**FORMATION TIG**



# DÉNOMINATION

Nomenclature : **procédé numéro 141**

Désignation : **TIG** pour **TUNGSTEN INERT GAZ**

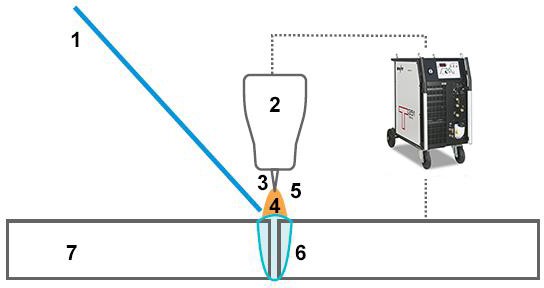
***Soudage à l'arc électrique sous protection de gaz inerte avec électrode réfractaire***

Désignation américaine : GTAW (Gaz Tungsten Arc welding)



# PRINCIPE

Un arc s’établit entre une électrode réfractaire appelé **tungstène** et la pièce. L'environnement est protégée de l’oxydation par un **gaz inerte** (argon ou hélium). Le tungstène, le métal en fusion et le métal d’apport sont ainsi protégés.

1. – métal d'apport
2. – torche de soudage
3. – tungstène
4. – arc électrique
5. – protection gazeuse
6. – bain de fusion
7. – métal de base

# INSTALLATION TIG

Débilitre

Gaz Inerte

Chariot transport

Générateur

Torche

Cable de masse

Refroidisseur nécessaire si I >200A



Pédale de régulation 4

*ns - Février 2019 - Formation TIG*

*SODEC Weldin solutio*

**Installation de soudage**

**TIG manuel**

DOMAINE D'EMPLOI

#### UTILISATION

* Sur la totalité des métaux et alliages soudables
* Également sur les alliages plus difficiles à souder comme le titane, le zirconium ou le molybdène

#### EMPLOI

* + Construction de matériels chimiques
  + Tuyauterie
  + Appareils à pression
  + Chaudronnerie inox
  + Industrie aéronautique
  + Industrie agro-alimentaire

LE PROCÉDÉ

**AVANTAGES**

* Haute qualité
* Procédé très précis
* Source de chaleur concentrée
* Bain de fusion calme
* Tous matériaux
* Automatisable
* Pas de projections ni de fumées

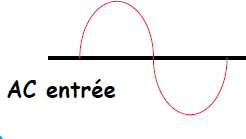
**CONTRAINTES**

* Procédé lent (vitesse et

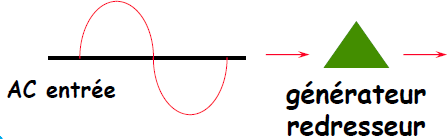
taux de dépôt)

* Formation et expérience du soudeur nécessaires
* Arc intense
* Sensible aux courants d’air
* Mise en œuvre délicate

# GÉNÉRATEUR TIG



Il transforme le courant alternatif du réseau en courant de soudage qui peut également être continu ou alternatif.



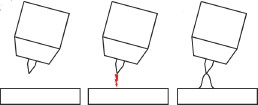
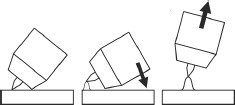
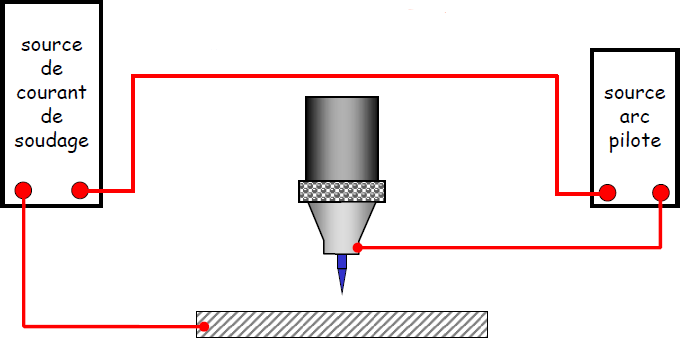
#### Le générateur permet :

* D'abaisser la tension du réseau (220V-380V) en tension de soudage (45 à 80V);
* D'augmenter l'intensité du réseau en intensité de soudage (10 à 400A);
* De faciliter l’amorçage par la haute fréquence (HF);
* D’alimenter et de maintenir un arc stable.

**Tension conventionnelle de soudage : U2 = 10 + 0,04.I2 pour I2**

**U2 = 34V pour I2 > 600A**

# DISPOSITIFS D'AMORÇAGE

* + **Haute fréquence** (HF) : L'arc est amorcé sans contact à l'aide d'impulsions d'amorçage haute tension;
  + **Lift arc** : « au toucher » contact l'électrode de tungstène avec la pièce et amorçage de l'arc électrique en relevant l'électrode;
  + **Arc pilote** : L'arc se déclenche entre l'électrode de tungstène et une électrode auxiliaire. Surtout utilisé dans les installations automatiques;
  + **Par frottement** : « scratch », le

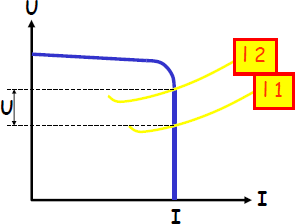
soudeur gratte la pièce avec

l’électrode, Risque élevé d’inclusions

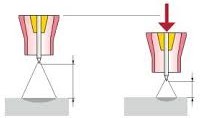
de Tungstène.

## CARACTÉRISTIQUE DU GÉNÉRATEUR

#### Caractéristique plongeante



**REGULATION DE L’ARC**



**AMPÉRAGE 60A TENSION 13V**

Les générateurs TIG sont des **sources à courant constant.**

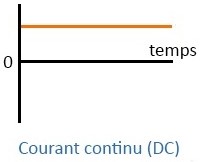
On règle une **valeur d'ampérage qui reste stable** et c'est la tension qui varie en fonction de la position de la torche.

On dit également que ce sont des **générateurs à caractéristique plongeante**.

