage du produit sera conservée à l'usage du barreau.

##### 3. Essai de pliage.

L'essai de pliage sera effectué à la température ambiante dans les conditions prescrites par la norme NF A 03-107. Il sera exécuté sous un angle de  $180^\circ$  c'est-à-dire suivant la modalité à branches parallèles.

Les articles définissant les caractères mécaniques des aciers laminés indiquent pour les diverses sortes de nuances, épaisseurs et natures des laminés si le pillage doit s'achever à bloc ou bien l'épaisseur de la cale sur laquelle il doit être terminé.

L'essai est réputé satisfaisant s'il ne se produit aucune déchirure, fente ou gerçure sur la face externe déformée par extension.

#### 4. Epaisseurs.

1. L'épaisseur d'un profilé est par convention l'épaisseur qu'il présente à l'emplacement prescrit à l'article 9 pour le prélèvement des spécimens pour essais.

2. Dans les spécifications qui figurent aux tableaux des articles suivants, *a* représente l'épaisseur du produit et *e* l'épaisseur de l'éprouvette; *a* et *e* sont exprimés en millimètres.

#### Art. 11. — Analyse chimique.

Par dérogation aux normes NF A 35-001, A 35-101, A 36-001 et A 36-203 l'analyse chimique est effectuée sur lingotin de coulée.

Le poids de ce lingotin est au minimum de 200 grammes. Il est divisé en trois parties, après mélange au besoin, dont l'une est analysée par l'usine productrice et les deux autres conservées en vue des analyses de contrôle éventuelles.\*

L'analyse chimique par les soins de l'usine productrice fait l'objet d'un bulletin certifié qui est produit à la présentation en recette. La ou les analyses de contrôle sont effectuées par un laboratoire agréé par l'administration et par le producteur.\*\*

L'administration se réserve le droit de faire exécuter à titre indicatif dans un laboratoire, agréé comme il vient d'être dit, les analyses chimiques sur produits prévues aux normes précitées, en particulier dans le cas où il y aurait doute sur l'identification des fractions conservées du lingotin de coulée.\*\*\*

#### Art. 12. — Présentation en recette.

1. Tout acier de construction donnera lieu à recette.

2. La présentation en recette sera effectuée par lots à l'usine du producteur.

Tout lot présenté en recette devra être composé de laminés provenant d'une même coulée, de même nature, de même classe d'épaisseur et ayant subi les mêmes traitements mécaniques et thermiques.\*

Les tôles constituant un même lot pourront cependant, par dérogation à la prescription précédente, appartenir à deux classes d'épaisseurs différentes. En ce cas le lot devra satisfaire à la fois aux conditions exigées pour les deux classes. Si tel n'était pas le cas le lot rebuté pourrait être présenté à nouveau après avoir été scindé en deux lots composés chacun de tôles de la même classe.

Il sera admis également que les tôles soient présentées en recette feuille par feuille, chaque feuille constituant un lot.

3. Le producteur mettra à la disposition de l'agent réceptionnaire de l'administration tous les moyens, personnel et matériel, nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

L'agent réceptionnaire de l'administration choisira les aciers laminés dans lesquels les spécimens destinés aux essais devront être prélevés. Ces spécimens seront détachés des pièces aux emplacements indiqués par lui conformément aux prescriptions de l'article 9 puis numérotés et marqués en sa présence et suivant ses instructions du poinçon de l'administration.\*

4. Il ne sera pas prélevé plus d'un spécimen dans une même pièce sauf quand le lot ne comprendra qu'une pièce.

Le nombre de spécimens prélevés sera égal à l'effectif de l'échantillon de recette tel qu'il est fixé pour chaque sorte d'acier à l'un des articles suivants, sauf si le nombre des pièces du lot est inférieur à l'effectif stipulé. Le nombre des spécimens sera alors égal au nombre des pièces du lot. Si cependant ce dernier ne comprenait qu'une pièce, il serait prélevé deux spécimens.\*

5. De chaque spécimen on tirera :

- une éprouvette de traction;
- une éprouvette de pliage.

Si le caractère de résilience entre dans les conditions prescrites, deux éprouvettes de résilience.

6. Les essais de contrôle des caractères mécaniques seront effectués en la présence de l'agent réceptionnaire de l'administration.

#### Art. 13. — Conditions de recette.

##### 1. Consistance des opérations de recette.

Les opérations de recette d'un lot comporteront obligatoirement :

La vérification des caractères physiques. Cette vérification peut porter sur la totalité des pièces du lot.

La vérification des caractères géométriques. Cette vérification peut porter sur la totalité des pièces du lot.

Les épreuves de contrôle des caractères mécaniques. Ces épreuves comprennent l'exécution de tous les essais prévus quant à leur sorte et à leur nombre par les dispositions du présent texte.

La vérification de la composition chimique pour les qualités et nuances d'acier pour lesquelles cette composition fait l'objet de prescriptions.\*

##### 2. Caractères physiques et géométriques.

Toute pièce ne présentant pas les caractères physiques ou géométriques requis et dont les défauts ne pourraient être corrigés sans déroger aux articles 5 et 6 du présent texte ou aux normes en vigueur sera refusée et retirée du lot.

Si le nombre des pièces ainsi refusées dépasse le vingtième du nombre total des pièces du lot, le lot tout entier pourra être refusé.\*

### 3. Composition chimique.

Si l'analyse chimique de contrôle sur lingotin de coulée ne satisfait pas aux conditions imposées le lot pourra être refusé.

### 4. Validité des essais mécaniques.

Tout essai qui n'aura pas été exécuté dans les conditions satisfaisantes sera annulé et recommencé après prélèvement, s'il y a lieu, d'un nouveau spécimen.

Tout essai qui aura été exécuté dans des conditions normales sera pris en compte même si l'éprouvette montre après rupture un défaut local apparent.

On recherchera avec soin si le défaut présenté par une éprouvette a un caractère exceptionnel ou est, au contraire, l'indice d'un défaut de la pièce dont cette éprouvette provient, qui soit de nature à compromettre la sécurité en service et à entraîner le rebut de cette pièce. Cette recherche pourra éventuellement donner lieu, pour la pièce en cause, à des essais supplémentaires ou à des examens spéciaux.\*

### 5. Caractères mécaniques. — Acceptation ou refus.

5.1. Les caractères physiques et chimiques satisfaisant aux conditions prescrites, si toutes les épreuves relatives aux caractères mécaniques sont satisfaisantes le lot sera accepté ; si deux de ces épreuves correspondant à des caractères différents ne sont pas satisfaisantes le lot sera refusé ; si l'épreuve correspondant à l'un des caractères mécaniques n'est pas satisfaisante on opérera comme il est indiqué au paragraphe 6 au cas où le caractère mécanique en cause serait qualitatif et comme il est prescrit au paragraphe 7 au cas où ce caractère serait quantitatif.\*

5.2. Un lot refusé pourra être à nouveau présenté en recette par le producteur après remaniement par traitement thermique.

### 6. Cas où l'épreuve de pliage (caractère mécanique qualitatif) n'est pas satisfaisante.

6.1. Si dans l'épreuve en cause deux essais n'ont pas été satisfaisants le lot sera refusé.

6.2. Si dans l'épreuve en cause un essai n'a pas été satisfaisant on prélèvera une série complémentaire de nouveaux spécimens en nombre égal à l'effectif de l'échantillon de recette dont l'un obligatoirement sur la pièce qui a fourni l'éprouvette dont l'essai a été défectueux, et les autres de préférence, sauf impossibilité, sur des pièces différentes de celles sur lesquelles a porté le premier prélèvement.

On tirera de chaque spécimen l'éprouvette correspondante et on soumettra ces éprouvettes à de nouveaux essais. Si cette épreuve complémentaire est satisfaisante le lot sera accepté. Si elle ne l'est pas le lot sera refusé.

### 7. Cas où une épreuve correspondant à un caractère mécanique quantitatif n'est pas satisfaisante.

On prélèvera un échantillon complémentaire composé de nouveaux spécimens en nombre égal à l'effectif de l'échantillon de recette dont l'un obligatoirement sur la pièce qui a fourni l'éprouvette dont l'essai a été défectueux et les autres de préférence, sauf impossibilité, sur des pièces sur lesquelles n'a encore porté aucun prélèvement.

On tirera de chaque spécimen l'éprouvette (ou les éprouvettes, suivant les prescriptions de l'article 12-5) qui correspond au type de l'épreuve qui a été défectueuse et on soumettra ces éprouvettes à de nouveaux essais.

On considérera alors l'épreuve d'ensemble constituée par l'épreuve de recette et par l'épreuve complémentaire portant sur les éprouvettes tirées les unes de l'échantillon de recette et les autres de l'échantillon complémentaire.

On formera la moyenne et l'écart quadratique moyen des valeurs fournies par l'épreuve d'ensemble quant au (ou aux) caractère (s) mécanique (s) quantitatif (s) défectueux. La valeur correspondant à ce caractère sera réputée égale à la moyenne des valeurs d'épreuve diminuée de deux fois leur écart quadratique moyen s'il s'agit d'un caractère pour lequel est imposée une valeur minimale ou à ladite moyenne augmentée de deux fois leur écart quadratique moyen dans le cas où une valeur maximale est imposée au caractère.\*

Si la (ou les) valeurs (s) obtenue (s) satisfait (satisfont) aux conditions imposées le lot sera accepté.

Dans le cas contraire, il sera refusé si le caractère en cause est la résilience. Il pourra être refusé si ce caractère est l'un de ceux qui se rattachent à l'essai de traction.

