

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 53 (1927)
Heft: 22

Artikel: Soudure à l'arc électrique par courant alternatif, avec étincelle-pilote
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41093>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

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

Les résultats ainsi obtenus sont au moins aussi précis que ceux fournis par la méthode usuelle, au mortier de sable normal damé à la machine.

A remarquer encore, ainsi que nous l'avons indiqué dans une récente étude¹, que la densité du béton frais permet de vérifier facilement et rapidement la quantité d'eau de gâchage et par suite la résistance probable d'un béton, si l'on connaît exactement les poids spécifiques du ciment et du ballast, le dosage effectif, et si la porosité est pratiquement nulle (béton mou et béton coulé). Il est ainsi aisé d'organiser sur le chantier le contrôle de la qualité des mortiers et bétons par la simple détermination de leur densité, de leur dosage exact (essai de rendement) et par la vérification de la qualité du liant, ce dernier essai étant effectué par un laboratoire officiel.

Les valeurs des coefficients K pour différentes durées de durcissement et pour divers ciments sont indiquées sur les fig. 1 à 4 en regard des résistances obtenues à l'essai normal par le *Laboratoire fédéral d'essai des matériaux*, de Zurich. Ces coefficients s'appliquent à des cubes de mortiers ou bétons de 7 à 10 cm. de côté. Ils doivent être diminués de 15 à 20 % pour des cubes de 20 à 30 cm de côté. Les causes de cette fréquente diminution de la résistance à la compression de cubes de 20 à 30 cm. par rapport à celle obtenue par des cubes de 7 cm. du même mortier ou béton, ne sont pas encore élucidées. Elles peuvent être attribuées à un défaut d'homogénéité des gros cubes, à une plus grande difficulté d'obtenir une pression bien centrée, à une sorte d'encastrement des surfaces sur les plateaux de la presse etc. Nous inclinons à croire que cette diminution est due en premier lieu aux tensions intérieures considérables provoquées par les variations de température et du degré d'humidité. le retrait, etc.

Influence de la durée du durcissement.

La résistance de tous les mortiers et bétons augmente avec l'âge, mais dans des proportions très variables suivant la qualité du liant, la température, le mode de durcissement. Les fig. 1 et 5 donnent, pour quelques liants caractéristiques, les résistances en fonction de $\frac{C}{E}$ et de la durée du durcissement dans l'eau à 15°. La table ci-dessous indique, en % de la résistance à la compression à 28 jours, la rapidité relative du durcissement de divers liants :

	1 jour	3 jours	7 jours	28 jours	90 jours	180 j.
Ciment alumineux	0,50	0,80	0,87	1,00	1,10	1,15
Ciment portland spécial . .	0,12	0,50	0,70	1,00	1,30	1,50
Ciment portland ordinaire	0,10	0,45	0,60	1,00	1,50	1,90
Chaux hydraulique	—	—	0,50	1,00	2,00	3,00

¹ Détermination sur le chantier de la quantité d'eau de gâchage du béton. *Bulletin technique* du 30 juillet 1927.

Ces chiffres sont des moyennes ; ils peuvent varier d'un essai à l'autre, la rapidité du durcissement étant influencée par le degré de fluidité du béton, par la finesse de mouture du liant, par la température et le mode de conservation des éprouvettes.

Pour juger de la valeur effective d'un liant il faut tenir compte, non seulement du temps et du dosage nécessaires pour obtenir une résistance déterminée, mais encore des probabilités de durcissement ultérieur. C'est ainsi qu'on peut admettre un coefficient de sécurité plus faible pour le béton coulé que pour le béton damé, pour le béton au ciment portland que pour celui au ciment alumineux dont le durcissement est presque terminé à 7 jours.

Soudure à l'arc électrique par courant alternatif, avec étincelle-pilote.