Lorsqu'on se rapproche trop de la pièce la tension tombe à 0 et le tungstène colle à la pièce.

**AMPÉRAGE 60A TENSION 10V**

#### On utilise deux types de courant :



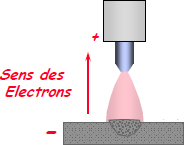
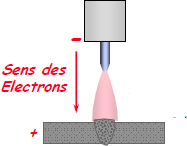
**+**

**-**

1. **Courant continu : générateur TIG DC**

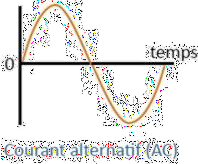
Le courant circule toujours dans le **même sens.**

Le courant **continu** est utilisé en **polarité directe (DCEN)** pour que le courant aille du **tungstène vers la pièce** pour souder l'acier, les inox ou le cuivre.

La **torche** est branchée **au pôle négatif (-).**

|  |  |
| --- | --- |
| **DCEN** | **DCEP** |
| * Pénétration forte * Arc étroit | * Zone de fusion très large * Pénétration faible * Echauffement anormal de l’électrode |

1. **Courant alternatif : générateur TIG AC**



**+**

**-**

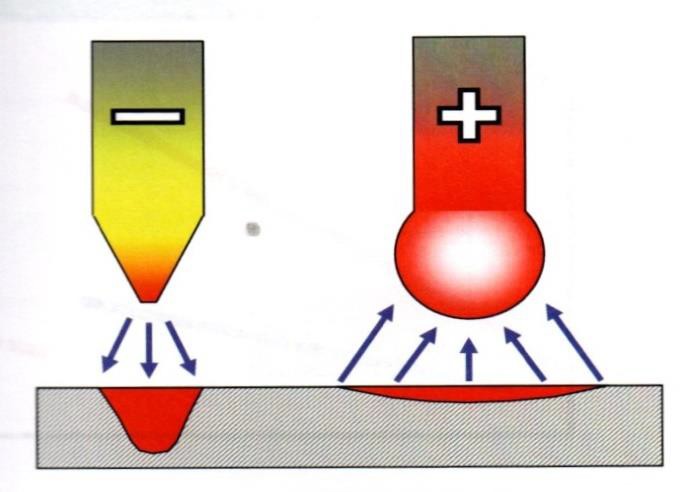
Le courant **change de sens** très rapidement du tungstène vers la pièce et de la pièce vers le tungstène.

Uniquement pour souder l'aluminium !

L'Aluminium est recouvert d'une **couche d'ALUMINE**

(Al2O3)

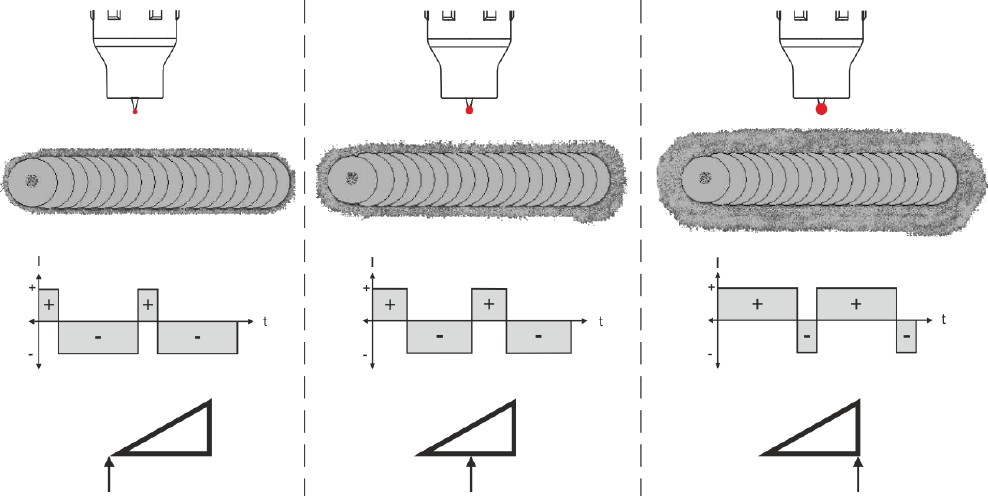
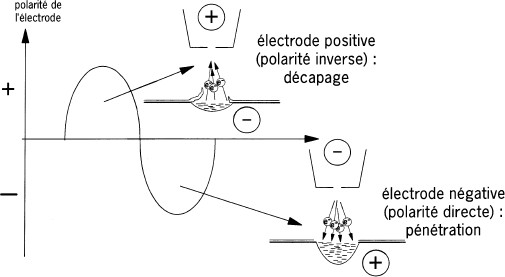
Cette alumine à la particularité de commencer à fondre

à 2050°C, alors que l'aluminium fond vers 600°C.

Le passage du courant dans un sens puis dans l'autre permet de **casser cette couche** qui recouvre le bain de fusion.

**Les polarités s'inversent** plusieurs fois par secondes selon une fréquence que l'on peut régler en Hertz (Hz).

amplitude



**2- Courant alternatif : BALANCE**

#### La balance influe sur le temps que le courant passe en polarité positive et en polarité négative sur une période.

* Soit on bombarde plus la pièce : plus de **pénétration**
* Soit on bombarde plus l'électrode : plus de **décapage**