Le producteur aura la faculté de demander de nouvelles épreuves complémentaires. Chacune d'elles donnera lieu au prélèvement d'un échantillon dans les conditions stipulées ci-dessus pour celui de l'échantillon complémentaire et sera conduite comme l'épreuve complémentaire. Mais on considérera toujours pour le calcul des valeurs correspondant à des caractères l'épreuve d'ensemble constituée par l'épreuve de recette et par toutes les épreuves complémentaires.

Le producteur aura également la faculté dans le calcul de la moyenne et de l'écart quadratique moyen des valeurs de caractères fournies par l'épreuve d'ensemble des caractères d'écarter la moitié au plus de ces valeurs à condition de le faire dans l'ordre des valeurs croissantes ou décroissantes en commençant l'élimination par les plus favorables.\*\*

### Art. 14. — Frais de recette.

Les frais de recette de toutes natures sont à la charge du producteur sauf les frais suivants qui sont à la charge de l'administration :

— les frais afférents au personnel réceptionnaire de l'administration ;

— les frais d'analyse chimique effectués en laboratoire.

## CHAPITRE II

## Aciers laminés pour construction métallique rivée.

Art. 15. — *Choir des aciers laminés pour construction métallique rivée.*

Le cahier des prescriptions spéciales désigne pour chaque ouvrage ou nature ou partie d'ouvrage à construire en métal rivé la sorte d'acier laminé qui devra être employée dans sa constitution.

Les sortes d'acier susceptibles d'être choisies sont les suivantes \* :

Acier A 42 ;

Acier A 52.

Article 16. — *Acier A 42.*

1. Le tableau suivant indique les caractères mécaniques que doivent présenter les différents produits.

PRODUITS	ÉPAISSEUR , a , DU PRODUIT	TRACTION			PLIAGE
		R	E	A	
	mm	kg/mm <sup>2</sup>		%	
Tôles.	5 ≤ a ≤ 16	≥ 42	≥ 24	≥ 27	e
	16 < a ≤ 30			≥ 26	1,5 e
	30 < a ≤ 50	≤ 50	≥ 25	2 e	
Profilés.	a ≤ 16	≥ 42	≥ 26	≥ 30	à bloc
	16 < a ≤ 30	≤ 50	≥ 25	≥ 29	e
Barres et larges plats.	a ≤ 16	≥ 42	≥ 24	≥ 30	à bloc
	16 < a ≤ 30	≤ 50		≥ 29	e
Profilés, barres et larges plats.	30 < a ≤ 50	≥ 40 ≤ 50	≥ 24	≥ 28	e

Dans la colonne « Pliage » le tableau indique l'épaisseur de la cale de pliage en fonction de l'épaisseur, e, de l'éprouvette (en mm) ou bien indique que le pliage est fait à bloc.

2. L'effectif de l'échantillon de recette est fixé à cinq (5).

Art. 17. — *Acier A 52.*

1. Le tableau suivant indique les caractères mécaniques que doivent présenter les différents produits.

PRODUITS	ÉPAISSEUR , a , DU PRODUIT	TRACTION			PLIAGE	RÉSILIENCE KUF A + 20° kgm/cm <sup>2</sup>
		R	E	A		
	mm	kg/mm <sup>2</sup>		%		
Tôles.	5 ≤ a ≤ 16	≥ 52 ≤ 64	≥ 36	≥ 22	3 e	≥ 5
	16 < a ≤ 30	≥ 50	≥ 35	≥ 21	3,5 e	≥ 4
	30 < a ≤ 50	≤ 62	≥ 34	≥ 20	4 e	≥ 3
Profilés et barres.	a ≤ 16	≥ 52 ≤ 64	≥ 36	≥ 24	2 e	≥ 5
	16 < a ≤ 30	≥ 50	≥ 35	≥ 23	3 e	≥ 4
	30 < a ≤ 50	≤ 62	≥ 34			
Larges plats.	a ≤ 16	≥ 52 ≤ 64	≥ 36	≥ 24	2 e	≥ 5
	16 < a ≤ 30	≥ 50	≥ 35	≥ 23	3 e	≥ 4
	30 < a ≤ 50	≤ 62	≥ 34			

En outre, jusqu'à 25 mm d'épaisseur inclus, les limites d'élasticité doivent être au moins égales aux valeurs spécifiées pour les épaisseurs inférieures ou égales à 16 mm.

Dans la colonne « Pliage », le tableau indique l'épaisseur de la cale de pliage en fonction de l'épaisseur, e, de l'éprouvette (en mm).

2. Les teneurs en soufre et en phosphore ne devront pas respectivement dépasser soixante (60) et soixante-dix (70) millièmes pour cent.

3. L'effectif de l'échantillon de recette est fixé à cinq (5).

CHAPITRE III

Aciers laminés pour construction métallique soudés.

Art. 18. — *Choix des aciers laminés pour la construction métallique soudée.*

1. Le cahier des prescriptions spéciales désigne pour chaque ouvrage ou nature ou partie d'ouvrage à construire en métal soudé la nuance et la qualité de l'acier qui devra être employé pour sa constitution. Les nuances et qualités d'acier susceptibles d'être choisies sont les suivantes.\*

Acier A 42 S, qualités n° 2, 3 et 4 ;  
Acier A 52 S, qualités  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .

Art. 19. — *Acier A 42 S, qualités 2, 3 et 4.*

1. L'acier A 42 S de qualité 4 doit correspondre à une qualité définie, élaborée et traitée d'une façon définie, garantie par le producteur et préalablement agréée par le ministre des travaux publics et des transports.

2. Le tableau suivant indique les caractères mécaniques que doivent présenter les différents produits dans les diverses qualités.\*

PRODUITS	ÉPAISSEUR , a , DU PRODUIT	TRACTION		PLIAGE		RÉSILIENCE		
		QUALITÉS 2, 3 ET 4		QUALITÉS		QUALITÉS		
		R	E	2	3 ET 4	2	3	4
	mm	kg/mm <sup>2</sup>	%			KUF A + 20°	KV-ISO A 0°   A - 20°	kgm/cm <sup>2</sup>
Tôles.	5 ≤ a ≤ 16	≥ 42 ≤ 50	≥ 24	≥ 30	e	0,5 e	≥ 7	≥ 3,5
	16 < a ≤ 30	≥ 40	≥ 23	≥ 27	2 e	1,5 e	≥ 6	≥ 3,5
	30 < a ≤ 50	≤ 50	≥ 22	≥ 25				≥ 3,5
Profilés. Barres et larges plats.	a ≤ 16	≥ 42 ≤ 50	≥ 26	≥ 30	0,5 e	à bloc	≥ 7	≥ 3,5
	16 < a ≤ 30	≥ 40	≥ 24	≥ 30	1,5 e	e	≥ 6	≥ 3,5
Barres et larges plats.	30 < a ≤ 50	≤ 50	≥ 24	≥ 27				≥ 3,5

En outre, jusqu'à 25 mm d'épaisseur inclus, la limite d'élasticité des tôles doit être au moins égale à 24 kg/mm<sup>2</sup>. Dans les colonnes « Pliage », le tableau indique l'épaisseur de la cale de pliage en fonction de l'épaisseur, e, de l'éprouvette (en mm) ou bien indique que le pliage est fait à bloc.

3. La composition chimique doit répondre aux conditions de teneur suivantes exprimées en millièmes pour cent.

$$C \leq 200 \quad P \leq 50 \quad S \leq 50$$

4. L'effectif de l'échantillon de recette est fixé à six (6).

Art. 20. — *Acier A 52 S, qualités  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .*

1. L'acier doit correspondre à une qualité définie, élaborée et traitée d'une façon définie, garantie par le producteur et préalablement agréée par le ministre des travaux publics et des transports.\*

2. Le tableau suivant indique les caractères mécaniques que doivent présenter les différents produits dans les diverses qualités :

PRODUITS	ÉPAISSEUR , a, DU PRODUIT mm	TRACTION		PLIAGE		RÉSILIENCE		
		QUALITÉS α, β ET γ		QUALITÉS		QUALITÉS		
		R	E	α	β ET γ	α	β	γ
Tôles.	5 ≤ a ≤ 16	52 ≥ 64	36 ≥	8 e	2,5 e	KUF A + 20° kgm/cm²	KV-ISO A 0°	KV-ISO A -- 20°
	16 < a ≤ 30	50 ≥ 62	35 ≥	4 e	3,5 e	≥ 6	≥ 5	≥ 5
	30 < a ≤ 50	50 ≥ 60	34 ≥	2,5 e	2 e	≥ 5	≥ 5	≥ 5
Profils, barres et larges plats.	a ≤ 16	52 ≥ 64	36 ≥	2,5 e	2 e	≥ 6	≥ 5	≥ 5
	16 < a ≤ 30	50 ≥ 62	35 ≥	3,5 e	3 e	≥ 5	≥ 5	≥ 5
	30 < a ≤ 50	50 ≥ 60	34 ≥	3,5 e	3 e	≥ 5	≥ 5	≥ 5

En outre, jusqu'à 25 mm d'épaisseur inclus, la limite d'élasticité de tous les produits doit être au moins égale à 36 kg/mm².  
 Dans les colonnes « Pliage », le tableau indique l'épaisseur de la cale de pliage en fonction de l'épaisseur, e, de l'échantillon (en mm).

3. Les teneurs des différents éléments chimiques ne devront pas dépasser les valeurs maximales indiquées au tableau suivant en millièmes pour cent.

ÉPAISSEUR , a, DU PRODUIT mm	C	Si	Mn	S	P
a ≤ 16	200	550	1 500	50	50
16 < a ≤ 50	220	550	1 500	50	50

Les éléments autres que ceux qui sont visés au tableau ne devront se présenter éventuellement que sous forme résiduelle.

