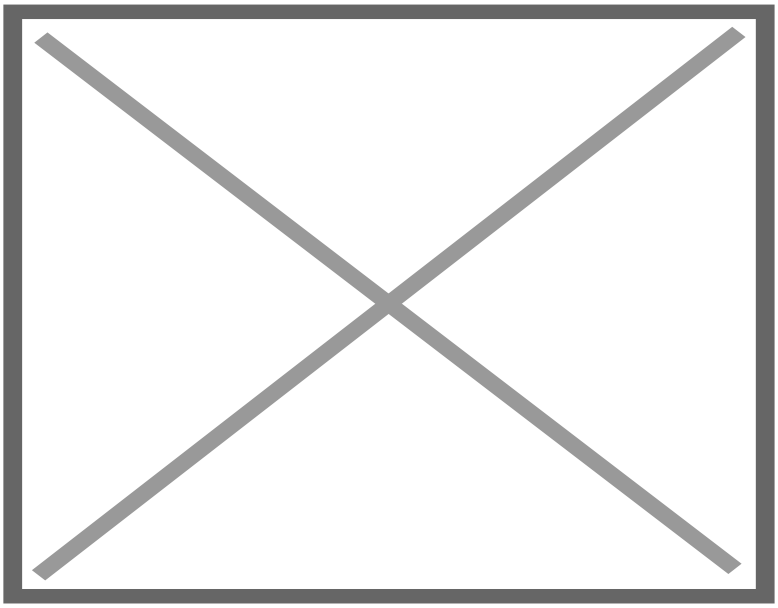
décembre 2010

Soudage à l'arc électrique - les générateurs



Performances et simplicité d’utilisation

Grâce à leurs nombreux avantages, les onduleurs qui faisaient leur apparition sur le marché du soudage à l’arc électrique il y a près de trente-cinq ans n’ont cessé de monter en puissance jusqu’à affirmer leur domination dans l’ensemble des procédés existant. Répondant toujours plus finement à des besoins différents, de l’artisanat du bâtiment jusqu’à la production industrielle lourde, l’offre des fabricants évolue sur l’ensemble de la gamme vers des matériels sans cesse plus performants eu égard à la qualité des soudures qu’ils permettent de réaliser, à leur niveau de productivité et à leur simplicité d’utilisation.

Le soudage à l’arc électrique consiste à assembler de manière permanente deux pièces métalliques de même nature par fusion du métal de base et d’un métal d’apport en utilisant l’énergie électrique. Le circuit de base d’une installation de soudage à l’arc consiste en une source d’alimentation en courant reliant un câble de masse à la pièce à assembler et un câble dans lequel le courant passe vers l’électrode, fusible ou non. En approchant l’électrode de la pièce à souder, un arc électrique générant une température proche de 4 000°C nécessaire à la fusion du métal se forme entre l’espace qui sépare le métal et l’électrode.

Courant de soudage

Le soudage à l’arc électrique nécessite une transformation du courant d’alimentation primaire de 230 ou 400 volts en courant de soudage, lequel est fourni par un générateur. Ce courant est obtenu par le passage du courant primaire dans un transformateur qui en abaisse la tension et en augmente l’intensité puis dans un redresseur.

Calculée en ampères, l’intensité du courant de soudage est comprise dans une large fourchette de quelque cinq à un millier d’ampères, les ampérages les plus faibles étant réservés à la micro-soudure.

En soudage manuel et semi-automatique, cette intensité peut atteindre une valeur de l’ordre de 600 ampères, les valeurs supérieures concernant le soudage automatisé et robotisé pratiqué dans certaines applications de

production industrielle. La chaleur de l'arc électrique déterminant la vitesse de fusion du métal et l'épaisseur de métal qui pourra être soudée est directement corrélée à l'intensité de courant. Plus cette dernière est forte, plus la chaleur de l'arc électrique est élevée.

Technologie traditionnelle

La technologie traditionnelle des générateurs de courant de soudage met en œuvre un transformateur électrique et un redresseur de courant mécanique. Le courant de soudage délivré par les générateurs conçus selon cette technologie est réglable par paliers, via un ou plusieurs commutateurs. L'apparition de redresseurs à thyristors marqua une évolution de cette technologie traditionnelle en permettant un réglage du courant de soudage en continu grâce à des diodes électroniques. Bien qu'elle soit toujours utilisée pour la fabrication de générateurs de courant de soudage, cette technologie traditionnelle a été en grande partie supplantée par une technologie basée sur l'électronique qui a permis d'améliorer notablement la qualité des soudures en apportant une maîtrise de l'arc électrique qui ne cesse de s'affiner tout en facilitant grandement le travail du soudeur.

L'avènement de l'électronique

Introduite sur le marché en 1977 par le fabricant finlandais Kemppi qui précéda en cela de quelques mois le Suédois ESAB mais véritablement démocratisée il y a une quinzaine d'années, la technologie de l'onduleur (souvent désignée sous le terme anglais d'inverter) repose sur l'utilisation d'un transformateur électronique et d'un redresseur à transistors. Le courant continu obtenu à partir du réseau primaire est retransformé en courant à haute fréquence, alternatif ou continu, puis redistribué par le générateur en courant lissé exempt de micro-coupures. La taille du transformateur d'un onduleur étant inversement proportionnelle à la fréquence du courant délivré, la technologie de l'onduleur a permis une miniaturisation des générateurs. L'une des raisons de l'apparition de la technologie inverter tient d'ailleurs au fait que l'on cherchait à diminuer significativement le volume et le poids des générateurs.

Pour citer un exemple des progrès obtenus dans ce domaine, le poids d'un générateur pour soudage MIG/MAG (un procédé sur lequel nous reviendrons) de technologie traditionnelle est de l'ordre de 250 kg alors qu'il ne dépasse guère une quarantaine de kilos avec la technologie inverter. Ainsi, les dimensions et le poids des onduleurs rendent ces derniers facilement mobiles dans l'atelier et transportables sur les chantiers où ils peuvent être utilisés dans de nombreux cas avec un groupe électrogène grâce à la qualité du courant de sortie obtenu. Une consommation électrique réduite (la diminution serait de l'ordre de 20% par rapport aux appareils à thyristors) et le fait de pouvoir brancher les onduleurs monophasés sur une prise de courant domestique de 16 A, un plus très apprécié des artisans, constituent d'autres avantages essentiels à mettre à l'actif de la technologie inverter sur laquelle nous reviendrons après l'évocation des différents procédés de soudage à l'arc électrique.

Issu de cette même technologie à transistors, le hacheur (chopper) est positionné entre l'onduleur et le générateur à commutateurs, présentant les avantages du premier quant à la maîtrise de l'arc électrique mais s'assimilant plutôt au second concernant les dimensions et le poids des générateurs.

