

Des économies incroyables – nous le démontrons !

forceArc puls[®]

La révolution brevetée* de la technique de soudage

✓ Acier ✓ Acier inoxydable

- Utilisation extrêmement simple – même pour les utilisateurs non expérimentés – soudage pénétrant traînant ou neutre
- Apport d'énergie réduit mais pénétration profonde et concentrée
- Coloration thermique fortement réduite, déformation limitée
- Capture de racine sûre
- Pas de caniveau, excellent mouillage des flancs
- Arc silencieux et agréable
- Réduction des émissions de fumée de soudage



Prenez note de nos démonstrations de forceArc puls[®]

www.forcearcpuls.com/info

Vidéo forceArc puls[®] :



EWM AG
WE ARE WELDING



Des économies incroyables – nous le démontrons !
forceArc puls[®]

La révolution brevetée* de la technique de soudage



* N° de brevet : EP 1 640 100 B1, EP 1 726 395 B1

Des économies incroyables – nous le démontrons !

forceArc puls[®]

La révolution brevetée* de la technique de soudage

✓ Jusqu'à 30 % d'économies totales**	<ul style="list-style-type: none">▪ Baisse des coûts de main-d'œuvre, de métal d'apport, de gaz de protection et d'énergie▪ Réduction du temps de production
✓ Jusqu'à 15 % d'apport de chaleur en moins**	<ul style="list-style-type: none">▪ Moins de retouches (redressage, meulage, nettoyage) grâce à une réduction de la déformation, de la coloration thermique et des tensions▪ Temps morts minimisés grâce à des temps d'attente réduits lors du soudage par couches successives
✓ Taille réelle de gorge jusqu'à 20 % plus grande**	<ul style="list-style-type: none">▪ Réalisation d'un cordon symétrique grâce à une pénétration concentrée en profondeur avec saisie de racine sûre
✓ Quasiment exempt de projections	<ul style="list-style-type: none">▪ Retouches réduites au minimum, également pour les tôles avec surface écaillée ou présentant de fortes impuretés

** Par rapport à l'arc pulsé

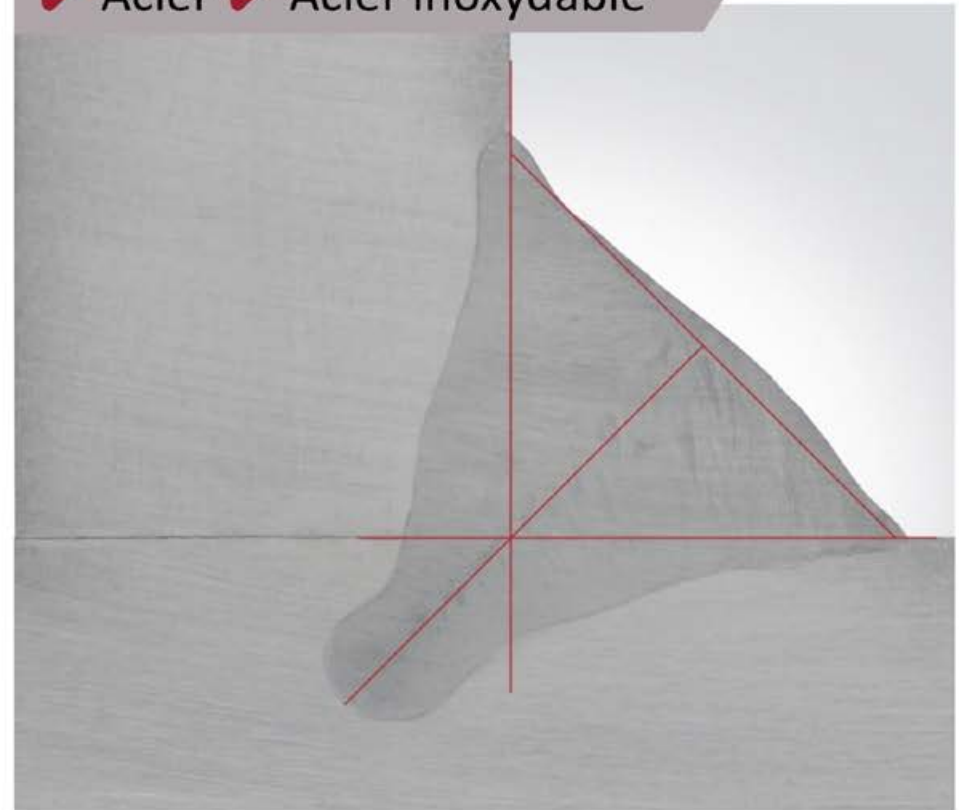
* N° de brevet : EP 1 640 100 B1, EP 1 726 395 B1

Découvrez le potentiel d'économies supplémentaires que peut vous apporter la technique ewm dans l'étude pratique à partir de la page 42

Sommaire

- / Description générale forceArc puls[®]
- / forceArc puls[®] pour le soudage d'aciers hautement alliés (CrNi)
- / forceArc puls[®] pour le soudage d'aciers faiblement alliés
- / Soudage avec pénétration profonde dans le cadre de la norme NF EN 1090
- / Application pratique

✓ Acier ✓ Acier inoxydable

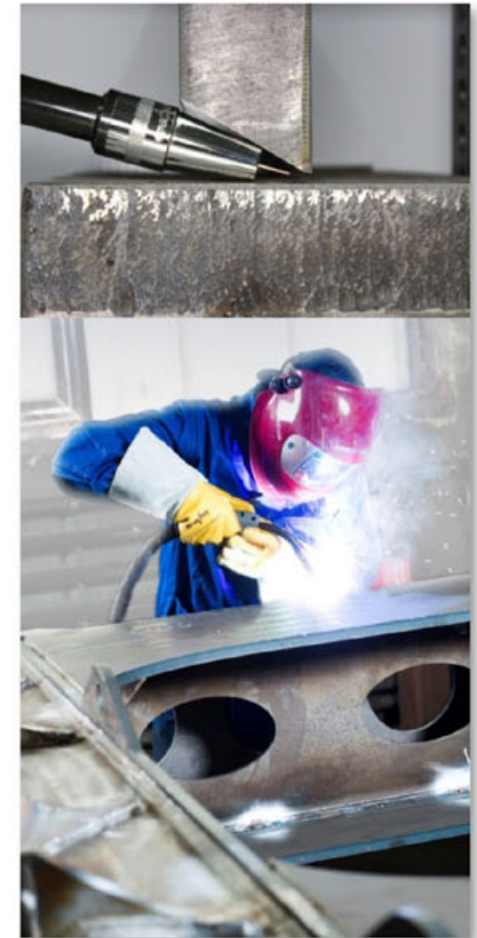


forceArc puls[®] – le procédé et son application



- / Procédé de soudage MIG/MAG
- / Soudage d'aciers non alliés à hautement alliés
- / Soudages de racine – raccords complets soudés d'un côté ou des deux côtés
- / Soudages de racine sur support de bain de fusion avec un écartement des bords maximal de 4 mm
- / Referredement de jour exceptionnel* même à niveau de puissance élevé
- / Soudage contrôlé en cas d'écartement des bords variable jusqu'à 4 mm (en fonction de la position de soudage)
- / Convient très bien au soudage multi-passes

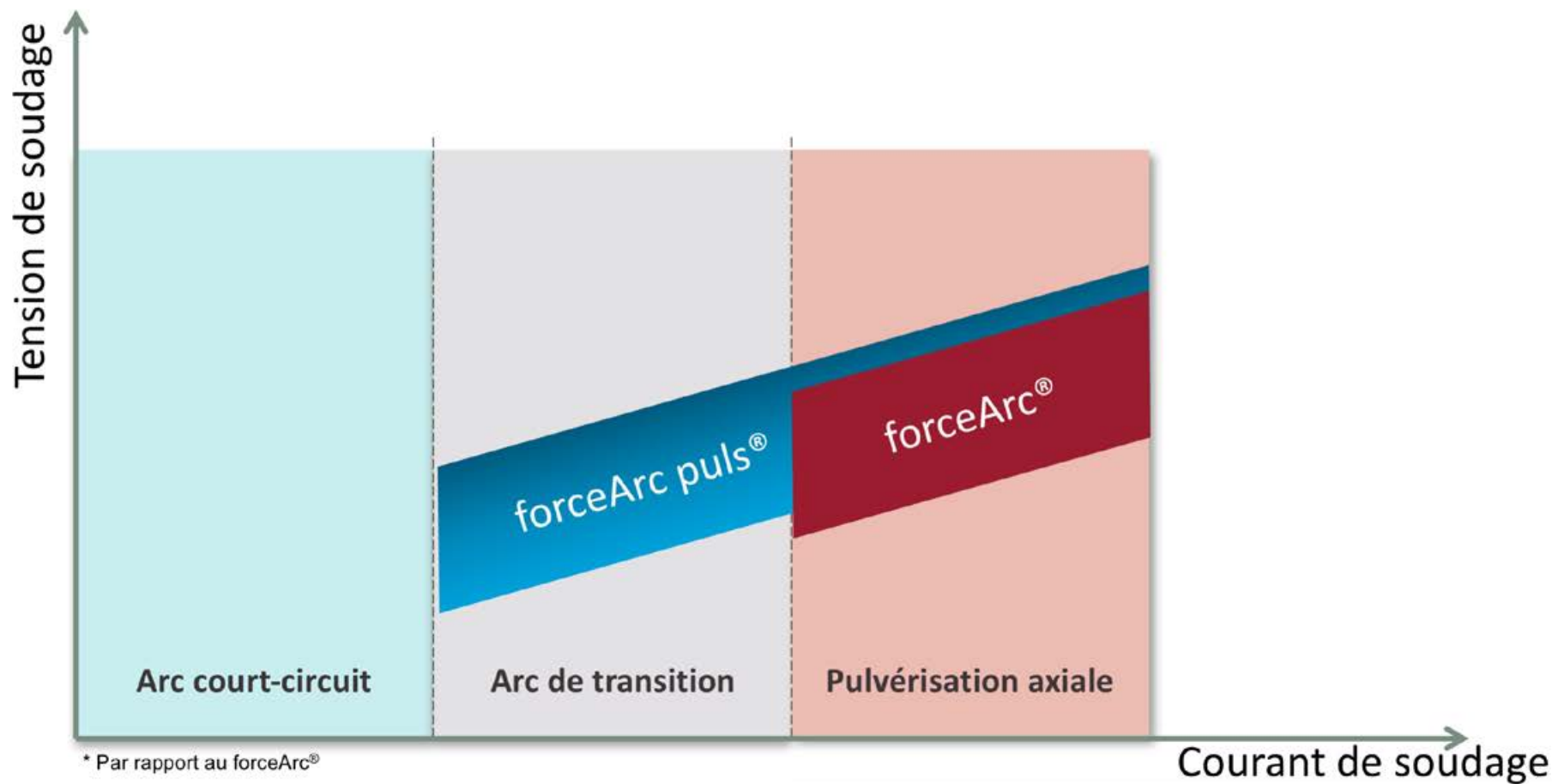
* Par rapport au forceArc[®]



forceArc puls[®] – Plage de régime d'arc



Étend la plage de régime d'arc jusqu'aux niveau d'énergie de soudage réduit*



* Par rapport au forceArc[®]

forceArc puls® – difficile de faire plus simple



Les avantages pour

Très bonne adoption par les soudeurs

- / Bruit de l'arc discret et agréable
- / Moins de fumée de soudage*
- / Facile à guider (très bon mouillage)
- / Soudage détendu
- / Facile à apprendre et directement utilisable

Temps d'adaptation réduit, coût de formation minimal

- / Conversion facile depuis le soudage MIG/MAG standard
- / Admet toutes les positions de torche neutre, perçant et traînant
- / Parfait pour le personnel changeant fréquemment
(accroissement temporaire des capacités de production,
collaborateurs externes)

* Par rapport au forceArc®



forceArc puls[®] – offre un cordon apparent exceptionnel



Les avantages pour

Quasiment exempt de projections

- / Réduction des retouches
- / Également pour les tôles avec surface écaillée ou présentant de fortes impuretés

Très haute qualité

- / Aspect de la soudure exceptionnel
- / Coloration thermique réduite
- / Caniveau réduit, excellent mouillage des bords



S355, t=10 mm, assemblage en T, soudure en angle sans préparation du cordon, I = 316 A, U = 28,8 V, dévidage = 10,5 m/min, Vs = 50 cm/min



