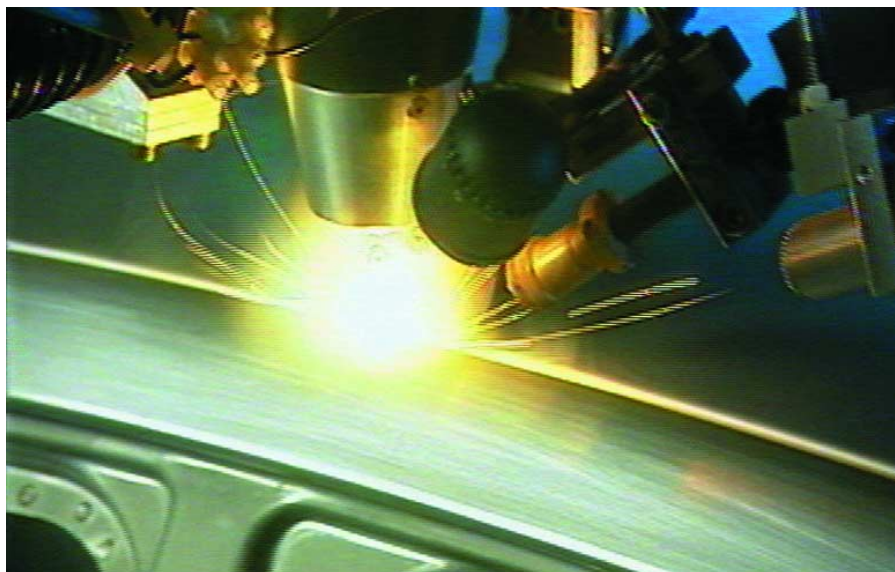
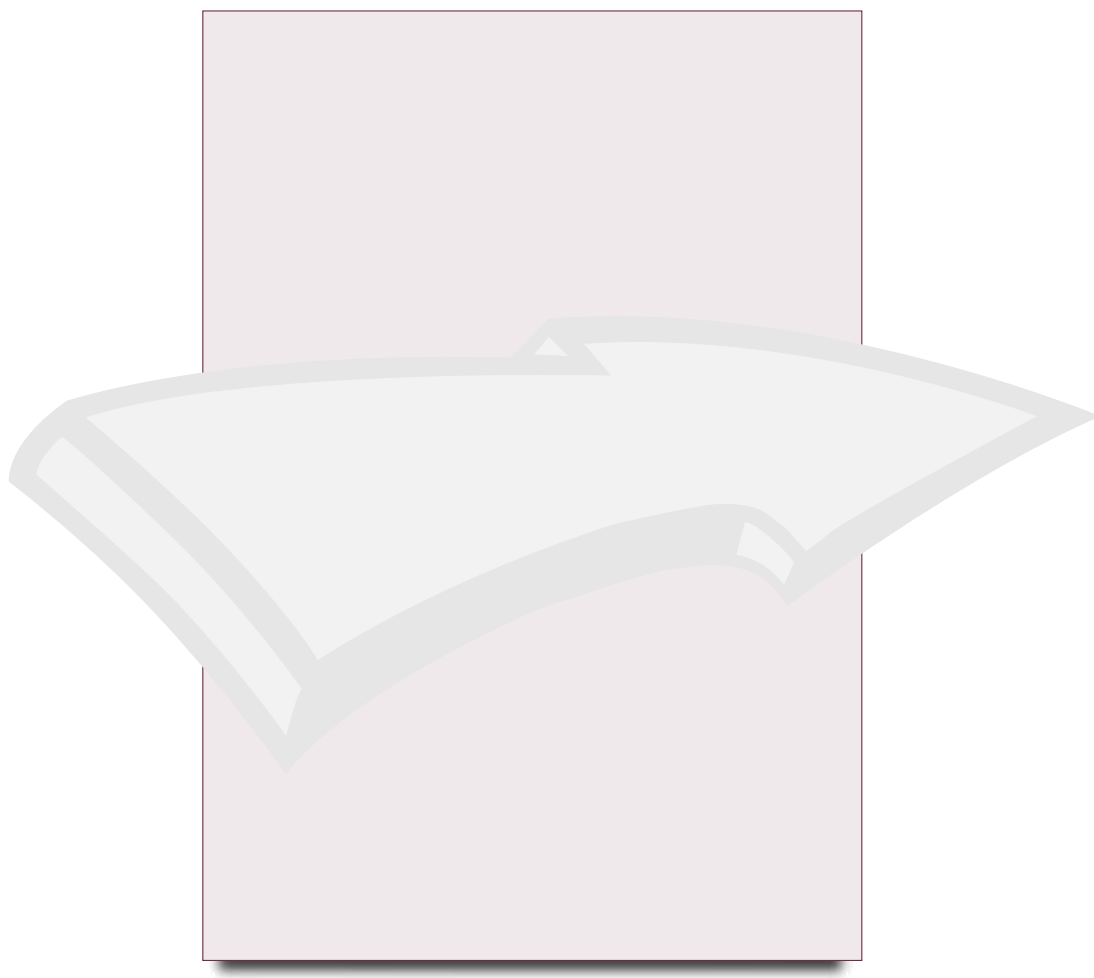




9 NOTIONS DE CARROSSERIE SOUDURES



La reproduction totale ou partielle de ce cahier est interdite, ainsi que son enregistrement dans un système informatique ou sa transmission, sous toute forme ou à travers n'importe quel moyen, que ce soit électronique, mécanique, par photocopie, par enregistrement ou par d'autres méthodes, sans l'autorisation préalable et par écrit des titulaires du *copyright*.

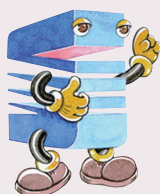
TITRE: Notions de Carrosserie. Unions (C.B. n° 9) - AUTEUR: Organisation de Service - SEAT, S.A. Zona Franca, Calle 2
Reg. du comm. Barcelone. Tome 23662, Folio 1, Page 56855

1re édition - DATE DE PUBLICATION: Mars 99 - DEPOT LEGAL: B.26.773/99

Préimpression et impression: TECFOTO, S.L. - EDIFICI OU GRAFIC - Ciutat de Granada, 55 - 08005 Barcelone - Design et mise en page: WIN&KEN

I	N	D	E	X
DÉFINITION ET ZONES D'UNE SOUDURE				4-5
CLASSIFICATION DES PROCESSUS DE SOUDAGE				6-7
LES GAZ DE SOUDURE				8-9
LA SOUDURE OXYACÉTYLÉNIQUE				10-11
LA SOUDURE À L'ARC ELECTRIQUE SOUS PROTECTION GAZEUSE				12-13
LES SOUDURES TIG ET MIG				14-15
LA SOUDURE MAG				16-17
LA SOUDURE À RÉSISTANCE PAR POINTS				18-19
ESSAIS ET RECOMMANDATIONS DANS LA SOUDURE PAR RÉSISTANCE				20-21
LE SOUDAGE DE L'ALUMINIUM				22-23
TYPES DE SOUDURES				24-25
LES RISQUES DANS LES OPÉRATIONS DE SOUDAGE				26-27
LES RISQUES SPÉCIFIQUES DU SOUDAGE AU GAZ				28-29
LES SOUDURES PAR ADHÉSIFS				30-31

Ami lecteur, pour mieux comprendre ce cahier, je te



recommande de réviser le numéro 4 de cette collection, portant le titre de NOTIONS ELEMENTAIRES DE CARROSSERIE, et le numéro 7, avec le titre de NOTIONS DE CARROSSERIE: FORMAGE.

“Souder, c’est unir deux ou plusieurs pièces pour obtenir une construction qui réunisse les conditions pour lesquelles elle a été conçue.”

DÉFINITION ET ZONES D’UNE SOUDURE

EN PROFONDEUR

Un peu d’histoire

Bien qu’on ne sache pas exactement quand sont apparues les premières soudures, on sait par contre que c’est la révolution industrielle qui a marqué le début du développement des divers types de soudage.

Au commencement du siècle, le soudage oxyacétylénique était largement utilisé dans l’union de tout type de tôles. Cependant, à cette date, il y avait plus d’un siècle que l’on connaissait l’usage de l’arc électrique pour créer de la chaleur. En 1930, le soudage à l’arc s’est rapidement étendu et peu d’années après s’étaient déjà développées les électrodes nues, les équipements de courant alternatif et des processus tels que “électrode trempée”. L’étape suivante, vers 1940, a vu la naissance de la soudure à l’arc électrique sous protection gazeuse, qui reçut la dénomination de TIG. Ce processus impliquait une électrode non fusible, qui fut remplacée dix ans plus tard par un fil métallique continu et fusible, en donnant lieu à la soudure MIG. Enfin, le prix élevé des gaz de protection utilisés fit qu’ils furent remplacés par d’autres plus économiques, provoquant l’apparition du processus MAG.

Définition et propriétés

Le soudage est la méthode d’union permanente entre deux pièces, qui assure la continuité du matériau en maintenant au maximum ses propriétés mécaniques et résistantes.

On peut donc en déduire qu’il y a beaucoup de matériaux qui admettent d’être unis par soudure, mais les métaux sont les produits soudables par excellence.

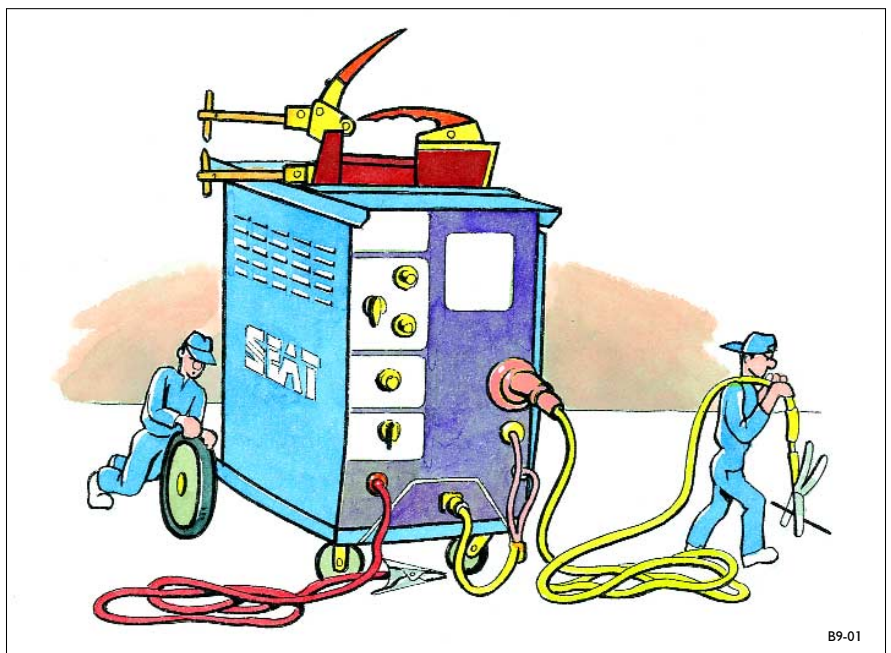
Dans le cas des voitures, une soudure bien faite permet que les **efforts mécaniques soient complètement transmis** d’une pièce à une autre. Ce qui rend possible la notion de carrosserie autoportante comme structure globale

formée par l’assemblage de pièces en tôle, plus de petites unités entre elles et qui travaillent toutes conjointement.

Une caractéristique propre aux différents types de soudure est leur **caractère d’“union fixe”**, que partagent certaines unions par adhésifs, par rapport aux unions “démontables” comme vis ou rivets. De plus, l’union soudée est en général plus rigide que l’union vissée.

Il existe toutefois des caractéristiques telles que la nature des matériaux à unir ou la façon de fournir la chaleur nécessaire qui contribuent à différencier les divers processus de soudage.

Équipement de soudure à résistance électrique par points.



Zones d'une soudure

Dans cette union soudée, il peut exister différentes zones ou parties avec des propriétés et même des matériaux différenciés. Ces zones sont:

- Métal de base non concerné
- Zone thermiquement concernée
- Bord d'union
- Zone fondue

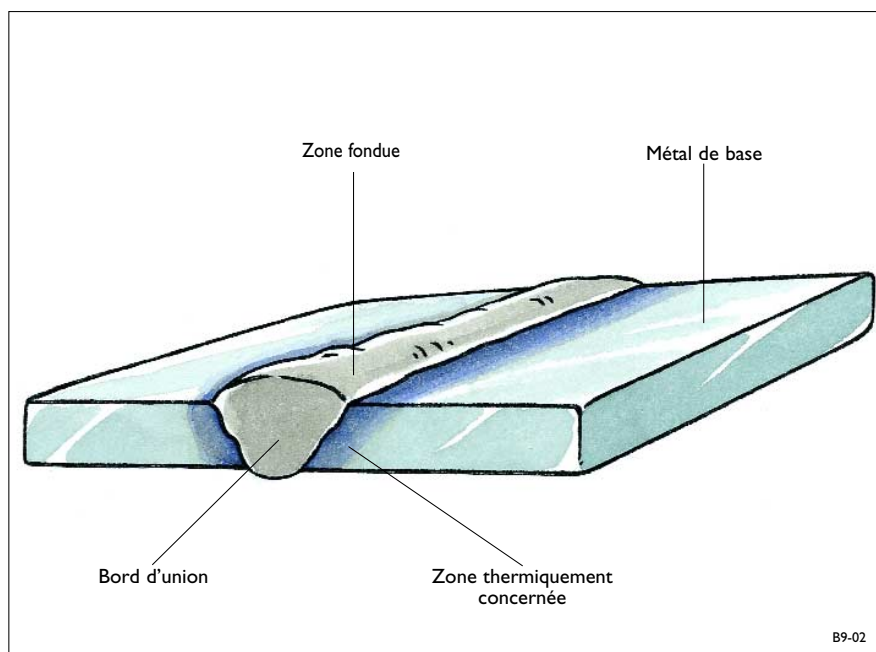
Le **métal de base** non concerné par l'effet du soudage **garde** toutes ses **propriétés** physiques et résistantes, parce que la température à laquelle il est soumis n'atteint pas des valeurs suffisamment hautes pour y produire des modifications structurales.