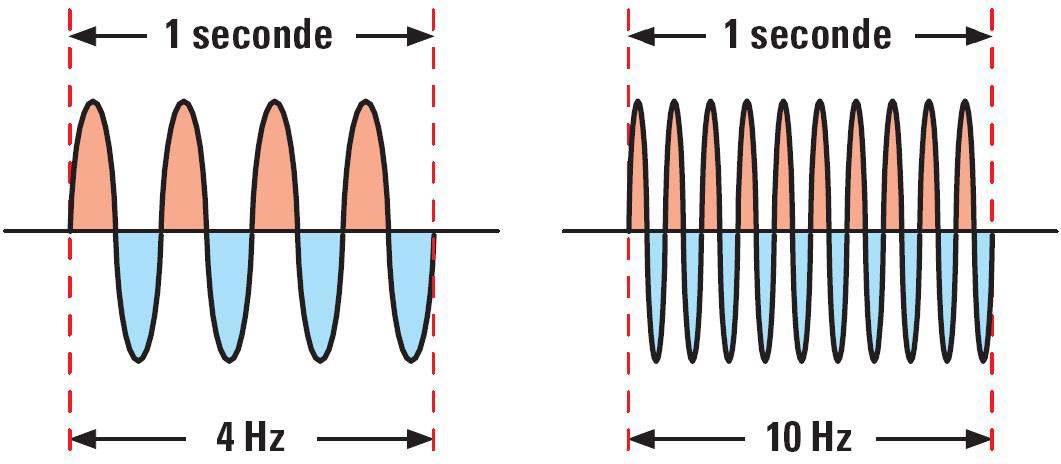
#### 2- Courant alternatif : FREQUENCE Nombre de cycle / seconde

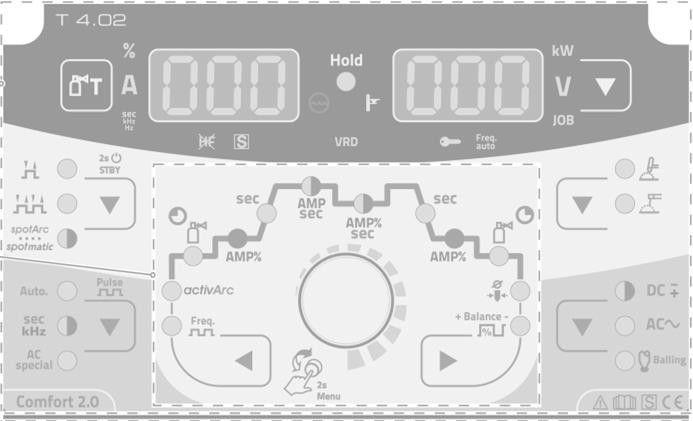
Plus on augmente la fréquence AC, plus le courant change de fois de sens dans une

même seconde.

En général on utilise des fréquence entre 50 et 150Hz pour souder **l'aluminium**. **Plus la fréquence est haute plus l'arc est concentré.**

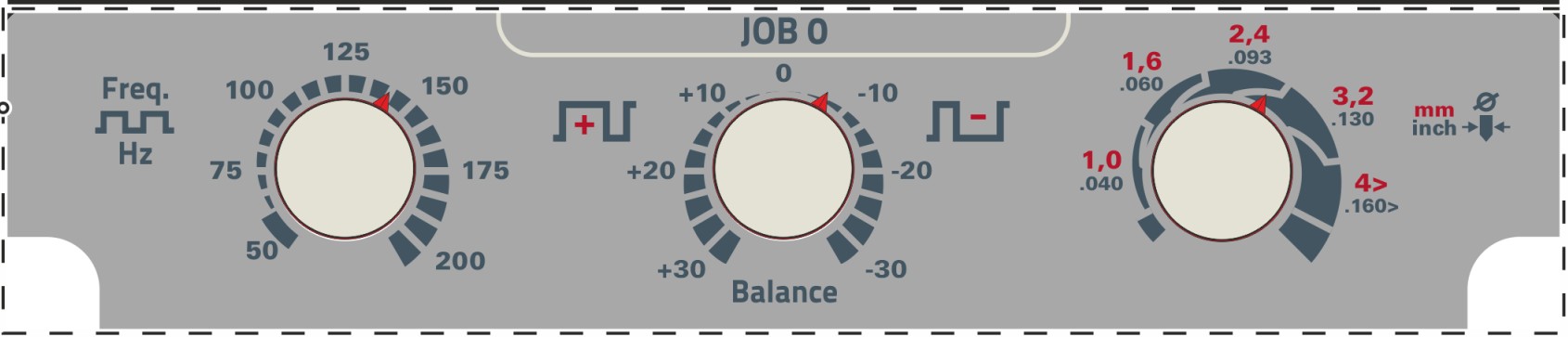
C'est idéal pour souder plus fin.



**2- Courant alternatif : Réglages**

#### Bouton tournant Fréquence AC

1. **Bouton tournant Balance AC**
2. **Bouton tournant diamètre de l’électrode de tungstène :** permet d’obtenir une extrémité de l’électrode optimale.



**1**

**2**

**3**

# LE MODE PULSE

**Impulsions de courant** de forme, d'amplitude, de durée et de fréquence variable. On alterne ainsi un courant élevé (chaud) avec un courant faible (plus froid).

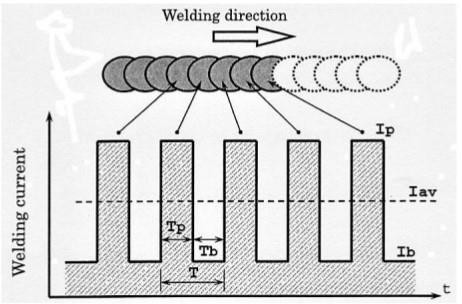
Le pulsé permet une **maîtrise plus grande :**

#### De l'énergie de soudage;

* + Du volume du bain de fusion;
  + Et de la pénétration.

Il est utilisé principalement pour le soudage de **tôles minces** et le soudage en

#### position et sur l'aluminium et métaux à haute conductibilité thermique.

Ip = Intensité de pic

Tp = Temps courant de pic

Ib = Intensité de base

Tp = Temps courant de base Iav = Intensité moyenne

T = Temps de pulsation

# TORCHE

On utilise des torches refroidies

* **par air** pour des intensités **inférieures à 100A**
* **par eau** qui peuvent supporter des intensités **jusqu'à 450A**



Buses Support

diffuseur

Pinces porte

électrode

Bouchons

Corps de

torche

Connecteur



Les **dimensions des buses et des bouchons sont très variables** et sont à choisir en fonction de l'application

**La torche est l’élément de l’installation le plus exposé. Prenez en soin, la qualité du travail en dépend.**

ÉLECTRODES TUNGSTÈNE

*- Février 2*

*019 -*

*Formation TIG*

17

Le tungstène est un **métal très dur** et cassant, son symbole chimique est W (Wolfran, ancien nom)

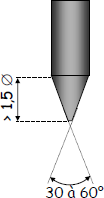
Son **haut point de fusion** lui permet de résister à la température de l'arc sous atmosphère inerte On dit qu'il est réfractaire.