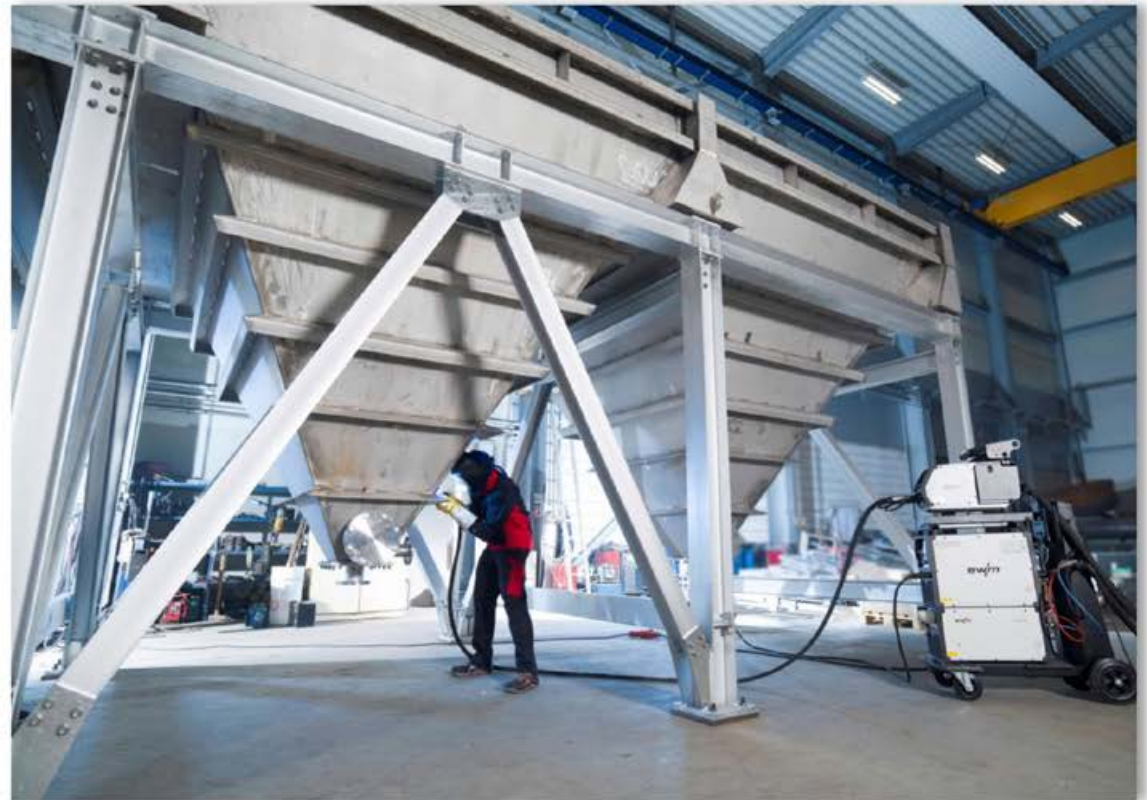
1.4301(304), t=10 mm, assemblage en T, soudure en angle sans préparation du cordon, I = 324 A, U = 25,6 V, dévidage = 11,5 m/min, Vs = 35 cm/min

La révolution brevetée* du soudage



forceArc puls®

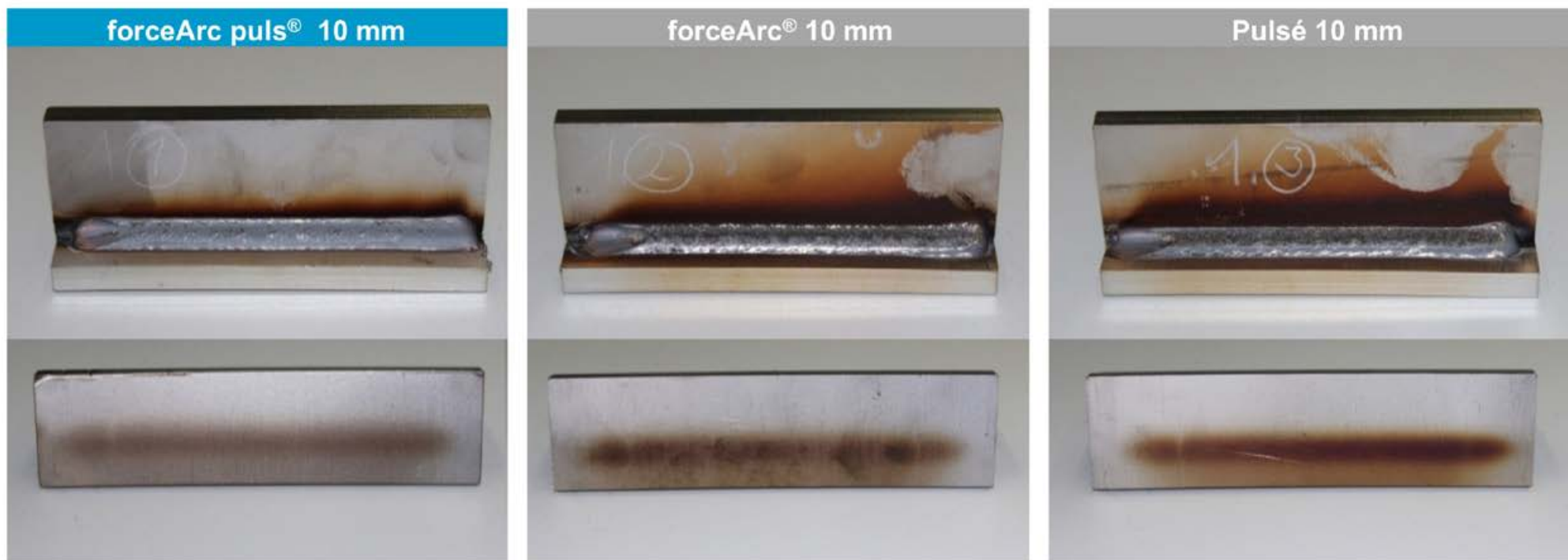
Soudage d'aciers
hautement alliés
(CrNi)



forceArc puls[®] – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi)



L'apport d'énergie réduit de forceArc puls[®] permet de réduire la coloration thermique et les traces de fumée



Comparaison des résultats entre forceArc[®] et arc pulsé

forceArc puls® – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi)



Procédé	forceArc puls®	forceArc®	Pulsé
Dévidage en m/min	13	13	13
Puissance en kW	9,1	11	10,8
Intensité en A	338	375	370
Tension en V	26,8	29,4	28,9
Vs en m/min	0,45	0,45	0,45
Taille réelle de gorge en mm	5,7	5,1	4,8

Comparaison des résultats entre forceArc® et arc pulsé

forceArc puls® – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi)



La comparaison donne les résultats suivants :

dans la gamme de puissance supérieure, forceArc puls® présente un apport d'énergie **jusqu'à 15 % inférieur** par rapport à l'arc pulsé. Ceci entraîne une coloration thermique réduite et moins de déformation dans la pièce.

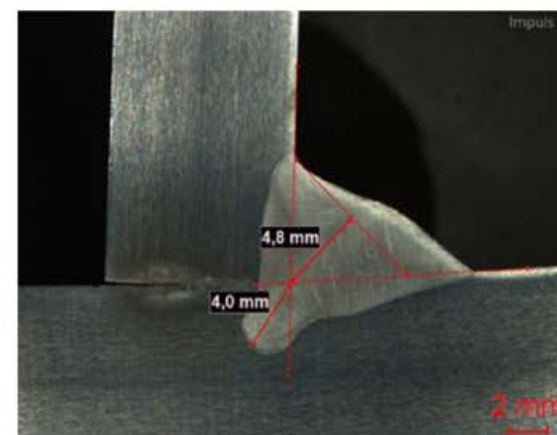
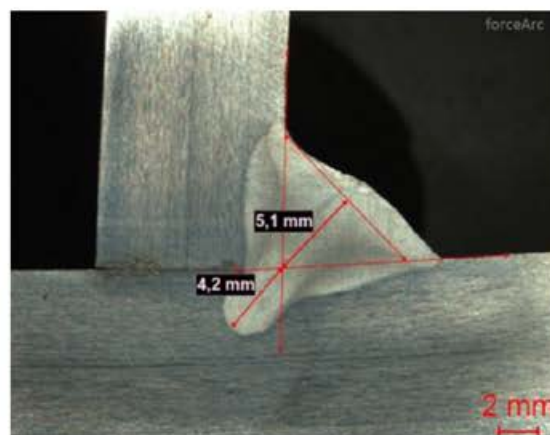
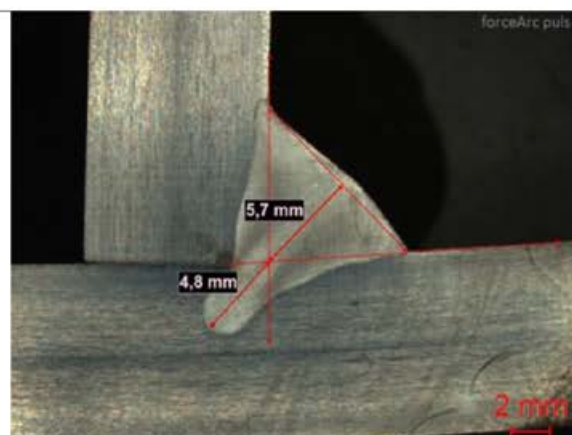
Les avantages pour

Apport d'énergie réduit

- / Énergie de soudage minimisée
- / Réduction de la déformation, de la coloration thermique et des tensions
- / Réduction des retouches (redressage, meulage, nettoyage)
- / Perte en éléments d'alliage réduite entraînant une meilleure résistance à la corrosion



forceArc puls® – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi)



Procédé	forceArc puls®	forceArc®	Pulsé
Dévidage en m/min	13	13	13
Énergie de soudage en kJ/mm	1,21 (-15 %)	1,47	1,44
Vs en m/min	0,45	0,45	0,45
Profondeur de gorge en mm	5,7 (+15 %)	5,1	4,8

Comparaison des résultats entre forceArc® et arc pulsé

forceArc puls® – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi)



La comparaison donne les résultats suivants :

forceArc puls® réalise une soudure en angle symétrique.

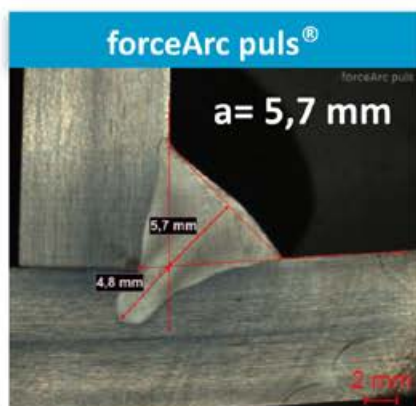
Cela constitue la condition préalable à l'obtention de la profondeur de gorge maximale pour un taux de dépôt (DV) donné.

Votre avantage

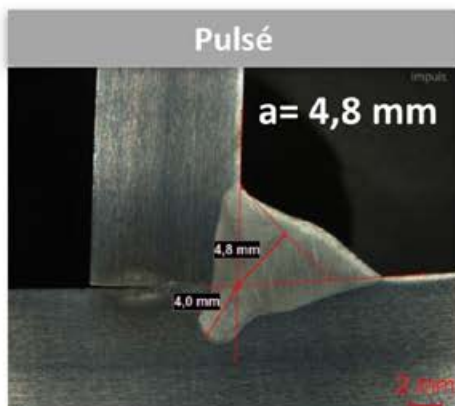
Ceci représente une **profondeur de gorge supérieure de 20 %** par rapport à l'arc pulsé.

À l'inverse, cela signifie que par rapport à un procédé à l'arc pulsé, avec une profondeur de gorge identique, on obtient une vitesse de soudage jusqu'à 20 % plus élevée.

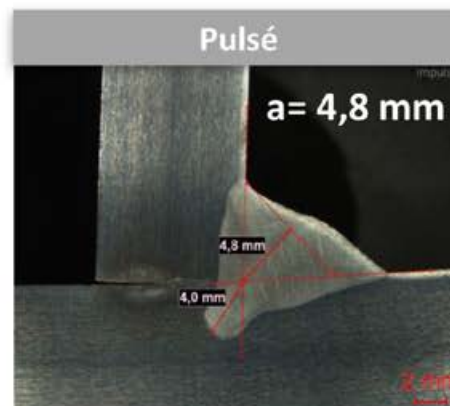
Vs = 45 cm/min



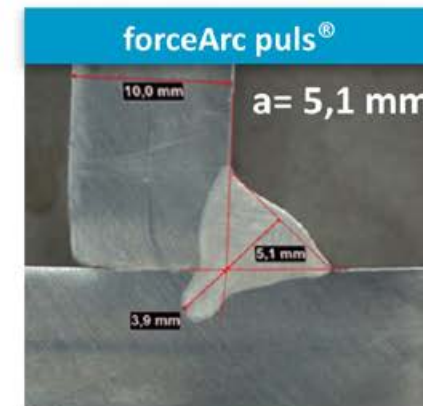
Vs = 45 cm/min



Vs = 45 cm/min



Vs = 60 cm/min

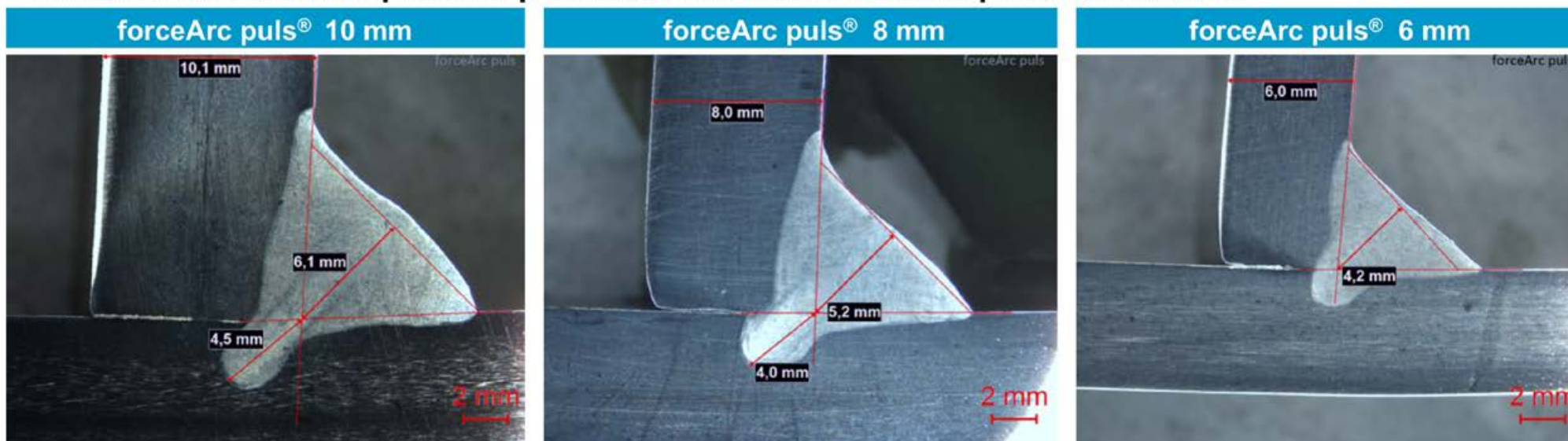


Votre avantage

Formation de cordon symétrique

- / La profondeur de gorge maximale possible est atteinte
- / Avec toutes les puissances de soudage et épaisseurs de tôle