Soient pour un arc de soudure à courant *alternatif*, E , la tension du réseau d'alimentation, U , la tension aux bornes de l'arc et I le courant absorbé, le rendement η du poste sera

$$\eta = \frac{UI}{EI \cos \varphi}$$

ou, en introduisant le « coefficient de stabilité » $s = \frac{E}{U}$

$$\eta s \cos \varphi = 1 \quad (1)$$

On infère de cette égalité que pour une valeur donnée de s , le facteur de puissance et le rendement sont inversement proportionnels l'un à l'autre et que, par conséquent, toute amélioration de l'un ne peut être réalisée qu'aux dépens de l'autre. Il y a donc grand intérêt, pour obtenir à la fois un facteur de puissance et un rendement acceptables, à diminuer le plus possible la valeur de s compatible avec une stabilité satisfaisante : la *Société alsacienne de constructions mécaniques*, à Belfort, a réussi à satisfaire à cette condition au moyen d'un ingénieux dispositif décrit en détail dans les numéros de janvier et avril 1926 de son *Bulletin* et dont nous allons esquisser le principe.

Mais, préalablement, afin de nous procurer des termes de comparaison, analysons à l'aide de l'équation (1) le fonctionnement de deux postes de soudure courants :

1° Poste comprenant un transformateur normal, à faible dispersion, dont le secondaire alimente l'arc de soudure avec interposition d'une résistance *non inductive*. L'expérience montre que, dans ce cas, on doit disposer, pour obtenir une stabilité suffisante, d'une tension secondaire atteignant 80 volts. La tension aux bornes de l'arc allumé étant d'environ 22 V, la formule (1) donne

$$\eta \cos \varphi = 0,275 \quad (2)$$

La charge totale du secondaire étant non inductive, le facteur de puissance obtenu avec le poste est certainement élevé ; cependant, la boucle constituée par les câbles reliant les bornes secondaires à l'électrode et aux pièces à souder possède une réactance appréciable et l'intensité du courant de soudure atteint, d'autre part, une valeur assez élevée. Dans ces conditions, un facteur de puissance de 0,91 peut être considéré comme excellent et, d'après (2), il en résulte, pour le rendement η la valeur très faible de 0,30.

2° Poste dans lequel l'impédance de stabilisation associée au transformateur est constituée par une bobine de réactance. On peut alors admettre pour E , c'est-à-dire pour la

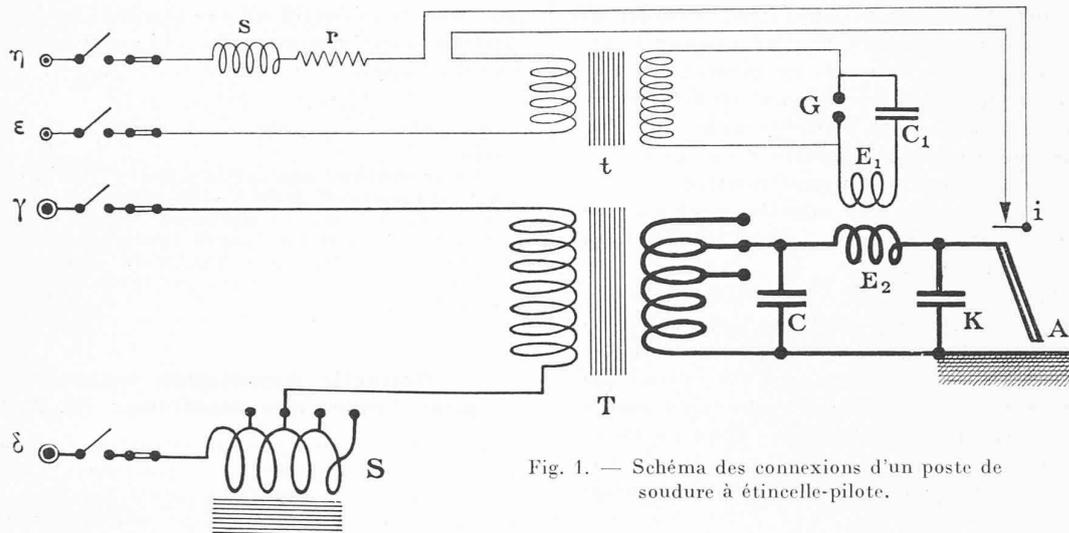


Fig. 1. — Schéma des connexions d'un poste de soudure à étincelle-pilote.

tension secondaire à vide du transformateur supposé normal, une valeur plus faible que dans le cas précédent. Adoptons 60 V, cette valeur étant d'ailleurs un minimum en pratique. On a alors

$$\gamma \cos \varphi = 0,367 \quad (3)$$

Cette fois-ci, les pertes dans l'impédance de stabilisation sont très réduites et on peut estimer le rendement global à une valeur voisine de 0,90. On déduit alors de (3) un facteur de puissance sensiblement égal à 0,41.

