

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Essai des soudures

**Autor:** Berthold, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-2938>

#### **Nutzungsbedingungen**

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

#### **Conditions d'utilisation**

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

#### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 09.01.2026

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

### III c 3

#### Essai des soudures.

#### Prüfung der Schweißnähte.

#### Testing of Welds.

R. Berthold,

Leiter der Röntgenstelle beim Staatl. Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem.

Deux faits caractérisent le développement du contrôle des soudures depuis le 1<sup>er</sup> Congrès international de l'A.I.P.C.:

L'application des essais de résistance à la fatigue et l'introduction de méthodes de contrôle sans détérioration, spécialement de la radiographie. Les deux faits ont la même origine.

##### A. — *Les essais de résistance à la fatigue.*

Alors que pour les essais statiques (essais de traction, de pliage, de résilience) il existe dans beaucoup de pays et particulièrement en Allemagne des directives et des normes qui s'occupent de la question de la forme et des dimensions des éprouvettes et des installations d'essai, ces précisions font fortement défaut pour les essais de résistance à la fatigue. En Allemagne il n'existe que la norme DIN 4001, dans laquelle d'une part sont déterminés les principes pour l'essai de résistance à la fatigue et dans laquelle d'autre part est fixée pour la résistance aux oscillations la contrainte limite pour laquelle l'éprouvette peut encore juste supporter 2 millions d'oscillations de la charge.

A ce sujet il existe encore les prescriptions de la Compagnie des Chemins de fers allemands pour les ponts à âme pleine soudés, dans lesquelles sont prescrites pour l'acier St. 37 et l'acier St. 52 certaines valeurs de résistance aux oscillations pour les éprouvettes de dimensions et de formes déterminées, à l'état travaillé et non travaillé, ainsi que pour les soudures longitudinales et transversales. Par exemple ces normes prescrivent: pour des soudures transversales non travaillées, en acier St. 37 et St. 52, des valeurs de résistance aux oscillations de 15 et 16 kg/mm<sup>2</sup>, pour des soudures travaillées des valeurs de résistance aux oscillations de 18 et 19 kg/mm<sup>2</sup>. Il n'est pas encore certain que ces prescriptions des Chemins de fer allemands deviendront une norme générale DIN.

Toutes les autres prescriptions concernant les essais sur les sollicitations à la fatigue sont encore en préparation.

L'exécution des essais de résistance à la fatigue a montré qu'en partant des valeurs de résistances déterminées sur les soudures d'essai pour une sollicitation statique, on ne pouvait tirer aucune conclusion sur la résistance à la fatigue de ces éprouvettes et moins encore des ouvrages eux-mêmes. Thum dit, dans les directives pour la conformation constructive des éléments de machine soudés

(Richtlinien für die konstruktive Durchbildung geschweißter Maschinenteile), qu'une bonne résistance à la rupture, qu'un fort allongement et qu'une bonne résistance à l'essai de résilience ne garantissent pas du tout une haute résistance à la fatigue car, dans le cas d'une surcharge souvent répétée, le matériau est sollicité autrement que dans le cas d'une surcharge permanente. *Bierett* démontre ailleurs (1)<sup>1</sup> que les rapports d'irrégularité sont beaucoup plus importants pour la résistance à la fatigue d'un assemblage soudé que les propriétés de qualité du métal d'apport.

On obtient donc que, dans les cas de sollicitation à la fatigue, la rupture se produit toujours là où il y a la plus grande intensité de lignes de force. Cela signifie que les influences qui ne sont pas si importantes pour les sollicitations statiques: traces de scories, fautes à la racine, fautes de liaison, irrégularités résultant du chauffage, transition en boudin, pores, etc. à côté de la déformation des assemblages soudés, jouent maintenant un rôle prépondérant pour la résistance à la fatigue d'un assemblage soudé.

Ce fait engendre la nécessité urgente d'un contrôle qui permette de déterminer l'état de la soudure dans l'ouvrage terminé, contrôle qui ne peut être possible que par un moyen qui n'entraîne aucune détérioration.

Avec la radiographie qui s'est aussi développée depuis 1923 pour les domaines d'application technique, l'art de la soudure pouvait disposer d'un procédé fondamentalement approprié et n'entraînant aucune détérioration.

## B. — *La radiographie des soudures.*

### 1<sup>o</sup> *Principes généraux.*

Les principes généraux de la radiographie ont été souvent décrits dans la littérature (2) et nous les supposerons connus.

