

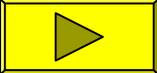
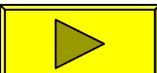
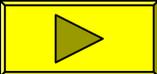


# ***Les fondamentaux du procédé MIG/MAG***

***Soudage - MIG/MAG***



# Les fondamentaux du procédé MIG/MAG

-  **Principes du procédé MIG/MAG**
-  **Soudage MIG/MAG en général**
-  **Équipement de soudage MIG/MAG**
-  **Gaz pour le soudage MIG/MAG**
-  **Choix du fil en MIG/MAG (consommables)**

Des pages seront ajoutées pour les points suivants :

- Soudage de l'acier doux.
- Soudage de l'aluminium.
- Soudage de l'acier inoxydable.
- Considérations environnementales.





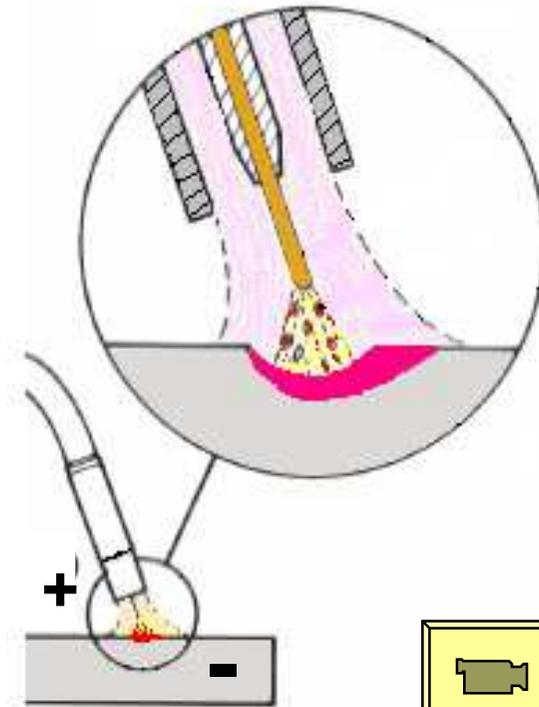
# Principes du procédé de soudage MIG/MAG

Un fil métallique passe dans la torche et se trouve fondu dans l'arc.

Le fil constitue à la fois un conducteur de courant et un métal d'apport.

L'énergie électrique est fournie par une source d'alimentation de soudage.

L'arc et le bain de fusion sont protégés par un gaz de protection soit inerte, soit actif.



Comment l'arc est-il produit ?



Le procédé dans son ensemble.



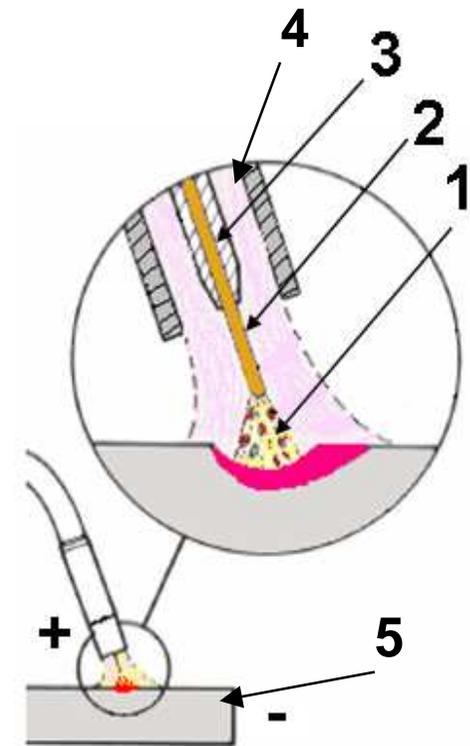


# Comment l'arc est-il généré en procédé MIG/MAG ?

- Le fil (2) entre en contact avec la pièce (5) et un arc se produit (1).
- L'arc (1) engendre une fusion du métal à souder.
- Le gaz (4) protège la zone de soudage ainsi que le fil de l'air environnant. En MAG, cela va aussi avoir une influence sur le soudage.
- Le fil (2) arrive en continu, permettant ainsi de préserver l'arc et de remplir le joint .

*N.B.! Le fil constitue à la fois l'électrode et le métal d'apport.*

- La torche est un élément essentiel. Le courant électrique est amenée vers l'embout contact (3) et transféré vers le fil.



## Le procédé dans son ensemble

Dan Erlandsson 2007  
ESAB AB Welding Equipment AB, Laxå, Sweden

Le transfert d'arc dépend de nombreux facteurs :

- Choix du gaz de protection.
- Courant de soudage, tension d'arc.
- Métal d'apport.
- Diamètre de fil.



# Le procédé MIG/MAG dans son ensemble

Lors du soudage à l'arc, un arc électrique provoque la fusion du métal de base et du fil d'apport pour produire la soudure finale.

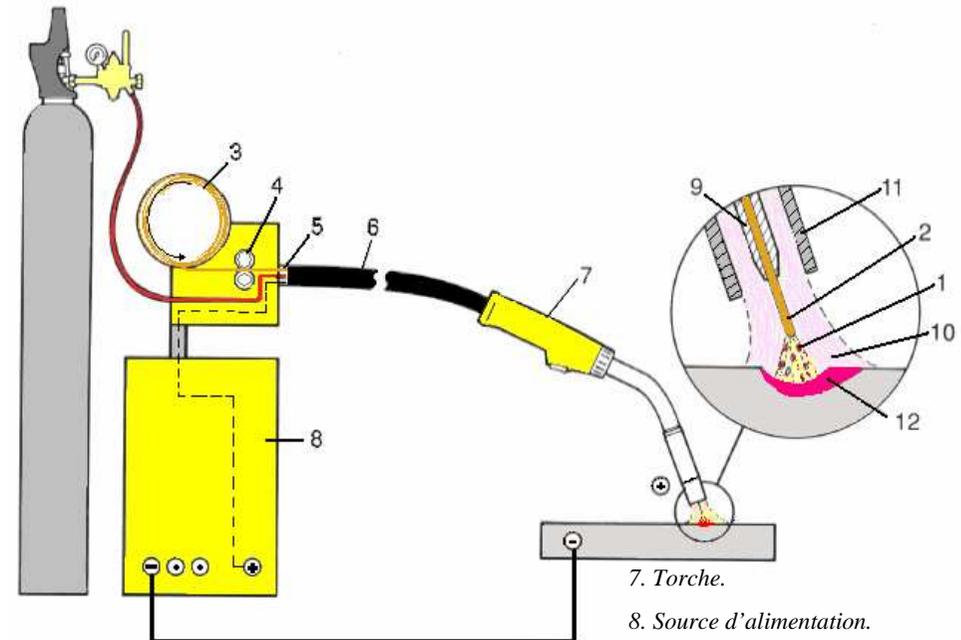
L'arc (1) se produit entre la pièce et le fil (2).

Le fil constitue à la fois l'électrode (10) et le métal d'apport.

Le fil est alimenté à partir d'une bobine ou d'un fût (3), passant dans des galets d'entraînement (4) servant à pousser le fil à travers une gaine guide-fil (5) et dans faisceau (6), jusqu'à la torche (7).

L'énergie électrique nécessaire à l'arc est fournie par une source d'alimentation en courant de soudage (8), à travers le faisceau de liaison (6) et jusqu'à l'embout contact (9) situé dans la torche de soudage, où elle est transférée dans l'électrode (2) (fil).

Le gaz de protection (10) protège l'électrode (2), l'arc (1) et le bain de fusion (12) de l'air ambiant, passe à travers la buse à gaz (11) qui entoure l'embout contact.



1. Arc électrique.

2. Électrode.

3. Bobine ou fût.

4. Galets d'entraînement.

5. Gaine guide-fil.

6. Faisceau de liaison.

7. Torche.

8. Source d'alimentation.

9. Embout contact.

10. Gaz de protection.

11. Buse à gaz.

12. Bain de fusion.



# Le soudage MIG/MAG en général



-  **Avantages**
-  **Inconvénients**
-  **Applications**
-  **Histoire**
-  **Terminologie**
-  **Types d'arc**
-  **Point de fonctionnement**
-  **Paramètres/Réglages MIG/MAG**





# Les avantages du procédé MIG/MAG

**Le procédé de soudage MIG/MAG est plus utilisé que tout autre procédé et garantit :**

- De hautes performances.
- Un apport d'énergie vers la pièce relativement faible.
- Une automatisation simple.

**La productivité en MIG/MAG face au MMA**

- Pas de remplacement continu d'électrodes.
- Pas de laitier à enlever, sauf sur certains fils fourrés.
- Le taux de fusion est plus élevé qu'en MMA, (plus forte concentration de courant dans le fil).

*Le procédé MIG/MAG est-il facile à appréhender ?*





# *Le procédé MIG/MAG est-il facile à appréhender ?*

Le procédé MIG/MAG peut être considéré comme étant à la fois simple et difficile à appréhender et à utiliser.

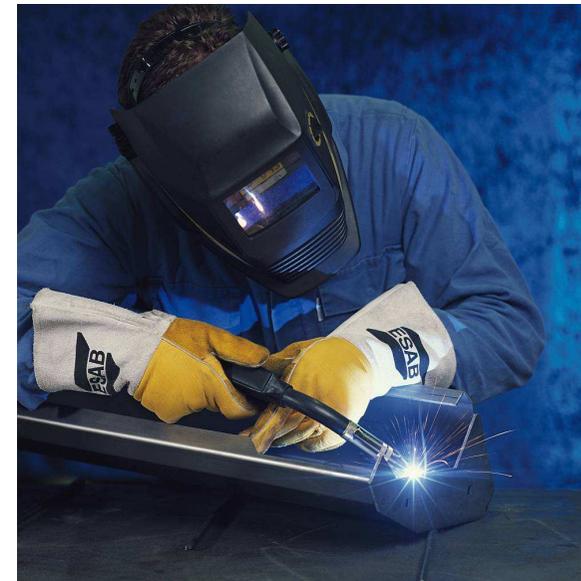
- Le soudage de deux pièces en métal, sans exigences particulières en termes de qualité s'avère simple.
- En cas d'exigences particulières, le procédé MIG/MAG requiert des compétences et une expérience considérables de la part de l'opérateur.





# Les inconvénients du procédé MIG/MAG

- Un équipement de soudage plus complexe, plus coûteux et moins compact que dans le cas du MMA.
- Peu de possibilités d'utilisation en extérieur dans la mesure où le gaz de protection doit être protégé des courants d'air.
- Les torches de soudage sont plus grandes. L'accessibilité au métal de base peut être plus limitée lors de certaines utilisations.





# Les Applications MIG/MAG

## Le procédé de soudage MIG/MAG est flexible :

- Une large plage d'épaisseur de métaux (à partir de 0,5 mm).
- Le faible apport d'énergie permet d'éviter la déformation et la distorsion de métaux fins.
- Dans le cas de métaux plus épais, les passes de remplissage peuvent être effectuées, garantissant de hautes performances.
- Permet de souder les métaux les plus communs tels que le métal doux, faiblement allié et inoxydable, l'aluminium et ses alliages, et d'autres métaux non-ferreux.
- Permet de souder dans toutes les positions de soudage.
- Le soudo-brasage MIG/MAG peut joindre des métaux sans endommager les protections anti-corrosion (exemple : les métaux galvanisés).



Le soudo-brasage MIG/MAG

- *Les avantages du procédé MIG/MAG ont permis d'obtenir de nombreuses applications, à la fois dans l'industrie générale et dans de plus petits ateliers.*
- *Quelques exemples d'industries dans lesquelles ce procédé est communément utilisé : l'automobile, la construction navale, le BTP et l'industrie offshore.*



# Histoire du procédé MIG MAG

Le procédé MIG est apparu aux États-Unis au cours des années 1940, pour le soudage de navires militaires en aluminium.

L'argon ou l'hélium servaient de gaz de protection (inerte).

Dès que le dioxyde de carbone a pu être utilisé comme gaz de protection actif (MAG), il a pu servir au soudage de l'acier.

Au début, le soudage était effectué afin de produire des soudures d'angle à plat mais il impliquait de nombreuses projections de soudure.

L'arrivée des sources d'alimentation, de fils d'apport plus fins et l'utilisation de mélanges gazeux (*c.a.d. argon et dioxyde de carbone*) ont permis de réduire les projections et de souder dans quasiment toutes les positions.

Ce procédé est apparu en Europe dans les années 1960.



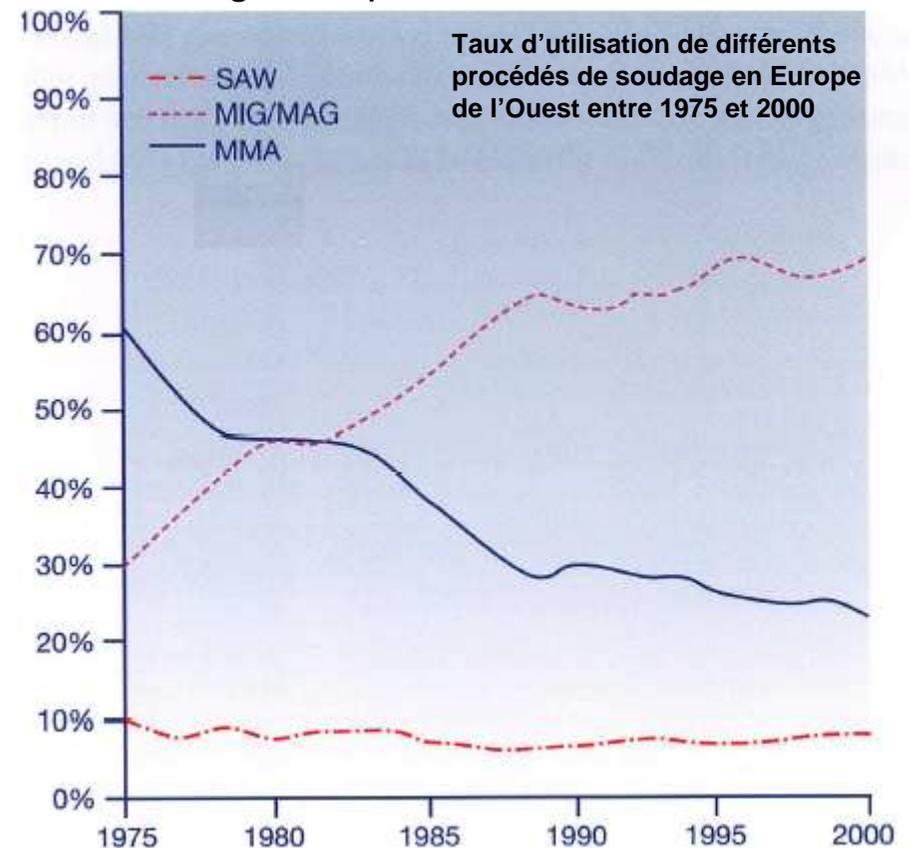


# Histoire du procédé MIG/MAG (suite)

Cette percée sur le plan industriel, pour le soudage MIG/MAG, s'est produite au cours des années 1960. Ce procédé s'est développé et s'est amélioré grâce à de nouveaux fils d'apport, à de meilleures sources d'alimentation et à des gaz de protection.

Cette courbe montre le taux d'utilisation des différents procédés de soudage en Europe de l'Ouest, entre 1975 et 2000 :

- MIG/MAG (fils pleins et fils fourrés inclus).
- MMA (*Manual Metal Arc welding*).
- SAW (*Submerged Arc Welding*).





# Terminologie MIG/MAG

Europe

**MIG** = Metal Inert Gas

- Gaz inertes : Hélium, Argon

**MAG** = Metal Active Gas

- Gaz actif : CO<sub>2</sub>



USA

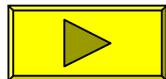
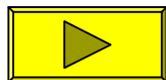
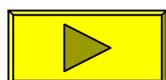
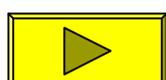
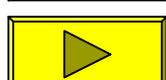
**GMAW** = Gas Metal Arc Welding

Le fil est alimenté de manière automatique pendant que la torche est déplacée manuellement au dessus du métal de base ; c'est la raison pour laquelle le MIG/MAG est souvent considéré comme étant un procédé **semi-automatique**. Cette méthode se prête facilement à l'automatisation, en mécanisant le mouvement de la torche ou en disposant idéalement la pièce à souder (...mise en mouvement de la pièce).

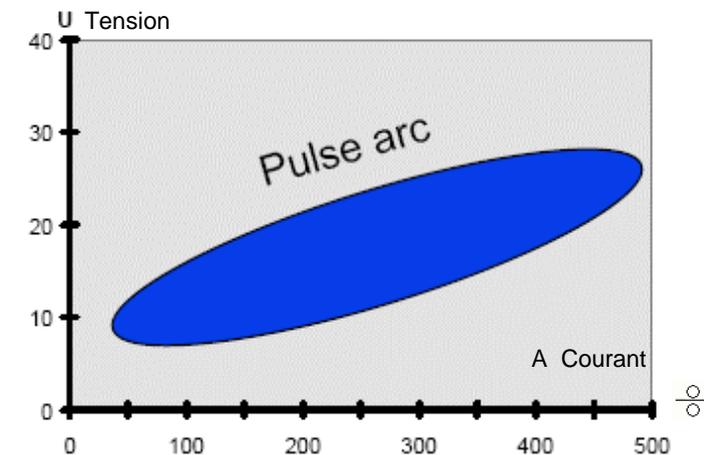
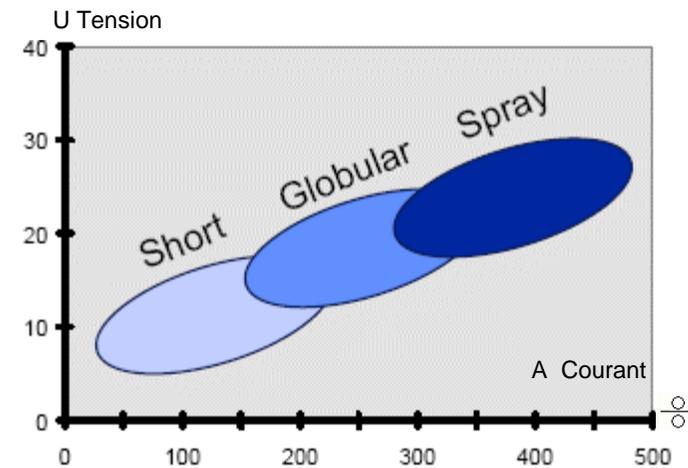


# Les types d'arc

***Selon le mode de transfert, nous distinguons :***

-  Le court-circuit (short arc)
-  Le soudage globulaire
-  Le soudage en spray (P.A.)
-  L'arc pulsé
-  L'Aristo SuperPulse™

*Les positions exactes et les formes dépendent du type de gaz de protection dont il est fait usage et du diamètre du fil d'apport.*

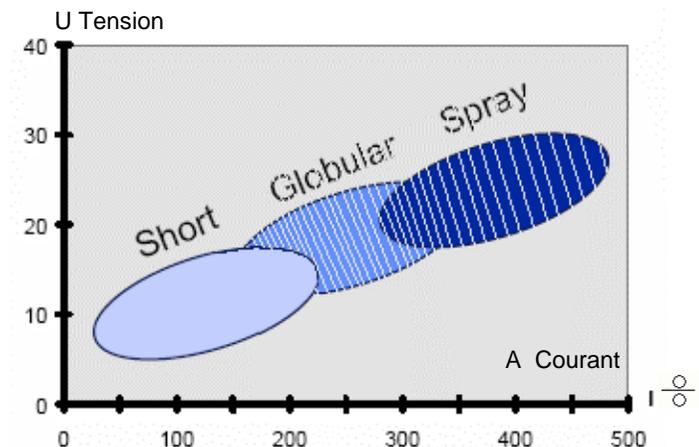
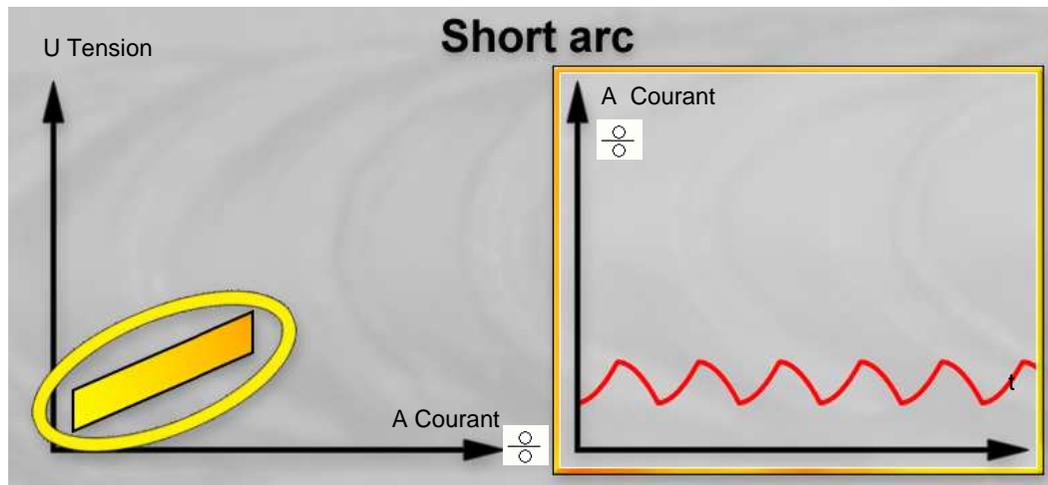




# Le court-circuit (ou short arc)

- C'est le **type de soudage MIG/MAG le plus courant** : pour souder dans toutes les positions ; permet également de souder les métaux de fines épaisseurs rapidement.
- Permet de souder avec des **tensions et des courants relativement bas**.
- Apport d'énergie modéré – **approprié pour le soudage de métaux de fines épaisseurs et pour le soudage à plat** (sachant que le bain de soudure est réduit et qu'il se solidifie rapidement).
- Génère **d'assez grandes gouttelettes** de métal en fusion qui court-circuitent l'arc momentanément.
- Le nombre de **courts-circuits** varie approximativement entre **30 et 200 à chaque seconde**.
- Les court-circuits affectent la stabilité de l'arc et **produisent des projections de soudure**, qui impliquent très souvent un nettoyage des métaux travaillés.
- Réduction du **taux de dépôt** du métal d'apport . Par exemple, la quantité de fil faisant partie de la soudure finale (*comparé au soudage en spray*).
- Un arc correctement réglé génère un **bruit percutant rapide**.

Plus d'informations sur ce type de soudage

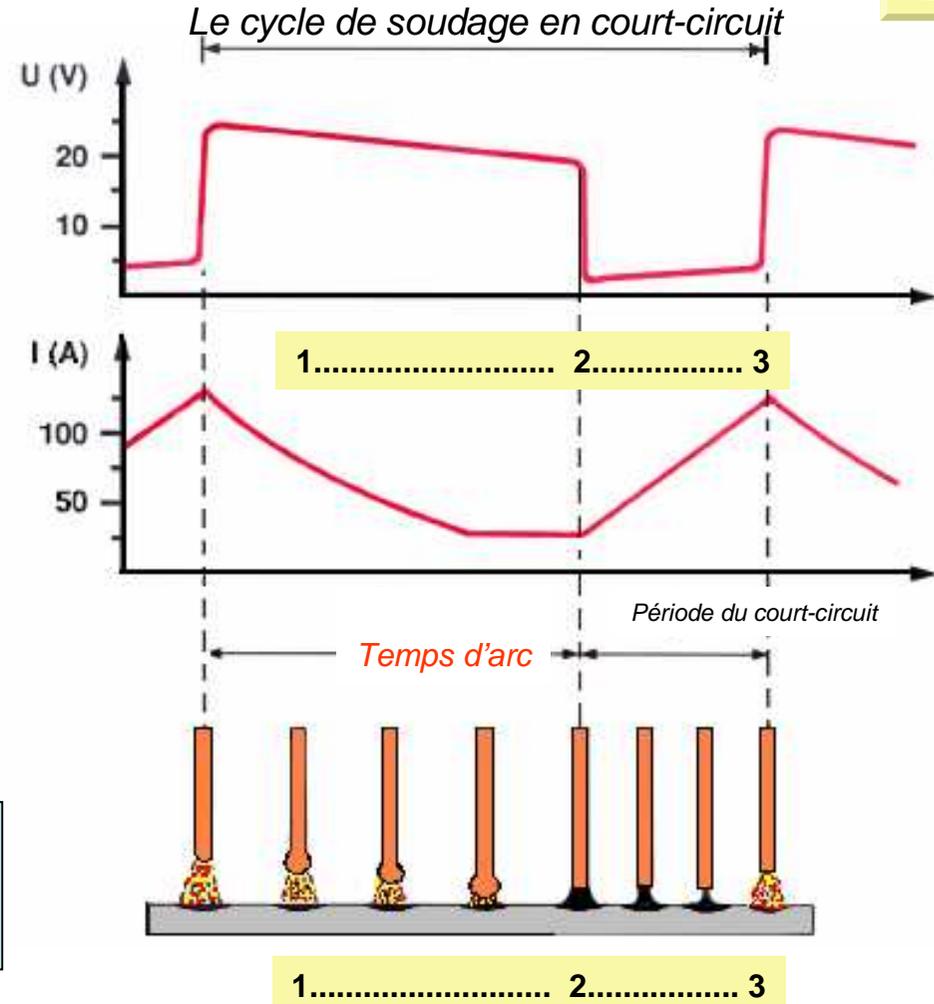




# Le cycle de soudage en court-circuit



1. Une goutte de métal en fusion se forme et va croître (sur l'extrémité de l'électrode-fil).
  2. La goutte devient assez grande pour entrer en contact avec le bain de fusion. L'arc est court-circuité, provoquant ainsi une augmentation de l'intensité du courant électrique.
  3. Ceci jusqu'à ce que la goutte se détache et permette à l'arc de se reformer.
- *La hausse de l'intensité du courant électrique engendre des projections de soudure.*



Voir le cycle du court-circuit  
Mouvement normal et lent

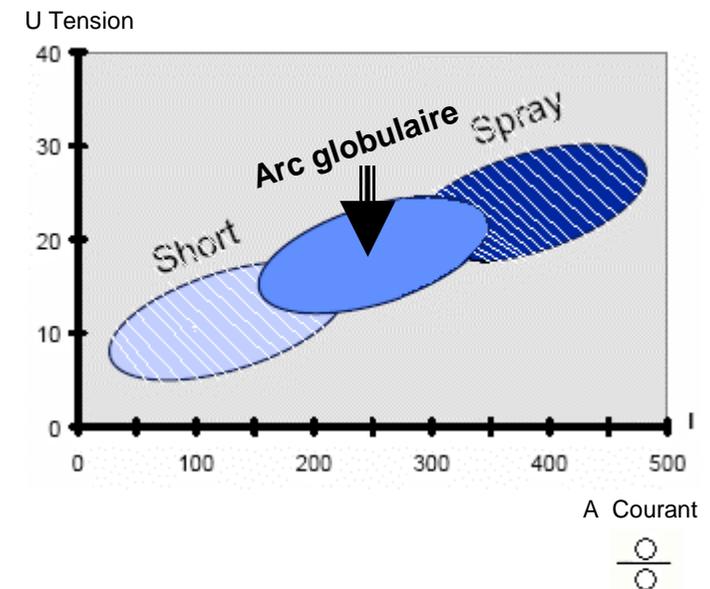


# Le soudage globulaire

L'augmentation du courant de soudage et de la tension d'arc permettent de déplacer l'arc dans la gamme d'arc globulaire.

- La taille des gouttelettes de métal en fusion varie et constitue un **mélange de gouttelettes court-circuitées et non court-circuitées.**
- Le résultat ? Un **arc instable.**
- Produit de grandes quantités de **projections et de fumées.**

*Le soudage dans cette gamme devrait être évité*

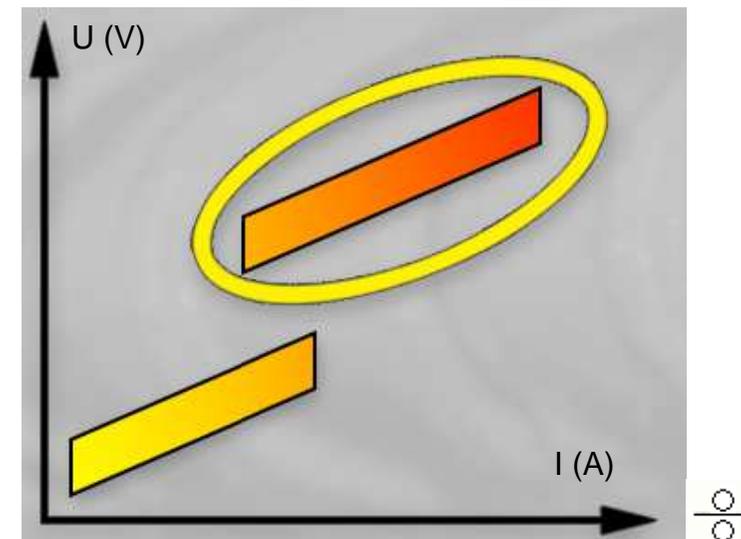
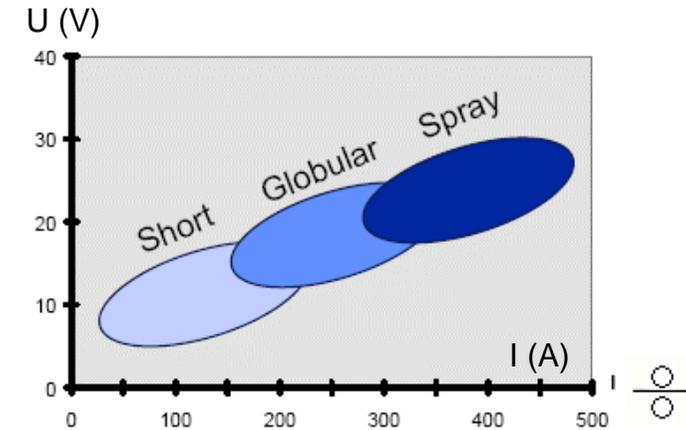




# Le soudage en spray

- Un **arc stable**.
- **Pas de projections**.
- Possibilité d'atteindre un **haut niveau de productivité**.
- Utilisé pour des applications comme les **cordons de soudure en soudage multi passes, sur de fortes épaisseurs**.
- Transfert de chaleur élevé sur le métal pour un **bain de soudure large et fluide**.
- Très adapté au soudage **à plat**.

En savoir plus sur le cycle de soudage 



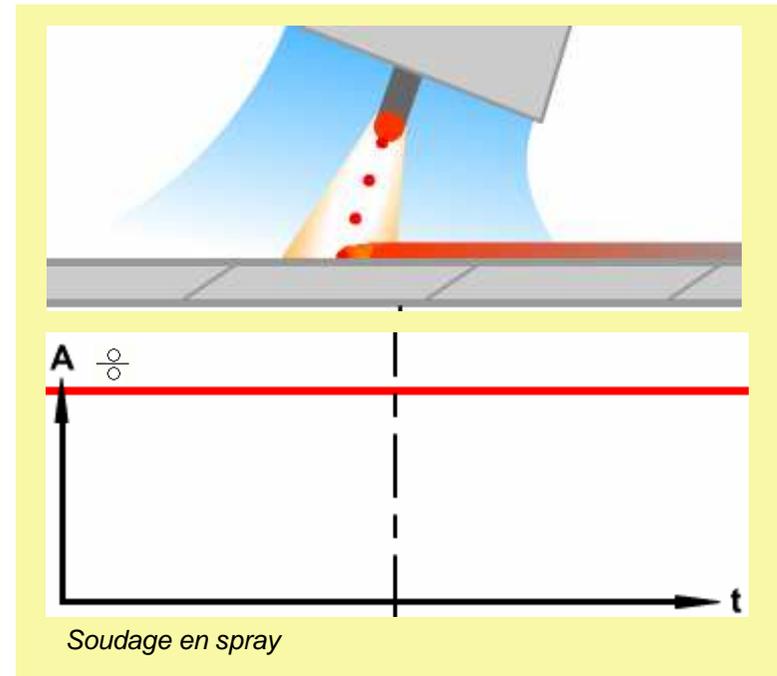
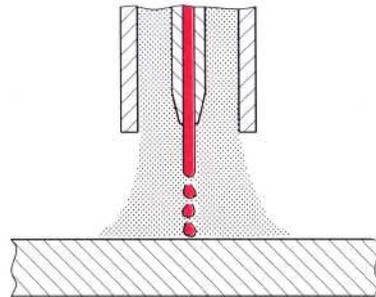


# Le cycle du soudage en pulvérisation axiale (spray arc)

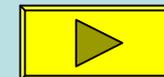
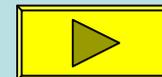
L'augmentation du courant de soudage et de la tension d'arc dans le cas d'un arc globulaire le fait passer dans la gamme du soudage en spray.