Il est **très oxydable à l'air ambiant**, c'est pour cela qu'il bleuit (manque de post gaz)

Pour **augmenter ses caractéristiques**, on lui ajoute des éléments en faible quantité, cela contribue à améliorer l'amorçage ou la stabilité de l'arc suivant les applications :

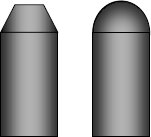
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **TYPE** | **COULEUR** | **COURANT** | **CARACTERISTIQUES** |  |
| **PURE** | **VERT** | **AC** | **Forme une boule** |
| **THORIE** | **ROUGE** | **DC** | **Poussières radioactives, à éviter** |
| **LANTHANE 1 %** | **NOIR** | **DC / AC** | **Caractéristiques moindres que 1,5 %** |
| **LANTHANE 1,5 %** | **OR** | **DC / AC** | **Remplace Thorié, non radioactif** |
| **LANTHANE 2 %** | **BLEU** | **DC / AC** | **Caractéristiques meilleures que 1,5 %** |
| **CERIUM 2 %** | **GRIS** | **DC** | **Idéal faibles intensités** |
| **ZIRCONIUM** | **BRUN** | **AC** | **Arc très stable** |
| **TERRES RARES** | **TURQUOISE** | **DC / AC** | **Longévité améliorée** |

# AFFUTAGE ELECTRODE



#### Courant continu :

Conique



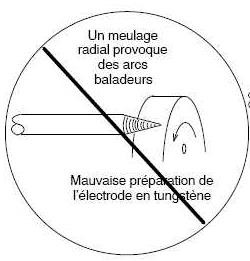
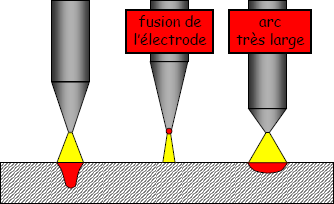
#### Courant alternatif:

Tronconique

#### Un affûtage incorrecte entraîne une instabilité ou des

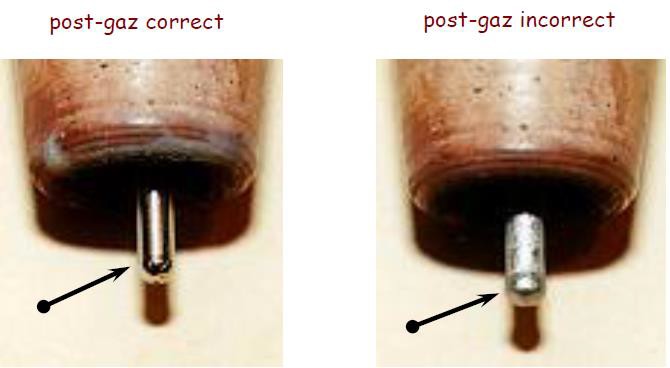
**déviation d'arc** et l'usure prématurée de l'électrode. On taille le tungstène en pointe de manière à favoriser l'émission électrique.

**L’affûtage doit se faire dans le sens de l'électrode**, jamais perpendiculairement.



# INFLUENCE DU POST-GAZ

L’électrode de tungstène est très **sensible à l’oxydation** à chaud : bien respecter les temps de prégaz et postgaz



# LES GAZ UTILISES

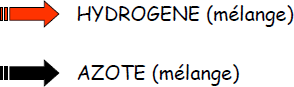
On utilise exclusivement des **gaz inertes** : ogive verte

Ce sont des gaz qui ne réagissent pas avec le métal fondu. Ils servent uniquement à **protéger le bain et l'électrode de l'oxydation de l'air** lors de la fusion.

Le gaz participe également à **favoriser l'amorçage et la**

**stabilité** de l'arc.

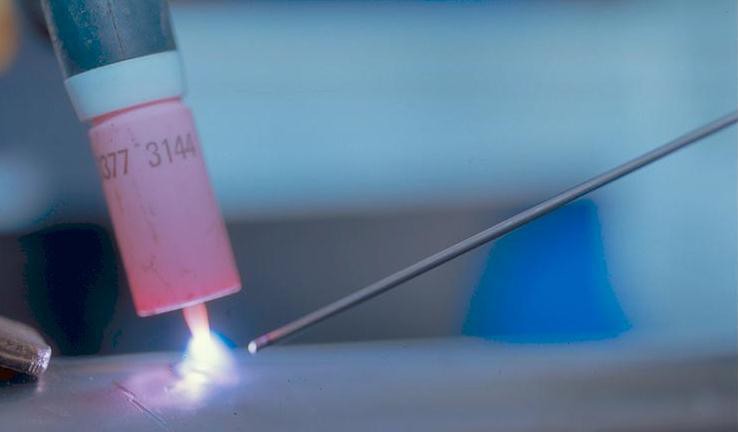




Le premier rôle du gaz est de **protéger de l’atmosphère** :

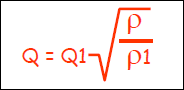
* Le bain de fusion ;
* L’électrode ;
* L’extrémité du métal d’apport;
* La zone affectée thermiquement ;

#### Le gaz agit aussi sur :

* L’énergie de l ’arc;
* La vitesse de soudage;
* La forme et la profondeur de pénétration;
* L’aspect de surface ;
* Les fumées;
* Le bilan économique.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **MÉTALLURGIQUES** | Action sur le bain | * Protection |
| **ÉLECTRIQUE** | Potentiel d’ionisation | * Amorçage de l’arc * Stabilité de l’arc * Température de l’arc |
| **MÉCANIQUE** | Pression sur le bain |  |