### 2<sup>o</sup> *Le contrôle à écran.*

L'écran moderne est constitué d'une couche de sulfide de zinc qui, suivant l'intensité des rayons X qui la traversent, devient plus ou moins clair. La possibilité d'investigation avec l'écran possède des limites (3) car la luminosité et la netteté que l'on peut atteindre ne sont pas suffisantes pour pouvoir distinguer de petites différences de clarté. Par exemple les pores d'une épaisseur d'acier de 10 mm doivent avoir au moins un diamètre de 0,6 mm, afin de pouvoir être encore juste distingués. Le contrôle de fissures fines ou de fautes de liaison est tout-à-fait incertain, de telle sorte que le contrôle avec écran n'est approprié qu'au contrôle rapide des travaux exécutés lors de l'apprentissage des soudeurs et qu'au décelage de fautes grossières aussitôt après l'exécution de la soudure.

### 3<sup>o</sup> *Radiographies sur film, avec et sans écran amplificateur.*

Les meilleures possibilités d'investigation exigent, avec et sans écran amplificateur, un film à double revêtement. Les écrans amplificateurs se composent de couches de wolframate de calcium qui sont comprimées des deux côtés du film et qui, sous l'effet des rayons X, sont faiblement éclairées.

L'application de ces couches amplificatrices permet de réduire très sensiblement les temps d'éclairage; cependant il se produit en même temps une réduction

<sup>1</sup> cf. Nomenclature de la littérature.

de la netteté qui, pour de faibles épaisseurs de métal, diminue fortement la qualité de l'image. Des investigations sur l'influence des écrans amplificateurs (4) sur le décèlement des fautes ont conduit à la détermination de valeurs d'essai appropriées, qui sont données à la fig. 1. On peut en tirer que pour obtenir le meilleur décèlement des fautes, il faut travailler sans écran jusqu'à une épaisseur d'acier maxima de 10 mm, de là jusqu'à 35 mm d'épaisseur avec un écran précis avec effet d'amplification restreinte et au dessus de cette épaisseur avec un écran non précis mais amplifiant fortement.

*Die günstigen Betriebsbedingungen sind durch stärkere Auszeichnung der Kennlinien hervorgehoben.  
Les conditions de service favorables sont données par les tracés plus forts des lignes caractéristiques.  
The favourable service conditions are shown in bold lines.*

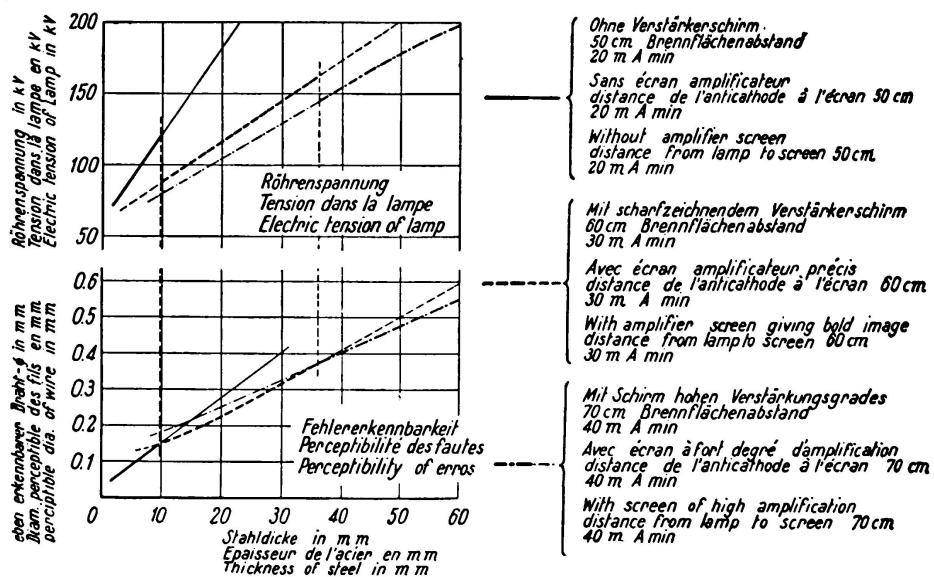


Fig. 1.

Valeurs de services pour la radiographie de l'acier.

La percevabilité des fautes, donnée à la fig. 1, mesurée à des baguettes environ circulaires posées sur la tôle et photographiées ne peut pas être obtenue lors du contrôle de la fissuration. Par suite de l'extension spatiale de la tache focale des lampes à rayons X, il se produit un surrayonnement de l'endroit défectueux qui conduit à l'apparition de zones de demiombre et par conséquent à une réduction des contrastes sur le film. C'est pourquoi le contrôle des fissures fines a des limites; leur contrôle ne sera pas certain lorsque la radiographie de la fissure ne se fait pas dans le sens de sa plus grande profondeur. Le tableau 1 montre l'influence de l'angle formé par les rayons et la direction de la fissure sur la largeur de fissure perceptible:

Tableau 1.