Toutefois, la zone la plus proche du cordon de soudure sera elle touchée

par la température, bien que sans atteindre la fusion et elle est dite **zone thermiquement concernée**.

Le matériau y subit des **changements** structuraux et physico-chimiques pouvant modifier sa rigidité, sa limite élastique et sa résistance à la rupture.

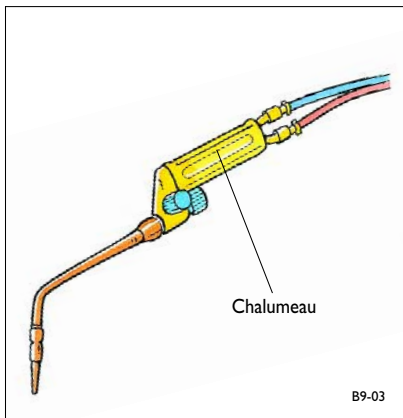
Le **bord d'union** entre la zone thermiquement concernée et la zone fondue est la frontière sur laquelle se maintient la **continuité du matériau**. Sur ce bord, une fusion partielle du matériau se produit. Enfin, la zone fondue est celle où le matériau est parvenu à l'état liquide au moment de la soudure.



Si la soudure une fois faite, on effectuait une coupe perpendiculaire au cordon résultant, on pourrait observer les quatre zones indiquées.

“Les processus de soudage peuvent se classer en fonction de la nature des matériaux qui interviennent et des températures atteintes.”

CLASSIFICATION DES PROCESSUS DE SOUDAGE



Le chalumeau oxyacétylénique est utilisé, essentiellement, pour la soudure forte.

Dans tout type de soudure, il intervient deux matériaux à unir et dans certains cas, un troisième matériau qui sert de “trait d’union”, dénommé matériau d’apport.

De même, dans tous les processus de soudage, un apport de chaleur est nécessaire, mais à partir de celui-ci, tous n’atteindront pas la même température.

En fonction de la nature des matériaux présents, les différents types de soudure existants sont classés en:

- Soudure homogène
- Soudure hétérogène

Soudure homogène

C’est celle dans laquelle les matériaux à unir comme les

matériaux d’apport sont de **même nature**.

En fonction de la température atteinte par ceux-ci, les différents processus sont classés en:

• Soudage par fusion

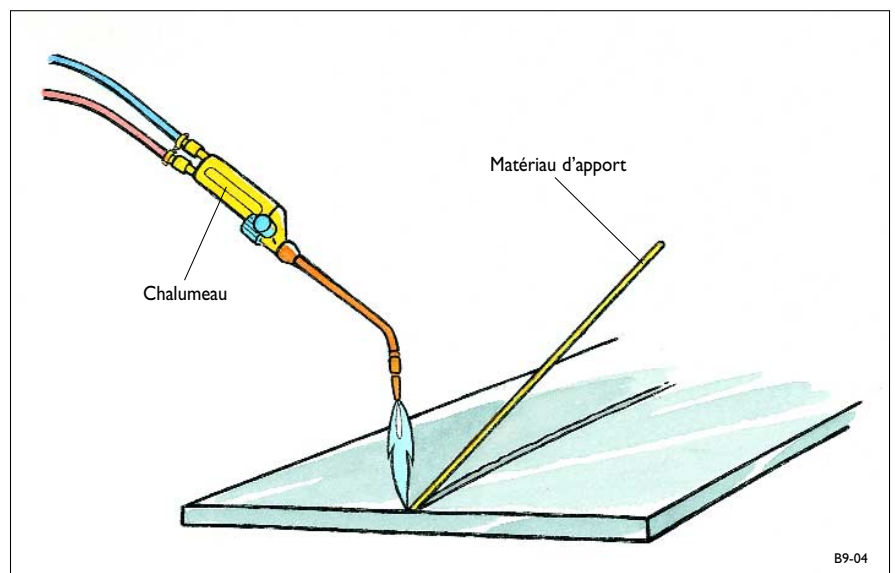
Le matériau de base et celui d’apport, s’il existe, atteignent un état ou phase liquide. Dans ce groupe sont compris les types suivants:

- Soudure aux gaz
- Soudure à l’arc protégé.
- Soudure par résistance

• Soudage sans fusion

Sa caractéristique est de ne **jamais** parvenir à la **fusion** d’aucun des matériaux présents, bien qu’un état plastique de ceux-ci soit atteint. L’union est obtenue par pression mécanique ou de forgeage.

La soudure au laiton est un type de soudure forte hétérogène, qui est utilisé en carrosserie.



Soudure hétérogène

C'est celle dans laquelle interviennent des matériaux de **nature différente**, qu'il y ait ou non un matériau d'apport.

En fonction de la température atteinte, il existe:

• Soudure forte

Dans celle-ci, seul le matériau d'apport atteint l'état de fusion, à une température comprise entre **450 °C et 900 °C**.

Ce type de soudure est généralement réalisé avec un chalumeau oxyacétylénique, avec comme matériau d'apport des alliages de cuivre et de zinc, également connus

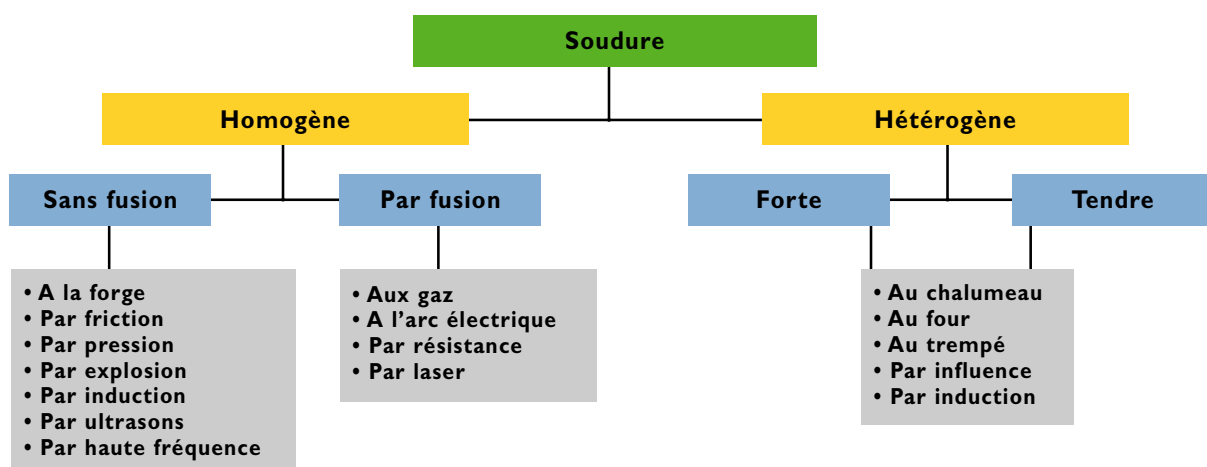
comme "laitons" et des fondants du type "borax" ou acide borique.

• Soudure tendre

Comme précédemment, seul le matériau d'apport arrive à fondre, il s'agit en général d'une combinaison de métaux d'un point de fusion bas, comme l'étain, le plomb et le zinc, lesquels **fondent au-dessous de 450 °C**. Dans ce cas, le fondant utilisé est une solution de zinc connue comme "eau à souder".

A cause de ses faibles propriétés mécaniques et thermiques, ce type de soudure ne s'utilise pas dans les unions de pièces structurales.

CLASSIFICATION DES PROCESSUS DE SOUDURE



“Parmi les différents paramètres qui influent sur le processus de soudage, se trouve le gaz à utiliser, que ce soit pour obtenir des températures élevées ou comme élément protecteur.”

LES GAZ DE SOUDURE

EN PROFONDEUR

Définition des lignes de coupe

En fonction de la notion de carrosserie existant actuellement et du comportement que doit avoir chacune de ses pièces en cas de collision, celles-ci sont divisées en deux types de composants, ce qui implique que leurs lignes de coupe varieront selon qu'il s'agit de:

- Composants extérieurs.

- Composants intérieurs ou structuraux

Composants extérieurs de la carrosserie, pour lesquels il n'existe pas de ligne de coupe définie, mais celle-ci peut se tracer dans une zone déterminée, plus ou moins étendue, en fonction des caractéristiques de construction de la pièce.

Composants intérieurs ou structuraux pour lesquels, en fonction du comportement que doivent avoir ces pièces ou certaines parties de celles-ci, des lignes de coupe spécifiques sont définies, lesquelles sont indiquées dans le Manuel de Réparations.

Gaz employés dans l'atelier de carrosseries

Les gaz employés en soudure sont classés en actifs et inertes. Les actifs réagissent chimiquement à leur environnement et les inertes sont inaltérables. Les principaux gaz employés dans la réparation sont:

- Oxygène
- Acétylène
- Anhydride carbonique
- Argon
- Hélium

- **Oxygène (O₂)**

Gaz incolore, inodore et insipide, il se trouve dans l'atmosphère dans la proportion de 21 %. Ininflammable, mais très actif, **comburant** et de nature oxydante. On l'emploie dans la soudure oxyacétylénique.

Avec des concentrations d'argon ne dépassant pas 5 %, il est utilisé en soudure MIG/MAG, pour augmenter la stabilité de l'arc et améliorer la forme et la pénétration du cordon.

- **Acétylène (C₂H₂)**

Gaz combustible, inflammable et plus léger que l'air. Il est employé comme **combustible** dans l'oxyacétylénique. Mélangé à l'oxygène dans le chalumeau, il produit une flamme d'une

température supérieure à celle de fusion du métal à unir.

- **Dioxyde de carbone (CO₂)**

Oxydant. Mélangé dans des proportions de 15 et 25% avec de l'argon, il est utilisé pour souder l'acier, en offrant une grande pénétration et une vitesse élevée, en améliorant l'aspect du cordon et provoquant moins de projections.

- **Argon (Ar)**

Normalement, il est incolore et inodore. Il appartient au groupe des gaz nobles ou inertes. Sans être mélangé, il est surtout appliqué dans la soudure TIG et MIG de l'aluminium et de ses alliages.

Mélangé avec CO₂ et/ou O₂, il est employé dans le soudage des aciers. Sa **densité est élevée**, ce qui génère une protection optimale de la zone à souder.

- **Hélium (He)**

Gaz incolore, inodore et insipide, chimiquement **inerte** à toute température et pression. A l'état pur, ses applications sont semblables à celles de l'argon. Mélangé avec de l'argon, il est utilisé pour la soudure TIG des aciers.

Identification des gaz

On emploie un code de couleurs, qui est peint sur le corps comme sur l'ogive de la bouteille.

La couleur du corps signale les caractéristiques du gaz. Les couleurs

de l'ogive indiquent le type de gaz ou des gaz contenus dans la bouteille.

BOUTEILLE DE GAZ

MARQUAGE DE L'OGIVE

Caractéristiques du gaz	Couleur
Inflammables	Rouge
Oxydants et inertes	Noir ou gris
Toxiques et vénéneux	Vert
Butane et propane	Orange
Corrosifs	Jaune
Mélanges d'étalonnage	Gris argent

MARQUAGE DE LA BOUTEILLE

TYPE DE GAZ	Type de soudure		
	Oxydation	MIG/MAG	TIG
Oxygène	⊕		
Acétylène	⊕		
Dioxyde de carbone		⊕	
Argon		⊕	⊕
Hélium		⊕	⊕
Argon-hélium		⊕	⊕
Argon-dioxyde de carbone		⊕	

B9-05

Les bouteilles de gaz utilisées dans la réparation ont deux types de marques, une sur l'ogive qui, selon la couleur, signalera les caractéristiques du gaz et l'autre sur le corps de la bouteille, indiquant par des couleurs le gaz qu'elle contient.

“L’usage du chalumeau oxyacétylénique est maintenant réservé à la soudure forte, à cause des changements qu’il produit dans les propriétés des aciers.”

LA SOUDURE OXYACÉTYLÉNIQUE

TYPES DE FLAMME



Excès d'acétylène



Correcte



Excès d'oxygène

B9-06

La flamme oxyacétylénique est facilement réglable pour obtenir des flammes stables avec différentes proportions d'oxygène et d'acétylène, trois types de flammes étant essentiellement distingués.

Dans le processus de soudage par fusion dénommé “soudure aux gaz”, l’énergie calorifique nécessaire pour fondre le métal de base et, s’il y a lieu, celui d’apport, est obtenue par la **combustion** d’un **gaz** (acétylène, propane, butane...), qui agit comme combustible, **avec de l’oxygène** ou de l’air.

Plus particulièrement, si le gaz combustible est de l’acétylène, on parle de soudure oxyacétylénique.

