

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	-----------------------------------	--	-------------

LES MOYENS DE PRODUCTION

GABARITS ET MONTAGES

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
1. IMPLANTATION DE LA CHAINE DE PRODUCTION			

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

1.1 INSTALLATION D'UN ATELIER DE SOUDAGE

L'impératif pour un industriel est de fabriquer des produits répondant à un double impératif de qualité et de quantité.

Ceci dans le respect des contraintes de rentabilité.

Pour satisfaire cet objectif, il doit organiser sa production en tenant compte de multiplier impératifs, tant techniques qu'humains.

La conception d'un atelier doit donc impérativement assurer la sécurité du personnel et de son environnement, sa continuité de fonctionnement, la maintenance des installations et offrir une possibilité d'évolution, tout en respectant les règlements, normes, règles de l'art et standards de fabrication.

Les paramètres à prendre en compte lors de la conception d'un atelier, varient d'un cas industriel à un autre.

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

1.2 CONTRAINTES ET CARACTERISTIQUES D'UN ATELIER

Le choix d'un atelier de fabrication est préalablement effectué, il est nécessaire de tenir compte des caractéristiques de celui-ci.

- Dimensions et géométrie
- Portées maximale et minimale
- Hauteur maximale sous plafond exploitable
- Voirie et accès au local
- Les équipements du type chauffage, éclairage, aération, ventilation, etc.
- Massifs de supportage existants
- Tout ce qui concerne le débit, la pression, le cheminement et l'implantation des fluides techniques (réseaux enterrés et aériens)
- Ce qui concerne la puissance, le cheminement et l'implantation du système électrique (réseaux enterré et aérien).
- Situation géographique (autoroute, fluvial...)
- Main d'œuvre régional

- Zone franche
- Tissu industriel local

1.3 CONTRAINTES DE PRODUCTION

Les contraintes de production sont toutes les exigences qui peuvent être induites par les différentes fabrications envisagées.

Elles regroupent l'ensemble des matériels nécessaires, les différentes zones utiles aux diverses phases de fabrication, les aménagements nécessaires pour atteindre les objectifs de production escomptés et assurer la sécurité de l'ensemble des intervenants dans l'atelier de chaudronnerie / soudage.

1.4 DIFFERENTES PHASES DE FABRICATION DANS UN ATELIER DE CHAUDRONNERIE / SOUDAGE

- Traçage de développés sur gabarits ou sur matière première.
- Mise à dimension, débit et découpage
- Grenailage, ébavurage ,décapage...

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
	• Redressage/dressage • Préparation des bords • Mise en forme (pliage, cintrage, etc.) • Assemblage • Soudage • Redressage, calibrage • Contrôle • Revêtement, rechargement, usinage • Traitement thermique/passivation, décapage.... • Finition et parachèvement	
1.5	<u>ACTIVITES CONNEXES RATTACHEES DIRECTEMENT AU FONCTIONNEMENT DE L'ATELIER</u> • Stockage des matières premières et produits fabriqués • Stockage des consommables de soudage et coupage • Stockage des gabarits et outillages spécifiques • Manutention • Expédition et colisage	

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
--	---------------------------	------

- BE, BM, service commercial, qualité, contrôle, transfert technologie, service après vente, service formation etc.....

1.6 **DECOUPAGE GEOGRAPHIQUE DE L'ATELIER**

Un atelier de chaudronnerie / soudage peut être découpé en zones géographiques pour chaque phase de travail. Néanmoins, si l'atelier ne se prête pas à un tel découpage, il est alors possible de regrouper entre elles plusieurs des zones suivantes :

Zones de circulation du personnel et des engins de manutention

Zone de stockage des matières brutes, des consommables, des déchets et des chutes.

Zone de traçage, préparation du travail

Zone des débits découpage et préparation des bords

Zone de mise en forme (pliage, emboutissage, cintrage, etc.)

Zone de soudage

Zone d'usinage et de finition

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE

1.7 EXEMPLE D'IMPLANTATION ET INSTALLATION D'UN ATELIER DE CHAUDRONNERIE / SOUDAGE

(Exemple de liste de machines disponibles)

REP	REF	Nbre	DESIGNATION	OUTILLAGE
A		3	Poste de soudage à courant alternatif 250 à 100 %	
AS		1	Poutre de soudage automatique (arc submergé) 600 A à 100 %	
BD		1	Banc d'oxycoupage Plasma 2 chalumeaux oxy propane 1 tête plasma NERTAJET 80.120	
CA	P201	1	Cisaille alternative à lames courtes	Outils rectilignes Outils circulaires Dispositif de centrage Règle de guidage rectiligne Voir feuille + butée numérisée
CG1	GPS 1230	1	Cisaille Guillotine	Règle d'équerre 1.5 m Equerre orientable
CG2	CPS 420	1	Cisaille Guillotine	Butée numérisée
CP		1	Cintreuse à profilés SOCAD	
MCH	TKF1525.0	1	Machine à chanfreiner « TRUMPF »	
PC2	PC15	1		Capacité 3 à 16 mm Cône de réduction CM2 / CM1

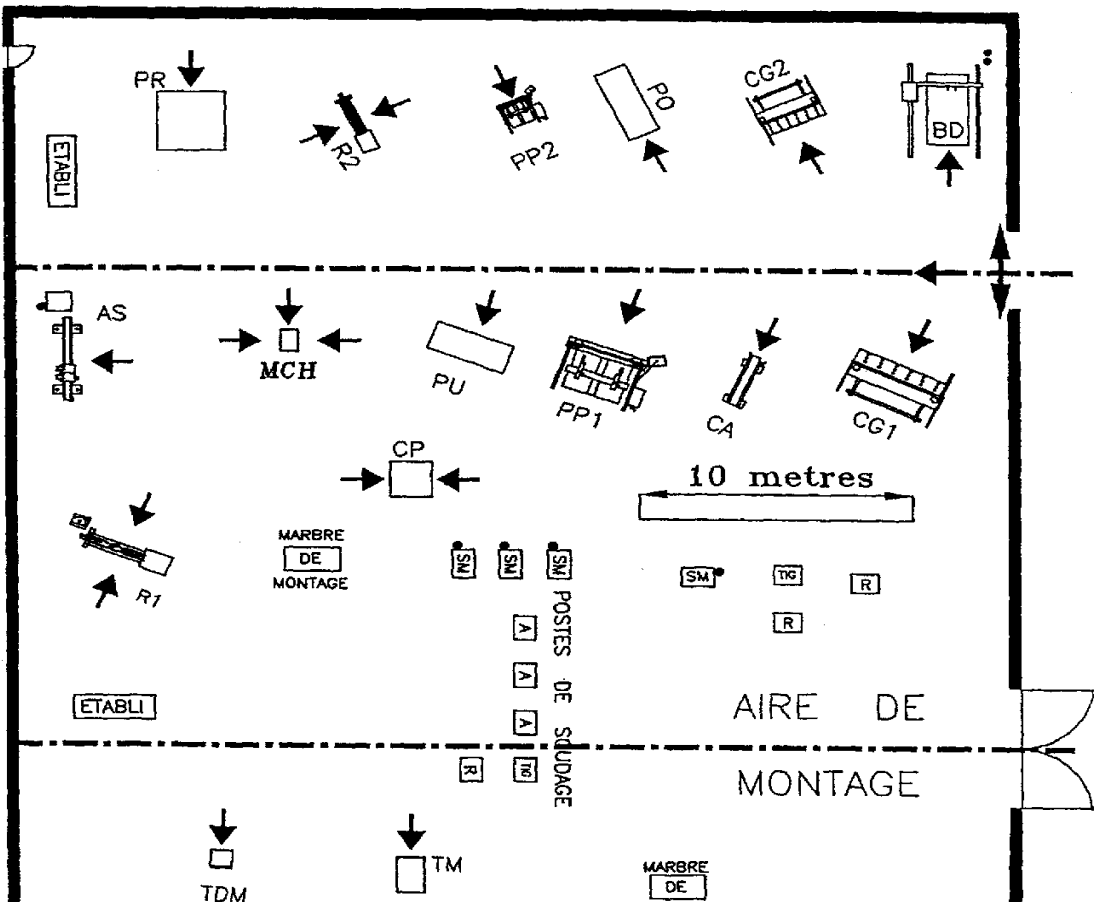
		ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
PO PP1	KLH700	1	Perceuse à colonne Cône Morse 2 Poinçonneuse 700 KN	Chasse cône automatique Dispositif de lubrification
	170/4	1	Presse plieuse 1 700 KN à CN Longueur 3050 4 axes de programmation	Contre vé standard 3 m Contre vé fractionné avec bigorne Vé de 16 – 20 – 25 – 32 en longueur de 3 m Vé de 50 – 80 – 120 – 160 – 200 en longueur de 2 m Outillage pour pliage en frappe longueur 2 m vé de 8 - 10
REP PP2	REF PS PRO 63.25	Nbre 1	DESIGNATION Presse plieuse 630 KN à CN longueur 2050 2 axes de programmation	OUTILLAGE Contre vé standard 2 m Contre vé fractionné avec bigorne Vé de 8 – 16 – 20 – 25 – 32 en longueur de 2 m Vé de 32 – 40 – 50 en longueur de 1 m Outillage pour pliage en frappe longueur 2 m Vé de 6 – 8 – 10
PR		1	Perceuse radiale Halbronn « CUT »	
PU		1	Plieuse universelle 2 000 x 6	
R		3	Poste de soudage courant redressé 240 A à 60 %	

ENSEIGNEMENT FORMATION

PAGE

R1	1	Rouleuse 2 500 x 12	
R2	1	Rouleuse 1 000 x 4	
SM	4	Poste de soudage semi-automatique 200A à 60 %	
TIG	2	Poste de soudage TIG 160 A à 60 %	
TDM	1	Tronçonneuse fraise scie diamètre 315 mm	Butée manuelle de longueur, aménagement 2 m évacuation 4m
TM	1	Tronçonneuse meule 350 mm	Tête orientale à droite et à gauche Butée de longueur Butée de profondeur de coupe Support de barre

IMPLANTATION DES MACHINES



2. LES GABARITS ET MONTAGES

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

2.1 MONTAGE DE POSITIONNEMENT ET MAINTIEN DES PIECES A SOUDER

- Les pièces élémentaires à assembler entre elles ou avec des sous – ensembles doivent être présentées à l'emplacement convenable, avec une orientation correcte, en tenant compte bien entendu des corrections préalables aux déformations et en respectant la géométrie nécessaire à la bonne exécution des joints.
- Dans le cas de fabrication des pièces de série, on utilise :
 - Soit des mannequins de pointage permettant la présentation, facilitant, ainsi l'exécution du pointage avant soudage, les pièces sont ensuite sorties du mannequin pour être soudées.
 - Soit des montages de soudage permettant d'éviter le pointage et de souder directement les pièces dans le montage qui peut éventuellement assurer un bridage réduisant les déformations.(conformateur)

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	---------------------------	--	------

Certain montage permettant, en outre, le positionnement favorable pour chacune des soudures d'un ensemble. Parfois les montages sont placés sur des appareils de positionnement distincts du montage proprement dit.