En vue de réaliser la réduction de la valeur de s nécessaire pour un fonctionnement stable de l'arc, la Société alsacienne de constructions mécaniques a mis au point, après de nombreuses recherches, dont on trouvera l'intéressant compte rendu dans les *Bulletins* désignés ci-dessus, un procédé consistant, essentiellement, dans l'utilisation d'une étincelle auxiliaire, de haute fréquence, dite *étincelle-pilote*, produite de telle façon qu'il n'y ait aucun danger pour l'opérateur s'il touchait accidentellement l'un des conducteurs d'alimentation de l'arc et cela même en cas de court-circuit ou de rupture de connexion à l'intérieur de l'appareil.

Cette étincelle, en jaillissant entre l'électrode et les pièces à souder, prépare le passage de l'arc par une forte ionisation de l'air. La tension à vide aux bornes du secondaire du transformateur fournissant le courant de soudure proprement dit peut ainsi être abaissée très notablement, d'où une amélioration très sensible du facteur de puissance de l'installation. D'autre part, l'allumage de l'arc se produit dès que l'étincelle commence à jaillir et sans qu'il soit nécessaire d'amener l'électrode au contact des pièces à souder; la mise en route du poste se fait donc sans le moindre à-coup de courant, et cela constitue aussi un avantage très appréciable. Enfin, grâce à cette extraordinaire facilité d'allumage, des personnes inexpérimentées arrivent à faire une soudure convenable en très peu de temps, alors que même avec le meilleur poste à courant continu, un apprentissage d'assez longue durée est toujours nécessaire.

En outre, la stabilité remarquable du poste à étincelle-pilote permet de déposer, sans la moindre interruption, une épaisse couche de soudure exigeant la fusion d'un grand nombre de baguettes; on peut alors brancher sur le poste deux porte-électrodes distincts dont l'un est regarni de baguettes par un aide, pendant que l'autre est en activité. On économise ainsi le temps nécessaire pour le martelage destiné à enlever la croûte de métal brûlé et on réalise une soudure qui présente le minimum de soufflures.

La figure 1 représente le schéma d'un poste à *étincelle-pilote*, système de la *Société alsacienne de constructions mécaniques*, qui met en œuvre la décharge oscillante d'un condensateur, chargé périodiquement au moyen d'un transformateur auxiliaire, suivant la technique des anciens postes émetteurs de T. S. F., à étincelle.

Le réseau à basse fréquence γ, δ alimente l'enroulement primaire du transformateur T , de type normal, dont l'enroulement secondaire fournit le courant nécessaire à l'arc de soudure A . Suivant une disposition spéciale, adoptée par la Société alsacienne, la bobine de réactance réglable S , qui sert à stabiliser l'arc, est insérée dans le circuit *primaire*; de cette façon, le transformateur T n'a qu'à fournir la puissance active absorbée par l'arc, ce qui permet de réduire très notablement ses dimensions. Des prises ménagées sur l'enroulement magnétisant de la bobine S et sur l'enroulement secondaire du transformateur T permettent, d'ailleurs, de régler à volonté le courant de court-circuit et la tension à vide. On peut ainsi obtenir pour chaque diamètre d'électrode le régime le plus favorable à la bonne exécution de la soudure. En ce qui concerne les circuits à haute fréquence, K est un condensateur branché directement aux bornes de l'arc, E_2 , l'enroulement secondaire du transformateur de Tesla, C , le condensateur court-circuitant la basse fréquence par rapport au courant de haute fréquence. Quant à l'enroulement primaire E_1 , il fait partie d'un circuit oscillant dont le condensateur C_1 , est chargé périodiquement au moyen du transformateur auxiliaire t . La décharge de ce condensateur à travers l'éclateur G s'opère sous la forme bien connue d'un courant de haute fréquence amorti dont le passage à travers