Avantages

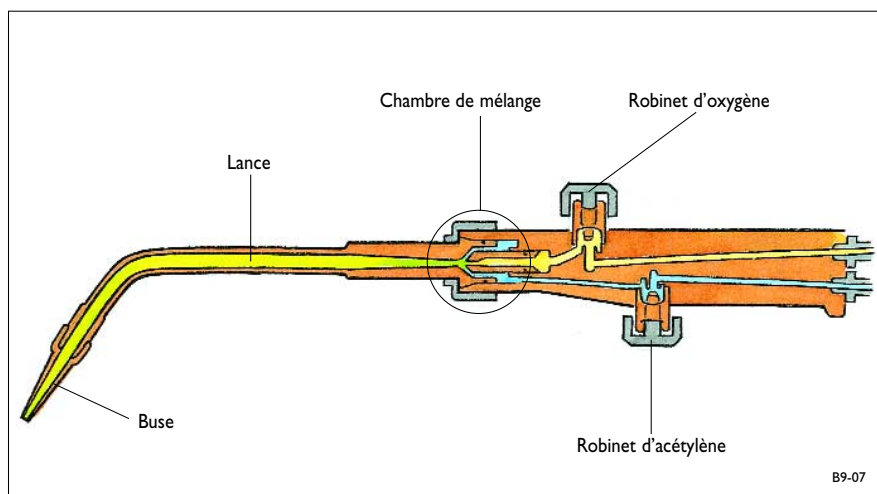
Les raisons principales qui ont justifié pendant longtemps l’usage étendu de la soudure oxyacétylénique dans la réparation de la carrosserie sont les suivantes:

- Le soudeur contrôle la source de chaleur et la **température**, **indépendamment** du contrôle du **matériau** d’apport.

- **Manipuler** l’équipement est relativement **simple**, puisque le processus de travail ne requiert pas de grandes connaissances préalables pour être effectué.
- L’équipement implique un **investissement réduit**, il est normalement portable et peut s’utiliser dans d’autres opérations concernant le soudage, comme oxycoupage, soudage fort, dressage, etc., juste en changeant ou en ajoutant un accessoire.
- Elle permet des opérations de soudage dans des zones difficilement accessibles de la carrosserie.

Inconvénients

L’usage de la soudure oxyacétylénique présente une série d’inconvénients, parmi lesquels il faut citer:



B9-07

Parties constitutives d’un chalumeau à injection pour le soudage oxyacétylénique.

- La quantité de **chaleur** apportée à la zone à souder est très **élevée**, vu que le soudage s'effectue très lentement, ce qui provoque de grandes déformations et des tensions internes dans le matériau.
 - L'échauffement et le refroidissement de la pièce sont **lents**.
 - La zone thermiquement concernée est très **étendue**.
 - La teneur en carbone des zones d'atteinte thermique est augmentée, ce qui se traduit par une augmentation de la **fragilité** et une réduction de l'élasticité des zones proches de l'union.
 - La dimension du grain augmente, si bien que les **propriétés** mécaniques du matériau sont **modifiées**.
 - Vu la quantité de chaleur apportée, la résistance obtenue par le laminage à froid se réduit considérablement.
- Ces inconvénients impliquent qu'**il ne faut pas utiliser la soudure oxyacétylénique dans la réparation de carrosserie**, en la réservant pour des cas isolés et toujours en applications sur des tôles qui ne soient pas d'aciers spéciaux.

DÉFAUTS DANS LA SOUDURE OXYACÉTYLÉNIQUE

PORES



- Sélection de flamme inadéquate ou très oxydante.
- Manque de propreté des matériaux.
- Absence de fondant.
- Fondant inadapté au matériau de base.

MANQUE DE FUSION



- Vitesse de soudage trop élevée.
- Ecartement trop petit à la racine de la gorge.
- Température basse.

IMPURETÉS ET SCORIES



- Manque de propreté des matériaux.
- Usage incorrect du fondant.

B9-08

“La soudure à l’arc électrique sous protection gazeuse est devenue celle qu’on utilise le plus pour le remplacement des pièces structurales de carrosserie.”

LA SOUDURE À L’ARC ÉLECTRIQUE SOUS PROTECTION GAZEUSE

Notions

Le soudage à l’arc électrique est un processus où la chaleur nécessaire pour la fusion du métal est produite par un arc électrique que l’on fait jaillir entre l’électrode et les pièces à unir. Parmi tous les procédés existants qui emploient cette technique, dans la fabrication et la réparation des voitures, les systèmes incluant un gaz pour protéger la zone où se fait le soudage se sont imposés.

L’**oxydation** des métaux se produit lorsqu’ils entrent en contact avec

l’oxygène, et ce d’autant plus

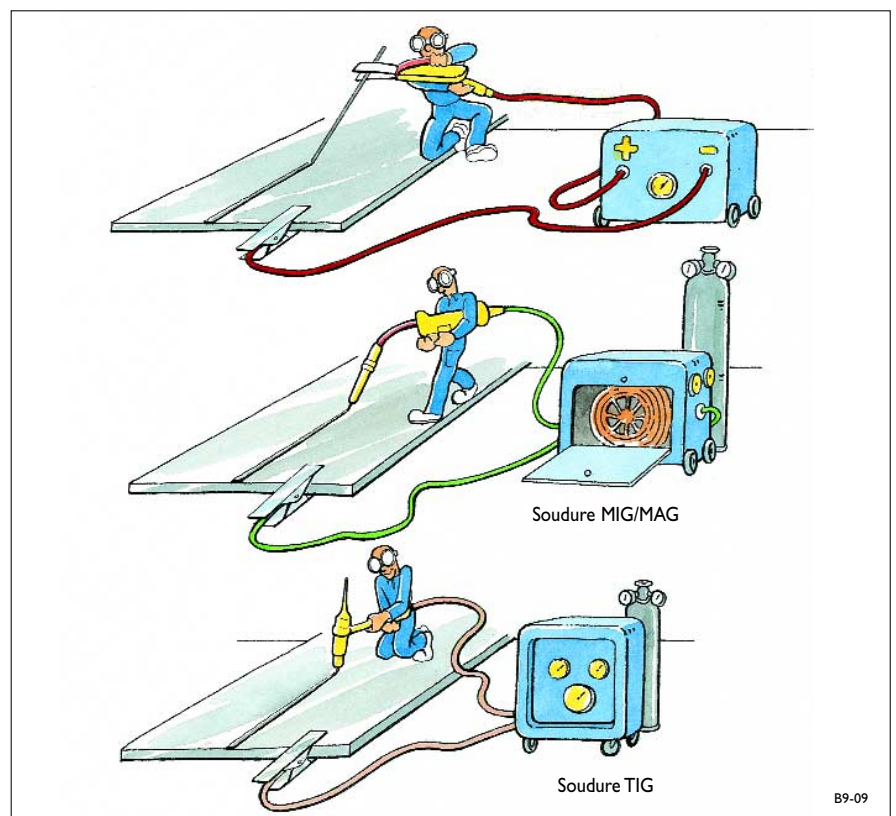
rapidement que la **température** à laquelle ils se trouvent est plus haute.

C’est pourquoi, si l’on ne place pas les moyens de protection adéquats, lorsque le bain de fusion entrera en contact avec l’oxygène de l’air, son oxydation se produira inévitablement.

Pour éviter ces problèmes, on utilise un gaz de protection qui entoure la bain de fusion et protège l’électrode et les zones limitrophes de la pièce.

Le gaz exerce aussi d’autres fonctions, comme celle de garantir et **faciliter** la

Etant donné les caractéristiques de l’acier utilisé dans la fabrication des carrosseries, la soudure qui a “trionphé” en réparation est celle à l’arc électrique sous protection gazeuse.





Argon



Argon et dioxyde de carbone



Hélium



Dioxyde de carbone



Hélium et argon



Argon et oxygène

B9-10

formation de l'**arc**, ainsi que sa stabilisation.

Par ailleurs, le principal avantage de ces systèmes est que leur **influence thermique** sur le matériau à souder est **faible**, si bien que la perte des propriétés résistantes de celui-ci est nulle ou très réduite.

Ces techniques de soudage donnent des unions uniformes et de haute qualité, avec des résistances mécaniques élevées. Même les unions accessibles d'un seul côté peuvent être

soudées avec un bon remplissage des fissures.

Les différents systèmes de soudage à l'arc sous protection gazeuse qui seront traités dans ce document sont les suivants:

TIG: TUNGSTEN INERT GAS.

MIG: METAL INERT GAS.

MAG: METAL ACTIVE GAS.

L'utilisation de l'un ou l'autre gaz de protection implique l'obtention de cordons de soudure avec des formes et des caractéristiques différentes.

“L'introduction des gaz de protection dans la soudure à l'arc est très avantageuse tant pour l'arc même que pour le matériau soudé.”

LES SOUDURES TIG ET MIG

Soudure TIG

Dans cette technique, connue comme soudure sous protection gazeuse avec électrode non fusible de tungstène, on utilise comme gaz de protection des gaz inertes comme l'hélium (He) ou l'argon (Ar), ou un mélange des deux. La **mission de l'électrode** est seulement celle de **maintenir l'arc**, c'est pourquoi il ne faut pas qu'elle se consume et que son point de fusion soit élevé.

Ce système peut s'employer avec ou sans matériau d'apport. Si on l'utilise, il se présente sous forme de tige, d'une composition semblable à celle du matériau de base, sans aucun type de contaminations et qui est introduite manuellement dans le bain de fusion, ce

qui requiert une certaine habileté de la part du soudeur.

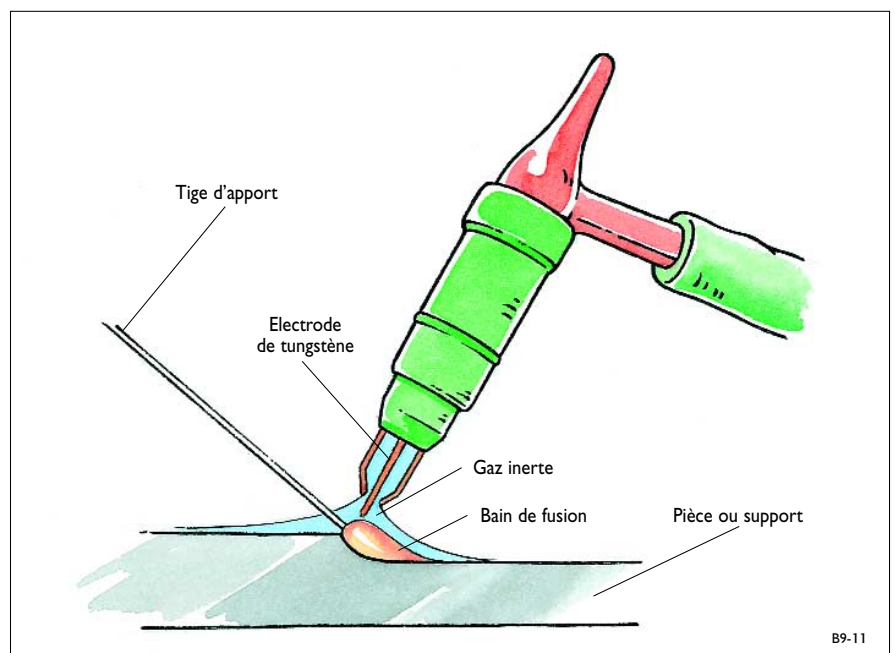
Avantages:

- Absence de projections
- Cordons de soudure lisses et réguliers.
- N'exige pas l'emploi de sources d'énergie excessivement chères.

Inconvénients:

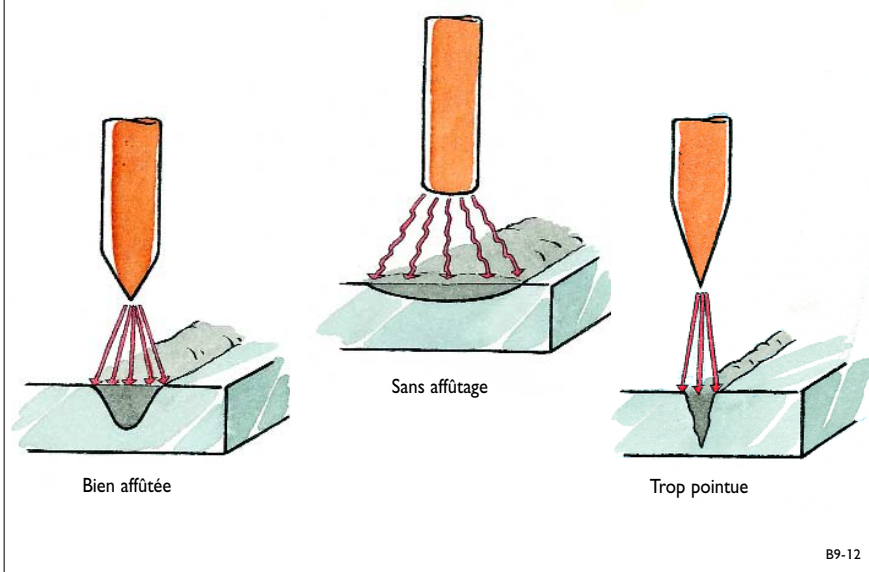
- On obtient un taux de dépôts du matériau d'apport moindre qu'avec d'autres systèmes, comme MIG/MAG.

La soudure TIG peut s'effectuer tant avec **courant continu** qu'**alternatif**. Le type de courant est choisi en fonction du matériau à souder.



Détail de torche pour soudage TIG avec matériau d'apport.

ETAT DES ELECTRODES



B9-12

Soudure MIG

Ce système de soudage se distingue du TIG par le fait d'utiliser comme matériau d'apport une **électrode fusible** de fil métallique massif, dénudé, qui se dépose d'une façon continue et automatique en se consumant. Le fil est généralement recouvert de cuivre pour favoriser le contact électrique avec la buse, diminuer le frottement et le protéger de l'oxydation. Il devra être de même nature que les métaux à unir.

La **protection de la zone de soudure** est garantie par un courant de **gaz** alimenté de la tuyère du pistolet, concentrique au fil métallique ou électrode.

Le mélange de gaz le plus courant est

celui d'argon avec oxygène, celui-ci dans une proportion inférieure à 5 % pour que le mélange ne soit pas oxydant.