Un réglage adéquat de la vitesse de dévidage (courant) et de la tension d'arc permet au métal en fusion d'être transféré sous la forme de  **fines gouttelettes finement distribuées et ne court-circuitant pas l'arc.**

*Les réglages s'effectuent en tenant compte du diamètre de fil et du type de gaz de protection.*



*Voir le cycle du spray arc, en mouvement normal et lent*

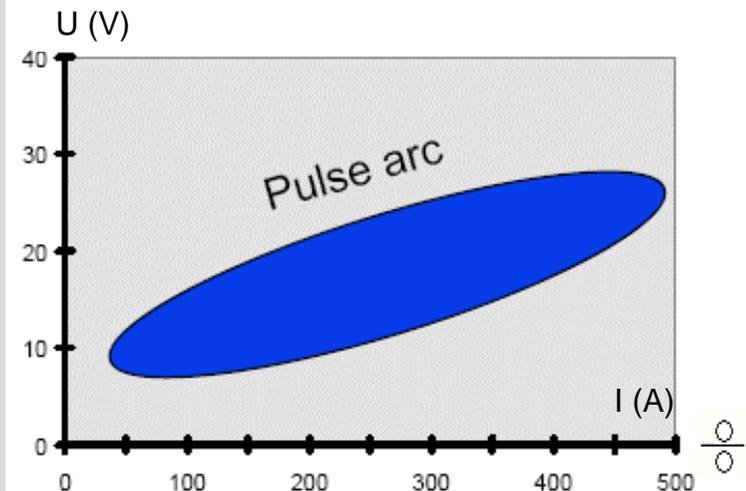




# Le soudage à l'arc pulsé

Le soudage à l'arc pulsé combine à la fois les avantages du soudage en court-circuit et du soudage en spray (exemple : la production d'un arc régulier et stable avec des apports d'énergie faibles sur le métal à travailler).

- **ESAB pulse le courant de soudage** (alors que ses concurrents pulsent la tension de soudage).
- **Peu ou pas de projections et un arc très stable.**
- Le Résultat – **Un faible apport d'énergie sur la pièce, permettant de souder dans toutes les positions et de souder des métaux de faible épaisseur.**
- **Excellent** pour les applications **Aluminium et Acier inoxydable.**



En savoir plus sur le cycle de soudage



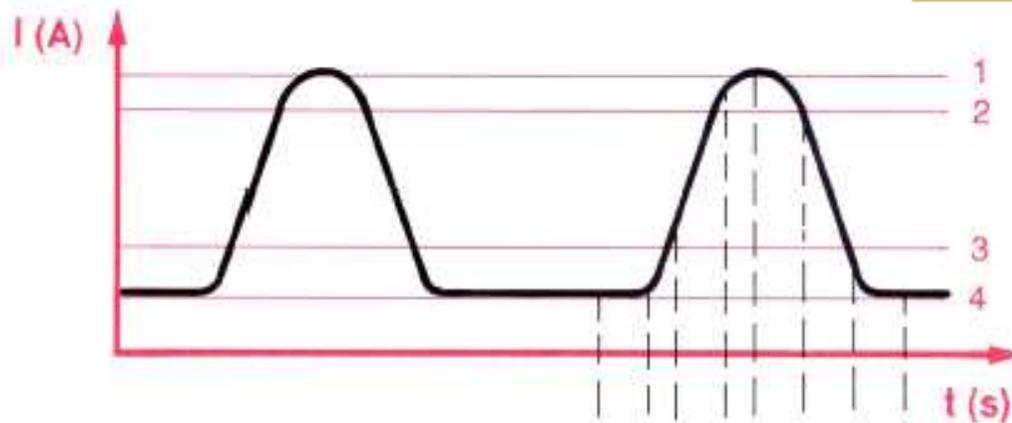


# Le cycle de soudage à l'arc pulsé



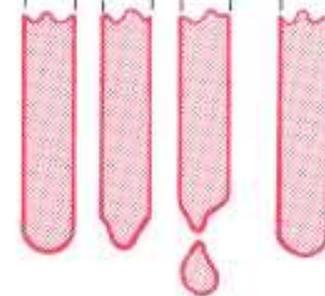
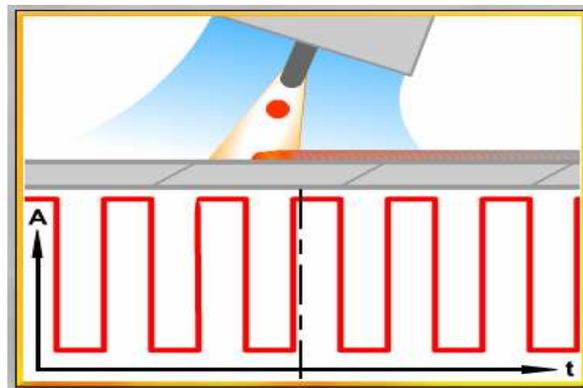
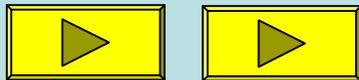
Au terme de chaque pulsation de courant, une gouttelette de métal en fusion va se détacher.

1. Courant pulsé
2. Courant de transition
3. Courant de soudage faible
4. Courant de fond



Le courant pulsé est réglé pour une pénétration et un apport d'énergie corrects. Le niveau du courant de fond est maintenu bas afin d'assurer à la fois un courant de soudage faible et un apport d'énergie faible

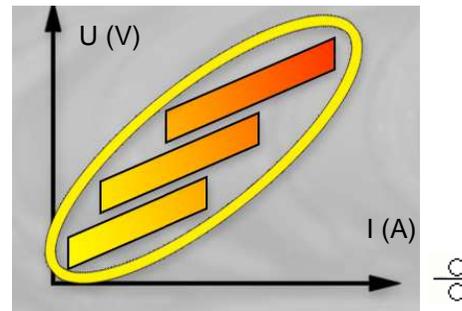
Voir le cycle de l'arc pulsé en mouvement normal et lent





# Aristo SuperPulse™ (3 types d'arc)

Les 2 premiers procédés ci-dessous sont une exclusivité ESAB, avec leurs avantages spécifiques.



Graphique indicatif procédé/diamètre



- **Pulse/short** – Combine un arc pulsé (pour un soudage refroidi), et un court-circuit (pour un apport d'énergie encore plus bas, permettant de maintenir l'arc). De 0,6 à 3mm environ.

Pour plus d'informations



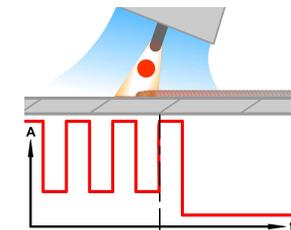
- **Spray/pulse** - Combine un arc en spray (pour obtenir un apport d'énergie élevé) et un arc pulsé (pour refroidir). 4, 5, 6 mm et plus (pas de plafond).

Pour plus d'informations

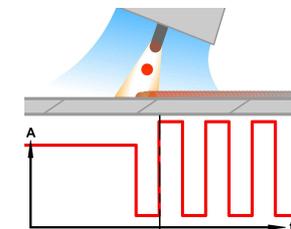


- **Pulse/pulse** - Combine 2 arcs pulsés différents. Utilisé pour le soudage d'épaisseurs moyennes et fines. De 1,5 à 7mm environ.

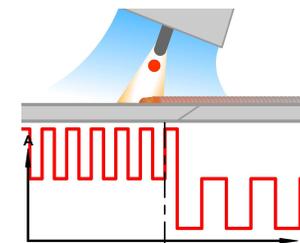
Pour plus d'informations



*Arc pulsé / court-circuit*



*Arc en spray / pulsé*



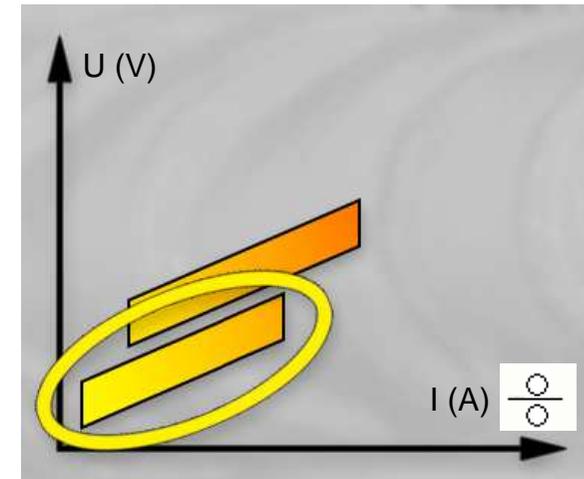
*Pulsé / pulsé*



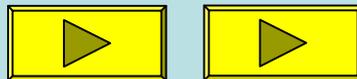
# Pulsé / Court-circuit,

Aristo™ SuperPulse™

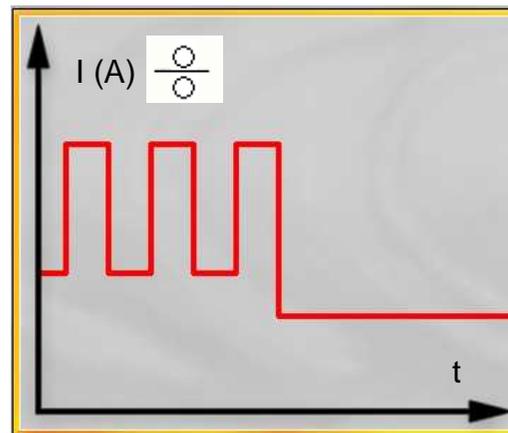
- Pulsé, en phase primaire, pour une bonne pénétration.
- Court-circuit, en phase secondaire afin de préserver l'arc.
- Produit un apport d'énergie très bas.
- La soudure finale a un aspect proche du TIG.



Voir le cycle Pulsé/court-circuit en mouvement normal et lent



Voir les applications Pulsé/court-circuit



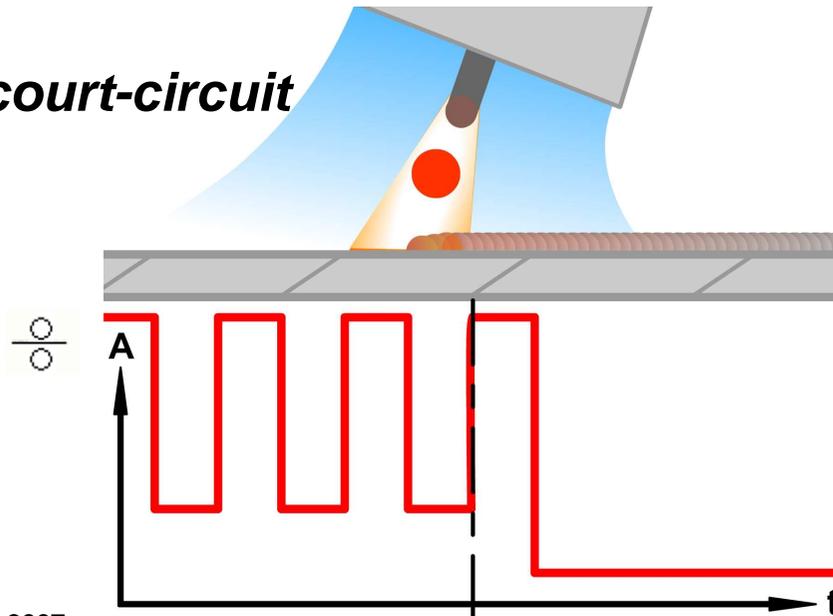


# Applications Pulsé/Court-circuit, Aristo™ SuperPulse™



- Soudage sans projections, de pièces en aluminium de **0,6 à 3mm**
- Soudage sans projections, **d'aciers inoxydables** très fins **0,8 à 3mm**
- **Soudo-brasage MIG/MAG** pour des matériaux très fins
- Une meilleure productivité pour le soudage en **passes de racine**. Remplace le TIG.

## *Pulsé / court-circuit*

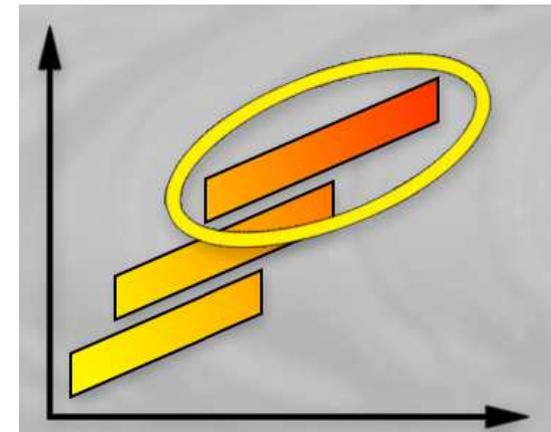
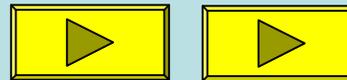




# Arc en spray/Pulsé, Aristo™ SuperPulse™

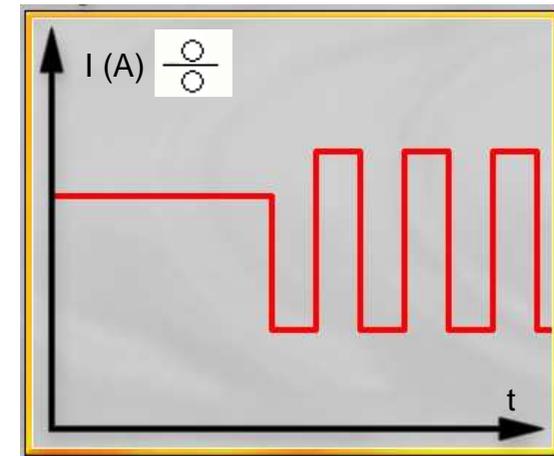
- Soudage en position.
- Pénétration uniforme.
- Vitesse de soudage plus élevée/

*Voir le cycle Arc en spray/pulsé en mouvement normal et lent*



- Spray arc in primary phase for good penetration
- Pulse in secondary phase cools the weld pool
- Better control of welding speed

Voir les applications arc en spray/pulsé





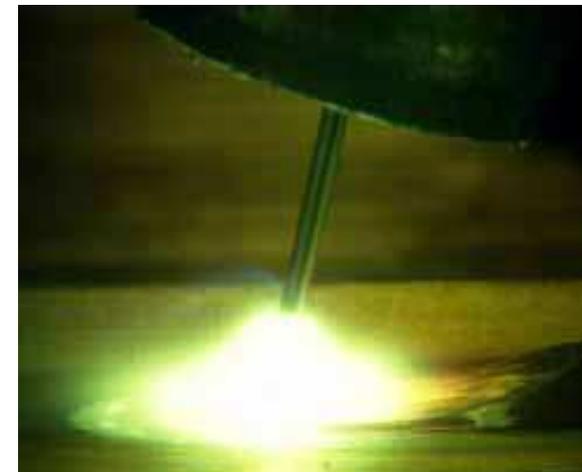
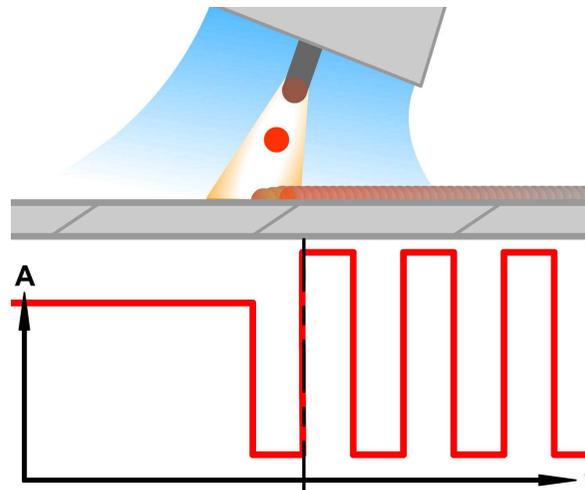
# Applications Arc en spray/pulsé

Aristo™ SuperPulse™



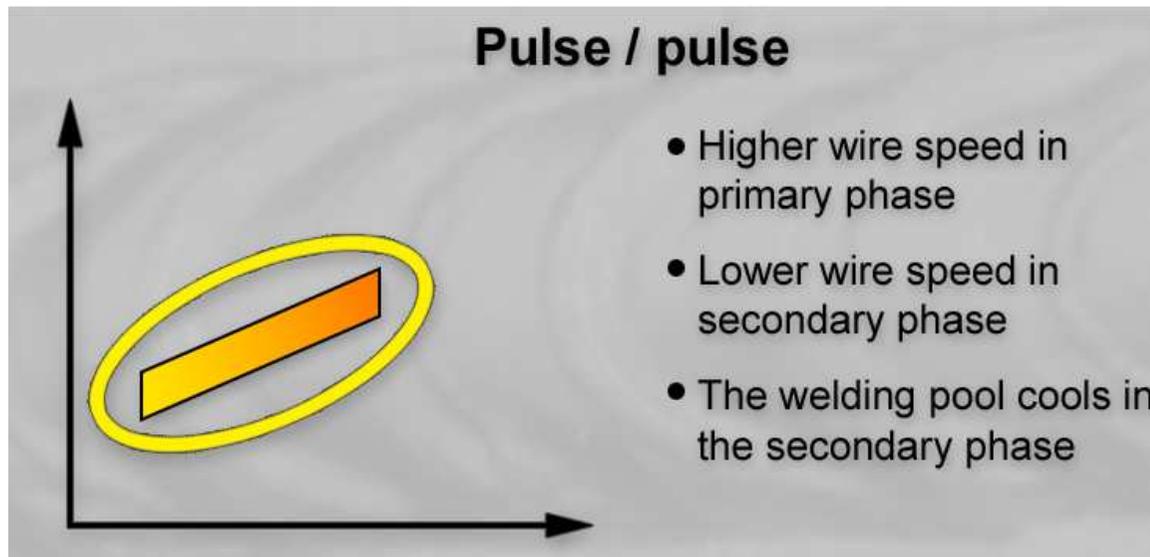
- Soudage en position très productif - aluminium épais de 4 à 6 mm.
- Phase d'arc en spray – vitesse de soudage et de pénétration élevées.
- Phase d'arc pulsé – réduit l'apport d'énergie.
- Soudage vertical montant de l'aluminium, dans des conditions d'arc en spray, sans balayage.

## *Arc en spray/pulsé*

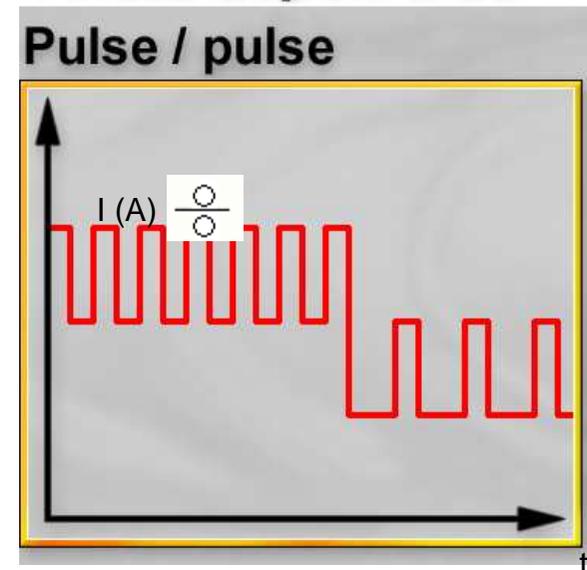




# Pulsé/Pulsé, Aristo™ SuperPulse™



### Aristo SuperPulse™



Voir le cycle Pulsé/pulsé en mouvement normal et lent

Double pulsé chez nos concurrents

La même chose avec Aristo SuperPulse spray/pulsé



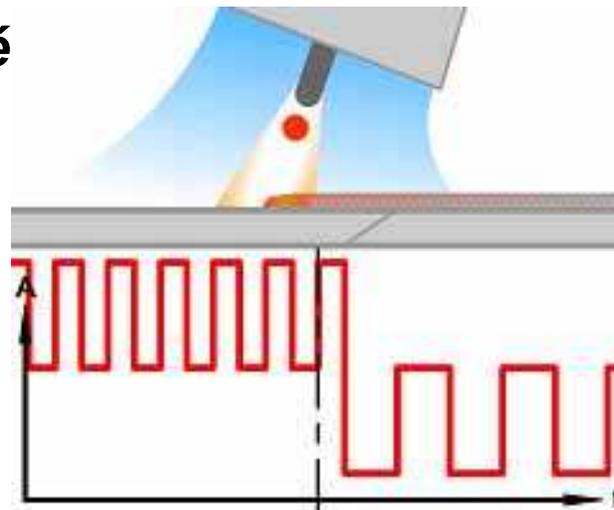
# Applications Pulsé/pulsé

## Aristo™ SuperPulse™

Deux niveaux différents de pulsé.

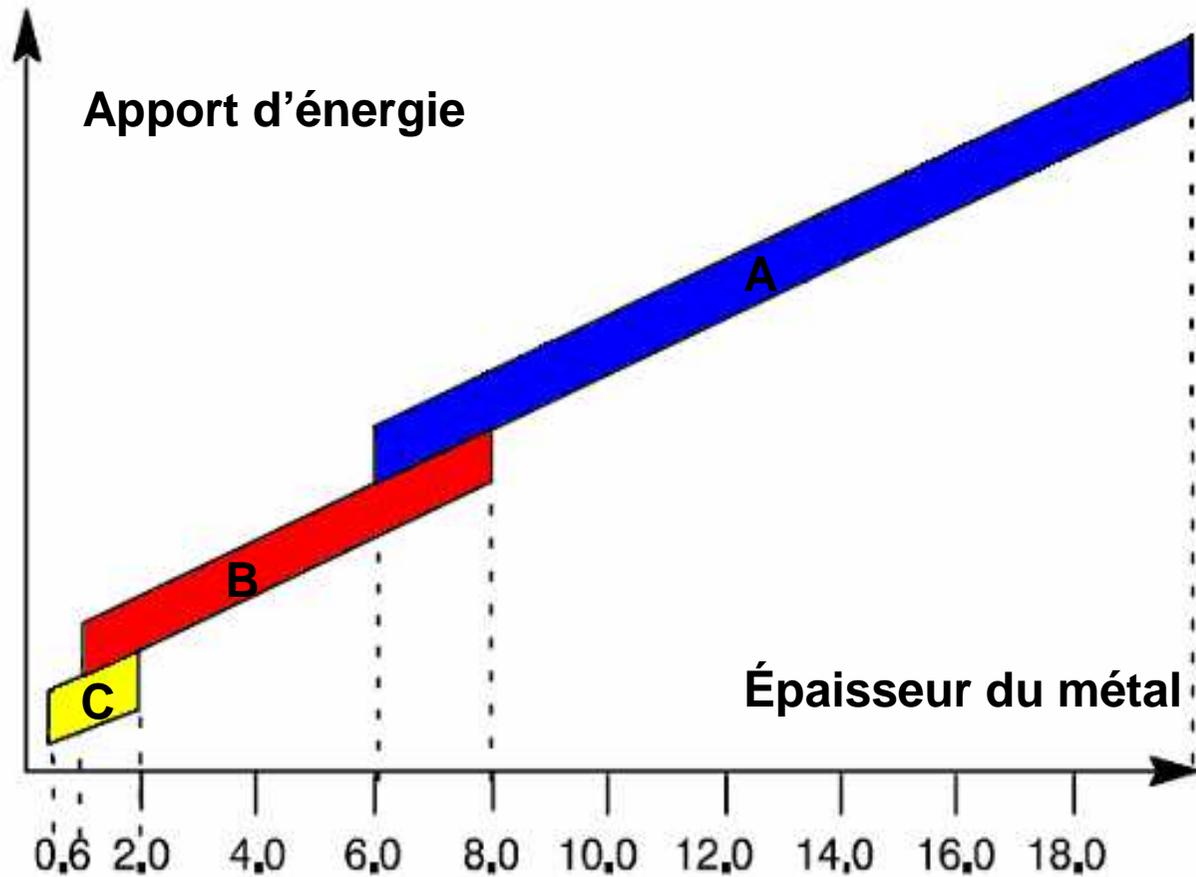
- Le pulsé/pulsé existe depuis plus longtemps chez nos concurrents, avec des noms différents.
- Prévu pour le soudage de l'aluminium de 1,5 à 7mm.

### *Pulsé/pulsé*





# Diagramme représentant le procédé SuperPulse™ en fonction de l'épaisseur de métal à souder



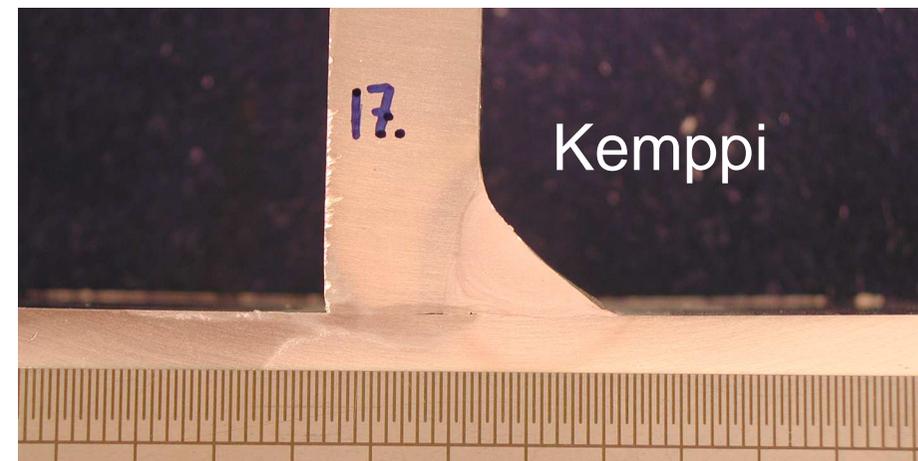
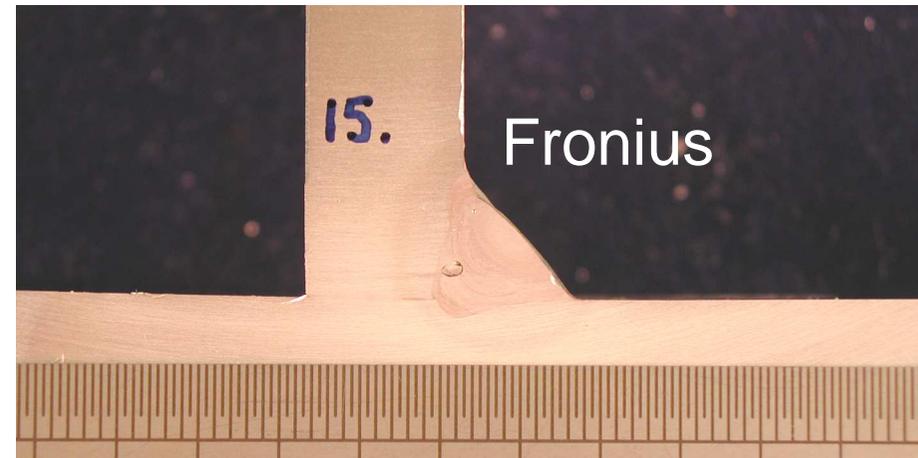
- A Arc en spray** en phase primaire et **pulsé** en phase secondaire
- B Pulsé** en phase primaire et **pulsé** en phase secondaire
- C Pulsé** en phase primaire et **court-circuit** en phase secondaire



## Le « Double pulsé » chez nos concurrents

Deux exemples de machines de la concurrence utilisant le « Double pulsé » pour le soudage d'angle de l'aluminium 10 mm en position PB.

- Chacun des deux montre des signes de mauvaise pénétration, surtout sur la plaque horizontale.
- Le risque de manque de fusion est plus élevé.



La même chose avec Aristo SuperPulse spray/pulsé



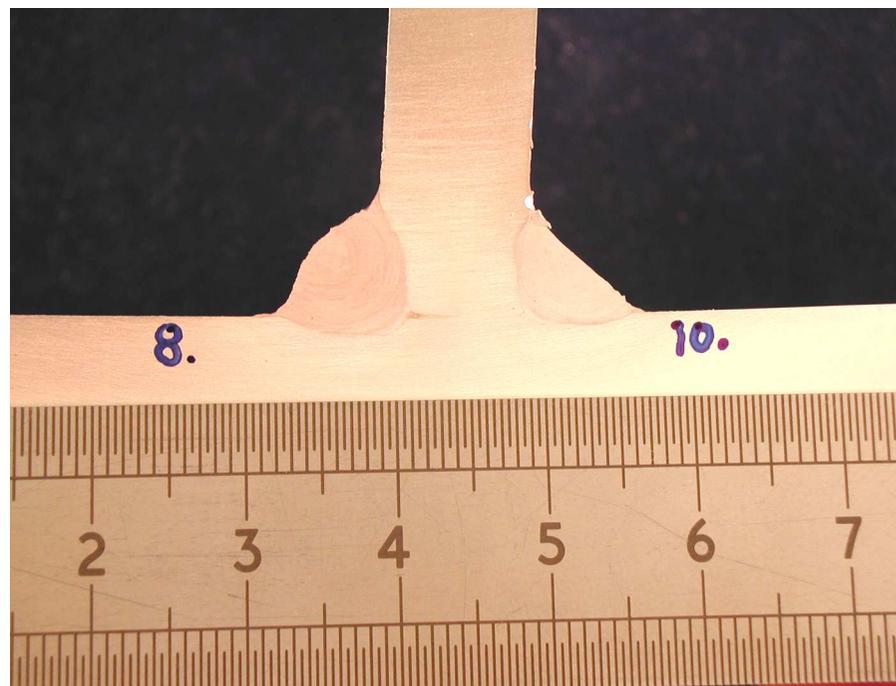


# Exemple de spray pulsé

Aristo SuperPulse™

Exemple d'Aristo SuperPulse™, utilisant le Spray/pulsé pour souder la même pièce.

- Pénétration d'un bon niveau et symétrique, même à partir du bord de la soudure.
- La vitesse de soudage est élevée de 20% par rapport aux possibilités de nos concurrents.



8: Spray/pulsé, position verticale montante (PF), pas de balayage. Avec Aristo Mig 5000i.

10: Spray/pulsé, position PB. Avec Aristo Mig 5000i.

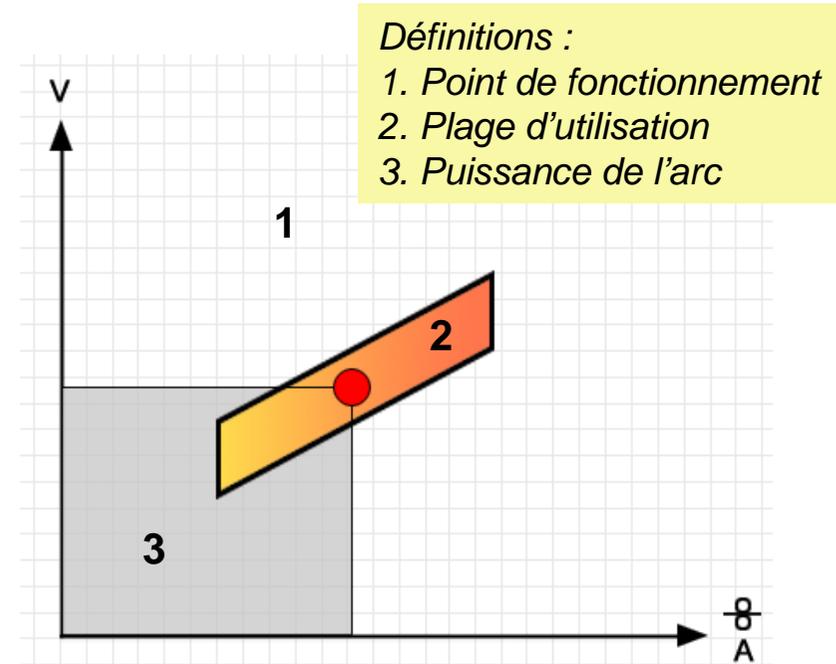


# Point de fonctionnement - MIG/MAG



Les réglages corrects de la vitesse de dévidage (A) et de la tension d'arc (U) dépendent :

- Du type de métal à travailler.
- De l'épaisseur du métal à travailler.
- Du type de joint /de soudure.
- De la position de soudage.
- Du type de matériel d'apport.
- Du gaz de protection utilisé.