#### Coefficient de correction :



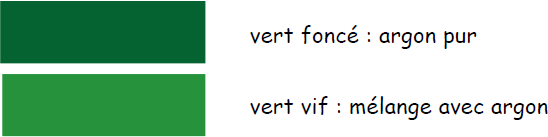
Q1 = débit mesuré avec gaz de masse volumique Q = débit recherché avec gaz de masse volumique

### L’argon (Ar) :

* Gaz de base des mélanges
* polyvalence d’emploi : soudage TIG de tous métaux
* Favorise l’amorçage et une bonne protection du métal

fondu

* Gaz chimiquement neutre
* Gaz plus lourd que l’air



### L’hélium (He) :

#### UTILISÉ EN MÉLANGE ARGON + HÉLIUM (20 à 70% d’Hélium)

* Soudage TIG en courant alternatif des alliages légers
* Soudage des aciers et inox ne pouvant être soudés avec un mélange Argon + Hydrogène

#### CAS PARTICULIER : Soudage sous Hélium pur en courant continu (-) des alliages

**légers**

* Crée un arc plus énergétique: :
  + Augmente la profondeur de pénétration : permet de limiter le chanfreinage et d’assurer une meilleure interpénétration;
  + Réduit les émanations d’ozone,
* Amorçage plus difficile (potentiel d’ionisation élevé)
* Gaz plus léger que l’air

### L’Hydrogène (H2):

* Utilisé en **mélange** uniquement :
  + En protection endroit : 2 à 5% en manuel, 10% en automatique
  + En protection envers : Azote + Hydrogène sur aciers austénitiques
* Augmente **l’énergie de l’arc** :
  + Augmente la pénétration et améliore la vitesse de soudage
* Réducteur : limite l’oxydation des cordons
  + Améliore **l’aspect** du cordon
* Réduit l’ozone produit par l’arc
  + Améliore **l’environnement** du soudeur

La teneur en hydrogène ne doit pas être trop élevée afin d’éviter un risque de **soufflures**.

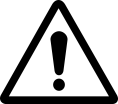
*On obtient une tension d’arc plus élevée avec un mélange gazeux contenant de*

*l’hydrogène qu’avec de l’argon pur.*

### L’Azote (N):

* Soudage des Aciers DUPLEX (quelques % dans Ar)
* Compensation des pertes en N du métal de base lors du soudage
* En protection envers additionné d’H2 pour les aciers inoxydables

austénitiques

 Vieillissement sur les aciers non ou faiblement alliés

## DIAMÈTRE DE BUSE ET DÉBIT DE GAZ

Selon la **forme de l'assemblage** on peut être amené à **modifier le diamètre de la buse et/ou le débit.**

De manière générale : **débit de gaz = diamètre de buse**

Il arrive également que l'on utilise **un traînard** ou une **buse jumbo**(très gros diamètre) pour augmenter la surface de protection gazeuse lors du **soudage de matériaux très sensibles** à l’oxydation comme titane.

#### Débit réglé en L/min

* + Débit endroit = Ø buse
  + débit envers = endroit/2

# LA PROTECTION ENVERS

La torche n'assure que **la protection** du bain de fusion **côté**

#### endroit.

Dans le cas d'une **soudure débouchante**, le côté envers reste

#### soumis à l'action de l'air.

Si le matériaux est sensible à l'oxydation, il y a donc **risque de**

#### rochage.

C'est le cas des **aciers alliés, aciers inoxydables et du titane**.

Afin d'éviter ce phénomène, une **protection envers** est nécessaire On utilise de **l'ARGON PUR** ou de **l'AZOTE**.



Torche TIG

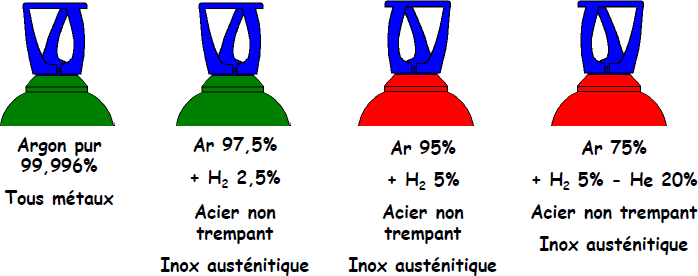
Argon ou Azote

Cette protection envers est aussi appelée **INERTAGE ou CHAMBRAGE**

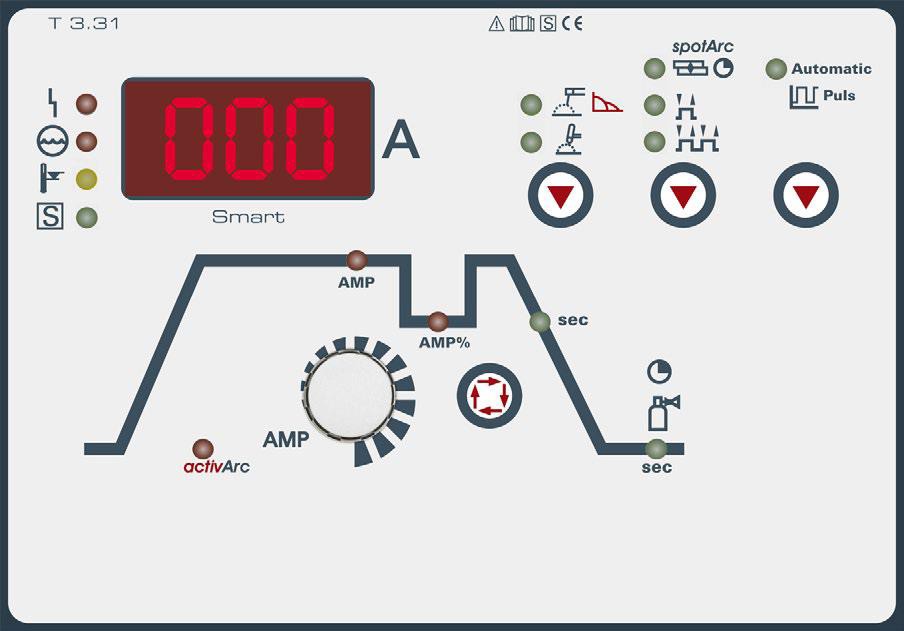
SYNTHESE SUR LES GAZ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Métal** | **Côté endroit** | **Côté envers** |
| **Aciers** | * Argon * Argon + Hélium (fortes épaisseurs) | Non obligatoire |
| **Inox** | * Argon * Argon + Hydrogène (austénitique) | * Argon * Azote ou Azote + Hydrogène (austénitques) |
| **Alumineux** | * Argon * Argon + Hélium (fortes   épaisseurs)   * Hélium (courant continu -) | Non obligatoire mais peut  améliorer le profil |
| **Cuivreux** | * Argon * Argon + Hélium | * Argon |