Avantages:

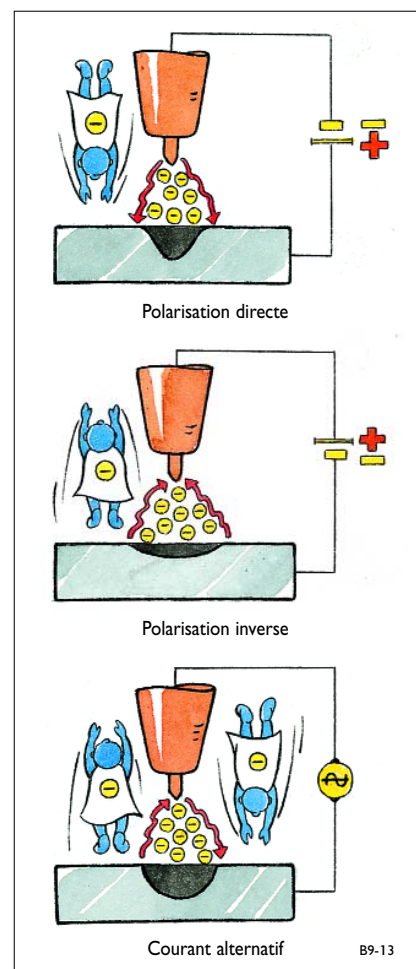
- Comme l'électrode est continue, le taux de dépôt du matériau d'apport est élevé et la productivité également.
- Il peut servir pour souder différents types de matériaux.
- Il permet de souder facilement en toute position.

Inconvénients:

- Le système de soudure est sensible au vent et aux courants d'air.
- L'équipement est plus coûteux et plus complexe que celui d'autres systèmes.

La forme de l'extrémité de l'électrode est très importante, puisque si elle n'est pas correcte, on s'expose à ce que l'arc soit instable ou que le bain de fusion soit contaminé

Dans le soudage à l'arc, l'un des pôles est l'électrode et l'autre la pièce. Suivant le signe de chacun des deux, le courant passera dans une direction ou dans l'autre, ce qui implique des comportements différents.

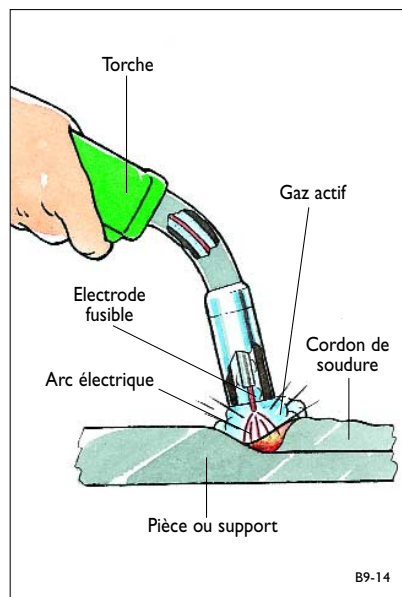


B9-13

“Les gaz de protection actifs présentent un coût inférieur à celui des gaz inertes et offrent de plus une qualité de finition optimale, en réduisant considérablement le risque de défauts dans la soudure.”

LA SOUDURE MAG

Torche pour le processus de soudage MIG/MAG.



L'extrémité libre du fil métallique est la partie de celui-ci qui sort de la torche et elle est très importante pour la forme du cordon.

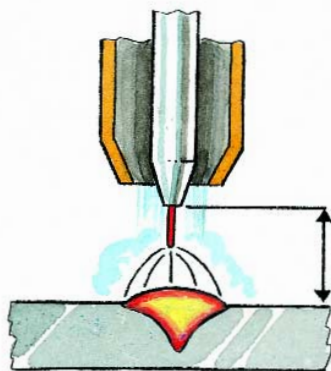
La soudure MAG est une variante de la soudure MIG, dans laquelle le gaz inerte utilisé comme protection est remplacé par un gaz actif, ce qui donne un autre type de soudure **plus**

économique, très employé dans la réparation de carrosseries.

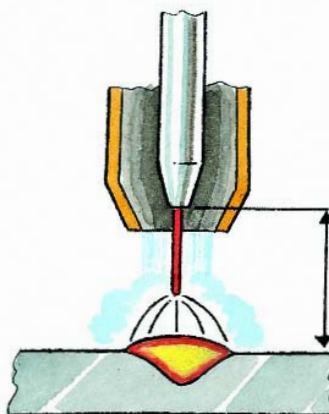
Les avantages et les inconvénients de ce système de soudure sont très semblables à ceux décrits pour la soudure MIG.

Le gaz de protection le plus utilisé dans la soudure MAG est le CO_2 , seul ou mélangé avec de l'argon.

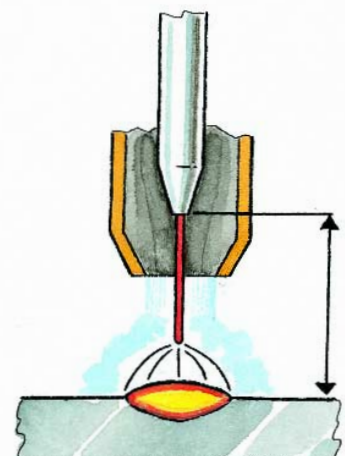
L'emploi de CO_2 à l'état pur permet des cordons profonds et larges, avec un faible risque de morsures ou de manque de fusion. Il provoque toutefois des projections, que l'on évite en lui ajoutant 20 % d'argon. Ce mélange offre une meilleure visibilité du bain et par conséquent un meilleur aspect du cordon, si bien qu'on l'utilise pour souder des tôles minces.



Pénétration profonde



Pénétration moyenne



Peu de pénétration

DÉFAUTS LES PLUS COURANTS DANS LA SOUDURE À L'ARC

POROSITÉ



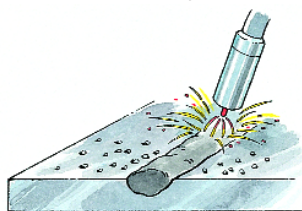
- Trop de vent
- Matériau de base ou électrode contaminés
- Fil trop long en dehors de la buse
- Vitesse de soudage élevée
- Pistolet trop écarté de la pièce ou très incliné

FISSURATION



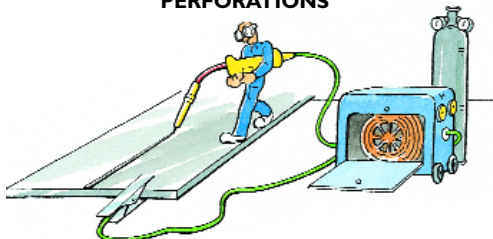
- Trop d'intensité de travail
- Courants d'air
- Saleté dans l'union à souder

EXCÈS DE PROJECTIONS



- Trop de longueur de fil hors du pistolet
- Vitesse de soudage lente
- Tension ou intensité excessives
- Gaz de protection humide

PERFORATIONS



- Très forte intensité
- Vitesse de soudage lente
- Tension au-dessous de celle requise
- Température du bain excessive

MANQUE DE FUSION OU DE PENETRATION



- Paramètres de soudage inadéquats
- Position et déplacements du pistolet incorrects
- Surfaces du cordon sales
- Design défectueux de l'union

“La chaleur générée par la résistance du métal au passage du courant électrique est employée pour provoquer sa fusion.”

LA SOUDURE À RÉSISTANCE PAR POINTS

On appelle **effet Joule** le phénomène physique qui se produit quand on fait passer un courant électrique à travers un métal: celui-ci offre une résistance à ce passage, en générant de la chaleur, laquelle dépend de l'intensité de ce courant et de la résistance offerte par le matériau.

Dans cet effet, la **soudure a pour base la résistance**. Deux électrodes opposées font circuler, pendant un temps très court, un courant électrique de haute intensité entre deux tôles. Pendant le soudage, les électrodes exercent avant, pendant et après le passage du courant, une pression sur les tôles, ce qui facilite le contact physique entre celles-ci et la consolidation de leur union.

Parmi les divers types de soudure par résistance existants, on utilise dans l'automobile la soudure à résistance

par points, grâce à laquelle l'union des plaques se fait en chevauchement par fusion localisée en certains “points”, qui sont générés par la concentration de courant produit entre des électrodes cylindriques.

L'équipement

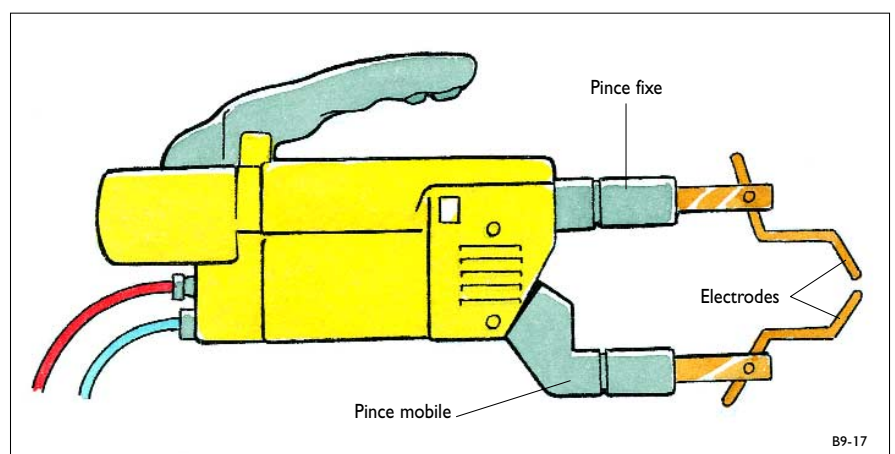
Un équipement de soudure par résistance doit être capable de:

- Fournir l'**intensité électrique** nécessaire pendant le temps adéquat.
- Exercer la **pression** nécessaire entre les deux tôles à unir.

Ses éléments principaux sont:

- L'équipement de réglage électrique
- Le tuyau souple ou câble de conduction du courant électrique
- La pinceuse ou pistolet à souder
- Le jeu d'électrodes

Il existe sur le marché différents types de machines à souder par points, mais un des types les plus répandus pour son efficacité dans le travail, c'est le pistolet, dont la forme est semblable au modèle de la figure ci-jointe.



Phases et variables du processus de soudage

La première phase consiste à **positionner** le pistolet ou pointeuse, en exerçant avec les électrodes une pression telle qu'elle oblige les surfaces à souder à rester unies. Pendant la phase suivante **de soudage**, on fait passer le courant électrique, une température jusqu'à 1700 °C étant atteinte. On coupe alors le passage du courant électrique en augmentant la pression exercée sur les tôles, c'est le début de la phase de **forgeage** ou de compression.

La dernière phase, dénommée **d'ouverture** ou de cadence, commence avec la libération de la pression exercée et se termine quand les électrodes se sont écartées de la pièce.

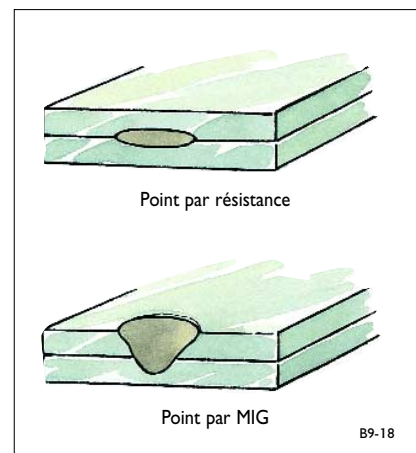
Les variables qui influent dans ce processus sont:

- Nature des matériaux à unir
- Epaisseur des pièces à unir
- Accessibilité de la zone à unir
- Type de courant électrique
- Intensité du courant de soudage
- Temps de soudage
- Temps de forgeage
- Résistance électrique de l'union
- Pression de forgeage

Caractéristiques et applications

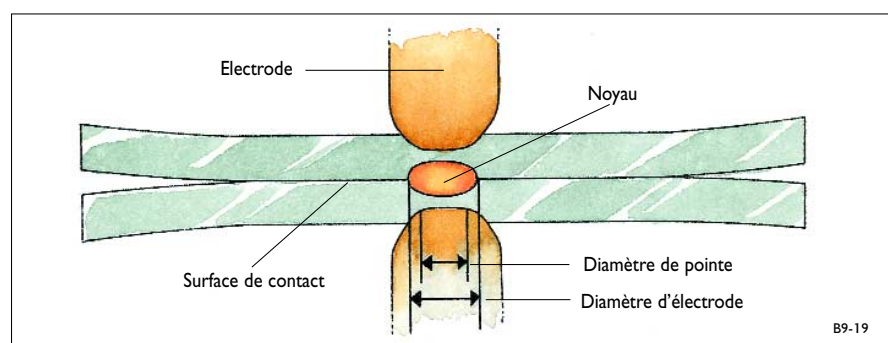
La soudure par résistance est très utilisée dans la construction de carrosseries, parce qu'elle n'implique pas une application de chaleur continue sur la pièce à souder. De cette façon, une zone neutre, sans transformations structurales autour des points, est conservée, ce qui permet de garder au maximum les propriétés physiques et mécaniques des matériaux unis, même dans l'union de tôles atteignant 2 mm d'épaisseur chacune.

De plus, un autre aspect très important à se rappeler dans ce type de soudure, c'est qu'il s'agit du seul système permettant de restaurer, moyennant des couches d'impression électrosoudables, les protections anticorrosion à l'intérieur des tôles à unir.