Largeur minima de fissure qui peut être perçue aux rayons X, en fonction de l'angle entre la direction de la fissure et celle des rayons (40 mm d'acier, 6 mm de hauteur de fissure).

angle en ° . . . . .	5	8	10	15	20	30	60	90
largeur de fissure mm . . . . .	0,03	0,06	0,09	0,13	0,16	0,21	0,32	0,40

On rencontre certaines difficultés dans l'investigation des soudures d'angle par suite de la variation d'épaisseur dans la direction de la radiographie; il est possible de surmonter cette difficulté en plaçant à côté de la soudure d'angle un coin d'étain dont l'épaisseur variable contrebalance l'épaisseur variable de la section à radiographier (5).

#### 4<sup>o</sup> Prescriptions.

Depuis le moment où le contrôle aux rayons X n'était plus réservé aux instituts de recherches, mais s'était développé dans les ateliers, il était nécessaire de publier des *Prescriptions pour le contrôle des soudures au moyen des rayons X* (DIN 1914, établies par l'Association allemande pour l'essai des matériaux et par la Commission professionnelle pour la soudure du VDI). Leur but est d'obtenir dans toutes les institutions qui s'occupent de rayons X des radiographies que l'on puisse apprécier uniformément, afin de préparer ainsi les bases pour une réception ordonnée. C'est pourquoi il est entre autre prescrit qu'une éprouvette de baguettes de différents diamètres soit posée sur la soudure et radiographiée en même temps. On exige la percevabilité de certains diamètres de baguettes, en fonction de l'épaisseur de la tôle. Le tableau 2 donne un résumé des éprouvettes employées en Allemagne et la fig. 2 montre la radiographie d'une telle éprouvette.

Tableau 2.

Séries de baguettes, d'après DIN 1914 pour le contrôle de la qualité des radiographies.  
(Chaque série se compose de 7 baguettes serrées dans du caoutchouc).

Métal de l'éprouvette	Epaisseur de l'éprouvette en mm	Métal et désignation de la série de baguettes	Diamètre des baguettes en mm	Désignation des séries : bille de plomb sous les baguettes	Couleur de l'enveloppe de caoutchouc
Métaux légers	0 bis 50	Al I	0,1/0,2/0,3 . . 0,7	•	gris
	50 „ 100	Al II	0,8/1,0/1,2 . . 2,0	••	
	100 „ 150	Al III	1,5/2,0/2,5 . . 4,5	•••	
Alliages de fer	0 bis 50	Fe I	0,1/0,2/0,3 . . 0,7	••	noir
	50 „ 100	Fe II	0,8/1,0/1,2 . . 2,0	••	
	100 „ 150	Fe III	1,5/2,0/2,5 . . 4,5	•••	
Alliages de cuivre	0 bis 50	Cu I	0,1/0,2/0,3 . . 0,7	•••	rouge
	50 „ 100	Cu II	0,8/1,0/1,2 . . 2,0	•••	
	100 „ 150	Cu III	1,5/2,0/2,5 . . 4,5	••••	

On n'a pas accepté les éprouvettes prescrites par le «Boylar-Code» américain car elles ne permettent pas de préciser la percevabilité des fautes dans la zone des passes de soudures. Ces éprouvettes étaient constituées par des plaques d'acier avec entailles de différentes profondeurs ou par un filtre gradué avec forages.

Les prescriptions allemandes donnent encore une série d'instructions sur la direction des rayons, la disposition des prises de vue et les moyens auxiliaires pour le contrôle de différents profils de soudures.

En liaison avec la préparation de ces prescriptions, l'Association allemande pour l'essai des matériaux et la Société allemande de radiographie fixèrent de *nouvelles dimensions* pour les films de radiographie. Comme les seules dimensions en usage jusqu'alors, basées sur les besoins des investigations médicales, n'étaient pas appropriées au contrôle des soudures, chacun devait d'abord couper ces films suivant la grandeur voulue. Actuellement, par suite d'entente entre les expérimentateurs de ce procédé et les fabricants de films, de feuilles amplificatrices et de cassettes, il est possible de se procurer dans le commerce des films de 6 cm  $\times$  24 cm, 6 cm  $\times$  48 cm, 6 cm  $\times$  72 cm et 10 cm  $\times$  24 cm, 10 cm  $\times$  48 cm, 10 cm  $\times$  72 cm.