Deux critères de choix essentiels

Pour déterminer le type de générateur de courant pour le soudage à l'arc électrique le plus adapté à une application donnée, il convient de tenir compte de nombreux paramètres qui ont notamment trait à la nature et l'épaisseur des pièces métalliques à souder, à l'environnement dans lequel sera réalisée la soudure (en atelier ou sur un chantier en extérieur) ou encore au savoir-faire de l'opérateur. Avant d'aborder les divers procédés de soudage à l'arc existants et leurs applications, nous évoquerons deux caractéristiques essentielles des générateurs qui sont déterminants dans le choix d'un matériel, toutes technologies et tous procédés de soudage à l'arc électrique confondus.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'intensité du courant de soudage a une incidence directe sur la vitesse de fusion du métal. L'ampérage de courant de soudage maximum que peut délivrer un générateur est donc déterminant dans l'épaisseur de métal qui pourra être soudée. La plage d'intensité disponible permettra quant à elle de gérer le cycle de soudage dans les meilleures conditions pour réaliser un cordon de soudure de qualité.

Le facteur de marche est un autre critère essentiel dans le choix d'un générateur. Il indique la capacité de la machine à délivrer sur une durée plus ou moins longue un courant de soudage à une puissance donnée et à une température de l'environnement de 40°C. Ce facteur de marche est fixé à l'issue de tests réalisés sur des séquences de dix minutes répétées un grand nombre de fois. Pour donner un exemple concret, un générateur possédant un facteur de marche à 100 ampères à 30% désigne un appareil délivrant une intensité de soudage de 100 ampères durant trois minutes sur une plage de temps de dix minutes. Le bon facteur de marche d'un générateur n'existe pas dans l'absolu mais est fonction de l'épaisseur du métal, du procédé de soudage à l'arc employé et de la productivité souhaitée. Ainsi, tandis qu'à un ampérage donné un facteur de marche à 35% sera adapté à la plupart des besoins des artisans du bâtiment, une application de production industrielle nécessitera un facteur de marche nettement plus élevé, pouvant atteindre 100% dans le cas d'un soudage robotisé où l'arc de soudage doit rester en permanence actif.

Soudage à l'électrode enrobée…

Le soudage à l'électrode enrobée, également désigné sous le terme de MMA (Manuel Metal Arc), est le plus ancien des procédés de soudage à l'arc électrique. Il est réalisé à l'aide d'une électrode enrobée comprenant une âme métallique qui fond simultanément avec le métal de base pour former le cordon de soudure. La soudure est protégée de l'action oxydante de l'air par la fusion de l'enrobage de l'électrode (sa partie extérieure) qui génère la formation d'un laitier (lequel devra être retiré) sur le cordon de soudure.

Commercialisées principalement dans des diamètres compris entre 2 mm et 6,3 mm – les diamètres de 2,5 et 3,2 mm permettant de réaliser environ 85% des soudures sur aciers standard et inox – les électrodes pour le soudage MMA existent dans deux types principaux d'enrobage. Les premières, les électrodes rutiles, dont l'enrobage est à base de bioxyde de titane, sont les plus faciles à mettre en œuvre et les plus largement utilisées. Les secondes, les électrodes basiques, avec un enrobage généralement constitué à base de carbonate de chaux et de spaths fluor, sont préconisées pour le soudage des pièces de fortes épaisseurs et les pièces très sollicitées. On peut également signaler l'existence d'électrodes à double enrobage qui cumulent la facilité d'emploi des rutiles et la résistance mécanique des basiques.

… le plus simple à mettre en œuvre

Exclusivement manuel, le soudage à l'électrode enrobée est le procédé de soudage à l'arc électrique le plus rapide et le plus simple à mettre en œuvre. Il est notamment bien adapté à une utilisation sur les chantiers extérieurs puisqu'il exclut l'utilisation de gaz qui pourrait être chassé par le vent. Les restrictions d'utilisation du soudage à l'électrode enrobé concernent essentiellement les soudures sur aluminium (même si elles sont possibles dans certains cas) et les soudures des faibles épaisseurs de métal (inférieures à 2 mm) pour lesquelles ce procédé comporte un risque important de déformation du métal. En outre, le soudage MMA génère des projections et n'est de ce fait pas recommandé lorsque que l'on souhaite obtenir une bonne finition des pièces. Ces différentes caractéristiques font que le soudage à l'électrode enrobée, toujours très utilisé pour les petits assemblages et d'innombrables opérations de maintenance, se voit supplanté par les autres procédés de soudage à l'arc électrique en production industrielle. En ce qui concerne les types de générateurs utilisés pour le soudage à l'arc enrobé, on note une disparition progressive des produits de technologie traditionnelle au profit des onduleurs qui représentent aujourd'hui sans doute plus de 90% des ventes.

Soudage TIG…

Le soudage TIG (Tungsten Inert Gas) est réalisé sous flux gazeux (argon, hélium ou un mélange des deux) avec une électrode non fusible en tungstène et une baguette de métal d'apport (pour les faibles épaisseurs, la soudure est parfois réalisée sans métal d'apport, par la seule fusion du métal de base). Le soudeur dirige d'une main la torche tenant l'électrode pour établir l'arc électrique avec la pièce à souder et manie de l'autre main la baguette de métal d'apport pour former et alimenter le bain de fusion. L'installation utilisée pour la réalisation du soudage TIG est souvent complétée d'un système de refroidissement à air ou à eau qui augmente le confort de soudage de l'opérateur et évite que la torche ne s'endommage.

Trois procédés principaux permettent l'amorçage de l'arc. Au gratter (scratch), l'arc s'allume en grattant l'extrémité de l'électrode sur la pièce métallique. Avec le procédé « lift arc », le soudeur touche la pièce avec l'électrode puis appuie sur la gâchette pour que l'arc s'amorce en soulevant l'électrode. Dans le procédé Haute Fréquence, l'envoi d'un courant de tension très élevé permet l'amorçage de l'arc sans que l'électrode ne touche la pièce. Plus qualitatif que les autres car il évite que l'électrode ne s'abîme au cours de l'amorçage de l'arc, ce dernier procédé ne peut toutefois être mis en œuvre dans tous les environnements car il est susceptible de perturber la programmation électronique des machines environnant le poste de soudage.

Le soudage TIG peut être pratiqué avec un courant continu (TIG DC) ou alternatif (TIG AC/DC), le premier étant bien adapté au soudage de l'ensemble des métaux ferreux, le second permettant en outre le soudage de l'aluminium, le courant alternatif « cassant » l'alumine se formant à l'air. Le recours aux onduleurs pour le soudage TIG gagne régulièrement du terrain, même si les générateurs à redresseurs thyristorisés sont toujours utilisés dans ce procédé.

le plus qualitatif

Le soudage TIG, qui ne provoque pas de projections, permet la réalisation de soudures d’une excellente qualité visuelle et mécanique. Il s’agit là du procédé de soudage à l’arc le plus qualitatif, particulièrement pour le soudage des épaisseurs fines et moyennes (inférieures à 6 mm). En mode manuel, l’opérateur détermine lui-même la quantité de métal à délivrer au cours des différentes étapes de la soudure, ce qui requiert un savoir-faire élevé. D’une utilisation quasi-obligatoire dans certaines applications industrielles qui requièrent un aspect parfait de la soudure, ce procédé très qualitatif est toutefois peu productif, la vitesse d’exécution du cordon de soudure étant assez lente.

