

Le contrôle des soudures

Autor(en): **Matting, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-3055>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

III c 5

Le contrôle des soudures.

Über die Prüfung von Schweißnähten.

The Testing of Welds.

Dr. Ing. habil. A. Matting,

Professor an der Technischen Hochschule Hannover.

A côté d'une surveillance suivie du processus de soudage, un contrôle des soudures terminées est indispensable à cause du rôle très important que joue le soudeur lui-même. En outre il faut faire subir aux soudeurs des épreuves à intervalles de temps réguliers (cf. par ex. DIN 4100). Le contrôle des soudures doit être rapide et simple tout en permettant de conclure avec certitude.

L'essai de pliage est très simple et l'on adopte en Allemagne la disposition représentée aux fig. 1, 2 et 3. Sa valeur scientifique est très discutée.¹ Cet essai peut être fortement modifié (pliage à chaud, pliage après trempe, etc.) ce qui peut sensiblement influencer les valeurs obtenues. Malgré toutes les critiques, il est principalement employé pour le contrôle à l'atelier. Il ne permet cependant pas de tirer des conclusions suffisantes pour les soudures importantes.²

L'essai de traction joue un rôle très important au laboratoire. Il existe différentes formes d'éprouvettes; la fig. 4 montre les plus usuelles pour les soudures bout à bout. Dans la barre ronde avec entaille la rupture se produit dans la soudure. Cet essai sert principalement au contrôle du matériau. La barre prismatique sert au contrôle du travail car la rupture peut se produire dans la zone de transition ou dans le métal de base. La détermination de la limite d'écoulement et de l'allongement est difficile et inexacte.

L'éprouvette en forme de croix s'est introduite dans la construction métallique car elle permet le contrôle des soudures d'angle (fig. 5). La norme DIN 4100 donne tous les renseignements utiles.

On attribue de plus en plus d'importance aux essais d'endurance à la flexion et à la traction répétées. Une forme adéquate, des soudures sans faute et des transitions douces du métal de base au métal d'apport³ permettent d'atteindre et même de dépasser 15 kg/mm². Des assemblages soudés bien exécutés sont en tous cas toujours égaux et même souvent supérieurs aux assemblages rivés.⁴ Les dimensions des éprouvettes pour essais d'endurance ne sont pas encore normalisées.

¹ G. Fiek et A. Matting: Autogene Metallbearbeitung 27 (1934), fasc. 4, p. 61.

² A. Matting et H. Otte: Autogene Metallbearbeitung 29 (1936), fasc. 19, p. 289.

³ A. Matting et G. Oldenburg: Elektroschweißung 7 (1936), fasc. 6, p. 108.

⁴ O. Kommerell: „Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten“, II^e partie: Vollwandige Eisenbahnbrücken. Edition W. Ernst & fils. Berlin 1936.

Les essais de dureté servent principalement à l'auscultation des soudures appliquées. L'essai de résilience (fig. 6) n'est utilisé en construction métallique, d'après la norme DIN 1913, que pour le contrôle des électrodes destinées à l'exécution d'assemblages fortement sollicités. Cet essai s'est implanté comme contrôle