Le point d'application souhaité doit correspondre **aux points de fonctionnement des machines** et atteindre un niveau garantissant un **apport d'énergie suffisant à la pièce.**



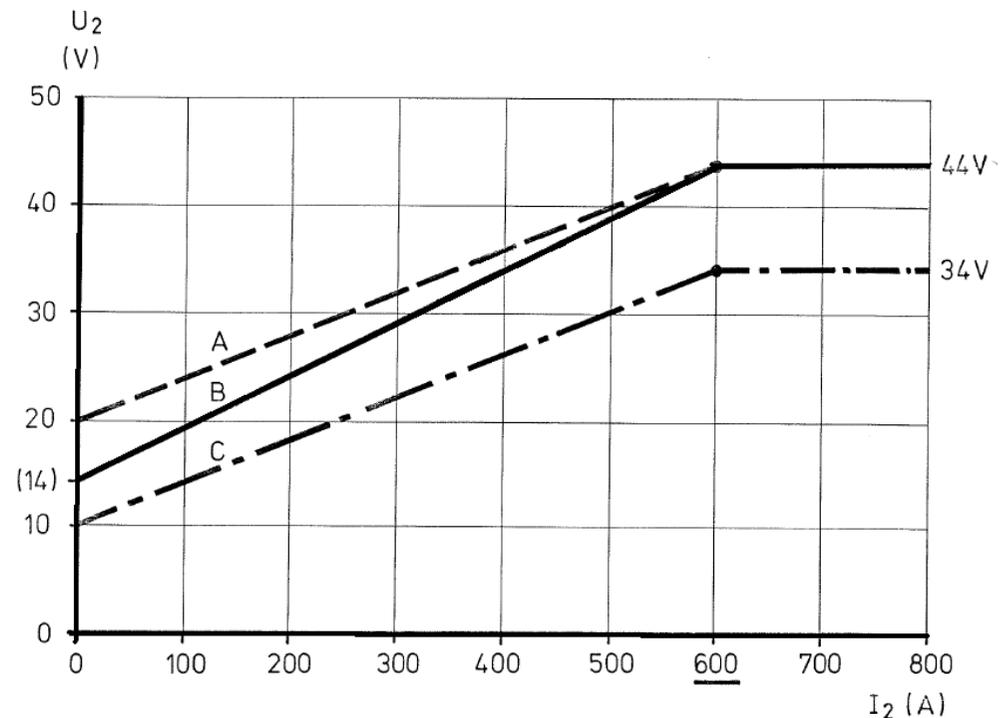


# Caractéristiques électriques en fonction des différents procédés

*La norme ISO sert à définir la tension minimum qu'une unité doit fournir lorsque le courant de soudage est spécifié.*

L'ampérage et la tension minimum que la norme précise pour différents procédés :

- A = MMA (SMAW)  
 $U_2 = 20 + 0,04 \times I_2$  (jusqu'à 600A)  
 $U_2 = 44V$  (supérieur à 600A)
- C = TIG (GTAW)  
 $U_2 = 10 + 0,04 \times I_2$  (jusqu'à  $I_2 = 600A$ )  
 $U_2 = 34V$  (supérieur à  $I_2 = 600A$ )
- B = MIG/MAG  
 $U_2 = 14 + 0,05 \times I_2$  (jusqu'à 600A)  
 $U_2 = 44V$  (supérieur à 600A)



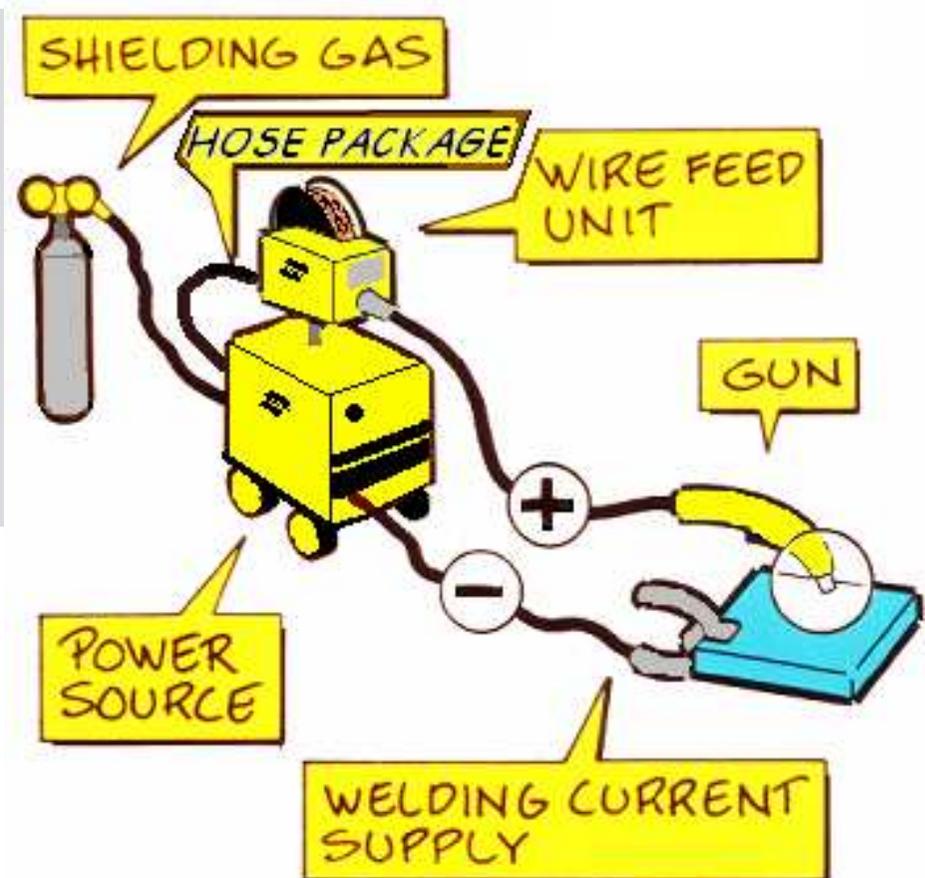


# Équipement de soudage MIG/MAG



En principe, un équipement de soudage MIG/MAG comporte les éléments suivants :

- ▶ Source d'alimentation
  - ▶ Unité de dévidage
  - ▶ Torche de soudage
  - ▶ Faisceaux entre la source d'alimentation et le dévidoir
  - ▶ Système d'approvisionnement en gaz
  - ▶ Le câble de masse complète le circuit de soudage
- 
- ▶ Systèmes de communication numériques ou analogiques
  - ▶ Gamme ESAB Mig/Mag européenne





# Sources d'alimentation MIG/MAG

La source d'alimentation a pour but de fournir le système en courant direct (avec une tension appropriée). Les sources d'alimentation sont dotées, soit de dévidoirs incorporés (compacts), soit de dévidoirs séparés.

## Les paramètres contrôlés par la source d'alimentation :

- Tension.
- Courant (grâce au réglage de la vitesse de dévidage à partir du dévidoir).
- Inductance.

En savoir plus sur les réglages



## Les types de sources d'alimentation :

- Redresseurs à réglage par commutateur de tension – Avantages et inconvénients.
- Redresseurs à technologie thyristorisée – Avantages et inconvénients.
- Inverters.
  - Inverters - Avantages et inconvénients.
  - Chopper - Avantages et inconvénients.



An example of a welding power source.



Plus d'informations sur les noms de sources d'alimentation



Gamme de sources d'alimentation ESAB MIG



Systèmes analogiques ou numériques



Types de sources d'alimentation



# Les sources d'alimentation

**Origo** (seulement si le panneau de commande fait partie de la source d'alimentation), possède les principales valeurs d'ESAB : Robustesse, efficacité, simplicité d'utilisation, qualité et fiabilité.

**Aristo** (seulement si le panneau de commande fait partie de la source d'alimentation) possède des caractéristiques supplémentaires : Précision et caractéristiques avancées.

**Mig** correspond aux sources d'alimentation MIG/MAG (peut inclure le procédé MIG/MAG et d'autres procédés).

Un **U** après un nom sert à spécifier que la source d'alimentation convient pour d'autres procédés (MMA et TIG).

Un **L** après un nom spécifie qu'un dévidoir doit aussi être de type L.

Un **C** après un nom signifie que la source d'alimentation est compacte (dévidoir intégré).

**Les chiffres suivants** correspondent au niveau de puissance de la source d'alimentation. 300 correspond à 300A, au facteur de marche indiqué.

Si le **chiffre suivant est un 0**, la source utilise une communication numérique et doit seulement être utilisée avec des sources numériques et des faisceaux de liaison. Si il n'y a pas de 0, la source est destinée à un système utilisant une connexion analogique.

*Ensuite:*

Un **w** signifie que la source est préparée pour recevoir une unité de refroidissement par eau.

Un **t** spécifie que le système est contrôlé par un thyristor.

Un **i** signifie que la source est un inverter (*primary switched inverter*).

Un **c** signifie que la source est chopper (*secondary switched power source*)

Un **C majuscule** correspond à **Compact** : le dévidoir fait partie de la machine.

**MAGMA** signale que la machine est parfaite pour le MMA (et gougeage à l'arc).

Les panneaux de commande possèdent des noms qui suivent l'appellation principale (fonctions & propriétés de soudage) - Le Mig3000i ou AristoMig 3000i , Origo Mig 3000i (exemple ci-dessous).



# La gamme MIG



## MIG/MAG compacts



Origo™ Mag C150/170/200/250  
(monophasés 230V)



Origo™ Mag C140 (monophasé 230V) Origo™ Mig C170/200/250  
(triphasés 400V)



Origo™ Mig C240/240S/280/340/420PRO

## Sources d'alimentation MIG/MAG pour dévidoirs séparés



Origo™ Mig L405/  
L405w



Origo™ Mig320/410/410w/  
510/510w



Origo™ Mig 400t/400tw/500t/  
500tw/630tw MAGMA



Origo™ Mig L3000i/C3000



Aristo™ Mig L3000i/C3000i



Aristo™ Mig4000i /  
U4000i/5000i/U5000i Aristo™ Mig  
4500i

## Dévidoirs MIG/MAG

## Coffret de pulsation



Origo™ Feed  
L302



Origo™  
Feed 484



Origo™  
Feed 304



Origo™ Feed  
Airmatic



Aristo™ Feed  
3004



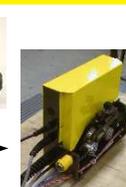
Aristo™ Feed  
4804



Aristo™  
Feed L3004



Aristo™ FeedControl+



Aristo™ FeedMech 3004w  
Aristo™ FeedMech 4804w



Pulsaid



Origo™ Feed  
L304, L304w



Origo™  
Feed  
302



Origo™  
Feed  
L3004



Aristo™ YardFeed 2000 MA6  
Origo™ YardFeed 200 M13y



Aristo™ Robo  
Feed 3004w



# MIG/MAG à réglage par commutateur de tension : **Avantages** et **Inconvénients**

## Avantages

- Conception simple et robuste – fiable et durable.
- Peu de parties mobiles.
- Facile à entretenir et à utiliser.
- Coût relativement bas.
- Facile à reconnecter à différentes sources d'alimentation.

## Inconvénients

- Capacités d'amorçages très moyennes (comparé à un système électronique).
- Propriétés de soudage inférieures (comparé à un système électronique).
- Impossibilité d'ajouter une commande à distance.
- Pas de compensation par la tension de la source.
- Matériel très lourd.

A réglage par commutateur de tension et dévidoir intégré



Origo™ Mag C140  
(Monophasé 230V)

Origo™ Mig C170/200/250  
(Triphasés 400V)

A réglage par commutateur de tension et dévidoir séparé



Origo™ Mig320/410/410w/  
510/510w



# Redresseurs thyristorisés :

## Avantages et Inconvénients (appelés SCR aux Etats-Unis (Silicon Controlled Rectifier)).

Technologie apparue dans les années 1970 grâce au développement de nouveaux composants - Remplace les types de transducteurs les plus coûteux.

### Avantages

- L'électronique apporte des avantages tels que :
  - réglage des commandes.
  - compensation du courant secteur.
  - d'autres fonctions destinées à améliorer la qualité : pré-gaz, amorçage doux, pulsé, etc.
  - **réglages à faibles intensité et tensions.**
  - commande à distance.
- Une efficacité d'environ 70%.
- Peut fonctionner pour souder en pulsé.

### Inconvénients

- Poids assez élevé.
- Moins de possibilités de régulation et de contrôle du procédé qu'avec des sources d'alimentation de type inverter.



Les Origo™ Mig 400t/400tw/500t/500tw/630tw MAGMA sont des exemples de sources d'alimentation MIG/MAG contrôlées par thyristor.

Also power sources starting with LAW LAH were thyristor controlled power sources



An example of a welding power source.



# Inverter :

## Avantages et Inconvénients

### Avantages

- Commande très rapide et exacte offrant des avantages : excellentes propriétés de soudage avec stabilité d'arc grâce au contrôle du procédé de soudage, compensation de l'énergie secteur, réglage mini. très bas, de nombreuses fonctionnalités en soudage pulsé, commande à distance et stabilité du procédé.
- Fonctions telles que *SuperPulse* ou pulsé avec palier (*Step down pulse*).
- Très efficace, facteur de puissance d'approximativement 80% - Peu coûteux en énergie, fusibles plus petits.
- Peut être facilement réglé pour du multi-procédé.
- Taille réduite et léger, pour un transport simplifié.
- Simple à utiliser pour de la mécanisation.
- Flexible.

### Inconvénients

- Une seule connexion au courant secteur ou autotransformateur lourd et coûteux (type primaire).
- Durée de vie dépendant de la disponibilité des composants électroniques.



Origo™ Mig L3000i/C3000i  
Aristo™ Mig L3000i/C3000i



Aristo™ Mig4000i /  
U4000i/5000i/U5000i

Aristo™ Mig  
4500i



Inverters au  
début des  
années 1990

#### Pourquoi la régulation est-elle plus rapide avec les inverters ?

- Un thyristor classique peut recevoir un signal de contrôle toutes les 0,020 secondes (20 millièmes de secondes)
- Un inverter 20 kHz peut recevoir un signal toutes les 0,000050 secondes (50 microsecondes)
- 24 kHz = 40 microsecondes et 48kHz = 20 microsecondes
- Temps de court-circuit classique : de 2 à 5 millièmes de secondes



# Chopper :

## Avantages et Inconvénients

### Avantages

- Commande très rapide et exacte offrant des avantages : excellentes propriétés de soudage avec stabilité d'arc grâce au contrôle du procédé de soudage, compensation de l'énergie secteur, réglages mini. très bas, de nombreuses fonctionnalités en soudage pulsé, commande à distance et stabilité du procédé.
- Fonctions telles que *SuperPulse* ou pulsé avec paliers (*Step down pulse*).
- Très efficace, facteur de puissance d'approximativement 80% - Peu coûteux en énergie, fusibles plus réduits.
- Peut être facilement réglé pour du multi-procédé.
- Peut être facilement réglé pour du multi-tension (connexions au secteur).
- Simple à utiliser pour de la mécanisation.
- Flexible.

### Inconvénients

- Durée de vie dépendant de la disponibilité des composants électroniques.
- Poids et taille – comme un thyristor ou une machine à réglage par commutateur de tension.

Choppers de type inverter pour le MIG/MAG Mig 4002c / 5002c / 6502c lancés en janvier 2008



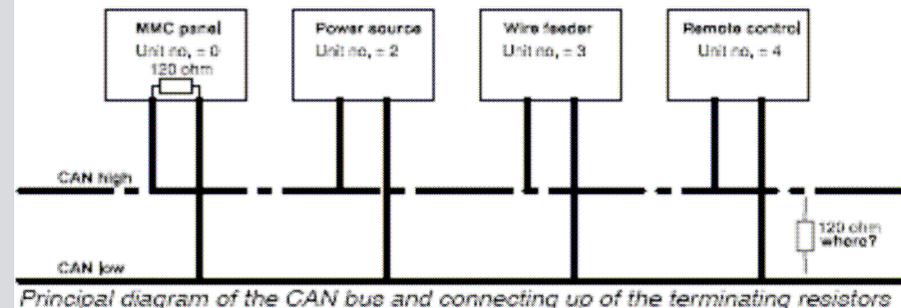


# Communication analogique ou numérique

Une communication **analogique** requiert un câble pour chaque signal devant être transféré. Le câblage peut être volumineux et compliqué dans les machines sophistiquées, rendant l'ensemble lent.

Une communication **numérique** (également appelée CAN pour *Controller area network*) est rapide et de nombreux signaux peuvent être transférés dans un même câble. Par conséquent les communications de type CAN sont de plus en plus utilisées sur des machines plus sophistiquées et dans la mécanisation, grâce à une meilleure précision et à une vitesse de communication plus élevée.

NB! Les composants analogiques ne peuvent pas communiquer avec des composants numériques, à moins qu'un adaptateur « traduisant » le signal ne soit installé. Les câbles de connexion sont également différents.



**ESAB utilise des CAN bus depuis 1996.**

**Depuis 2007, ESAB rajoute un 0 supplémentaire au nom de ses machines afin de préciser si un équipement fonctionne en CAN. Par exemple, une machine 300A est désormais une 3000.**



# Système de dévidage – fonction principale

**Un système de dévidage comporte deux éléments principaux :**

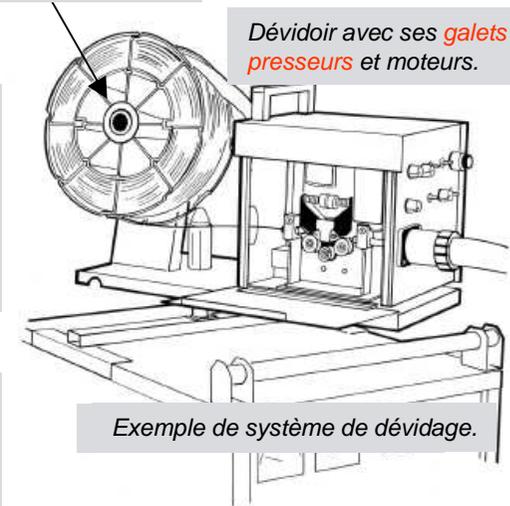
1. Un support pour la bobine ou le fût.
2. Un dévidoir.

**1. Le support** de bobine comporte un frein ajustable pour s'assurer que la bobine se bloque immédiatement dès que le dévidage s'arrête.

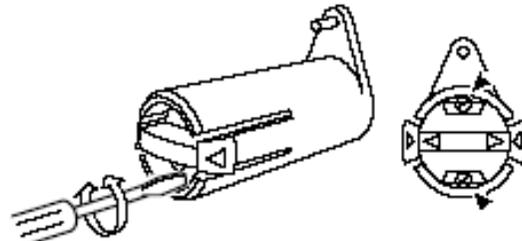
**2. Le dévidoir** alimente la torche en fil à travers la gaine guide-fil, dans les faisceaux de liaison.

Frein de bobine et support de bobine.

Dévidoir avec ses galets presseurs et moteurs.



Exemple de système de dévidage.



Les freins de bobine ESAB peuvent être ajustés



Noms de fils



Types de fils



Types de bobines



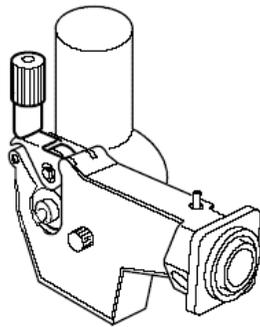
Dévidage en Push ou Push/pull



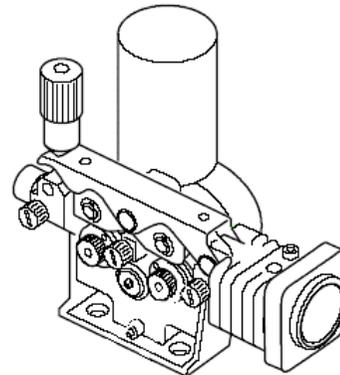
Gamme de fils ESAB



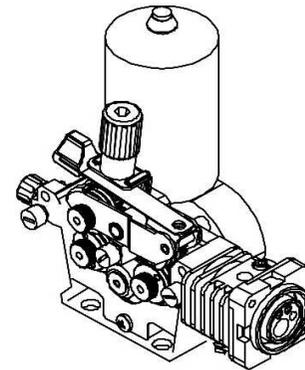
# Types de systèmes de dévidage



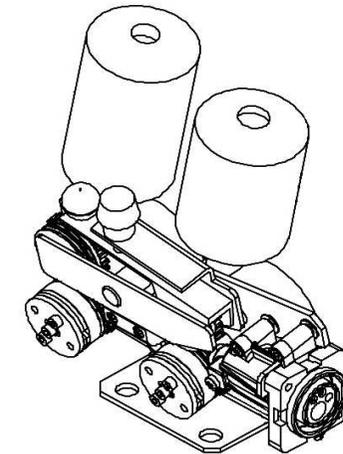
Un moteur entraîne un galet et l'autre galet est un galet presseur Ex : OrigoFeed 302



Deux galets d'entraînement actionnés par un seul moteur. Ex : OrigoFeed 304

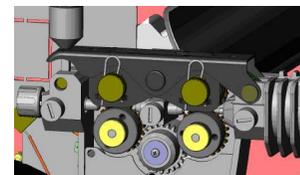


Un moteur actionne 4 galets. Ex : AristoFeed 3004



2 moteurs connectés actionnent 4 galets. Ex : AristoFeed 4804 et OrigoFeed 484

**Désignation des dévidoirs ESAB :**  
30 correspond à des galets de 30mm  
48 correspond à des galets de 48mm  
2 correspond à 2 galets  
4 correspond à 4 galets  
Un 0 supplémentaire indique que la communication du dévidoir est numérique.



Le RoboFeed est doté d'1 moteur actionnant 4 galets



Dévidage en Push ou Push pull



Gamme de fils ESAB



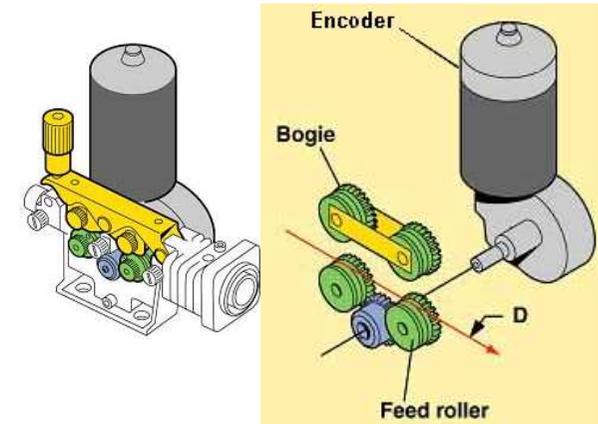
# Les types de moteurs de dévidage

Les moteurs peuvent être :

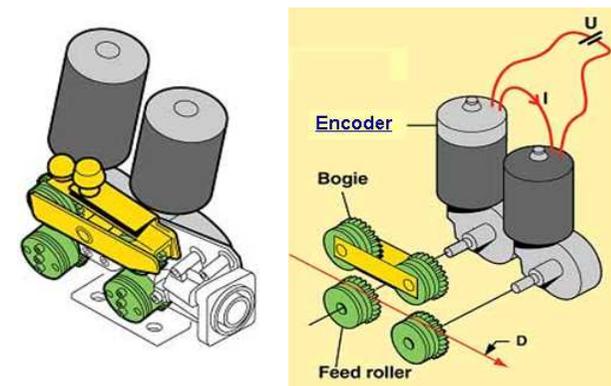
- A aimant permanent
- De Type tachymétrique
- De type codeur

Le type codeur offre un contrôle plus précis, ce qui s'avère important, particulièrement à des vitesses réduites.

*Aristo Feed 3004, moteur actionnant 4 bogies, contrôlé par un codeur*



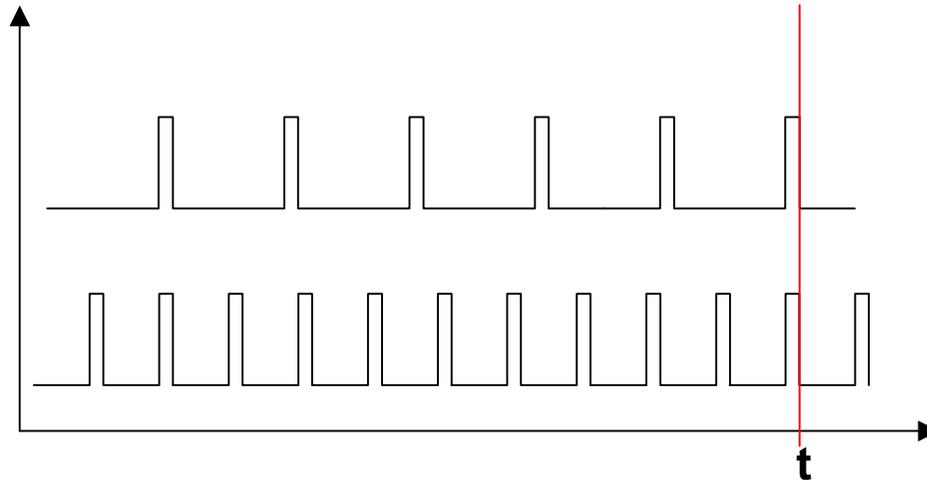
*Aristo Feed 3004, 2 moteurs actionnant 4 bogies, contrôlés par un codeur*



Type codeur vs. type tachymétrique



## Moteur de type codeur vs. Type tachymétrique



**Codeur à 60 impulsions par tour**

**Codeur – Basse vitesse**

**Codeur – Haute vitesse**

*Amplitude identique.*

*Fréquence d'impulsion utilisée pour la régulation.*

**Type tachymétrique à basse vitesse**

**Type tachymétrique à haute vitesse**

*Fréquence, impulsion et amplitude différentes*

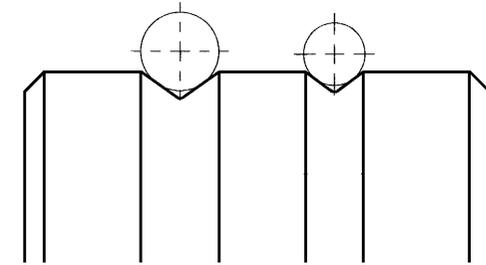
**Le codeur** offre un contrôle plus précis, ce qui s'avère important, particulièrement à des vitesses réduites.



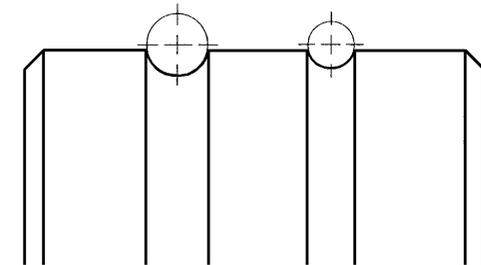
# Types de systèmes de dévidage - Les galets

## Types de galets de dévidage :

- Les galets de dévidage doivent correspondre au diamètre de fil utilisé.
- Les galets sont calibrés pour deux ou davantage de diamètres de fil. Faire pivoter le galet à 180° pour obtenir un autre calibre.
- Les galets de type V sont conçus pour des fils fourrés en acier doux et inoxydable plus durs.
- Les galets de type VK sont conçus pour les fils fourrés (calibre V, crantés)
- Les galets de type U sont conçus pour les fils d'aluminium plus doux.

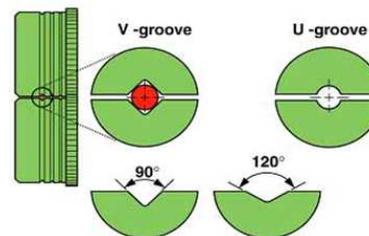


Galet de type V pour 2 diamètres de fils différents.



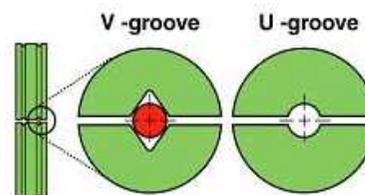
Galet de type U pour 2 diamètres de fils différents.

Wire type	Wire dimension [D] ømm	Groove type
Steel	0,6 - 2,4	V
Stainless steel	0,6 - 2,4	V
Aluminium	1,0 - 2,4	U
Cored wire	0,8 - 2,4	V



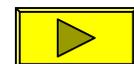
Aristo Feed 3004

Wire type	Wire dimension [D] ømm	Groove type
Steel	0,6 - 1,6	V
Stainless steel	0,6 - 1,6	V
Aluminium	1,0 - 1,6	U
Cored wire	0,8 - 1,6	V

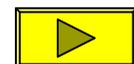


Aristo Feed 4804

Dévidage en Push ou Push/pull



Gamme de fils ESAB





# Nom des systèmes de dévidage

**Origo** possède les principales valeurs d'ESAB : Robustesse, efficacité, simplicité d'utilisation, qualité et fiabilité.

**Aristo** possède des caractéristiques supplémentaires : Précision et caractéristiques avancées.

**Feed** correspond aux dévidoirs pour des bobines de 15kg maximum.

**Yard** correspond aux dévidoirs pour des bobines de 5kg maximum, adaptés à des utilisations sur chantiers navals.

**Robo** correspond aux dévidoirs conçus pour des applications mécanisées (robotique par exemple).

**FeedMech & Feed control** : système de dévidage pour lequel un poids réduit est nécessaire (bras robotisé).

**Airmatic**, après l'appellation Feed correspond aux dévidoirs préparés pour une utilisation avec une torche push-pull.

Un **L** après une appellation précise que le dévidoir doit être utilisé avec une source d'alimentation de type L.

**30** resp **48** – précise quel type de galet est utilisé en diamètre 30mm ou 48mm.

Si le chiffre suivant est un **0**, le dévidoir fonctionne avec une système de communication numérique et doit être utilisé uniquement avec des sources d'alimentation et des faisceaux de liaison numériques. S'il n'y a pas de 0, le dévidoir est destiné à un système utilisant un système de communication analogique.

Ensuite, un **2** ou un **4** est introduit dans le nom. Cela sert à spécifier s'il s'agit d'un dévidoir à 2 ou à 4 galets.

**w** peut apparaître pour des dévidoirs préparés pour recevoir des connexions fonctionnant avec un système de refroidissement par eau.

Le panneau de commande est indiqué en dernier. Exemples : MA4, MA6.



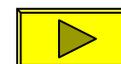
**Origo™ Feed  
302 M11**



**Aristo™  
Feed  
3004 MA6**



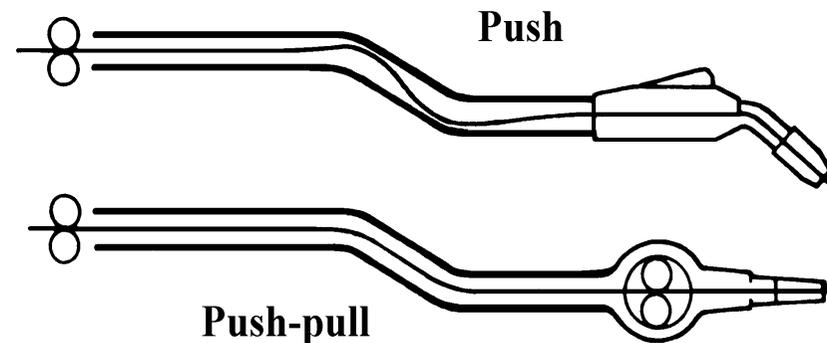
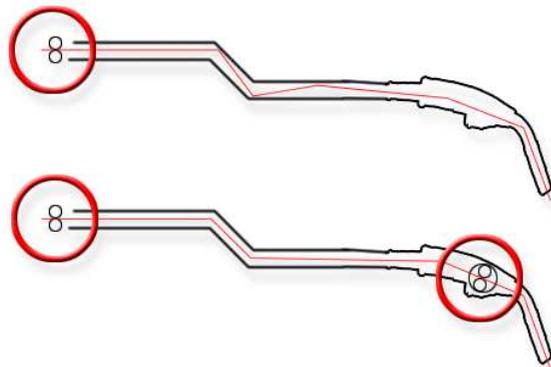
**Aristo™ YardFeed 2000 MA6**





# Système de dévidage avec Push ou Push-pull

- **Push** : Les dévidoirs poussent le fil dans la gaine guide-fil.
- **Push-Pull** : Il s'agit d'un système double dans lequel le fil est poussé au travers de la gaine guide-fil au moyen d'un dévidoir standard pendant qu'un autre système situé dans la torche tire le fil. C'est la raison pour laquelle on parle de système push-pull. Il permet d'utiliser des faisceaux de liaison bien plus longs. Le push-pull est également recommandé pour des fils en aluminium (en revanche, ceci peut causer des problèmes lors du dévidage dans la mesure où il s'agit d'un fil doux).