Les générateurs pour soudage TIG permettant la mise en œuvre d’autres procédés de soudage à l’arc électrique, le meilleur compromis qualité/productivité est souvent trouvé en réalisant la première passe d’une soudure en TIG et le remplissage à l’électrode enrobée ou en MIG/MAG.

Soudage semi-automatique MIG/MAG …

Développé pour pallier l’inconvénient de la faible productivité du soudage TIG, le soudage MIG/MAG se pratique sous protection gazeuse avec un fil continu fusible, le bain de fusion et le métal chaud étant protégés de l’air ambiant par un gaz canalisé par une buse entourant le fil. Dans le cas du soudage MIG (Metal Inert Gas), le gaz ne réagit pas avec le métal et est inerte (il s’agit généralement d’Argon ou d’un mélange Argon et Hélium), dans le cas du soudage MAG (Metal Active Gas), il réagit avec le métal et est dit actif (Argon et gaz carbonique, généralement). L’arc électrique se produit entre l’extrémité du fil, à la fois électrode et métal d’apport, et les pièces à souder. Contrairement aux autres procédés de soudage à l’arc, le soudage MIG/MAG est semi-automatique, le fil conditionné sous forme de bobines placées dans un dévidoir motorisé (indépendant ou solidaire du générateur de courant) se dévidant à une vitesse variable (la vitesse déterminant l’intensité du courant) pour être automatiquement amené à la torche, ce qui permet un travail en continu.

Les fils utilisés peuvent être des fils pleins (généralement en acier ou inox) ou des fils fourrés. Dans ce dernier cas, ils sont dotés d’une structure tubulaire remplie d’un flux interne remplaçant le gaz lors de la fusion de l’électrode pour permettre la mise en œuvre du soudage MIG/MAG en extérieur. Bien que les fils

pleins soient toujours les plus utilisés, certains fournisseurs mentionnent une utilisation croissante des fils fourrés qui contribuent à améliorer la qualité de la soudure (ils réduisent les projections) et à accroître encore la productivité de ce procédé.

le plus productif

Son caractère semi-automatique fait du soudage MIG/MAG le plus productif des procédés de soudage à l'arc électrique. Il est en outre relativement facile à mettre en œuvre et assez faible consommateur d'énergie. Permettant de réaliser des soudures de qualité sur tous les types de métaux et dans toutes les épaisseurs, ce procédé qui couvre un grand nombre d'applications répond parfaitement à la recherche constante d'augmentation de la productivité.

Ces avantages en font un procédé de plus en plus pratiqué, notamment dans le domaine de la production industrielle. Selon les propos de plusieurs fabricants, les générateurs pour soudage MIG/MAG représenteraient environ 60% des machines de soudage utilisées dans l'industrie métallurgique, notamment dans les secteurs de la chaudronnerie, de la métallerie et de la serrurerie. Les générateurs utilisés pour ce procédé relèvent encore assez souvent de la technologie traditionnelle. Le poids et le volume réduits des onduleurs ne constituent pas en l'occurrence un avantage décisif puisque le procédé MIG/MAG qui nécessite une installation incluant, outre le générateur, un chariot et une bouteille de gaz, s'effectue généralement en poste fixe.

Courant pulsé

Dans les procédés MIG/MAG et TIG, le courant pulsé s'ajoute aux courants de soudage continu ou alternatif. Cette variante du courant continu permet de maîtriser l'énergie apportée à la pièce par une succession de temps froids, avec maintien de l'arc, et de temps chauds au cours desquels des pics d'intensité de courant permettent d'améliorer la pénétration du métal d'apport, ce qui contribue à élever la qualité de la soudure et à augmenter la productivité. En soudage TIG, le courant pulsé permet de souder des tôles très fines, l'alternance des courants chauds et froids permettant de ne pas déformer la tôle. En soudage MIG/MAG, ce type de courant évite les projections qui constituent l'un des inconvénients majeurs de ce procédé, et permet d'obtenir un cordon de bel aspect. Certains générateurs MIG/MAG peuvent même produire un courant «double pulsé ». Les différences d'intensité du courant de soudage permettant de faire varier la température du bain de fusion pour obtenir la meilleure pénétration du métal sont alors directement liées à des vitesses de défilement du fil différentes.

Qualité et productivité améliorées

L'électronique mise en œuvre dans la technologie de l'onduleur permet l'obtention d'un courant de soudage très stable qui autorise une plus grande précision dans le soudage. Outre la qualité du courant de soudage, elle a permis d'améliorer sensiblement les performances dans l'ensemble des procédés de soudage à l'arc grâce aux automatismes intégrés aux générateurs permettant de contrôler les divers paramètres du soudage. De manière générale, on peut évoquer une gestion du gaz et des cycles de soudage de plus en plus sophistiquée (nous venons de citer l'exemple du courant continu pulsé). Sans être exhaustif dans la citation des fonctions améliorant les performances des machines dans les différents procédés de soudage à l'arc, on peut en citer quelques-unes qui sont aujourd'hui largement présentes dans les gammes proposées sur le marché de la distribution comme le « Hot Start », un système d'amorçage qui permet la création instantanée de l'arc électrique par surpuissance ponctuelle ; l' « Arc force » qui, lorsque l'opérateur est éloigné de la pièce à souder, détecte un arc trop long et envoie un supplément de courant pour que l'arc reste allumé ; l'«anti-sticking », qui coupe le courant de soudage s'il existe un risque de collage de l'électrode dans le bain de fusion ou encore un système d'extinction progressive de l'arc permettant d'éviter le cratère qui se produit souvent en fin de soudage. Pour l'optimisation du soudage de l'aluminium, on citera l'existence d'un

dispositif électronique permettant l'obtention de soudures plus compactes en supprimant les inclusions d'air qui se produisent souvent dans le cordon de soudure. Pour gagner en productivité, plusieurs dévidoirs de fil peuvent être reliés à un même générateur pour travailler sans perte de temps des métaux de natures différentes.

Et l'on pourrait multiplier la citation des fonctions électroniques permettant d'améliorer la qualité des soudures et d'augmenter la vitesse de travail.