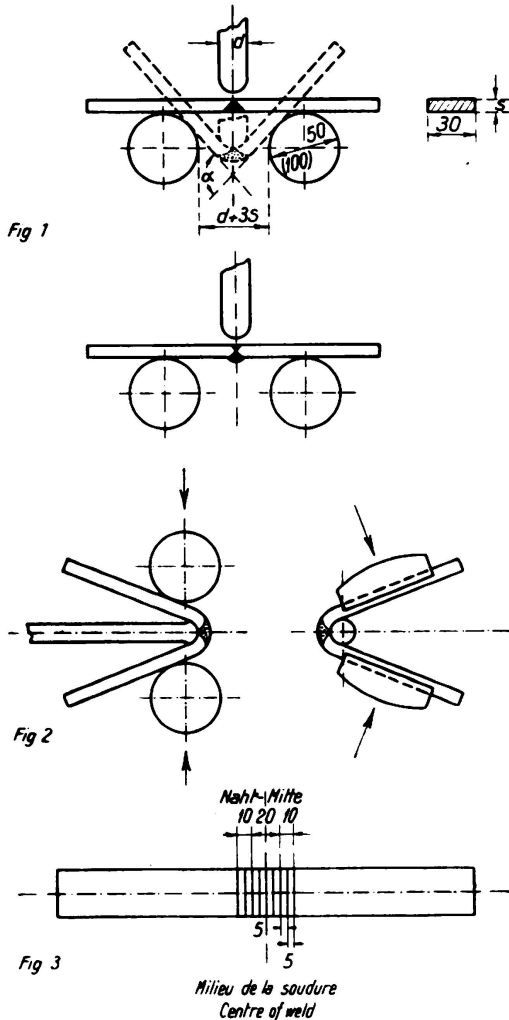


Fig. 1—3,

L'essai de pliage d'après la norme
Din-Vornorm DVM A 121.

de réception des métaux d'apport. En général on atteint sans difficultés les valeurs exigées de 5 à 7 kgm/cm².⁵

Pour le contrôle des électrodes on a introduit, à côté des essais mécaniques, un essai d'adhérence (fig. 7) qui indique si les électrodes sont utilisables aussi dans des passes difficiles. Les baguettes pour la soudure à gaz et les électrodes non enrobées donnent en général une bonne adhérence. L'adhérence peut décroître avec la grandeur du pourcentage de carbone. Il est difficile d'obtenir une bonne adhérence avec des électrodes enrobées et spécialement avec des électrodes fortement enrobées, quoiqu'il existe sur le marché des produits tout-à-fait au point. Le contrôle de l'adhérence des électrodes enrobées se fait, d'après la norme DIN 1913, à l'aide d'une soudure d'angle verticale dont on effectue une passe vers le bas puis une demi-passe vers le haut. Cet essai permet en même temps de déterminer le comportement des électrodes dans un soudage au plafond.

Les essais sur éprouvettes constituées uniquement de métal d'apport ont été assez peu utilisés jusqu'à présent.

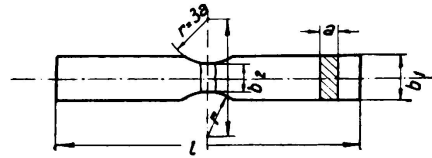
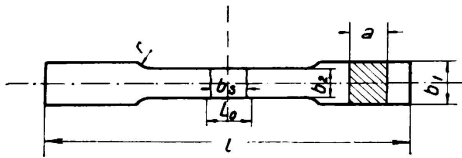
La détermination de la déformabilité sur des éprouvettes soudées est difficile et ne donne pas de résultats satisfaisants. On étudie actuellement la possibilité de mesurer les allongements sur des éprouvettes en forme de croix.⁶ Dans l'essai d'étirement⁷ on se sert d'une barre avec soudure longitudinale (fig. 8). La soudure représente le 30% de la section totale. L'éprouvette est étirée dans une machine de traction jusqu'à ce que la capacité d'allongement de la soudure soit détruite. Il est ainsi très facile de déterminer la capacité d'allongement des différentes sortes d'électrodes, l'influence du métal de base et les effets du procédé de soudage. Les éprouvettes sans bourrelet donnent toujours un allongement de 2 à 3% plus grand. Ce genre d'éprouvettes ne s'est pas généralisé.

⁵ P. Bardtke et A. Matting: Autog. Metallbearb. 26 (1933), fasc. 18, p. 279 et fasc. 19, p. 290.

⁶ H. Blomberg: Elektroschweißung 6 (1935), fasc. 4, p. 61.

⁷ A. Matting: Elektroschweißung 7 (1936), fasc. 3, p. 53.

Le contrôle des soudeurs et des assemblages soudés peut se faire sur des éprouvettes simples au moyen de l'essai d'écartement ou de l'essai de pliage (fig. 9). Nous n'avons pas besoin de donner à ce sujet de plus amples explications. Souvent on découpe, dans les pièces en exécution, des éprouvettes que l'on soumet à un essai approprié.