- Les montages de soudage assurant le bridage permettent de réduire les déformations, et dans une certaine mesure d'assurer l'interchangeabilité des pièces de même série. Les facilités opératoires qu'ils procurent permettent d'augmenter la vitesse d'exécution et la qualité des soudures

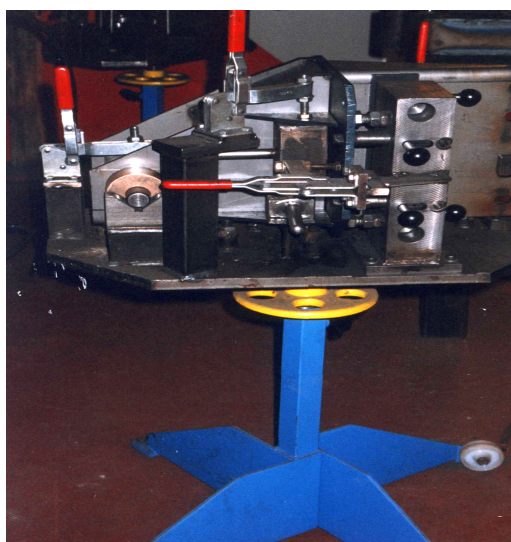
	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
--	---------------------------	------

- Ils doivent répondre aux conditions suivantes :
 - Permettre la mise en place rapide des éléments à souder
 - Permettre l'évacuation rapide de l'ensemble soudé
 - Permettre l'accessibilité et la bonne visibilité des joints
 - Résister aux déformations résultantes des retraits
 - Permettre préchauffage si besoin
 - Ne pas s'échauffer exagérément au cour du soudage, afin d'éviter les déformations d'origine thermique (prévoir dans ce but des dispositifs de refroidissement).
 - Permettre chambrage si besoin
 - Assurer la protection des parties usinées (projections, etc.)
 - Ne pas blesser la pièce par des arcs parasites ou des dispositifs de serrage trop puissants ou mal placés.

ENSEIGNEMENT FORMATION

PAGE

- Eviter les effets magnétiques sur les arcs de soudage.
- Eviter les pollutions, contact (différents nuances, matériaux.)
- Les montages sont souvent constitués de cadres en profilés soudés sur lesquels sont assemblés des cales ou des dispositifs de serrage mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques (clames, vérins etc.)

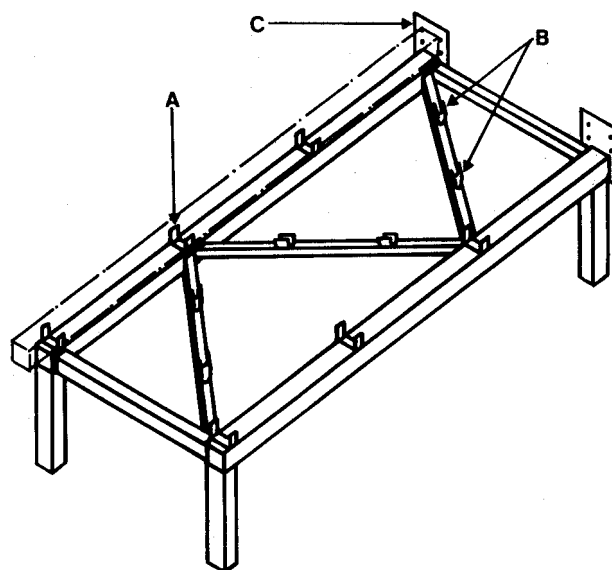


Exemple de montage de soudage



Exemple de mannequin

Le mannequin schématisé comporte une ossature principale à la hauteur d'une table de



travail et des berceaux (A et B) qui permettent la mise en place des éléments d'une ferme à treillis par exemple.



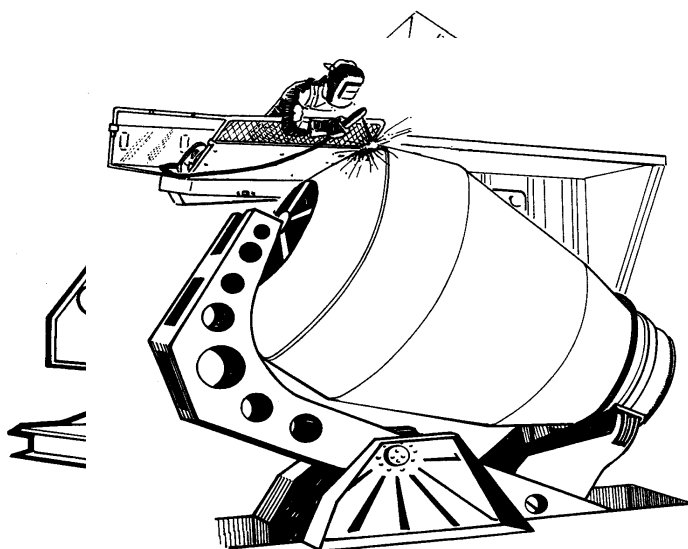
2.2 POSITIONNEURS

Il existe une position d'exécution favorable à l'application de chaque procédé ou méthode de soudage.

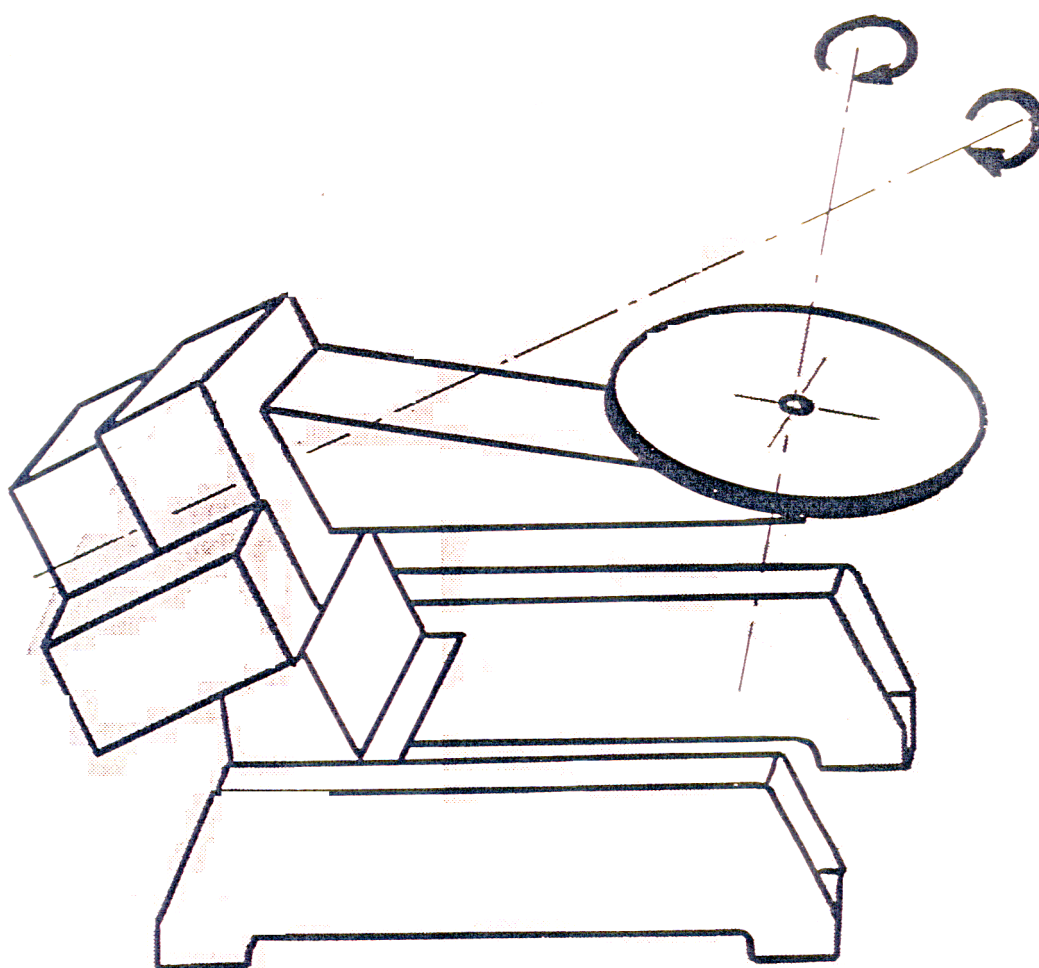
Le soudage à plat permet généralement d'obtenir de gros bains de fusion favorable à l'accroissement de la vitesse de dépôt.

Les dispositifs de positionnement sont de dimensions et de modèles très variés suivant qu'ils sont universels ou prévus pour un type particulier de pièces.

Positionneur universel : capacité 15 t.

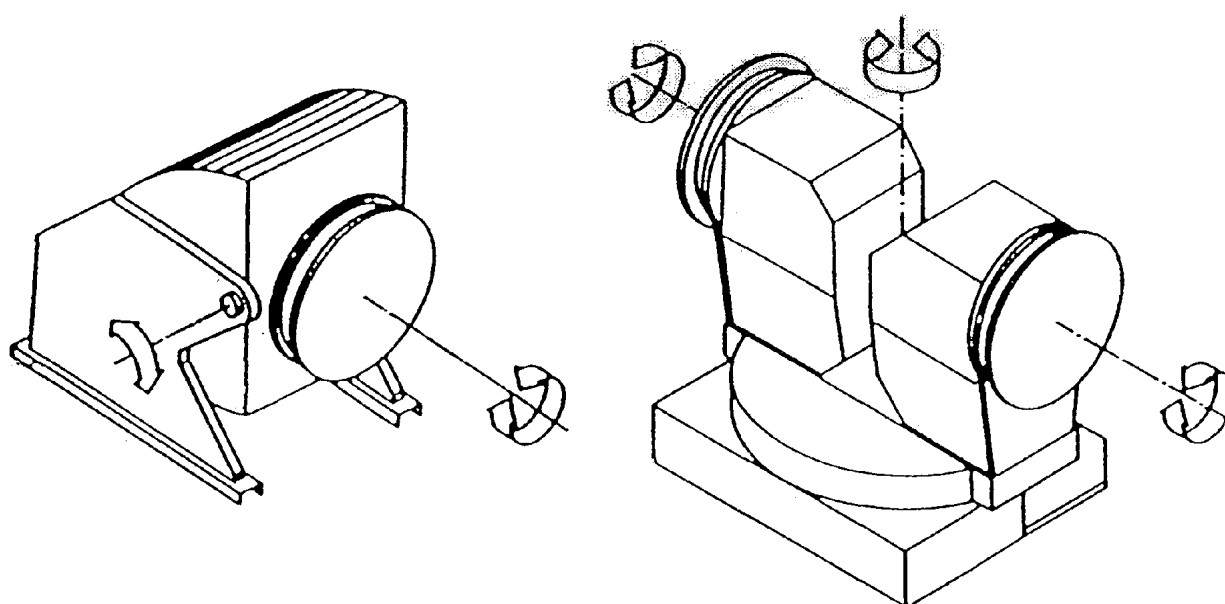


Positionneur spécialisé.