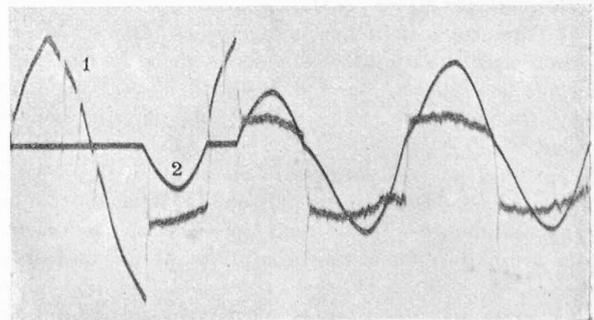


Fig. 2. — Oscillogramme de l'allumage d'un arc de soudure par étincelle-pilote.

l'enroulement E_1 induit évidemment dans l'enroulement secondaire E_2 un courant de même nature. Il est avantageux d'« accorder », au moins approximativement, les circuits $C_1 E_1 G$ et $K E_2 C$, de manière à obtenir le maximum d'effet dans le deuxième circuit ; cet accord est d'ailleurs réalisé une fois pour toutes, par construction, et l'opérateur n'a jamais à y toucher. Dans le circuit primaire du transformateur t se trouvent insérées des impédances s et r (ajustées aussi une fois pour toutes) qui servent notamment à régler les conditions de charge du condensateur C_1 .

L'effet de ce dispositif, tout à fait remarquable, est mis en évidence par l'oscillogramme reproduit à la figure 2, sur laquelle la courbe 1 représente la tension aux bornes de l'arc de soudure et la courbe 2, l'intensité du courant. On constate que celui-ci s'établit *progressivement* pour atteindre son régime à la quatrième alternance. Ce résultat provient de ce que l'allumage est opéré à distance, c'est-à-dire sans que l'électrode soit amenée au contact des pièces à souder ; il est du reste fort

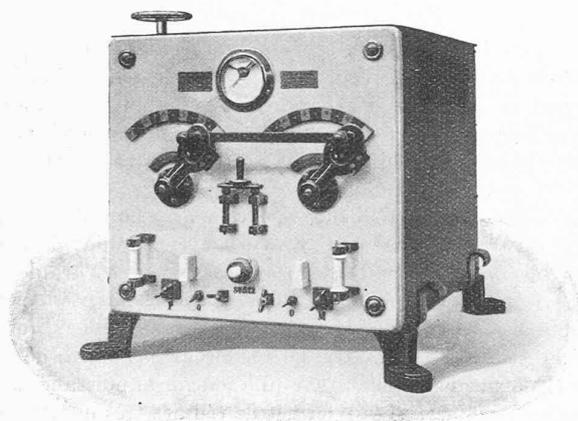


Fig. 3. — Poste de soudure à étincelle-pilote.

intéressant en pratique, comme on l'a déjà fait remarquer, puisqu'on évite ainsi tout à-coup de courant lors de la mise en route du poste.

La figure 3 représente un poste de soudure à étincelle-pilote, établi suivant le schéma précédent. Les deux manettes visibles sur le tableau correspondent, l'une aux prises effectuées sur le secondaire du transformateur T , l'autre à celles de la bobine de réactance S . Au moyen de la première de ces manettes, on peut obtenir six valeurs de la tension à vide aux bornes de l'arc, comprises normalement entre 33 et 45 volts.

Quant à la seconde, qui peut prendre aussi six positions, elle permet d'ajuster l'intensité du courant selon le diamètre des électrodes employées ; son action peut du reste être complétée, au besoin, par celle d'une bobine de réactance auxiliaire, à entrefer variable au moyen d'un volant disposé sur le couvercle de l'appareil ; on remarquera que les deux manettes en question peuvent être jumelées par une bielle démontable. Ce jumelage facultatif a pour but de faciliter éventuellement le réglage du poste qui peut s'opérer ainsi par une seule manœuvre.