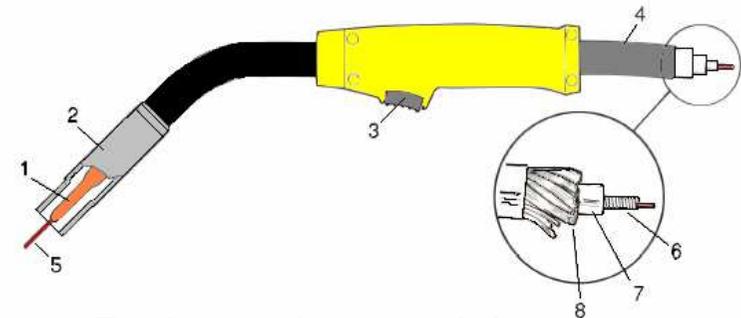
# Torche de soudage

Les torches de soudage peuvent être soit refroidies par eau, soit auto-refroidies.

Les éléments essentiels d'une torche de soudage sont les suivants :

- Embout contact
- Buse à gaz
- La gâchette.

- L'**embout contact** transfère le courant dans le fil et peut être remplacé pour recevoir différents diamètres et différents types de fils.
- L'élément du **fil** qui transporte le courant est nommé électrode-fil.
- L'embout contact est entouré d'une **buse à gaz**, servant à amener le gaz de protection jusqu'à l'électrode-fil, l'arc et le bain de fusion.
- La **buse à gaz** est également remplaçable, pour que l'opérateur s'adapte, en fonction du débit de gaz, du métal de base et du courant de soudage.
- Afin de fournir un bon gaz de protection, il est nécessaire de **nettoyer** (retrait des projections) la **buse à gaz** régulièrement.



## Torche avec faisceaux de liaison

1. Embout contact
2. Buse à gaz
3. Gâchette
4. Faisceaux de liaison
5. Fil (électrode)
6. Gaine guide-fil (conduit flexible)
7. Tuyau servant au gaz de protection
8. Câble d'alimentation

Pièces d'usure – Torche MIG

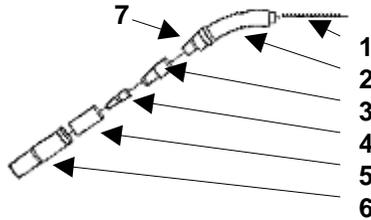
Gamme de torches ESAB

Plus d'informations sur les faisceaux de liaison

Torches refroidies par eau



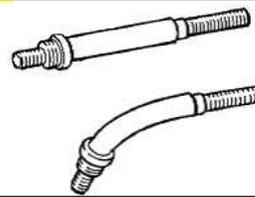
# Les fonctions des pièces d'usure de la torche



**1. Gaine guide-fil :** permet de faire glisser le fil du dévidoir jusqu'à l'embout contact. Il est nécessaire que la gaine se prolonge jusqu'à l'extrémité de l'adaptateur-diffuseur et qu'elle soit en contact avec le dévidoir. Toutes les torches PSF sont fournies avec une gaine guide-fil en acier qui peut être remplacée par une gaine en PTFE pour les applications sur aluminium.



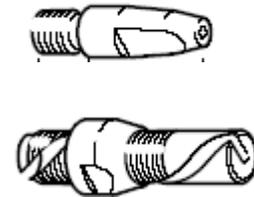
**2. Col de cygne :**  
Amène le fil vers la zone de soudage. Choisissez l'angle idéal en fonction de la pièce à souder. Pour un meilleur accès à la zone à souder et une meilleure visibilité



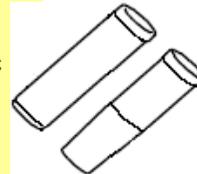
**3. Adaptateur-diffuseur :** Permet de transférer l'énergie depuis le col de cygne jusqu'à la buse à gaz. Diffuse le gaz et protège le col de cygne de l'usure du filetage.



**4. Embout contact :** Permet de transférer le courant depuis l'embout contact jusqu'au fil. Le trou de l'embout contact doit être aussi réduit que possible afin de transférer la puissance avec un temps d'amorçage de l'arc court, sans limiter le transfert du fil (c'est pourquoi l'Helix TM possède une durée de vie plus longue ; **le fil is forced in the curves to have good contact without arcing**). Les embouts en Cu sont moins chers mais durent moins longtemps. La taille du trou dépend du diamètre de fil, du type de gaz et du niveau de courant. La gamme de buse ESAB comprend des électrodes conçues pour une longue durée de vie (CuCrZr) donnant de hautes performances pour nos clients.



**6. Buse à gaz :** Permet de transférer le gaz de protection sur la soudure. Disponible dans différentes versions avec des ouvertures plus ou moins grandes. De plus grandes ouvertures sont nécessaires lors de l'utilisation de plus grands débits de gaz (ex : avec du fil fourré).



**5. Inserts anti-projections :** inclus directement dans la buse à gaz. Si cette protection n'est pas active, un court-circuit se produira dans le col de cygne.



**7. Bague isolante :** crée une isolation entre le col de cygne et l'embout contact.

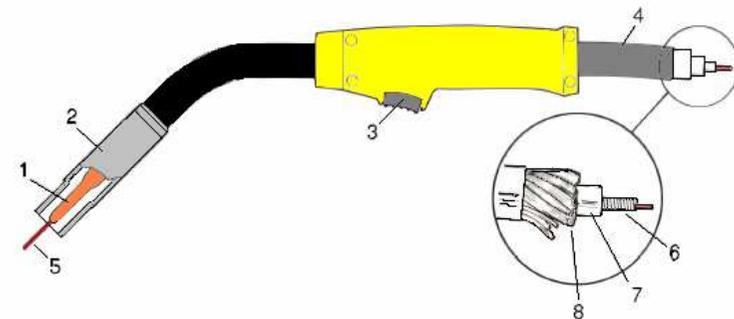


## Faisceaux de torche

Les faisceaux comprennent une enveloppe extérieure incluant :

- La gaine guide-fil
- Le câble d'alimentation
- Le tuyau amenant le gaz de protection
- Par ailleurs, sont inclus des tuyaux d'eau aller et retour.

La longueur des tuyaux est généralement de 3 m ou de 4,5 m.



### **La torche et son faisceau de liaison**

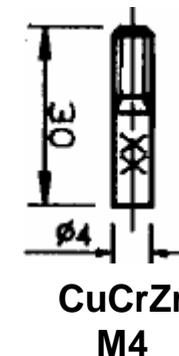
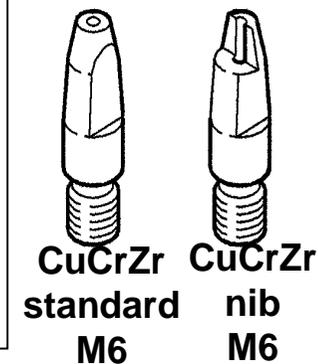
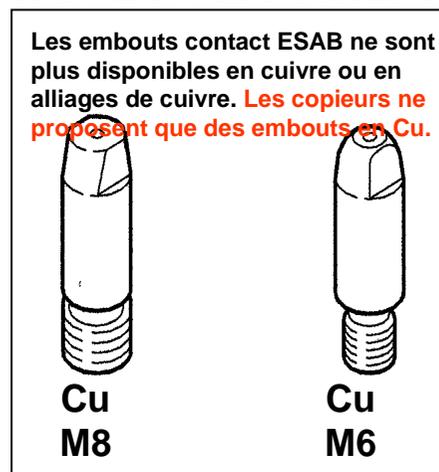
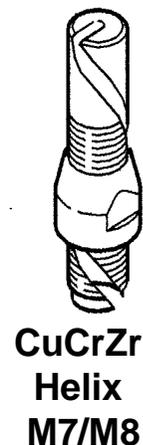
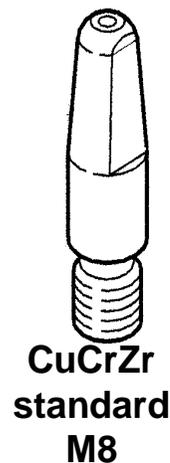
1. Embout contact ▶
2. Buse à gaz ▶
3. Gâchette
4. Faisceau
5. Fil (électrode)
6. Gaine guide-fil (flexible) ▶
7. Tuyau de gaz
8. Câble d'alimentation



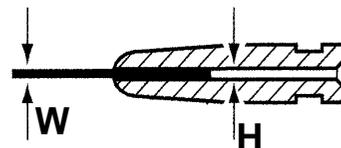
# Choisir ses embouts contact

- Les embouts standard ESAB sont fabriqués en CuCrZr, plus durs donc et dotés d'une meilleure durée de vie (3 fois plus) que les embouts en cuivre.
- Les embouts avec contact forcé (Helix) sont plus adaptés lorsque l'exigence d'amorçage et la répétitivité est élevée.
- Les embouts sont normalement choisis avec un trou de 0,2 mm plus grand que le diamètre de fil.
- Le type de soudage, de courant et de mélange gazeux peut néanmoins amener à d'autres choix de dimensions.
- La pré-contrainte du fil a une forte incidence sur le contact à l'intérieur de l'embout.

La tolérance plus élevée de nos pièces d'usure facilite le dévidage du fil



Voir le tableau pour effectuer un choix



# Choisir sa gaine guide-fil

## Quelle est votre torche ? Quel type de fil utilisez-vous ?

### Quand utiliser une gaine en acier spiralé ?

- L'acier spiralé est idéal pour du fil solide et du fil fourré, tout particulièrement pour des fils plus réduits que 1,2mm. Les gaines en acier ont une durée de vie bien plus élevée que les gaines en PTFE.

### Gaine en PTFE avec un insert en acier spiralé ou en PTFE-Carbone

- La gaine téflon avec un insert en acier spiralé est destinée à du fil solide lorsque le niveau de friction est peu élevé.
- La gaine en téflon avec un insert en PTFE-carbone est destinée à de l'acier inox et à de l'Aluminium.

### Quelle est la meilleure solution ? Une gaine entièrement en PTFE ?

- Une gaine PTFE-céramique/**keram** (Duraliner) est préférable lorsque un niveau de friction extrêmement bas et une gaine continue devant supporter la chaleur sont exigés.

### Quelle dimension ?

- La gaine guide fil est normalement choisie en prenant le diamètre du fil X 1,5 .

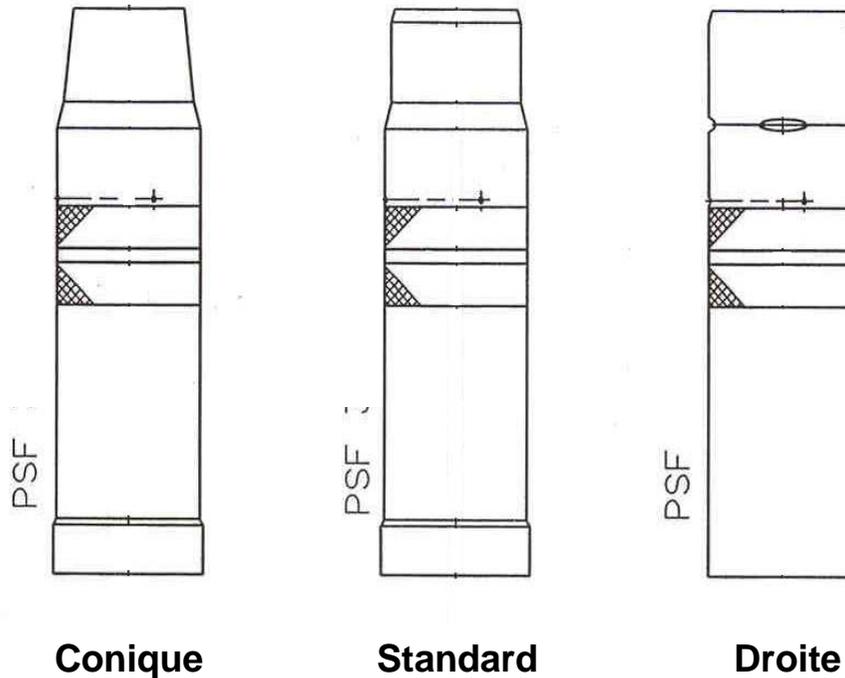
### Que reçoit-on en commandant une gaine guide-fil ?

- Les gaines guide-fil livrées comme des pièces d'usure comportent des raccords de connexion pour des torches ESAB et Euro.





## Différentes formes de buses à gaz



**La buse à gaz** permet de transférer le gaz de protection sur la zone à souder. Disponible dans plusieurs versions avec des ouvertures plus ou moins larges. Une plus grande ouverture est nécessaire lorsque de plus grands débits de gaz sont utilisés (ex : avec du fil fourré).

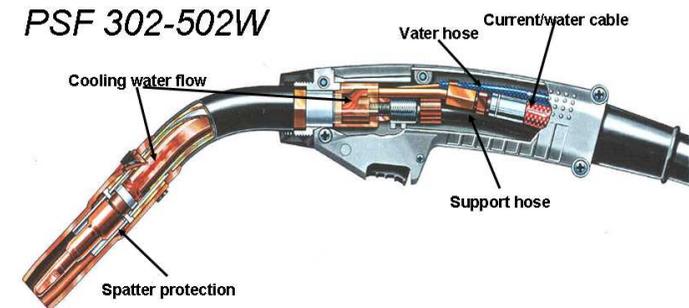


# Refroidies pas eau ou à refroidissement par air.



***Une torche de soudage peut être soit refroidie par eau soit refroidie par air :***

- *Une torche à air est refroidie par l'air l'entourant et par le débit du gaz de protection.*
- *Le refroidissement par eau est une méthode plus efficace encore. Le choix entre le refroidissement par eau et le refroidissement par air dépend de facteurs tels que le courant de soudage, le type de gaz de protection, les facteurs de marche et le type de soudage. Le type de matériel d'apport joue aussi un rôle important.*



Exemple d'une torche auto-refroidie



# Gamme de torches MIG

## Torches MXL



MXL 150v



MXL 200



MXL 270



MXL 340

## Torches PSF™

### Auto-refroidies

- PSF™ 250
- PSF™ 305
- PSF™ 405
- PSF™ 505



PSF™ 405 RS3



### Refroidies par eau

- PSF™ 410W
- PSF™ 510W

- PSF™ 410W RS3
- PSF™ 510W RS3



### Avec extracteur de fumée

- PSF™ 250C
- PSF™ 315CLD
- PSF™ 405C
- PSF™ 410CW

PSF™ 410CW RS3

### Mécanisées



PSF™ 315M

## Torches Push-pull

### Électriques

- MXH 300 PP
- MXH 400w PP



### Pneumatiques

- PKB 200
- PKB 400



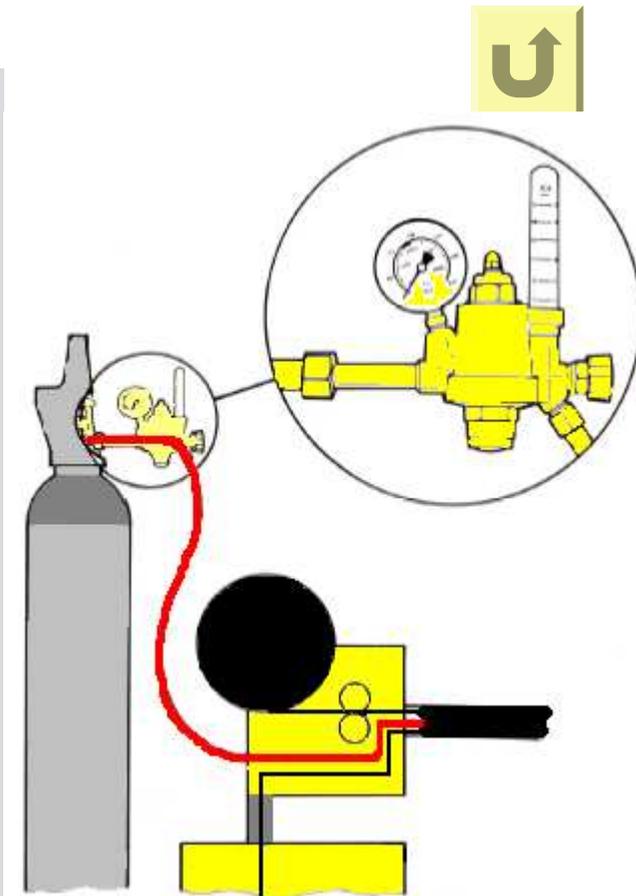


# Alimentation en gaz

- Les gaz de protection nécessaires au soudage peuvent être stockés de 3 manières différentes :
  - Dans une bouteille de gaz.
  - Dans une centrale de gaz.
  - Dans un réservoir, sous la forme de gaz liquéfié.
- La seconde et la troisième option nécessitent un système de distribution centralisé, à partir duquel le gaz sera disponible en divers points de sortie de l'atelier.

## Gaz fourni à partir d'un cylindre à gaz :

- La bouteille est connectée au dévidoir.
- Le système de dévidage opère le transfert du gaz de protection dans les tuyaux (hose package) jusqu'à la buse à gaz, à travers la torche.
- Une soupape à commande par solénoïde contrôle le débit de gaz à mesure que le soudage commence et s'arrête.
- La pression dans la bouteille remplie de gaz de protection est normalement de 200 bars.
- Cette pression est réduite au moyen d'un régulateur venant se fixer sur la bouteille de gaz pour atteindre une pression adaptée à des travaux de soudage. Le régulateur assure le maintien du débit de gaz à pression constante.
- Les régulateurs/débitmètres sont souvent conçus pour un gaz en particulier et ne doivent en aucun cas être utilisés pour d'autres gaz. Sinon, le débit sera incorrect dans la mesure où des gaz différents ont des densités différentes.



*Approvisionnement en gaz à partir d'une seule et unique bouteille.*



# Paramètres de soudage en procédé MIG/MAG

pour des performances de soudage optimales.

Le procédé de soudage MIG/MAG dépend d'un certain nombre de facteurs :

- ▶ – Tension (longueur d'arc)
- ▶ – Vitesse de dévidage (qui contrôle le courant de soudage)
- ▶ – Inductance (ajustable pour fonctionner avec une majorité de sources d'alimentation)
- ▶ – Type et débit du gaz de protection ▶
- ▶ – Polarité



Exemple : tableau de paramétrages MIG/MAG



Réglages permettant d'optimiser la qualité /productivité

- ▶ avant soudage - avance fil froid
- ▶ avant soudage - purge Gaz
- ▶ amorçage - **pre-flow**
- ▶ amorçage - amorçage doux
- ▶ amorçage - Hot start
- ▶ stop - Temps de remontée d'arc
- ▶ stop - **Shake off pulse**
- ▶ stop - Remplissage de cratère
- ▶ stop – **post débit de gaz**
- ▶ amorçage et extinction d'arc - 2 temps
- ▶ amorçage et extinction d'arc - 4 temps
- ▶ amorçage et extinction d'arc - 4-temps mode

Facteurs influencés par l'opérateur

- ▶ Vitesse de soudage
- ▶ Angle de soudage
- ▶ **Stick-out (lg de fil sorti)** ▶



**Pulsé !** ▶

Voir les réglages supplémentaires pour le soudage en pulsé ▶

**La méthode simple et rapide !**

Réglages rapides pour d'excellents résultats

- Soudage par points ▶
- Synergique** ▶
- Synergique pulsé** ▶
- SuperPulse ▶
- QSet ▶

Les fondamentaux du MIG/MAG – MIG/MAG en général – Paramètres de soudage

Exemple d'un tableau de paramétrages MIG MAG



	Plate thickness mm	Gap mm	Electrode consumption kg/m	Electrode Ømm	Deposition rate kg/h	Wire feed rate m/min	Welding current A	Welding speed	
								m/h	cm/min
	1	0	0.02	0.6	1.0	7.0	60	50	83
	1.5	0.5	0.02	0.8	1.2	6.0	90	48	80
	2	1.0	0.03	0.8	1.5	6.8	110	50	83
	3	2.0	0.06	0.8	1.8	8.0	125	33	55
	3	2.0	0.06	1.0	2.1	6.0	150	38	63
	4	1	0.09	1.0/-	2.2/-	6.4/-	160/-	24/-	40/-
	5	1	0.09	1.0/-	2.2/-	6.4/-	160/-	17/-	28/-
	6	1.5	0.17	1.0/1.0	2.1/2.9	6.8/ 8.5	150/200	36/26	60/43
	8	1.5	0.30	1.0/1.2	2.1/3.9	6.0/ 7.6	150/260	26/17	43/28
	10	2	0.50	1.0/1.2	2.1/5.1	6.0/10.0	150/320	21/13	35/21
	Throat thickness								
	2		0.05	0.6	1.2	8.4	70	24	40
	2		0.05	0.8	1.6	6.8	110	32	53
	3		0.10	0.8	1.9	8.3	130	19	32
	3		0.10	1.0	2.4	7.0	170	24	40
	4		0.16	1.0	2.7	8.2	190	17	28
	5		0.25	1.2	3.9	7.8	260	16	26
	6	2 or more runs	0.33	1.2	3.9	7.8	260	12	20
	6	2 or more runs	0.33	1.2	4.8	9.5	300	14	22
8	2 or more runs	0.58	1.2	4.8	9.5	300	8.5	14	
	1.5		0.02	0.6	1.0	7.0	60	50	83
	2		0.03	0.8	1.6	6.8	110	53	88
	3		0.05	0.8	1.9	8.2	130	38	63
	4		0.07	0.8	2.0	9.0	140	29	48
	4		0.07	1.0	2.6	7.5	180	37	62
	5		0.10	1.0	2.6	7.5	180	26	43
	6		0.15	1.2	3.5	7.0	240	23	38
	8	2 or more runs	0.26	1.2	3.7	7.5	250	18	30
	10	2 or more runs	0.40	1.2	5.0	10.0	320	12	20
	12	2 or more runs	0.58	1.2	5.0	10.0	320	9	15



# Tension en MIG/MAG



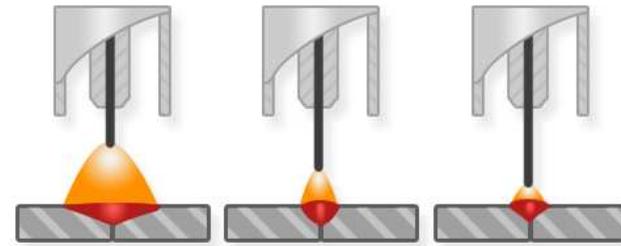
A vitesse de dévidage constante

## L'augmentation de la tension

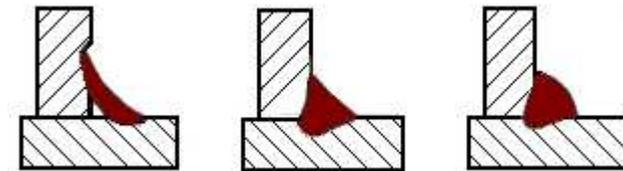
- Étend la longueur d'arc.
- Génère un bain de soudure plus chaud et plus large.
- Réduit la fréquence des courts-circuits en mode court-circuit (**short-arc**) (= gouttelettes plus larges).
- Produit plus de projections.

**Une tension trop basse engendre des projections.**

Tension élevée    Tension moyenne    Tension basse  
Arc long            Arc moyen            Arc court



Forme du cordon en soudure d'angle à plat



Soudure d'angle

Lors du soudage de pièces de fines épaisseurs, le soudage en court-circuit facilite de hautes vitesses de soudage, sans pour autant passer au travers de la pièce. Pour ce genre d'applications, il faut programmer une tension d'arc basse avec un arc stable (utiliser une fréquence de court-circuit élevée)





# TrueArcVoltage™ System



Le TrueArcVoltage™ System fonctionne lorsque des Aristo™ Mig ou des Origo™ Mig thyristorisés ou inverter sont utilisés avec des torches ESAB PSF ou MXH (torches MIG/MAG).

**Le TrueArcVoltage™ System mesure la tension d'arc sur l'embout de la torche** (au travers du fil) et non pas comme chez nos concurrents – à la source d'alimentation, au dévidoir ou à la connexion de la torche !

La torche PSF est isolée à son bout afin que la gaine guide fil soit isolée du fil...

## Avantages :

- Pour passer à des longueurs de torches/câbles différentes.
- Pour passer d'une torche usée à une torche neuve.
- Pour transférer des données de soudage d'un dévidoir à un autre.

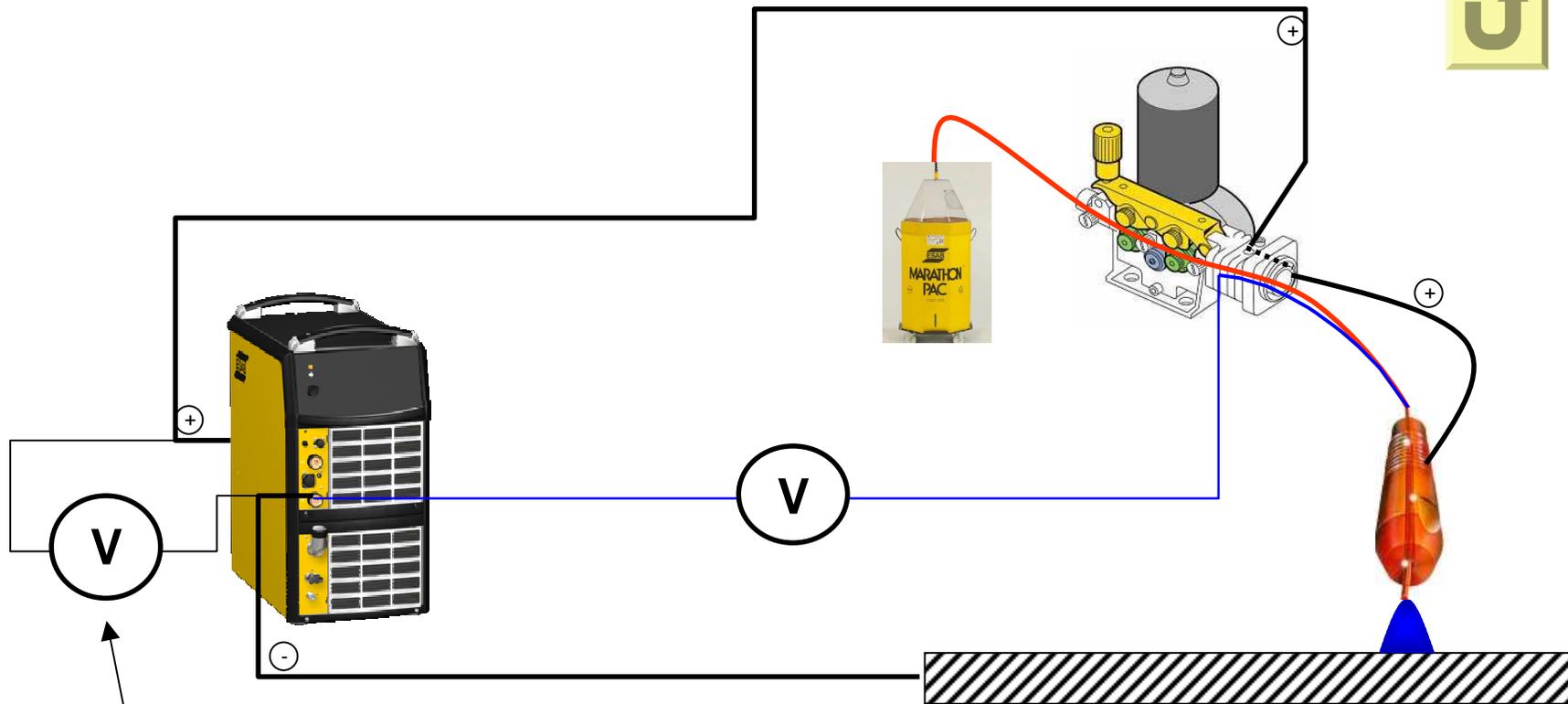


Voir le schéma représentant le TrueArcVoltage™ System





# TrueArcVoltage™ System



Tension de sortie à partir de la source d'alimentation

TrueArcVoltage™ opère une mesure entre :  
- L'extrémité de l'embout contact  
- Le conducteur de retour



## Vitesse de dévidage

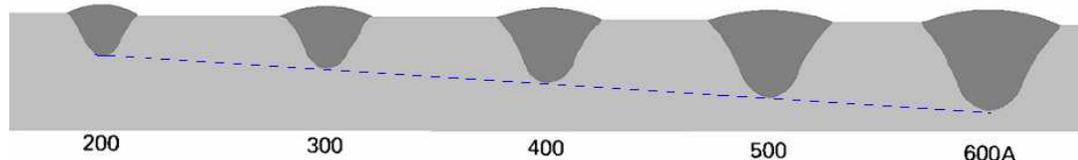
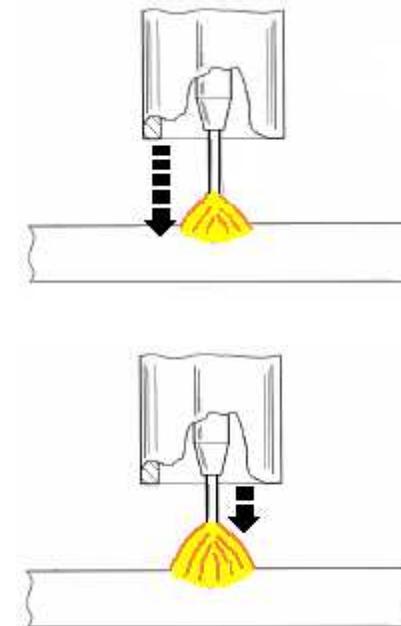
**Courant de soudage** – Le courant de soudage est toujours défini par le réglage de la **vitesse de dévidage**. La vitesse doit être réglée de manière à atteindre des niveaux de pénétration suffisants en fonction du type et de l'épaisseur des métaux à souder.

### Vitesse de dévidage élevée

- donne un arc plus court avec un courant plus élevé = vitesse de fusion plus élevée

### Vitesse de dévidage plus basse

- donne un arc plus long avec un courant plus bas = vitesse de fusion plus lente



*Courant augmenté (= vitesse de dévidage augmentée) pour une pénétration plus profonde*



# Inductance

L'inductance affecte le soudage en MIG/MAG lors d'un soudage en court-circuit.

*Lors d'un soudage en spray arc, l'inductance influence uniquement l'amorçage.*

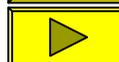
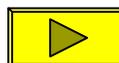
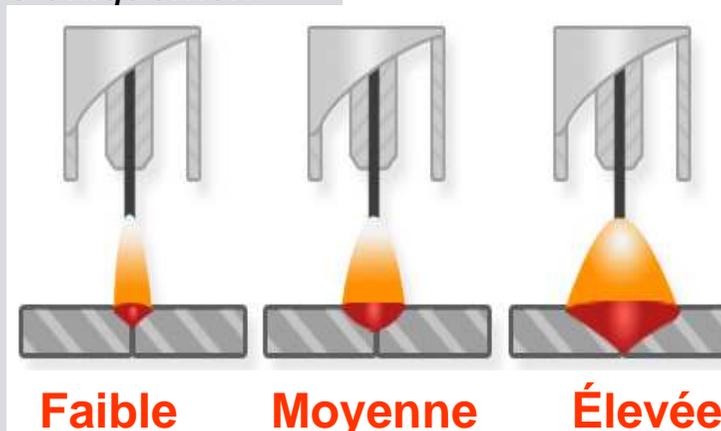
## Inductance faible :

- Un arc concentré et sec.
- Quelques projections supplémentaires.
- Pour le soudage de fines épaisseurs, à courant faible.

## Inductance élevée :

- Arc plus doux.
- Arc plus chaud.
- Bain de soudure plus fluide.
- Utilisé pour des fils de sections plus élevées.

*Une inductance trop élevée entraîne moins de courts-circuits, un arc instable et une tendance à crépiter avec de basses tensions d'arc.*



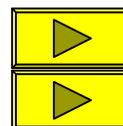


# Inductance

- Plus l'inductance est élevée et plus les fluctuations sont lissées et espacées.
- Plus d'inductance = davantage de pénétration.
- Le court-circuit génère de 50 à 200 courts-circuits par seconde.
- Une inductance élevée empêche le court-circuit d'être trop fort.
- Particulièrement important lors du soudage avec des fils de faible diamètre – faible inductance.
- Des fils plus gros nécessitent moins de courts-circuits - forte inductance.
- Sur les machines classiques, l'inductance est réglée par une bobine d'inductance sans possibilités de réglages.
- Les inverters utilisent des réglages électroniques à réglage fin.