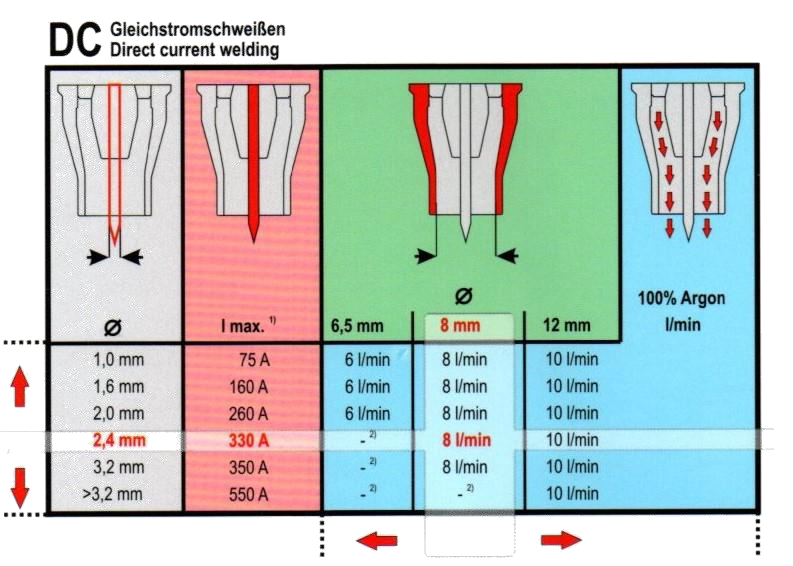
SYNTHÈSE SUR LES GAZ



COMMANDE TIG DC



PARAMÈTRES TIG DC



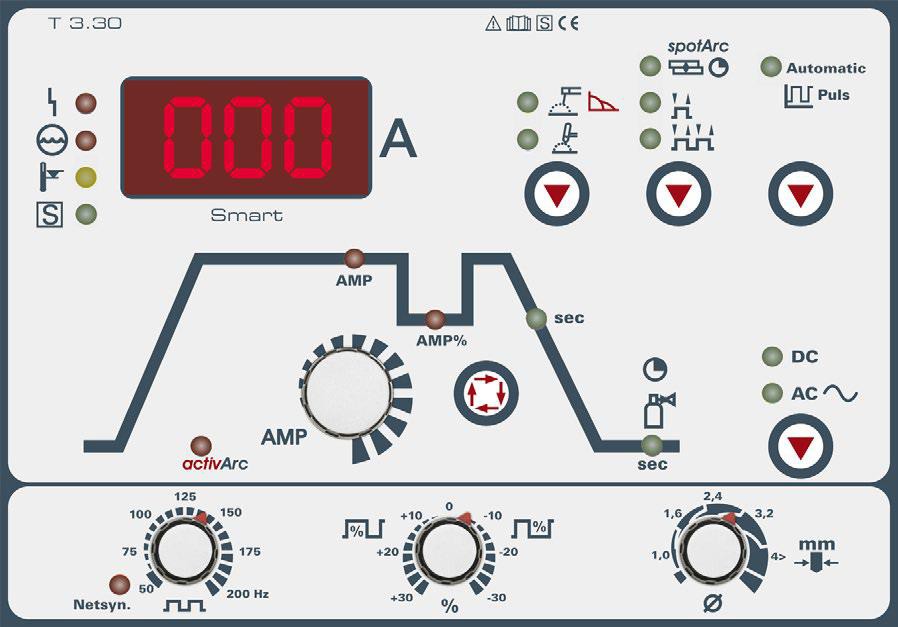
Le tableau suivant montre, **en soudage TIG DC, les relations entre l'ampérage** et le