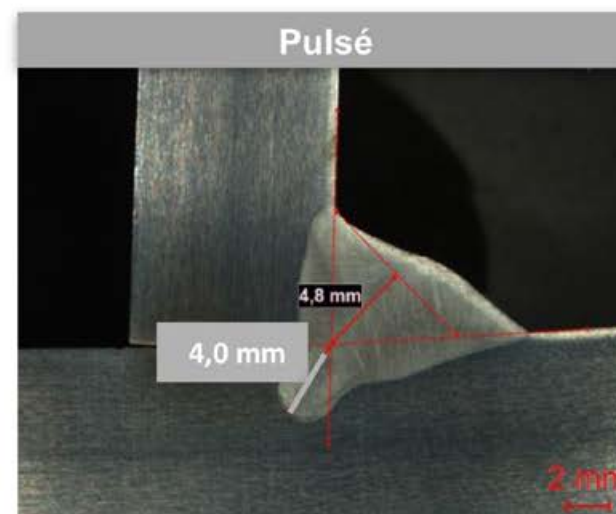
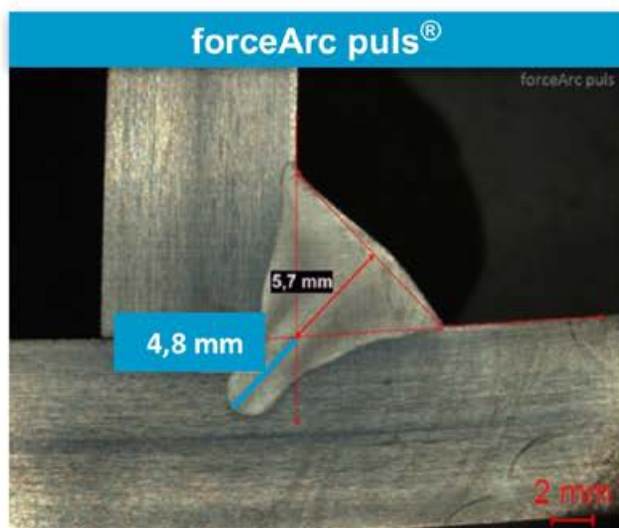
Formation de cordon et profil de pénétration avec différentes épaisseurs de tôle



forceArc puls® – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi) Profil de pénétration

La comparaison donne les résultats suivants :

forceArc puls® offre une pénétration particulièrement profonde et assure ainsi une sécurité de soudage élevée.



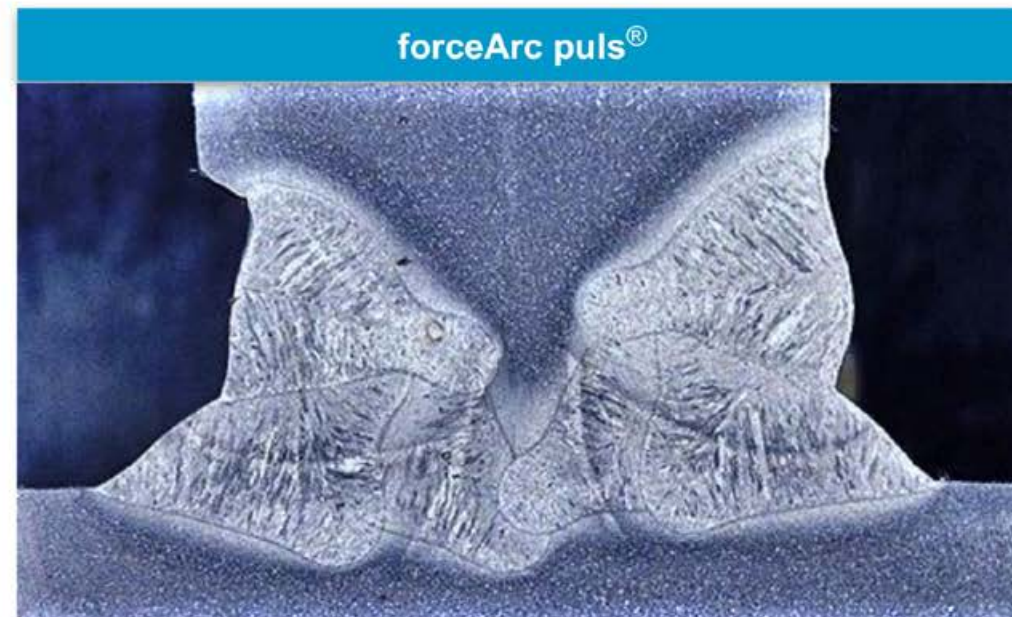
forceArc puls® – Soudage d'aciers hautement alliés (CrNi) Soudage multi-passes



Les avantages pour

**Combinaison
d'un apport d'énergie réduit et d'une pénétration
plus profonde :**

- / Convient parfaitement au soudage par couches successives
- / Réduction de chaleur par rapport au soudage pulsé standard
- / Davantage de passes de soudure peuvent être réalisées avant que la température maximale des passes intermédiaires soit atteinte
- / Déformation moindre de la pièce grâce à l'apport d'énergie réduit



La révolution brevetée* du soudage



forceArc puls®

Soudage d'aciers
non alliés et
faiblement alliés



forceArc puls® – Soudage d'aciers non alliés et faiblement alliés



Client de référence



« Grâce à EWM et forceArc puls®, Mesa économise jusqu'à 57 % de temps de travail, ce qui réduit fortement ses coûts »

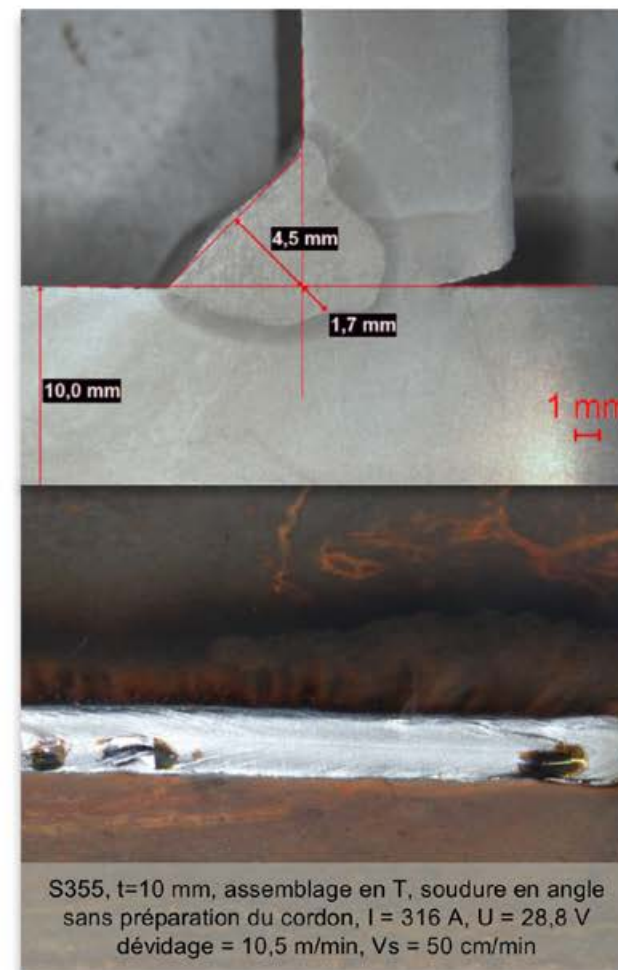


forceArc puls® – Soudage d'aciers non alliés et faiblement alliés



Les avantages pour

- / Quasiment exempt de projections
- / Aspect de la soudure exceptionnel
- / Caniveau réduit, excellent mouillage des bords
- / Insensibilité aux surfaces encrassées et écaillées
- / Cordon de soudure symétrique

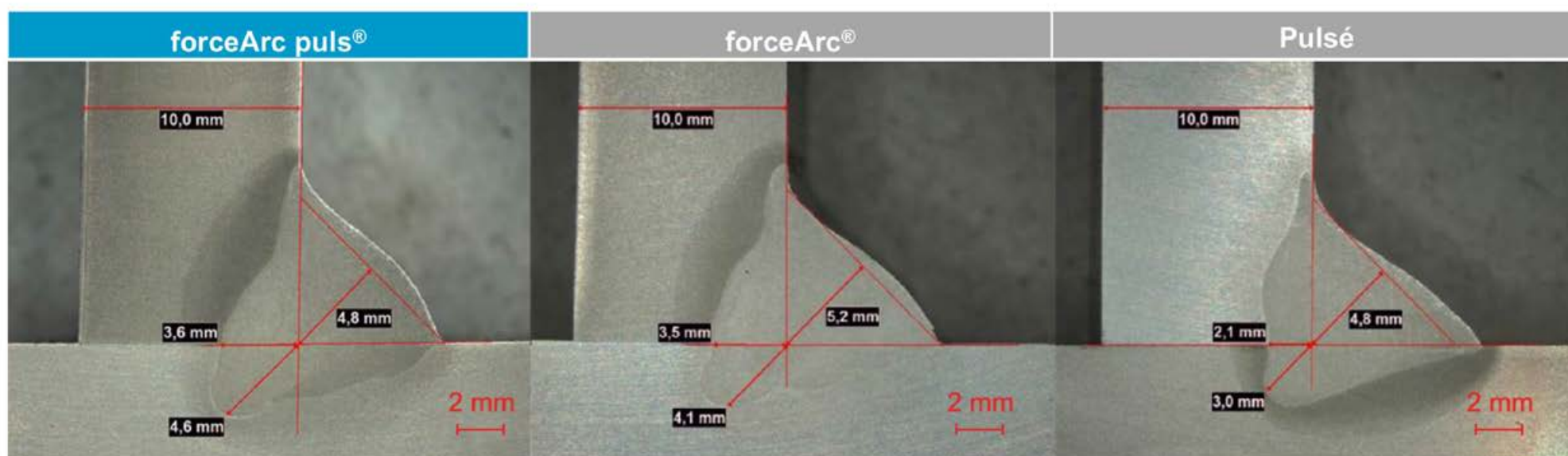


forceArc puls® – Soudage d'aciers non alliés et faiblement alliés



Les avantages pour

- / Soudure en angle symétrique
- / Pénétration profonde

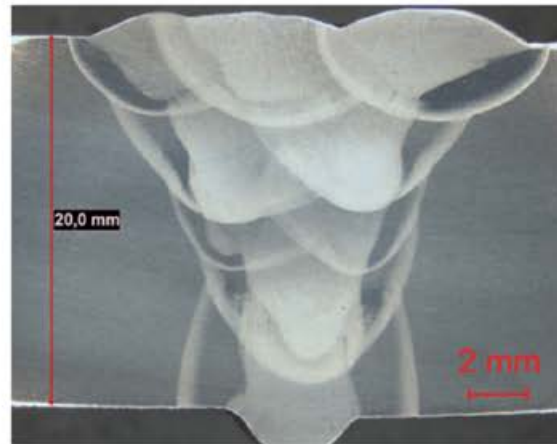


Comparaison avec forceArc® et arc pulsé

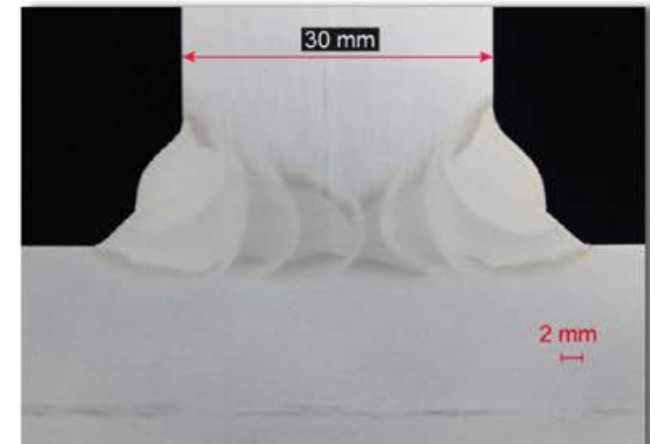
forceArc puls® – parfait pour les raccords complets



- / Raccords complets soudés bilatéralement
- / Sans meulage ni Arcair du dos de la racine
- / Avec et sans écartement des bords
- / Assemblages bout à bout et en T
- / Soudures racine avec support de bain de fusion
- / Passes intermédiaires et de finition



S355, assemblage bout à bout,
Soudure en V avec angle
d'ouverture de 30°
sur support de bain de fusion
céramique



S355, t=30 mm,
Soudure DHV avec angle d'ouverture de
35°
soudé bilatéralement
sans écartement des bords,
sans Arcair ni meulage du dos de la
racine