Simplicité et confort d'utilisation

L'électronique concourt également à simplifier le soudage et à en diminuer la pénibilité. Tout en étant capables de performances de plus en plus élevées, les générateurs se font aussi de plus en plus simples à utiliser. Equipés de panneaux de commande à affichage digital intégrés ou adaptables à la machine, ils offrent la possibilité de réaliser très simplement, souvent en réglant un paramètre unique, les réglages les plus complexes exprimés dans le langage du soudeur : épaisseur de tôle, diamètre de l'électrode ou du fil, choix de la nuance de métal à travailler… Les paramètres de soudage peuvent être conservés dans la mémoire du générateur. Des télécommandes avec ou sans fil permettent de régler l'intensité du courant tout en travaillant, ce qui évite les arrêts de soudage préjudiciables à la qualité de la soudure. En soudage TIG, la possibilité de régler l'intensité à partir de la torche est offerte. En procédé MIG/MAG, la fonction synergique entraîne, à partir du seul réglage manuel de la vitesse de défilement du fil, le réglage automatique des autres paramètres du soudage. Pour ce même procédé, la sortie du fil peut s'exercer sans avoir à presser la gâchette de la torche (soudage 4 temps).

Les fabricants ont également travaillé sur les aspects permettant de diminuer la pénibilité du travail du soudeur. Pour citer un exemple dans ce domaine, on retiendra l'apparition d'un système applicable au courant pulsé qui réduit le niveau sonore de l'arc électrique à des valeurs facilement supportables pour l'oreille (un fabricant français cite l'apparition récente dans son offre d'un générateur pour le soudage en MIG Pulsé dont le bruit de l'arc électrique à été abaissé à 7 dB). L'aspect sécuritaire est également de plus en plus pris en compte et plusieurs fabricants témoignent du soin apporté à la réduction des émissions électriques et électromagnétiques des appareils, susceptibles de nuire à la santé.

Domination du MMA du MIG/MAG

Nous manquons d'éléments chiffrés nous permettant de préciser le volume des ventes de générateurs par types de procédés réalisées par la distribution, mais nous pouvons toutefois avancer grâce aux propos des fabricants se recoupant sur ce point que les plus forts volumes portent sur les postes pour le soudage à l'électrode enrobée, des onduleurs monophasés dans la quasi-totalité des cas. Selon les estimations de plusieurs fabricants, il se vendrait aujourd'hui sur le marché professionnel près de trois fois plus de postes MMA que de postes MIG/MAG, le procédé TIG arrivant ensuite, les ventes de postes pour le soudage/coupage plasma étant quant à elles plus marginales. La démocratisation de l'onduleur a en effet mené à une explosion des ventes des petits postes MMA, notamment auprès des artisans qui sont aujourd'hui quasiment tous équipés de ce type de matériels dont les prix sont devenus très accessibles (le prix public moyen est inférieur à 400 euros). Le cœur des ventes de ce segment de marché porte sur les matériels de 150 à 210 ampères, le produit-phare étant aux dires de plusieurs acteurs du marché le poste de 160 ampères soudant les électrodes d'un diamètre de 3,2 à 4 mm.

Du côté de la production industrielle, les postes MIG/MAG l'emportent. Le cœur des ventes de la distribution concernant ce type de produits serait situé sur des machines délivrant une intensité de courant de soudage de l'ordre de 300 à 400 ampères. Etant donné le prix des postes MIG/MAG, sept à dix fois supérieur à celui des postes MMA, la domination du marché du soudage à l'arc en terme de chiffre d'affaires par ces équipements est quant à elle indiscutable.

Un chiffre d'affaires de 75 millions d'euros

Selon les chiffres transmis par le Symop, le chiffre d'affaires global du marché français du brasage, du soudage et du coupage (ventes réalisées par les fabricants et ventes de la distribution) s'est élevé en 2009 à 220 millions d'euros, traduisant une baisse de plus de 40% par rapport à l'année 2008. Plus de 85% de ce chiffre, soit 189 Me, est imputable au segment du soudage à l'arc électrique, équipements, accessoires et consommables confondus, cette forte proportion s'expliquant par l'importance des ventes de consommables dans le domaine du soudage à l'arc. Concernant le segment des générateurs pour le soudage à l'arc, le Symop estime la valeur du marché français en 2009 à quelque 75 millions d'euros, en retrait de 29% par rapport à l'année 2008.

Satisfaire des exigences de plus en plus fortes

En matière de soudage comme dans bien d'autres domaines, les productions à faible valeur ajoutée ont été largement délocalisées dans des pays à bas coût de main d'œuvre. A un terme sans doute proche s'il n'est déjà atteint, seules seront maintenues dans les pays d'Europe occidentale, et notamment en France, celles qui représentent une forte valeur ajoutée en termes de qualité et de productivité, ce dernier aspect se traduisant par une tendance accentuée vers l'automatisation et la robotisation des installations de soudage.

Pour répondre aux besoins de plus en plus exigeants des industries implantées sur les marchés où le coût de la main d'œuvre est élevé, les fabricants d'équipements de soudage ont fait des efforts notables pour faire monter leur offre en gamme. Parmi ceux vers lesquels nous nous sommes tournées pour la réalisation de ce dossier, plusieurs ont pointé l'importance pour les distributeurs d'élever régulièrement leur niveau d'expertise pour assurer un accompagnement de qualité à leurs clients. Pour les y aider, les fabricants leur apportent un soutien qui revêt des formes multiples (tournées accompagnées, démonstrations, supports d'informations divers) et qui porte notamment sur la formation de leurs équipes commerciales.

Dominique Totin

Arc submergé et soudage/coupage plasma

Des procédés largement automatisés

Nous avons axé ce dossier sur les trois procédés majeurs de soudage à l'arc électrique qui permettent de réaliser un soudage manuel ou semi-automatique avec des générateurs de courant dont l'ampérage dépasse rarement 500 ampères, lesquels sont représentatifs de l'offre la plus communément commercialisée par les revendeurs de la distribution professionnelle dans les secteurs de l'artisanat du bâtiment, de la maintenance industrielle et de la production industrielle (généralement hors applications très spécifiques et applications lourdes en ce qui concerne ce dernier secteur, lesquelles nécessitent le plus souvent des installations automatisées et robotisées devant respecter des cahiers des charges précis et faisant alors le plus souvent l'objet de ventes en direct de la part des fabricants).

Toutefois, en matière de soudage réalisé avec un arc électrique, il existe deux autres procédés, le soudage à l'arc submergé et le soudage plasma, qui sont essentiellement automatisés et robotisés, même si cette règle souffre certaines exceptions. Principalement utilisé en industrie lourde sur les pièces de fortes épaisseurs (notamment pour le soudage circulaire des pipelines par exemple), le soudage à l'arc submergé est un procédé presque toujours automatisé dans lequel l'arc électrique est submergé sous un flux qui recouvre la soudure. Pour sa part, le soudage plasma est réalisé grâce à un arc électrique avec une adjonction d'air comprimé. Ce procédé de très haute précision qui permet de souder mais aussi de couper le métal est généralement robotisé, même s'il existe des installations non automatisées délivrant une intensité de courant comprise entre une vingtaine et une centaine d'ampères utilisées notamment en carrosserie, en serrurerie ainsi que dans certaines applications du bâtiment, par exemple en charpente métallique.