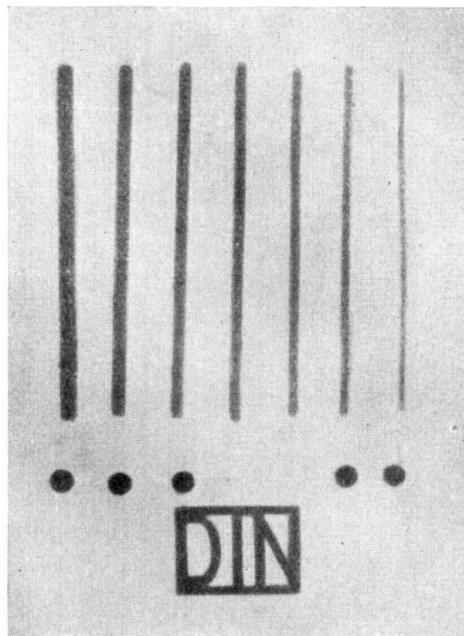


Fig. 2.  
Radiographie (copie positive)  
d'une série de baguettes  
Cu II.

C'est en 1929 et 1930 que l'on a déjà établi des prescriptions sur l'exécution des installations de radiographie au point de vue de la protection contre les rayons à haute tension (DIN Rönt. 5 et 6) (6).

##### 5° Auxiliaires techniques.

L'application de la radiographie aux grandes poutres de ponts et de halles dans les ateliers de construction, et plus encore son application sur le chantier lui-même, influencèrent fortement le genre et la conformation des auxiliaires techniques.

Les caractéristiques des installations modernes de radiographie à l'atelier sont les suivantes: a) sécurité contre le contact avec les éléments sous haute tension, b) protection contre les rayons, c) mobilité du réservoir contenant la lampe à rayons X et d) portabilité des différentes pièces.

Ces exigences furent remplies finalement avec l'accord complet de divers fabricants par les mesures suivantes:

a) Les pièces conduisant le courant à haute tension sont dans des conduites métalliques goudronnées.

b) On n'utilise exclusivement que les lampes à rayonnement dirigé desquelles

ne peut sortir qu'un faisceau rayonné étroitement limité (fig. 3). Tous les autres rayons partant de la tache focale dans tous les sens sont interceptés par une enveloppe métallique épaisse.

c) Entre le transformateur à haute tension et la lampe il y a des câbles mobiles à haute tension d'env. 10 m de longueur de telle sorte que la lampe est tout-à-fait indépendante de l'installation et peut être facilement mise en place.

d) Afin de rendre les installations transportables, depuis 1932 on a scindé le transformateur à haute tension en deux moitiés symétriques de telle façon que les pièces d'une installation à 200 kW ne dépassent pas le poids de 90 kg. Afin de réduire encore le poids, les condensateurs nécessaires à l'installation sont placés dans les câbles à haute tension eux-mêmes (Siemens & Halske A.-G.).

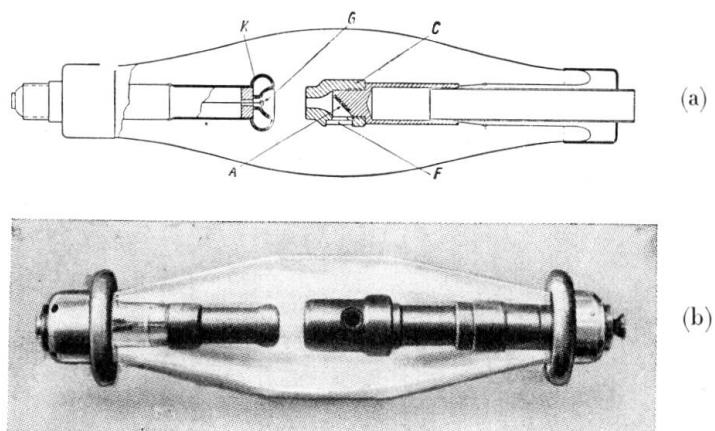


Fig. 3.

Coupe (a) et vue (b) d'une lampe à rayons X pour 200 kW de tension en service dans l'huile.

F) fenêtre en beryllium pour la sortie des rayons.	K) cathode.
A) plaque d'anode en wolfram.	G) fil incandescent.
C) bloc de wolfram-cuivre.	