La révolution brevetée* de la technique de soudage



forceArc puls®

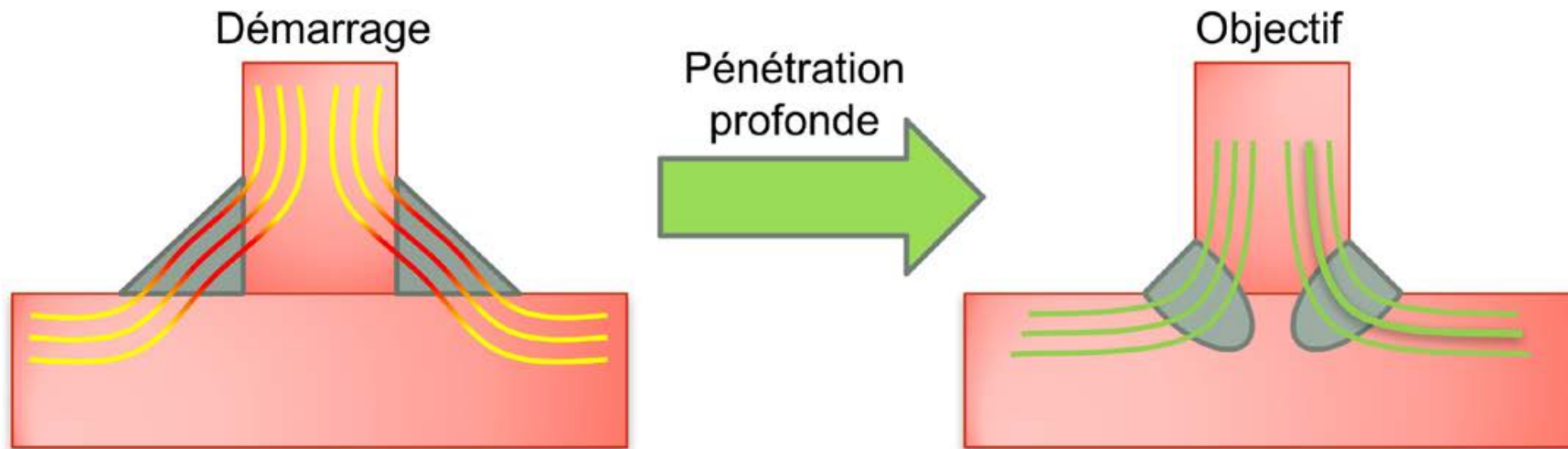
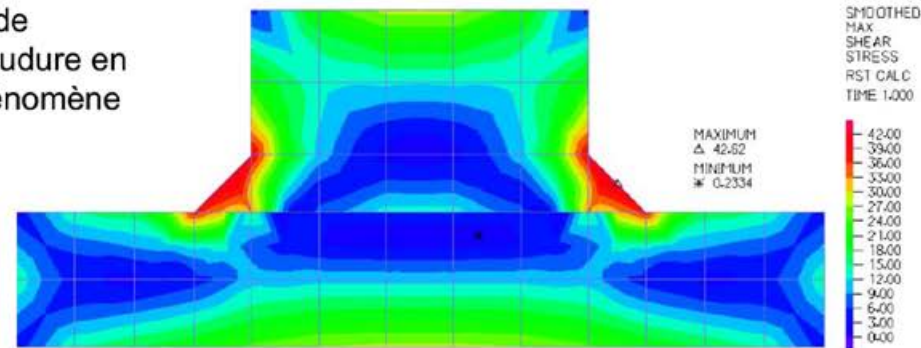
Soudage avec
pénétration profonde
dans le cadre de la
norme NF EN 1090



forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde



La concentration de la contrainte de cisailement dans la zone de la soudure en angle et comment prévenir ce phénomène par une pénétration profonde

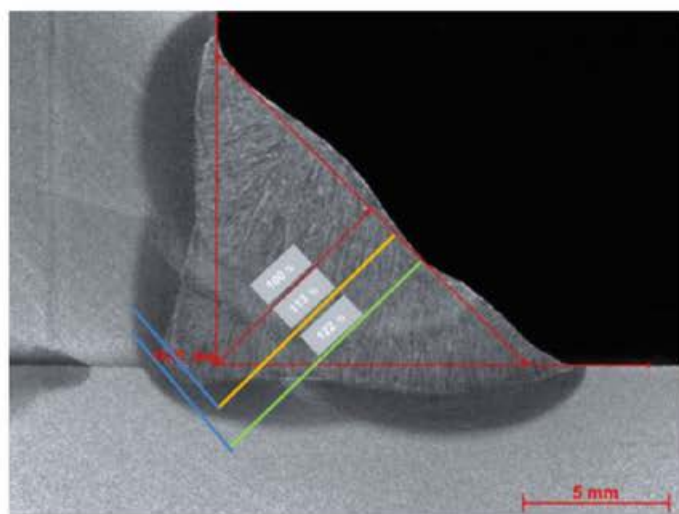


Meilleure transmission de forces grâce à une pénétration profonde

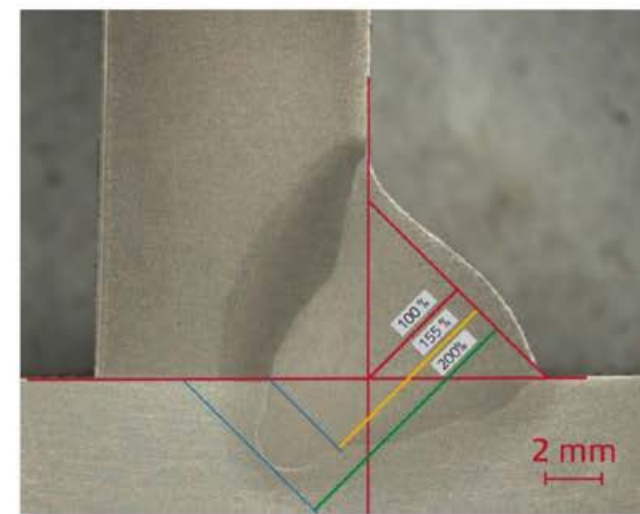
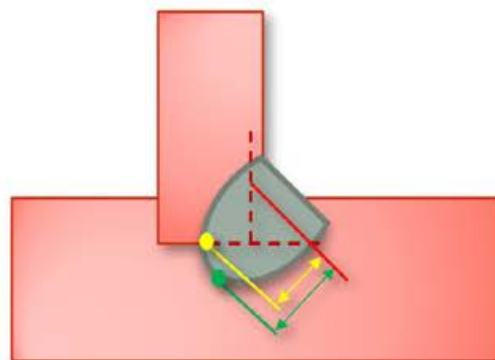
forceArc puls® – Soudage d'aciers non alliés et faiblement alliés



forceArc puls® permet d'obtenir une profondeur de pénétration très élevée, ce qui offre à l'assemblage de meilleures propriétés de construction.



Soudure en angle « normale »



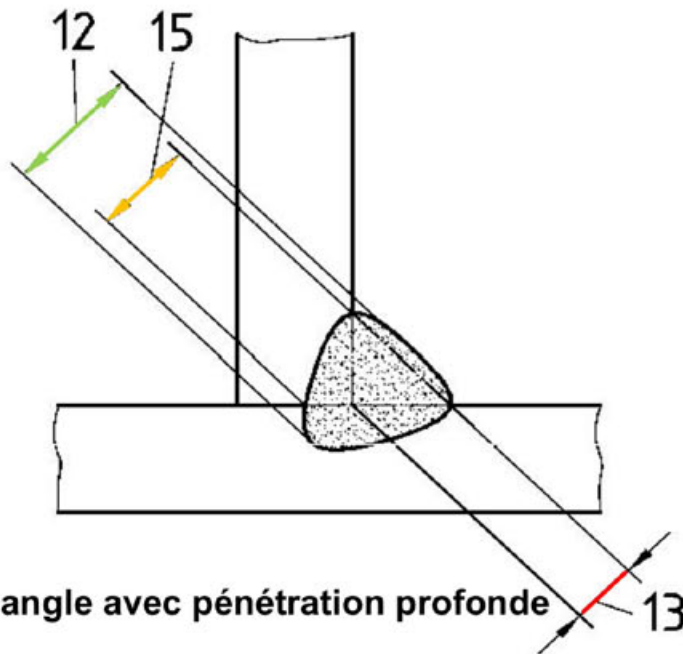
Soudure en angle avec pénétration profonde

forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde



NF EN ISO 17659:2005-09

Définition de l'épaisseur de cordon « effective » sur les soudures en angle avec pénétration profonde



Soudure en angle avec pénétration profonde 13

12 « Épaisseur de cordon **totale** »

13 « Épaisseur de cordon de **consigne** »
(« profondeur de gorge »)

15 « Épaisseur de cordon **effective** »

forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde

Extrait de la norme

4.5.2 Épaisseur de cordon effective (selon Eurocode 3 (EN 1993-1-8:2010-12))

- L'épaisseur effective d'une soudure en angle correspond en règle générale à la hauteur du triangle inscritible (isocèle ou non isocèle) mesurée jusqu'au point de racine théorique, voir figure 4.3.
- L'épaisseur effective d'une soudure en angle devrait être d'au moins 3 mm.
- **Pour la détermination de la résistance d'une soudure en angle avec pénétration profonde, on peut se baser sur une épaisseur de cordon supérieure, voir figure 4.4, s'il est établi par une qualification du mode opératoire que la pénétration dépasse le point de racine théorique.**

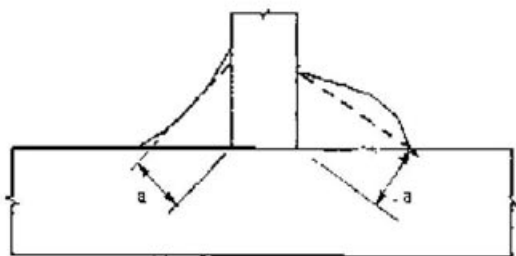


Figure 4.3 - Épaisseur de la soudure en angle

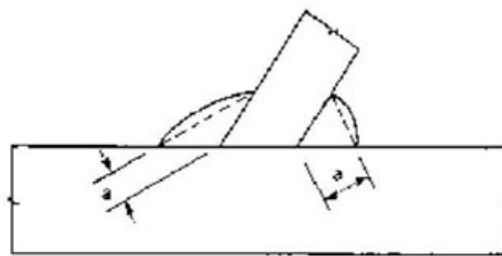
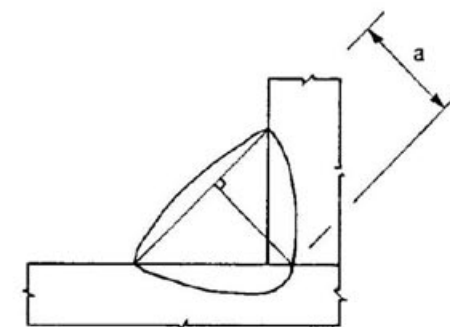


Figure 4.4 – Épaisseur de la soudure en angle avec pénétration profonde



forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde selon la norme NF EN 1090



Extrait de la norme

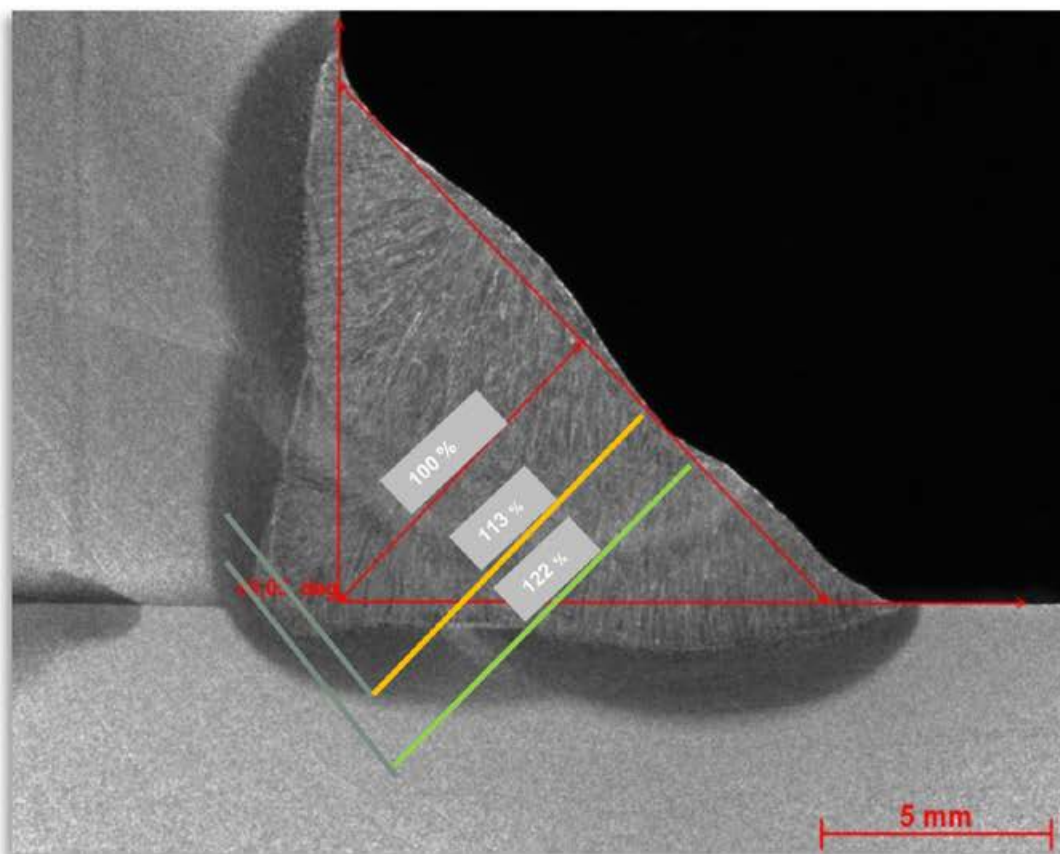
EN 1090-2:2011-10

7.5.8.1 Généralités

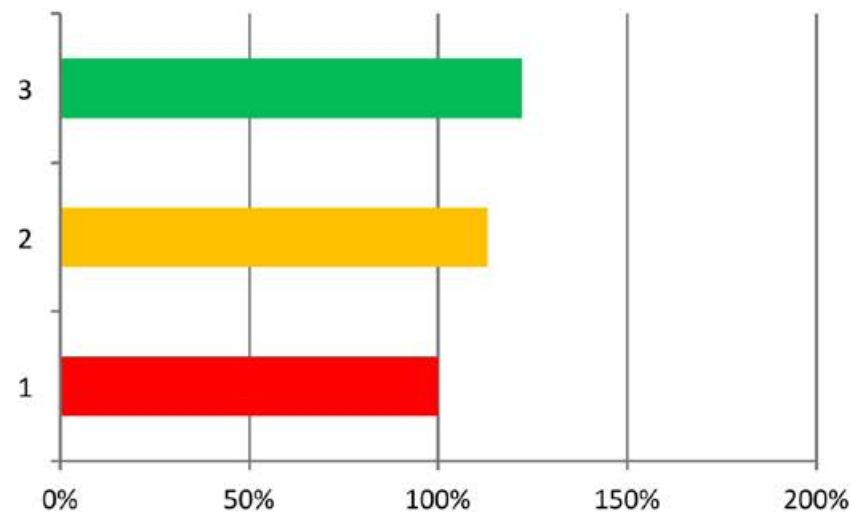
Un cordon de soudure déposé ne peut pas être inférieur aux dimensions prescrites pour l'épaisseur de cordon et/ou le côté, en se basant sur les éléments suivants :