épaisseur a	10 ¹ à 25	de 25 à 35	de 35 à 45
Longueur de l'éprouvette l	250	300	350
Longueur entre repères L ₀	doit être égale à la largeur de la soudure b _s + 5 à 10 mm		
b ₁	30	35	40
b ₂	20	25	30
r	15	20	25

épaisseur a	6	8	10	12	14	16	18	20
Longueur de l'éprouvette l	250	250	250	250	250	250	250	250
b ₁	18	24	30	36	42	48	54	60
b ₂	12	16	20	24	28	32	36	40
r	18	24	30	36	42	48	54	60

¹ Pour a = 6 mm il faut employer la barre de la DVL.

Fig. 4.

Les éprouvettes employées pour l'essai de traction d'après la norme Din-Vornorm DVM A 120.

Il n'existe aucune relation numérique entre les différentes méthodes d'essai des assemblages soudés, sauf dans les aciers au carbone entre la résistance, l'allongement et la dureté. Le quotient de la résistance à la rupture et du nombre de dureté n'est pas ici 0,34 mais 0,29—0,32.⁸ L'essai de résilience ne dépend que de la structure, on ne peut le comparer directement ni à l'allongement à la rupture ni à la résistance à la fatigue. De même il n'existe aucune relation parfaite entre la résistance à la fatigue d'une part et la résistance à la traction, la limite d'écoulement ou l'allongement d'autre part. Il est impossible d'éviter les essais spéciaux si l'on veut connaître toutes les propriétés intéressantes d'un assemblage.

Les auscultations macroscopiques (fig. 10) sont tout-à-fait appropriées au contrôle de la pénétration et de la porosité ainsi qu'à la détermination des inclusions. Les photographies microscopiques (fig. 11) complètent ces auscultations et permettent de découvrir les corps étrangers. On attribue actuellement

⁸ A. Matting et H. Koch: Elektroschweißung 5 (1934), fasc. 7, p. 127.

une grande importance au comportement des assemblages soudés vis-à-vis des agents corrosifs.⁹

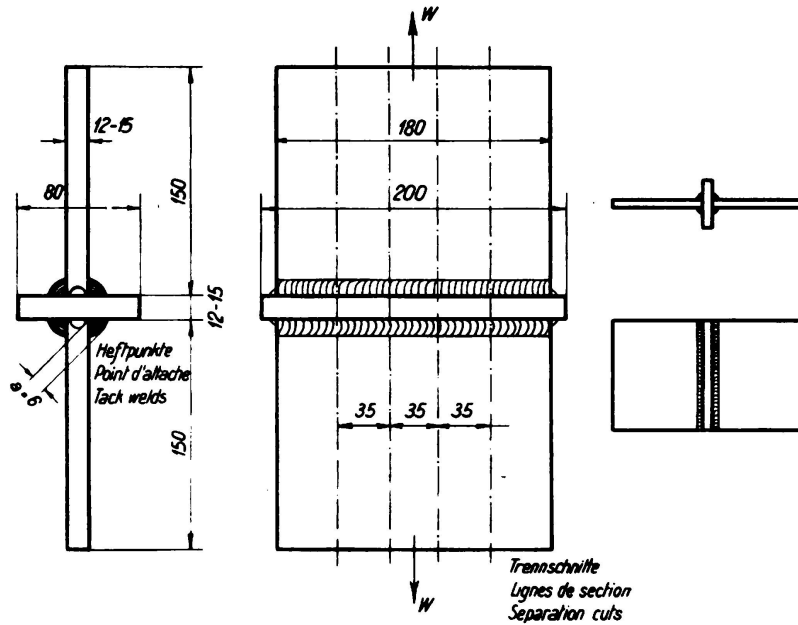


Fig. 5.

L'essai des soudures d'angle frontales.