**ENSEIGNEMENT
FORMATION**

Positionneur orbital, programmable (existe en version 2 positionneurs)



**ENSEIGNEMENT
FORMATION**

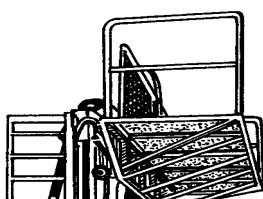
PAGE

Positionneurs mouvements de base

- L'emploi des positionneurs présente de nombreux avantages :
 - Il permet de mettre en œuvre les procédés manuels ou automatiques à grande vitesse de dépôt.
 - Grâce à un positionnement favorable à la stabilité du bain de fusion
 - Les temps d'arrêt pour les changements de positions sont réduits
 - Le coefficient d'utilisation du matériel de soudage est accru
 - Les conditions de travail et de sécurité sont améliorées.

NOTA : Pour les pièces de grandes dimensions, les avantages du positionnement des pièces ne peuvent être obtenus que si l'appareil de soudage et l'opérateur peuvent également occuper facilement une position favorable . Les potences, portiques ou plates formes permettent d'assurer ces fonctions.

Plate forme de positionnement de soudeur



	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	--	--	--------------------

3. LES CABLES

3.1 LES CABLES DANS UNE INSTALLATION

Il faut éviter dans une installation que les câbles de circuits sensibles ne captent les perturbations émises par d'autres câbles ou par l'environnement électromagnétique.

L'installation peut comporter des câbles :

- ☐ De puissance (courants forts)
- ☐ De contrôle / commande
- ☐ De signaux analogiques
- ☐ De signaux numériques

Ces deux derniers peuvent être reliés à des appareils et circuits très sensibles aux perturbations électromagnétiques.

Les câbles avec blindage métallique (écran, tresse, feuillard) l'écran autour du câble permet d'atténuer les champs perturbateurs H.F.A 50 Hz, le feuillard ferromagnétique est plus efficace que la tresse métallique.

3.2 LES CHEMINS DE CABLES

Si des câbles de natures différentes cheminent à proximité les uns des autres, les conditions sont dès lors favorables pour la transmission des perturbations par diaphonie. Il n'est pas conseillé de séparer et d'éloigner ces mêmes câbles, car on favorise dans ce cas à former des boucles, sièges de perturbations sous l'effet d'un champ important, provoqué par exemple par les opérations de soudage à l'arc.

L'utilisation de chemins de câbles métalliques paraît être la meilleure solution. Elle permet de rapprocher les câbles considérablement sans risques de diaphonie.

3.3 CABLES DANS LE SOUDAGE A L'ARC

Dans le domaine du soudage à l'arc, il faut choisir un câble mono conducteur extra souple. Ses caractéristiques de fabrication originales, et en particulier une double protection est préférable, pour lui permettre :

- Une tension de service de 600 volts
- Une intensité admissible supérieure à la moyenne, à section égale (voir ci – dessous)
- Qualités d'élasticité et de flexibilité
- Bonne tenue aux huiles, à l'ozone et à la plupart des solvants
- Non-propagation de la flamme

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES								
SECTIONS mm2	CONDUCTEUR		GAINE	TENUE EN	RAYON DE	TENSION SERVICE	INTENSITE	RESISTANCE PAR
	AME	ISOLATION	EXTERIEURE	TEMPERATURE	COURBURE	CLAQUAGE Volts	NOMINALE Ampère	CONDUCTEUR Ω / Xm
10 16 25 35 50 70 95	BRINS DE 0.20	PVC Blanc	Mélange PVC Elastomère et Caoutchouc Acrylonitrile (NBR)	- 18°C à + 85°C	2 x Ø DU CABLE	600 V / >3 000 V	VOIR TABLEAU Ci dessus	

ENSEIGNEMENT FORMATION

PAGE

Couleur
NOIRE ou
ORANGE

INTENSITES ADMISSIBLES A 25°C * (Ampères)

SECTION	Diamètre extérieur	Masse Totale	CABLE RADAFLEX Coefficient de service (%)				CABLE STANDARD ISOLE AU CAOUTCHOUC Coefficient de service (%)			
			100 %	85 %	60 %	30 %	100 %	85 %	60 %	30 %
-mm2	-mm	Kg /Km								
10	9.5	160	87	98	110	160	NS	NS	NS	NS
16	10.5	247	135	145	175	245	105	115	135	190
25	12.5	340	180	195	230	330	135	145	175	245
35	13.5	460	225	245	290	410	170	185	220	310
50	15.0	606	285	310	370	520	220	240	285	400
70	18.0	860	355	385	460	650	270	295	350	495
95	20.5	1150	430	470	560	790	330	360	425	600

* Pour des températures ambiantes supérieures à 25°C appliquer les coefficients réducteurs suivants

30°C : 0.96
40°C : 0.87

35°C : 0.91
45°C : 0.82

3.4 SECURITE

Risque de contact avec des câbles sous tension dont l'isolation est défectueuse.

Les gaines isolantes des câbles doivent être toujours en bon état

Il ne faut jamais hésiter à changer un câble de raccordement défectueux. Le métal peut être mis à nu lorsque la gaine est déchirée ou lorsqu'elle se détériore sous l'effet d'un échauffement excessif de l'âme conductrice

Il ne faut jamais déplacer un poste de soudage en tirant sur les câbles

Le choix des câbles de raccordement devra être fait conformément aux prescriptions des normes en vigueur.

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

4. RACCORDEMENT

4.1 LES RACCORDEMENTS

Dans un atelier de production, on peut trouver principalement quatre réseaux de distribution :

- Eau
- Gaz
- Electricité
- Air comprimé

Eau :

Les besoins en eau d'une usine peuvent être satisfaits par le raccordement au réseau public de distribution.

Les pressions de distribution sont généralement suffisantes pour assurer correctement la répartition dans l'atelier.

Pour les eaux servant dans les procédés de soudage, par exemple, il n'est pas nécessaire d'effectuer un traitement particulier.

Les réseaux de distribution de l'atelier sont réalisés en acier ordinaire, sous réserve dans le cas d'eau déminéralisée, de relever le P.H

GAZ :

Dans de nombreux établissements industriels, les gaz nécessaires pour l'alimentation des postes de travail pour soudage à la flamme et les procédés connexes sont fournis à partir d'une source de gaz centrale et distribuée par un réseau de canalisations à travers l'atelier.

Une bonne conception et une bonne réalisation de ces installations sont indispensables pour assurer un bon fonctionnement des appareils d'utilisation, mais aussi pour assurer la sécurité des personnes et des biens, compte tenu des propriétés particulières des gaz utilisées (voir stockage de distribution des gaz). *Pour plus d'information se reporter aussi à la norme française NF.EN 1089 - 3*

Électricité

Le réseau de distribution de l'énergie électrique d'un atelier a pour objet de fournir aux machines de fabrication et aux équipements connexes l'énergie qui leur est nécessaire dans les conditions requises de puissances, de tension, de fréquence et de régularité. On demande au réseau d'assurer ce service sans défaillance.

Les équipements mis en œuvre dans un atelier de chaudronnerie / soudure, sont alimentés en basse tension (< 1000 v) ces équipements peuvent être monophasés et triphasés (230 V ou 400 V)

Air comprimé

L'air comprimé est généralement pas distribué, sauf dans des centres urbains ou très industrialisés « il doit donc être produits » lorsque les besoins sont dispersés dans l'usine, il est intéressant de créer un réseau et d'avoir une production centralisée d'air comprimé.

La pression de service varie généralement entre 5 et 8 bars.

L'air comprimé peut être produit par différents types de compresseurs :

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	-----------------------------------	--	-------------

□ Compresseurs alternatifs, rotatifs, à vis etc.

Les installations de production d'air comprimé sont toujours bruyantes et doivent faire l'objet d'un soin particulier concernant l'implantation.

Afin d'éviter les fuites, il est recommandé de braser ou souder les canalisations.

Les canalisations dont le diamètre est supérieur à 20 mm sont en acier. Les prises d'air sur lesquelles sont raccordées les flexibles sont équipées de raccords express.

5. ENVIRONNEMENT DU TRAVAIL

5.1 L'ENVIRONNEMENT DU TRAVAIL DANS UN ATELIER DE CHAUDRONNERIE – SOUDURE

Il y a des activités connexes rattachées directement au fonctionnement de l'atelier :

- a) **Stockage des matières premières et produits fabriqués**

ENSEIGNEMENT FORMATION

PAGE

Les parcs matières tôles ou profilés sont les principaux endroits où sont stockés des différentes matières qui rentrent dans la mise en œuvre des produits.

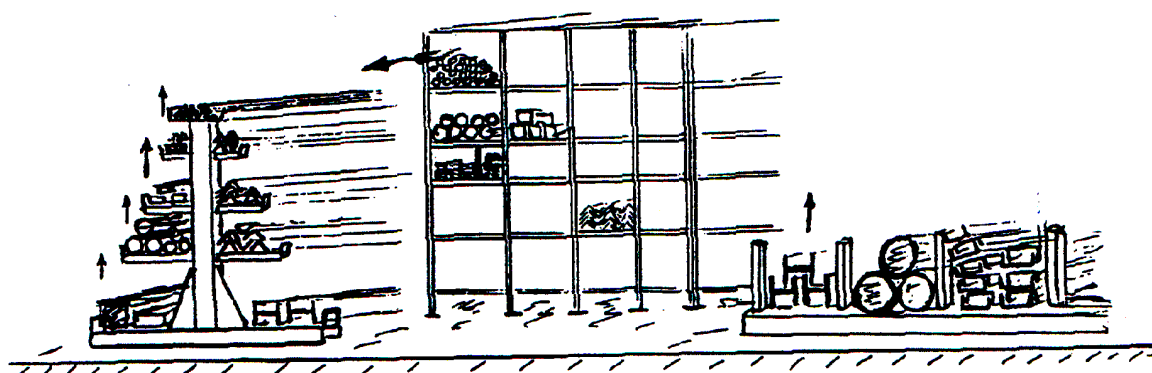
- Les parcs matières se différencient de la manière suivante :

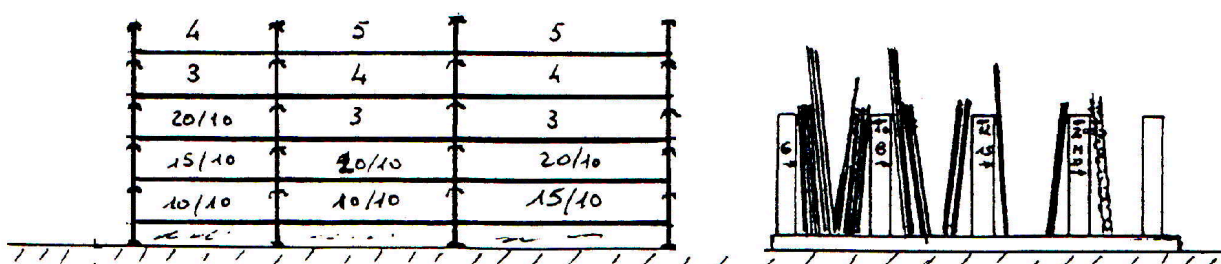
- Les produits
 - ☐ tôles
 - ☐ profilés
- Leurs rangements
 - ☐ horizontaux, en casiers
 - ☐ verticaux, en râteliers (sur chant)
- Les matières
 - ☐ les désignations (acier au Carbone, inoxydable, cuivre, aluminium, etc.)
 - ☐ nuances (ferritique, réfractaire, etc.)
- Les formes
 - ☐ tôles (striée, gaufrée, etc.)
 - ☐ protection (laquée, galvanisée, électro zinguée, etc.)
 - ☐ profilés (plein ou creux)
 - ☐ les dimensions (format, longueur, section, etc.)