4. L'effectif de l'échantillon de recette est fixé à sept (7).

Art. 21. — Mode d'élaboration des aciers soudables.

1. Le mode d'élaboration de l'acier et le traitement tant mécanique que thermique des produits sont laissés au choix du producteur pour l'acier A 42 S des qualités 2 et 3.

Le producteur devra néanmoins les faire connaître à l'ingénieur et ce dernier les demande.\*

2. Pour l'acier A 42 S qualité 4 et pour l'acier A 52 S le mode d'élaboration de l'acier et le traitement tant mécanique que thermique des produits seront ceux-là mêmes qui auront été entérinés par la décision ministérielle d'agrément visée aux articles 19 et 20.

Les modifications éventuelles devront être approuvées par l'ingénieur avant toute fabrication.\*

ANNEXE V

A LA CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES

FASCICULE 4

TITRE III

Aciers laminés pour construction métallique.

COMMENTAIRES

Art. 1<sup>er</sup>. — *Domaine d'application.*

Les tôles visées par les prescriptions entrent dans les catégories des tôles moyennes et fortes des normes. D'après ces dernières l'épaisseur des tôles moyennes a pour borne inférieure 2 mm. Si exceptionnellement il devait être fait emploi de tôles d'épaisseur comprise entre 2 mm (compris) et 5 mm (exclus), les prescriptions du présent texte pourraient être appliquées sauf en ce qui concerne les limites et allongements de rupture pour lesquels il y aurait lieu à entente directe avec les producteurs. Pour ces tôles, en outre, il ne serait pas exigé d'essais de résilience.

Art. 5. — *Caractères physiques.*

2, 2\*. L'opportunité d'autoriser une réparation par soudage doit être appréciée à un double point de vue :

1° La soudabilité de l'acier. Si les conditions fixées à l'article 5 du titre III du fascicule sont remplies, on pourra, en principe, autoriser la réparation des aciers pour construction soudée A 42 S et A 52 S.

En ce qui concerne les aciers pour construction rivée, l'autorisation de réparer pour l'acier A 42 ne pourra être accordée que pour les tôles et les plats. En plus des conditions fixées à l'article 5 du titre III du fascicule, elle pourra être subordonnée aux résultats des essais qui ne sont pas normalement exigés pour ces aciers,



analyse chimique et résilience, et éventuellement si le résultat desdits essais le justifie, à un préchauffage adéquat. L'autorisation de réparer sera toujours refusée pour l'acier A 52 ;

2° La nature et l'importance du défaut à réparer. S'il y a doute, l'autorisation pourra être réservée jusqu'à l'enlèvement complet du défaut.

\*\* Le rechargement par soudure d'une pièce laminée doit être contrôlé avec autant de soin que l'assemblage par soudage de cette même pièce dans une construction.

\*\*\* Le traitement thermique de normalisation ne peut être demandé pour les profilés et les barres. Pour les autres produits il devra être exigé pour les aciers laminés A 52 S. Il conviendra de ne le demander pour les pièces en acier A 42 S que si l'importance et la position du défaut soumis à réparation risquent de conduire à des concentrations de soudure dans l'ouvrage à exécuter. L'utilité d'un traitement thermique de l'acier pour construction rivée A 42 pourra s'apprécier d'après la composition chimique et la résilience ; ledit traitement ne sera néanmoins pas nécessaire si la réparation a été effectuée après un préchauffage convenable de la pièce.

3. Les incidents au poinçonnage ne pourront donner lieu à rebut que si les positions des trous de rivets correspondants sont bien aux distances minimales des bords des pièces qui sont fixées au fascicule 61, titre V, article 24, du C. P. C. L'attention est attirée sur ce que les incidents de poinçonnage sont plus rares lorsque les pièces sont découpées par oxycoupage que lorsqu'elles sont cisailées.

#### Art. 7. — Caractères mécaniques.

2. La résilience V-ISO est parfois exprimée en kilogrammètres quand elle est relative à des produits d'épaisseur supérieure ou égale à 10 mm. On obtient alors sa valeur en kilogrammètres par centimètre carré en multipliant par 1,25 sa valeur exprimée en kilogrammètres.

#### Art. 9. — Eprouvettes pour essais mécaniques.

1. Le mot « échantillon » employé dans les normes citées au paragraphe correspondant du fascicule a été remplacé par le mot « spécimen » conformément à la terminologie de la norme NF X 05-020 plus récente que les précédentes. Le mot « échantillon » désigne maintenant l'ensemble des spécimens destinés à une épreuve déterminée.

2. En ce qui concerne l'emplacement du prélèvement des spécimens dans les profilés le texte ne déroge pas aux normes existantes pour les cornières. Il déroge aux normes pour les I, les U, les H, les T et les Z.

Le texte déroge également aux normes en ce qui concerne l'emplacement des spécimens à prélever dans les larges plats et dans les tôles.

3. Quant à l'orientation des éprouvettes le texte déroge aux normes en ce qu'il supprime les éprouvettes en travers pour les larges plats. Il déroge également aux normes en ce qui concerne l'orientation des éprouvettes de résilience dans les tôles qui

doivent être prélevées en long et non pas en travers. Il est rappelé que les éprouvettes autres que les éprouvettes de résilience sont prélevées en travers, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction du laminage final, dans les tôles, conformément aux normes existantes auxquelles il n'est pas dérogé sur ce point.

#### Art. 10. — Essais mécaniques.

1. Il est rappelé que d'après la norme NF A 03-101, la limite apparente d'élasticité est le quotient par la section initiale  $S_0$  de l'éprouvette de la charge pour laquelle l'effort indiqué par le dispositif de mesure est stationnaire pour la première fois ou diminue, bien que la déformation de l'éprouvette augmente.

Dans le cas où la limite apparente d'élasticité serait trop difficile à saisir il y aurait lieu de mesurer la limite d'élasticité à 0,2 p. 100, c'est-à-dire telle que la déformation résiduelle soit 0,2 p. 100, et de considérer que c'est à cette dernière limite que se réfère le texte des prescriptions.

2.2.\* Les essais de résilience ne sont pas prévus pour les produits d'épaisseur inférieure à 10 mm autres que ceux de la nuance et des qualités indiquées.

#### Art. 11. — Analyse chimique.

\* L'analyse chimique de l'usine productrice peut être effectuée par spectrométrie.

\*\* La ou les analyses de contrôle sont effectuées par les voies chimiques classiques.

\*\*\* L'attention est attirée sur ce que la composition chimique du produit peut différer de celle du lingotin. En ce qui concerne le carbone, on pourra admettre que la correspondance entre les teneurs mesurées sur lingotin et les teneurs maximales possibles mesurées sur produits est celle qui figure au tableau suivant où les teneurs en carbone sont exprimées en millièmes pour cent.

MESURES SUR LINGOTIN DE COULÉE	MESURES SUR PRODUITS	
	ACIERS A 42 S QUALITÉ 2 A 52 S QUALITÉ $\alpha$	ACIERS A 42 S QUALITÉS 3 et 4 A 52 S QUALITÉS $\beta$ et $\gamma$
	170	210
200	250	230
220	280	250

Pour les aciers A 52 S, les teneurs maximales en soufre et phosphore mesurées sur produits satisferont aux conditions correspondantes figurant dans la décision ministérielle d'agrément de ces aciers.

Art. 12. — *Présentation en recette.*

2. Les prescriptions relatives à la composition d'un lot doivent être comprises comme il suit :

- de même nature signifie que les laminés sont tous des cornières ou des U A P (U à ailes parallèles) ou des larges plats, par exemple.
- de même classe d'épaisseur signifie que les épaisseurs des laminés peuvent être différentes tout en demeurant comprises entre deux des limites pour lesquelles changent les valeurs exigées des caractères mécaniques. Par exemple, cornières de 80 x 80 x 8 et de 100 x 100 x 10 toutes deux d'épaisseurs comprises entre 5 et 16 mm ;
- ayant subi les mêmes traitements mécaniques signifie que les divers laminés du lot doivent avoir été laminés sur des laminoirs de même type mais non nécessairement sur un même laminoir.

3. Quant aux emplacements des spécimens à détacher des pièces le choix du réceptionnaire devra se porter de préférence du côté des têtes des lingots en particulier pour les tôles.

4. D'après la terminologie usuelle et normalisée, l'échantillon de recette est constitué par les spécimens prélevés sur les pièces. Son effectif est égal au nombre de ces spécimens.

Art. 13. — *Conditions de recette.*

1. *Consistance des opérations de recette.*

La vérification des caractères physiques et celle des caractères géométriques est normalement limitée à une fraction du lot, fraction dont l'étendue est cependant suffisante pour qu'on soit assuré que l'ensemble du lot est correct si elle a été reconnue telle. Au cas où des défauts physiques et géométriques auraient été révélés par la vérification, l'étendue de cette dernière devrait être naturellement augmentée.

2. *Caractères physiques et géométriques.*

Si les opérations de contrôle de ces caractères paraissent au producteur faire ressortir un nombre excessif de pièces défectueuses, ce producteur pourra retirer le lot de la présentation en recette.

Dans ce cas et dans le cas de refus visé par le deuxième alinéa des prescriptions on pourra admettre que le producteur présente à nouveau le même lot après vérification complète et élimination par ses soins des pièces défectueuses.

4. *Validité des essais mécaniques.*

Un essai peut avoir été exécuté dans des conditions non satisfaisantes si la machine d'essais n'est pas en état ou si l'éprouvette a été mal disposée ou fixée sur elle par exemple.