Afin de justifier économiquement (tout en tenant compte de la sécurité) le surplus de travail résultant du contrôle des soudures, il est nécessaire d'appliquer

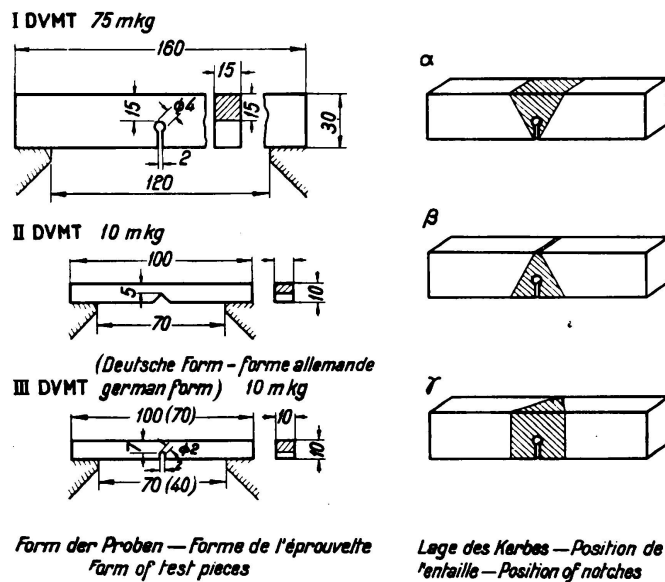


Fig. 6.

L'essai de résilience.

et de développer avec compréhension les méthodes d'essai et de les interpréter avec exactitude.¹⁰ Toutefois, les hautes prestations que l'on peut exiger actuelle-

⁹ E. Diepschlag: Autog. Metallbearb. 29 (1936), fasc. 8, p. 113.

¹⁰ H. Koch: Stahlbau 9 (1936), fasc. 26, p. 206.

ment des soudures (sans compter le rôle joué par le soudeur) ne sont possibles que si l'on a pu se convaincre de la qualité des soudures exécutées.

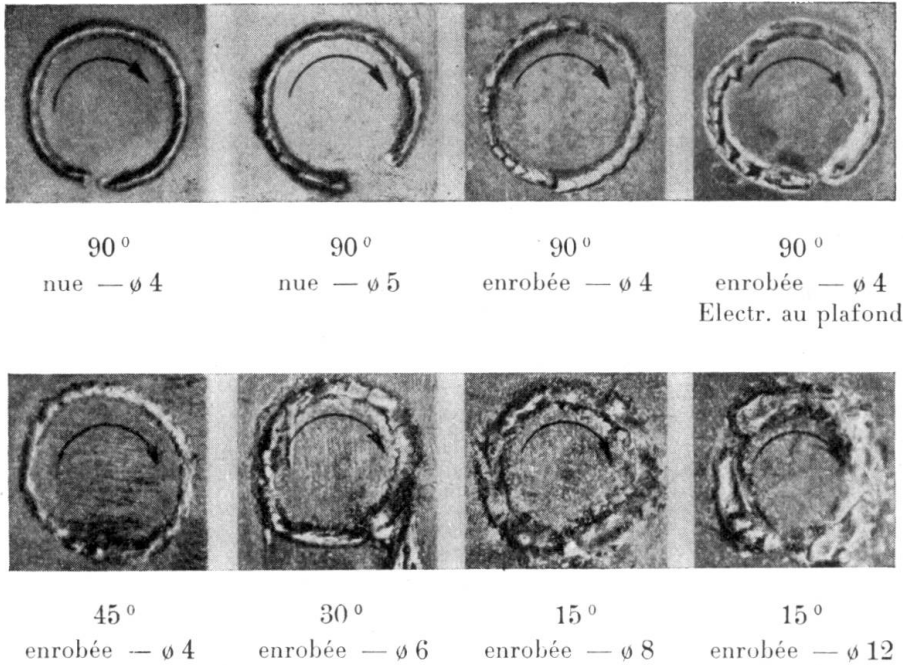


Fig. 7.

Essais d'adhérence.