ENSEIGNEMENT FORMATION

PAGE

Stock profilé





Stock tôles

b) **Stockage des consommables de soudage et coupage**

Les produits d'apports devront être rangés dans un local à l'abri sans humidité. Si besoin spécification du fournisseur dans des étuves. On trouve différentes étuves :

- Etuve d'établi sèche – électrodes
- Etuve portative sèche – électrodes
- Etuve à programmation sèche – électrodes
- Etuve à flux

- Etc.

En ce qui concerne les consommables de soudage et coupage (buses, tubes contact, torche, gaines, etc.) sont rangés dans un magasin par : référence, type du matériel, épaisseur etc.

c) **Manutention**

On peut trouver dans un atelier de production différents moyens de manutention :

- Pont roulant, portique, potence de manutention équipés de palan électrique ou à main
- Chariots élévateurs, thermiques ou électriques
- Transpalettes électriques ou manuelles
- Chariots automoteurs à commande à distance ou filoguidés
- Etc.

d) **Expédition colisage**

Une zone est bien définie dans l'atelier où tous les produits sont emballés, référencés, afin d'organiser l'expédition.

e) **Flux de la circulation**

Dans la plupart des ateliers, il y a plusieurs flux à prendre en compte à l'intérieur.

- Engins motorisés, circulant dans les allées et desservant les postes de travail

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
--	---------------------------	------

- Piétons circulant avec des charges (chariots et transpalettes manuels)
- Piétons circulant sans charge, en début et fin de poste pendant la durée du travail pour aller d'un poste à un autre poste de travail ou vers d'autres locaux

☐ Des allées de circulation se distinguent clairement, par leur peinture au sol .

f) **Installations annexes**

Peuvent être composées de :

- Générateur thermique de courant de secours
- Système de stockage des rebuts et déchets
- Système de communication
- Système de protection contre l'incendie
- Systèmes particuliers de prévention et de sécurité des travailleurs.
- Service médical
- Parc stationnement et recharge chariots élévateur
- Système de stockage des sources radioactives
- Réserves d'eau
- Stockage des gaz, produits chimiques,
- Etc....

6.1 **MATERIELS, ACCESSOIRES DU SOUDEUR**

- Equipement personnel du soudeur :
 - Masque, casque, lunettes teintées
 - Lunettes blanches pour meulage
 - Les gants
 - Les vêtements
 - Les chaussures de sécurité
 - Les guêtres
 - Tablier en cuir
 - Casque anti – bruit
 - Etc.
- Matériels de protections et sécurité dans l'environnement du soudage

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
	□ Aspirations des fumés, gaz, poussières - gaines d'aspiration, torche aspirante, ventilation etc. □ Protection contre les rayonnements de l'arc - Rideaux, cloisons etc.	

6.2 MATERIELS, ACCESSOIRES DANS LE SOUDAGE A L'ARC

- Poste de soudage manuel (T.I.G, MIG MAG, S.A.E.E etc.)
- Poste de soudage automatique ou robotisé (laser, plasma, etc.)
- Métaux d'apport (électrodes, fils pleins, fils fourrés, etc.
- Etc.

6.3 EQUIPEMENT DIVERS

- Machine à chanfreiner
- Machine à tronçonner
- Matériel de préchauffage
- Vireurs, positionneurs...
- Etuves pour électrode et flux
- Machines portables de surfaçage et d'alésage
- Matériel du dudgeonnage et débutage
- Produits décapant et de passivation.
- Etc.

6.4 MATERIEL POUR LE DOMAINE DE CONTROLE

6.5 MATERIELS, ACCESSOIRES DANS LE SOUDAGE AU GAZ

- Chalumeaux et détendeurs
- Boyaux, raccords, détendeurs...
- Clapets anti – retour
- Produits d'apport
- Poudre de rechargement, produits décapant
- Etc.

Cette liste n'est pas exhaustive, pour des infos complémentaires se référer : - Soudage et technique- connexe (ISSN 0246 – 2963) « Répertoire des fournisseurs du soudage »

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	-----------------------------------	--	-------------

		7. ASPIRATION DES FUMÉES	
--	--	---------------------------------	--

7.1 CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ASPIRATION

Un atelier de production adapte son système de captation des fumées par aspiration selon s'il utilise :

- L'aspiration localisée
- L'aspiration générale

L'aspiration localisée

Consiste à capter les fumées dégagées au plus près possible de leur source

L'aspiration générale

De par son principe même, l'aspiration générale seule n'est pas satisfaisante, car elle est admet un niveau de pollution résiduelle sur les lieux de travail et des gradients de concentration importants entre la source et l'ambiance de l'atelier.

L'aspiration générale ne peut être envisagée en tant que technique principale d'assainissement de l'air que si les produits, les fumées dégagées sont très peu toxiques et émis à un débit très faible.

L'aspiration locale doit être retenue en priorité dans tous les cas

7.2 LES DISPOSITIFS DE VENTILATION LOCALISEE DISPONIBLES

Suivant les termes de la réglementation, les locaux où s'exercent des travaux de soudage sont des « locaux à pollution spécifique » ce qui entraîne pour l'employeur, l'obligation de capter des fumées au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible, notamment en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débits des polluants de l'air ainsi que des mouvements de l'air (art R ; 232 – 5 - du code de travail)

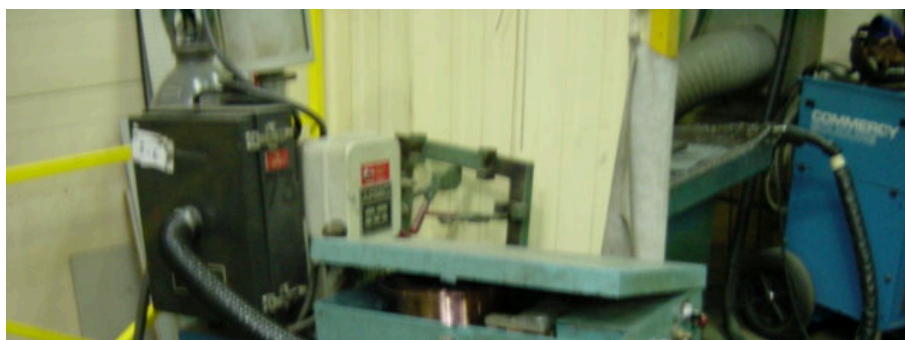
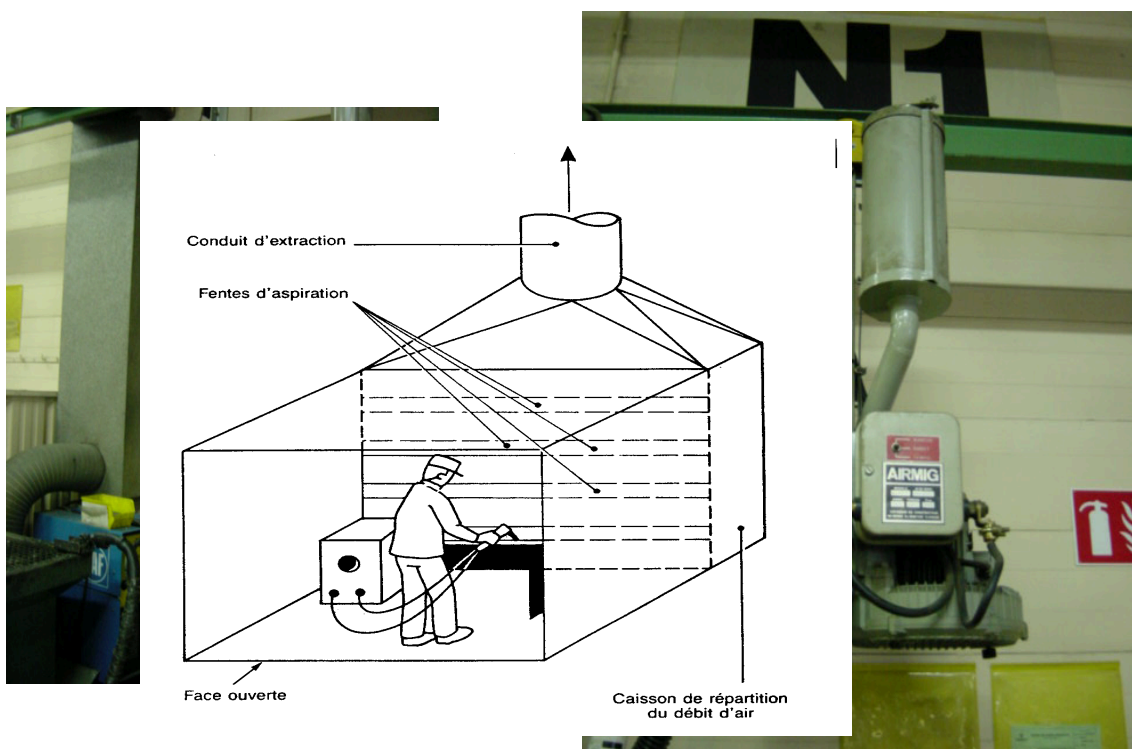
On distingue les dispositifs suivants :

□ **Aspiration liée à l'outil**

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
□ Les torches aspirantes utilisées en procédés MIG/MAG ou fil fourré avec gaz □ Aspiration intégrée à l'outillage : □ Mannequin d'assemblage, gabarit est muni de buses d'aspiration des fumées à proximité des points d'émission. □ ventilation liée au masque de protection □ Cabine de soudage □ Table aspirante par le plan de travail □ Table aspirante par le dossier □ Table aspirante combinant le plan de travail et le dossier □ Aspiration localisée déplaçable (mobile) □ Caisson d'aspiration NOTA : Dans tous les cas il faut que le débit d'aspiration ne perturbe pas le rôle et l'efficacité des gaz de protection de soudage.		