Contrairement aux errements antérieurement pratiqués, on n'écartera pas pour le recommencer un essai dont l'éprouvette montrerait

après rupture un défaut local apparent. Cet essai doit être pris en compte dans l'épreuve de recette dont il fait partie, au même titre que tout autre essai.

Les défauts locaux des éprouvettes doivent être examinés en tant qu'indices possibles de défauts plus étendus affectant la sécurité offerte en service par les pièces elles-mêmes.

5. *Caractères mécaniques. — Acceptation ou refus.*

D'après la terminologie usuelle et normalisée une épreuve est l'ensemble des essais relatifs à un échantillon et à un même caractère. Une épreuve est satisfaisante si tous les essais qu'elle comporte ont satisfait aux conditions imposées.

L'essai de traction est utilisé pour la définition et le contrôle des trois caractères quantitatifs, limite de rupture, limite d'élasticité, allongement de rupture. Cependant l'ensemble des essais de traction ne sera considéré que comme constituant une seule épreuve. Si l'on trouve par exemple des valeurs de la limite de rupture et des valeurs de la limite d'élasticité qui ne satisfont pas aux conditions prescrites on considérera que l'épreuve de traction constitue une épreuve non satisfaisante et non pas deux épreuves non satisfaisantes.

7. *Cas où une épreuve correspondant à un caractère mécanique quantitatif n'est pas satisfaisante.*

Les prescriptions du texte constituent la méthode dite de l'épreuve complémentaire.

\* On trouvera aux commentaires du titre II, 1<sup>re</sup> section, du présent fascicule le rappel de la définition de la moyenne et de l'écart quadratique moyen d'un groupe de variables aléatoires ainsi que des indications sur la façon de les calculer pratiquement.

\*\* La faculté d'écarter, dans le calcul de la moyenne et de l'écart quadratique moyen, des valeurs dans l'ordre des valeurs croissantes ou décroissantes en commençant l'élimination par les plus favorables doit être comprise de la façon suivante. Supposons que le caractère en cause soit la limite de rupture qu'il s'agit de comparer à sa limite inférieure prescrite  $R_{min}$  et que les essais aient fourni  $n$  valeurs

mesurées. On rangera ces valeurs dans l'ordre croissant :

$$R_1, R_2, \dots, R_{n-1}, R_n$$

La faculté offerte,  $\alpha$  étant un nombre entier au plus égal à  $\frac{n}{2}$ , est celle de calculer la moyenne  $\bar{R}_\alpha$  et l'écart quadratique moyen  $s_\alpha$  sur la suite des valeurs :

$$R_1, R_2, \dots, R_{n-\alpha-1}, R_{n-\alpha}$$

Il suffira d'avoir  $m - 2s_\alpha \geq R_{min}$  pour l'une des valeurs possibles de  $\alpha$  pour que l'épreuve soit réputée satisfaisante.

S'il s'était agi de comparer la contrainte de rupture à sa limite supérieure  $R_{\max}$  le calcul aurait été effectué sur la suite des valeurs :

$$R_{a+1}, R_{a+2}, \dots, R_{n-1}, R_n$$

et la condition à satisfaire aurait été  $m + 2 s \leq R_{\max}$

Les prescriptions prévoient la faculté de recourir au mode de calcul précédent en raison de ce que les caractères quantitatifs peuvent présenter en tant que variables aléatoires des distributions non normales et en particulier à double modalité.

\*\*

Le tableau suivant résume les conditions de recette pour les différentes sortes d'aciers visés au présent texte ; il indique si le contrôle de la composition chimique est prévu ou non ; il indique quels sont les essais mécaniques prévus ainsi que le nombre des éprouvettes correspondantes.

	CONTRÔLE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE	NOMBRE D'ÉPROUVETTES		
		TRACTION	PLIAGE	RÉSILIENCE
A 42	/	5	5	/
A 52	Prescrit.	5	5	2 × 5
A 42 S	Prescrit.	6	6	2 × 6
A 52 S	Prescrit.	7	7	2 × 7

Art. 15. — *Choix des aciers laminés pour construction métallique rivée.*

Les aciers A 42 et A 52 sont ceux qui doivent être employés dans la construction métallique rivée des ouvrages d'art proprement dits qui intéressent la sécurité publique, tels que ponts, portes d'écluses, appareils de levage et de transport, etc.

Conformément aux errements habituels, les aciers pour garde-corps, joints de chaussée, gargouilles pourront être des métaux du commerce. Il pourra en être de même pour des charpentes de petits magasins ou ateliers, toutes les conditions nécessaires de sécurité devant, bien entendu, être remplies.

Art. 18. — *Choix des aciers laminés pour construction métallique soudée.*

Les aciers A 42 S et A 52 S sont ceux qui doivent être employés dans la construction métallique soudée des ouvrages d'art proprement dits qui intéressent la sécurité publique, tels que ponts, portes d'écluses, etc.

Art. 19. — *Acier A 42 S, qualités 2, 3 et 4.*

La qualité 3 de l'acier A 42 S est celle qu'il convient normalement d'employer pour les parties sensibles des ouvrages, essentiellement les parties tendues, lorsque les épaisseurs ne sont pas trop grandes.

Il y a intérêt économique à employer la qualité 2 où cela se peut, essentiellement dans les parties qui demeurent toujours comprimées, dont les épaisseurs sont modérées et dont les dispositions sont telles que des contraintes propres élevées ne soient pas susceptibles de s'y développer.

L'emploi de la qualité 4, qui doit demeurer exceptionnel, convient dans les parties tendues pour les fortes épaisseurs et pour les ouvrages qui peuvent être soumis à des températures particulièrement basses. Il sera justifié de la substituer à la qualité 3 pour les épaisseurs supérieures à 25 mm si les conditions de température sont sévères et si l'on peut craindre des contraintes propres élevées, et pour les épaisseurs supérieures à 30 mm si l'une de ces hypothèses seulement est réalisée. On pourra substituer dans les parties comprimées la qualité 3 à la qualité 2 dans les mêmes conditions de limitation d'épaisseur, de température et de contraintes propres.

Art. 20. — *Acier A 52 S, qualités  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .*

1. La procédure d'agrément peut porter sur les modes d'élaboration, sur la régularité des qualités mécaniques, sur la fragilité et la soudabilité pour lesquelles tous essais pourront être mis en œuvre afin d'établir le comportement du métal dans diverses conditions de sollicitation, notamment lors du dépôt de cordons de soudure (essais Kommerell ou similaires, essais de fissuration, etc.).

2. La qualité  $\beta$  de l'acier A 52 S est celle qu'il convient normalement d'employer pour les parties sensibles des ouvrages, essentiellement les parties tendues lorsque les épaisseurs ne sont pas trop grandes.

Il y a intérêt économique à employer la qualité  $\alpha$  où cela se peut, essentiellement dans les parties qui demeurent toujours comprimées, dont les épaisseurs sont modérées et dont les dispositions sont telles que des contraintes propres élevées ne soient pas susceptibles de s'y développer.

L'emploi de la qualité  $\gamma$ , qui doit demeurer exceptionnel, convient dans les parties tendues pour les fortes épaisseurs et pour les ouvrages qui peuvent être soumis à des températures particulièrement basses. Il sera justifié de la substituer à la qualité  $\beta$  pour

les épaisseurs supérieures à 25 mm si les conditions de température sont sévères et si l'on peut craindre des contraintes propres élevées, et pour les épaisseurs supérieures à 30 mm si l'une de ces hypothèses seulement est réalisée. On pourra substituer dans les parties comprimées la qualité  $\beta$  à la qualité  $\alpha$  dans les mêmes conditions de limitation d'épaisseur, de température et de tensions internes.

Art. 21. — *Mode d'élaboration des aciers soudables.*

1. *Acier A 42 S, qualités 2 et 3.*

L'ingénieur aura intérêt à demander à être informé du mode d'élaboration de l'acier et du traitement des produits si les épreuves de recette lui laissent quelque doute sur la convenance de l'acceptation ou du refus d'un lot présenté.

2. *Acier 42 S, qualité 4 et acier A 52 S.*

Si une modification au mode d'élaboration et aux traitements de l'acier est de quelque importance l'ingénieur devra provoquer un nouvel agrément.

Il pourra, avant que ce dernier soit intervenu, accepter les produits élaborés et traités suivant les modalités modifiées si ces dernières lui apparaissent constituer une incontestable amélioration.

ANNEXE VI

A LA CIRCULAIRE N° 84 DU 25 NOVEMBRE 1962

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES

*Rédaction des fascicules.*

FASCICULE N° 4

Aciers et autres métaux.

TITRE III

Aciers laminés pour construction métallique.

RAPPORT DE LA COMMISSION

« EXTRAITS »

28 juin 1962.

### I. — Rôle de la commission, sa composition.

Par lettre du 28 février 1958, le délégué général de la chambre syndicale de la sidérurgie française a demandé à M. le ministre des travaux publics, des transports et du tourisme la révision des articles 30 et 30 bis du C. P. C. relatifs aux aciers pour construction soudée. Il fondait cette demande sur la parution d'une « spécification technique pour la fourniture d'aciers employés en construction métallique soudée » élaborée en commun par sa chambre syndicale et par la chambre syndicale des entrepreneurs de construction métallique de France et datée de novembre 1957.

Par décision du 14 avril 1958 le vice-président du conseil général des ponts et chaussées instituait une commission chargée d'étudier « la définition des diverses catégories d'aciers destinés aux ouvrages de construction soudée ».

Il apparut à la commission que dans les prescriptions relatives aux aciers, les aciers pour construction soudée ne pouvaient être séparés des aciers pour construction rivée. Ce sont les uns et les autres des aciers de même famille qui ne diffèrent que par le soin apporté à leur élaboration. Leurs conditions de recette sont analogues, se distinguant seulement par des conditions plus ou moins sévères.