- a) l'épaisseur de cordon totale établie comme réalisable en utilisant le soudage par résistance avec des procédés de soudage à pénétration profonde ou de soudage partiel*

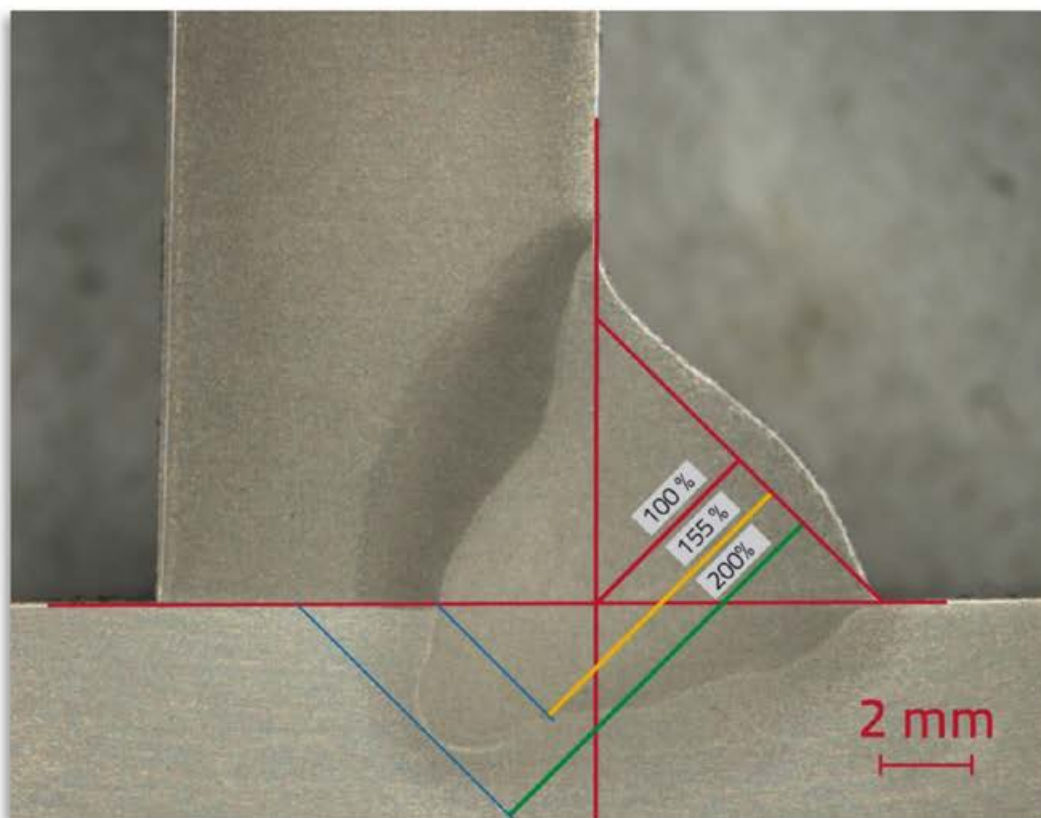
forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde selon la norme NF EN 1090



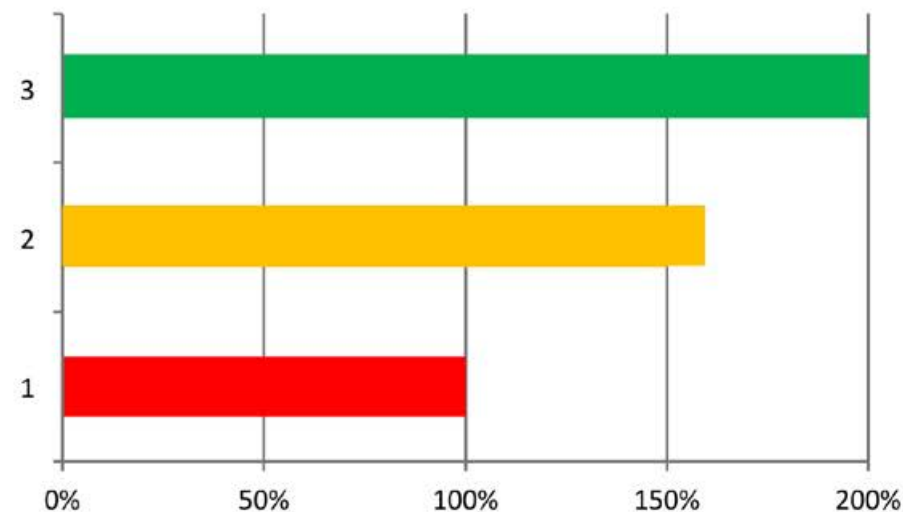
L'épaisseur de cordon effective, l'épaisseur de cordon de consigne, et l'épaisseur de cordon totale sont presque identiques avec les autres procédés de soudage standard MIG/MAG, un soudage par couches successives est donc nécessaire



forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde selon la norme NF EN 1090



Avec **forceArc puls®**, l'épaisseur de cordon effective et l'épaisseur de cordon totale sont sensiblement supérieures à l'épaisseur de consigne, ce qui permet un soudage avec une couche seulement



forceArc puls® – Soudage avec pénétration profonde selon la norme NF EN 1090



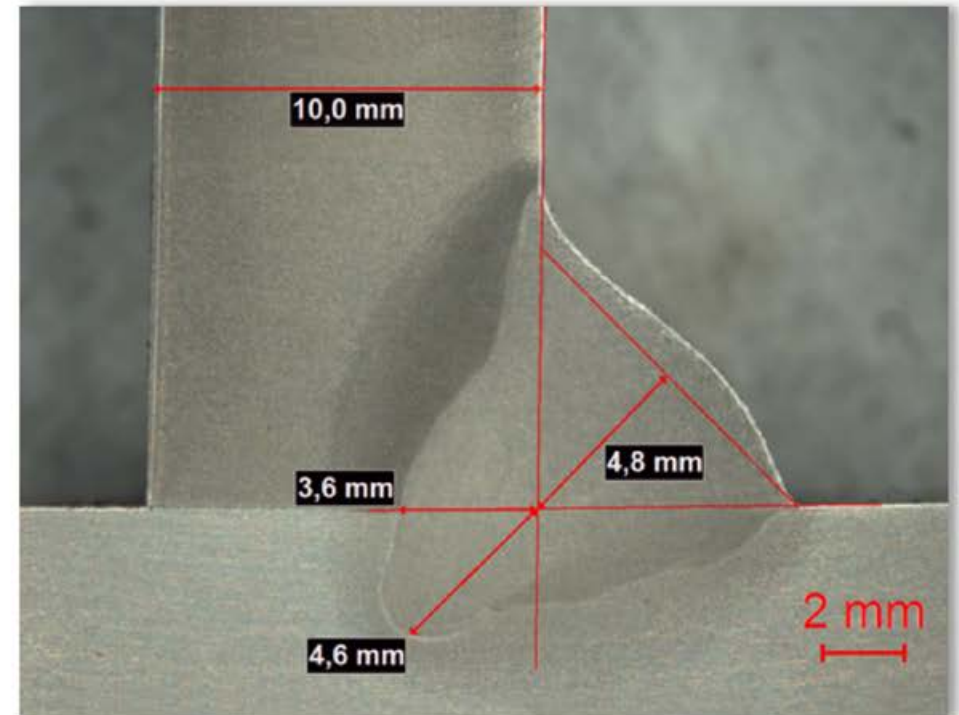
Les avantages pour

/ Meilleure technologie

- Apport d'énergie réduit
- Meilleure transmission de forces
- État de tension plus avantageux

/ Plus économique

- Vitesse de soudage plus élevée
- Moins de fil de soudage et de gaz
- Soudages à une couche jusqu'à $a=8$ mm possibles par rapport à $a=5$ mm pour les procédés sans pénétration profonde



forceArc puls® – Application pratique

- / Les soudures en angle sont les assemblages soudés les plus fréquents dans la construction métallique



forceArc puls® – Application pratique

/ Types de cordons très variés



forceArc puls® – Application pratique

1ère étape - une technique de soudage adaptée



forceArc puls® – Application pratique

- 2ème étape - qualifier le mode opératoire de soudage
- 3ème étape - qualifier le soudeur

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
 Notifizierte Stelle für Druckgeräte 0035
 Prüfstelle für Verfahrensprüfungen
 Examining body for welding procedure tests

TÜVRheinland
Genau. Richtig.

ZERTIFIKAT – CERTIFICATE
 BERICHT ÜBER DIE QUALIFIZIERUNG DES SCHWEIßVERFAHRENS (WPQR)
 WELDING PROCEDURE QUALIFICATION RECORD FORM (WPQR)

Schweißverfahrensprüfung - Metall / Welding Procedure Qualification - Metal (WPQR)

Zertifikat-Nr. / Certificate No.: 01 202 640/N-15-0193

Hersteller / Manufacturer:	Adresse de la société	Hersteller-Schweißanweisung / Manufacturer Welding Procedure:	VP_05_1.2 pWPS-Nr 23230-5
Datum der Schweißung / Date of Welding:	09.04.2015	Probe-Nr. / Test Piece No.:	Adresse de la société
PRÜFGRUNDLAGEN / SPECIFICATIONS: DIN EN ISO 15614-1, EN 6082			
PRÜFSTÜCK / TEST PIECE			
Werkstoff - Bezeichnung (Untergruppe nach ISO/TR 15005) / Material - Designation (Subgroup acc. ISO/TR 15005):	S355J2+N / 1.0577 / 1.2 S355J2+N / 1.0577 / 1.2		
Dicke / Thickness [mm]:	30 mm		
GELTUNGSBEREICH / RANGE OF APPROVAL			
Grundwerkstoffuntergruppe / Base Metal Subgroup:	1.2 (siehe Tab.3, ISO 15614-1)		
Werkstoffdicke / max. Thickness [mm]:	> 5mm		
Rohr- / Außendurchmesser / Pipe Outer Diameter [mm]:			
Stoßart, Nahtart / Joint Type:	Keinnaht / FW / sl		
Schweißprozess (ISO 4063) / Welding Process (ISO 4063):	T35		
Zusatzwerkstoff, Spezifikation/Bezeichnung / Filler metal, Specification/Designation:	DIN EN ISO 14341-A	G40 E M21C1 35H	
Dicke des Schweißgutes / Deposited weld metal thickness [mm]:	a = 5 mm		
Erläuterung (sl), mehrfagig (ml), / angle-run (sl), multi-run (ml):	sl		
Schutzgas / Shielding Gas:	Spezifikation - Bezeichnung / Specification - Designation:	DIN EN ISO 14175	
Stromart / Type of Welding Current:	w / r		
Wärmeeinbringung (min. - max.) / heat input (min. - max.) [kJ/mm]:	siehe Anlage		
Min. Vorwärmtemperatur / Min Preheat Temperature [°C]:	80 - 100		
Max. Zwischenlagentemp. / Max. Interpass Temperature [°C]:	PB		
Schweißposition gem. ISO 6947 / Welding Position acc. ISO 6947:	PB		
Wasserstoffarmglühung / Soaking:			
Wärmerachbehandlung / Post Weld Heat Treatment:			
BEMERKUNGEN / REMARKS: Der Anwendungsbereich des Schweißzusatzwerkstoffes ist einzuhalten. Es wurde nach der force arc-Verfahren mit Selen Einbrand geschweißt. Wirksame Nahtdicke gem. DIN EN ISO 17659 = 8 mm			
ERGEBNIS / RESULT: Hiermit wird bestätigt, dass die Prüfungsschweißungen in Übereinstimmung mit den Anforderungen der o.g. Prüflingbedingungen zufriedenstellend vorbereitet, geschweißt und geprüft wurden. This is to certify that test welds were prepared, welded and tested satisfactorily in accordance with the indicated above.			
Ort: Düsseldorf	Datum: 10.05.2015	TÜV Rheinland Industrie Service GmbH Notifizierte Stelle für Druckgeräte 0035 Prüfstelle für Verfahrensprüfungen Examining body for welding procedure tests	
Anlagen: 1. Protokoll des Schweißens / Report of Weld Test	2. Prüfergebnisse / Test Results		

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln, GERMANY Köln 0109/2014-2016 Seite / Page 1 von 6

REMARQUES / REMARKS : Le domaine d'application du métal d'apport doit être respecté. Soudage effectué avec le procédé forceArc avec pénétration profonde. Épaisseur de cordon effective selon NF EN ISO 17659 = 8 mm

GWQ Gesellschaft für Werkstoffprüfung und Qualitätssicherung mbH
 Unternahmergruppe TÜV NORD

Seite von Page from

GWQ-Prüfnummer / GWQ-Test-No. Adresse de la société Kundenauftragsnummer: 30014
 Kunde: Fa. Kippers, Hückelhoven Order-No. Client: Anlage

Bildseitenblatt - Nr. 1
 Picturesheet - No.