ENSEIGNEMENT FORMATION

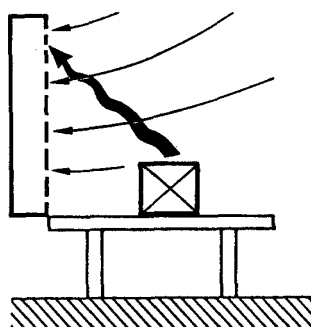
PAGE



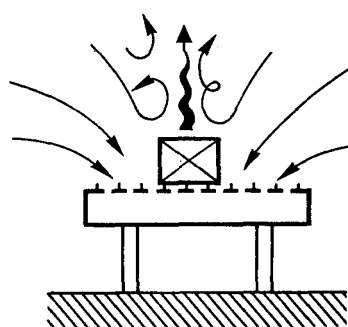
	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

Exemple de schéma d'une cabine de soudage

Exemple de schéma de table avec aspiration

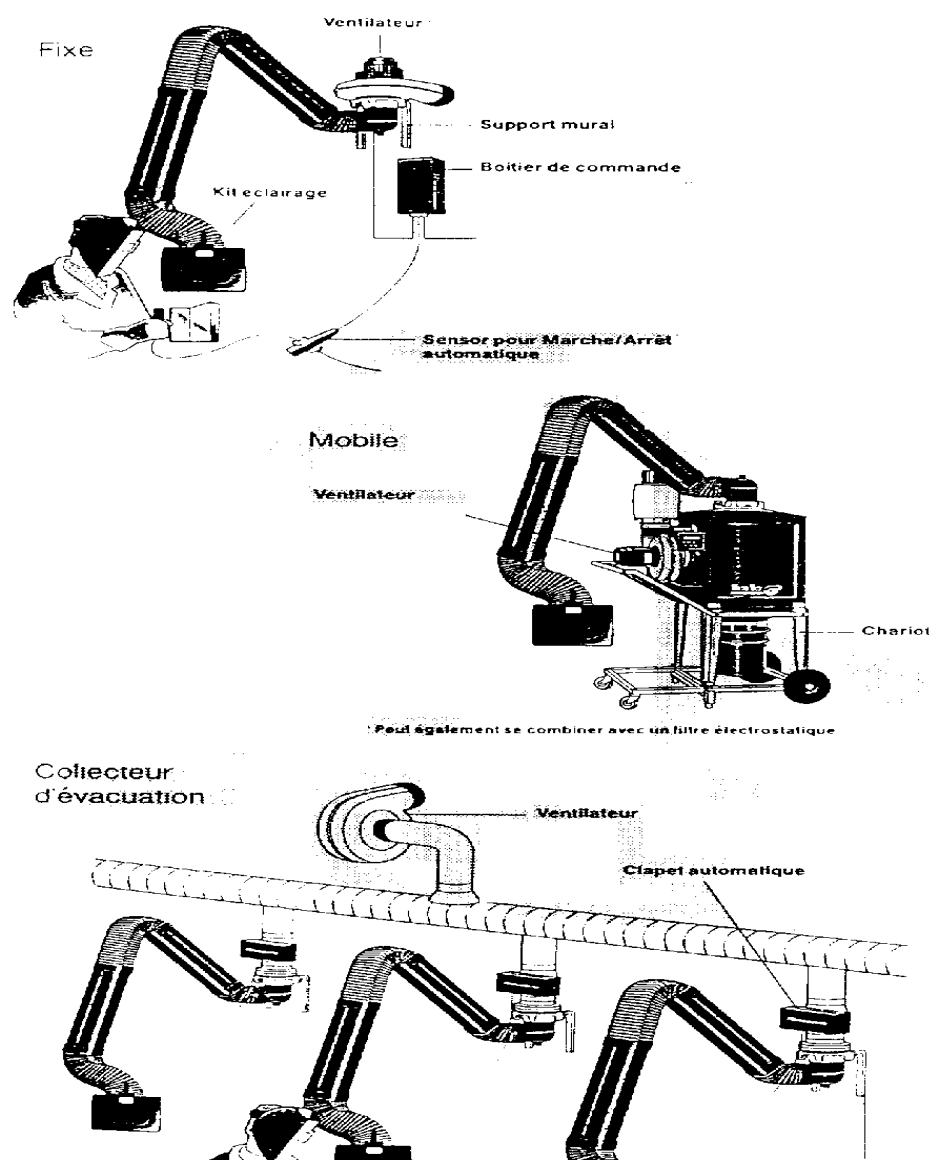


9a. Vers l'arrière. Le captage des fumées est moins perturbé par la présence de la pièce



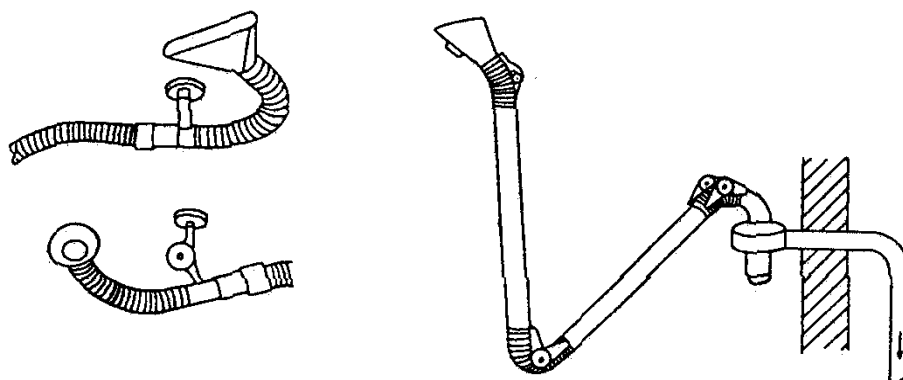
9b. Vers le bas. La pièce fait obstacle à la ventilation. Les fumées échappent au captage

Exemple d'installation

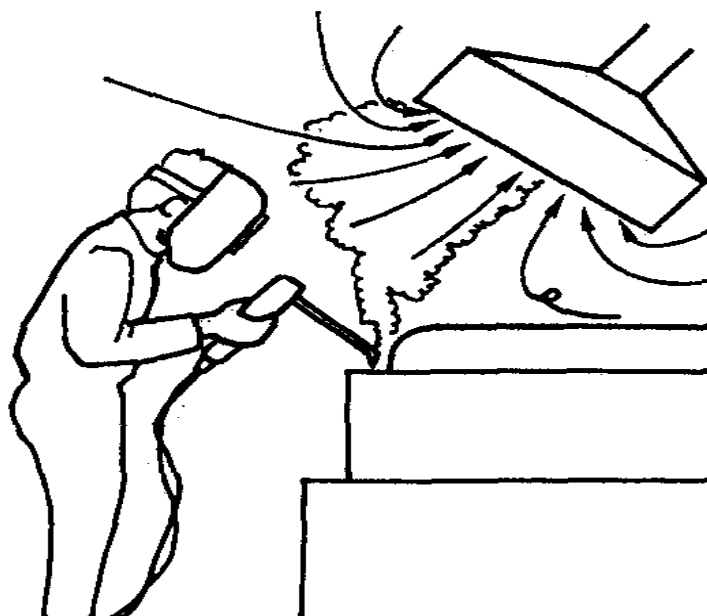


	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

Exemple de schéma de bras articulés et de petites buses mobiles



Exemple de schéma poste de soudage équipé d'un caisson aspirant



ENSEIGNEMENT FORMATION

PAGE



	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

7.3 Bibliographie

1. Valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses en franco. *Cahiers de Notes Documentaires*, 1988,133, ND1708, pp. 691-706.
2. Guide pratique de ventilatio
n n°8.Ventilation des espaces confinés.' Paris, INRS, 1988, ED 703.
3. La sécurité dans l'emploi des machines, appareils, accessoires de soudage et d'oxycoupage. Paris, INRS, 1979, ED 357.
4. ULYSSE J.F. - Fiche technique de sécurité n 15. Soudage manuel l'arc avec électrodes enrobées. Paris, INRS, 1983, ED 569.
5. BLAND J. - Th welding environment.Miami, American Welding Society,1973.
6. SPEIGHT F.Y., CAMPBELL H.C. – Fumes and gases in the welding environment. Miami, AmericanWelding Society, 1979.
7. MAYER A., SALSI S. et coll. - Pollution Chimique aux postes de soudage l'arc. Etude en laboratoire de 18 couples « produit d'apport- métal soudé » . *Cahiers de Notes Documentaires*, 1980, 101, ND 1281,pp. 485-497.
8. LIMASSET J.C, MARGOSSIAN N. substances toxiques formées par
décomposition photochimique de solvant chlorés lors du soudage à l'arc *cahiers de notes. Documentaires*, 1974, 75 ND 897 pp. 219-228
9. Aération et assainissement des ambiances de travail. Réglementation générale. Textes et commentaires. Paris, INRS, 1989 ED 720

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
10. Les maladies professionnelles. Paris, INRS, 1990, ED 486. 11. Guide pratique de ventilation n0.Principes généraux de ventilation. Paris, INRS, 1989, ED 695. 12. ASTLEFORD W. - Engineering control of welding fumes. Cincinnati, NIOSH,DHEW Publication n 75-115, 1974. 13. VAN WAGENEN H.D. - Assessment ofselected control techniques for welding fumes.Cincinnati, NIOSH, DHEW Publicationn 79-125,1979. 14. MILLIGTON D. - Gas shielding efficiency in MIG welding. <i>Welding Institute Bulletin</i>, 11, 2, 1970, pp. 347-352. 15. THIEBAUT D. et coll. - Le procédé de captage des polluants double flux. <i>Travail et Sécurité</i>, 1983, 1-2, pp. 75-86 et 112. 16. Guide pratique de ventilation n °1.L'assainissement de l'air des locaux de travail. Paris, INRS, 1982, ED 657,1982. 17. BRUNNER A. - Elimination des substances nocives lors du soudage par la ventilation et l'aspiration locale. <i>Zeitschrift furSchweisstechnik/Journal de la Soudure</i>, 1979, 69, 8, pp. 218-223.		

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
8. AJUSTAGE DES JOINTS / POINTAGE DES BORDS			

8.1 POINTAGE, AJUSTAGE DES JOINTS

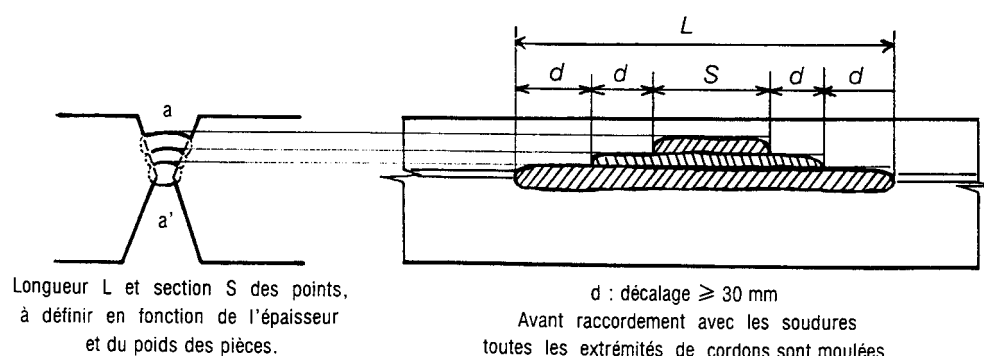
Le pointage est une opération qui consiste à réunir provisoirement les éléments à assembler par des petits cordons de soudure discontinus disposés dans les joints même avant d'exécuter les soudures proprement dites.