Les mesures que nous venons de décrire ont amené la construction, en Allemagne, d'installations de radiographie dont l'emploi s'est révélé excellent, à l'atelier et sur le chantier, par trois ans d'expérience.<sup>2</sup>

La construction des lampes fut tout spécialement influencée par les besoins de la pratique. On construisait des lampes relativement courtes pour 200 et 250 kW pour le service dans l'huile afin d'économiser la longueur d'isolation et par conséquent de réduire le poids (fig. 3). Mais comme ces lampes ne permettaient pas toujours une investigation économique (principalement dans le cas des soudures circulaires appliquées sur des tuyaux ou des réservoirs), on développa dernièrement des lampes à anode creuse (Siemens & Halske A.-G.), dans lesquelles les électrons arrivent sur l'anode sphérique par un canal étroit, rassemblés par une bobine collectrice. Les électrons sont donc freinés à l'intérieur de la lampe; les rayons X qui en résultent s'échappent dans tous les sens à travers la paroi de la lampe. On a ainsi de nouvelles possibilités pratiques d'investigation pour le contrôle des soudures (fig. 4).

<sup>2</sup> Constructeurs allemands d'installations de radiographie: C. H. F. Müller-A.G., Hamburg — Koch & Sterzel-A.G., Dresden — R. Seifert & Co., Hamburg — Siemens & Halske-A.G., Berlin.

L'emploi de la radiographie sur le chantier exigeait aussi de nouvelles cassettes et de nouvelles fixations. D'après une proposition de la «Centrale de radiographie» (Röntgenstelle) on utilise actuellement dans le contrôle des soudures des cassettes de caoutchouc dans lesquelles on peut faire le vide; elles se composent de tuyaux de caoutchouc qui, après application des feuilles amplificatrices et des films, sont pincés et dans lesquels on fait le vide au moyen d'une pompe à air. La pression extérieure de l'air applique les feuilles amplificatrices contre le film d'une façon uniforme; la cassette reste ainsi flexible dans toutes les directions.

La fixation de ces légères cassettes à l'endroit de la prise de vue se fait au moyen d'aimants permanents constitués par un alliage de fer et d'aluminium.

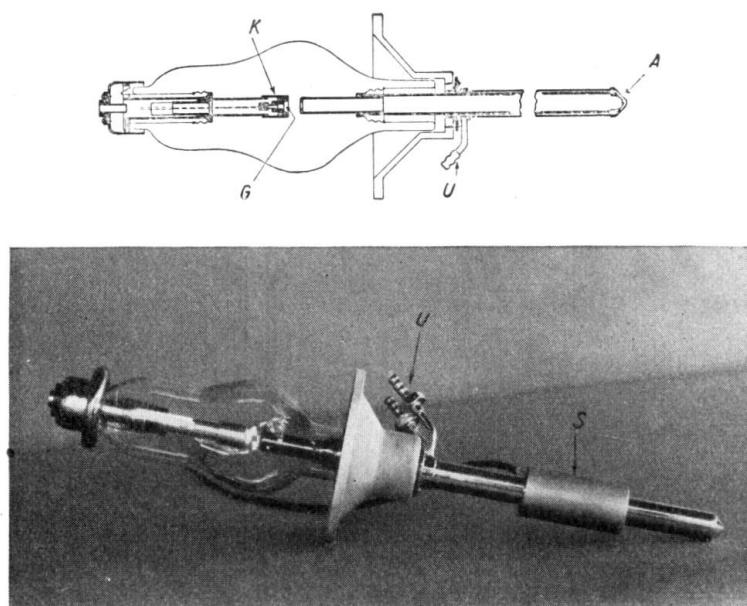


Fig. 4.

Coupe et vue d'une lampe à anode creuse pour l'essai des matériaux.

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| A) anode en cuivre platinisé. | S) bobine collectrice.         |
| G) fil incandescent.          | U) refroidissement circulaire. |
| K) cathode.                   |                                |

#### 6<sup>o</sup> Lecture et interprétation des radiographies.

L'expérience nous a montré que la lecture des radiographies présente de plus grandes difficultés que leur exécution.

La variété des influences du genre et de la conduite des électrons, des chauffe-freinages des tôles et de la direction des rayons sur une radiographie ne permet souvent son interprétation que par comparaison de plusieurs prises de vue d'un seul et même ouvrage — éventuellement à l'aide de photos de sections préparées. Quelques exemples caractéristiques d'essais pratiques exécutés par la Centrale de radiographie sur des constructions de ponts et charpentes sont représentés aux fig. 5, 6, 7 et 8. On trouvera dans la revue „Der Stahlbau“ (7) une classification des fautes caractéristiques que l'on trouve dans les soudures en V, en X et dans les soudures d'angle.