Pour le contrôle des pièces terminées, les méthodes n'exigeant aucune détérioration sont à préférer aux autres. L'ouverture de la soudure, affaiblissant cette dernière, a une certaine valeur instructive mais doit être considérée comme un sondage tout-à-fait superficiel.¹¹ L'ouverture peut être refermée mais on intro-

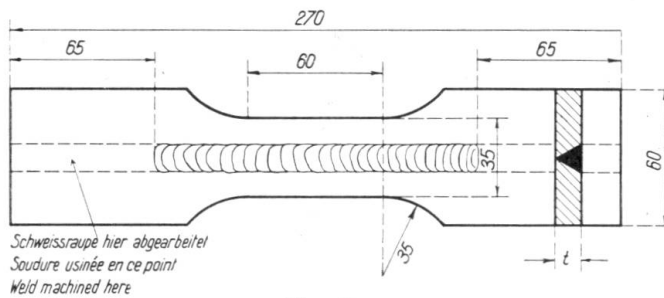


Fig. 8.

Eprouvette pour l'étirement.

duit une nouvelle inconnue à l'endroit qui nous était devenu connu et l'on peut craindre des contraintes thermiques additionnelles (fig. 12).

Lorsque la soudure ne doit pas être endommagée, il faut choisir un des procédés qui n'entraînent aucune détérioration. On peut compter ici sur l'aspect extérieur qui permet au connaisseur de conclure sur la qualité de la soudure. Dans la construction des réservoirs on peut employer les méthodes à eau, air

¹¹ R. Bernhard et A. Matting: Stahlbau 1932, fasc. 15, p. 114.

ou vapeur sous pression. Dans certains cas spéciaux on peut effectuer des essais d'explosion mais ces essais entraînent des détériorations.¹² Au lieu de ces essais

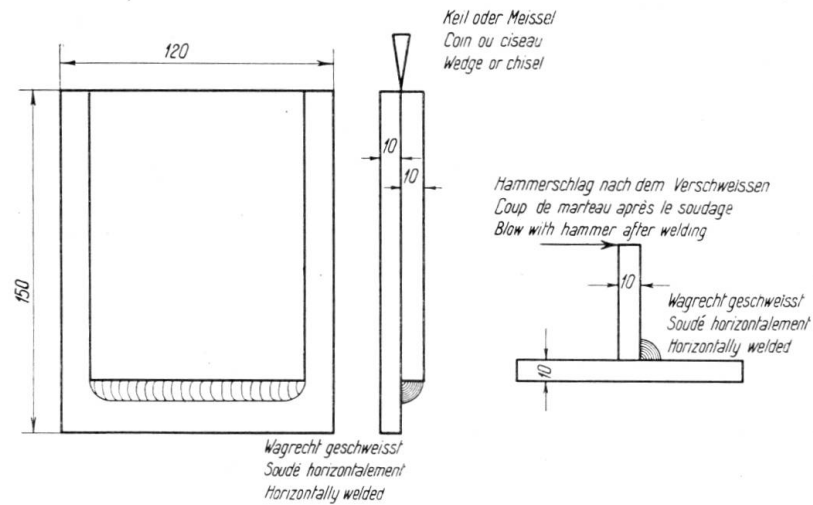


Fig. 9.

Essai d'écartement et de pliage.

on peut exécuter des mises en charge ou des essais à la fatigue en mesurant en même temps les contraintes.¹³

Les procédés d'auscultation acoustique ou au moyen de champs électriques

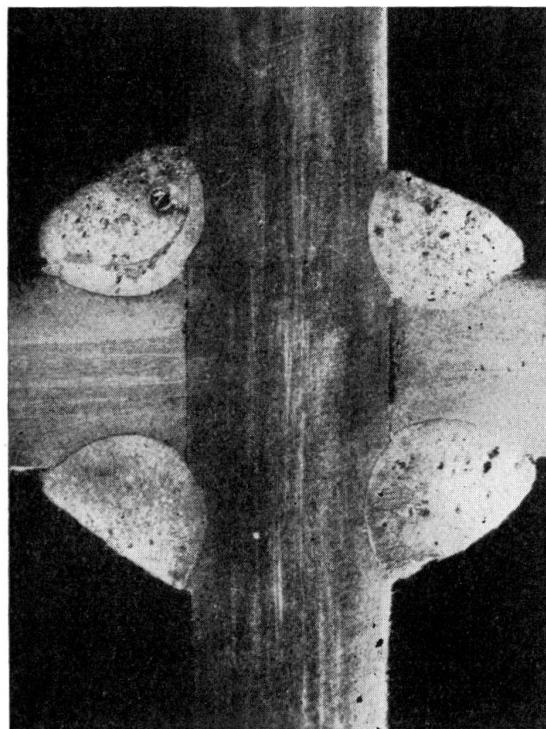


Fig. 10.