Des fabricants de tailles diverses sur le marché national

Fabricants français et étrangers se côtoient sur le marché français du soudage à l'arc électrique. Sans prétendre en aucune façon être exhaustif, nous allons faire ci-dessous une brève présentation de certains d'entre eux, jouissant d'une notoriété forte et jouant un rôle important non seulement sur le marché national mais aussi sur le marché européen et, pour la plupart d'entre eux, mondial. Ces entreprises présentant des caractéristiques diverses quant à leurs spécialisations (outre leurs tailles et leurs champs d'action géographique), leur attribuer un rang sur le marché précis du soudage à l'arc électrique est très difficile, ce que nous ne ferons d'ailleurs pas de manière systématique dans cette présentation de fabricants qui suit un ordre alphabétique.

Avant d'entreprendre leur évocation, nous mentionnerons que ces fabricants partagent un certain nombre de points communs dont le fait de proposer sur le marché une offre qui concerne a minima les générateurs pour les différents procédés de soudage à l'arc, manuels et mécanisés, celui de commercialiser leurs gammes en direct aux utilisateurs finaux et/ou aux intégrateurs ainsi qu'à la distribution (même si c'est dans des proportions diverses) – à l'exception de Gys exclusivement tournée vers cette dernière – et d'apporter leur soutien à la distribution sous les formes traditionnellement utilisées (brochures et documentations, tournées accompagnées, mise au point d'actions commerciales, site internet…) et notamment à travers la formation des équipes de vente de leurs revendeurs, plusieurs d'entre eux étant organismes de formation agréés (c'est le cas de Air Liquide Welding, Castolin Eutectic, ESAB, Kemppi et Lincoln Electric).

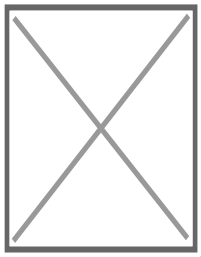
*Filiale du groupe français Air Liquide, **Air Liquide Welding** regroupe plus de 2 800 personnes dans plus de soixante-cinq pays. Agissant sur l'univers global (équipements et accessoires, consommables, protection) du soudage/coupage à l'arc mais également du soudage/coupage à la flamme, Air Liquide Welding, reconnu comme le leader français du marché du soudage à l'arc, et ce de manière assez nette, figure également dans le tiercé de tête du marché européen et vraisemblablement du marché mondial du soudage à l'arc. Ce fabricant dont le siège est implanté à Saint-Ouen l'Aumône, un site qui regroupe également l'une des quatre usines françaises, son centre de recherche (CTAS) et son Service Après Vente DEFI (comme Démonstration Expertise Formation Installation), exploite quinze unités de production à travers le monde. En ce qui concerne le soudage à l'arc plus précisément, les générateurs sont fabriqués dans ses usines de Nitra (Slovaquie) et de Pont Ste Maxence, et les consommables dans diverses usines dont celle de Châlons-en-Champagne. Ayant totalement refondu ses marques en 2006, Air Liquide Welding dont le catalogue général compte quelque 350 pages commercialise depuis cette date son offre sous cinq marques. Trois sont dédiées à l'univers professionnel – Saf Fro et Oerlikon pour l'industrie et Cemont pour l'artisanat – Weld Team étant réservée à la GSB et Weldline étant une marque transversale d'accessoires et de produits de protection du soudeur. L'approvisionnement du marché français et de certains pays limitrophes est assuré à partir de la plate-forme de Vatry/Châlons, la plus importantes des trois plates-formes logistiques européennes d'Air Liquide Welding. Le SAV des produits du fabricant français est assuré par les techniciens de DEFI ainsi que par un réseau de réparateurs agréés.*

*Société d'origine suisse créée en 1906, **Castolin Eutectic** fait partie du groupe allemand Messer World. Ce groupe d'envergure mondiale possède deux entités, Messer gaz et Messer Eutectic Castolin, cette dernière étant structurée autour de trois divisions : Messer cutting (découpe laser et oxygène automatisée et numérique), BIT, un spécialiste des outils médicaux et Castolin Eutectic. Cette dernière division qui regroupe 2 000 personnes à travers le monde est spécialisée dans l'assemblage des métaux et propose sur le marché une offre complète (équipements, accessoires, consommables et services) dans les techniques du brasage, du soudage et de la projection thermique. Elle est organisée par régions – le marché français, où l'entreprise est représentée par Castolin France, relevant de l'Europe de l'Ouest –, dont chacune bénéficie d'une direction générale spécifique, le marketing étant élaboré de manière transversale pour l'ensemble des marchés européens. L'équipe commerciale de Castolin France agit sur les marchés industriel, grand public et professionnel, auxquels elle commercialise les produits de l'entreprise sous la marque unique Castolin. Implanté à Villebon, en région parisienne, le site du siège de Castolin France abrite également la plate-forme logistique pour l'Europe de Castolin Eutectic et le SAV de Castolin France. On peut relever que le marché français est l'un des principaux marchés européens pour Castolin Eutectic qui s'est tournée depuis une vingtaine d'années vers la distribution à laquelle elle dédie une gamme spécifique. La stratégie de pénétration du marché européen de la distribution a d'ailleurs été élaborée suivant le modèle mis en place en France, lequel a été au fil des années appliqué sur la plupart des autres marchés d'Europe.*

*Créée en 1904 en Suède, **ESAB** est depuis 1994 membre de PLC Charter. Ce groupe britannique dont ESAB est l'entreprise la plus importante (l'autre entité du groupe, Howden, est un spécialiste de l'engineering dans le domaine de la ventilation assistée) dénombre plus de 6 000 collaborateurs, exploite plus de vingt usines à travers le monde – dont des unités de production en Suède et en Pologne dédiées à la fabrication de générateurs pour le soudage à l'arc – et réalise un chiffre d'affaires supérieur à 1 milliard d'euros. Reconnue comme le challenger du marché mondial, ESAB développe une offre globale pour le soudage à l'arc électrique (équipements, consommables, accessoires et protection) représentant l'ensemble des procédés et technologies existants. En France, la marque est commercialisée par une filiale de l'entreprise agissant également dans les pays du Benelux et de l'Afrique francophone et tournée vers*

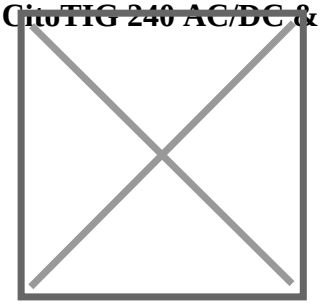
A.S.D/Difema

Postes de soudage multiprocédés

A.S.D. Difema lance des postes de soudage monophasés multiprocédés qui soudent les différents types d'électrodes enrobées (rutiles, basiques, fonte, inox et rechargement) ainsi que les fils acier, inox, alu, CuSi et fils sans gaz en procédé MIG (bobine de cinq kilos). Ils réalisent également le soudage TIG avec amorçage de l'arc Lift arc. Ces machines bénéficiant d'un réglage synergique très simple avec contrôle par ampèremètre et voltmètre font un poids de 13 kg. Ces postes faibles consommateurs d'énergie existent dans des intensités de courant maximum de 160 et 200 ampères.