Il n'y a pas de règle précise pour définir le nombre et la dimension des points. La distance entre ces points doit être assez faible pour éviter des variations de l'écartement entre les éléments sous l'effet des déformations en cours de soudage.

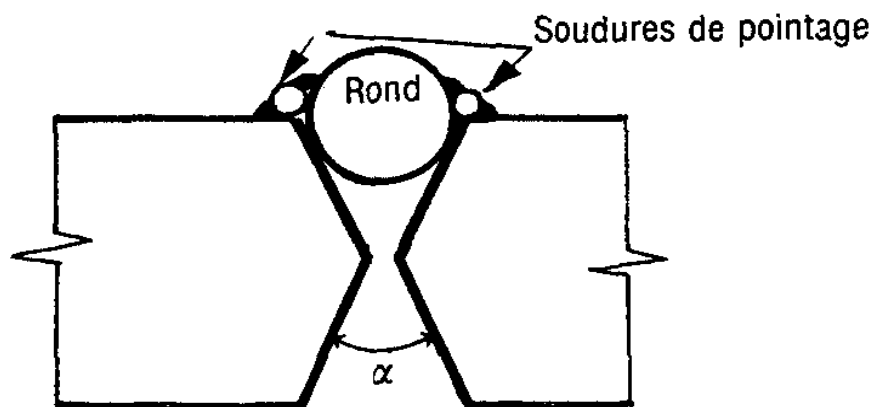
Dans le cas des soudures bout à bout sur pièces de forte épaisseur, on utilise de préférence des clames ou des étriers. La section de chaque point doit être suffisante pour résister sans rupture aux efforts aux quels ils sont soumis, en particulier pendant l'exécution des premières soudures d'un ensemble préalablement constitué par pointage.

Pour certains assemblages lourds ou de fortes épaisseurs, on peut avoir recours à l'une des méthodes suivantes :

- Pointage direct au moyen de cordons disposés en escalier ; dans ce cas le pointage constitue une véritable soudure partielle et doit être traité comme telle (même soin que pour la soudure réelle).

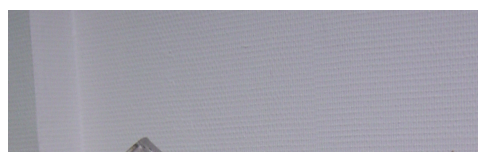


- Utilisation d'un rond de diamètre adapté à l'ouverture du chanfrein, qui permet de reporter le pointage hors chanfrein et de ne pas détériorer des faces de chanfreins usinés par exemple :



En conclusion, le pointage est une opération délicate qui mérite une grande attention. Une qualification des modes opérateurs et des soudeurs chargés de l'appliquer peut être nécessaire lorsqu'il s'agit de constructions de sécurité.

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
--	--	--------------------



8.2 CLAMES, ETRIERS

Les clames sont des accessoires qui permettront de présenter les bords dans la position convenable pour le soudage.

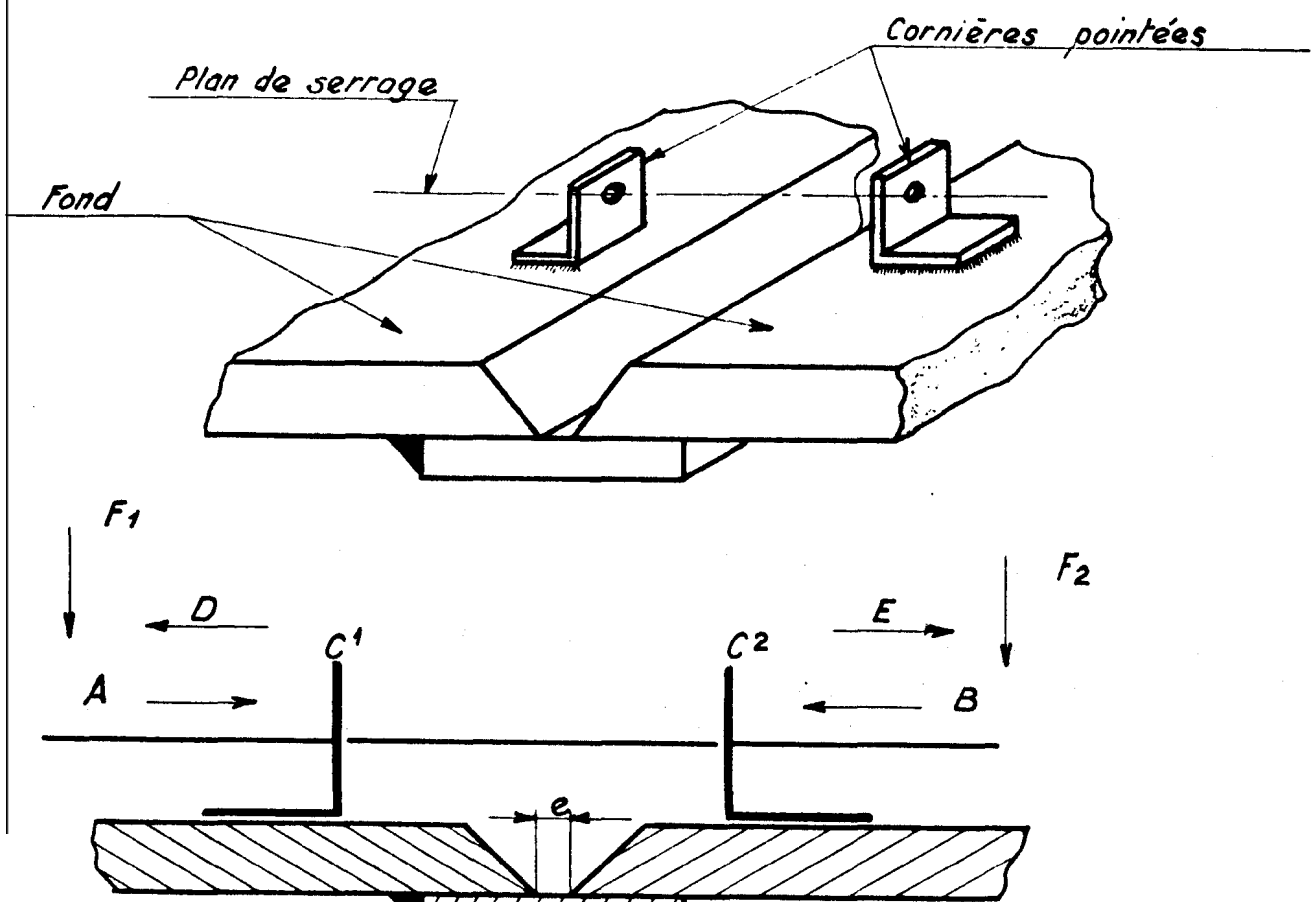
Il en existe une très grande variété que l'on peut classer en deux catégories suivant qu'elles sont soudées ou non sur les pièces à assembler.

Pour les assemblages bout à bout de pièces de faible épaisseur ces clames sont constituées de deux éléments disposés de part et d'autre du joint et assemblées mécaniquement par une languette passant entre les bords et assurant le serrage.

Pour les assemblages bout à bout et en angle de pièces plus épaisses, on utilise des clames dont deux éléments sont soudés provisoirement de même côté sur chacune des pièces, des dispositifs de serrage mécaniques permettant d'assurer ensuite les efforts nécessaires à l'accostage et à la mise à niveau des deux pièces à souder. Ces clames sont ensuite dessoudées et sont réutilisables.

La dépose doit être effectuée par meule en évitant tout arrachement ou blessure des pièces. Un contrôle par ressuage est parfois conseillé afin de vérifier l'absence de défaut de surface.

Exemple assemblage bout à bout



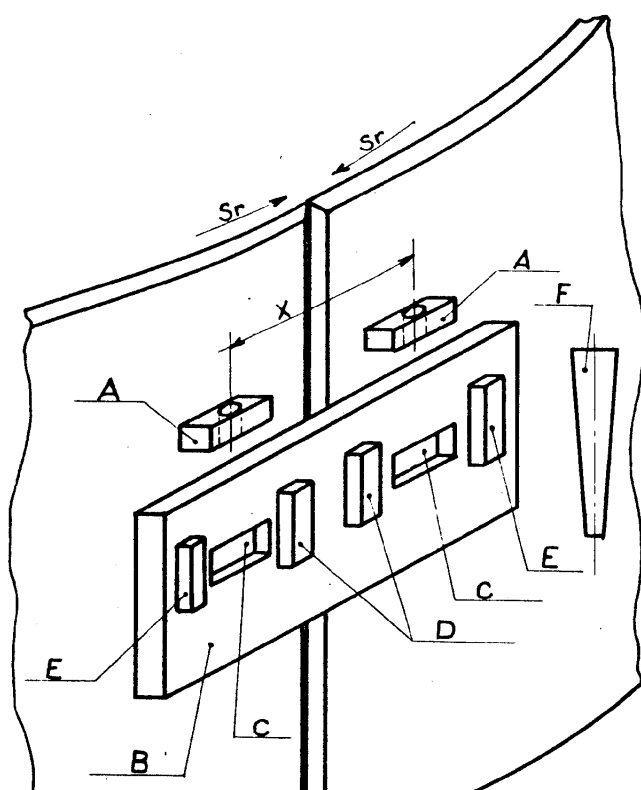
Forces A – B Rapprochement de C^1 et C^2

Forces D – E Eloignement de C^1 et C^2

Le jeu « e » peut – être maintenu par une tige filetée avec écrous, ou à l'aide de boulons.

Le plan de serrage AB, n'est pas en ligne on peut en passant une broche en C^1 ou C^2 suivant le cas, faire agir une force F_1 ou F_2 pour obtenir le contact des tôles pendant le pointage.