*Sortir d'inductance sur un appareil MIG classique*



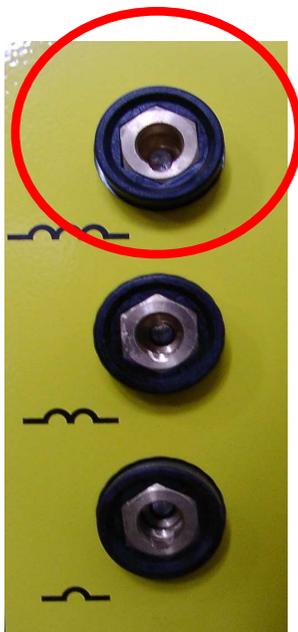


# Choisir la bonne inductance

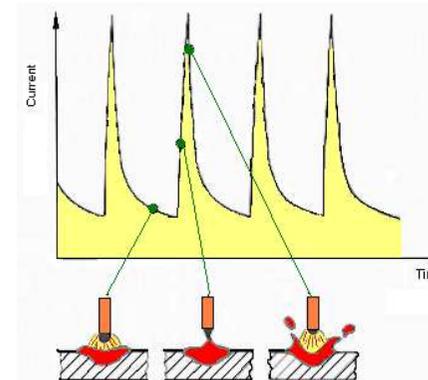
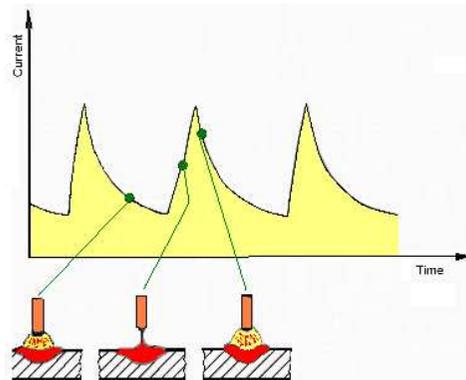


Conséquences du choix d'une faible inductance

Conséquences du choix d'une inductance élevée



Élevée ←	<b>Influence de l'inductance</b>	→ Faible
Élevé ←	Lissage du courant	→ Faible
Plus lent ←	<b>Stabilité du court circuit</b>	→ Plus rapide
Plus lent (trop lent) ←	<b>Détachement des gouttes</b>	→ Plus rapide
Moins ←	Projections	→ Plus
Plus fins ←	<b>Vagues du cordon Rippled seam surface</b>	→ Plus grossier
Faible ←	<b>Fréquence des court-circuits</b>	→ Elevée
Faible ←	Pression du bain de soudure	→ Plus élevée





## Les Avantages d'un réglage d'inductance en continu

Optimisez vos résultats de soudage :

- Soudure de meilleure qualité.
- Moins de besoins en parachèvement.

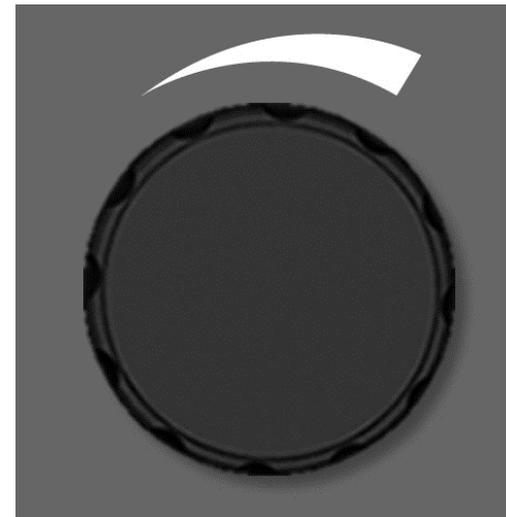


*Symbole de l'inductance*

Réalisez les ajustements nécessaire afin d'obtenir les réglages exactes pour :

- Une meilleure stabilité d'arc au départ.
- Une niveau de projections moindre.
- Une pression correcte dans le bain de soudure.
- Une pénétration correcte.

Activez la fonction et réglez votre valeur





# Gaz : soudage MIG/MAG

- MIG – Le gaz inerte est un gaz qui ne réagit pas en présence de métal fondu (l'argon et l'hélium en sont quelques exemples).
- MAG – Des gaz actifs sont utilisés pour le soudage : dans l'arc et dans le métal fondu. L'argon, qui contient une légère proportion de dioxyde de carbone ou d'oxygène est un exemple de gaz actif.

Pour davantage d'informations sur les gaz



Choisir son gaz .....



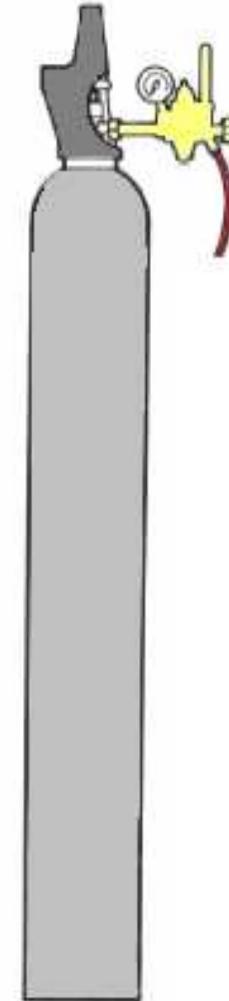
Pour des informations sur les débits de gaz



L'utilité d'un gaz de protection.....



Influence du type de gaz .....





# Choisir son gaz

- **L'aluminium** nécessite des gaz inertes tels que l'argon ou l'hélium voire un mélange des deux.
- **Les aciers inoxydables** - Un mélange d'argon avec un léger pourcentage de dioxyde de carbone (1 à 2%) ou d'oxygène est nécessaire pour le soudage de l'acier inoxydable.
- **Les aciers doux et faiblement alliés** peuvent être soudés au moyen d'un mélange d'argon et d'assez grandes quantités de dioxyde de carbone (5 à 25%) ou d'oxygène (5 à 10%). Ces mélanges gazeux sont considérés comme actifs, raison pour laquelle ce procédé est considéré comme un **procédé de type MAG**. De l'argon pur ne peut être utilisé pour le soudage de l'acier dans la mesure où l'arc devient trop instable.
- **De l'acier allié** peut être soudé en utilisant du **dioxyde de carbone** pur. - -  
Avantage : moins cher que les mélanges comportant de l'argon.  
Inconvénient : la vitesse de soudage est moindre, les paramètres de soudage sont plus difficiles à contrôler, les fumées et les projections sont plus nombreuses et il s'avère impossible d'obtenir un soudage en spray.
- **Soudage en pulsé** – Une quantité de dioxyde de carbone inférieure à 15% est recommandée en soudage pulsé.





# Débit de gaz

Le bon choix du gaz de protection et l'ajustement correct du débit de gaz sont particulièrement importants.

Un débit de gaz trop faible ne permettra pas de chasser l'air environnant correctement (schéma 1).

Par contre, un débit de gaz trop fort générera des turbulences. Dans ce cas, de l'air peut s'infiltrer dans l'arc (schéma 2).

Le débit est contrôlé au moyen d'un régulateur fixé sur la bouteille de gaz. Les valeurs recommandées pour le soudage de l'acier sont de 5 à 12 l/min pour un soudage en court circuit et de 12 à 20 l/min pour un soudage en pulvérisation axiale (spray arc welding).

Un petit débitlitre, installé sur la sortie de la buse à gaz (au bout de la torche) peut être utilisé pour vérifier que le débit de gaz passant dans la torche de soudage est suffisant.

Schéma 1 Un débit de gaz trop faible ne permet pas de chasser tout l'air environnant.

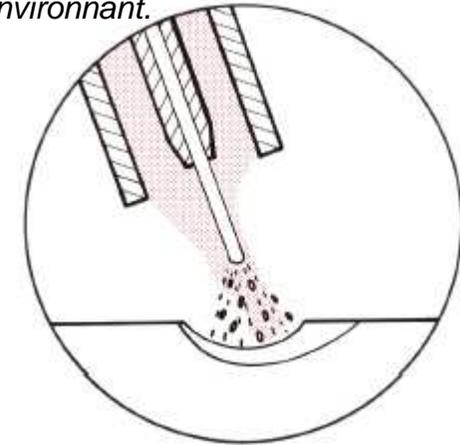
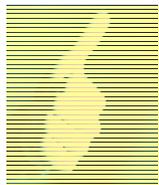
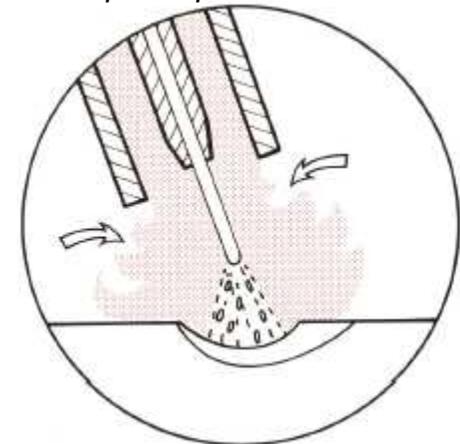


Schéma 2 Un débit de gaz trop élevé provoque des turbulences.



## *Practical tips:*

*For a coarse setting - use*

*= 10 times the electrode diameter - 1,2 mm wire - set gas flow at 12 l/min*

*= Gas flow in l/min as mm diameter of gas nozzle*



# Polarité - MIG/MAG

## Polarité inversée

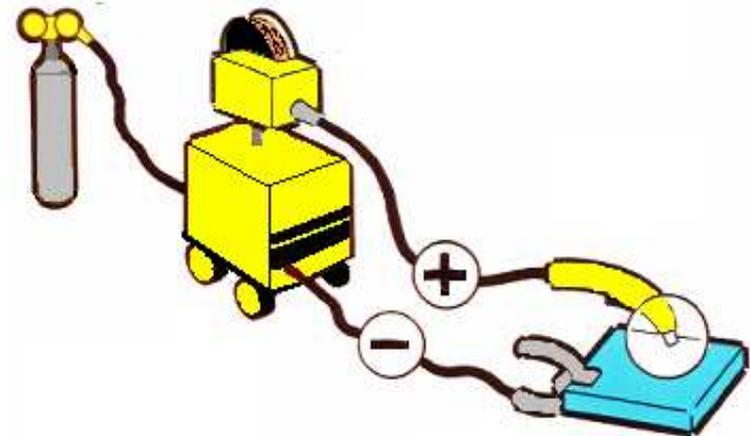
- Le système de dévidage/torche/embout contact est normalement connecté au pôle positif de la source d'alimentation et le métal à souder est quant à lui connecté au pôle négatif.
- L'amorçage de l'arc permet de boucler la boucle en refermant le circuit électrique.

## Polarité directe (utilisée pour certains fils fourrés)

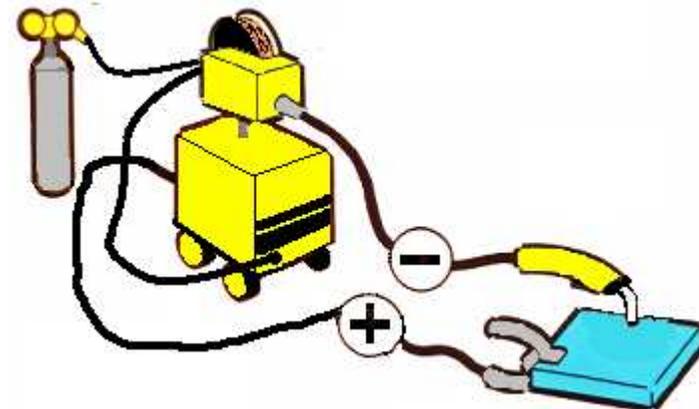
- Le système de dévidage/torche/embout contact est donc connecté au pôle négatif de la source d'alimentation et le métal à souder est connecté au pôle positif.
- L'amorçage de l'arc permet de refermer le circuit électrique.

*Certaines machines sont équipées d'un système électronique de commutation de polarité !*

## La polarité inversée est la plus couramment utilisée



## Polarité directe



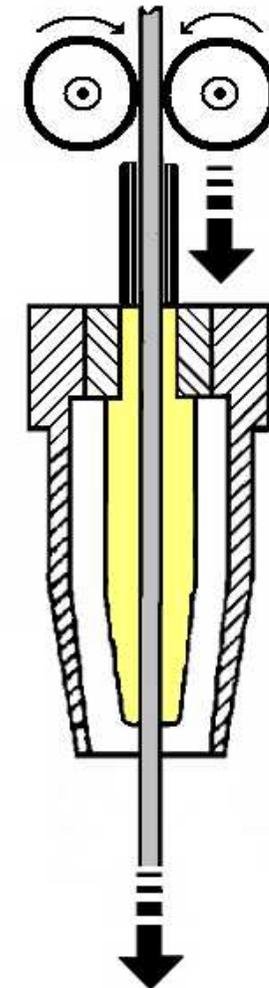


## Avance fil froid - MIG/MAG

L'avance fil froid active le dévidoir sans pour autant activer le gaz ou le système de soudage !

Permet le dévidage du fil à une vitesse pré réglée au travers de la gaine guide-fil lors du chargement d'une nouvelle bobine.

Le système demeurera actif aussi longtemps que le bouton correspondant sera pressé.



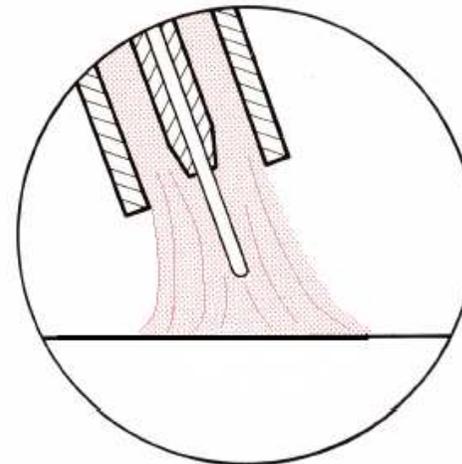
*Symbole de l'avance fil froid*





# Purge gaz - MIG/MAG

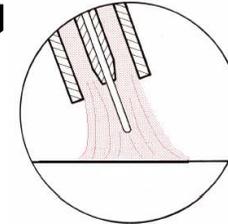
Le bouton de purge gaz est séparé et sert à vider la torche de tout l'air qu'elle contient, sans tension et juste avant de commencer le soudage. Peu fréquent.



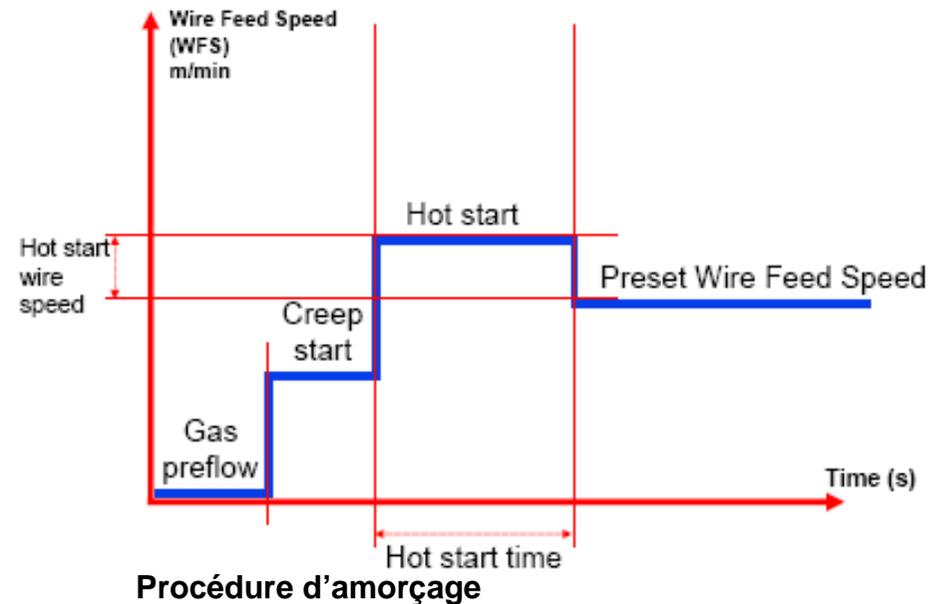
- Le temps d'écoulement est différent en fonction du type de torche.
- Une torche plus longue nécessite davantage de temps de nettoyage.



# Pré-débit de gaz - MIG/MAG



**Le pré-débit de gaz** est également utilisé pour nettoyer la torche en chassant l'air y étant resté, sans tension. Cette fonction est incluse dans chaque procédure d'amorçage.



- Le temps d'écoulement est différent en fonction du type de torche.
- Une torche plus longue nécessite plus de temps de nettoyage.



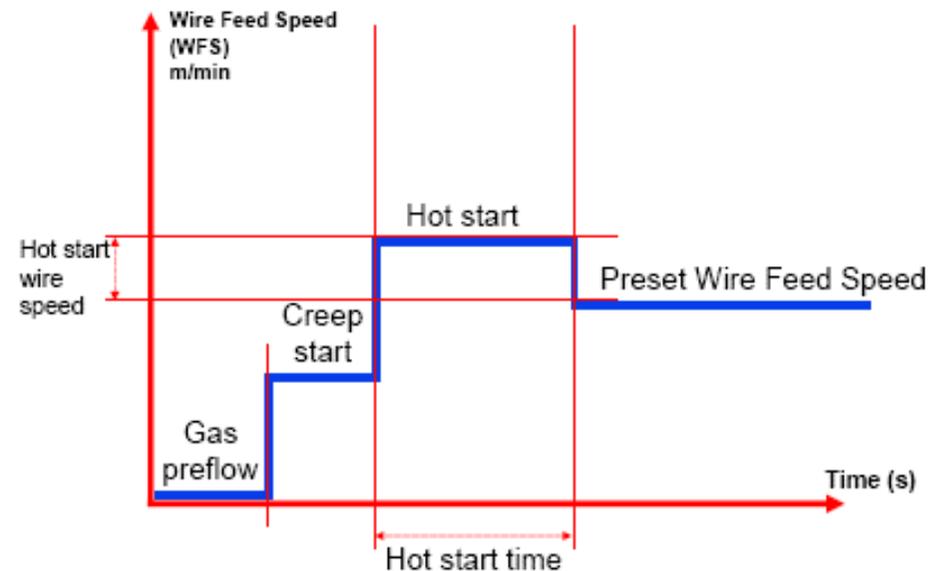
# Amorçage doux - MIG/MAG



L'amorçage doux permet de réduire la vitesse de soudage lors d'un amorçage.

En outre :

- Il permet de réduire les projections.
- Il permet d'obtenir un amorçage plus simple.
- L'amorçage doux peut être activée ou non. Lorsque cette fonction est activée, la vitesse de dévidage est généralement de 50% de la vitesse réglée avant que le fil entre en contact avec le métal à travailler.



*Symbole de l'amorçage doux*

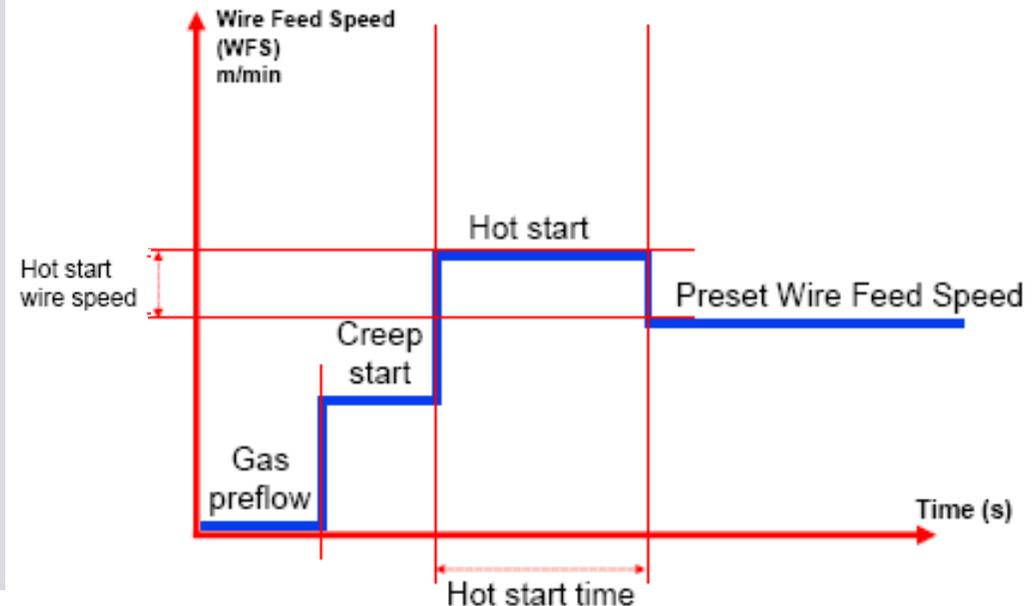


# Hot start - MIG/MAG

La fonction Hot start (surintensité à l'amorçage) permet d'augmenter momentanément la vitesse de dévidage du fil, après la mise en marche de l'amorçage du pré-débit gaz et de l'amorçage doux.

Le rôle du Hot Start est :

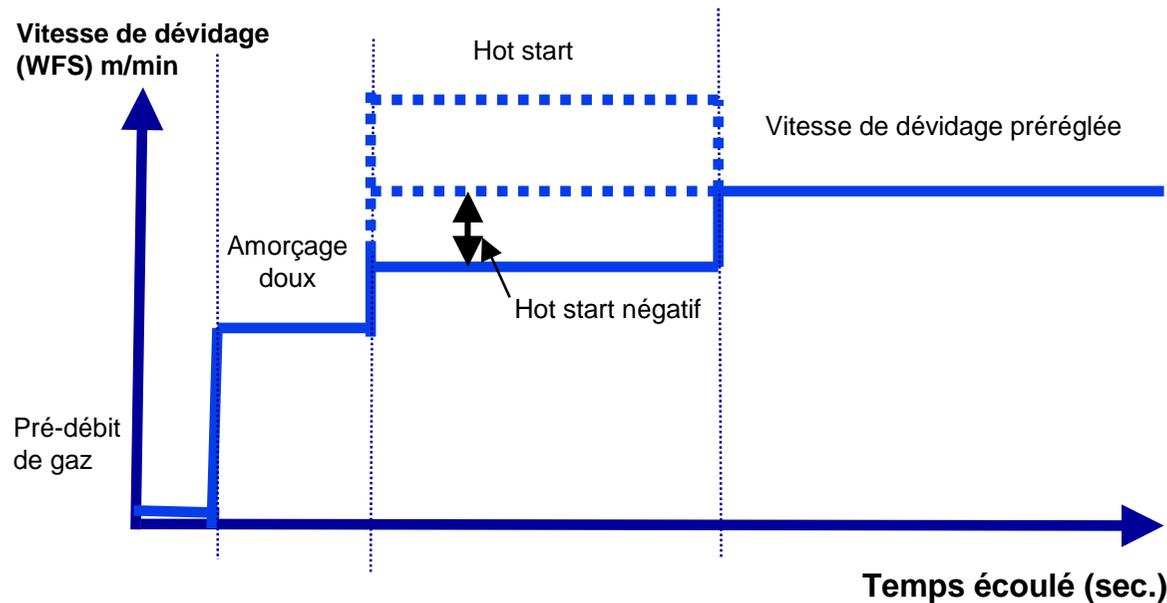
- ⇒ D'éviter un manque de fusion.
- ⇒ Permet d'amorcer sur la pièce.
- ⇒ Le préchauffage du métal à souder.
- ⇒ L'utilisation de 2 paramètres de réglage différents avec la commande à distance.
- ⇒ Avec l'U8, il est possible de régler un Hot start négatif, ce qui préchauffe le métal et permet un meilleur amorçage.



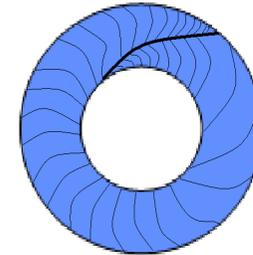


# Hot start avec des valeurs négatives

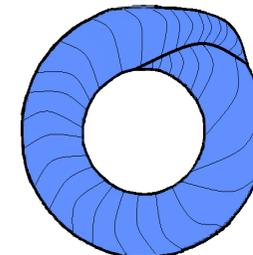
- Pour les tubes.
- Pour **amorcer** sur des soudures de pointage (**starting on tack welds**).
- Permet d'obtenir un amorçage plus doux.
- Moins de remontée d'arc vers la buse lors d'amorçages avec un ampérage élevé.  
(**Less nozzle burn back in starts with high Amps**)



Hot start avec des valeurs négatives



Hot start avec des valeurs positives

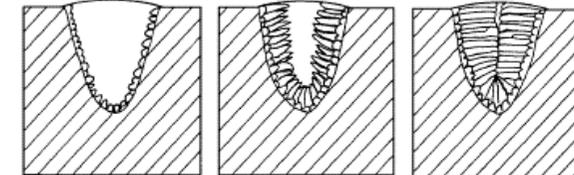




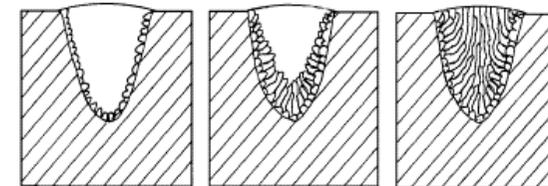
# Remplissage du cratère

Le remplissage du cratère correspond à une réduction du courant de soudage à la fin du soudage.

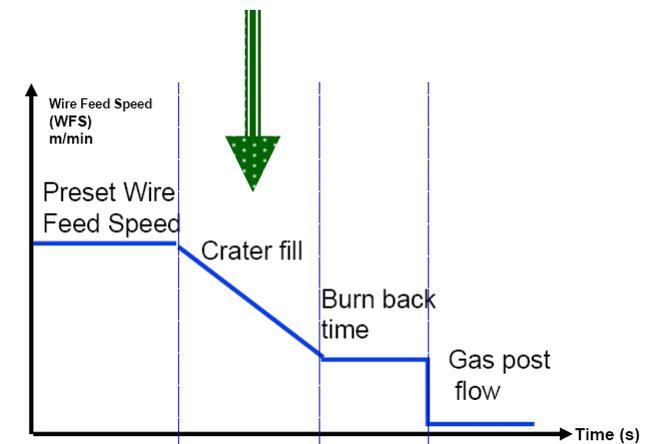
- Cela permet d'achever le soudage et la solidification en remplissant la soudure, sans laisser passer d'inclusions ou d'impuretés.
- Le remplissage du cratère évite également les fissures ou les cratères dus à la contraction de la soudure lorsqu'elle refroidit.
- En arc pulsé, le cratère se remplit en 1 à 1,5 s.
- En court-circuit, le cratère se remplit en 0,5 à 0,8 s.
- Les paramètres à prendre en considération pour le remplissage du cratère sont le temps de remplissage et la vitesse de dévidage finale. En mode non-synergique, la tension finale doit également être réglée.



*Interruption directe du soudage –  
Formation de fissures.*



*Interruption du soudage avec remplissage du  
cratère – Pas de fissures en formation.*

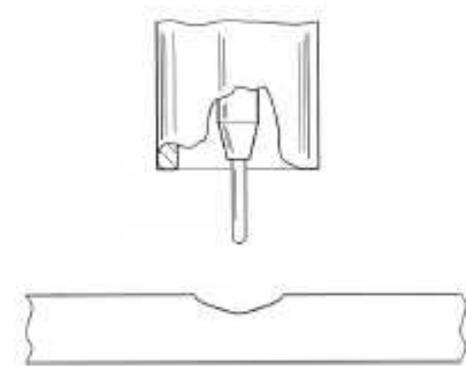




# Temps de remontée d'arc (*burn-back time*)

- Le temps de remontée d'arc est utilisé en MIG/MAG et sert à faire fondre le fil d'apport lorsque le moteur d'alimentation du dévidoir se met à l'arrêt.
- Le courant de soudage s'arrête plus rapidement que le dévidoir ne peut le faire.
- Sans de temps de remontée d'arc, la longueur de fil sera trop élevée.
- Il existe un risque de souder le fil dans l'embout contact si le temps de remontée d'arc est trop long.
- En plus du temps nécessaire à l'arrêt du moteur, le temps de remontée d'arc dépend également du type du métal d'apport utilisé, de son diamètre, de la vitesse de dévidage et du gaz de protection.

Le temps de remontée d'arc peut être ajusté à partir de tous les panneaux de commande AristoMig.



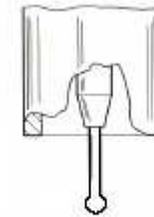
## Effet de pincement (*pinch-off pulse*)

Lors du temps de remontée d'arc (*burn-back time*), une gouttelette d'assez grande dimension peut se former en bout de fil et ensuite se solidifier.

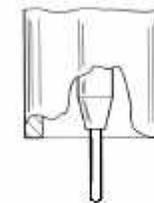
Cette situation figure rend le soudage souvent plus compliqué.

Les machines AristoMig fournissent un courant d'impulsion adéquat appelé effet de pincement voire *shake off* ou *pinch off pulse*. Avant l'extinction de l'arc, cette gouttelette peut être pincée, permettant ainsi un amorçage plus franc et un arc plus doux ne générant pas de projections.

Il s'agit d'un réglage inclus dans le logiciel et ne pouvant être modifié par l'opérateur. En revanche, l'Aristo U8 permet de programmer l'effet de pincement. L'effet de pincement de l'U8 est réglable sur une plage de 10 à 120%, par paliers de 1%. Après un reset, le tout se repositionne automatiquement à 60%. En mode pulsé, le soudage se termine toujours avec une dernière pulsation qui permet à la dernière goutte de se détacher du fil.



Une gouttelette de taille conséquente peut se former lorsque le soudage se termine.



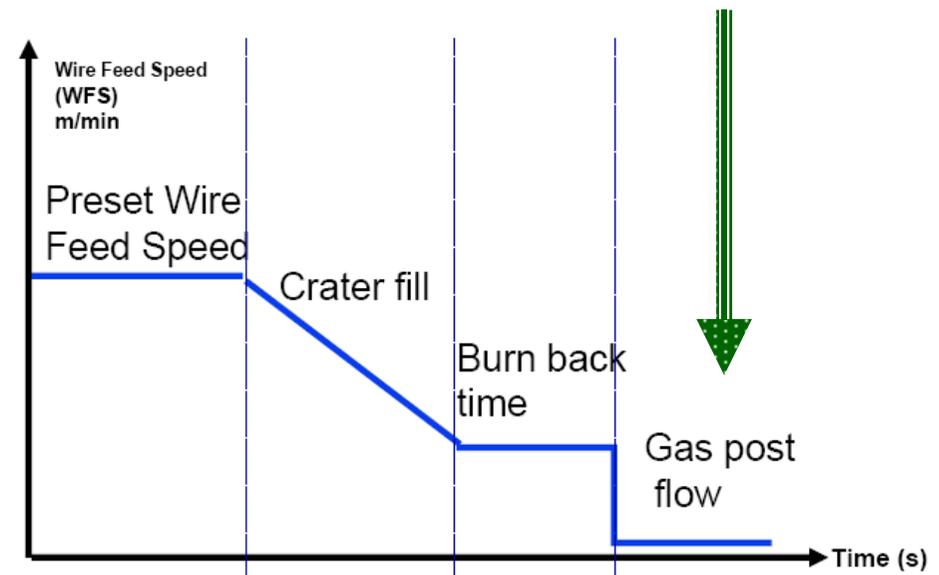
L'impulsion de courant fait se détacher la gouttelette avant que l'arc s'éteigne. Ceci va simplifier le réamorçage.



# Post-débit de gaz - MIG/MAG

**Post-débit de gaz** : Afin de protéger la soudure de toute oxydation, le gaz continue de se diffuser après l'arrêt du soudage.

- Le gaz continue de se diffuser jusqu'à ce que la soudure se soit suffisamment refroidie.
- Le réglage du temps de post-débit de gaz doit être réglé en fonction du type de métal et de la température de soudage.



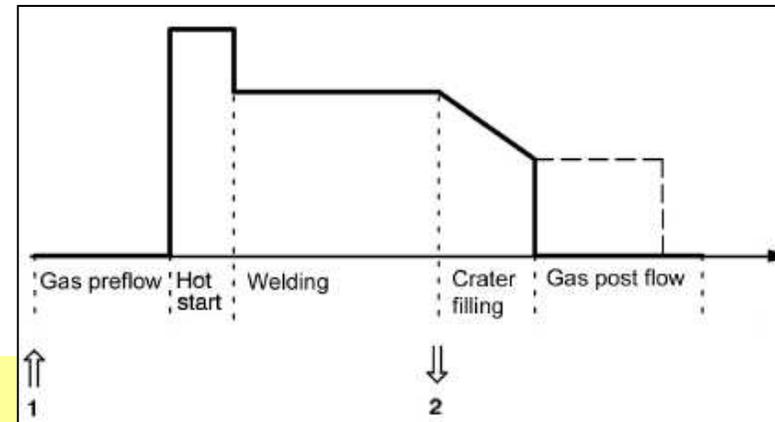


# MIG/MAG – Fonction 2 temps

2/4 temps – Permet de déterminer dans quelle mesure la gâchette de torche affecte les procédures d'amorçage et d'arrêt. Voici une description du **2 temps** : appuyer sur la gâchette pour amorcer le soudage et la relâcher pour l'arrêter.