Air Liquide Welding

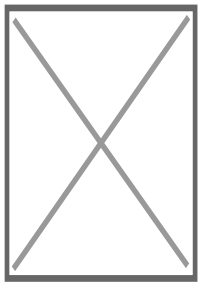
CitoTIG 240 AC/DC & CitoTIG 310 AC/DC d'Oerlikon

Oerlikon élargit son offre avec les postes CitoTIG 240 AC/DC et CitoTIG 310 AC/DC idéalement destinés au soudage de l'aluminium mais offrant également la possibilité de souder avec des performances élevées les aciers au carbone ou inoxydables. Utilisables en atelier et sur site, ces postes profitent des innovations développées par Air Liquide Welding comme le Tack For Thin, un dispositif conçu pour le soudage des tôles fines et le Compo-TIG, un procédé combinant les avantages du courant continu et alternatif permettant une parfaite pénétration et un meilleur nettoyage. Le cycle de soudage complet inclut deux niveaux de courant, 2T et 4T, grâce à la fonction Citostep. Utilisable en TIG AC et/ou DC et TIG pulsé et en soudage MMA, ces machines à affichage digital possèdent un amorçage de l'arc de type HF ou lift et un système de mémorisation des paramètres de soudage.

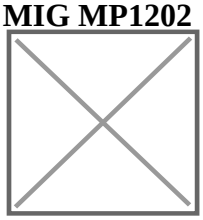
Le CitoTIG 240 AC/DC est un poste monophasé 230 volts de 17 kg présentant un facteur de marche à 230 A à 40% et à 180 A à 100%.
Le CitoTIG 310 AC/DC est un poste de 25 kg présentant un facteur de marche à 300 A à 40% et à 190 A à 100%.

Castolin France

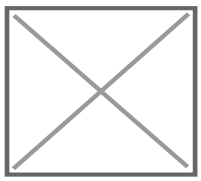
Onduleur multiprocédés

Développé par Castolin Eutectic plus particulièrement pour les artisans désireux d’obtenir des soudures de grande qualité, le Multi-Pro 1604 est un poste de soudage multiprocédés basé sur la technologie onduleur qui permet de souder à l’électrode enrobée jusqu’à 130 ampères, en MIG/MAG jusqu’à 160 ampères mais aussi en TIG jusqu’à 160 ampères avec un facteur de marche à 120 A à 60% et à 100 A à 100%. Cet appareil monophasé 230 volts d’un poids de 12,5 kg est facilement transportable sur les chantiers. Associé aux fils TeroMatec (fils fourrés sans gaz de protection), il est particulièrement adapté à toutes les applications extérieures et assure une protection optimale de la soudure dans toutes les conditions climatiques. Il est doté de la dernière technologie PFC qui permet de réduire la consommation d’énergie de l’ordre de 30%.

Dimatex
MIG MP1202

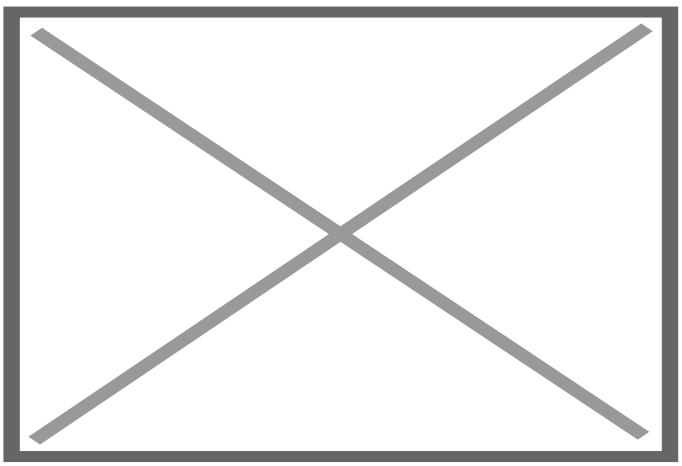
Le poste MIG MPI202 est un onduleur monophasé 230V avec un courant de soudage de 180 A (facteur de marche à cet ampérage à 60%) permettant le soudage de l’acier, de l’inox et de l’aluminium. Ce poste semi-automatique très maniable et d’un poids de 20 kg prévu pour recevoir des bobines standards est particulièrement adapté aux préfabrications en atelier ainsi qu’aux diverses interventions sur chantier.

Elektrosta
Elektro 155



Ce poste monophasé 230 volts au design ergonomique et d’une utilisation simple possède une plage d’intensités de courant de soudage réglable entre 3 et 150 A avec un facteur de marche à 150 A à 30%, à 130 A à 50% et à 100 A à 100%. Il permet un soudage optimal des électrodes enrobées grâce à une douceur de fusion qui assure un cordon parfait presque sans projections. Le confort d’utilisation de ce poste à souder est renforcé par la dynamique d’arc et l’anti-collage intégrés. Elektrosta a innové en matière de sécurité en équipant ce poste d’une protection primaire contre les surtensions, grâce à un système de contrôle permanent de la tension réseau. Ainsi, si la tension d’alimentation dépasse 246 V, le poste s’arrête automatiquement pour ne se remettre en marche qu’une fois la tension revenue à une valeur normale. Ce système assure le bon fonctionnement des éléments électriques et électroniques du poste et garantit une protection à 100% sur groupe électrogène ou en cas d’erreur de branchement. Grâce à son architecture interne, l’Elektro 155 bénéficie d’une robustesse mécanique accrue. Ses façades avant et arrière en plastique (ABS + PC) garantissent une grande résistance aux chocs. Son poids est de 5,3 kg.

ESAB
Panneaux de commande conviviaux



Le panneau de commande M32 int

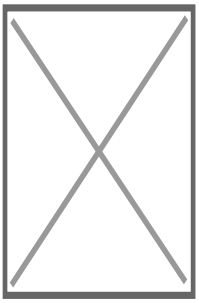
M32 intégré à la façade des onduleurs portables monophasés de la gamme Caddy® Mig d'ESAB plus particulièrement dédiée au secteur de l'artisanat et de la maintenance permet un réglage automatique des différents paramètres de soudage en indiquant uniquement l'épaisseur de métal à souder. La chaleur de l'arc pourra être corrigée afin d'optimiser les réglages. Ce panneau offre la possibilité d'activer la fonction Qset™ qui optimise le soudage en court-circuit, permet de réduire les projections, de limiter les déformations du métal et facilite le soudage dans toutes les positions.