Aussi les décisions du vice-président du conseil général des ponts et chaussées des 24 avril et 25 novembre 1959 étendirent-elles aux aciers pour construction rivée la compétence de la commission.

La composition de cette dernière dut être élargie du côté de la sidérurgie et modifiée en raison du changement de quelques situations personnelles pendant la durée de ses travaux. Finalement sa composition fut ainsi fixée par décision du 22 décembre 1960 :

- MM. Grelot, ingénieur général des ponts et chaussées en retraite, président ;  
 Baticle, ingénieur général des ponts et chaussées en retraite ;  
 Wahl, ingénieur général des ponts et chaussées ;  
 Mesnager, ingénieur général des ponts et chaussées ;  
 Bachet, ingénieur général des ponts et chaussées, président de la commission de normalisation du ministère des travaux publics et des transports ;  
 Prot, ingénieur général honoraire des ponts et chaussées ;  
 Robinson, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chef du service central d'études techniques ;  
 Beltremieux, ingénieur en chef des ponts et chaussées ;  
 Peltier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur du laboratoire central des ponts et chaussées ;  
 Velitchkovitch, ingénieur des ponts et chaussées ;  
 Thery, ingénieur des ponts et chaussées ;  
 Lazard (Achille), ingénieur en chef à la direction des installations fixes de la S. N. C. F. ;  
 Audige, ingénieur en chef à l'institut de recherches de la construction navale ;  
 Gerbeaux, ingénieur, chef de service à l'institut de soudure ;

Schmid, représentant de la chambre syndicale des entrepreneurs de constructions métalliques de France ;

Bernard (Jean), directeur métallurgiste de la société Lorraine-Escout, représentant de la chambre syndicale de la sidérurgie ;

Hentz, chef des services de contrôle et de recherche de la société Sidelor, représentant de la chambre syndicale de la sidérurgie ;

d'Huart, chef du service de recherches à la société U. C. P. M. I., représentant de la chambre syndicale de la sidérurgie ;

Leclerc, de la société Usinor, président de la commission des études métallurgiques de la sidérurgie lourde, représentant de la chambre syndicale de la sidérurgie ;

Lejay, chef au service laminoirs aux forges du Creusot, président du groupe de travail tôles de la commission des études métallurgiques, représentant de la chambre syndicale de la sidérurgie ;

Rousseau, adjoint au directeur du bureau de normalisation de la sidérurgie, représentant de la chambre syndicale de la sidérurgie ;

Ceylon, ingénieur des ponts et chaussées au service central d'études techniques, secrétaire.

\*\*\*

### II. — Aciers faisant l'objet du projet de la commission.

Les prescriptions des articles 30 et 30 bis du C. P. C. définissent quatre aciers : les aciers Ac 42 pour construction rivée et pour construction soudée et les aciers Ac 54 pour construction rivée et pour construction soudée. L'acier Ac 42 pour construction rivée est toujours considéré par les constructeurs comme l'acier doux de choix, de « qualité ponts et chaussées », pour la construction rivée. L'acier Ac 42 pour construction soudée ne paraît plus d'une qualité suffisante pour réaliser en toute sécurité les parties les plus sensibles des ouvrages (parties tendues comportant des épaisseurs supérieures à 30 mm, et pouvant présenter des contraintes propres notables). Les aciers Ac 54, sauf exception, ne sont plus fabriqués. Ils contiennent du cuivre, que les métallurgistes jugent indésirables quand ils le retrouvent dans les ferrailles. Ils contiennent du chrome, élément cher et dont la présence nuit à la soudabilité comme on l'estime aujourd'hui.

Ainsi, les textes théoriquement en vigueur sont en fait caducs en ce qui concerne l'acier Ac 42 pour construction rivée.

Les aciers de construction normalement utilisés sont aujourd'hui des aciers au carbone, au manganèse et au silicium. L'acier Ac 42 appartenait et appartient toujours à ce type. On obtient des aciers de haute nuance, comparables à l'acier Ac 54, par l'augmentation des teneurs en C, Mn et Si. Et quelle que soit leur nuance, les aciers dits soudables et ceux qui ne le sont pas appartiennent à

cette même famille d'aciers. On ne peut d'ailleurs plus dire qu'il y ait deux catégories tranchées d'aciers, soudables et non soudables comme à l'époque où la soudabilité semblait liée au procédé d'élaboration. Le soufflage à l'oxygène tend à égaler aujourd'hui le convertisseur Thomas au four Martin. Il n'y a plus que des aciers plus ou moins soudables. On sait améliorer leur qualité à ce point de vue de la soudabilité par des soins d'élaboration : soins relatifs à la composition et la pureté chimiques, calmage, traitements thermiques, etc.

C'est ainsi uniquement sur la famille des aciers au carbone-manganèse-silicium qu'ont porté les travaux de la commission. Cette dernière a été naturellement amenée à tenir compte des classifications et spécifications existantes quant à cette famille d'aciers : accord des forges françaises et étrangères au sein de la CECA ; norme allemande, DIN 17 100 ; recommandations de l'institut international de la soudure ; spécification technique (citée plus haut) des chambres syndicales de la sidérurgie et de la construction métallique ; plus tard, dans le cours de ses travaux, spécifications de l'association technique de la sidérurgie française.

#### V. — Caractères mécaniques (art. 7).

Les caractères mécaniques à considérer pour la réception des aciers diffèrent des caractères visés aux articles 30 et 30 bis du C. P. C. par la suppression de l'essai de pliage à chaud des profilés et par l'introduction de la mesure de la résilience sur barreau entaillé en V.

5.1. L'essai de pliage à chaud, qui serait utile pour des produits en métal voisin du fer, est toujours satisfaisant pour des laminés en aciers de la famille C, Mn, Si. Le manganèse agit en effet favorablement sur la ductilité à chaud, et il y en a toujours assez dans les aciers en cause. Cet essai est ainsi apparu inutile et a été supprimé.

5.2. L'essai de flexion par choc d'un barreau entaillé montre pour un acier déterminé que l'énergie absorbée par la rupture ou résilience est fonction croissante de la température. Cependant cette croissance n'est pas régulière. Elle est lente au-dessous et peu accentuée au-dessus d'un intervalle de température appelé la zone de transition. Il se trouve que les phénomènes que l'on peut observer dans cette zone ne sont pas les mêmes lorsqu'on utilise pour effectuer l'essai de résilience le barreau à entaille en U ou le barreau à entaille en V.

Avec le premier (résilience UF), on constate dans la zone de transition lorsqu'elle se situe à basse température comme c'est le cas des aciers à bonne soudabilité, un phénomène de bimodalité, c'est-à-dire que les différentes valeurs de l'énergie de rupture obtenues se groupent statistiquement dans deux populations : une population qui se trouve sur la branche supérieure de la courbe représentative en coordonnées cartésiennes de la résilience en fonction de la température et dont la valeur moyenne est de l'ordre de 8 à 10 kgm/cm<sup>2</sup> et une population qui se trouve sur la branche inférieure et dont la valeur moyenne est de l'ordre de 1,5 à

2 kgm/cm<sup>2</sup> : le point d'inflexion de la courbe résilience-température est un point d'inflexion statistique, c'est-à-dire qu'il est caractérisé par le pourcentage de résultats d'une (ou de l'autre) population par rapport au nombre total d'essais. Si l'on fait peu d'essais, on trouvera quelques valeurs de chaque population qui seront très différentes, et le résultat ne signifiera pas grand chose.

L'essai sur éprouvette à entaille en U nécessite alors pour être convenablement interprété, que l'on exécute un grand nombre d'essais et que l'on descende jusqu'à des températures très basses (—50 à —100° C) : il apparaît ainsi comme un essai de laboratoire, qui peut être intéressant pour l'étude d'un métal, mais qui n'a pas le caractère pratique et net nécessaire à un essai de réception.

L'éprouvette en V présente une entaille plus aiguë. La température de transition, qui correspond au point d'inflexion statistique, est pour cette raison plus élevée que pour la résilience mesurée sur éprouvette en U. De plus, cet essai ne paraît pas donner lieu à bimodalité, ou, s'il y a bimodalité, la dispersion due à cette bimodalité éventuelle est confondue avec la dispersion classique observée sur tout ensemble de mesures expérimentales. Pour les sortes d'aciers soumis à des conditions de service sévères, qui nécessitent donc des essais sévères (à basse température) on est ainsi conduit à choisir comme essai de réception l'essai sur éprouvette en V, qui offre l'avantage par rapport à l'éprouvette en U de permettre d'effectuer les mesures à une seule température, plus élevée, et d'en nécessiter un nombre nettement moins élevé. Cet essai est l'essai de réception pratiqué aux Etats-Unis : il a été préconisé par l'Institut international de la soudure (I. I. S.) et normalisé par l'ISO. Il sert aujourd'hui de base aux études de la sidérurgie. C'est pour cet ensemble de raisons que la commission l'a adopté pour la mesure de la résilience des qualités d'aciers les meilleures où cette mesure doit être effectuée à basse température.

#### VI. — Caractères chimiques (art. 8).

Les éléments qu'il est prévu de doser sont les mêmes que dans le texte en vigueur.

Eu égard aux idées modernes on eut pu prévoir le dosage de l'aluminium résiduel. Il est en effet prescrit par la DIN 17 100 pour les aciers soudables de qualité 3 dont la mesure de la résilience n'est pas prévue (produits d'une épaisseur inférieure à 10 mm). La présence d'aluminium résiduel indique que l'acier a été calmé. Mais son dosage est délicat car il faut distinguer l'aluminium résiduel de l'aluminium combiné. Il a paru préférable à la commission de prévoir la mesure de la résilience sur les produits minces des meilleures qualités soudables de haute nuance.