## 2 temps :

- Appuyer sur la gâchette pour l'amorçage.
- Relâcher la gâchette pour arrêter le soudage.
- Ceci est la cas sur toutes les machines moins avancées techniquement.



## MIG/MAG 2 temps :

- Appuyer sur l'interrupteur de torche permet d'enclencher le pré-débit de gaz (1) et le soudage (Le Hot Start et le courant de soudage déterminent la vitesse de dévidage).
- Le fait de relâcher l'interrupteur (2) permet de commencer le remplissage du cratère et d'achever le soudage puis d'enclencher le post gaz.



Symbole du 2 temps

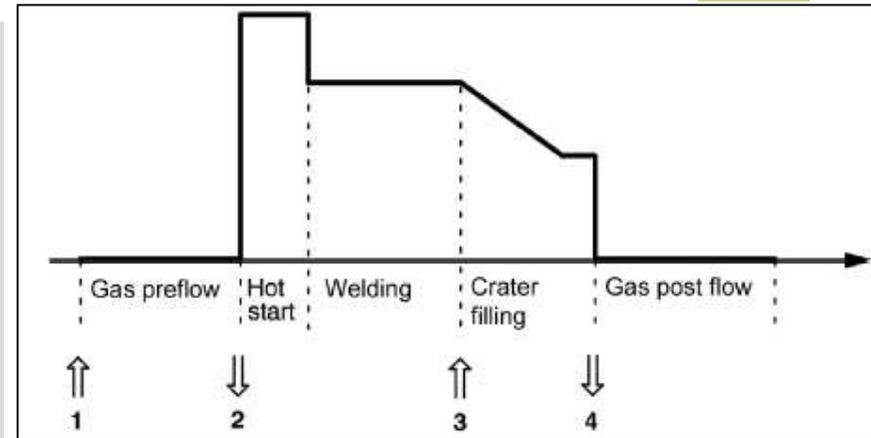


# MIG/MAG 4 temps

Pour du MIG/MAG, il est possible de choisir entre les fonctions MARCHE/ARRÊT 2 et 4 temps.  
Description du 4 temps :

## 4 temps :

- Appuyer sur la gâchette puis la relâcher afin de commencer le soudage.
- Appuyer sur la gâchette puis la relâcher afin de stopper le soudage.
- Permet à l'opérateur de ne plus appuyer sur la gâchette de torche en cours de soudage (pour éviter la fatigue).



## MIG/MAG 4 temps :

- Appuyer sur la gâchette de torche (1) et le pré-débit de gaz commence.
- L'arc démarre en relâchant la gâchette (2) au moyen du Hot start pré-réglé et du courant de soudage (déterminent la vitesse de dévidage).
- La fonction de remplissage du cratère peut être activée en appuyant de nouveau sur la gâchette (3).
- En relâchant de nouveau la gâchette (4), le soudage s'interrompt totalement et le post-débit de gaz débute.

## Symbole du 4 temps



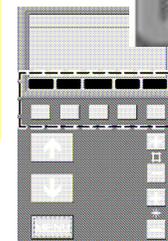
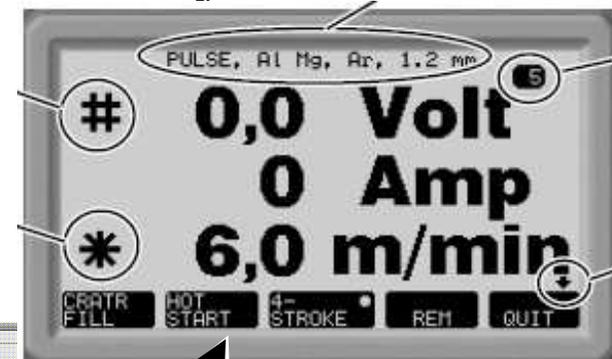


# Mode 4 temps (diverses fonctions Marche/Arrêt)

Sur l'AristoMig équipée du pupitre U8, le mode 4 temps peut être réglé en fonction des besoins de l'opérateur.

- Choisissez entre **trois modes d'amorçage différents**.
- Pré-débit de gaz prolongé
- Interruption de l'amorçage
- Hot start réglable
- Choisissez entre **deux modes d'arrêt**.
- Remplissage de cratère contrôlé, sans limites.
- Remplissage de cratère contrôlé avec valeur maxi...

- **MA4, MA6 et U6**
- Le mode marche/arrêt est réglé au moyen du logiciel ESAT. **Activate with soft panels on the "daily menu"**
- **Aristo Pendant U8**
- Le mode Marche/Arrêt se règle à l'aide du menu ... **The start and stop mode is set in the. Activate with soft panels on the "daily menu"**.



U8



# Vitesse de soudage

**La vitesse de soudage a un effet considérable sur la forme de la soudure et sur la pénétration.**

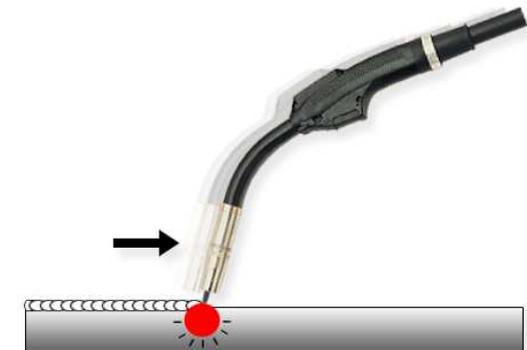
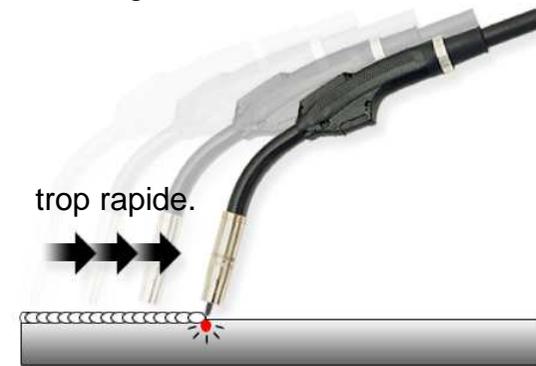
## **Vitesse de soudage trop élevée :**

- Engendre un apport d'énergie trop faible.
- La soudure est étroite et la pénétration est insuffisante.

## **Vitesse de soudage trop faible :**

- L'apport d'énergie et la quantité de métal en fusion est trop élevée.
- Le bain de fusion est trop vaste et une zone trop étendue est affectée par la chaleur.

Soudage en arrière **Backhand welding.**





# Angle de torche MIG/MAG

en fonction des configurations de soudage



L'angle de la torche de soudage (sens longitudinal) dépend de la position de soudage.



*Un angle normal de soudage ne doit pas excéder 15°*

Lors d'un soudage en tirant, la torche est inclinée vers la soudure finale.

Apporte une chaleur considérable au bain de fusion pour une plus grande pénétration, moins de projections et une meilleure stabilité d'arc.

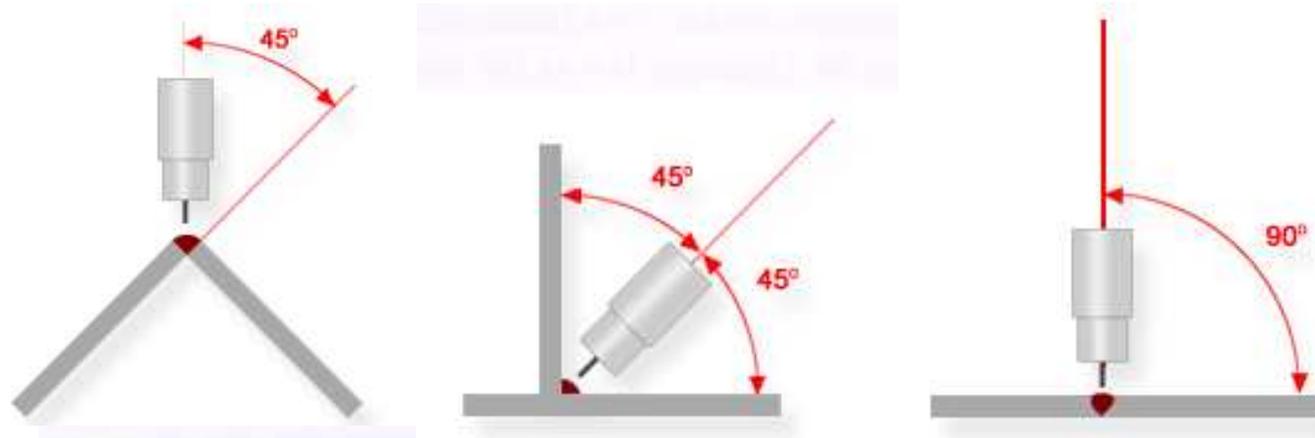
Le soudage en tirant est la méthode la plus utilisée. Par exemple pour le soudage d'aciers épais ou d'épaisseur moyenne.

Le soudage en poussant est utilisé par exemple pour le le soudage de l'aluminium. A une capacité à combler les espaces séparant les tôles, les lignes de soudure plus larges et un bas niveau de pénétration comparé au soudage en tirant.



# Angles de torche MIG/MAG

en fonction du métal à souder



**L'angle de la torche de soudage par rapport au métal à souder a un effet déterminant sur la forme de la soudure et sur la profondeur de pénétration.**

Le schéma ci-dessus montre les angles de torche appropriés, perpendiculaires à la direction de la soudure, pour différents types de joints. Ce schéma montre également comment la torche devrait être maintenue en fonction des types de joints à réaliser.



# Stick-out : distance embout contact-pièce

La distance embout contact-pièce est contrôlée par l'opérateur, en changeant la position de la torche en fonction de la pièce à souder.

- Une plus grande distance augmente la résistance électrique et le fil se trouve chauffé.
- Ceci a également une influence sur le courant de soudage et sur la tension : des taux de métal déposé, de pénétration et une stabilité d'arc différents.
- Un plus grand *stick-out* donne moins de courant, une tension plus forte et une baisse d'apport d'énergie.

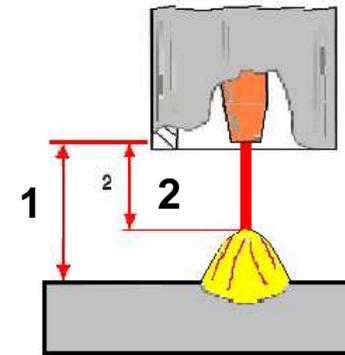
La distance doit rester constante lors du soudage. Dans le cas contraire, il peut en résulter des variations de courant, des projections et un apport d'énergie variable.

N.B.! Le QSet d'ESAB maintient la tension de short arc indépendante du *stick-out*!

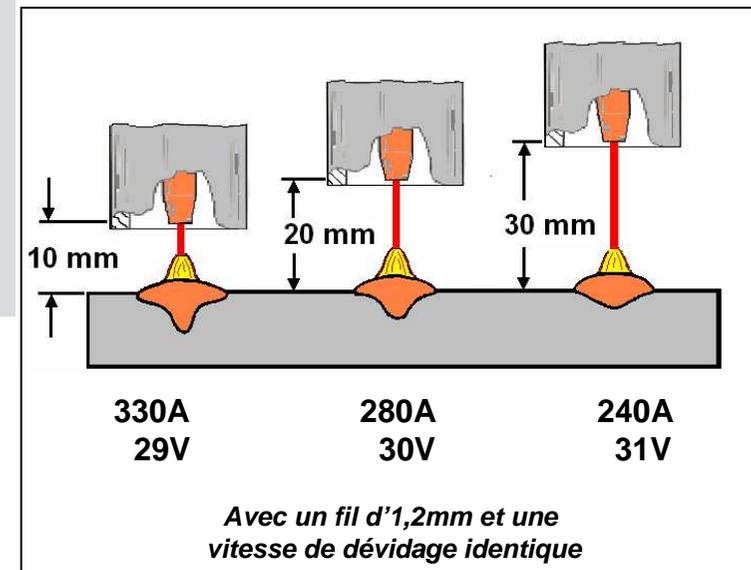


## Conseil pratique:

La distance correcte est d'environ 8 fois le diamètre de fil soit entre 10 et 20 mm en fil plein et entre 15 et 25 mm en fil fourré.



1. Distance embout contact-pièce
2. Distance de fil sortie

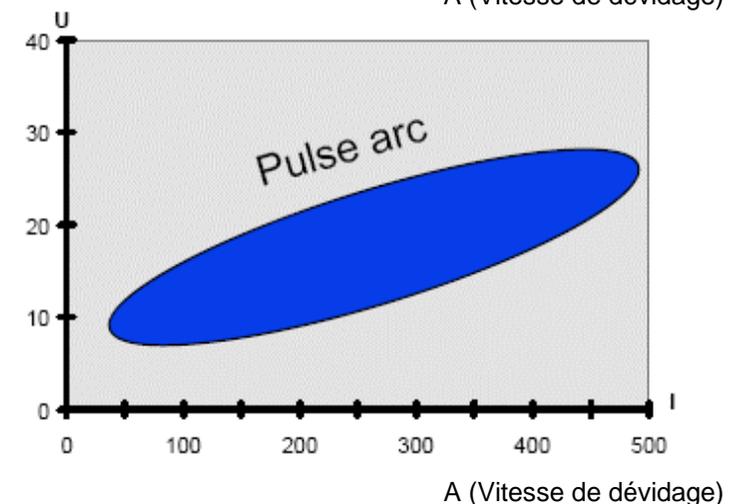
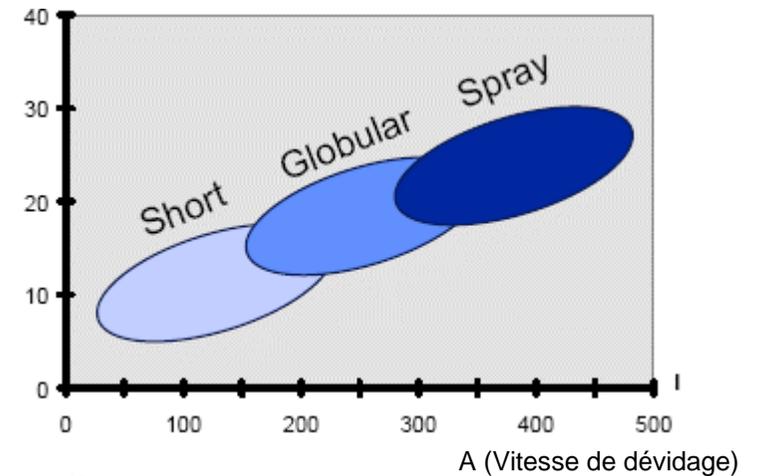




# MIG/MAG - Pulsé

Supprime les problèmes classiques rencontrés entre le court-circuit et le soudage en spray

- ▶ Généralités
- ▶ Avantages
- ▶ Inconvénients
- ▶ Soudage en synergique pulsé
- ▶ Réglages et valeurs du pulsé avec le pupitre U8
- ▶ Designations MIG MAG pulsé
- ▶ Step down pulse
- ▶ Présentation du pulsé Aristo 2000



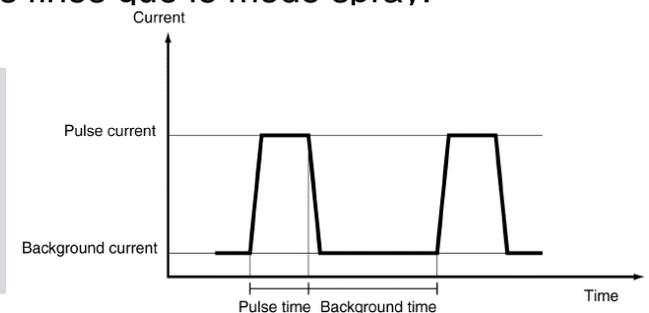


# Généralités sur le soudage en MIG/MAG pulsé

- Supprime les problèmes classiques rencontrés entre le court-circuit et le soudage en spray.
- Principalement utilisé pour le soudage de l'aluminium et de l'acier inoxydable.
- Peut être également utilisé sur de l'acier au carbone.
- La technique de pulsé contrôle les gouttelettes en fusion au moyen d'impulsions (approximativement 30 à 300Hz)
- Étend le soudage en spray... et permet de souder des épaisseurs plus fines que le mode spray.
- Il s'agit d'un procédé stable et sans projections.

## Le pulsé sert à 2 choses :

- Apporte de la chaleur/ de l'énergie à la soudure
- Libère une seule gouttelette de métal en fusion à chaque impulsion.



- ⌘ *Si la vitesse de dévidage est plus élevée, la fréquence de pulsation doit l'être aussi (conserve le volume de chaque gouttelette).*
- ⌘ *Entre chaque pulsation, l'arc est conservé au moyen d'un courant faible.*
- ⌘ *L'amplitude des pulsations doit être élevée mais le courant (apport d'énergie) doit demeurer bas.*



# Avantages du soudage MIG/MAG pulsé

- Système sous contrôle total – sans projections.
- Pas de meulage nécessaire pour un temps de production moindre, moins de bruit et de vibrations.
- Permet d'étendre les avantages du spray à des paramètres de soudage moins élevés.
- Rend possible le travail de pièces fines et le soudage en position.
- Un arc en spray pulsé peut être utilisé pour obtenir une meilleure pénétration.
- Soudage stable même avec du fil plus gros (un avantage avec du fil en aluminium).
- Le pulsé évite la surchauffe de la pièce. Les niveaux de fumées émises sont également moindres.



New step down pulse improves performance





# Inconvénients du soudage MIG/MAG pulsé

- Une productivité plus faible qu'avec du soudage en pulvérisation axiale (spray arc).
- Vitesse de dévidage plus faible car utilisation de fils plus gros à cause d'un plus grand apport d'énergie (*comparé au court-circuit*).
- Choix des gaz limité. La concentration en Ar/CO2 ne doit pas être trop élevée (*max. 80/20*).
- Le pulsé peut être effectué avec des tuyaux d'un maximum de 15 mètres. *Ces restrictions sont dues aux lois de la physique (l'inductance du câble modifie l'onde du pulsé). De bons câbles de masse et de soudage ainsi que de bonnes conditions peuvent permettre d'utiliser des câbles de 35m avec d'excellents résultats !*





## Caractéristiques MIG/MAG en synergique pulsé, avec les panneaux de commande Aristo MA6, U6 et U8

Il peut s'avérer difficile d'obtenir les paramètres corrects de pulsé.

Les panneaux de commande **MA6 et U6** permettent de régler tous les paramètres de soudage en MIG/MAG pulsé, grâce aux caractéristiques de synergie automatique.

Avec l'**U8**, il est possible de choisir entre les réglages synergiques ou les réglages manuels. En synergique (réglage automatique), il est possible de choisir et de régler les éléments suivants :

- Procédé de soudage.
- Type et le diamètre de fil.
- Type de gaz.
- Vitesse de dévidage.
- *Fonction synergique disponible sur l'U8.*

Les caractéristiques suivantes sont réglées automatiquement :

- Tension d'arc.
- Courant de fond.
- Temps de courant de fond (fréquence du pulsé).
- Courant pulsé.
- Temps de pulsation.
- Pente des flancs de l'onde.
- Paramètres des régulateurs  $K_a$  and  $K_i$ .

Dan Erlandsson 2007

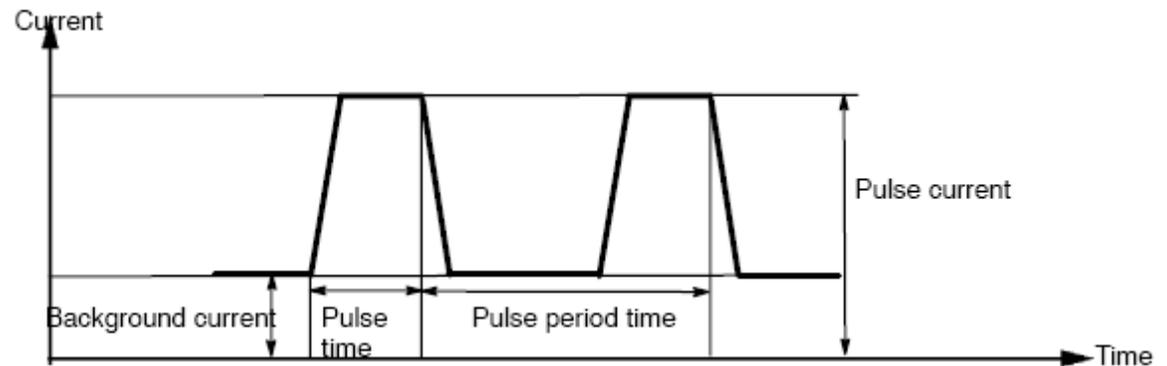
ESAB AB Welding Equipment AB, Laxå, Sweden





# MIG/MAG pulsé – Réglages et valeurs avec le pupitre U8

<b>Réglages</b>	<b>Plage de réglage</b>	<b>Par paliers de</b>	<b>Réglage par défaut</b> (valeurs après reset/réinitialisation)
Tension d'arc	10-50	0,25	
Courant de fond	4-300A	1A	52A
Temps de courant de fond			
Courant pulsé	100-600A	4A	476A
Temps de pulsé	1,7 - 25,5 ms	0,1 ms	2,2 ms
Fréquence du pulsé <i>(temps du courant de fond)</i>	20 - 312 Hz	2 Hz	96 Hz
La pente des flancs de l'onde	1-9	1	9
Paramètres du régulateur $K_a$	0 - 100%	1	13%
Paramètres du régulateur $K_i$	0 - 100%	1	0%





# MIG/MAG pulsé : termes à savoir

## Background current

The lower of the two current values in the event of pulsed current. Only applies for MIG/MAG welding with pulse.

## Slope

Slope means that the pulse current rises/falls slowly to the set value. The slope parameter can be set in nine steps, with each step corresponding to 100  $\mu$ s.

Slope is significant with respect to sound. A steep slope generates a higher, sharper sound. A slope that is too gentle can in the worst case, affect the pulse's capacity to cut off the droplet.

## Pulse frequency

Time for background current, which, along with the time for pulse current, gives the pulse period.

## Pulse time

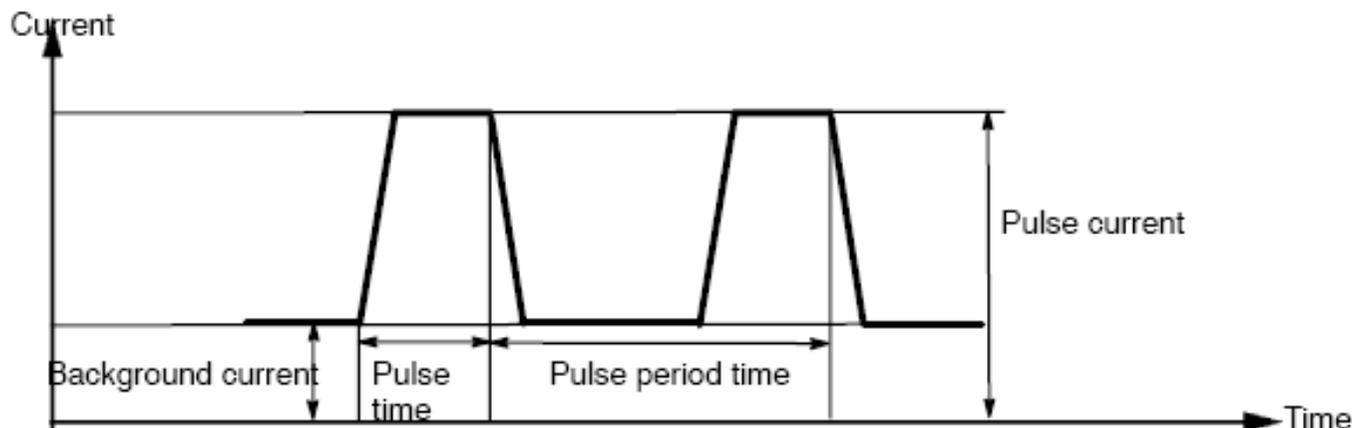
The time the pulse current is *on* during a pulse period.

## Pulse current

The higher of the two current values in the event of pulsed current.

**Ka** Ka is the proportional element and corresponds to the regulator's amplification. A low value means that the voltage is not maintained at a constant level as precisely.

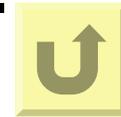
**Ki** Ki is the integrating element that attempts in the longer term to eliminate an error. Here too, a low value will produce a weaker regulatory effect.





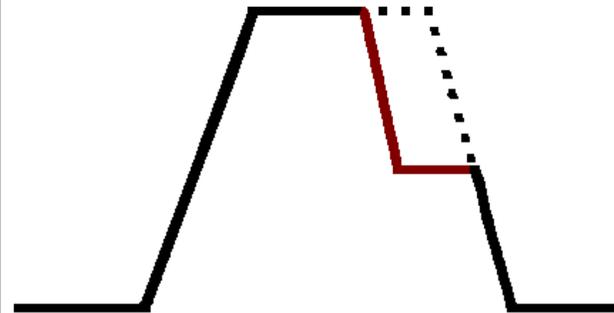
# Pulsé avec décrochage par pallier -

*Step down pulse*



Avantages :

- Transfert de gouttelettes plus sûr.
- Arc stable.
- Moins de projections.



*Très avantageux avec des paramètres peu élevés et avec un fil de plus gros diamètre (ex : soudage de pièces fines avec un fil d'aluminium de 1,2 mm).*

*Plage de travail élargie -*

Désormais sur l'AristoMig 3000i mais bientôt disponible sur tous les logiciels



# Soudage MIG/MAG par points

**Le soudage par points simplifie le rapprochement de deux pièces fines.**

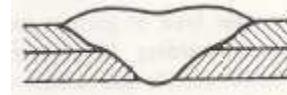
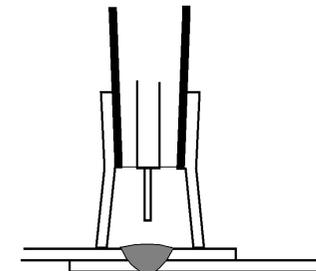
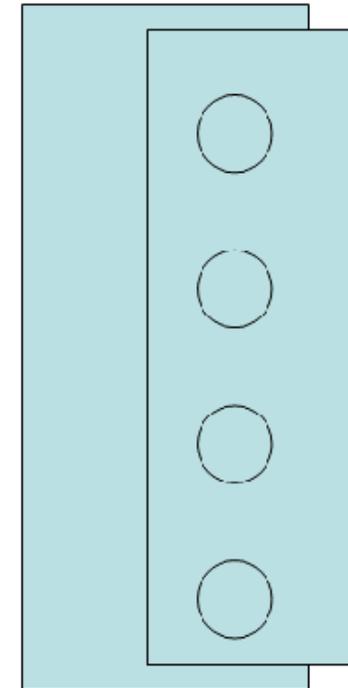
- Le soudure est faite pour joindre deux pièces au moyen d'une soudure circulaire sur un point.
- Le soudage par point est doté d'un apport d'énergie plus faible et engendre moins de déformations qu'avec une soudure en continu.
- Simple à réaliser.
- Plus simple de souder de plus fines épaisseurs.

Technique très courante sur les chaînes de montage et pour de la réparation.

*La source d'alimentation est réglée avec les paramètres adéquats pour de bonnes soudures.*

*Le temps est réglé pour déterminer pendant combien de temps le soudage restera actif afin de joindre correctement les deux pièces.*

*Le temps de réglage prend généralement de 0 à 25 secondes.*





# MIG/MAG synergique

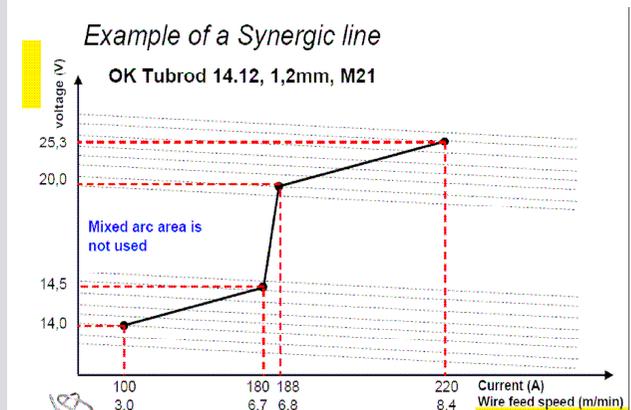
*Le fonction synergique ou synergique MIG/MAG sert à définir un bon équilibre entre différents réglages. En modifiant la vitesse de dévidage, tous les autres réglages se modifieront également en fonction d'un certain type de fil, de diamètre et de gaz.*

*A chaque type de fil, de diamètre et de combinaison de gaz correspond une ligne de synergie spécifique.*

*Cette liaison entre réglages est spécifiée dans chaque ligne de synergie. Il s'agit d'une courbe représentant les principaux paramètres en relation directe avec la vitesse de dévidage.*

*Un seul changement dans la vitesse de dévidage et les autres valeurs suivront.*

*L'opérateur va, grâce à cela obtenir les paramètres optimum plus simplement et plus rapidement.*





# QSet™

- ▶ Soudage en court-circuit : théorie
- ▶ Réglages classiques en court-circuit
- ▶ Fréquence du court-circuit en court-circuit
- ▶ Les principes du court-circuit
- ▶ Inductance en court-circuit
- ▶ Les secrets du QSet™
- ▶ La commande QSet™
- ▶ Panneau de commande MA23a
- ▶ QSet™ en action
- ▶ QSet™ : avantages
- ▶ Arc rapide (**Rapid arc**)
- ▶ Résumé

QSet™ disponible avec :

Origo™ Mig C3000i MA23A  
*Un inverter MIG/MAG inverter de 300A avec un dévidoir intégré.*

Mig 3000i et  
Origo™ Feed L3004 MA23A  
*Un inverter de 300A avec dévidoir séparé pour des torches refroidies par air ou par eau.*

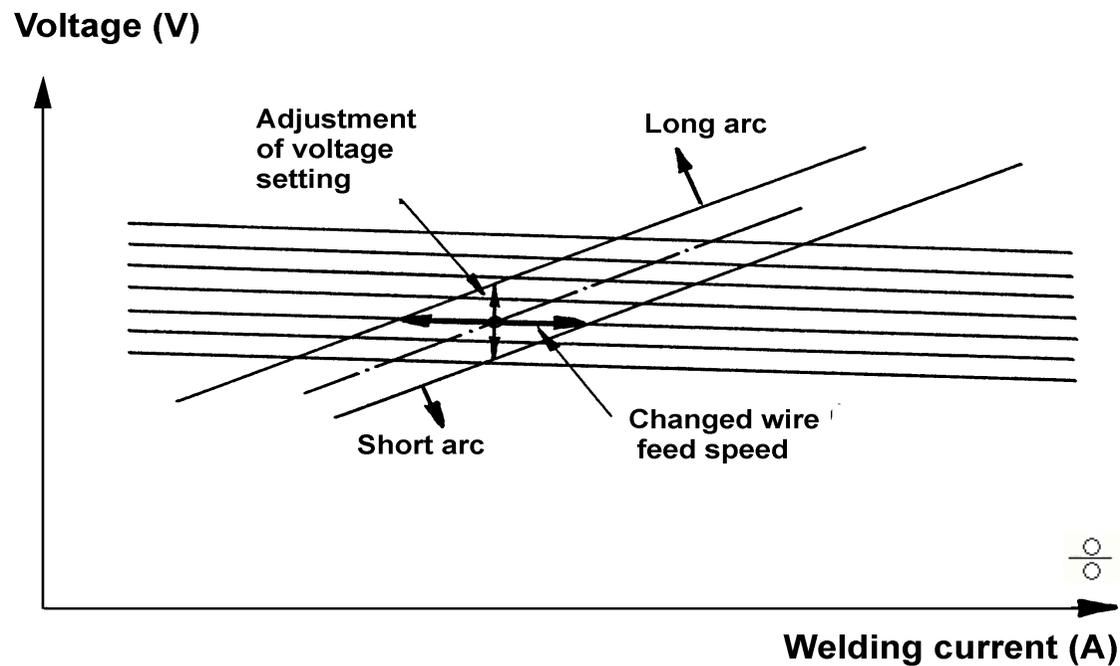


**As good a welder as you are  
this will make you better**



# Soudage en court-circuit (Short arc welding)

- Lors du soudage MIG/MAG en court-circuit, il est très important d'obtenir un bon équilibre entre la vitesse de dévidage et la fusion du fil.
- La précision de réglage de la vitesse de dévidage et de la tension d'arc offre de bons résultats en soudage court-circuit.