Le pupitre de commande Aristo™ U82 qui peut être relié par un câble à tous les choppers (hacheurs) et onduleurs de la gamme Industrie d'ESAB d'une intensité de courant comprise entre 300 et 650 ampères, constitue quant à lui un véritable cerveau déporté de la machine permettant de piloter le soudage en mode manuel, automatisé ou robotisé mais également d'exercer un suivi de la production. Un menu (accessible en 17 langues) et trois molettes permettent de régler l'ensemble des paramètres de soudage et d'activer différentes fonctions qualité (optimisation de la fusion en fonction des fils et des gaz, réglages optimisés en courant lisse et pulsé, SuperPulse™, impulsion de courant pour détacher le fil collé…). Ce pupitre numérique est muni d'un port USB pour un éventuel stockage et traitement des informations.

FOP Super Ego
Inverter 120

Destiné au soudage à l'électrode enrobée de l'acier au carbone, des aciers inoxydables, de la fonte et d'autres métaux comme l'aluminium, le cuivre et le nickel, Inverter 120 est un onduleur monophasé bénéficiant de la technologie d'alimentation Fly-Back qui permet une utilisation avec des rallonges de grande taille sans altération du rendement. Alimenté en 230 volts et soudant les électrodes d'un diamètre compris entre 2,5 et 3,5 mm, son intensité de courant atteint 120 ampères. Il possède un facteur de marche à 120 ampères à 35%. Son poids est de 3 kg. Il est livré dans une mallette-kit complet.

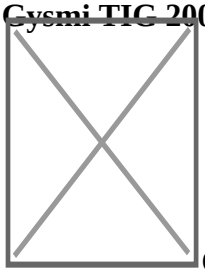
FroniusTransSteel 3500/5000

Parfaitement adapté au domaine de la construction acier, le TransSteel 3500/5000 à réglage

digital bénéficie de la technologie Steel Transfer qui optimise le soudage des aciers par procédé MIG/MAG. Il intègre ainsi les lois synergiques Steel pour un réglage des paramètres de soudage simple et rapide couvrant la majeure partie des applications – Steel Root qui assure un arc à transfert par court-circuit doux et stable (ce choix permet avant tout de souder avec des écarts importants entre les pièces) et Steel Dynamic qui produit un arc concentrique et flexible pour un bain profond et étroit et une vitesse de soudage augmentée. Il est équipé d'un dévidoir petit, léger et mobile, qui lui permet de se faufiler partout avec le panneau de commande et tous les affichages intégrés offrant ainsi la possibilité d'effectuer les réglages sur le lieu même du soudage, du dispositif de chargement automatique du fil Comfort Wire, du Fronius System Connector qui permet un branchement central de toutes les connexions ainsi que le verrouillage sécurisé des faisceaux pour garantir une bonne arrivée du courant électrique, de la touche Easyjob qui enregistre les modifications de réglages et du FastSnap qui permet une fixation facile de la buse de gaz. Le TransSteel est équipé d'un porte-outils permettant une prise en main facile et rapide de la torche.
Décliné en deux modèles de 350 et 500 ampères, ce poste de soudage dispose également d'un système de soudage refroidi air et eau pour une utilisation manuelle ou robotique.

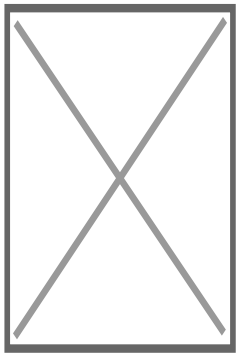
Il existe également dans la version TransSteel Yard spécifiquement conçue pour les chantiers navals et pour la construction de plates formes offshore.

Gys
Gysmi TIG 200 DC FV

Cet onduleur Gys TIG DC de 200 A à amorçage HF ou Lift fonctionnant en TIG, TIG pulsé,

TIG Spot et MMA intègre une reconnaissance automatique de toutes les torches du marché qui lui sont connectées mono-bouton, double bouton, avec ou sans potentiomètre et peut également recevoir une commande à distance. Il bénéficie de plusieurs technologies innovantes : la technologie Flexible Voltage qui permet de le raccorder sur les réseaux du monde entier de 85 à 265 volts, la technologie PFC garantissant une même qualité de soudage sur une large plage de tension qui le rend parfaitement adapté à une utilisation sur groupe électrogène et la technologie exclusive Protect 400 qui le protège des surtensions jusqu'à 400 volts.

Kemppi
FastMig Pulse 350 & 450

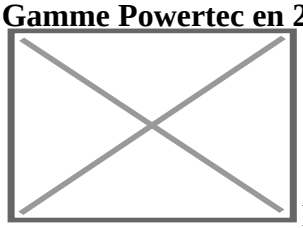


Les systèmes de soudage MIG/MAG Kemppi FastMig Pulse 350 et 450, des machines triphasées de 400 volts, sont dotés d'un ensemble de fonctions polyvalentes qui en font des appareils personnalisables apportant au soudeur le contrôle du poste à souder. Le système FastMig Pulse peut être doté à l'achat de fonctions standard, le Work Pack, ou d'un pack personnalisé selon les besoins du client, le Project Pack, pour répondre à l'application de soudage spécifique de ce dernier. Les caractéristiques du système FastMig Pulse peuvent être aisément complétées ou modifiées si les besoins en soudage évoluent. Cette adaptation est rendue possible grâce à un petit appareil, le DataGun, qui permet de mettre à niveau le micrologiciel et d'ajouter tous les programmes de soudage et procédés spéciaux élaborés par Kemppi.

Les FastMig Pulse 350 et 450 ont des puissances nominales respectives de 350 A (pour un facteur de marche à 350 A à 80 %) et de 450 A (pour un facteur de marche à 450 A à 60 %). Les deux machines proposent des tensions de soudage de 10 à 50 volts, tandis que leur tension à vide est de 50 V. Les fonctions permettent au soudeur de contrôler l'arc à distance, directement côté soudage. Elles regroupent la commande de mise sous tension, le contrôle de la longueur de l'arc, la mémorisation, le test gaz, l'avancement du fil, les fonctions 2T/4T, le démarrage à chaud et le remplissage du cratère et en option le procédé MMA et la fonction Match Log. Une commande à distance R30 optionnelle accroît la portée du soudage. Cet appareil, de la taille d'un téléphone portable, permet de contrôler la mise sous tension, l'affichage de la date du soudage ou le choix du canal jusqu'à 10 mètres du dévidoir. Parmi les autres fonctions disponibles figurent la possibilité d'utiliser le nouveau SuperSnake GT02S, un dévidoir secondaire refroidi par air ou par eau d'une longueur de 10, 15, 20 ou 25 mètres. Celui-ci augmente la distance de dévidage du fil jusqu'à 30 m avec les dévidoirs MXF 65 et MXF 67. Le SuperSnake est doté d'un jeu de câbles logé dans un fourreau en matériau composite orange vif particulièrement visible. Son boîtier au design effilé renferme un écran d'affichage métrique facile à lire et des potentiomètres de réglages des paramètres de soudage côté soudeur.