L'azote, introduit par le soufflage à l'air, fragilise l'acier. Il a paru cependant inutile de le doser, car les essais de résilience à basse température suffisent à écarter les aciers qui présenteraient de la fragilité due à l'azote non combiné.

#### VII. — Epreuves pour essais mécaniques (art. 9).

7.1. Le paragraphe 2 apporte des dérogations aux normes visées au paragraphe 1 en ce qui concerne les emplacements où doivent être prélevées les éprouvettes.

Pour les profilés, ce prélèvement est prévu au 1/3 extérieur de la demi-aile, au lieu du 1/3 intérieur prévu pour la plupart des profilés par les normes, ceci afin de se rapprocher des Euronormes, et des conditions des études effectuées par la Sidérurgie.

Il résulte d'une étude faite sur des profilés en A 42 S que le passage du 1/3 intérieur au 1/3 extérieur conduit à des valeurs de la limite d'élasticité un peu plus faibles (donc favorise les utilisateurs à même valeur garantie) et à des valeurs de la résilience un peu plus fortes (étant donné que dans les ouvrages dépendant de l'administration des ponts et chaussées on ne prévoit en général pas de profilés soudés, cet inconvénient ne présente que peu d'importance pratique).

Pour les tôles et les larges-plats, l'emplacement des prélèvements (au milieu de la demi-largeur, au lieu du prélèvement dans l'axe prévu par les normes) a été choisi pour être en conformité avec les conditions des études de la Sidérurgie. Un tel emplacement présente l'avantage de réduire de moitié la surlongueur nécessaire.

7.2. Le paragraphe 3 précise la position de l'axe longitudinal des éprouvettes, par rapport à la direction du laminage (ou du laminage final).

En ce qui concerne les larges-plats, l'axe longitudinal des éprouvettes est parallèle à la direction du laminage. On a ainsi renoncé sur la demande des représentants de la sidérurgie aux essais en travers prévus par les articles 30 et 30 bis. De tels essais ne sont en effet prévus ni par les normes américaines ASTM, ni par la norme allemande DIN 17 100, ni par le règlement de la marine nationale. La baisse des caractéristiques en travers (limite d'élasticité et résistance à la rupture) étant pratiquement constante par rapport aux caractéristiques en long (chute de l'ordre de 20 p. 100) (1), il y a lieu par suite d'être prudent dans les sollicitations en travers des larges-plats et de n'utiliser ces derniers que si leurs caractéristiques en travers ne sont pas mises en jeu (semelles des poutres à âme pleine, par exemple) ou ne sont mises en jeu que de façon peu importante (par exemple, dans le cas d'assemblages de semelles de longerons sur semelles de pièces de pont, il faut prévoir des goussets importants). De telles précautions étant toujours prises dans les constructions soignées, il a paru possible de renoncer aux essais en travers sur les larges-plats.

Pour les tôles, les éprouvettes sont prélevées en travers, sauf les éprouvettes pour l'essai de résilience, qui sont prélevées en long, c'est-à-dire que leur axe est parallèle à la direction du laminage final. Ceci est conforme aux usages de la construction navale et à ceux suivant lesquels est établie la documentation intérieure des usines. La mesure de la résilience sur éprouvette en long donne des valeurs plus élevées que sur l'éprouvette en travers avec une dispersion plus faible, ce qui facilite la mesure en permettant de mieux saisir le niveau d'énergie. D'autre part, le départ des parties ascendantes des courbes qui donnent la variation de la résilience en fonction de la température et qui définissent ainsi la température de transition (voir plus bas) est pratiquement le même pour les essais des tôles en long et les essais en travers.

(1) La chute de ductilité est, en revanche, très largement variable, en particulier dans le cas des larges-plats pailleux.

## VIII. — Essais mécaniques (art. 10).

### 8.1. Essai de traction.

L'éprouvette prévue est l'éprouvette dite courte par opposition à l'éprouvette que prévoient les textes en vigueur ( $8,16 \sqrt{S_0}$ ) parce que l'usage de cette éprouvette adoptée par la C. E. C. A. se généralise (c'est elle que vise la DIN 17 100). La correspondance des allongements mesurés sur l'une et l'autre éprouvettes a été relevée sur l'Euronorme 9-55.

La limite d'élasticité mesurée n'est plus, en principe, la limite conventionnelle à 0,2 p. 100 d'allongement permanent mais la limite apparente d'élasticité. La mesure de cette dernière est plus facile parce qu'elle n'exige pas le relevé d'un diagramme de traction. C'est à elle que se réfèrent la DIN 17 100, les Euronormes et les études de la Sidérurgie. La limite apparente est un peu plus élevée que la conventionnelle du fait de l'inertie de la machine d'essai. La différence des deux limites, qui atteint au plus dans les cas extrêmes 1 kg/mm<sup>2</sup>, dépend ainsi de la machine utilisée et de la vitesse de l'essai.

### 8.2. Essai de résilience.

Le texte définit le barreau à entaille en V parce qu'il n'existe pas de norme française relative à ce barreau. La définition est conforme aux recommandations de l'ISO pour le barreau de 10 mm de côté.

Il a été expliqué ci-dessus pourquoi l'essai de résilience a été introduit par la commission pour certains produits d'épaisseur inférieur à 10 mm. Le barreau correspondant a été défini comme identique au barreau ISO, hormis l'épaisseur.

### 8.3. Essai de pliage.

Conformément aux articles 30 et 30 bis du C. P. C. actuel, la modalité de pliage choisie est la modalité à branches parallèles (pliage à 180°).

Le dernier alinéa précise les conditions d'interprétation de l'essai, que la norme ne fixe pas.

## IX. — Analyse chimique (art. 11).

Conformément aux articles 30 et 30 bis du C. P. C. en vigueur et contrairement aux normes françaises, l'analyse chimique est prévue sur lingotin de coulée.

Un tableau, en commentaire, donne des indications sur les teneurs maximales en carbone sur produit qui peuvent correspondre aux diverses teneurs sur lingotin. Il n'a pas été possible à la commission d'arrêter un tableau analogue en ce qui concerne les teneurs en soufre ou phosphore sur produits. Il semble, en effet, que cette correspondance, pour serrer de près la réalité, doit tenir compte du mode d'élaboration des aciers (aciers calmés ou non), du poids des lingots dont ils sont tirés... c'est-à-dire doit être faite usine par usine et produit par produit.

## X. — Présentation en recette (art. 12).

## 10.1. Prélèvements d'éprouvettes en tête et en pied de lingot.

Le commentaire du paragraphe 3 incite le réceptionnaire à prélever en tête les spécimens pour essais. C'est parce que les statistiques font apparaître que les résultats d'essais sur éprouvettes prélevées en pied sont systématiquement meilleurs que sur éprouvettes prélevées en tête.

10.2. Le paragraphe 4 innove par rapport aux errements actuels en ce qui concerne le nombre des spécimens à prélever. Ce dernier ne dépend plus de l'importance du lot (sauf pour les petits lots). L'interprétation des essais ne nécessite en effet aucune corrélation entre l'effectif de l'échantillon de recette et l'importance du lot. On verra qu'en revanche cet effectif est d'autant plus grand que l'acier soumis à recette est de qualité plus délicate à réussir parce que l'interprétation des essais est d'autant plus sûre que l'effectif de l'échantillon est plus élevé.

## XI. — Conditions de recette (art. 13).

A cet égard le C. P. C. en vigueur prescrit en son article 26 :

« Si dans les essais, une éprouvette, ne présentant pas de défaut local apparent, ne remplit pas les conditions prescrites, toutes les pièces venant de la même coulée ou comprises dans le même lot seront refusées sans autre examen ». Une telle clause est léonine, car en raison du caractère aléatoire que présentent les propriétés physiques des matériaux, il est toujours possible que, dans une série d'essais semblables sur un matériau que l'on doit juger bon, apparaisse un essai non satisfaisant. Sans doute cela n'est-il pas clairement aperçu des agents réceptionnaires, mais juger de la qualité d'un matériau sur un seul essai heurte le bon sens. Aussi ladite clause n'est-elle pas appliquée et si un essai est mauvais on agit comme s'il y avait défaut local apparent de l'éprouvette correspondante. On applique ce que prescrit le C. P. C. en vigueur en ce cas : « Si une éprouvette présentant un défaut local apparent vient à se rompre on fera l'essai de deux nouvelles éprouvettes et, si l'une d'elles vient à se rompre, le refus de la coulée ou du lot sera définitif ». En somme, si un essai est mauvais, on l'écarte et on le remplace par deux nouveaux essais qui doivent être bons. C'est la méthode qui est aujourd'hui normalement employée et qui est dite méthode de la contre-épreuve.

Les caractères mécaniques de recette étant des variables aléatoires, il n'est possible d'en juger sainement que d'un point de vue probabiliste ou statistique. L'apparition d'un essai mauvais signifie : il y a doute sur le lot. Le remplacer par deux nouveaux essais revient à tirer un billet de loterie qui, même indûment, a bien des chances d'être gagnant. Ce qui est correct est d'élargir l'information en procédant à des essais supplémentaires et de porter un jugement en tenant compte de tous les essais, y compris le mauvais.

Les modalités s'en présentent différemment selon qu'il s'agit d'essais qualitatifs ou quantitatifs.