Gegenstand: Schweißverbindung / weld Teil - piece VP 5 einlagig Abmessung: 30,0 / 30,0 Keilnaht
 Bild - Nr. Werkstoff Material Ätzung / Etching Bemerkung / Remark
 1 S355J2+N Adler

Datum / Date: 06.05.2015
 Unterschrift / Sign: [Signature] [Signature]

forceArc puls[®] – Application pratique

4^{ème} étape - échantillons réguliers et surveillance du procédé avec le logiciel de gestion de la qualité ewm Xnet



ewm Xnet – Logiciel de gestion de la qualité pour l'ensemble du procédé de soudage

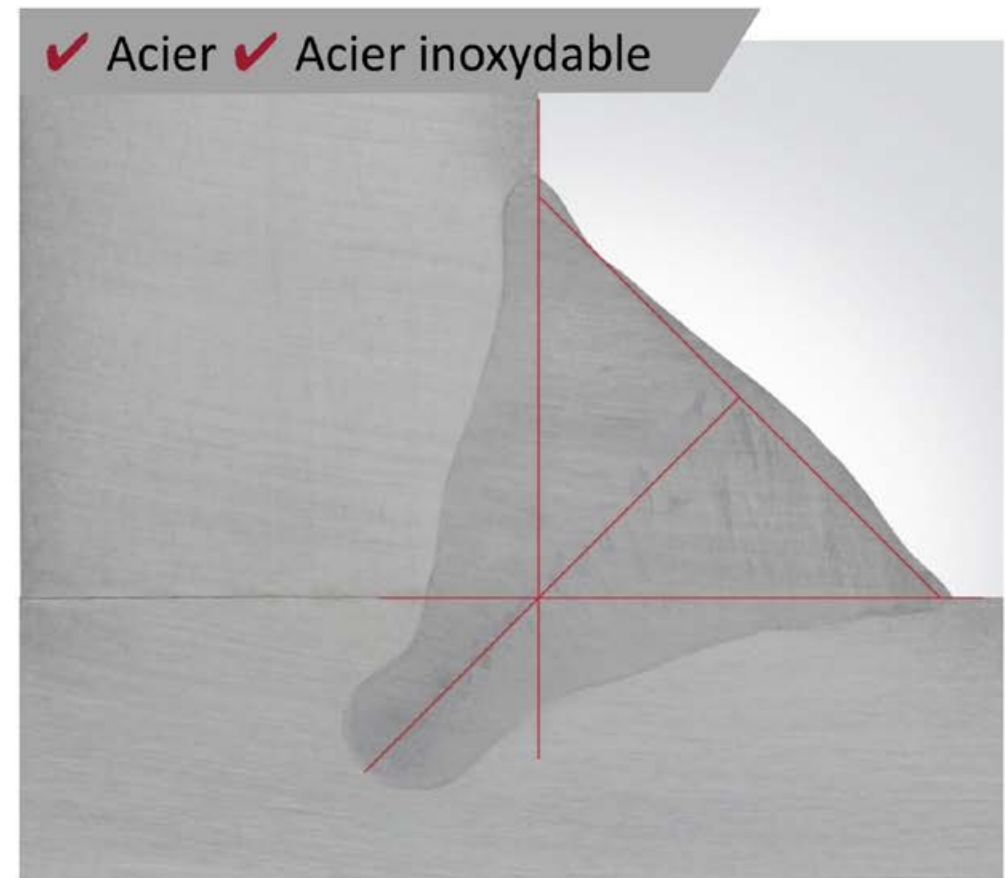
EWM AG

WE ARE WELDING

Des économies incroyables forceArc puls[®]

La révolution brevetée* de la technique de soudage

- / Une manipulation très simple même pour les soudeurs non familiarisés - guidage perçant, traînant ou neutre
- / Apport d'énergie réduit mais pénétration profonde et concentrée
- / Coloration thermique très réduite, déformation limitée
- / Saisie de racine sûre
- / Pas de caniveau, excellent mouillage des flancs
- / Arc silencieux et agréable
- / Réduction des émissions de fumée de soudage



* N° de brevet : EP 1 640 100 B1, EP 1 726 395 B1

De l'acier de construction au duplex – forceArc puls, une variante de procédé GMAW révolutionnaire

A. Burt, B. Ivanov
EWM AG, Mündersbach, Allemagne

Cet article présente les avantages évidents de la nouvelle variante de procédé EWM *forceArc puls* au travers d'études probantes et d'explications compréhensibles. La variante de procédé GMAW brevetée* réussit le tour de force d'allier les avantages d'un procédé forceArc rentable, puissant et à chaleur réduite aux attraits d'un procédé pulsé et produit ainsi des résultats d'une qualité maximale et néanmoins économiques. Une action économique et durable se traduit par une gestion responsable qui préserve les ressources disponibles. La durabilité dans la technique de soudage impose l'économie d'énergie, de matières premières, la réduction des émissions mais aussi du temps de soudage et donc, des coûts. De telles économies peuvent être réalisées grâce à l'utilisation de sources de courant de soudage hautement dynamiques et économes en énergie ainsi que des procédés de soudage innovants. C'est ici que la nouvelle variante de procédé *forceArc puls* prend toute sa dimension. *forceArc puls* est disponible depuis janvier 2016 sur toutes les sources de courant des séries de générateurs Phoenix et alpha Q pour les aciers non alliés, faiblement et moyennement alliés, les aciers hautement alliés et les aciers inoxydables (CrNi).

1 Variantes de procédé modernes

L'introduction de redresseurs de type onduleur à régulation numérique d'EWM a également offert la possibilité de générer n'importe quel processus de soudage. Tandis qu'on recourait autrefois à des composants électriques analogiques, la commande et la régulation d'un procédé de soudage se déroulent aujourd'hui grâce à une technique à microprocesseurs et offre ainsi une quasi-infinité de possibilités de procédés et de traitement des signaux de procédés. En raison de ces possibilités techniques, il existe sur le marché de nombreux procédés de soudage divers aux caractéristiques spéciales pour les différentes gammes de performances (arc court-circuit, arc de transition, pulvérisation et arc pulsé). Une vue d'ensemble conviviale peut être consultée sur la fiche technique 0973 « Vue d'ensemble des variantes de procédé de soudage GMAW » de l'Association allemande pour les techniques de soudage [1] avec supplément contenant un tableau récapitulatif des variantes de procédé [2].

2 Variante de procédé forceArc puls

Dans le cadre du perfectionnement continu des logiciels et de l'équipement, il arrive souvent que des variantes de procédé de soudage d'un nouveau genre se révèlent être particulièrement adaptées à certains matériaux ou domaines d'utilisation. C'est notamment ce qui s'est produit lors du développement de l'arc *forceArc puls*. Durant le travail de conception, une grande importance a été accordée à un domaine d'utilisation consacré à divers matériaux. Les avantages se présentent donc pour le traitement du simple acier non allié aux matériaux hautement alliés résistants à la corrosion et aux chaleurs élevées en passant par l'acier à grain fin et à haute résistance. Le soudage d'alliages d'aluminium offre également des avantages dus à une manipulation aisée et à un arc stable, souple et à un arc parfaitement mouillant. L'arc *forceArc puls* est en continuité cohérente avec l'arc *forceArc* réputé et longtemps utilisé avec succès, combi-

né aux avantages de l'arc pulsé. Les caractéristiques et avantages suivants méritent d'être évoqués :

- Maniement extrêmement aisé et temps d'adaptation court pour le soudeur
- Surface des cordons de soudure soignée, homogène et de qualité
- La vitesse de soudage peut être accrue grâce à une capacité de mouillage nettement améliorée
- Le risque de défauts d'accolage des flancs diminue grâce à une largeur d'arc réglée avec précision
- Apport d'énergie diminué et réduction sensible des colorations thermiques
- Un apport d'énergie plus faible engendre moins de déformation des pièces
- Arc absolument constant et exempt de projections quel que soit le stick-out
- *forceArc puls* réalise une soudure en angle très symétrique, ce qui constitue la condition permettant d'obtenir une profondeur de gorge maximale pour un taux de dépôt donné. Comparativement à un procédé pulsé standard, cette propriété permet d'obtenir une profondeur de gorge supérieure de 20 %. A contrario, cela signifie que pour une profondeur de gorge identique, il est possible d'employer une vitesse de soudage supérieure
- *forceArc puls* atteint une profondeur de pénétration supérieure à celle d'un procédé pulsé, ce qui favorise la solidité structurelle d'une liaison et la sécurité lors de l'utilisation du procédé
- Tous les avantages de *forceArc puls* s'amplifient avec l'augmentation du taux de dépôt
- Pour des stick-outs plus longs, la pénétration minimale requise (saisie du point de racine) est assurée
- Au total, l'addition de ces avantages révèle un potentiel considérable d'économie en termes de coûts salariaux, de temps de travail et de

consommation de matériel, de gaz de protection et d'énergie

3 Comparatif des arcs modernes

Des arcs modernes ne sont pas des effets du hasard mais permettent de nos jours un réglage ciblé grâce à une technique de mesure et de visualisation par caméra précise et aux possibilités offertes par le paramétrage des redresseurs numériques de type onduleur et ce, pour tous les gaz de protection et tous les matériaux. Pour l'utilisateur ambitieux et doté d'un esprit pionnier se pose alors la question suivante : en quoi cette technique se distingue-t-elle concrètement des autres types d'arcs et comment en arrive-t-on aux avantages présentés précédemment ?

Les figures suivantes confrontent les trois types d'arcs différents. La condition fixée lors de la création des figures est identique pour toutes les figures. Tous les photographies ont été prises sur un châssis de translation linéaire avec torche de soudage solidement serrée Seul le procédé de soudage a été adapté.



Figure 1 : forceArc puls



Figure 2 : forceArc



Figure 3 : Pulsé

Les figures 1 à 3 représentent une image extraite d'un enregistrement à très haute vitesse. La torche de soudage, la caméra et le contre-jour sont alignés exactement sur un même axe. La tôle est maintenue fixée sur une plateforme à chariot capable de se déplacer à différentes vitesses de soudage. Les images présentent toutes le stick-out ainsi que le positionnement de l'arc à l'extrémité du fil et sur la tôle. Entre la figure 1 et la figure 2, on observe que l'arc à l'extrémité du fil avec utilisation du procédé forceArc puls est placé légèrement plus haut que l'arc forceArc. forceArc se définit comme un arc court, puissant et à chaleur réduite doté d'une capacité de pénétration et d'une pression de bain de fusion énormes. En raison du point d'attaque quelque peu plus haut, la déviation de l'arc obtient une largeur légèrement supérieure mais toutefois clairement définie. Le résultat de cette combinaison assure une saisie sûre et en même temps rapide des flancs des cordons. Le risque de défauts de fusion diminue considérablement. La chaîne de gouttes est centrée et homogène, ce qui entraîne un mouillage continu et un cordon de soudeure soigné. Comparativement à un procédé pulsé standard, cf. figure 3, l'arc forceArc puls défini assure une meilleure pénétration et, de ce fait, une sécurité nettement supérieure lors de la saisie du point de racine par rapport à un procédé pulsé standard.

L'ambition durant la phase de développement était clairement définie : reprendre les avantages du procédé forceArc, combiner ces avantages intelligemment et sur toute la gamme de puissance avec les avantages d'un procédé pulsé, et composer avec cela un nouvel arc : forceArc puls !

4 Essais sur des aciers hautement alliés

Afin de qualifier le procédé forceArc puls, il a fallu effectuer des essais entièrement mécanisés par un robot de soudage. Pour cela, des tôles de différentes épaisseurs ont été assemblées en T en position PB afin de réaliser une soudure en angle. Chaque épaisseur de tôle employée a été soudée grâce aux procédés pulsé, forceArc et forceArc puls. Lors des essais, le même taux de dépôt (DV) maximal contrôlable a été appliqué à toutes les épaisseurs de tôle pour les trois procédés. La vitesse de soudage a été maintenue constante pour tous les procédés, ce qui permet en théorie de toujours obtenir la même profondeur de gorge. En tant que métal de base utilisé pour les essais, le matériau 1.4301 (X5CrNi18-10) est employé comme matériau austénitique dans toutes les applications standards du domaine de la protection anticorrosion dans des conditions atmosphériques simples. Au vu du métal de base utilisé, il est tout indiqué de recourir au métal d'apport 1.4316 (X1CrNi19-9), qui a été appliqué ici avec un \varnothing de 1,2 mm sous gaz M12-ArC-2,5. À titre comparatif, les « caractéristiques » suivantes ont été prises en considération dans l'évaluation et la comparaison des procédés :

- profondeur de gorge
- profondeur de pénétration
- coloration thermique

L'article présente pour exemple les résultats de soudage pour une épaisseur de tôle de $t = 10$ mm, soudeuse à une vitesse de dévidage du fil de 13 m/min.