Les plus grandes difficultés se rencontrent, pour l'interprétation des fautes découvertes aux rayons X, au point de vue de leur influence sur la résistance des assemblages soudés. Des investigations furent entreprises à plusieurs endroits au sujet de cette relation (8, 9). La fig. 9 montre quelques exemples caractéristiques des investigations entreprises par la Centrale de radiographie. Ces investigations

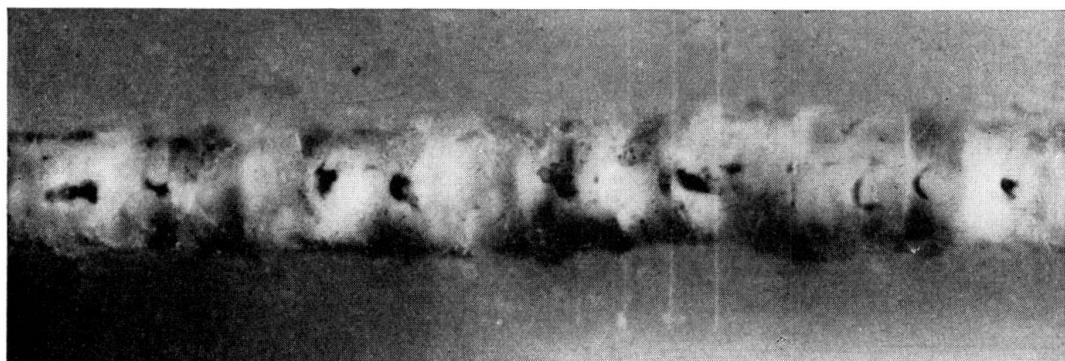


Fig. 5.

Soudure électrique en X (soudage perpendiculaire) avec scories grossières.



Fig. 6.

Soudure électrique en X (âme) dans une superstructure métallique sans racine pénétrante.

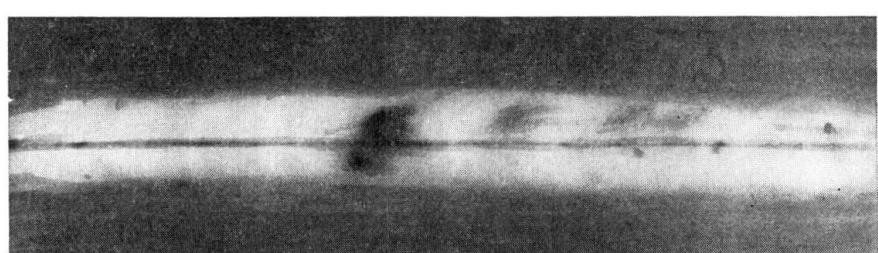


Fig. 7.

Soudure électrique en X (âme) dans une superstructure métallique avec scories.

ainsi que toutes les autres investigations effectuées jusqu'à jour permettent de tirer les conclusions suivantes:

Les fautes de liaison, les fissures, les scories et les fautes grossières à la racine réduisent dans une forte proportion la résistance à la fatigue des assemblages soudés. Par contre des pores petits et moyens, répartis sans règle n'ont pas ou peu d'influence sur la résistance à la fatigue, à condition qu'ils ne soient pas disposés en forme de collier les uns à côtés des autres.

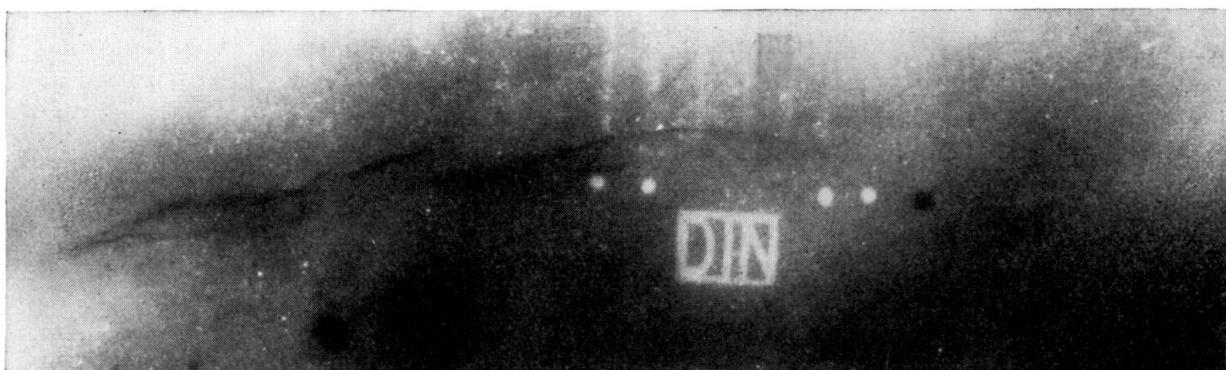


Fig. 8.