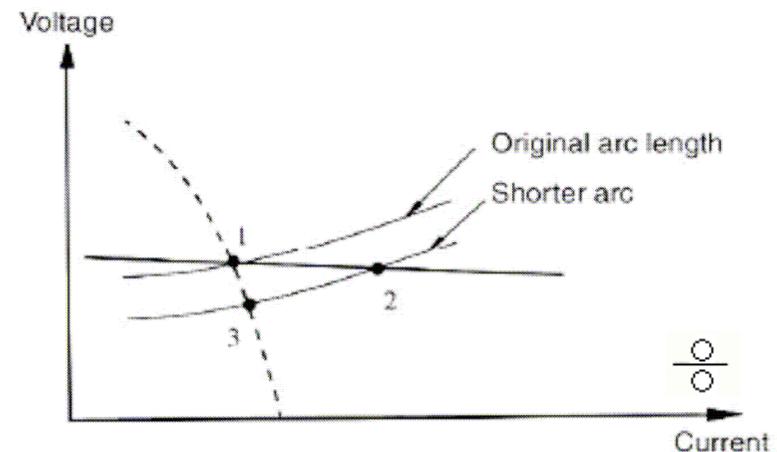


# Réglages classiques en Court-circuit

Grâce à son expérience, un opérateur qualifié va choisir une vitesse de dévidage, une tension, effectuer les ajustements nécessaires et tester le tout jusqu'à ce qu'il obtienne les réglages adéquats.

De nouveaux réglages doivent être effectués en fonction :

- De la position de soudage.
- De l'épaisseur d'une pièce.
- Du type de fil.
- Du gaz de protection.



Les réglages permettent au court-circuit de s'auto-ajuster à une fréquence bien spécifique, garantissant ainsi un certain rapport entre le temps de court-circuit (**short-circuit time**) et le temps d'arc (**arc time**).

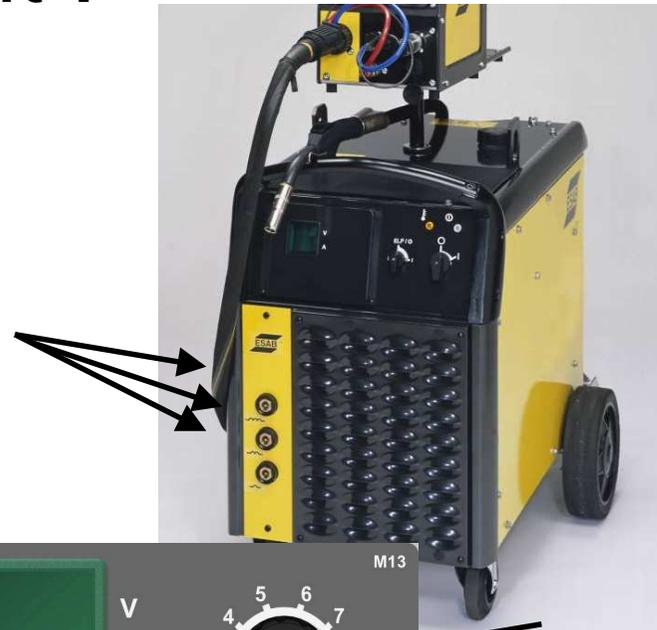
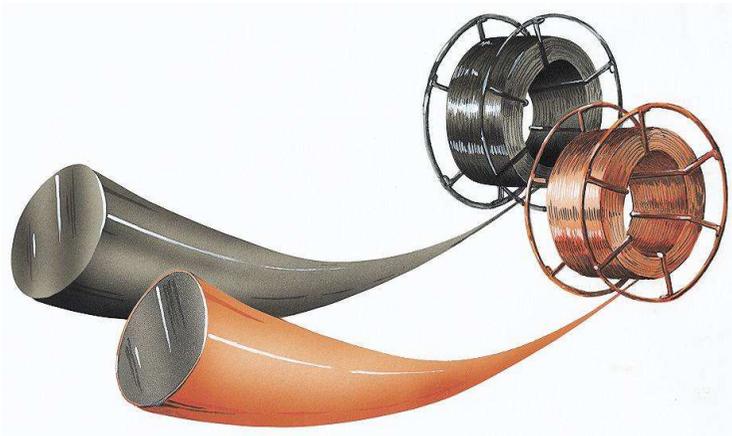


# Soudage en court-circuit :

## Fréquence du court-circuit

La fréquence du court-circuit dépend :

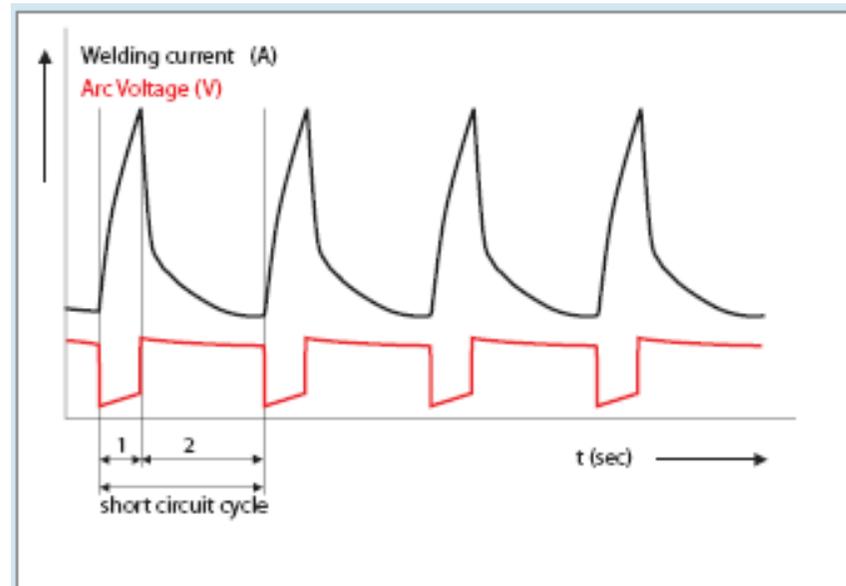
- du type de gaz.
- du type de matériau à souder.
- du diamètre de fil.
- de la tension d'arc.
- de la vitesse de dévidage.
- de la valeur de l'inductance.
- du *stick-out*.



Chaque combinaison offre une fréquence de court-circuit bien spécifique.



# Le court-circuit



Le court-circuit comporte :

## 1: Le temps de court circuit (*Short-circuit time*)

Au moment où le court-circuit atteint le fil, l'intensité du courant augmente et la tension d'arc tombe à son minimum. Une gouttelette va se détacher.

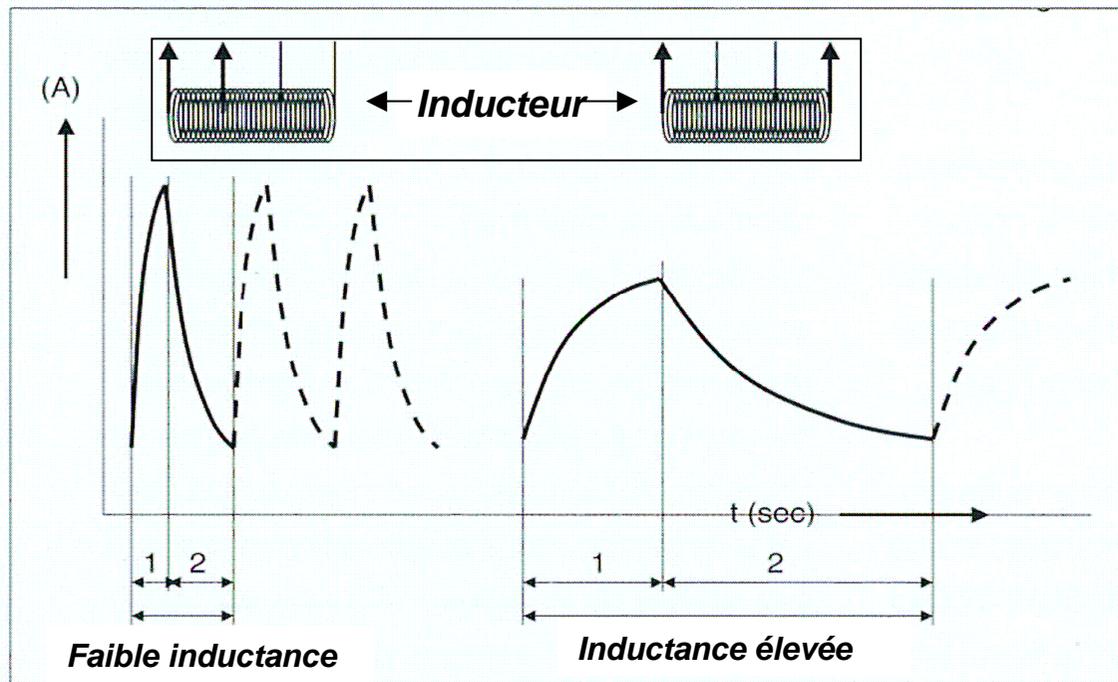
## 2: Le temps d'arc (*Arc time*)

Dès que la gouttelette se détache, l'arc se reforme de nouveau et continue de faire entrer le fil en fusion. Une autre gouttelette commence à se former. L'intensité du courant diminue et la tension d'arc augmente jusqu'à ce qu'un court-circuit se produise de nouveau.



# Court-circuit - Inductance

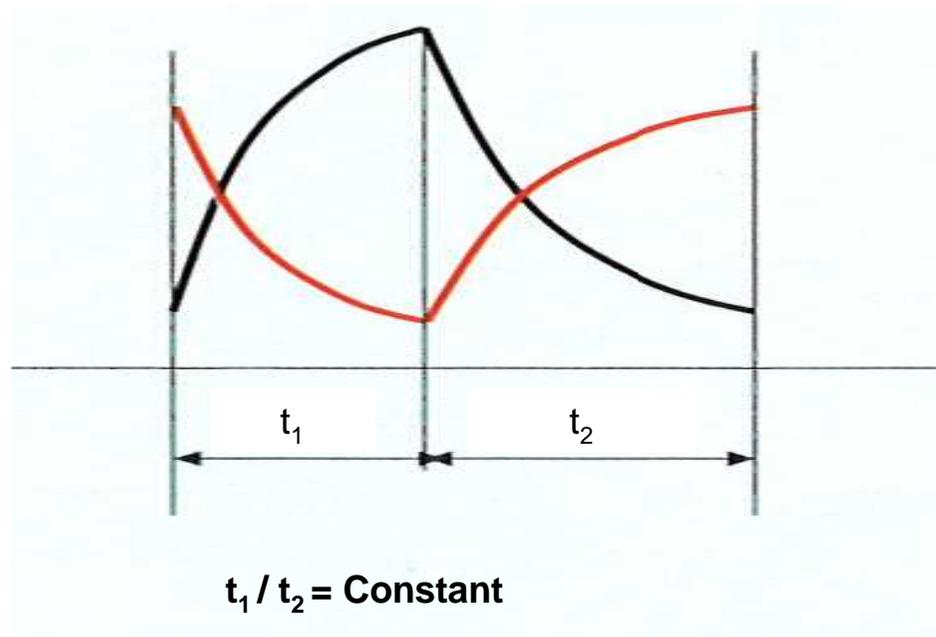
- Au-delà du bon choix de la vitesse de dévidage et de la tension d'arc, la valeur d'inductance détermine la fréquence du court-circuit et l'apport de chaleur vers la pièce.
- **Une faible inductance** débouche sur une fréquence plus élevée des courts-circuits avec un temps d'arc relativement court, offrant un **bain de fusion « froid »**.
- Une **inductance élevée** implique un temps d'arc plus long. La fréquence du court-circuit diminue et engendre un **bain de fusion plus chaud**.





# Les secrets du QSet™

- Au cours d'une phase de court-circuit stable, le rapport entre le temps de court-circuit (*short-circuit time*) et le temps d'arc (*arc time*) demeure dans une plage étroite
- Le QSet™ maintient ce rapport constant tout en ajustant la tension en continu.
- Ce système rend la phase de soudage stable et assure des soudures optimales.

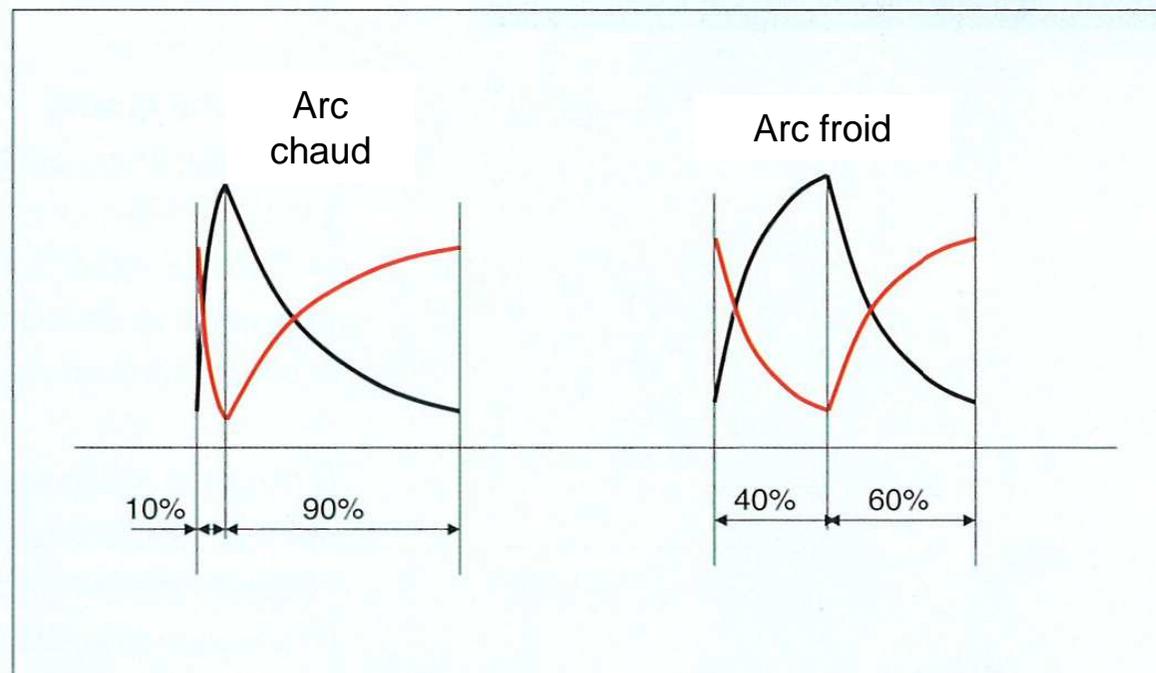




# La commande QSet™



- Grâce à la commande QSet™, il est possible **d'ajuster le rapport entre l'arc et le temps de court-circuit (*short-circuit time*)** dans le but d'obtenir un arc ou plus froid ou plus chaud. Ceci va **modifier également la longueur d'arc**.



*La fréquence du court-circuit est réglée par l'inductance.*



# Qset™ – Réglages sur le panneau de commande MA23A

La LED montre que le Qset™ est en marche

Réglage de l'inductance = fréquence des courts-circuits

MA23A

Sert à régler la valeur du Qset™. Tourner la commande vers la droite pour plus de chaleur.

Sert à régler la vitesse de dévidage

● V  
● QS  
● A  
● φ  
● %  
● S

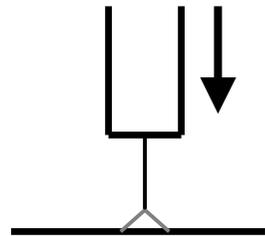
1 ● 2 ● 3 ●

The image shows a control panel for a welding machine, model MA23A. It features a central digital display showing '0.00' and '0.00'. To the left of the display are several indicator lights and buttons, including a 'Qs' indicator and a 't' button. To the right of the display are two large rotary knobs. The top knob is labeled 'MA23A' and is used for adjusting the Qset value. The bottom knob is used for adjusting the wire feed speed. The panel also has three buttons at the bottom labeled '1', '2', and '3', each with a green LED indicator.

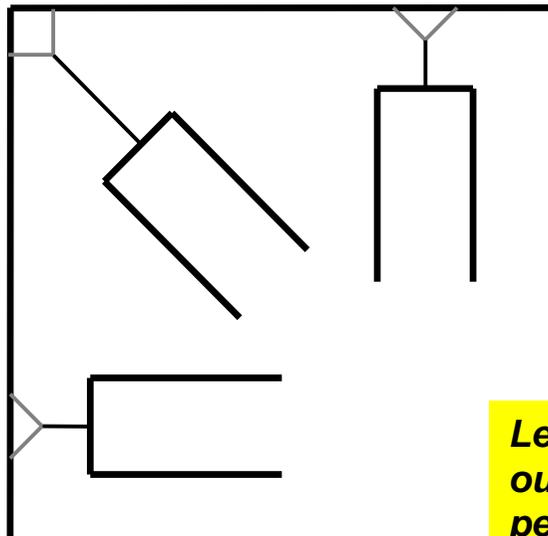


# Le QSet™ en action

Si le *stick-out* est modifié, le QSet™ ajustera automatiquement les réglages afin de préserver la qualité de soudage.



Exemple 1 : Si la torche est amenée plus près du métal à souder, le QSet™ va augmenter la tension afin de faire fondre plus de fil. La longueur d'arc sera préservée et la qualité de soudure sera constante.



Exemple 2 : Lors du soudage dans des angles serrés, il n'est pas simple de préserver le même *stick-out*. Avec QSet™, il est possible de modifier le *stick-out* sans effets sur la soudure finale.

**Le QSet™ n'est pas sensible aux changements de *stick-out*. Il garantit les mêmes résultats de soudage, en permanence.**



# Avantages du QSet™

## Qualité

- Soudage contrôlé – Des résultats de soudage constants et en permanence, même en cas de changement d'opérateur.
- Faible niveau de projection – Un traitement de parachèvement minimum.
- Longueur d'arc constante – Un soudage de qualité, même dans des zones à accès limité.

## Facilité d'utilisation

- Réglage rapide – Un temps d'arc plus long pour une plus grande productivité.
- Fonctionne avec tous les métaux – Acier doux, acier inoxydable, aluminium, acier galvanisé, etc.
- Court-circuit stable, depuis les réglages les moins exigeants à un arc plus rapide.
- Réglage automatique des paramètres pour le soudage en court-circuit et le soudo-brasage MIG/MAG.
- Une seule commande – Modification des réglages aisée en fonction de pièces d'épaisseurs plus ou moins grandes.
- Modification simple et rapide lors de changements d'opérateurs.

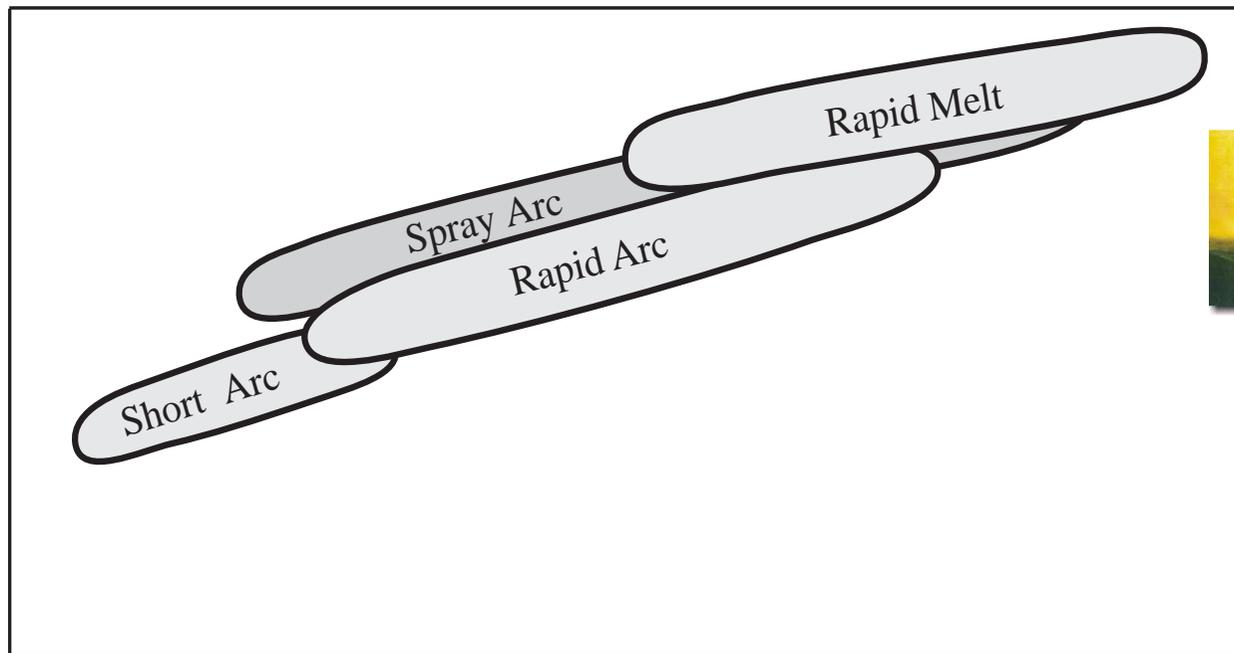


# Arc rapide (*Rapid Arc*)

**Avec le QSet™, vous pouvez également souder dans la zone de transfert en arc rapide !  
En tournant le potentiomètre QSet™ vers la droite, on obtiendra une valeur positive (par exemple : 10 pour avoir un arc plus chaud).**

Arc voltage

50 V



Wire feed speed

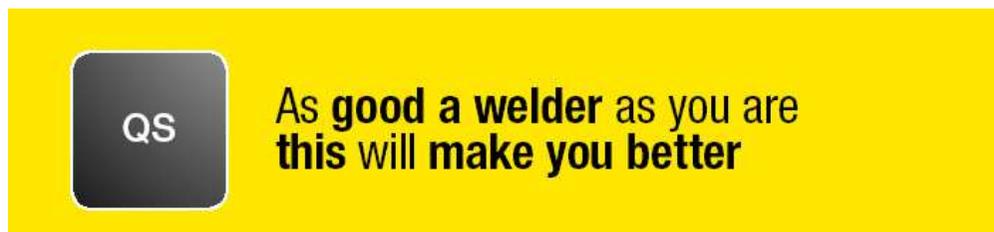
50 m/min



## QSet™ - Résumé



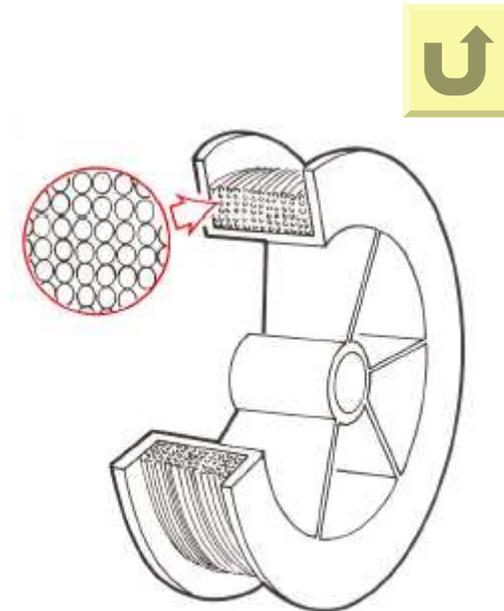
- QSet™: réglage rapide et des résultats d'excellente qualité.
- Réglage au moyen d'une seule commande.
- Un arc stable, instantanément.





# Fils de soudage

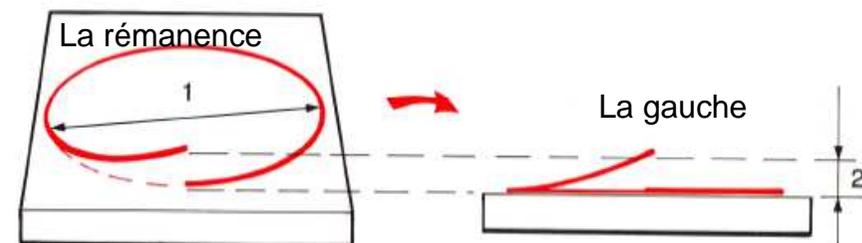
- Les fils de soudage MIG/MAG sont disponibles en divers diamètres et pour de nombreux métaux.
- Ces fils sont normalement disponibles sur des bobines. Le fil remplace l'électrode dans ce cas précis.
- Il est nécessaire que le dévidage s'opère en douceur et qu'il y ait un bon contact électrique entre le fil et le tube contact. Le contact électrique est affecté par la surface du fil et de l'embout-contact.
- Les aciers doux et faiblement alliés sont souvent recouverts d'une fine couche de cuivre, servant à protéger la surface du fil lorsqu'il est transporté ou stocké. Cette couche de cuivre fait également office de lubrifiant. Les bobines sont soit jointives, soit rangées (les plus communes et les moins chères sont les spires rangées).
- Deux facteurs sont primordiaux pour les performances de dévidage : la rémanence et la gauche du fil.. Le schéma montre de quelle manière sont mesurés ces paramètres.
- Un rayon de rémanence trop faible rend le dévidage difficile alors qu'un rayon trop élevé engendre des problèmes de contact entre le fil et le tube contact.
- Un rayon adéquat est compris entre 400 et 1200 mm. La taille de la gauche ne doit pas dépasser 25 mm afin d'éviter des difficultés de stabilité d'arc.



Vue en coupe du fil de soudage.

Vérification du diamètre de rémanence et de la taille de la gauche.

Informations sur le choix du métal d'apport





# Choix du fil

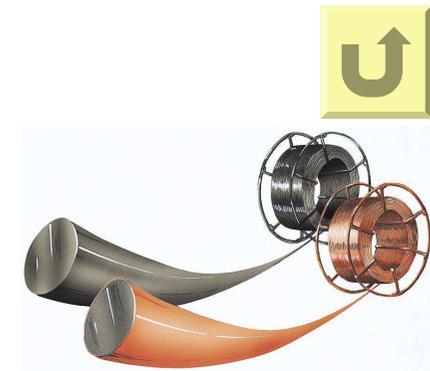
- Au moment du choisir le métal d'apport, il faut s'assurer que la composition et les propriétés de résistance mécanique sont identiques à celles de la pièce.
- La gamme de produits ESAB apporte un large choix permettant de choisir un métal d'apport adapté.
- Le métal d'apport doit demeurer dans son emballage d'origine avant toute première utilisation. 
- Des éléments tels que l'humidité, la saleté, la poussière ou la graisse peuvent engendrer des soudures défectueuses s'ils affectent le fil.



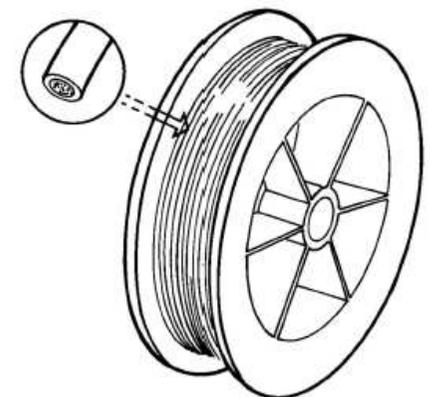


# Fil pleins ou fils fourrés

- Il existe une distinction entre les fils pleins et les fils fourrés.
- Les fils fourrés sont tubulaires et renferment une poudre. Les familles de fils fourrés sont les fils fourrés rutilés, basiques ou renfermant une poudre métallique.
- Les fils pleins sont actuellement les plus couramment utilisés mais l'utilisation de fils fourrés s'accroît.
- Le coût du fil fourré est plus élevé qu'avec du fil plein. Ces coûts élevés trouvent leur origine dans des coûts de fabrication plus élevés.
- Pour certaines applications, les fils fourrés offrent des résultats tellement satisfaisant qu'ils justifient ces coûts supérieurs.
- Par exemple, certains fils fourrés sont particulièrement adaptés au soudage vertical montant tandis que d'autres offrent une bonne résistance à l'impact à basse températures ce que l'on appelle la résilience .
- Certains fils fourrés, appelés fils fourrés sans gaz sont utilisés sans aucun gaz de protection.
- Les fils fourrés sans gaz sont adaptés au soudage en extérieur dans la mesure où ils ne sont pas sensibles aux courants d'air comme cela est le cas pour les fils fonctionnant avec un gaz de protection. Cependant, un des inconvénients d'un tel type de fil est la grande quantité de projections, de laitier et de fumées de soudage qu'il engendre. Ces fumées contiennent souvent du baryum, substance dangereuse à laquelle l'exposition doit demeurer très limitée.
- Le fil plein est disponible dans des diamètres compris entre 0,6 et 2,4 mm alors que le fil fourré est disponible dans des diamètres compris entre 0,9 et 2,4 mm.



Fil plein **enrobé** pour un dévidage plus aisé. **Solid wire with coating for easier feeding**



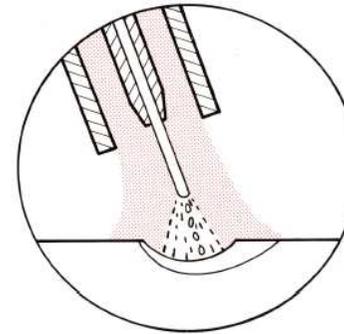
Fil fourré



# L'utilité d'un gaz de protection

Le gaz de protection a pour but de protéger :

- le bain de fusion,
  - le fil,
  - l'arc,
- des effets de l'air environnant

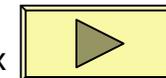


La protection générée par le gaz, en soudage MIG/MAG.

- La robustesse de la soudure finale peut être remise en cause si de l'air atteint le bain de fusion.
- La manière dont l'arc agit peut également être affectée si de l'air se trouve entraîné par le gaz de protection.
- La pureté du gaz est garantie par le fournisseur jusqu'au moment de la livraison. C'est ensuite l'utilisateur qui doit s'assurer que le gaz demeure pur, à l'instant où il arrive dans la torche et jusqu'à la buse à gaz.

*Voici une liste des précautions à prendre, permettant de réduire les risques de contamination du gaz de protection :*

- *Procéder à une purge du régulateur et du tuyau d'alimentation avec du gaz de protection si le matériel n'a pas été utilisé pendant un certain temps.*
- *Vérifier qu'il n'y ait aucune fuite dans aucun tuyau d'alimentation en gaz ou dans aucun connecteur.*
- *Ajuster le débit de gaz en fonction du type de soudage nécessaire.*
- *Ne pas trop incliner la torche. Une inclinaison de la torche de moins en moins perpendiculaire par rapport au métal à souder peut entraîner de l'air par **effet venturi d'injection**.*



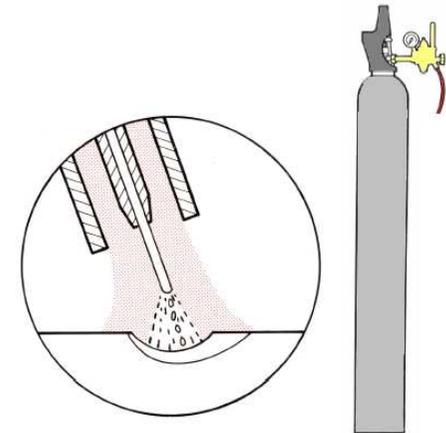


# Effet du gaz sur la soudure - Choix du gaz

Le gaz de protection affecte les performances de soudage sur plusieurs points, tels que :

- Le transfert de métal.
- La forme de la soudure.
- Le niveau de pénétration.
- La vitesse de soudage.

*Il est extrêmement important de sélectionner le gaz de protection adapté à chaque application. Des guides d'utilisation pour les différents gaz peuvent aider à faire le bon choix.*



- **Aluminium** : Nécessite des gaz inertes tels que l'argon, l'hélium ou un mélange des deux.
- **Aciers et Argon** : De l'argon pur ne peut être utilisé pour le soudage de l'acier dans la mesure où l'arc devient trop instable.
- **Aciers inoxydables** : Un mélange d'argon et d'un pourcentage infime de dioxyde de carbone ou d'oxygène (1 à 2%) peut être utilisé pour le soudage de l'acier inoxydable.
- **Aciers doux et faiblement alliés** : Peuvent être soudés avec un mélange d'argon et des quantités plutôt élevées de CO<sub>2</sub> (5 à 25%) ou d'oxygène (5 à 10%). Ces mélange gazeux sont considérés comme actifs ; on parle de procédé de **soudage MAG**. L'acier doux peut être soudé en utilisant du CO<sub>2</sub> pur. L'avantage : le gaz est moins cher que les mélanges d'argon mais de nombreux inconvénients peuvent surgir. Comparé aux performances obtenues avec des mélanges gazeux, la vitesse de soudage est moindre et les paramètres de soudage sont plus difficiles à contrôler. De plus grandes quantités de fumée sont générées. Sans prendre en compte à quelle hauteur la vitesse de dévidage ou la tension ont augmenté, il est impossible d'obtenir une soudure pur en pulvérisation axiale (*spray arc welding*).
- **Soudage pulsé**. Une quantité de 15% de dioxyde de carbone est recommandée en soudage pulsé.