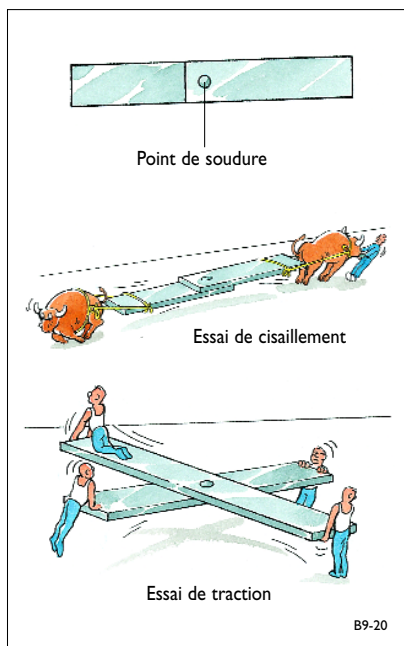
Parfois, les différents types de soudure essaient d'obtenir des résultats similaires. C'est le cas de la soudure MIG/MAG et de celle par résistance. Ces deux types permettent d'obtenir des "points" de soudure.

Section de soudure par points.



“La qualité requise dans l’union à base de soudure par résistance dépend essentiellement du contrôle des paramètres qui la déterminent et de leur réglage correct.”

ESSAIS ET RECOMMANDATIONS DANS LA SOUDURE PAR RÉSISTANCE



Les unions soudées sont soumises à des efforts, tant de traction que de coupure.

Essais

Les **propriétés mécaniques** que doit présenter un point de soudure par résistance électrique, dépendent directement du **réglage et de l'adaptation** des différents facteurs qui interviennent dans le processus de soudage.

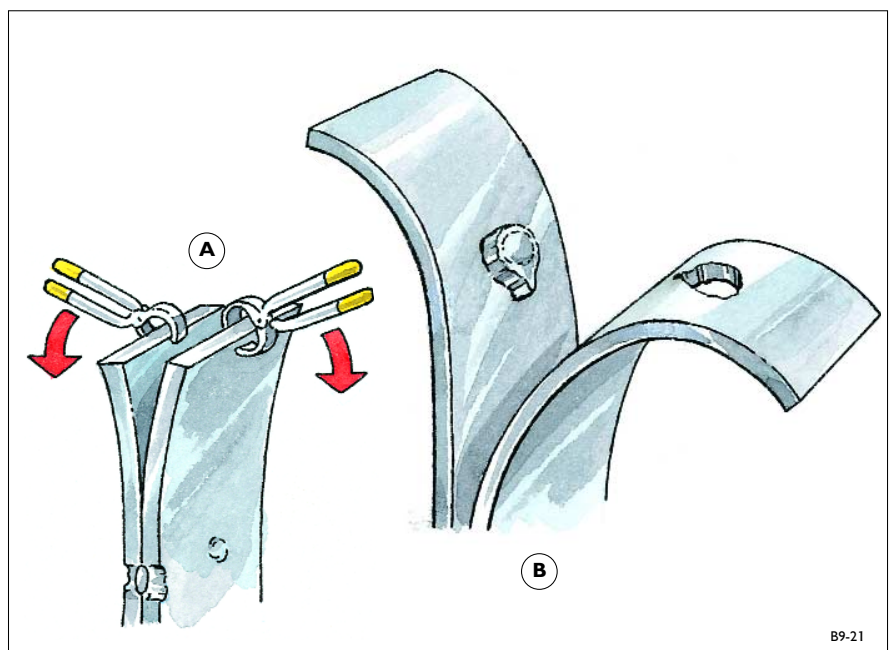
C'est pourquoi, avant de procéder à la réalisation de soudures entre des pièces d'un véhicule, il est recommandé de faire quelques **tests initiaux** sur des tôles semblables à celles qui seront soudées. Ces tests servent d'essais et ils doivent **confirmer** que le **réglage** effectué des paramètres de soudage est celui qui **correspond** à la qualité et au type de tôle que l'on va souder.

Les efforts les plus importants auxquels

est soumis un point de soudure sont de cisaillement et de traction transversale, les essais que l'on fera devront donc analyser ces tensions.

Dans l'atelier, l'essai qui est généralement effectué est celui de **traction par pelage**, à travers lequel l'éprouvette est soumise à des efforts de flexion et de coupure par traction. Pour **évaluer** le résultat, il faut observer **comment est rompu le point de soudure**. S'il est arraché avec déformation du matériau de base, le point est bien réalisé et mal, s'il saute par son noyau.

Essai de traction par pelage:
(A) efforts à réaliser sur les tôles;
(B) état du point de soudure.



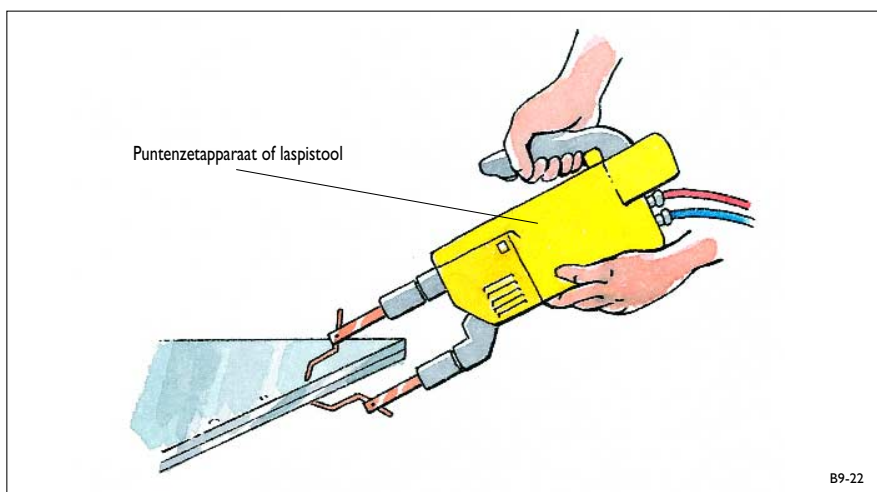
Recommandations

Il existe une série d'aspects intimement liés à l'exécution du processus, dont il faut aussi tenir compte si l'on emploie ce type de soudure, parce qu'ils ont une répercussion directe sur l'obtention d'une union satisfaisante, ainsi que sur la conservation de l'équipement. A titre de recommandations, ces aspects sont les suivants:

- Dans la mesure du possible, garantir une **pression de forgeage** correcte en utilisant des bras porte-électrodes courts.
- Toujours appuyer le porte-électrode fixe de la pince sur la tôle, le mobile étant celui qui s'approche de la surface.
- Les zones de contact des **tôles** doivent être **propres** et sans graisse ni huile pour permettre un passage adéquat du courant.
- Les pointes des électrodes doivent

être en bon état, propres, lisses et du diamètre adéquat.

- Les électrodes seront correctement refroidies en cas d'échauffement.
- Si l'on soude des tôles d'épaisseur différente, toujours régler la machine par rapport à la tôle qui est la moins épaisse.
- Vérifier que les électrodes soient correctement **alignées** entre elles, en les réglant sur le minimum d'écartement requis.
- Pour éviter des déviations du courant électrique par des points adjacents, la **distance minimum** entre deux points contigus doit être 3 fois plus grande que le diamètre du point.
- Pour garantir le maximum de résistance et de rigidité d'une union, la **distance maximum** devra être tout au plus 6 fois plus grande que le diamètre du point.



Le contrôle des paramètres qui règlent la soudure par résistance est fondamental.

“La fabrication de carrosseries en aluminium exige des techniques de production différentes de celles qui sont en acier et par conséquent, leurs systèmes d’union et le mode de reconstitution de celles-là le seront également.”

LA SOUDURE DE L’ALUMINIUM

L’introduction de **nouveaux matériaux** dans la fabrication automobile est un fait motivé par le besoin croissant d’améliorer les prestations des véhicules, sans que cela implique pour autant une plus grande consommation pour leur fonctionnement. Parmi ces matériaux, il y a l’aluminium, qui présente une série d’avantages, tels que sa légèreté et sa résistance à la corrosion.

Pour pouvoir réaliser la soudure d’une pièce fabriquée en aluminium ou ses alliages, il faudra tenir compte des propriétés suivantes:

- Oxydation superficielle
- Conductivité thermique
- Conductivité électrique
- Coefficient de dilatation
- Absence de couleur

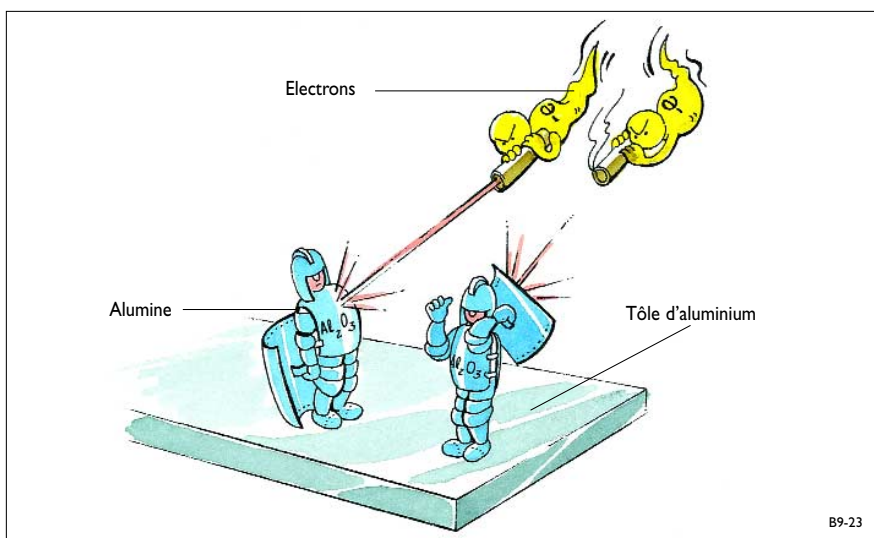
L’aluminium présente une couche superficielle d’alumine (Al_2O_3), qui a une température de fusion très élevée, ce qui rend le soudage difficile.

Oxydation superficielle

A cause de la grande affinité de l’aluminium avec l’oxygène, sur une pièce de cette matière il se forme rapidement une fine **couche d’oxyde**, dénommée **alumine**, allant jusqu’à 0,2 micron, très dure et compacte, qui adhère fortement à la surface. Cette couche d’oxyde a une température de fusion très élevée en comparaison avec **celle de l’aluminium**, si bien qu’elle devient un sérieux inconvénient pour l’obtention de soudures correctes. Ce problème **est résolu** en nettoyant la surface juste avant de souder et en employant les soudures TIG ou MIG avec polarité inverse ou la TIG avec courant alternatif.

Conductivité thermique

L’aluminium possède une haute conductivité thermique, si bien que pendant son soudage, il se produit une dissipation rapide et une redistribution de la chaleur. C’est pourquoi il faut employer de **grandes concentrations de chaleur** pour atteindre la fusion du matériau dans le bref laps de temps correspondant à la soudure, ce qui exigera l’emploi d’énergies considérables et donc d’équipements d’une grande puissance.



Conductivité électrique

Dans la soudure par résistance la fusion du matériau est due à la chaleur générée par la résistance au passage d'un courant électrique.

L'aluminium offre une très bonne conductivité électrique (ce qui implique une faible résistance), si l'on utilise ce type de soudure, il faudra donc employer des courants électriques d'une **haute intensité** et avoir un **contrôle exact** des paramètres de soudage.

Coefficient de dilatation

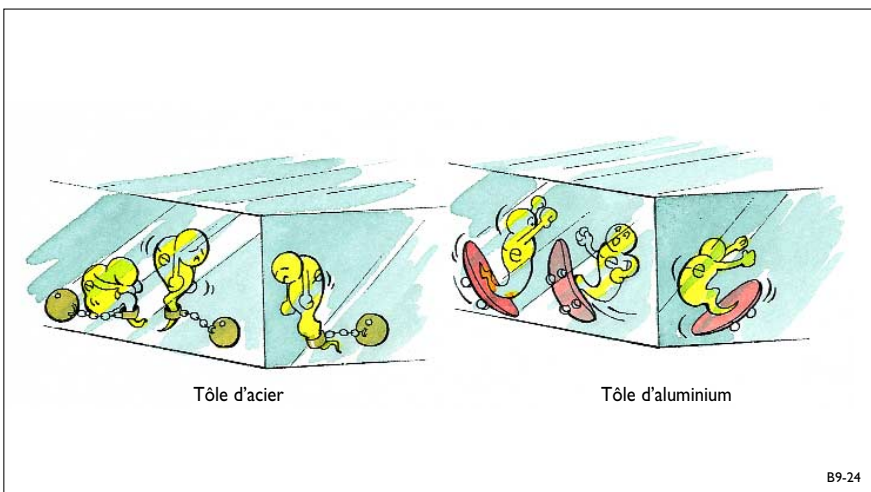
L'aluminium présente un coefficient de dilatation double de celui de l'acier. Aspect dont il faudra tenir compte, puisque dans les processus de soudure, il peut se produire de grandes variations dimensionnelles dans la pièce que l'on soude. Ces variations produites par des phénomènes de **dilatation-**

contraction créent des **tensions mécaniques** internes pouvant diminuer la vie utile de la pièce face à des efforts, par exemple, de fatigue.

Absence de couleur

A la différence des aciers, les alliages d'aluminium **ne changent pas de couleur** avec la température, au moins dans la marge de ceux où est effectué le soudage, si bien qu'on ne peut pas prendre la couleur comme référence dans les cas de soudure par fusion avec flamme et qu'on court donc le risque de perforer la pièce. S'il est nécessaire de connaître la température à laquelle se trouve une pièce d'aluminium, il faut de servir de **crayons thermochromes, de thermomètres ou de pyromètres**.

L'aluminium présente une très faible résistivité à la transmission de la chaleur et de l'électricité, si bien que les électrons se déplacent facilement.