Soudure d'angle électrique (joint de semelles) avec fissure résultant des contraintes dues à la chaleur.

#### 7<sup>o</sup> Domaine d'application du contrôle radiographique.

D'après une prescription des Chemins de fer allemands du 27. I. 1936, le contrôle radiographique des soudures est exigé pour toutes les soudures bout à bout de premier rang et depuis moins longtemps pour une partie des soudures de gorge des poutres en I et pour une partie des soudures d'angle des raidisseurs transversaux. Cela est valable aussi bien pour les ponts-route que pour les ponts-rails. Par suite de cette prescription on radiographie actuellement en Allemagne environ 300 m de soudure par jour.

Il n'existe aucune prescription concernant la radiographie des charpentes. Il s'agit le plus souvent dans ce cas de sollicitations purement statiques. Malgré cela on radiographie actuellement déjà les soudures des constructions industrielles importantes (poutres de halles, infrastructures des réservoirs, etc.).

Le jugement des fautes est évidemment beaucoup moins sévère dans les charpentes avec sollicitations statiques que dans les ponts-rails qui sont soumis à des sollicitations oscillantes.

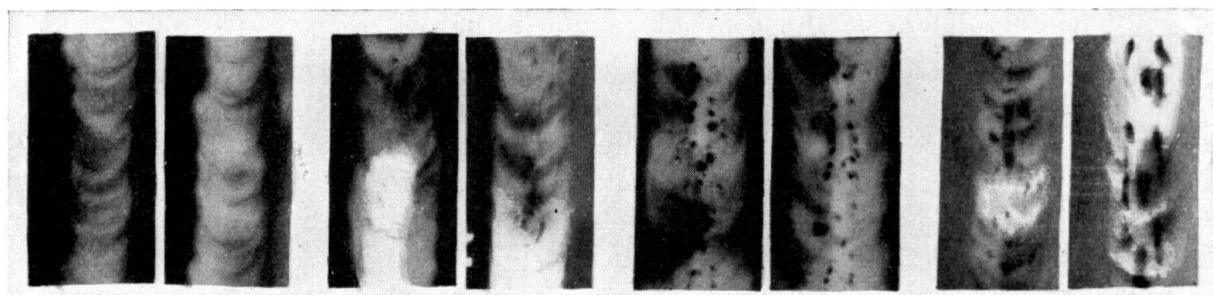


Fig. 9.

Divers assemblages soudés, en radiographies, avec leur résistance à la fatigue.

#### 8<sup>o</sup> Organisation du contrôle des soudures en Allemagne.

Les essais décrits au paragraphe 6 sur la relation qui existe entre les constatations faites aux rayons X et la résistance d'une soudure ne s'étendent pas assez loin pour fournir un critère général pour les cas variables à l'infini qu'il faut juger. Cette variété ne s'étend pas seulement à l'endroit, la position, la

grandeur et la forme de la faute, et aussi au genre du métal de base et des électrodes, mais encore au genre, à la grandeur et à la direction de la sollicitation. Il est pratiquement impossible d'engendrer artificiellement une telle variété pour en tirer une comparaison systématique. C'est pourquoi on ne trouvera probablement pour interpréter les radiographies aucune règle qui permette de porter un jugement absolu sur les fautes.

Ici commence la difficulté mais aussi l'attrait d'un procédé sans détérioration qui ne peut donner que des renseignements indirects sur l'influence des fautes qu'il a permis de déceler. Pour posséder vraiment cette méthode, il faut une intuition basée sur l'expérience, — semblable au diagnostic médical, — qu'aucun manuel et aucune collection de radiographies ne pourra inculquer. Cela doit être antipathique à l'Ingénieur habitué à calculer. Il doit penser avec regrets que ses calculs exacts reposent sur des *hypothèses* sur les propriétés du matériau, les répartitions de contrainte et les grandeurs des contraintes, hypothèses qui elles-mêmes ne sont pas mieux fondées.