Exemple d'utilisation des clames type U.S.A (Chicago bridge)



Description

x - entraxe à respecter

A – écrous de fixation percés puis soudés sur les viroles

B – Semelle en tôle épaisse : 10 à 15 mm

C – lumières dans lesquelles viennent se loger les écrous

A

D et E – Raidisseurs servant au guidage des broches

F – broches coniques : il en faut 4 par clames :

2 de réglage –

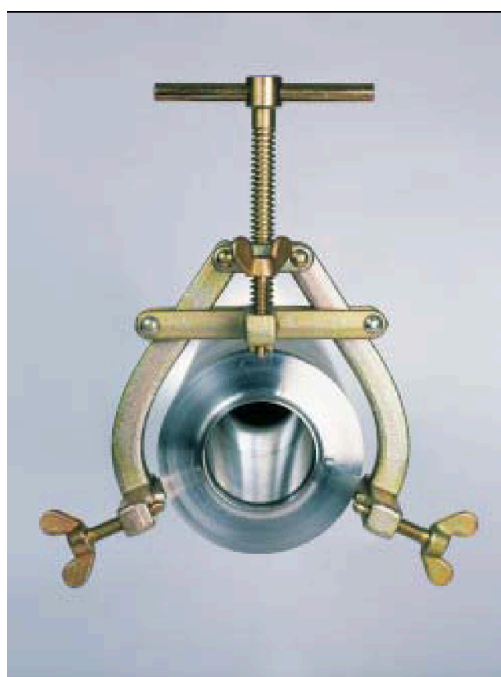
	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
--	---------------------------	------

- Les écrous étant soudés sur les viroles, la clame est mise en place ; les broches de serrage y sont introduites
- Frapper légèrement et alternativement sur chaque broche de serrage jusqu'à obtention d'une nivellation parfaite des viroles.
- Mise en place des cales d'épaisseur
- Introduction des broches de réglage – elles permettent de régler l'écartement entre les deux tôles. L'effort de serrage se traduit suivant les deux flèches « Sr ».
- Pour les viroles, les clames sont plates ; pour l'assemblage du fond et de la virole inférieure, elles sont coudées à 90°



**ENSEIGNEMENT
FORMATION**

PAGE



	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
9. STOCKAGE ET MANIPULATION DES PRODUITS D'APPORT			

9.1 CONDITIONNEMENT DES METAUX D'APPORT

Les métaux d'apport des différents procédés de soudage, sont conditionnés dans des divers emballages

- ☐ Boîte en acier ; étui en carton, plastique, étui sous vide, fût, touret etc.

Bien entendu le poids conditionne l'emballage :

Exemple : dans le procédé de MIG – MAG on peut trouver des bobines de ≈ 15 kg jusqu'à des tourets pour robots et machines automatiques de ≈ 200 kg

9.2 STOCKAGE DES METAUX D'APPORT

Dans tous les cas se référer aux indications du fournisseur. Vous devez trouver différentes informations sur les paquets de métal d'apport. :

- ☐ Numéro de fabrication n° de lot
- ☐ $\varnothing$ et longueur des électrodes ou $\varnothing$ du fil
- ☐ Quantité dans un emballage
- ☐ Agréments (G.D.F, marine nationale, M.O.D ministry of defence U.K etc.)
- ☐ Numéro de nomenclature

	ENSEIGNEMENT FORMATION	PAGE
--	-----------------------------------	-------------

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">□ Désignation commerciale□ Dimensions (mm)□ Conditions d'étuvage□ Classification normalisation (ISO, N.F, AWS, etc.)□ Positions de soudage□ Composition chimique□ Pour les procédés de soudage à l'arc :<ul style="list-style-type: none">- nature du courant- tension minimale en U_0- intensité moyenne et maximale (électrodes enrobées)- Symbolisation des positions de soudage. | |
|--|--|

En ce qui concerne, les électrodes enrobées pour le soudage à l'arc certaines références devront être étuvées (voir indication du fournisseur) ; dans des étuves conforme à la norme NF 85620.

9.3 CONSERVATION DES METAUX D'APPORT

Les métaux d'apports doivent être conservés dans leurs paquets d'origine, dans les locaux secs et tempérés. Classés par procédés de soudage, par référence et qualité.

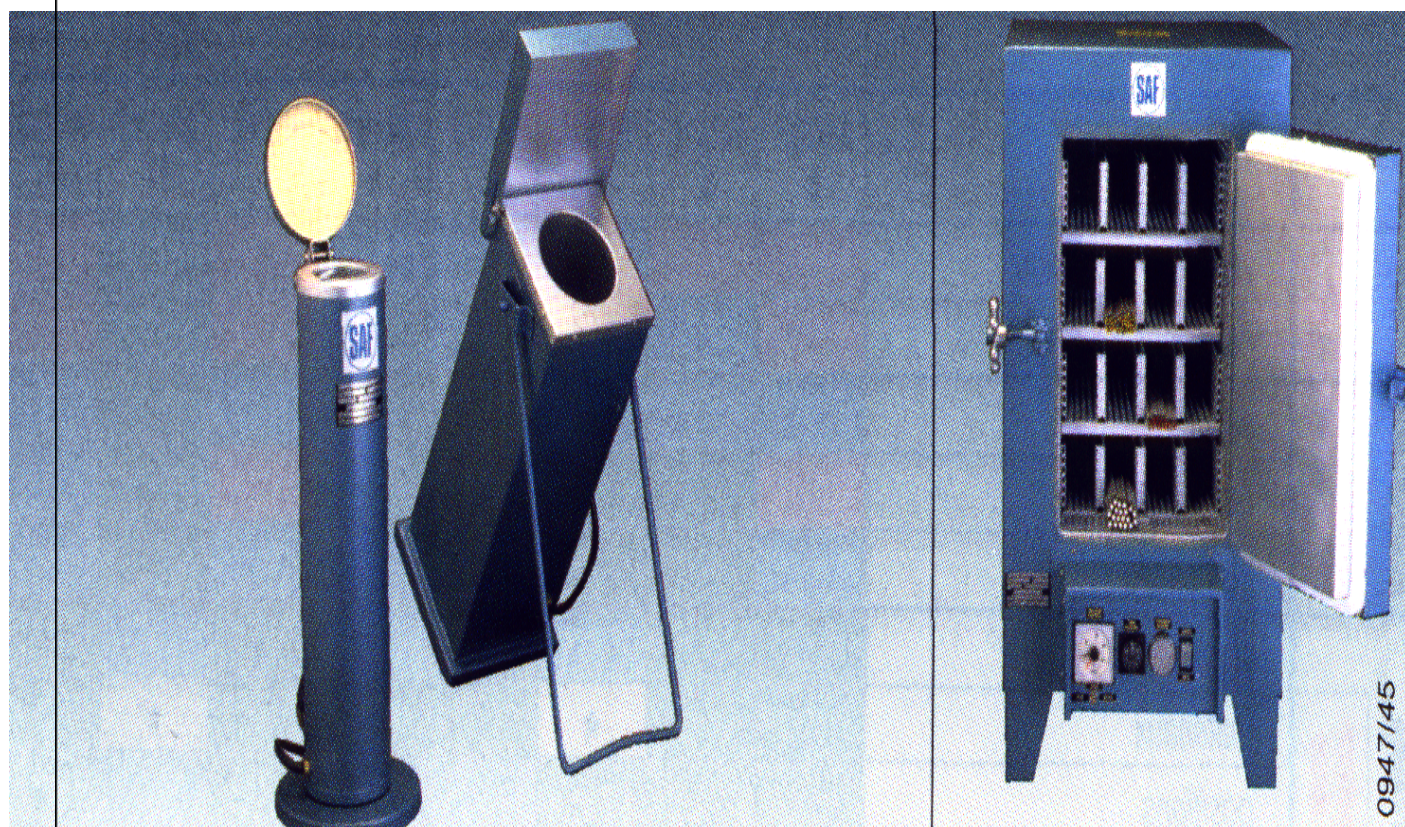
En ce qui concerne les électrodes à enrobage basique nécessitant une attention particulière en raison de la grande influence de l'humidité de l'enrobage sur les caractéristiques de dépôts (étuvage).

Il faut toutefois noter l'arrivée récente sur le marché d'électrodes à enrobage basique pur hygroscopiques pour lesquelles les risques de fissuration à froid due à l'hydrogène sont réduits.

**ENSEIGNEMENT
FORMATION**

PAGE

Exemple d'étuve et d'armoire chauffante programmable



	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE

9.4 **GENERALITES CONCERNANT LES PRECAUTIONS A PRENDRE**

Les précautions à prendre lors des manipulations et du stockage des matériaux de soudage se situent à 2 niveaux à savoir :

- Précautions contre les chocs : il convient d'éviter les chocs violents, en cours de transport et de manipulation, qui peuvent conduire à une détérioration des enrobages des électrodes ou à une destruction de l'étanchéité des emballages de tous les produits.
- Précautions contre la reprise d'humidité : Les matériaux de soudage, jusqu'à leur sortie du magasin, doivent toujours rester dans leur emballage d'origine. Par ailleurs ils doivent être efficacement protégés contre les intempéries durant leur transport entre le fournisseur et l'entreprise, ne jamais séjourner dehors en attendant d'être entrés dans le magasin.

Ces précautions sont indispensables pour éviter la reprise d'humidité des électrodes et des flux, et l'endommagement de l'état de surface des fils et des feuillards qui peuvent être générateurs de graves défauts dans les soudures.

9.5 **ENTREE DES PRODUITS DE SOUDAGE EN MAGASIN**

Les produits de soudage, sont déchargés sous la responsabilité du Magasinier, qui s'assure durant cette opération :

- Que les produits de soudage ont été correctement chargés sur palette en bois afin d'éviter leur contact avec le sol.
- Que les emballages sont intacts et n'ont pas été détériorés durant le transport.

Le Magasinier fait immédiatement rentrer les produits à l'intérieur du magasin

9.6 **RANGEMENT DES PRODUITS DE SOUDAGE EN MAGASIN**

Les paquets d'électrodes sont rangés sur des étagères et classés par commande interne par diamètre et par lots.

Les sacs de flux, bobines de fil et de feuillard, sont entreposés sur des palettes en bois et classés par commande interne.

Le magasin doit être maintenu à une température d'au minimum 20°C contrôlée à l'aide d'un thermomètre fixé à demeure à l'intérieur du magasin.

9.7 **SORTIE DES MATERIAUX DE SOUDAGE DU MAGASIN**

Les matériaux de soudage sont sortis du magasin avec un bon de sortie de matériaux de soudage qui doit comporter les indications suivantes :

- Type de matériaux
- Désignation commerciale /normalisation du type

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
• Numéro de coulée ou de lot • Quantité • Dates d'entrée (date de péremption à suivre) Les matériaux d'apport doivent obligatoirement être sortis du magasin par « unité d'emballage » (paquet d'électrodes ou sac de flux)			

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
10. STOCKAGE ET DISTRIBUTION DES GAZ			

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	---------------------------	--	------

10.1 **DISTRIBUTION DES GAZ INDUSTRIELS EN ATELIER**

Dans de nombreux ateliers, établissements industriels, les gaz nécessaires pour l'alimentation des postes de travail pour soudage à la flamme et procédés connexes sont fournis à partir d'une source de gaz centrale et distribuée par un réseau de canalisation à travers l'établissement.

Une bonne conception et une réalisation de ces installations sont indispensables pour assurer un bon fonctionnement des appareils d'utilisation, mais pour assurer la sécurité des personnes et des biens, compte tenu des propriétés particulières des gaz utilisés.