#### choix des diamètre de tungstène, de buse et du niveau de débit de gaz.

*-Formation TIG Support de documents techniques SODEC*

32

# COMMANDE TIG AC

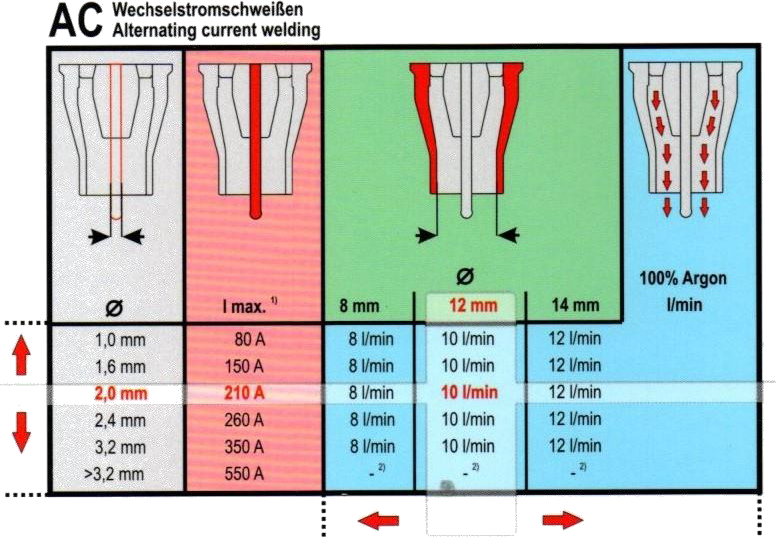


**FRÉQUENCE AC BALANCE AC AMORÇAGE AC**

*-Formation TIG Support de documents techniques SODEC*

33

# PARAMÈTRES TIG AC



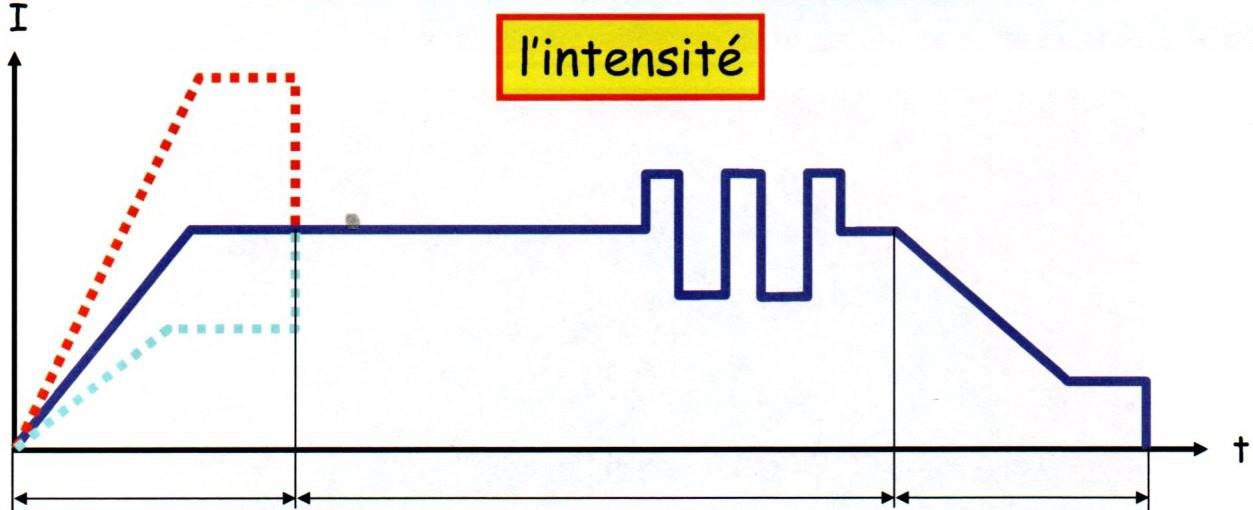
Le tableau suivant montre, **en soudage TIG AC, les relations entre l'ampérage**

et le choix des **diamètre de tungstène, de buse et du niveau de débit de gaz**.

*-Formation TIG Support de documents techniques SODEC*

34

# LE CYCLE DE SOUDAGE



**VARIATIONS DE L'INTENSITÉ AU COURS DU CYCLE**

PRE-

Courant de

soudage pulsé

Montée d'intensité

Formation du bain

Courant de soudage lisse

GAZ

POST-

GAZ

Descente d'intensité

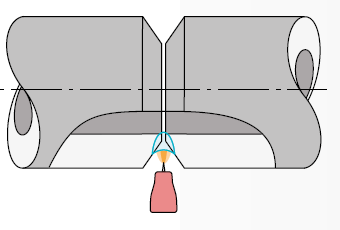
Évanouissement

#### Ces procédés améliorent la rentabilité et la qualité



**activArc ® – Arc dynamique avec stabilisation automatique de l’arc**

Arc TIG dynamique pour un apport d’énergie **ciblé et concentré**

* Idéal pour les positions difficiles, convient pour toutes les épaisseurs de tôle
* Influence sur la viscosité du bain de fusion
* Prévention des erreurs pendant le pointage – l'électrode en tungstène ne colle pas lors d'un léger contact avec le bain de fusion.

Avec ActivArc, les variations de puissance de l'arc sont **compensées** en cas de modification de la longueur de l'arc.

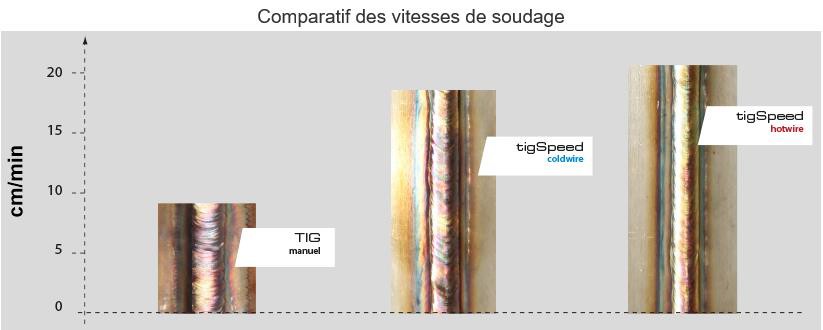
→ Le courant de soudage est augmenté en cas de raccourcissement de l’arc et réduit en cas d’allongement de l’arc.

#### tigSpeed ® - Dispositif dynamique d'avance du fil

**Soudage TIG au fil chaud ou au fil froid**

Dévidage en continu du fil grâce au **dévidage cadencé**.

* Le procédé stable tout en offrant un taux de dépôt élevé;
* Versions à fil froid (**coldwire**) et à fil chaud (**hotwire**), aussi bien pour le fonctionnement manuel que pour le fonctionnement automatisé;
* **Contrôle** intégral du bain de fusion même dans les positions difficiles (par exemple en position montante);
* **Vitesses** de soudage particulièrement élevées – analogues au soudage MIG/MAG, mais sans projection ni émission;
* Apport d’énergie réduit, déformation faible, moins de retassure et valeurs de résilience améliorées.



#### tigSpeed ® - Dispositif dynamique d'avance du fil Soudage au fil froid et au fil chaud

Taux de dépôt plus élevés : jusqu'à 60 %

* Qualité supérieure du cordon
* Du fait d'un taux de dilution nettement réduit lors du rechargement par soudage
* Positions de travail plus confortables par rapport au soudage TIG manuel

*-Formation TIG Support de documents techniques SODEC*

*SODEC Weldin solutions - Février 2019 - Formation TIG*

38

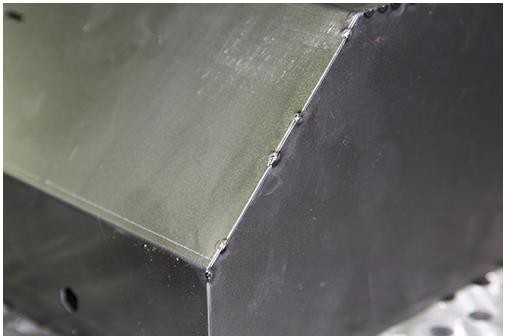
#### SpotArc ® - Soudage par points TIG

Possibilité de joindre deux tôles ayant une épaisseur identique ou non.