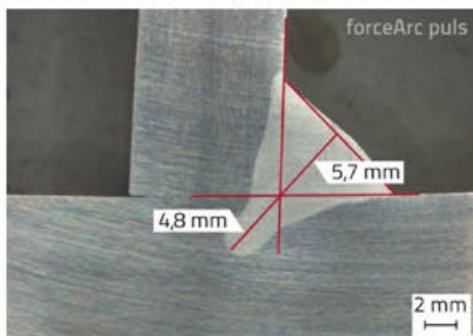


Figure 4 : Caractéristiques de pénétration forceArc puls

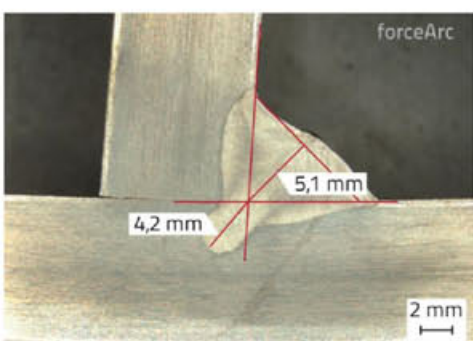


Figure 5 : Caractéristiques de pénétration forceArc

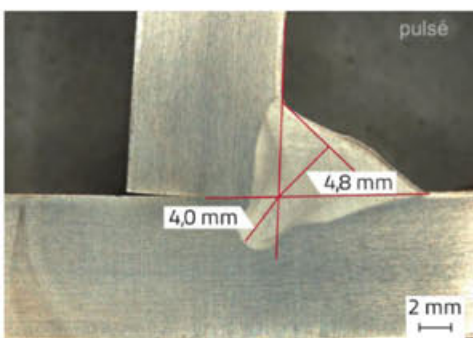


Figure 6 : Caractéristiques de pénétration arc pulsé

À conditions préalables identiques, l'arc forceArc puls atteint une profondeur de pénétration accrue de 0,8 mm pour une profondeur de gorge absolument

symétrique avec utilisation d'un acier hautement allié. Lors de soudures en angle, l'arc est aisément contrôlable et offre un excellent comportement de mouillage, ce qui dans l'ensemble entraîne un maniement nettement amélioré pour le soudeur lors de l'exécution de soudures manuelles, mais aussi lors de l'installation et de l'alignement de la torche en vue d'un soudage entièrement mécanisé.

La comparaison des figures 4 à 8 autorise à affirmer que :

- dans la gamme de puissance supérieure, forceArc puls présente un apport d'énergie jusqu'à 15 % inférieur par rapport à l'arc pulsé. Cela provoque moins de colorations thermiques, moins de déformations et des tensions atténuées dans la pièce (cf. figures 7 et 8).
- forceArc puls réalise une soudure en angle symétrique. Cela constitue la condition préalable à l'obtention de la profondeur de gorge maximale pour un taux de dépôt (DV) donné. Comparativement à l'arc pulsé, ce procédé permet d'obtenir une profondeur de gorge jusqu'à 20 % supérieure. A contrario, cela signifie qu'une profondeur de gorge identique à celle réalisée avec le procédé à l'arc pulsé serait réalisable à une vitesse de soudage jusqu'à 20 % supérieure (cf. figure 9).
- forceArc puls atteint une profondeur de pénétration supérieure pour la réalisation d'un cordon symétrique, ce qui favorise la solidité structurelle de la liaison (cf. figures 4 à 6 et figure 10).
- Grâce à un maniement aisé et sans difficultés ainsi qu'aux bonnes propriétés de mouillage, il est possible d'accroître la vitesse de soudage, ce qui se reflète lors du contrôle visuel du cordon par une réduction sensible des déformations, de plus petites zones affectées thermiquement et une diminution des colorations thermiques.



Figure 7 : Comparaison de l'aspect des cordons et des colorations thermiques, tôle $t = 10$ mm, DV = 13 m/min ; à gauche forceArc puls, au centre forceArc, à droite arc pulsé

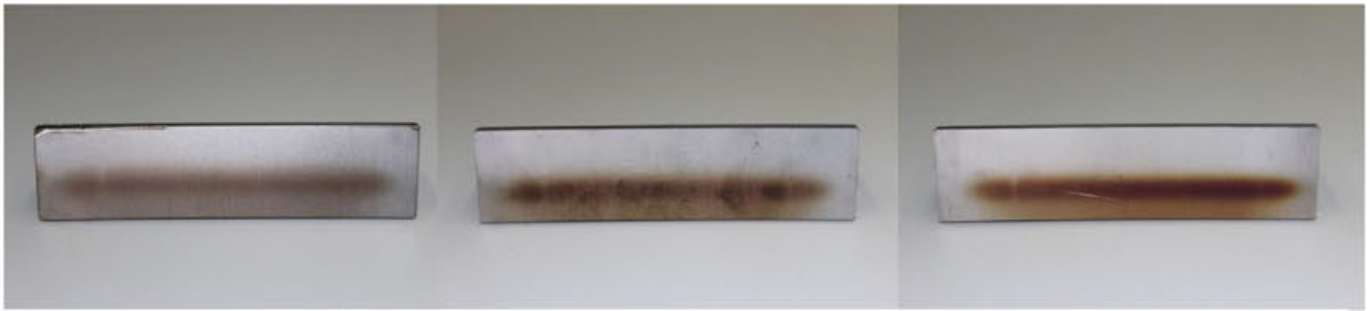


Figure 8 : Comparatif des colorations thermiques sur la face inférieure ; à gauche forceArc puls, au centre forceArc, à droite arc pulsé

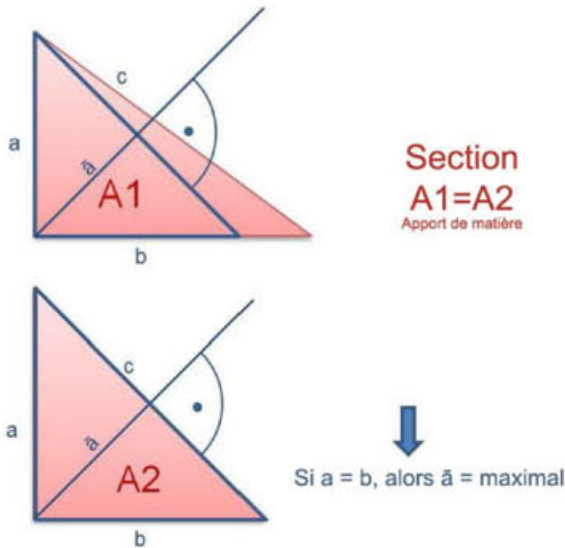


Figure 9 : Comparatif des sections et de la profondeur de gorge maximale qui en résulte

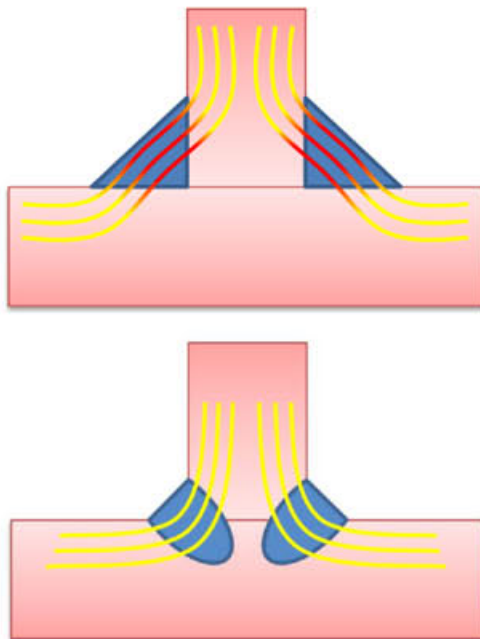


Figure 10 : Transmission de forces via la soudure en angle dans le cas d'une pénétration « normale » et transmission de forces via la soudure en angle dans le cas d'une pénétration « en profondeur »

5 Perspective

Aujourd'hui déjà, de nombreuses entreprises utilisent la variante d'arc forceArc puls ! L'avantage concurrentiel ainsi gagné en matière de qualité, de rentabilité et de savoir-faire garantit la stabilité des emplois. Afin de pouvoir encore proposer à l'avenir cette qualité à des conditions concurrentielles sur le marché international, nombre de sociétés misent aujourd'hui déjà sur des variantes d'arc GMAW, des sources de courant et accessoires EWM modernes. Outre des équipements d'une qualité incontestable, les conseils que nous apportons individuellement à chaque client en fonction de ses besoins spécifiques pour toute la durée de la production, en commençant par le choix des bons composants de soudage jusqu'à la production en série, en passant par la conception de l'intégralité du système, les conseils quant au choix des matériaux de base et d'apports appropriés, le maniement de pièces et l'utilisation à proprement parler des sources de courant, vous procurent, en tant que client, une valeur ajoutée! Regroupées sous l'appellation « maXsolution », les activités de consultation satisfont également aux normes de qualité élevées d'EWM et sont continuellement perfectionnées pour améliorer l'aspect pratique.

6 Bibliographie

- [1] Fiche technique 0973 du DVS (Deutscher Verband für Schweißen - Association allemande pour les techniques de soudage) : vue d'ensemble des variantes réglementaires de procédé de soudage GMAW, 2015, DVS e.V.
- [2] Fiche technique 0973 du DVS – Supplément : vue d'ensemble tabulaire des variantes réglementaires de procédé de soudage GMAW, 2015, DVS e.V.

Étude pratique



MESA
Metall-Stahlbau
GmbH

« Grâce à EWM et forceArc puls[®], Mesa économise jusqu'à 57 % de temps de travail et réduit sensiblement ses coûts »

EWM apporte son soutien dans l'accès à de nouveaux secteurs d'activité – « Si nous n'étions pas en mesure de proposer ce type de soudage, il y a de nombreuses commandes que nous n'aurions même pas reçu ! »

« C'est ce qu'assurent mes calculs », se réjouit Pierre Mack, Directeur de l'entreprise Mesa Metall-Stahlbau GmbH basée à Carlow en Mecklembourg-Poméranie-Occidentale. Il décrit les économies substantielles que l'entreprise réalise grâce à la nouvelle technique de soudage d'EWM. « Elles sont si

importantes qu'elles ont créé un véritable effet de surprise et renforcé encore notre compétitivité ». C'est le cas pour l'entreprise de M. Mack comme pour de nombreuses entreprises de taille moyenne du secteur de la construction métallique. Elles doivent offrir une production à la fois économique et d'une qualité toujours plus élevée, et occuper des niches de marché lucratives correspondant à leurs possibilités. C'est précisément ce que fait Mesa avec la technique de soudage innovante du plus grand fabricant allemand.

Un soutien solide dans la conquête de nouveaux secteurs

Au cours des 25 dernières années, l'entreprise s'est principalement positionnée comme fournisseur de l'industrie navale. Située près du littoral, l'entreprise propose une large gamme de produits pour le secteur maritime qui s'étend des couvercles de trous d'homme et des écoutes à diverses constructions métalliques, en passant par

Ils font appel aux procédés MIG, MAG, TIG et au soudage de goujons.

des escaliers et plateformes pour bateaux. Le cœur de métier implique donc le soudage de composants métalliques en acier, en acier inoxydable et en aluminium. 56 collaborateurs réalisent un chiffre d'affaires annuel d'environ quatre millions d'euros. Parmi eux, on trouve 25 constructeurs métalliques, deux maîtres soudeurs, deux techniciens de soudage et un ingénieur spécialiste du soudage qui travaillent en une ou deux équipes. Ils font appel aux procédés MIG, MAG, TIG et au soudage de goujons.

qualité du soudage y sont très élevées. Les fournisseurs doivent être certifiés DIN ISO 15085-2 et si possible être capables de souder en CL1, la plus haute classe de qualité. C'est de cette manière que Mesa souhaite se démarquer de la concurrence. De plus, les entreprises ferroviaires connaissent des besoins en investissement élevés.

En 2013, l'entreprise est entrée en contact avec Dräger Safety. Cette société située à Lübeck recherchait un fournisseur de composants soudés, notamment de réservoirs d'eau en acier pour des trains de lutte anti-incendie et de sauvetage. Ces réservoirs sont utilisés sur les sept trains de lutte anti-incendie et de sauvetage de la Deutsche Bahn, qui assurent la sécurité ferroviaire dans toute l'Allemagne, en particulier sur les points sensibles comme les tunnels et les ponts. Chaque train comprend un wagon destiné à l'extinction des incendies. Deux réservoirs contenant chacun 10 000 litres sont disponibles à cet effet. Ce sont ces réservoirs que Mesa fabrique entièrement depuis 2014.

L'entreprise de construction métallique a construit les quatre premiers exemplaires d'un total de 14 réservoirs avec une technique de soudage conventionnelle et des générateurs de soudage d'un autre fabricant. Les coûts générés étaient tels que les calculs de M. Mack sont devenus serrés. Il a alors décidé de consulter Toralf Pekrul. Il connaissait le directeur de la succursale EWM de Rathenow depuis trois ans, après être entré en contact avec EWM pour la première fois lors du salon EUROBLECH.



Avec une part de 80 pour cent, les livraisons aux chantiers navals restent un secteur d'activité très important. Toutefois, avec l'évolution du marché mondial de la construction navale, Mesa cherche aujourd'hui à étendre ses activités à d'autres branches. La construction ferroviaire est un secteur particulièrement prometteur. En effet, les exigences portant sur la

Il recherchait alors des générateurs de soudage de haute qualité et durables avec un facteur de marche élevé, qui abaisseraient ses coûts de production et renforceraient sa position sur le marché. Il cherchait également un partenaire qui le conseillerait et l'accompagnerait sur le plan technologique. Au cours des deux dernières années, Mesa avait déjà expérimenté avec succès quelques générateurs de soudage EWM dans d'autres domaines de fabrication.