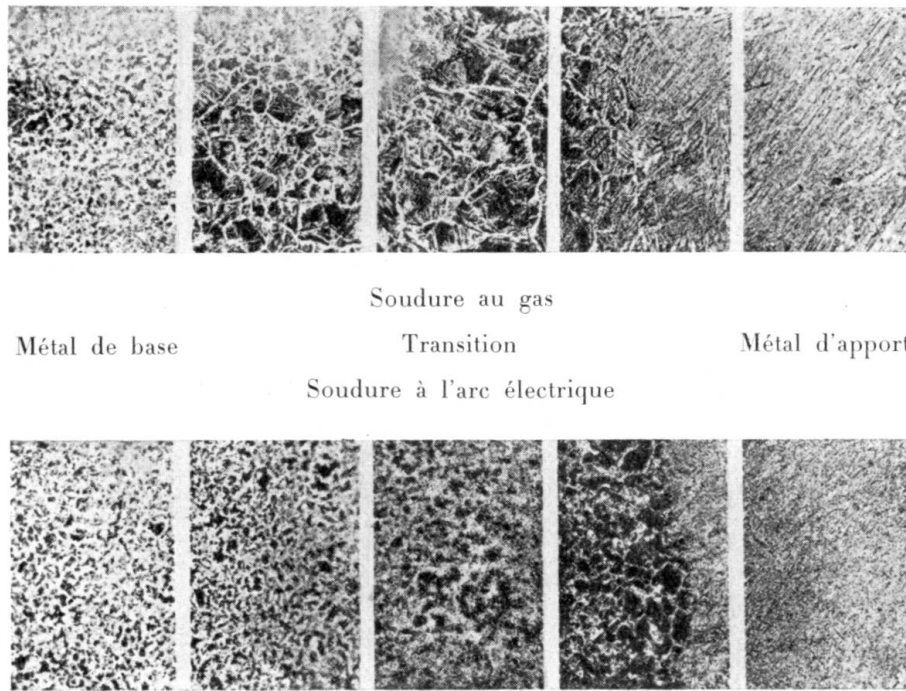
Structure macroscopique d'une soudure d'angle effectuée avec électrode nue. — Bonne pénétration.

n'ont eu aucun succès jusqu'à ce jour. Les procédés magnétiques ont donné de meilleurs résultats. On répand de la limaille de fer sur la pièce magnétisée. La

¹² E. C. Hutchinson: «Power», du 7. 10. 1930.

¹³ W. Rostek: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1934, fasc. 10 et 11, p. 187 et 197.

disposition régulière de la limaille est troublée par les vides, les inclusions de scories et les défauts de liaison.



Soudure au gaz
Transition
Soudure à l'arc électrique

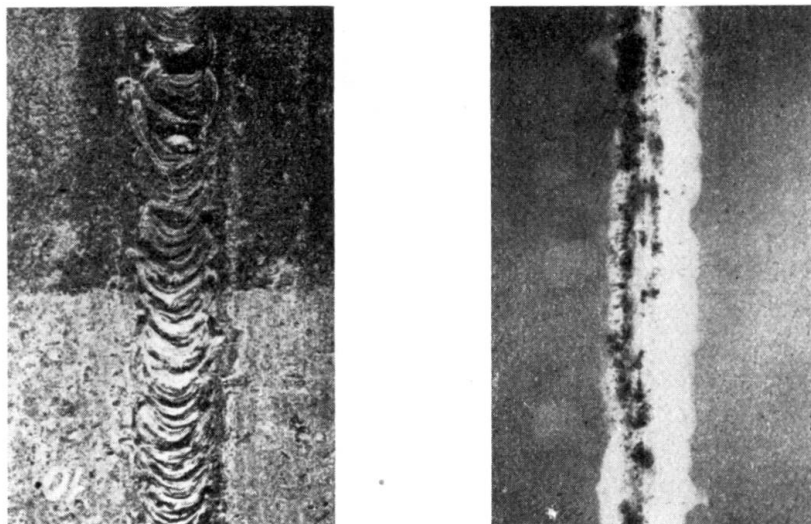
Métal de base

Métal d'apport

Fig. 11.