En matière d'essai qualitatif par bon ou mauvais, c'est ici le cas de l'essai de pliage, le calcul enseigne qu'il faut un nombre relativement élevé de résultats « bons » pour effacer un résultat « mauvais », c'est-à-dire pour réduire à un taux acceptable la proportion probable des résultats mauvais que l'on trouverait si l'on essayait la totalité du lot. Les dispositions prévues qui amènent à essayer 5, 6 ou 7 éprouvettes nouvelles au lieu de 2 en cas d'essai mauvais sont théoriquement à peine suffisantes. Il n'a cependant pratiquement pas paru possible d'aller plus loin.

Avec les essais quantitatifs qui fournissent des mesures des caractères de recette, un jugement de valeur ou de convenance ne peut être porté qu'en tenant compte de la distribution des résultats des mesures, c'est-à-dire pratiquement en s'appuyant sur les valeurs numériques de leur moyenne arithmétique  $m$  et de leur écart quadratique moyen  $s$ . Pour que ces quantités soient bien définies, il est nécessaire que les résultats de mesure soient en nombre suffisant. C'est pourquoi l'effectif de l'échantillon soumis à l'épreuve complémentaire est égal à celui de recette, et que latitude a été donnée au producteur d'augmenter ce nombre à sa convenance.

La comparaison de  $m - 2s$  ou  $m + 2s$ , selon le cas, à la valeur contractuelle d'un caractère mécanique reviendrait, si la moyenne et l'écart quadratique moyen de la population mère et de l'échantillon étaient respectivement très voisins, à s'assurer que 97,5 p. 100 de la fourniture satisferait aux conditions prescrites si la distribution de ce caractère était gaussienne. Ce serait satisfaisant à la fois pour le producteur et pour l'utilisateur. Mais cette distribution n'est pas nécessairement gaussienne.

Il se peut en particulier que certains essais donnent lieu à bimodalité, c'est-à-dire que les résultats correspondent à deux populations différentes (ce peut être le cas si les spécimens sont prélevés indifféremment en tête ou en pied des lingots). La comparaison prévue n'aurait alors plus de sens. C'est pour éviter cet inconvénient qu'a été prévue la latitude donnée au producteur d'écartier la moitié au plus des valeurs, en commençant par les plus favorables. Rappelons qu'un processus analogue a déjà été prévu pour les mêmes raisons dans le titre II du fascicule 4 (1<sup>re</sup> section. — Fils d'acier pour armatures de précontrainte non toronnées, article 5, § 3,1. — Mesure de l'allongement de rupture : la moitié supérieure des résultats d'essais y est écartée parce que les éprouvettes correspondantes risquent de présenter des débuts de striction non suivis de rupture, phénomène qui conduit à des valeurs trop élevées de l'allongement de rupture).

## XII. — Acier A 42 (pour construction rivée) (art. 16).

L'acier A 42 prévu n'est autre que l'acier Ac 42 actuel. Les changements apportés à l'article 30 s'expliquent par les raisons suivantes :

- un seul sens de prélèvement des éprouvettes étant maintenant prévu (en travers pour les tôles, en long pour les larges-plats), les caractères correspondant aux éprouvettes prélevées dans l'autre sens, supprimé, ont également été supprimés (cf. supra 7, 2) ;



- les valeurs des allongements ont été aménagés pour tenir compte du changement de définition de l'éprouvette de traction (cf. supra 8, 1);
- l'échelonnement des épaisseurs a été modifié, pour se rapprocher des errements allemands, des projets d'euronormes, et des bases des études de la sidérurgie.

### XIII. — Acier A 52 (pour construction rivée) (art. 17).

L'acier A 52 répond à des prescriptions extrêmement voisines de celles auxquelles satisfaisait l'acier Ac 54 et est susceptible des mêmes applications. On remarquera toutefois la variation de la limite d'élasticité avec l'épaisseur. Quand cette dernière croît le corroyage dû au laminage devient moins énergique et la limite d'élasticité diminue, si l'acier demeure le même. On pourrait compenser cette diminution en recourant à des aciers un peu plus durs. Mais cela accroîtrait la fragilité des produits épais dont la résilience, à acier identique, est déjà plus basse que celle des produits minces toujours à cause de la moindre énergie du corroyage au laminage. Cela ne laisserait pas d'être dangereux.

### XIV. — Critères de soudabilité (chap. III).

Les ruptures qui ont affecté nombre de constructions soudées et qui en menacent un grand nombre si les précautions utiles ne sont pas prises pour les éviter sont des ruptures du type fragile.

Ce sont des ruptures par traction qui se produisent sans striction ni déformation sensible; leur faciès de cassure est à grain; elles sont soudaines et brutales, mais leur production n'absorbe pas beaucoup d'énergie. La rupture fragile s'oppose à la rupture ductile qui s'accompagne de grandes déformations, allongement et striction, dont le faciès de cassure est à nerf et qui absorbe une énergie notable. Un métal déterminé est susceptible de présenter une rupture ductile ou une rupture fragile selon la sévérité de la sollicitation de traction à laquelle il est soumis: un état de traction triple est plus sévère qu'un état de traction simple; au fond d'une entaille se développe un état de contraintes d'autant plus sévère que l'entaille est plus aiguë. Par ailleurs un essai mécanique bien défini paraît réaliser une sollicitation bien définie; cependant la sévérité de cette sollicitation ne dépend pas seulement des formes géométriques et des forces appliquées, mais aussi dans une très large mesure de la vitesse d'essai et de la température: le choc et le froid tendent à donner aux ruptures le caractère fragile.

En raison de la facilité relative qu'il y a à obtenir des températures diverses et à les mesurer, il est naturel de faire jouer à la température le rôle de paramètre dans des essais bien définis exécutés à vitesse bien définie. A tout type d'essai et à tout métal essayé correspond alors en principe dans l'échelle des températures une zone de transition au-dessus de laquelle les ruptures sont ductiles et au-dessous fragiles, et dans laquelle elles ont un caractère intermédiaire. Certains essais permettent, par la mesure des proportions relatives de grain et de nerf dans la surface de la cassure, ou par la mesure de l'énergie absorbée dans la rupture de définir, en prenant pour repère une certaine proportion de nerf

ou un certain niveau d'énergie, une température de transition relativement précise. Tel est le cas de l'essai de résilience qui joue un rôle très important dans l'appréciation de la soudabilité des aciers, parce qu'il peut être considéré comme fournissant une mesure de leur fragilité.

Le mécanisme des ruptures fragiles que révèle l'analyse des accidents se rattache à cet ensemble de propriétés du métal. Une cassure fragile s'amorce toujours à une entaille, soit existant du fait du tracé de la construction, soit créée par l'exécution: amorçage d'arc ou défaut de soudure. Elle se produit en général sous des efforts d'allure statique et sa vitesse de propagation est considérable, de l'ordre de 1500 m par seconde. Enfin, l'abaissement de la température joue un rôle important dans l'apparition d'une rupture fragile.

On s'efforce dès lors pour se prémunir contre la rupture fragile de satisfaire à trois ordres de conditions:

- éviter les discontinuités dans le tracé des constructions et de leurs joints soudés (l'exigence en est formulée au fascicule 66);
- éviter les discontinuités ou défauts de soudage;
- choisir un acier suffisamment peu fragile à la température de service pour le type de construction intéressée.

Le fait que ces conditions ressortissent les unes au domaine du projeteur, d'autres à celui du constructeur, d'autres enfin à celui du sidérurgiste suffit à montrer la complexité de la notion de soudabilité et le caractère relatif qui s'y rattache.

Le soudage à l'arc électrique constitue une opération sidérurgique complexe. Une partie du métal de base fond et s'allie au métal d'apport. Après solidification l'alliage formera la zone de fusion du cordon de soudure. Pendant l'opération il y a eu des échanges de constituants par diffusion entre le bain fondu et le métal de base voisin porté à haute température; c'est ainsi que se forme la zone de liaison. Enfin, au-delà, le métal de base, si sa composition n'a pas changé, a cependant subi un véritable traitement thermique par échauffement rapide suivi d'un refroidissement également rapide. La zone affectée par ce traitement est la zone de transformation.

La correction de l'exécution et le choix d'électrodes appropriées permettent en principe d'éviter dans un joint soudé les défauts que constituent les inclusions de laitier, les collages, les soufflures, les manques de pénétration. Mais pendant l'exécution même du joint peuvent se produire à chaud des criques dans le métal déposé. Cette apparition ne dépend pas seulement des conditions de soudage mais aussi de la nature des métaux de base et d'apport et est favorisée par les tensions transversales de bridage, c'est-à-dire par les facteurs qui vont être examinés.

La possibilité que se produisent des fissures dans un cordon de soudure ou à son voisinage immédiat sous l'action des tensions résiduelles ou tensions propres développées par le retrait des soudures et par les tensions engendrées par les efforts appliqués est liée à un certain nombre de facteurs. Tout d'abord à la composition chimique. Le carbone, le phosphore fragilisent l'acier. Si la teneur en carbone atteint 0,23 p. 100 l'acier a tendance à devenir

trempe. Or dans la zone de transformation il a dépassé le point de transformation austénitique et pendant le refroidissement rapide qui suit le sondage il y a alors trempe par formation de martensite. Cette tendance au « durcissement sous cordon » pose un problème pour les aciers à haute résistance. Pour ces derniers, ce n'est pas au carbone qu'il faut demander l'élévation des performances, mais au manganèse et au silicium dont l'action est favorable sur la fragilité. C'est enfin le souci d'éviter la présence d'azote, particulièrement fragilisant, qui conduit à écarter les aciers au convertisseur soufflé à l'air.