#### SpotArc avec torche de soudage TIG standard :

Bain de fusion oscillant grâce aux impulsions automatiques;

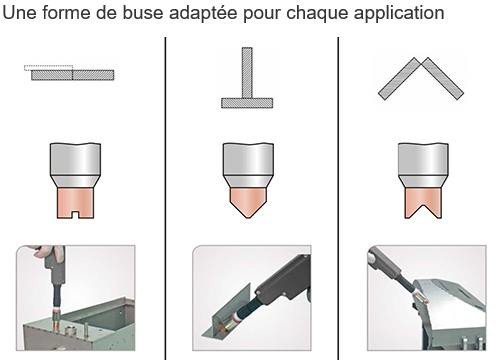
Optimal pour le pointage et le soudage d’assemblage sans métal d’apport.



#### SpotArc avec torche de soudage SpotArc

Pointage simple de soudures bout-à-bout, en angle, en coin et de

tubes.

* Optimal pour le **pointage** de pièces pour les applications manuelles et automatisées;
* Utilisation simple - le soudage n'est effectué que **d'un seul côté;**
* Formation de points **plus plats** par rapport au soudage par points MAG;
* Excellentes caractéristiques de l'assemblage par points grâce à **l'apport de chaleur minimal**;

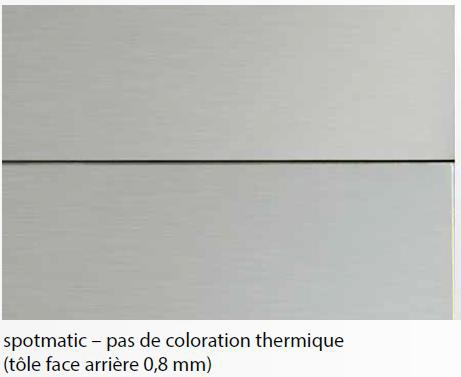
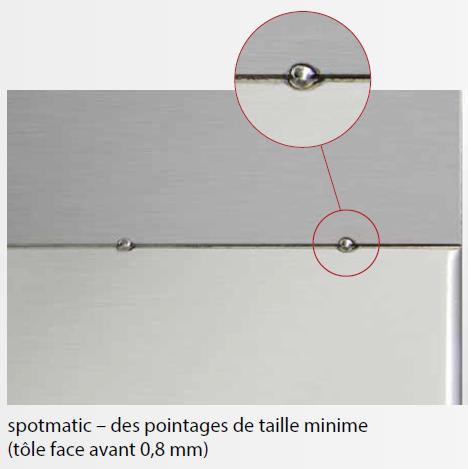
→ Pour le soudage de raccord de tôles en acier et inox jusqu’à 2,5 mm

d’épaisseur.

#### SpotMatic ® avec torche de soudage TIG standard

L’arc est amorcé par un bref contact de l’électrode avec la pièce

* Utilisation et réglages simples
* Economise jusqu’à 50% du temps de travail lors du pointage;
* Résultats reproductibles à 100%
* Soudage par points TIG DC avec apport d’énergie minimal et constant



#### ForceTig ® - Procédé de soudage TIG à arc fortement focalisé

→ Pour une pénétration plus profonde et des vitesses de soudage

plus élevées.

#### Arc extrêmement concentré :

* Densité d'énergie nettement supérieure et des vitesses de

soudage très élevées;

* Énergie de soudage réduite;
* Pour des processus de fabrication entièrement mécanisés et automatisés.

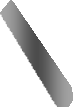
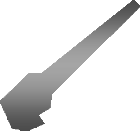
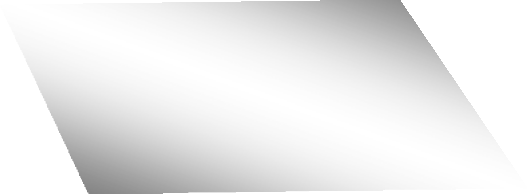
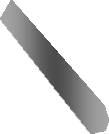
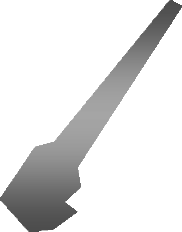
# MODE OPÉRATOIRE

Le métal d’apport est apporté **par petites touches en avant du bain de fusion** : son extrémité doit toujours rester dans le gaz de protection.

La longueur d’arc doit être le plus court possible, sans toutefois mettre l’électrode de tungstène en contact avec le bain de fusion.

**L’inclinaison de la torche** et du métal d’apport sont très important.

Soudure à plat Soudure en angle



70 à 80° 45°

10 à 20° 90°

70 à 80°

45°

# RÈGLES A APPLIQUER

1. Nettoyer les bords à souder (brosse métallique, grattage, élimination des corps gras), éviter le sablage.
2. Employer des métaux d’apport à état de surface impeccable (sur métal d’apport

déjà utilisé, couper l’extrémité avant de souder).

1. Eviter tous courants d’air qui risqueraient de balayer le gaz protecteur.
2. Purger le circuit de gaz en appuyant sur la gâchette. Ainsi au début de la

soudure le métal et l’électrode seront bien protégés.

1. Eviter tous contacts électrode pièce ou électrode métal d’apport. Si cela se produisait s’arrêter et affûter l’électrode.
2. A chaque fin de cordon rester quelque instant sur le cordon, l’arc éteint, le gaz continu à protéger la soudure à l’aide de la temporisation.
3. Faire les reprises 1 cm avant la fin du cordon précédent, et terminer la soudure 1 cm sur le début du cordon.