***Vous connaissez désormais  
les fondamentaux du soudage  
MIG/MAG***

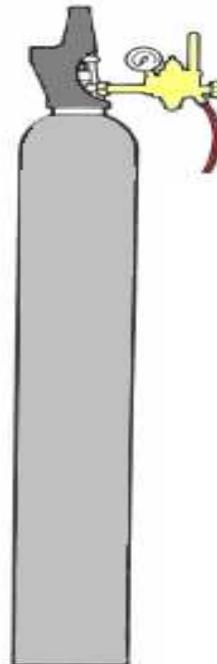
***Soudage MIG/MAG***



# Gaz de protection et environnement



- Le gaz de protection produit également des effets sur l'environnement de travail de l'opérateur.
- Les gaz LINDE MISON® permettent de réduire les quantités d'ozone se formant durant les phases de soudage. L'ozone représente un danger pour la santé. Cette substance est produite en quantités plus ou moins grandes par tous les procédés de soudage à l'arc. D'autre part, la quantité de fumées de soudage peut être limitée par le choix d'un gaz de protection adapté. Passer d'un mélange contenant 20% de dioxyde de carbone à un mélange en contenant 8% peut réduire la quantité de fumées émises de l'ordre de 50% maximum.





# L'environnement de l'opérateur (1/2)



- Comme cela est le cas pour chaque procédé de soudage, le soudage MIG/MAG expose l'opérateur à des risques pouvant affecter sa santé à moins qu'il prenne des précautions appropriées pour les éviter. Les premiers facteurs de risque pour la santé devant être pris en considération sont les polluants atmosphériques (fumées et gaz) ainsi que les puissantes radiations que l'arc engendre.
- Les polluants issus du soudage sont la fumée et le gaz. Les fumées sont formées par la vaporisation du métal en fusion dans l'arc. La vapeur de métal se condense et s'oxyde lorsqu'elle entre en contact avec l'air environnant. La fumée comporte surtout des oxydes de plusieurs substances. Il s'agit principalement du métal utilisé dans les fils d'apport (le flux contenu dans les fils fourrés détermine la composition des fumées en soudage MIG/MAG). Les enrobages et les dépôts sur les pièces y contribuent également. En fonction de leur composition, les fumées peuvent être plus ou moins dangereuses pour la respiration. Les gaz dangereux pour la santé liés au soudage MIG/MAG sont l'ozone, l'oxyde d'azote (le dioxyde d'azote, l'oxyde nitrique) et le monoxyde de carbone. Ces gaz se forment à cause des températures extrêmement élevées de l'arc ou des rayons ultraviolets qu'il génère.



# L'environnement de l'opérateur (2/2)



- Réduire les risques sanitaires, liés au fumées et aux gaz générés par le soudage est possible. Pour cela, il faut :
  - S'assurer que la ventilation est correcte.
  - Utiliser un système d'extraction d'air (pour chasser les vapeurs nocives avant qu'elles atteignent l'opérateur ou qu'elles se propagent dans tout le reste de l'atelier). Plusieurs types d'appareils d'extraction sont disponibles : extracteurs fixes, bras d'aspiration, systèmes d'aspiration mobiles ou extracteurs montés sur les torches. Le type de soudage à réaliser déterminera quel type d'extracteur de fumées est le mieux adapté à telle ou telle situation.
  - Éviter les panaches de fumées et de gaz générés par le soudage.
  - Dans des cas particuliers, comme lors d'un soudage dans un espace confiné, il faut privilégier l'utilisation d'un système de respiration. Ces équipements sont variés, allant du simple masque filtrant au masque de soudage équipé d'une alimentation en air frais voire même un équipement respiratoire complet.
  - Le choix d'un gaz de protection doit être adapté. Un gaz de la gamme LINDE MISON® va réduire le niveau d'ozone émit lors du soudage. Les fumées de soudage peuvent divisées jusqu'à 50% en modifiant le mélange d'argon avec 20% de CO2 pour de l'argon comportant 8% de CO2.
  - S'assurer que tous les paramètres de soudage sont correctement réglés. Un arc ferme et stable sans projections n'engendre que peu de fumées.



# Rayons ultraviolets

- Un arc électrique émet des radiations comportant des rayonnements visibles, des rayonnements infrarouges et des rayonnements ultraviolets.
- Les rayonnements ultraviolets peuvent causer des liaisons à la cornée, provoquer une cataracte ou brûler la peau.
- Des rayonnements infrarouges et des rayonnements visibles intenses peuvent provoquer des lésions sur la rétine.
- Il est donc obligatoire que l'opérateur protège ses yeux au moyen d'un filtre de protection en verre. Un filtre est généralement classé en fonction de sa densité : plus la densité est élevée et moins les radiations pourront passer au travers du verre de soudage.
- L'intensité des radiations dépend d'un certain nombre de facteurs et notamment du courant de soudage.
- Le tableau 1 montre quel type de filtre sera approprié en fonction du courant de soudage utilisé

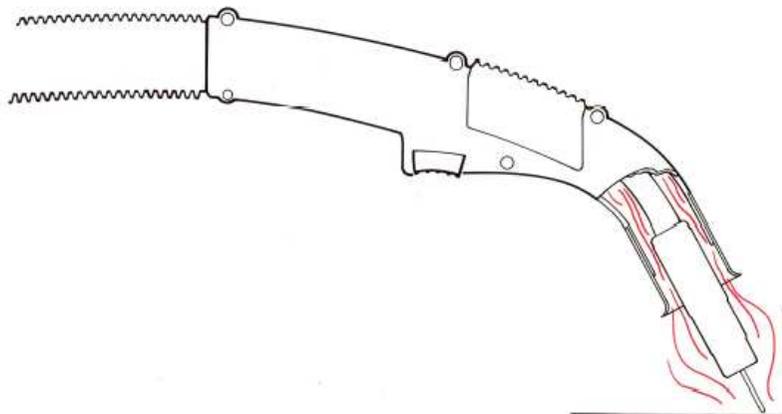


Figure 18. Welding gun with built-in extraction.

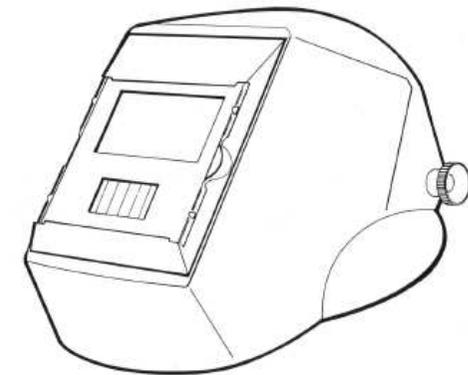
Scale number	MIG	MAG
	Current (A)	Current (A)
10	- 100	- 80
11	100 - 175	80 - 125
12	175 - 250	125 - 175
13	250 - 350	175 - 300
14	350 - 500	300 - 450
15	500 -	450 -

Table 1. Suitable filter grades for MIG/MAG welding.



# Casques de soudage équipés de verres à cristaux liquides

- Un type de filtre, en verre à cristaux liquides a été développé il y a plusieurs années. Le verre demeure transparent et laisse passer les rayonnements visibles tant que l'arc n'est pas amorcé. Le verre s'assombrit dans un laps de temps de 0,001 seconde dès que l'arc est amorcé. A partir de l'instant où l'opération de soudage s'interrompt, le verre redevient transparent. Souder avec ce type de verre est plus simple et plus sûr. La qualité du soudage n'en sera que meilleure.
- Les personnes travaillant à proximité de la zone de soudage doivent elles aussi être protégées de ces rayonnements nocifs. Cette opération peut être rendue possible en empêchant toute personne travaillant autour de la zone de soudage de subir les effets des rayonnements (rideaux de soudage ou écrans de protection).
- La peau doit également être protégée des rayonnements ultraviolets. Si cela n'est pas le cas, des brûlures prenant la forme de rougeurs à la surface de la peau peuvent apparaître. L'équipement de protection doit couvrir la surface du corps de l'opérateur dans sa totalité. Les gants doivent être les plus longs possibles pour bien recouvrir les mains et les poignets de l'opérateur.
- La tête, le cou et la nuque doivent être protégés par un casque de soudage.



A welding helmet.



# D'autres risques professionnels pour la santé

- Bien d'autres dangers pour la santé peuvent être associés au soudage, au-delà de ceux dont il a été déjà question.
- La liste ci-dessous dresse une série d'exemples de risques qui ne sont pas nécessairement associés au soudage MIG/MAG ou à d'autres procédés :
  - Levage et déplacement de charges lourdes – Bruits.
  - Risque d'électrocution ou de choc électrique.
  - Rayonnement thermique – Risques d'accidents, etc.
- Le plus grand danger pour l'opérateur reste la blessure résultant du levage ou du déplacement d'une charge trop lourde.



# Le procédé MIG/MAG dans la pratique

- Préparation de joints : en principe, les mêmes types de joints sont utilisés en procédé MIG/MAG qu'en MMA. Exemples : joints bout à bout avec ou sans espaces (**butt joints, with or without a gap**) pour le soudage des métaux les plus fins et des joints **bout à bout** en V avec ou sans talon (**V butt joints, with or without a root face**) pour le soudage de métaux plus épais. Avant de commencer à souder, la surface des joints et la zone autour doivent être propres (pas d'humidité, de saletés, d'oxydes, d'huile ou d'autres impuretés pouvant engendrer des soudures défectueuses).
- Une bonne sélection des métaux d'apport et des gaz de protection.
- Avant d'entamer une opération de soudage, il faut vérifier que les métaux d'apport et les gaz appropriés à l'application ont été sélectionnés. Le choix du gaz de protection adéquat a été développé précédemment dans la partie : « Gaz de protection ». Des conseils relatifs aux métaux d'apport appropriés peuvent être obtenus auprès des fabricants de fils.
- **Lors d'un changement de diamètre de fil**, il faut absolument changer la gaine guide-fil, les galets (**feed rollers**) et le tube contact pour répondre au nouveau diamètre de fil.
- Les **paramètres de soudage** sont particulièrement importants. Le réglage correct des paramètres de soudage est d'une importance capitale pour assurer une soudure de qualité. Il existe deux types de paramètres : ceux dépendant de l'équipement de soudage et ceux dépendant de l'opérateur.
- **Parmi les paramètres dépendant de l'équipement de soudage**, on distingue la tension d'arc, la vitesse de dévidage, et l'inductance qui ne peuvent être contrôlés que par le réglage de l'équipement de soudage.
- Puis, les **paramètres dépendant de l'opérateur sont les suivants** : angle de torche, vitesse de soudage et distance tube contact-pièce.

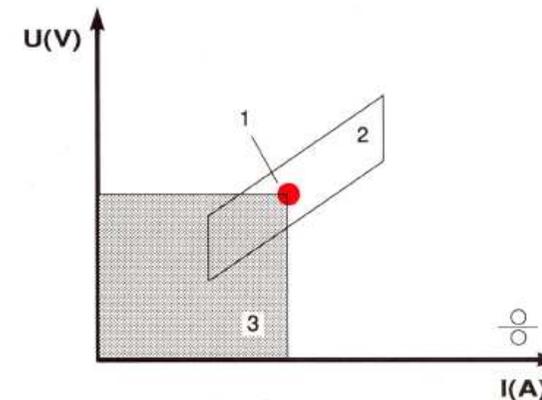


Nous allons désormais voir ce qui se produit lorsque le point de fonctionnement va au-delà de la plage d'utilisation de la machine.

Les descriptions suivantes prennent en compte une soudure en court-circuit combinée à un mélange d'argon et de dioxyde de carbone.

Si la tension subit une augmentation alors qu'une vitesse de dévidage identique est maintenue (voir le schéma), la tension va être trop élevée par rapport à la vitesse de dévidage. Le dévidoir ne sera pas en mesure de fournir de fil à un niveau permettant de le faire fondre et de suivre la cadence de soudage. L'arc va devenir trop long et trop instable, des courts-circuits irréguliers ainsi que des projections vont se produire.

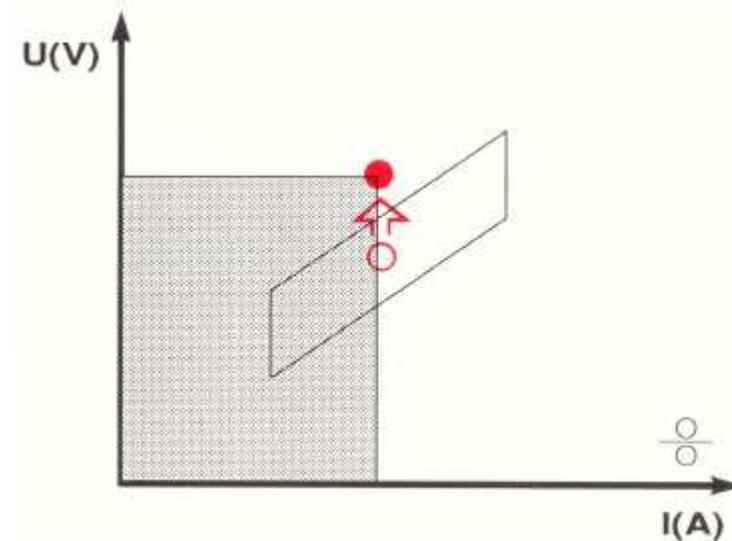
The weld will be too low and will be undercut at the edges.



1. Suitable working point 2. Working range. 3. Thermal input from the arc.



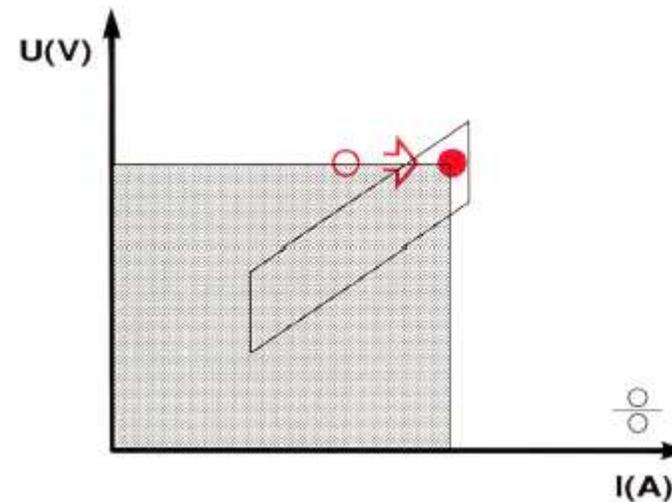
- C'est en augmentant la vitesse de dévidage qu'il est possible de retrouver une plage d'utilisation adéquat (voir schéma).
- L'arc redevient stable mais le point de fonctionnement est désormais trop élevé. L'apport de chaleur est trop fort et l'arc est trop chaud par rapport au métal de base.
- Par conséquent, il existe un risque de passer directement au travers du métal et tout particulièrement si l'on soude de fines épaisseurs.



*Arc voltage too high relative to wire feed speed.*



- La schéma ci-contre montre que la vitesse de dévidage et la tension d'arc sont trop élevées, ayant pour conséquence un apport thermique excessif vers la soudure.
- Si l'on réduit la tension d'arc tout en maintenant une vitesse de dévidage élevée (voir schéma), on retourne de nouveau à un point de fonctionnement en dehors de la plage d'utilisation.
- La tension est devenue trop basse par rapport à la vitesse de dévidage et l'apport thermique est trop faible pour faire fondre le fil.
- Le résultat est un arc court et une électrode-fil entrant en contact avec le métal de base.
- L'opérateur va pouvoir ressentir que la torche s'élève. L'apport thermique moindre signifie également que le bain de fusion manque de fluidité ce qui a pour conséquence une soudure arrondie et haute avec une mauvaise pénétration.





- Le schéma 23 représente une tension trop basse par rapport à la vitesse de dévidage.
- Afin de revenir à un point de fonctionnement idéal, il est possible de réduire la vitesse de dévidage. Le point de fonctionnement atteint un niveau plus bas que précédemment (voir le schéma 24).
- L'arc retrouve de la stabilité mais l'apport thermique est bien trop bas. Une soudure « froide », ne s'écoulant pas suffisamment est produite. La pénétration est quant à elle inadéquate. Afin de garantir un point de fonctionnement correct, la tension d'arc et la vitesse de dévidage doivent augmenter de manière conjointe. Pour résumer, on peut dire que le point de fonctionnement (par exemple, la relation entre la tension d'arc et la vitesse de dévidage) doit remplir deux conditions :
  - le point de fonctionnement doit être compris dans la plage d'utilisation en fonction de la combinaison : gaz de protection/métal d'apport.
  - le point de fonctionnement doit atteindre un niveau tel que la puissance thermique de l'arc soit correcte face au métal de base.
- En plus de la tension d'arc et de la vitesse de dévidage, il est parfois possible d'ajuster un troisième paramètre sur la source d'alimentation : l'inductance. Cela s'effectue en connectant le câble de soudage à un des deux ou trois branchements de la source d'alimentation ou une fonction réglable électroniquement. Une faible inductance engendre un faible apport d'énergie à la soudure ainsi qu'un bain de fusion plus visqueux, élément nécessaire pour le soudage de fines épaisseurs. Le soudage de métaux plus épais nécessite un apport d'énergie plus élevé (une inductance plus haute peut être sélectionnée). L'inductance ne produit aucun effet sur le procédé de soudage lors d'une opération en pulvérisation axiale (spray arc).

Dan Erlandsson 2007

ESAB AB Welding Equipment AB, Laxå, Sweden

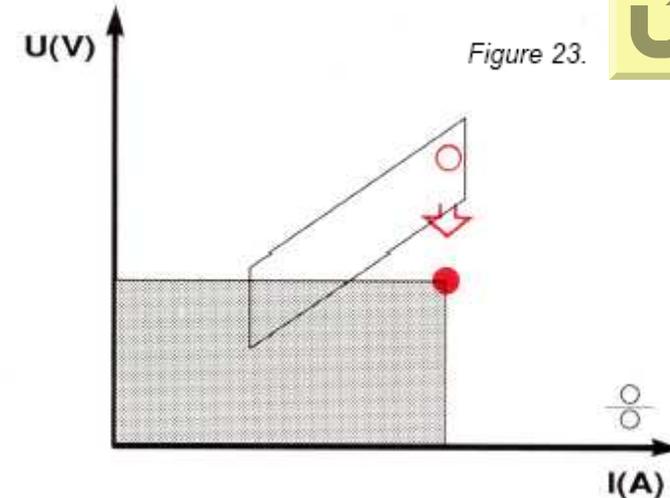


Figure 23.

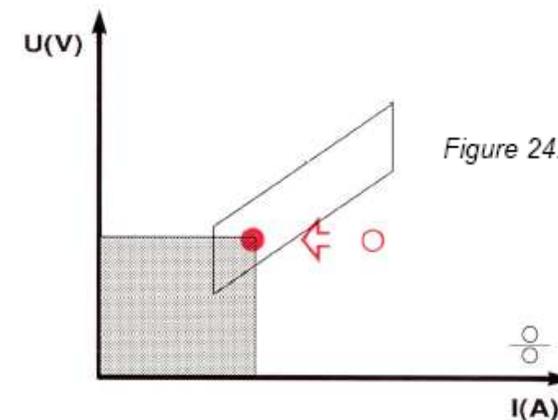


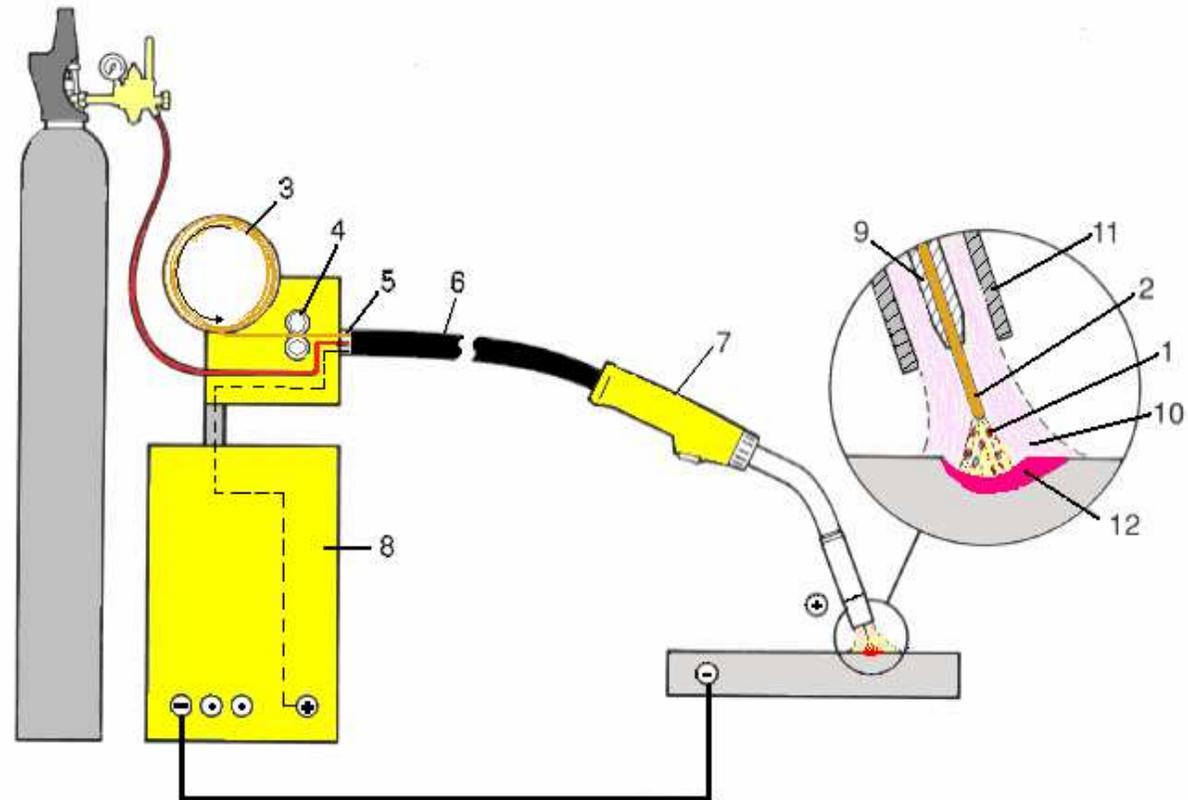
Figure 24.

Too low voltage and wire feed speed resulting in insufficient thermal input.

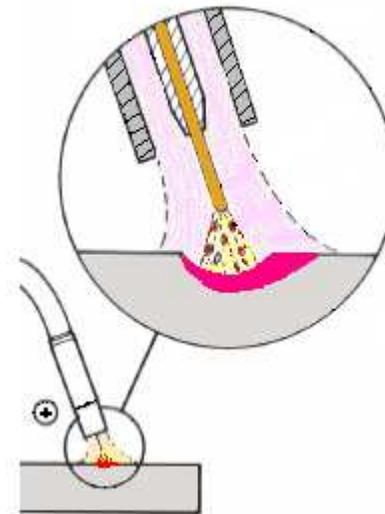
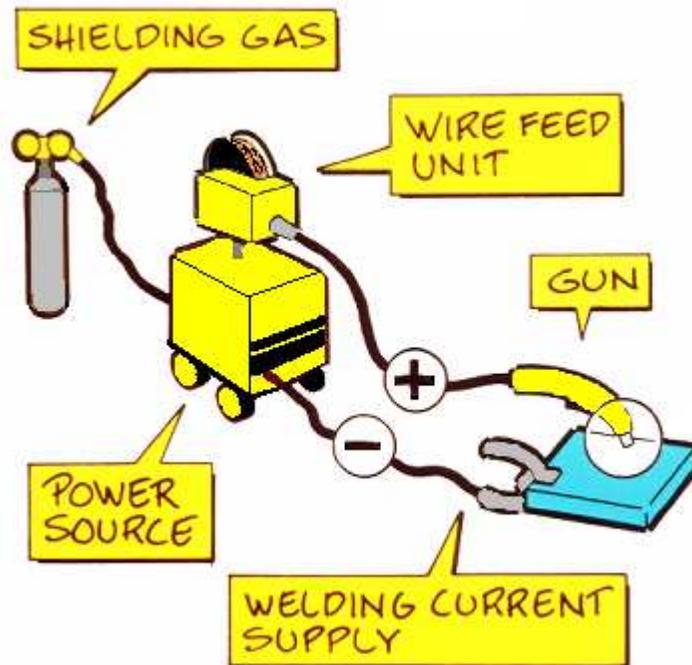


# Équipements de soudage MIG MAG

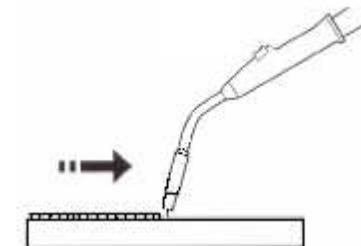
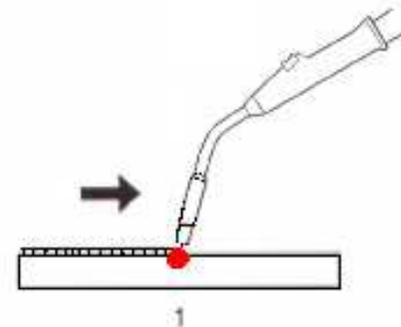
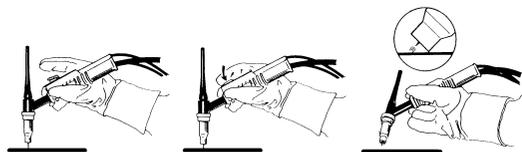
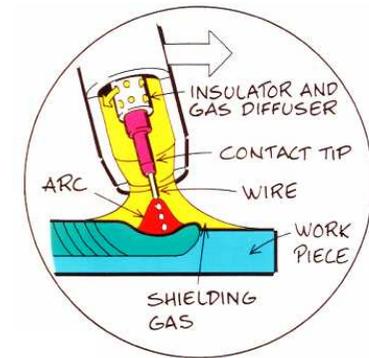
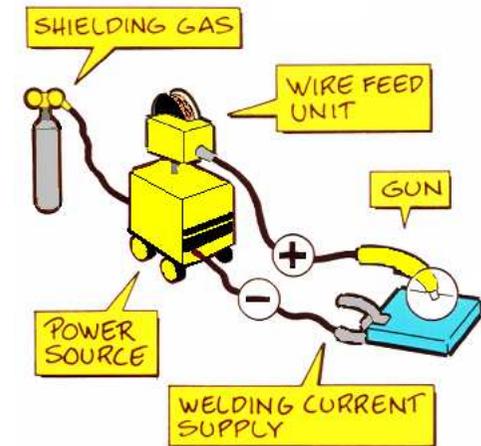
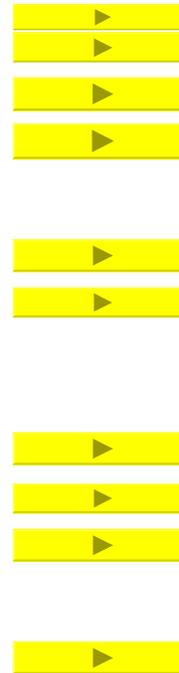
- (1) Arc
- (2) Électrode-fil
- (3) Bobine ou fût
- (4) Galet à l'intérieur du dévidoir
- (5) Gaine guide-fil
- (6) Faisceaux de liaison
- (7) Torche
- (8) Source d'alimentation
- (9) Embout contact de la torche
- (10) Gaz de protection
- (11) Buse à gaz
- (12) Bain de fusion



# Procédé MIG MAG



- INTRODUCTION.....
- PRINCIPES.....
- Paramètres de soudage.....
- Qu'arrive-t-il à l'arc ?.....
- Soudage en court-circuit.....
- Soudage globulaire .....
- Soudage en pulvérisation axiale (spray arc welding).....
- Arc pulsé.....
- AVANTAGES, LIMITES ET APPLICATIONS .....
- EQUIPEMENT.....
- Sources d'alimentation.....
- Système de dévidage .....
- Torche et faisceaux de liaison.....
- Alimentation en gaz.....
- FILS D'APPORT.....
- Fils pleins ou fils fourrés.....
- GAZ DE PROTECTION.....
- L'ENVIRONNEMENT DE L'OPERATEUR .....
- Fumées et gaz.....
- Rayonnements ultraviolets.....
- Risques pour la santé.....
- LE MIG/MAG DANS LA PRATIQUE.....



# Soudage MAG des aciers inoxydables



## Utilisation d'une source d'alimentation DC

- Torche reliée à la polarité (+) polarité inversée - EP (électrode positive)

## Gaz

Un gaz actif est utilisé (soudage MAG)

Argon et dioxyde de carbone OU argon et oxygène

## Préparation des joints

## Autres nécessités



# Soudage MIG de l'aluminium



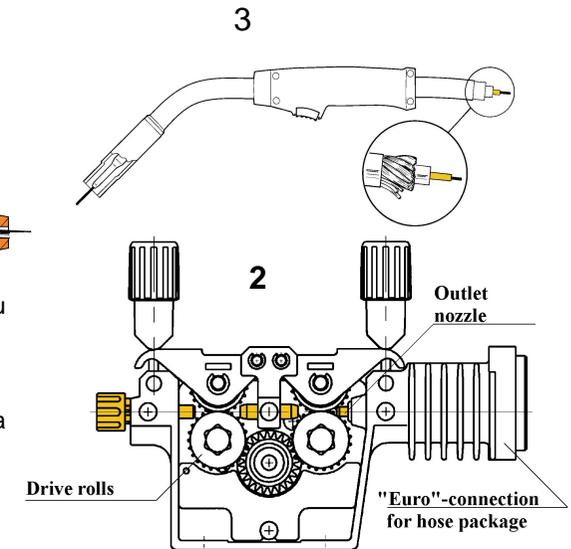
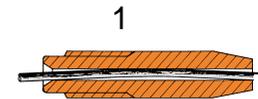
- **Utilisation de sources d'alimentation DC**  
Torche sur le (+), polarité inversée - EP (électrode positive)
- **Gaz Argon ou hélium ou mélanges argon/hélium**
- **Préparation des joints** Un nettoyage minutieux est nécessaire avant de souder



## Autres nécessités

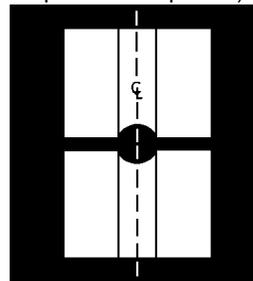
### Un équipement adapté

1. Embout contact – Utiliser un diamètre intérieur correct, normalement 0.3 à 0.4 mm plus gros que le diamètre du fil afin d'éviter tout accrochage (fastening) et toute remontée d'arc.
2. Les guides d'entrée et de sortie à proximité des galets doivent se composer d'un plastique à faible niveau de friction.
3. La gaine guide-fil du faisceau de torche doit se composer d'un plastique à faible niveau de friction. Respecter la bonne taille et l'espace entre le fil et la gaine.
4. Mettre une distance entre les ouvertures de l'embout contact et de la buse à gaz pour éviter les remontées d'arc.
5. Utiliser des galets en gorge U pour l'aluminium afin d'éviter la déformation du fil. Aligner les galets d'entraînement (des problèmes de dévidage et une distorsion du fil peuvent survenir si les galets d'entraînement sont mal alignés ou s'ils subissent une pression trop forte).

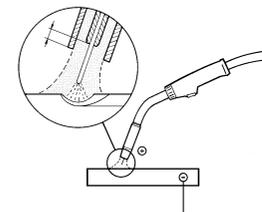


- Métal d'apport
- Problèmes de soudage classiques

5



4



Dan Erlandsson 2007  
ESAB AB Welding Equipment AB, Laxå, Sweden

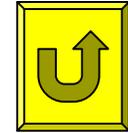




# Soudage MAG des aciers doux

## Utilisation d'une source d'alimentation DC

- Torche sur le (+) polarité inversée - EP (électrode positive).



- Gaz Gaz actif utilisé (soudage MAG)

Argon + dioxyde de carbone OU argon +oxygène

- Préparation des joints

- Autres nécessités

Type of arc	Recommended mixture	
SHORT ARC	Ar	15-25% CO <sub>2</sub>
SPRAY ARC	Ar	5-20% CO <sub>2</sub>
PULSED ARC	Ar	MAX 15% CO <sub>2</sub>