Solution avec maXsolution et l'offre de soudage complète d'EWM

M. Pekrul s'est immédiatement mis à sa disposition, et a pu apporter une aide rapide pour la fabrication des réservoirs. La réalisation est intervenue trois mois seulement après le premier entretien et le développement des premières pistes de solution. Pour son analyse, il a appliqué à la lettre le concept de conseil en technologie et en innovation d'EWM : « maXsolution ». Ce concept rassemble

Des pistes de solutions pour des problèmes dont nous n'avions même pas conscience

le conseil complet, tous les services ainsi que l'accompagnement du client tout au long de la chaîne de processus. « Nous avons bénéficié non seulement d'un conseil compétent et proactif, mais aussi de pistes de solutions pour des problèmes dont nous n'avions même pas conscience » souligne M. Mack.

Le collaborateur d'EWM de Rathenow a conseillé à son client toute une série de mesures ainsi que l'adoption complète de la technique de soudage EWM. Ceci comprenait le recours à des sources de courant des gammes « Phoenix puls » et « alpha Q puls » avec le nouvel arc « forceArc puls® », l'utilisation de torches MT et de métaux d'apports ainsi que la mécanisation partielle à l'aide d'un tracteur de soudage monté sur piste.

De plus, EWM s'est chargée de l'ensemble des tâches, depuis les essais en laboratoire jusqu'à la formation et la mise en service,

L'utilisation du nouveau procédé de soudage EWM « forceArc puls® » a offert à Mesa des avantages importants en termes d'efficacité et d'économies. Cet arc se distingue par une vitesse de soudage nettement plus élevée et une absence totale de projections.

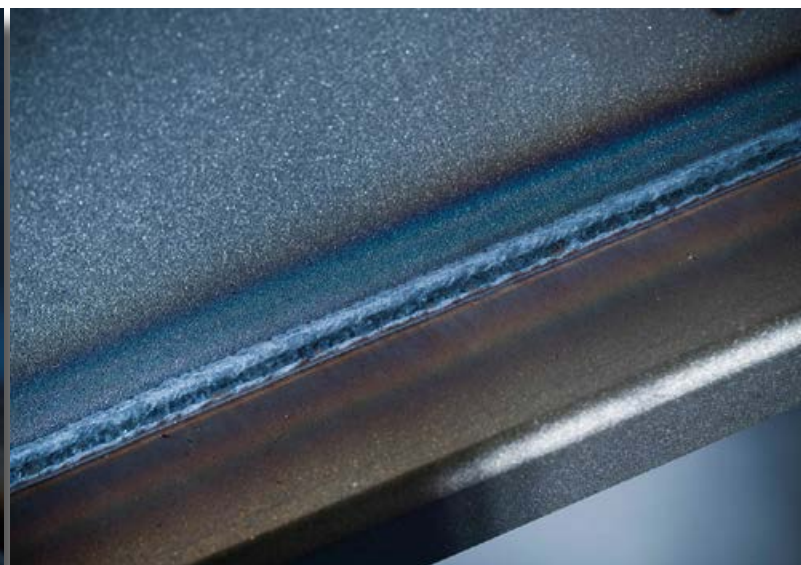
en passant par la préparation nécessaire de l'essai de procédé. La nouvelle solution a été testée en pratique lors de son introduction. « C'est ce qui nous fait sortir du lot : avec « maXsolution », nous accompagnons nos clients de A à Z et les déchargeons d'un maximum de tâches » souligne M. Pekrul. C'est sur cette base qu'il a gagné la confiance de Mesa.

« forceArc puls® » offre une réduction de coûts allant jusqu'à 30 pour cent

Au vu des améliorations rapides, M. Mack et ses collaborateurs ont rapidement constaté que leur conseiller ne leur avait pas fait de fausses promesses. Ils ont été véritablement bluffés par la puissance du nouvel arc EWM « forceArc puls® », qui combine « forceArc » avec un arc pulsé pour offrir les avantages des deux systèmes.

Ceci offre un procédé de soudage particulièrement simple à mettre en œuvre et ne nécessitant quasiment aucun temps d'adaptation. De plus, « forceArc puls® » permet d'obtenir un mouillage exceptionnel de la surface du matériau, avec une pénétration très profonde. Cet arc innovant se distingue par son apport d'énergie réduit, il est presque exempt de projections et offre une vitesse de soudage élevée. Ce qui entraîne une réduction significative des coûts.

L'arc « forceArc puls® » à apport d'énergie réduit génère une coloration thermique largement moindre.



C'est ce dont Mesa a bénéficié : l'entreprise a réalisé des économies énormes de 30 pour cent sur le temps de travail et les coûts salariaux, la consommation de matériaux et les coûts énergétiques. Par rapport à la technique de soudage utilisée jusqu'alors, l'utilisation de l'arc « forceArc puls® » réduit les travaux

sions de fumée sont réduites. « La facilité de manipulation permet de souder de manière vraiment détendue » assure le maître soudeur Martin Lukat. « La réduction du bruit grâce à l'arc silencieux « forceArc puls® » est également très agréable ».



L'utilisation d'un tracteur de soudage monté sur piste offre une constance qui a permis à Mesa d'améliorer la qualité. Les temps de production et de travail ont été réduits de moitié.

de redressage grâce à une déformation moindre. Les retouches sont minimisées par un processus quasiment exempt de projections, et le mouillage exceptionnel permet d'accroître la vitesse de soudage.

En outre, le temps de soudage réduit d'environ 20 pour cent entraîne d'importantes économies de matériaux. La consommation de gaz de protection et de métaux d'apport a été réduite de 40 pour cent. Le temps de soudage réduit et l'utilisation du procédé « forceArc puls® » à consommation réduite ont permis de diminuer la consommation de courant de 50 pour cent.

L'apport d'énergie réduit minimise la déformation, ce qui permet d'économiser 50 pour cent des frais de redressage par rapport aux procédés antérieurs de Mesa. La coloration thermique générée est également plus faible, ce qui permet de réduire fortement les coûts liés au meulage, au brossage et au décapage. De plus, le bon mouillage des flancs offre un avantage important en terme de coûts. Les conditions de travail se sont elles aussi améliorées : les émis-

Les torches MT réduisent les coûts d'usure de 50 %

Pour Mesa, l'utilisation des torches MT EWM s'est également révélé être un bon choix. La longue durée de vie des pièces d'usure, en particulier des tubes contact, a permis de réduire les coûts d'au moins 50 pour cent. La rapidité du remplacement des tubes contact et des buses de gaz a également eu un effet significatif. S'y ajoute une réduction des erreurs grâce à un dévidage sans interférence, qui entraîne une amélioration de la qualité et donc des coûts de retouches réduits.

« Sur l'ensemble des coûts de soudage, la simple utilisation des torches EWM nous a permis de réaliser des économies substantielles » indique Tino Volkmmer, responsable de la coordination du soudage chez Mesa.



Toralf Pekrul, Directeur de la succursale EWM (premier à gauche), est le partenaire de Tino Volkmer (deuxième à partir de la droite) et de son équipe de soudeurs pour la fabrication des réservoirs d'eau et bien plus.

La mécanisation améliore la qualité et abaisse les coûts salariaux de 50 %

La mécanisation de certains procédés de soudage individuels recommandée par le directeur de la succursale d'EWM a également permis à Mesa d'économiser de l'argent tout en accroissant la qualité. En effet, le recours à un tracteur de soudage monté sur piste améliore l'efficacité dans la production des réservoirs. Lors du soudage d'une soudure bout à bout pour l'assemblage en T d'une tôle de six millimètres sur un tube carré aux parois d'une épaisseur de cinq millimètres (les deux en S355), ce tracteur de soudage a contribué à la réduction des temps de soudage et de préparation des cordons et à la diminution des tâches de soudage manuel et des retouches.

La constance élevée offerte par la mécanisation a également permis à Mesa d'améliorer sensiblement la qualité. La réduction des retouches a entraîné des économies de temps de 60 pour cent. En outre, l'utilisation du tracteur de soudage a réduit de 20 pour cent l'usure des pièces d'usure de la torche de soudage. La mécanisation fait également gagner beaucoup de temps à Mesa. Les temps de procédé et de production ainsi que le temps de travail ont été réduits de moitié pour les composants concernés. Ceci correspond à une amélioration équivalente de la productivité. Pour ces tâches, l'entreprise économise ainsi la moitié de ses coûts salariaux et environ 20 pour cent sur les coûts unitaires.

57 pour cent de gain de temps et un amortissement dès le premier lot

Pour M. Mack, le recours à la technique de soudage complète d'EWM pour la fabrication des réservoirs d'eau pour les trains anti-incendie de la Deutsche Bahn a été largement rentabilisé. Qu'il s'agisse des nouveaux générateurs de soudage, des torches de soudage ou encore de la mécanisation, son bilan est clairement positif.

L'entreprise a bénéficié d'améliorations notables grâce au nouvel arc stable et puissant « forceArc puls® » à apport d'énergie réduit. La somme des économies réalisées est impressionnante : « Au total, nous avons pu réduire notre temps de production de 57 pour cent pour le soudage et le meulage » rapporte-t-il. Tandis que les quatre premiers réservoirs ont nécessité 781 heures de travail, ce temps n'était plus que de 339 heures après l'introduction de la technique EWM.

Avec l'ancienne technique de fabrication des réservoirs, la préparation, le meulage des surfaces et le meulage ultérieur des points de travail comptaient pour plus de la moitié du temps total. « Ces opérations ne sont pratiquement plus nécessaires, ce qui contribue à cette énorme réduction du temps de travail » indique avec enthousiasme M. Volkmer, coordinateur du soudage. Les soudeurs sont eux aussi très satisfaits, car la technique de soudage EWM n'apporte pas que des avantages en termes de temps, mais constitue aussi une aide importante pour le travail : « Nous travaillions auparavant dans des positions très fatigantes ; aujourd'hui le travail en positions PA et PB est largement simplifié » ajoute Ronald Branke, constructeur métallique. « Il s'agit d'une amélioration importante des conditions de travail. »

Son directeur, M. Mack, complète : « Le rapport qualité-prix ne peut qu'être qualifié d'excellent. Les coûts d'investissement pour la nouvelle technique ont été amortis dès le premier lot, c'est-à-dire la fabrication des deux premiers réservoirs ». De plus, les délais de livraison ont été réduits de deux semaines. « Sans EWM, nous aurions eu du mal à tenir nos délais » admet M. Mack.

EWM est un aspect important de la stratégie de l'entreprise

Pour lui, EWM est donc devenu un aspect important de la stratégie future de l'entreprise. Pour cette entreprise industrielle de taille moyenne devenue fournisseur industriel mais devant

« En tant que fournisseur de constructions métalliques soudées, nous souhaitons appartenir au Top 5 des constructeurs métalliques du Nord de l'Allemagne »

encore faire appel à l'artisanat, son partenaire en technique de soudage joue un rôle essentiel. « En tant que fournisseur de constructions métalliques soudées, nous souhaitons appartenir au Top 5 des constructeurs métalliques du Nord de l'Allemagne » explique le directeur avec confiance. Les avantages

compétitifs offerts par EWM sont un moteur important pour l'entreprise.

Ils facilitent en effet l'obtention d'une qualité supérieure à des coûts sensiblement réduits, ce qui permet de livrer à des prix attractifs. Mesa a également pu élargir sa gamme de fabrication. « Si nous n'étions pas en mesure de proposer ce type de soudage, il y a de nombreuses commandes que nous n'aurions même pas reçu » témoigne M. Mack. « Avec des appareils traditionnels, nous n'aurions même pas pris la peine de nous proposer pour certains projets ». Sans la technique de soudage EWM, Mesa aurait perdu en volume et en parts de marché. Le conseil en technologie et en innovation offert par EWM joue également un rôle décisif. « Cet aspect distingue clairement EWM du reste de ses concurrents et constitue un argument de vente clé » souligne M. Mack. Pour lui, cet avantage est tel qu'il n'envisage plus d'utiliser les appareils d'un autre fabricant.

Pierre Mack, Directeur de Mesa, et Tino Volkmer, coordinateur responsable du soudage, sont convaincus par leur partenaire en technique de soudage. « Sans la technique de soudage EWM, de nombreuses commandes ne nous seraient même pas adressées » souligne M. Mack.



Avec l'aimable collaboration de



MESA
Metall-Stahlbau GmbH
Schmiedestraße 7
D-19217 Carlow

Plus d'informations sur l'univers des produits ewm



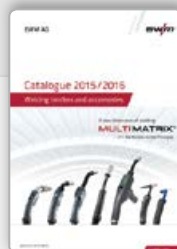
Brochure
maxSolution – Conseils en matière
d'innovation et de technologie



Brochure
Gamme de produits,
prestations de service



Catalogue 2015/2016
Générateurs de soudage
et accessoires



Catalogue 2015/2016
Torches de soudage
et accessoires



Catalogue 2015
Accessoires relatifs
au soudage



Manuel
Métaux d'apport



Brochure
Solutions de mécanisation



Manuel
Lexique du soudage EWM

La grande initiative d'EWM pour
le développement durable

Blue Evolution®

La nouvelle dimension du soudage
MULTIMATRIX®
/// La perfection par principe



Tous les procédés, un générateur de
soudage, un prix !



WELDFIL
www.EMW.Weldfil.com
Tél. 09 81 41 60 24
eMail : info@weldfil.com

Vente/Conseil/S.A.V.