“En réparation, le choix du type de soudure à utiliser dépend de facteurs comme la résistance, l'esthétique ou la possibilité d'assemblage.”

TYPES DE SOUDURES

Soudures à recouvrement

On appelle ainsi toutes les soudures où, à cause de la configuration de la carrosserie, en raison du processus suivi pendant la réparation ou pour améliorer la résistance de la soudure, les pièces à souder sont **superposées**.

Les soudures à recouvrement peuvent se classer en:

- **Soudure à recouvrement:**

Quand, en raison de la forme de la soudure, il n'est pas nécessaire que les surfaces des tôles à souder soient en continuité.

- **Soudure par chevauchement:**

Soudure superposée où, pour des raisons esthétiques ou pour améliorer la résistance de celle-ci, il faut niveler les surfaces pour obtenir leur continuité, en réalisant pour ce faire l'**échelonnement** de l'une des tôles.

Les systèmes de soudure à utiliser dans ce type de soudures sont tant la soudure à résistance par points que celle à l'arc électrique. Leur choix sera fonction de l'**accessibilité** de la soudure, de sa **longueur**, sa **localisation** et des **efforts** auxquels celle-ci sera soumise.

Si, pour des conditions requises de l'union, il n'est pas possible d'utiliser la soudure par résistance électrique, il faudra employer celle de l'arc électrique sous protection gazeuse, avec les procédés suivants:

- **Cordon discontinu:**

Est normalement utilisé dans des soudures à recouvrement intérieures, qui ne seront pas soumises à des efforts mécaniques excessifs.

- **Cordon continu:**

On l'emploie dans des soudures extérieures avec chevauchement plutôt court et non soumises à des efforts mécaniques considérables.

- **Cordon en bouchon:**

On l'adopte dans des soudures extérieures à recouvrement et avec chevauchement, où la longueur et les conditions mécaniques requises seront plus importantes que dans les cas précédents.

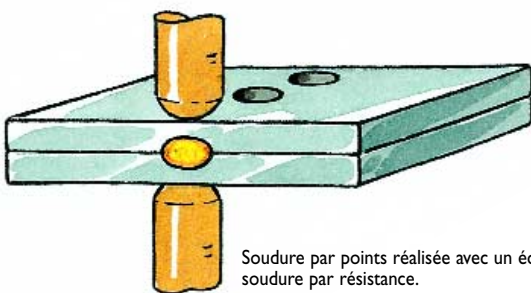
Soudures bout à bout

Dans ce type de soudures, les bords des tôles à souder se font face avec entre eux une petite séparation, espace qui sera rempli de soudure.

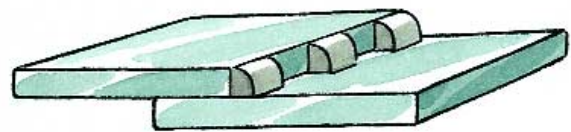
On l'appliquera dans les zones où la soudure ne sera pas soumise à de grandes sollicitations de **charge**, où une bonne **continuité** superficielle ne sera pas requise ou si, en raison de la forme de la carrosserie, on ne peut pas utiliser d'autre type de soudures.

Le type de soudure à utiliser sera celui de l'arc électrique sous protection gazeuse, avec cordon continu.

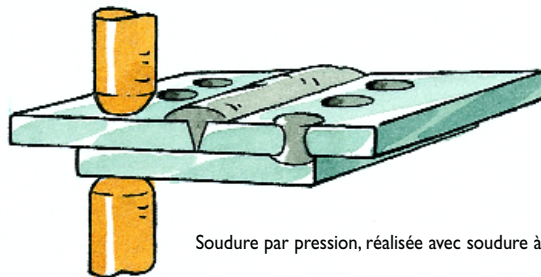
SOUDES EN TRAVAUX DE CARROSSERIE



Soudure par points réalisée avec un équipement de soudure par résistance.



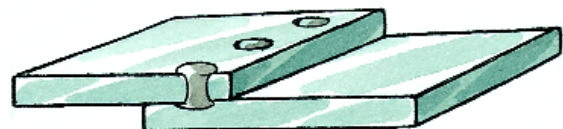
Soudure à recouvrement avec cordon discontinu. Elle s'effectue avec un équipement de soudage à l'arc.



Soudure par pression, réalisée avec soudure à l'arc et soudure par résistance.



Soudure bout à bout avec cordon plein. Elle s'effectue avec soudure à l'arc.



Soudure à recouvrement en bouchon. Elle s'effectue avec un équipement de soudage à l'arc si l'on ne peut y accéder des deux côtés.



Soudure par chevauchement avec cordon plein. Elle s'effectue avec un équipement de soudage à l'arc.



Soudure par chevauchement en bouchon. Elle s'effectue avec un équipement de soudage à l'arc.

“Dans la réparation de carrosserie, la soudure constitue le facteur le plus important de risques graves pour le tôlier, surtout en ce qui concerne les yeux.”

LES RISQUES DANS LES OPÉRATIONS DE SOUDURE

EN PROFONDEUR

Protection de la vue

Les soudeurs doivent utiliser des écrans de sécurité munis de filtres permettant, dans la mesure du possible, d'arrêter les radiations nuisibles à l'œil humain.

Le facteur de protection des différents filtres dont sont pourvus les lunettes et les écrans de protection oculaire, est défini à partir du pourcentage de transmission des radiations ultraviolettes, visibles et infrarouges, à travers ce filtre.

Ce facteur est d'autant plus haut que le pourcentage de radiations qu'il permettra de transmettre sera plus petit. Par exemple, un filtre du n° 10 laisse passer 0,0003 % des radiations ultraviolettes d'une certaine longueur d'onde, tandis qu'un du n° 4 laisse passer 0,95 % de ce même type de radiation. Les filtres seront sélectionnés en fonction de plusieurs paramètres, comme le type de soudure, l'intensité de courant, l'éclairage du local ou la sensibilité optique du soudeur.

Processus de soudure

Chaque type de soudure employé dans les ateliers de réparation de carrosseries comporte des risques différents, bien que, comme norme générale, il faut toujours porter des **gants et des vêtements serrés au cou et aux manches, et sans plis.**

On évite ainsi le risque de brûlures par particules incandescentes pouvant être projetées et demeurer dans les plis, les poches ou les creux.

Pour la même raison, comme dans les processus de ponçage de tôles et de cordons, il faut protéger les parties sensibles du véhicule (plastiques, revêtements, glaces, etc.), et surtout **éloigner de la zone de soudage toute substance inflammable.**

Il est aussi indispensable, en raison du risque sérieux d'incendie, de disposer

à portée de la main d'un **extincteur**, pour enrayer immédiatement tout début d'incendie.

Soudure MIG/MAG

Un des risques majeurs provenant de l'utilisation de la soudure MIG/MAG est l'**émission de radiations électromagnétiques infrarouges et ultraviolettes.**

Les écrans de protection faciale doivent être munis de **verres spéciaux, dénommés inactiniques**, dont le facteur de protection dépendra de l'intensité du courant de l'arc employé. En cas de processus réalisés dans les ateliers de carrosserie, il doit être supérieur à 10. Les brûlures produites par les radiations ultraviolettes sont semblables à celles qui sont dues au

ELEMENTS DE PROTECTION PERSONNELLE



Eléments de sécurité pour protection personnelle:
lunettes, gants, casques et chaussures de protection.

soleil; c'est pourquoi la **protection faciale** doit couvrir parfaitement le visage, y compris cou et oreilles. Les autres personnes qui se trouvent dans l'atelier doivent aussi être protégées de l'émission de ces radiations; elles doivent donc disposer d'**écrans protecteurs** entourant la zone de réparation.

Un autre risque dans ce type de soudage est constitué par l'émission de gaz et de fumées toxiques, avec une augmentation de cette toxicité si les tôles à souder sont recouvertes de zinc.

Pour limiter au maximum l'émission de fumées, il faut éliminer tout reste de peintures, graisse, huile et dissolvants et disposer naturellement d'un **système d'extraction** situé dans la zone où s'effectuera la soudure, tout en portant un **masque filtrant** approprié.

La source d'énergie de ces équipements de soudage est électrique, de 220 ou 380 volts. Il est donc nécessaire de limiter les risques propres au travail avec des machines électriques:

- Tenir la zone de travail au sec, sans humidité dans les installations ou les vêtements.
- Connecter le câble de masse le plus près possible de la zone de soudage.
- Avoir une bonne installation

électrique, avec différentiel et prise de terre.

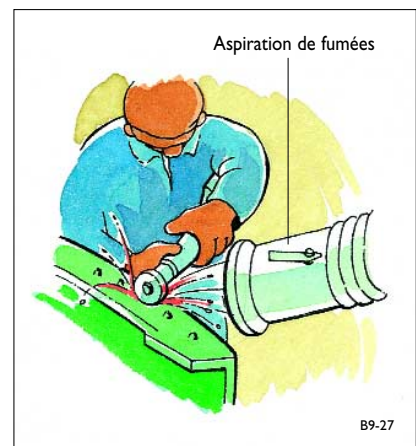
- Réviser périodiquement la machine.

Soudure par points de résistance

Comme il s'agit d'un équipement électrique, sous cet angle, il faut observer les mêmes précautions que dans la soudure MIG/MAG.

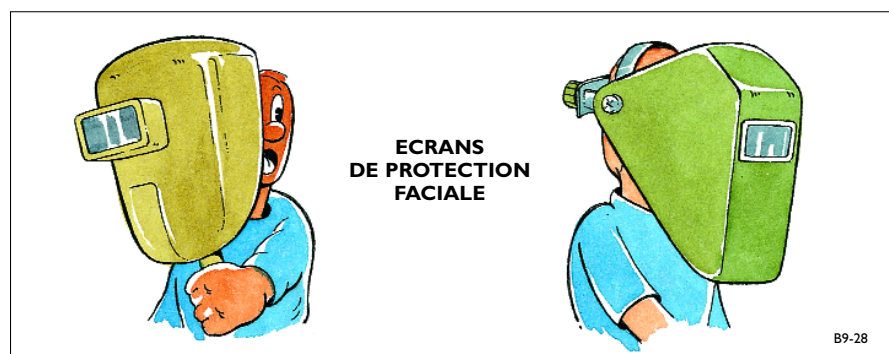
Lorsqu'on réalise les points de soudure entre les tôles à souder, il peut se produire des projections de métal incandescent; il faut donc **se protéger les mains, le visage et les yeux** grâce aux équipements adéquats.

Les électrodes en cuivre peuvent atteindre de hautes températures, surtout après un travail continu; il est donc important qu'elles disposent d'un **système de refroidissement**, ce qui réduit au minimum les risques de brûlures.



La tôle utilisée actuellement pour la construction des carrosseries est parfois recouverte de zinc, ce qui au soudage provoque des gaz nocifs qu'il faudra aspirer avec des extracteurs d'air.

Les écrans de protection dans le soudage seront choisis en fonction de la soudure à utiliser.



B9-28

“La soudure aux gaz représente une série de risques supplémentaires, comme incendies ou explosions, pouvant atteindre tout l’atelier et ses mécaniciens.”

LES RISQUES SPÉCIFIQUES DE LA SOUDURE AUX GAZ

Parmi les risques les plus importants qu'implique la manipulation de gaz dans les différents systèmes de soudure utilisés dans la réparation de carrosserie, citons:

- **Fuites** de gaz combustibles tels que l'acétylène, avec le risque d'incendie consécutif.
- **Explosions ou incendies** par retour de flamme dans le chalumeau.
- **Asphyxie** par déplacements d'air produits par les gaz inertes.
- Dommages provenant de la manipulation, du **transport** ou du **stockage** de bouteilles.

Mesures de prévention

Parmi les mesures de prévention à appliquer en cas de manipulation des gaz intervenant dans les différents processus de soudage, et différenciées en fonction des risques pouvant survenir, il y a: la protection contre incendies.

Ce risque est surtout important en cas de soudure avec gaz, il faudra donc **appliquer** intégralement toute la

réglementation générale existante.

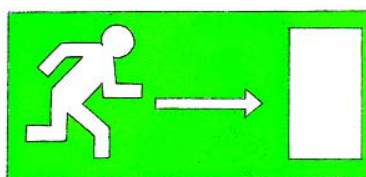
En outre, il faudra observer ce qui suit:

- Toute **l'aire** de travail devra être propre et **sans résidus**.
- L'aire de soudage devra être **signalisée**, avec indication des issues de secours et localisation des extincteurs.
- Il faudra disposer d'**extincteurs** portatifs et, si possible, d'un tuyau d'arrosage.

Stockage et transport

Les gaz sont entreposés dans des cylindres ou bouteilles et dans des cuves ou réservoirs, il faudra donc prendre les mesures suivantes:

- **Ne pas situer** les bouteilles **dans des couloirs** ni des lieux de passage.
- Les bouteilles devront être attachées avec des **chaînes de sécurité**.
- Pour des **trajets** courts, les bouteilles seront **roulées**, et en cas de trajets plus longs, sur des **chariots** fixées avec des chaînes de sécurité.



Sortie



Extincteur



Tuyau d'arrosage

Il doit exister une signalisation correcte des différents équipements d'extinction d'incendie, ainsi que du type dont il s'agit.

- Toutes les bouteilles, et surtout celles d'acétylène, devront s'utiliser et s'**entreposer** en position **verticale**.
- Avant d'utiliser une bouteille, il faudra l'**identifier** correctement suivant son code.