Pour généraliser la radiographie sans nuire au développement technique, on a choisi en Allemagne un nouveau chemin: Sur l'impulsion de l'Inspecteur général du réseau routier allemand et de la Direction générale des Chemins de fer allemands, presque toutes les radiographies prises sur des superstructures métalliques sont envoyées après leur examen provisoire, par l'intermédiaire de l'office de réception à la Centrale de radiographie. Cette dernière fait un contrôle du jugement de l'office de réception et lui envoie le résultat de ce contrôle. La Centrale de radiographie prend position aussi bien sur la qualité des radiographies que sur leur interprétation par l'office de réception et même, lorsque cela est nécessaire, sur l'origine des fautes de soudage et les moyens d'y remédier. On obtient ainsi en premier lieu un jugement unique de toutes les soudures appliquées à des constructions métalliques en Allemagne et l'éducation des organes de réception pour un jugement identique à celui de la Centrale de radiographie. D'autre part on peut ainsi rapidement reconnaître une faute qui s'est produite et que l'on a pu observer à une autre construction quelconque. Enfin, cette surveillance permanente des soudeurs a une influence pédagogique.

Il est naturel que les travaux à l'atelier et sur le chantier ne doivent pas subir de ce fait un retard. C'est pourquoi dans certains cas spéciaux l'office de réception ou les délégués de la Centrale de radiographie peuvent prendre sur place une décision sur l'acceptation ou l'amélioration de certaines soudures. Ce n'est que dans les cas douteux qu'il faut requérir la décision de la Centrale de radiographie qui, de son côté, s'adresse à un staticien du Laboratoire officiel d'essai des matériaux de Berlin-Dahlem.

Afin de pouvoir remplir cette tâche, la Centrale de radiographie est équipée de plusieurs laboratoires radiographiques mobiles, stationnés à différents endroits du Reich. L'expérience de ces laboratoires représente une ample base pour l'interprétation des radiographies. La fig. 10 montre un de ces laboratoires automobiles et son application sur le chantier.

Les succès obtenus avec cette organisation peuvent être estimés par le fait qu'en l'espace de 3 mois les réclamations au sujet des assemblages soudés purent être réduites de plus d'un ordre de grandeur.

### C. — Contrôle magnétique des assemblages soudés.

Les procédés de contrôle sans détérioration qui reposent sur la perturbation d'un champ magnétique par les endroits défectueux et sur son contrôle au moyen d'une self oscillatrice ou au moyen de poudre magnétique ne sont pas encore suffisamment employés et éprouvés pour pouvoir en parler d'une façon critique. Le procédé de contrôle magnétique (IG-appareil de contrôle des soudures de la AEG) ne peut être employé dans les assemblages avec soudure autogène que jusqu'à une épaisseur maxima de 20 mm. De même le procédé à poudre magnétique s'est introduit pour les soudures autogènes minces, comme elles se présentent plutôt dans la construction des avions que dans les constructions de ponts et charpentes. On verra bientôt si le procédé à poudre magnétique gagnera une certaine importance dans la construction des ponts et charpentes.



Fig. 10.  
Contrôle aux rayons X d'une superstructure soudée.

### Résumé.

L'ample introduction, au nombre des essais technico-mécaniques, d'essais de résistance à la fatigue des soudures a permis de constater la forte influence des irrégularités et par conséquent des fautes de soudage qui sont presque imperceptibles dans le cas d'une sollicitation purement statique. Pour garantir la qualité des ouvrages soudés, il était absolument nécessaire de découvrir, pour déceler de telles fautes, des méthodes de contrôle qui n'entraînent aucune dété-

rioration. La méthode radiographique s'est révélée jusqu'à présent la plus appropriée car tant au point de vue physique que technique cette méthode est si connue et si développée qu'elle permet dans presque tous les cas un contrôle sûr, sans entraîner des frais exorbitants. La disposition technique des appareils et des accessoires permet actuellement l'application de la radiographie à l'atelier et sur le chantier; l'exécution du contrôle radiographique est réglée en Allemagne par des directives qui assurent une qualité uniforme des images pour tous les expérimentateurs et qui permettent d'avoir des bases pour porter un jugement objectif sur les radiographies.

Une difficulté que présentent tous les procédés de contrôle sans détérioration est d'estimer l'influence des points défectueux qu'on a constatés, c'est-à-dire de décider si une soudure qui n'est pas parfaite peut être admise ou non. Afin de pouvoir juger dans une mesure plus ou moins exacte, il est nécessaire d'avoir une vaste expérience qui ne peut être acquise que par l'étude centralisée de telles prises de vue. C'est pourquoi en Allemagne le jugement d'une grande partie de toutes les radiographies de soudures se fait à la Centrale de radiographie (Röntgenstelle), Berlin-Dahlem.