Photographies microscopiques de soudures au gaz et à l'arc électrique.

Le contrôle électromagnétique-acoustique¹⁴ n'a pas satisfait à tous les espoirs. Les soudures sont auscultées électromagnétiquement et les impulsions de courant



Vue

Radiographie

Fig. 12.

Mauvaise soudure à l'arc électrique

¹⁴ S. Kießkalt: Autog. Metallbearb. 1934, fasc. 5, p. 65.

sont perçues à l'aide d'un casque. Il n'est pas toujours possible de déterminer avec précision les points défectueux.

Bien meilleures sont les méthodes radiographiques et principalement roentgenographiques.¹⁵ On a même employé les rayons Gamma dans un but de contrôle.¹⁶ Ce dernier système n'entre cependant pas encore en ligne de compte dans la construction métallique.

Lors de l'emploi des rayons X, il suffit de projeter l'image sur un écran pour l'étude de la structure grossière de la soudure, à condition que l'épaisseur du

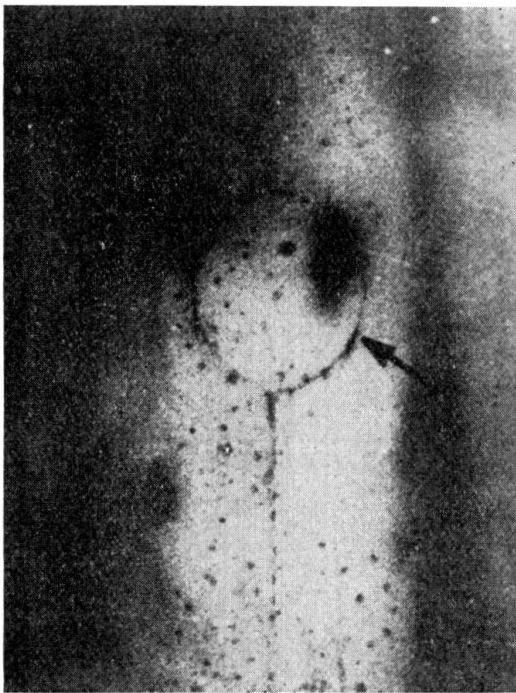


Fig. 13.

Radiographie d'un mauvais début de soudure.

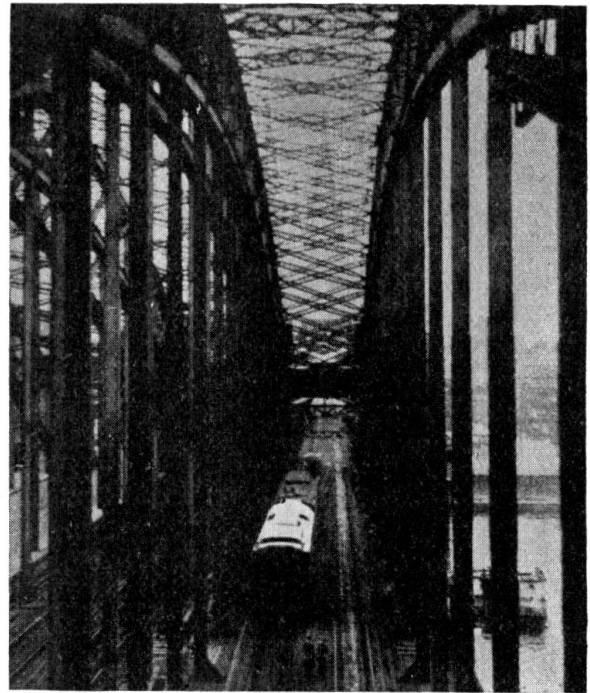


Fig. 14.