Manipulation de gaz

Pour utiliser des gaz en toute sécurité, il faudra respecter ce qui suit:

- Les régulateurs devront s'employer pour toutes les bouteilles de gaz, et ils seront **équipés** d'un manomètre de **haute pression** pour mesurer la pression des bouteilles, et donc leur contenu, et d'un autre de **basse pression** pour mesurer la pression de travail.
- Les **robinets** des bouteilles contenant des gaz sous pression, comme celles d'oxygène, devront s'**ouvrir lentement**.
- Les bouteilles contenant des gaz comprimés ne devront **jamais** être **chauffées**, ni placées près de sources de chaleur.
- **Il faudra fermer** les bouteilles après leur utilisation et quand elles seront **vides**, ce qui évite des pertes par fuites éventuelles.

Déplacement de l'air

Les gaz de protection comme l'hélium, l'argon ou le CO₂ déplacent l'air en entrant en contact avec lui, ce qui empêche de respirer et peut provoquer l'asphyxie du soudeur. Il faudra observer ce qui suit:

- Si l'on doit souder dans des **espaces réduits**, ceux-ci doivent être bien **ventilés**.
- Si l'on ne dispose pas de systèmes pour contrôler l'oxygène de l'air, effectuer le soudage avec des **écrans à impulsion** ou extraction de fumées incorporée.



Pictogramme de produit inflammable.



Dans l'opération de soudage, en plus de l'aspiration, il faut parfois porter aussi un masque.

“Dans le monde de l’automobile, les adhésifs sont devenus, pour certaines applications, des alternatives viables aux autres systèmes de soudure.”

LES SOUDURES PAR ADHÉSIFS

EN PROFONDEUR

Les adhésifs

Les adhésifs sont des substances liquides ou pâteuses de nature non métallique qui, appliquées entre deux corps solides et une fois durcies, maintiennent ceux-ci unis de telle sorte qu’ils se comportent ou peuvent s’utiliser comme une seule pièce.

Deux des propriétés principales à se rappeler lors de l’application d’un adhésif sont l’adhérence et la cohésion, qui doivent se conserver dans les conditions d’utilisation de l’ensemble collé.

L’adhérence est le résultat de l’action des forces qui s’opposent à la séparation des molécules appartenant à différents corps ou autrement dit, la force avec laquelle l’adhésif adhère à la surface à coller.

La cohésion résulte de l’action des forces qui s’opposent à la séparation des molécules d’un même corps, à savoir, elle se rapporte à la résistance interne du corps même.

Les adhésifs sont partie intégrante de notre époque, leur usage se multipliant dans de nombreux domaines. Un de ceux-ci est l’automobile, où leur application ne se limite pas au collage de glaces et de revêtements, mais s’emploie aussi au niveau structural en cas de soudure de tôles de carrosserie.

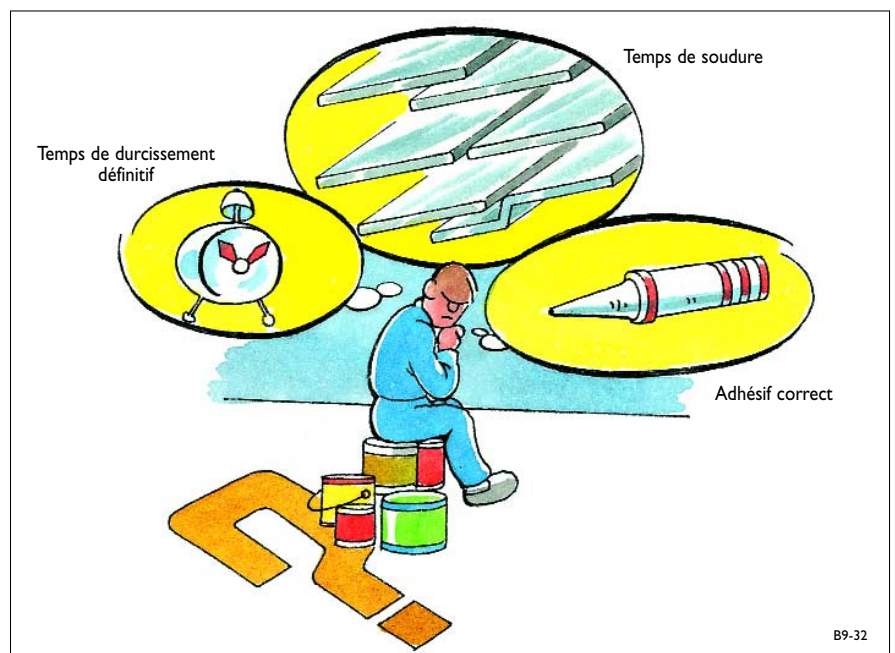
La technologie de soudure par adhésifs exige de tenir compte d’une série d’aspects, puisque dans la plupart des cas, l’obtention de résultats peu satisfaisants est due plus à une erreur dans l’analyse de ceux-ci qu’aux limitations de la technique elle-même.

Choix de l’adhésif

La première chose à envisager pour réaliser une soudure collée est de bien choisir l’adhésif; il faudra pour cela tenir compte d’aspects tels que:

- Matériaux à unir, puisque l’adhérence des adhésifs n’est pas la même pour tous les matériaux.
- La finition superficielle des matériaux à unir.
- Les types d’agents polluants pouvant entrer en contact avec la soudure.
- Les températures maximum et minimum que la soudure supportera, surtout si l’on va unir des matériaux de nature différente.
- La rigidité de la soudure et des éléments à souder, celle de l’adhésif devant s’adapter à celle de ces éléments.

Pour réaliser correctement une soudure à l’aide d’adhésifs, il est essentiel de tenir compte d’une série d’aspects qui vont influencer sur celle-ci et de prendre la décision la mieux adaptée à celle qu’on va effectuer.



- La grandeur et le type de sollicitations qu'elle devra supporter.

Design de la soudure

L'emploi d'adhésifs requiert le design de soudures ayant des caractéristiques spéciales, parce que leur mode d'intervention concerne toute la zone d'application et pas seulement des points précis.

Le comportement de l'adhésif dépend du type d'effort auquel il sera soumis, les soudures seront donc conçues de façon à faire travailler **l'adhésif à la coupure**, puisque c'est l'effort qu'elles supportent le mieux.

Préparation des surfaces de contact

Une préparation incorrecte des surfaces à unir aura pour résultat des problèmes d'adhérence et par conséquent, des unions déficientes.

D'abord il faudra donc, à l'aide de dissolvants, **éliminer tout reste de peinture, de produits de**

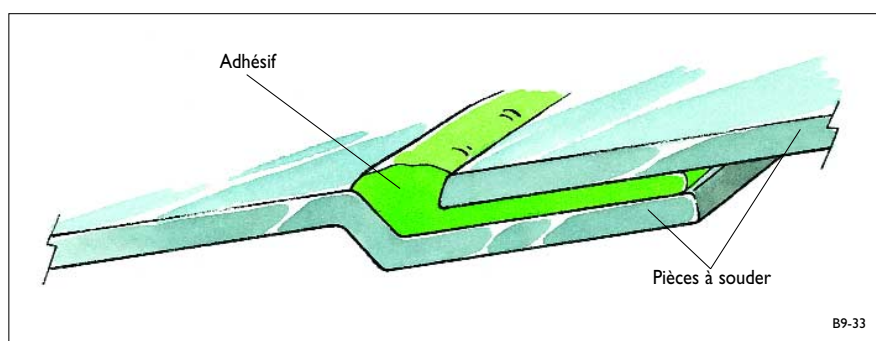
scellement ou de saleté existant dans la zone. On **utilisera** aussi des **couches d'impression** qui, outre le fait de protéger, améliorent l'adhérence des adhésifs.

Application de l'adhésif

L'application se fera directement avec des pistolets d'extrusion ou à l'aide de spatules ou de brosses, selon la viscosité.

Une question primordiale, c'est **l'épaisseur de la couche** d'adhésif, la résistance de la soudure n'étant pas proportionnelle à celle-ci.

L'adhésif doit s'appliquer en **quantité suffisante** pour couvrir les irrégularités superficielles et sa diminution de volume éventuelle. De même, pour que la soudure soit efficace, il faudra maintenir un **contact étroit** tout au long de la jointure, jusqu'au durcissement définitif de l'adhésif.



Le type de soudure par adhésif à employer dans des tôles métalliques pour qu'il en résulte une géométrie linéaire, comme en cas de remplacements partiels, c'est la soudure par chevauchement et avec échelon.

EXERCICES D'AUTOÉVALUATION

Les exercices suivants figurent comme épreuve d'autoévaluation et ils vous permettront de connaître le degré de compréhension que vous avez de ce Cahier.

Il se peut que certaines des questions aient plus d'une réponse correcte.

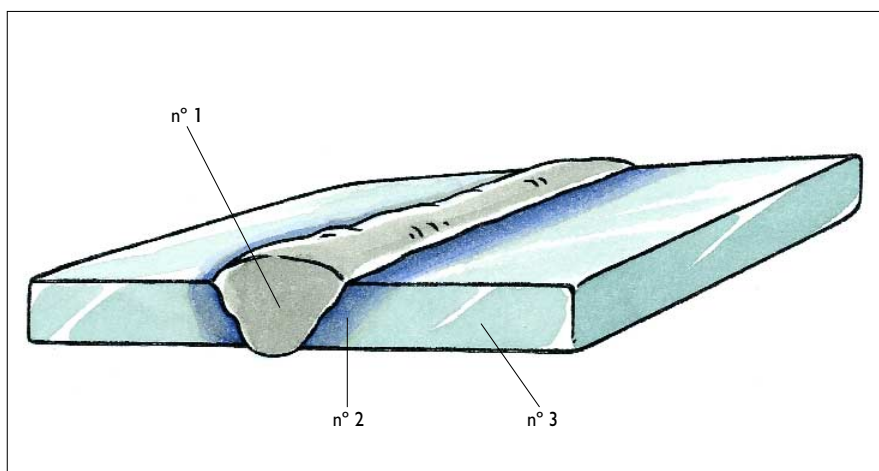
Les questions et exercices différents sont répartis en trois grands groupes, afin de pouvoir déterminer l'apprentissage par thèmes. A la fin des exercices, il faut compter le nombre de réponses correctes par groupe.

Si le nombre de réponses correctes indiquées pour chaque paragraphe n'est pas atteint, il faut réviser de nouveau le paragraphe correspondant.

1^o LA SOUDURE ET LES GAZ

1. La caractéristique fondamentale de la soudure est:

- ☐ A. Qu'on peut l'utiliser pour unir des matériaux de nature différente.
- ☐ B. Qu'elle assure la continuité du matériau et le maintien de ses propriétés.
- ☐ C. Qu'elle présente le caractère de soudure non permanente.



2. Indiquez, d'après les zones marquées sur le dessin, quelles sont les zones d'une soudure.

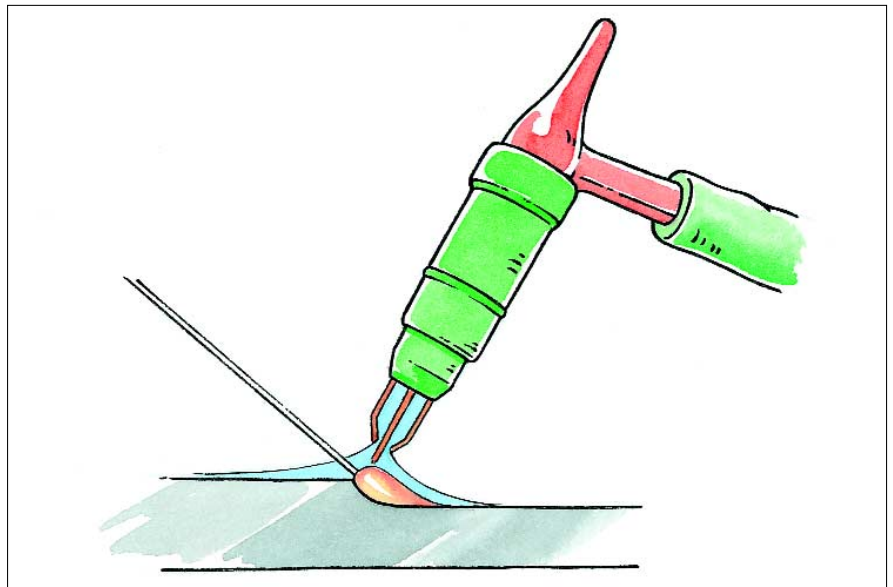
- ☐ A. n° 1, zone fondue; n° 2, matériau non concerné, et n° 3, zone thermiquement concernée.
- ☐ B. n° 1, zone fondue; n° 2, bord d'union, et n° 3, zone non concernée.
- ☐ C. n° 1, zone fondue; n° 2, zone thermiquement concernée, et n° 3, zone non concernée.

3. Faut-il utiliser la soudure oxyacétylénique dans la réparation de carrosseries?

- ☐ **A.** Non, parce que la zone thermiquement concernée est très étendue.
- ☐ **B.** Oui, parce que le maniement de l'équipement est relativement simple.
- ☐ **C.** Non, parce que l'accessibilité offerte est très limitée.

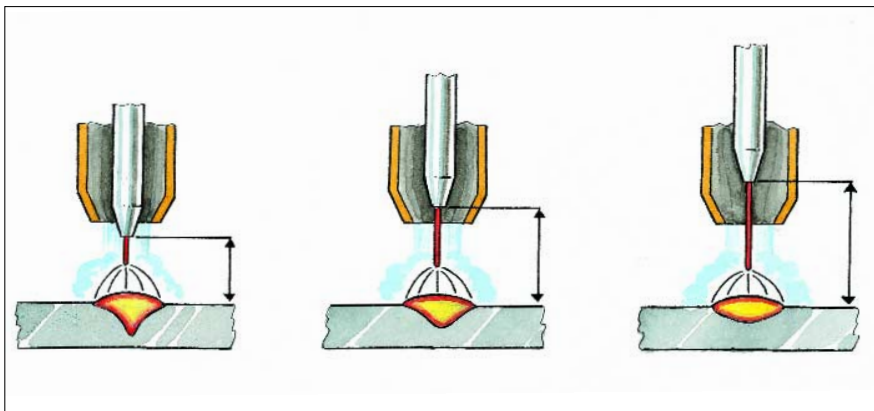
4. Dans une soudure TIG, on peut souder avec un matériau d'apport.