Lincoln Electric

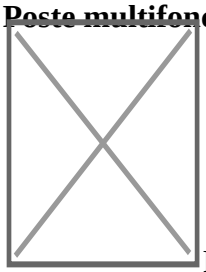
Gamme Powertec en 230 V



L'entrée de la gamme monophasée Powertec®, le modèle 161 C (non représenté sur la photo), a été développé pour le soudage sur tôles fines ainsi que les travaux de réparation et de maintenance. Il présente d'excellentes caractéristiques d'arc et un très bon amorçage et permet de réaliser les travaux de soudage en ne générant que très peu de projections. Il est particulièrement adapté au milieu agricole ainsi qu'à l'activité des petits ateliers et des carrossiers. Les Powertec® 191C et 231C disposent quant à eux de la puissance nécessaire pour les applications de construction légère tout en présentant la flexibilité nécessaire pour souder des structures fines. Le Powertec® 271C est le modèle multi-usages de cette gamme, adapté au soudage des structures fines comme aux applications de construction légère à moyenne. Conçues pour être utilisées avec des fils (acier, inox et fils fourrés) de 0,6 à 1,2 mm de diamètre sur les bobines B300 et S200, les machines de la gamme Powertec® peuvent être aisément manipulées grâce à leur robuste chariot, leurs larges roues directionnelles à l'avant et leurs imposantes roues arrière.

Selco France

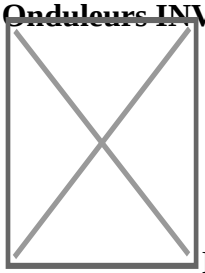
Poste multifonctions Genesis 3000 MTE



Réglable entre 3 et 300 ampères, le poste de soudage Genesis 3000 MTE est équipé de nombreuses fonctions et permet un soudage optimal dans les procédés MIG/MAG (dont le mode MIG pulsé), TIG et MMA. Offrant des facteurs de marche élevés dans tous les procédés, ce poste synergique à contrôle numérique permet un réglage automatique en continu des différents paramètres de soudage. Il peut conserver en mémoire plus de 80 programmes de soudage. Son poids est de 32 kg.

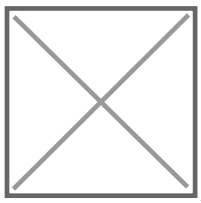
Sidamo

Onduleurs INV 130A & INV 160A



Les onduleurs monophasés 230 volts INV 130A et INV 160 A (modèle montré en photo), permettent le soudage de tous types d'électrodes (rutiles, basiques, inox, fonte et de rechargement) dans les diamètres de 1,6 mm à 3,25 mm pour le plus petit modèle et de 1,6 mm à 4 mm pour l'autre modèle. Offrant des plages d'intensité de courant respectives de 5 à 130 A et de 5 à 160 A (pour un facteur de marche respectif à 75 A et à 115 A à 60%), ces onduleurs utilisables sur un groupe électrogène possèdent un système anti-collage automatique, un système de sur-intensité à l'amorçage, une protection totale contre les surtensions et une protection thermique à réarmement automatique avec témoin. D'un poids de 4,2 kg pour le modèle
INV 130A et 6 kg pour le modèle INV 160A, ces onduleurs sont livrés en mallette de transport avec deux câbles, un masque à main et un marteau-brosse. Ils seront disponibles chez Sidamo à partir du 1er mars 2011.

Sodec / EWM **Phoenix 335 Puls**

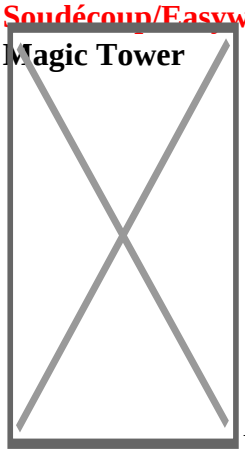


Après le PicoMIG 180 Puls, premier poste multiprocédé pulsé monophasé sur le marché, EWM consolide sa présence sur le segment des machines portables en lançant le Phoenix 335 Puls. Ce poste

de soudage offre une gamme infinie de possibilités : soudage à l’électrode enrobée (5-6mm), arc air (crayon de 6), TIG DC liftarc (au toucher et non au gratter) 330 ampères avec courbe complète (rampe de montée, évanouissement, etc.), MIG standard, pulsé & superpulsé (brasage et aluminium), MAG standard et pulsé (acier & inox) et enfin fil fourré sans gaz (Innershield). Il se distingue par sa qualité de dévidage des fils tendres (dévidoir 4 galets) et son coût réduit de maintenance (raccord Euro de la torche) ainsi que par la pertinence de ses 115 lignes de synergie. Des régimes d’arc innovants pour la passe d’accroche (rootarc) ou les fortes épaisseurs (forcearc) sont prévus de série. Le domaine de prédilection de cette machine d’un poids de 33 kg compatible avec un groupe électrogène est la maintenance et la réparation sur site ainsi que la construction navale. Comme l’ensemble des générateurs de la gamme EWM, ce poste est garanti 3 ans sur la pièce et 5 ans sur le pont de diode et autres éléments de puissance.

Soudécoup/Easyweld

Magic Tower



Magic Tower est un système polyvalent pour applications diverses de soudage et coupage.

Il regroupe un poste à souder TIG Alu EastyTig 200 AC/DC, un poste à souder multiprocédés Combi 200 Synergic et un découpeur plasma EasyCut 45, trois appareils monophasés 230 volts à technologie onduleur facilement déplaçables grâce à leurs poignées de transport et leurs poids légers.

Le poste à souder TIG Alu garantit des qualités optimales de soudage ainsi qu’une grande fiabilité et une grande simplicité d’utilisation en courants continu et alternatif. Il peut également réaliser le soudage de toutes les électrodes enrobées.

Le poste à souder multiprocédés pour soudage MIG/MAG, MMA et TIG DC est d’une grande simplicité d’utilisation avec ses réglages synergiques. Il est équipé d’une platine de dévidage en aluminium à deux galets et d’un système d’inversion de polarités pour le soudage du fil fourré sans gaz. Sa torche possède une connexion européenne et le diamètre de la bobine de fil est de 200 mm.

Le découpeur plasma possède une intensité de courant maximum de 45 A qui lui confère une capacité de coupe jusqu’à 18 mm d’épaisseur sur tous les matériaux conducteurs sans aucune déformation.