Wagon de contrôle radiographique sur le Pont Hohenzollern à Cologne.

métal ne soit pas trop grande. On peut aussi enregistrer l'image sur un film (fig. 13). Les installations sont assez développées pour que les auscultations soient aussi possibles en cours de service ou sur le chantier (fig. 14). Les fig. 15 et 16 montrent que l'on peut aussi ausculter roentgenographiquement les ponts de béton armé. Cette méthode de contrôle a des limites, représentées par la complication des appareils, la perceptibilité limitée des défauts et l'épaisseur du matériau.

Les méthodes de contrôle avec et sans détériorations peuvent aussi être employées simultanément. Un point très discuté est celui de la comparaison des résultats des deux méthodes.¹⁷

¹⁵ A. Matting: Anwendung der Durchstrahlungsverfahren in der Technik. Akademische Verlagsanstalt m. b. H., Leipzig 1935, p. 51.

¹⁶ R. Berthold: Z.V.D.I. 1934, fasc. 6, p. 173.

¹⁷ A. Matting et C. Stieler: Stahlbau 1933, fasc. 24, p. 185.

La combinaison de différents procédés de contrôle permet presque toujours d'acquérir rapidement des connaissances suffisantes sur la structure des soudures.

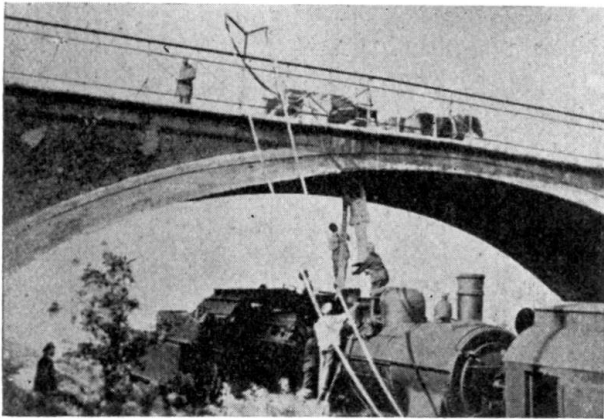
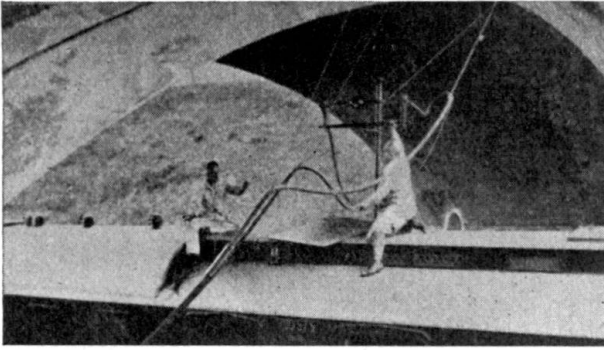


Fig. 15.

Auscultation radiographique d'un pont de béton armé.

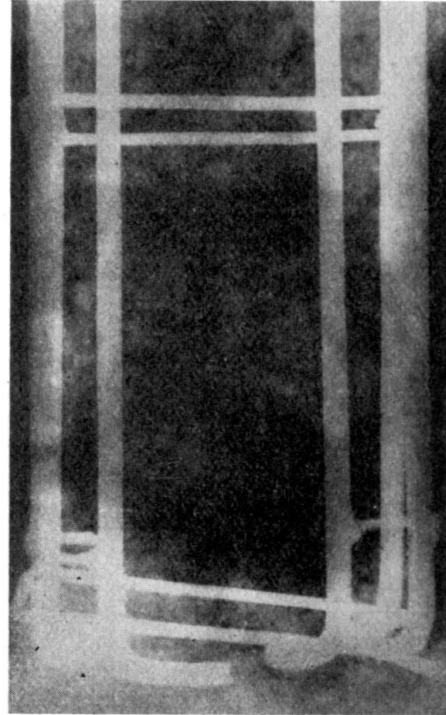


Fig. 16.

Radiographie d'une poutre de béton armé.