- ☐ **A.** Vrai.
- ☐ **B.** Faux.



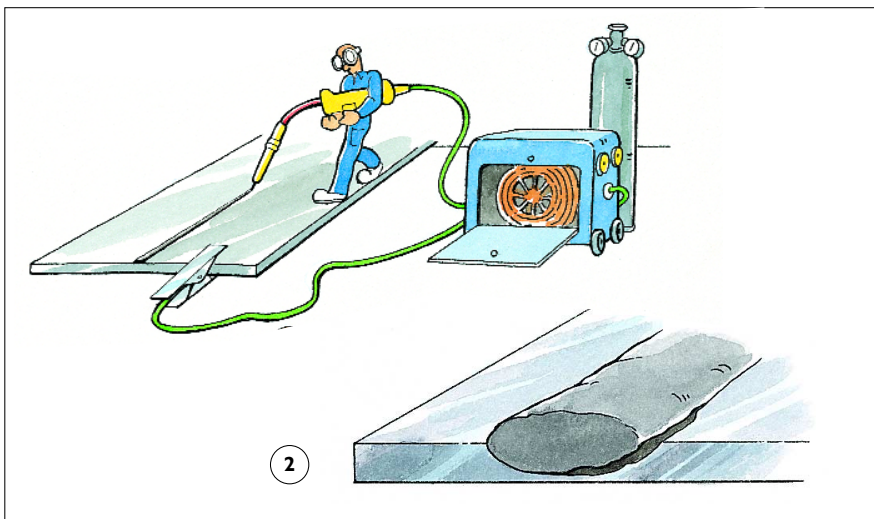
5. Les gaz de protection...

- ☐ **A.** évitent l'oxydation du métal.
- ☐ **B.** facilitent la conduction électrique.
- ☐ **C.** améliorent le matériau d'apport.



6. Parmi les aspects suivants, lequel ne peut pas être considéré comme un paramètre de soudage dans une soudure MIG/MAG?

- ☐ A. L'intensité de courant.
- ☐ B. Le temps de forgeage.
- ☐ C. L'épaisseur de la tôle à unir.



7. Quels défauts représentent les dessins ci-joints?

- ☐ A. n° 1, porosité, et n° 2 fissuration.
- ☐ B. n° 1, perforations, et n° 2 fissuration.
- ☐ C. n° 1, fissuration, et n° 2 manque de fusion.

8. Le CO_2 est un gaz...

- ☐ A. qui s'utilise comme gaz inerte dans les processus de soudage TIG.
- ☐ B. très actif, de nature oxydante, qui pour être inflammable doit être mélangé avec de l'acétylène.
- ☐ C. actif, que s'utilise mélangé avec de l'argon dans le soudage MAG des aciers.

9. Dans la réparation de carrosseries, quels risques supplémentaires présente la soudure aux gaz?

- ☐ **A.** Risque d'incendie et d'explosions.
- ☐ **B.** Risques dérivant de la manipulation, du transport et du stockage de bouteilles.
- ☐ **C.** Les deux sont vrais.

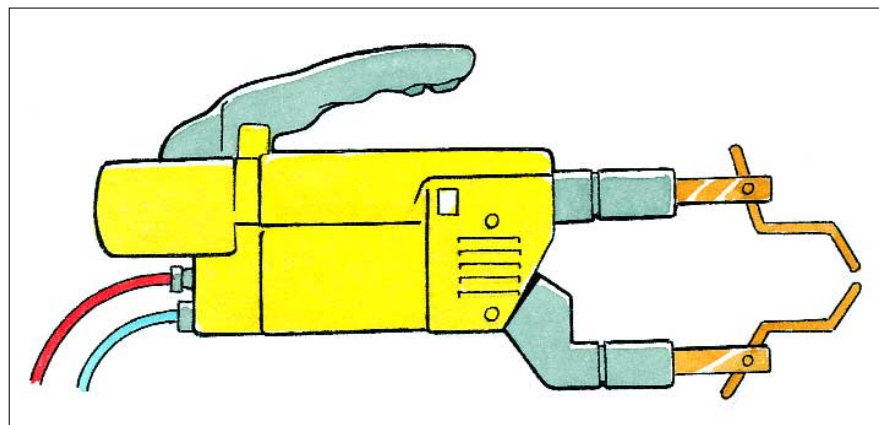
RESULTATS OBTENUS

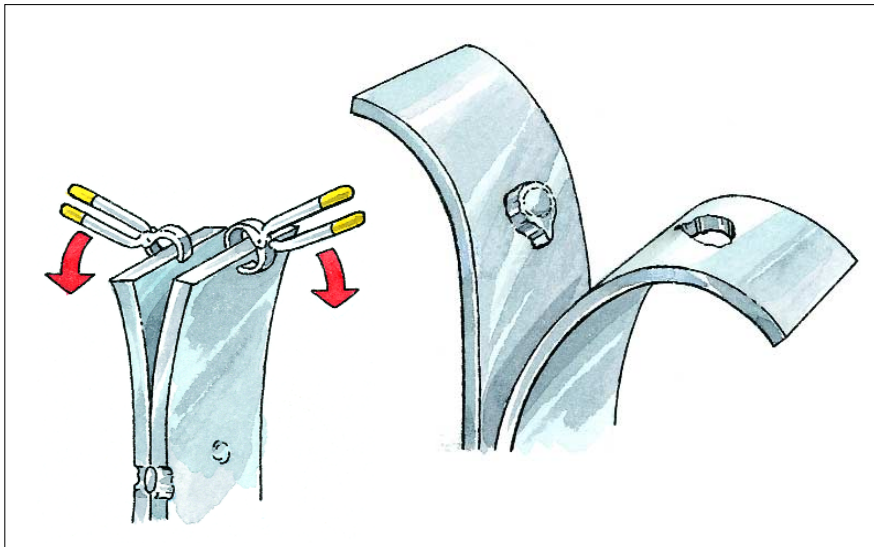
Réponses correctes	
Total réponses	9
Réponses nécessaires pour réussir l'épreuve	7

2° LA SOUDURE À RÉSISTANCE PAR POINTS

10. Un équipement de soudure par résistance doit être capable de...

- ☐ **A.** fournir l'intensité électrique nécessaire pendant le temps adéquat.
- ☐ **B.** exercer une pression suffisante.
- ☐ **C.** ne pas provoquer la fusion de la tôle.





11. Le réglage des variables de soudage se vérifie:

- ☐ **A.** Par des essais de traction réalisés en laboratoire.
- ☐ **B.** Par des essais comme celui de traction par pelage.
- ☐ **C.** En observant comment se rompt un point de soudure quand il est soumis à coupure par traction.

12. Dans une soudure par points...

- ☐ **A.** La distance minimum entre points équivaudra à 3 fois le diamètre du point.
- ☐ **B.** Les tôles devront être propres et sans graisse.
- ☐ **C.** Les bras porte-électrodes seront le plus court possible.

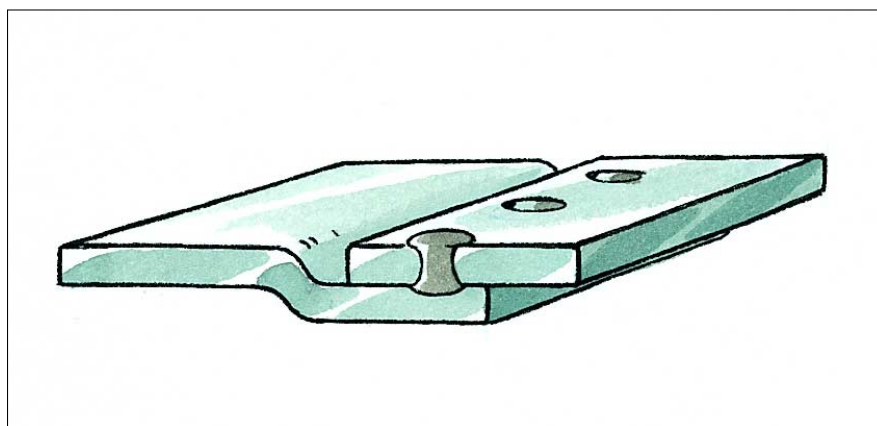
RESULTATS OBTENUS

Réponses correctes	
Total réponses	3
Réponses nécessaires pour réussir l'épreuve	2

3° SOUDURES

13. Quel type de soudure est représenté sur la figure?

- ☐ A. Une soudure bout à bout avec cordon plein.
- ☐ B. Une soudure à recouvrement avec cordon en bouchon.
- ☐ C. Une soudure par chevauchement avec cordon en bouchon.



14. Parmi les propriétés mentionnées, quelles sont celles qui n'affectent pas la soudure de l'aluminium?

- ☐ A. L'oxydation superficielle.
- ☐ B. La conductivité thermique et électrique.
- ☐ C. La fragilité et sa tendance à la fissuration.

15. La résistance d'une soudure par adhésif...

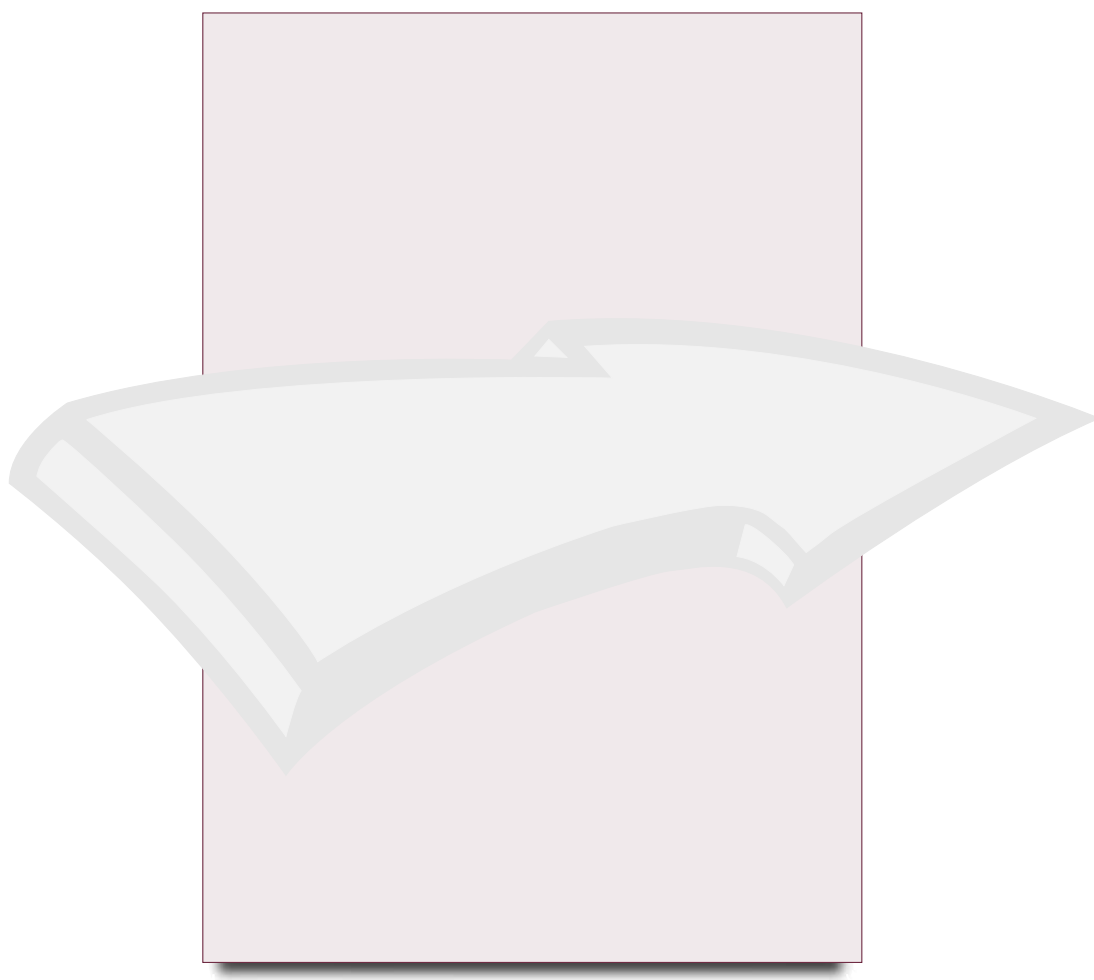
- ☐ A. est proportionnelle à l'épaisseur de la couche d'adhésif que l'on applique.
- ☐ B. dépend de la préparation des surfaces de contact.
- ☐ C. les deux sont vrais.

RESULTATS OBTENUS

Réponses correctes	
Total réponses	3
Réponses nécessaires pour réussir l'épreuve	3

SOLUTIONS:

1: B. 2: C. 3: A. 4: A. 5: A et B. 6: B. 7: C. 8: C. 9: C. 10: A et B. 11: B et C. 12: A, B et C. 13: C. 14: C. 15: C.





SERVICE AU CLIENT
Organisation de Service

Etat technique 09.98. En raison su développement constant et de l'amélioration du produit, les données qui y figurent peuvent faire l'objet de variations éventuelles.
Ce cahier est réservé à l'usage exclusif de l'organisation commerciale SEAT.
ZSA 63807995009 FRA09CB MARS '99 50-09