D'après les essais, le rendement *moyen* est de 0,85 pour une valeur *moyenne* du facteur de puissance égale à 0,60. En comparant ces nombres avec ceux qu'accusent *réellement* les postes ordinaires, on se rend compte de l'important progrès réalisé.

Dans certaines circonstances, en particulier quand il s'agit de souder des pièces dont l'une au moins présente une capacité calorifique très élevée (stator de turbo-alternateur par exem-

ple), le poste à étincelle-pilote s'est révélé supérieur même aux postes à courant continu, grâce à l'aisance extraordinaire avec laquelle l'amorçage de l'arc se trouve assuré.

Parmi les dernières publications relatives à la soudure électrique, citons :

« Ueber elektrisch und autogen geschweisste Konstruktionen », von Oberingenieur *E. Höhn*. — Diskussionsbericht N° 12. — Laboratoire fédéral d'essai des matériaux, Zurich.

« La soudure électrique », par *M. Languepin*, Bulletin de la Société française des Electriciens, t. VII, N° 73, septembre 1927.

« L'arc électrique de soudure », par *M. Brillié*. — Même référence que ci-dessus.

Nouvelle Association internationale pour l'essai des matériaux (N. A. I. E. M.)

A l'occasion du Congrès international pour l'essai des matériaux à Amsterdam en septembre 1927, eurent lieu aussi plusieurs séances des délégués des Etats participants. Les 20 Etats suivants étaient représentés à l'assemblée des délégués à Amsterdam :

Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Etats-Unis d'Amérique, France, Hollande, Hongrie, Italie, Japon, Luxembourg, Norvège, Roumanie, Russie Suède, Suisse, Tchéco-Slovaquie, Yougoslavie.

Les délibérations basées sur l'ordre du jour établi par les Associations hollandaises et suisses aboutirent aux décisions unanimes suivantes : Reprise du travail international et fondation d'une nouvelle Association internationale pour l'essai des matériaux.

Les buts et l'organisation de la nouvelle Association sont fixés par les statuts suivants, discutés et adoptés à Amsterdam :

§ 1. Le nom de l'Association est « Nouvelle Association internationale pour l'essai des matériaux ».

§ 2. Le but de la Nouvelle Association est d'assurer une collaboration internationale, d'échanger des idées, des résultats de recherches et toutes connaissances concernant l'essai des matériaux. Le principal moyen d'atteindre ce but est d'organiser des congrès à des intervalles de trois ans au moins et de cinq ans au plus, suivant les circonstances. La Nouvelle Association sera néanmoins libre d'adopter encore d'autres méthodes pour assurer et maintenir une collaboration internationale. Les questions de normalisation des matériaux ne sont pas considérées comme comprises dans la sphère d'action de l'Association.

§ 3. Peuvent être membres de l'Association :

I. des personnes qui s'intéressent à l'essai des matériaux, c'est-à-dire qui sont : a) membres d'une Association nationale pour l'essai des matériaux, b) membres d'une Association technique ou scientifique importante, dans les pays qui n'ont pas d'Association nationale pour l'essai des matériaux.

II. des Sociétés et Associations qui sont membres d'une Association nationale pour l'essai des matériaux, pourvu qu'elles paient au moins le double de la cotisation individuelle.

§ 4. La cotisation de membre individuel est d'un dollar U. S. A.

§ 5. La Nouvelle Association internationale sera dirigée par un Comité permanent, composé d'un membre de chaque pays, comptant au moins vingt membres dans l'Association internationale. Le membre du comité sera élu par son Association nationale et, en l'absence d'une Association nationale, par une organisation reconnue équivalente dans ce pays.

§ 6. Le Comité permanent doit élire parmi ses membres un président et un vice-président qui seront en fonction jusqu'au prochain congrès. Ce comité est autorisé à constituer des sous-comités pour régler les questions spéciales en tant que de besoin.

§ 7. Le Comité permanent doit désigner un de ses membres pour être secrétaire sans traitement. Ce secrétaire doit assurer