Agir sur la seule composition chimique ne suffit pas pour réduire suffisamment dans tous les cas la fragilité de l'acier. Il faut agir sur sa texture, obtenir un grain fin et pour cela le calmer et même le soumettre après laminage à un traitement thermique. Si les simples aciers Martin effervescent ne donnent pas normalement lieu à difficultés quand ils sont de nuance douce (42) et que leur épaisseur ne dépasse pas 12 mm il convient d'avoir recours à des soins d'élaboration croissants lorsque s'élèvent la nuance et l'épaisseur.

L'épaisseur des produits agit de deux manières : d'abord sur l'acier lui-même : un produit plus épais est moins corroyé qu'un produit moins épais et sa résilience est plus basse de même que sa limite d'élasticité et sa résistance. Même si les exigences des cahiers des charges décroissent lorsque l'épaisseur augmente, le producteur a tendance à augmenter les teneurs en éléments autres que le fer pour y satisfaire, ce qui est fragilisant. L'épaisseur agit aussi sur le soudage par l'accentuation de l'effet de trempe et par l'augmentation des contraintes propres qu'elle provoque dans les constructions. Avec les fortes épaisseurs, pense-t-on, peuvent apparaître de sévères sollicitations par tractions triaxiales. Et d'autre part l'adaptation par ductilité qui limite les contraintes serait moindre parce que l'étendue des déformations plastiques possibles dépendrait de l'échelle.

C'est enfin à la température la plus basse de service que l'on doit apprécier le degré tolérable de fragilité de l'acier. Par conséquent la qualité à employer dépend de cette température.

Les précautions, qui viennent d'être énumérées, destinées à écarter le danger d'apparition de fissures aux joints soudés c'est-à-dire d'amorcer des cassures sont aussi celles qui conviennent pour écarter le danger de propagation de ces cassures. Il y a interdépendance de ces deux aspects de la soudabilité.

Par quels moyens maintenant reconnaître qu'un acier est soudable (relativement s'entend : pour tel type de construction et telle température minimale) ? Par des examens et des essais dont la corrélation avec la soudabilité ait été établie bien entendu. Parmi les essais, certains doivent s'adresser au seul métal de base puisque la propagation des cassures se fait dans le métal sain. Mais, si les exigences doivent être sévères, d'autres essais ou examens doivent aujourd'hui porter sur des éléments comportant des soudures. Nos connaissances ne sont pas en effet assez avancées pour nous permettre de discerner tous les facteurs en jeu au voisinage des joints soudés et de les mesurer indépendamment. Nous devons nous contenter d'opérer de façon plus globale en imitant dans nos essais les conditions des sollicitations réelles. Les essais existants dans ce domaine sont nombreux, mais ils n'ont pas pour la plupart le caractère tranché qui convient à un essai de recette. Ils requièrent

plus ou moins l'interprétation du spécialiste. De plus les producteurs répugnent bien naturellement à ce que les réceptions de leurs aciers dépendent d'éléments, électrodes, processus de soudage, qui soient étrangers à ces aciers. Ainsi donc une partie des essais ou examens qui sont nécessaires pour reconnaître si un acier est véritablement soudable sont des essais de laboratoire.

Comment faire quand il s'agira de recette ? Le mieux est de citer ici M. Audige, membre de la commission (conférences au centre d'études supérieures de la sidérurgie) :

« La méthode la meilleure, à notre sens, est celle qui a été suivie par quelques organismes (construction navale et chemins de fer) qui consiste à agréer tel ou tel type d'acier après essais approfondis et à s'assurer par des essais d'identification que les aciers livrés industriellement sont bien conformes aux échantillons prototypes approuvés.

« On admet ainsi implicitement que « si le mode d'élaboration de l'acier ne change pas, le niveau de soudabilité de l'acier ne changera pas ». Il suffit dans ces conditions de prendre des repères... ».

Les critères à prendre seront naturellement choisis parmi ceux qui sont le plus significatifs quant à la soudabilité. Or, comme l'a prouvé l'étude des accidents survenus, ce sont sans conteste la composition chimique et la résilience.

Pour un type d'éprouvette donné, la sévérité de l'essai de résilience est définie par le niveau minimal d'énergie exigé et la température de l'essai. Les forges ont insisté pour que dans l'essai de résilience KV-ISO ce niveau soit fixé à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> pour toutes les nuances d'acier, cette valeur servant de base à la classification des qualités établie par accord entre les forges au sein de la C.E.C.A.

Pour les aciers de nuance douce A 42, l'étude des avaries survenues aux navires américains construits pendant la guerre a montré que ce niveau de 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> avait une signification physique. A la température de l'accident on a pu noter :

Tôles à l'origine d'une cassure....	KV < 1,4 kgm/cm <sup>2</sup> .
Tôles traversées par une cassure..	KV ≤ 3,5 kgm/cm <sup>2</sup> .
Tôles arrêtant les cassures.....	KV ≈ 7 kgm/cm <sup>2</sup> .

La commission a adopté ce niveau de 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> « étalonné » par l'expérience.

Mais en ce qui concerne les aciers de haute nuance A 52, les arguments des représentants des forges qui soutenaient que garder le même niveau d'énergie en abaissant la température ou garder la même température et élever le niveau d'énergie pour caractériser le même degré de résilience étaient choses équivalentes, ces arguments n'ont pas paru probants à la commission. Ainsi que l'ont exprimé MM. Granjon et Audige à la journée de la soudure à Metz le 12 février 1960 :

« ... L'utilisateur... n'est pas toujours convaincu, surtout dans le cas des aciers à haute limite d'élasticité, que les niveaux d'énergie proposés soient suffisants pour éliminer tout risque de rupture amorcée au niveau des joints. Il ne sera convaincu que lorsque les niveaux ainsi proposés auront été mis en corrélation, à l'occasion

d'essais portant sur plusieurs nuances, avec les résultats obtenus par d'autres techniques expérimentales, ainsi qu'avec les résultats de la pratique (constructions accidentées en particulier) ».

Les forges tenant à garder le niveau d'énergie base de leur classification et la commission à caractériser les qualités des aciers A 52 par un autre niveau d'énergie plus élevé (5 kgm/cm<sup>2</sup>) la difficulté a été tournée en ne désignant pas dans le texte proposé les nuances d'aciers par les numéros de la classification internationale mais bien par des lettres grecques  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Les caractères des nuances  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  sont définis à l'article 20 du fascicule. On peut estimer que la qualité :

- $\alpha$  correspond à la qualité 2 ;
- $\beta$  correspond à la qualité 3 ;
- $\gamma$  correspond à la qualité 4.

#### XV. — Acier A 42 S (art. 19).

##### 15.1. Caractères mécaniques attachés à l'essai de traction.

La ductilité est l'une des principales garanties de soudabilité de l'acier A 42 S. Les risques de rupture fragile augmentant avec l'épaisseur, on a donc intérêt, dans une même qualité, à prévoir que les produits de forte épaisseur seront plus ductiles que les produits minces. Une telle prescription est également justifiée par le fait qu'à même composition chimique les produits minces auront des caractéristiques de traction plus élevées que les produits épais.

Il a donc été prévu une dégressivité de la valeur garantie de la limite d'élasticité et de la résistance à la rupture de l'acier A 42 S avec l'accroissement des épaisseurs. Cette dégressivité n'entraînera guère de conséquence en pratique, étant donné que la limite d'élasticité, dont dépendent les contraintes limites admissibles, demeure constante pour les épaisseurs les plus couramment utilisées (jusqu'à 25 mm).

L'acier A 42 S pour construction soudée est ainsi un peu plus doux que l'acier A 42 pour construction rivée.

Pour tenir compte du fait qu'en construction soudée les tôles ne sont pas formées, on a adouci pour la qualité 2 les conditions de pliage prescrites à l'article 30 bis du C. P. C. actuel.

Ces considérations et celles qui ont été développées plus haut expliquent les différences entre le tableau des caractères mécaniques de l'acier A 42 S et ceux que prévoit l'article 30 bis du C. P. C. pour l'acier Ac 42 pour construction soudée.

##### 15. 2. Composition chimique.

La fixation des valeurs de résilience a permis d'alléger les caractéristiques chimiques et de pureté prescrites par l'article 30 bis, §  $\alpha$ , par suppression des prescriptions de teneur des éléments autres que le carbone, le soufre et le phosphore. Par ailleurs les teneurs maximales en soufre et phosphore sur lingotin ont été portées de 40 millièmes pour cent (4 centièmes pour cent) à 50 millièmes pour cent et aucune limite n'est plus fixée au total S + P. Les teneurs ainsi fixées se rapprochent de celles qu'auto-

#### XVI. — Acier A 52 S (art. 20).

##### 16. 1. Caractères mécaniques liés à l'essai de traction.

Plus un acier est ductile, moins le danger de rupture fragile est à craindre. Aussi, à même limite d'élasticité que l'acier Ac 54 pour construction soudée défini par l'article 30 bis, l'acier A 52 S présente une résistance de rupture plus basse.

Le tableau des caractères mécaniques liés à l'essai de traction de l'acier A 52 S appelle par ailleurs des remarques analogues à celles faites ci-dessus pour l'acier A 42 S, en ce qui concerne :

- la variation des valeurs de la limite d'élasticité et de la contrainte de rupture avec les épaisseurs ;
- les caractéristiques de pliage.

##### 16. 2. Composition chimique.

Les teneurs fixées définissent une famille assez large, à l'intérieur de laquelle les producteurs peuvent choisir diverses compositions plus étroites.

La teneur en soufre et phosphore appelle les mêmes observations que pour l'acier A 42 S (cf. supra 15.2).

Le rapporteur,  
J.-R. ROBINSON.

Le président,  
L. GRELOT.