- Risques dus à la suroxygénation, ou à la création de mélanges inflammables en cas de fuite.
- Risques dus au mauvais fonctionnement des appareils si le gaz leur parvient avec un débit insuffisant, une pression trop faible ou une pureté insuffisante
- Risques dus aux réactions des gaz sur les matériaux ou aux trop grandes suppressions, en cas de mauvais choix des matériaux ou de mauvais calculs d'installation.

Il faut savoir que chaque gaz possède ses caractéristiques intrinsèques :

□ Etat physique de stockage

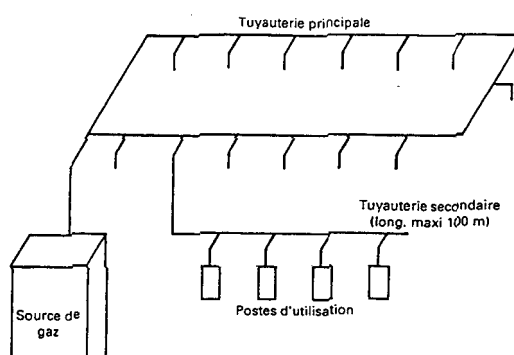
- Gazeux
- Liquide
- Sous pression
- Inflammabilité
- Pouvoir comburant
- Corrosivité
- Toxicité

Le fournisseur doit fournir à l'utilisateur des fiches de données générales de qualité et de sécurité des gaz et mélanges de gaz utilisé.

10.2 RESEAU DE DISTRIBUTION

On distingue deux types de réseau de distribution :

- Le réseau bouclé (figure 1) garantissant une pression constante



- Le réseau non – bouclé (figure 2) diminue la longueur des canalisations

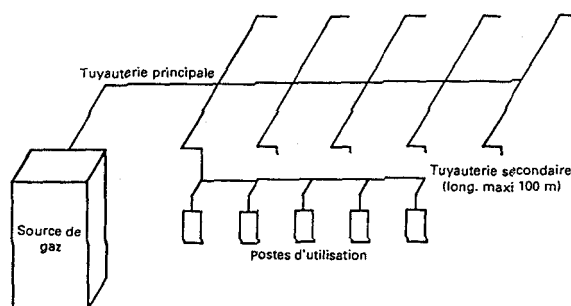


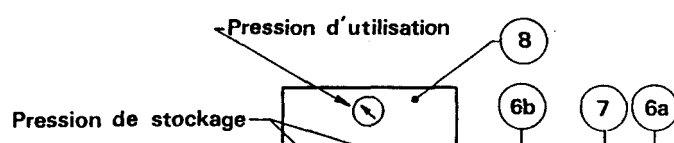
Figure 2 - Schéma réseau non bouclé

10.3 CENTRALES DE DETENTES (figure 3)

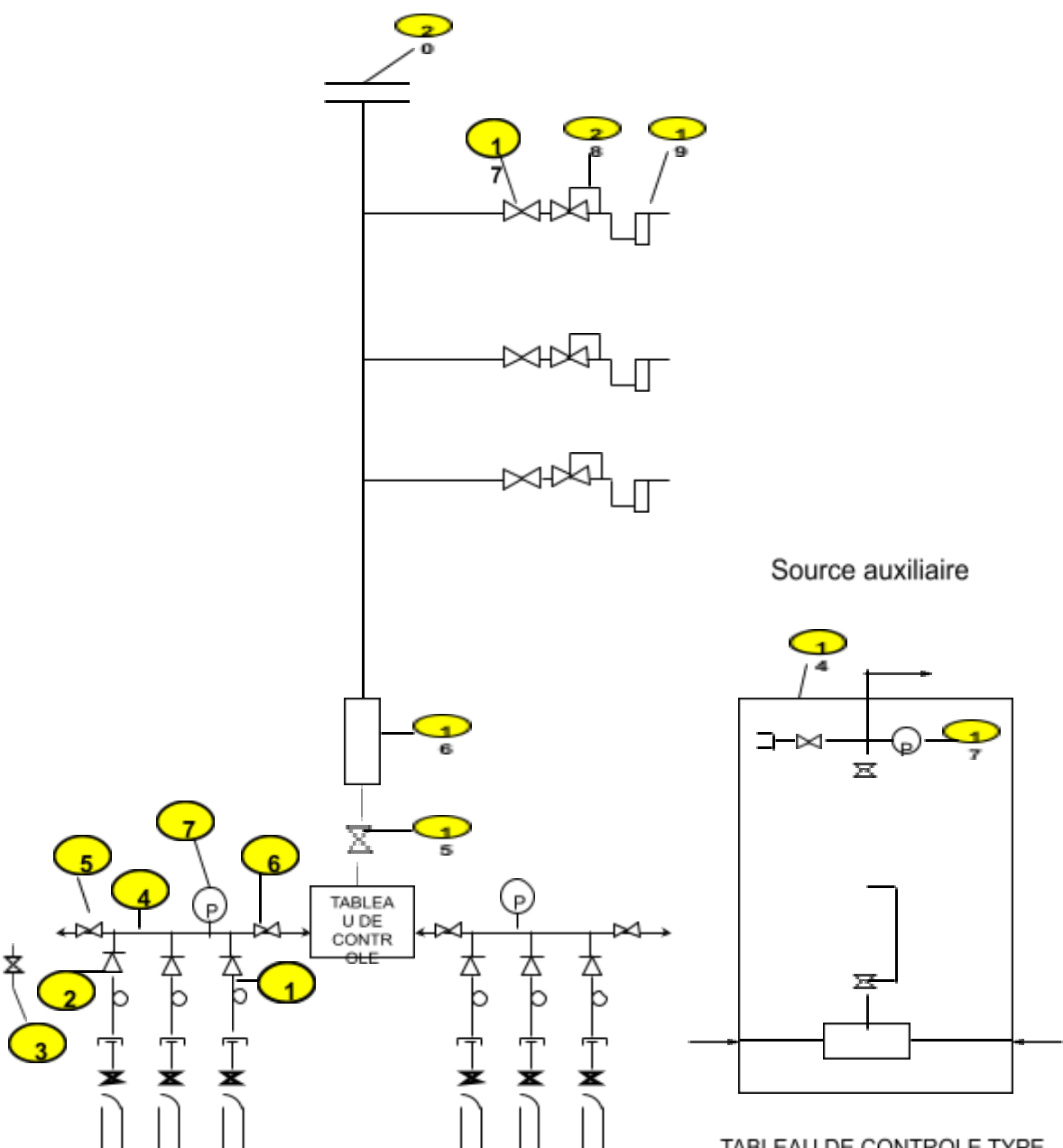
Pour de petits ateliers de chaudronnerie – soudure, la source de gaz est une centrale de détente à partir de bouteilles ou cadre de bouteilles de gaz comprimé, liquéfié ou dissous.

Une centrale se constitue de 2 stockages de gaz (l'un étant en service, l'autre en réserve)

Schéma tiré de la norme A.84.440



INSTALLATION AVEC CENTRALE DE DETENTE



10.4 LES CANALISATIONS

La détermination des canalisations se fait en plusieurs étapes :

- Choix du matériau compatible avec le gaz à véhiculer
- Choix du cheminement et de la position des postes d'utilisation (calculs des $\varnothing$ et des débits à partir des pertes de charge)

On utilise de préférence des canalisations aériennes (suivant cahier des charges de la norme A 84.440)

- En tube acier (sans soudure) pour des pressions inférieures ou égales à 25 bars (acétylène tube, cuivre absolument interdit).

10.5 LES POSTES D'UTILISATION

Le poste d'utilisation comprend les équipements situés en aval de la vanne d'arrêt de sortie et permettant le raccordement de l'appareil d'utilisation. Il doit pouvoir assurer le débit de gaz nécessaire pour l'appareil raccordé, à la pression prévue et être réalisé avec des matériaux compatibles avec les gaz utilisés.

Ils comprennent les éléments, suivants :

- Un détendeur et manomètre basse pression

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
--	---------------------------	--	------

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Des dispositifs de sécurité installés séparément ou combinés (anti-retour de flamme, arrêt de flamme, arrêt de débit thermique, arrêt de débit mécanique etc.)• Un raccord de sortie (anti retour – arrêt de flamme conforme à la norme NFA 84.330) | | |
|--|--|--|--|

10.6 NORMES REFERENCES

- Norme européenne : couleurs d'ogives de bouteilles à gaz **NF-EN 1089-3**
- **NFE 29.650 à 29.660** (raccords)

ENSEIGNEMENT
FORMATION

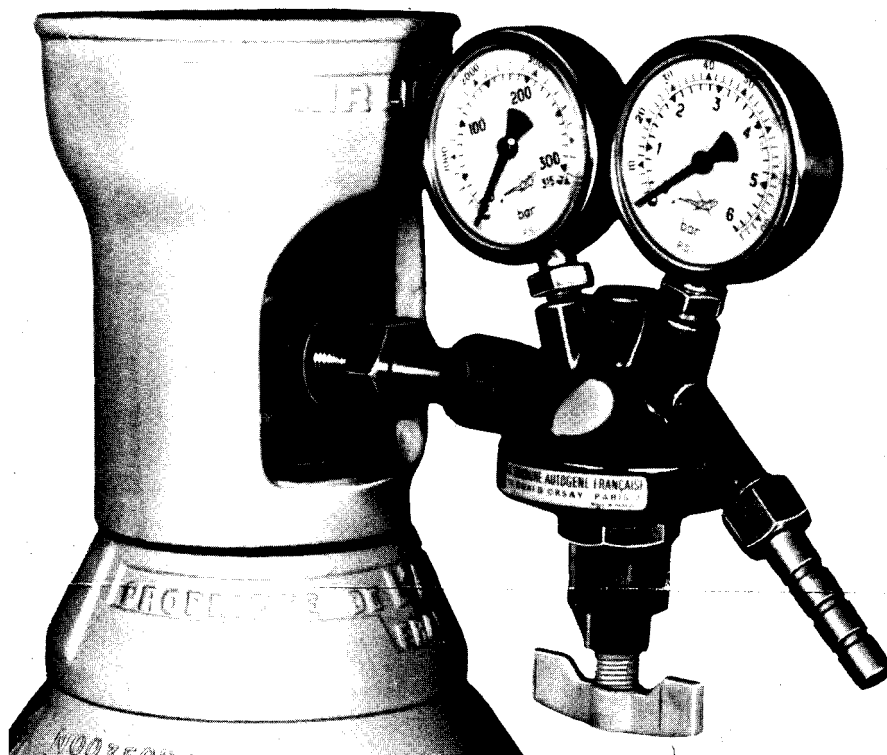
11. DETENTEURS / DEBITMETRES

11.1 DETENDEURS POUR PROCEDE OXY – GAZ

Ils permettent :

- D'abaisser la pression et de la maintenir stable
- 1. Un manomètre permettant de lire constamment la pression à détendre (haute pression) indiquant aussi le contenu de la bouteille.
- 2. Un manomètre indiquant la pression de détente (basse pression)

3. Un dispositif de réglage de la pression à détendre
4. Soupape de sécurité.



Exemple de détendeur oxygène et autres gaz comprimés

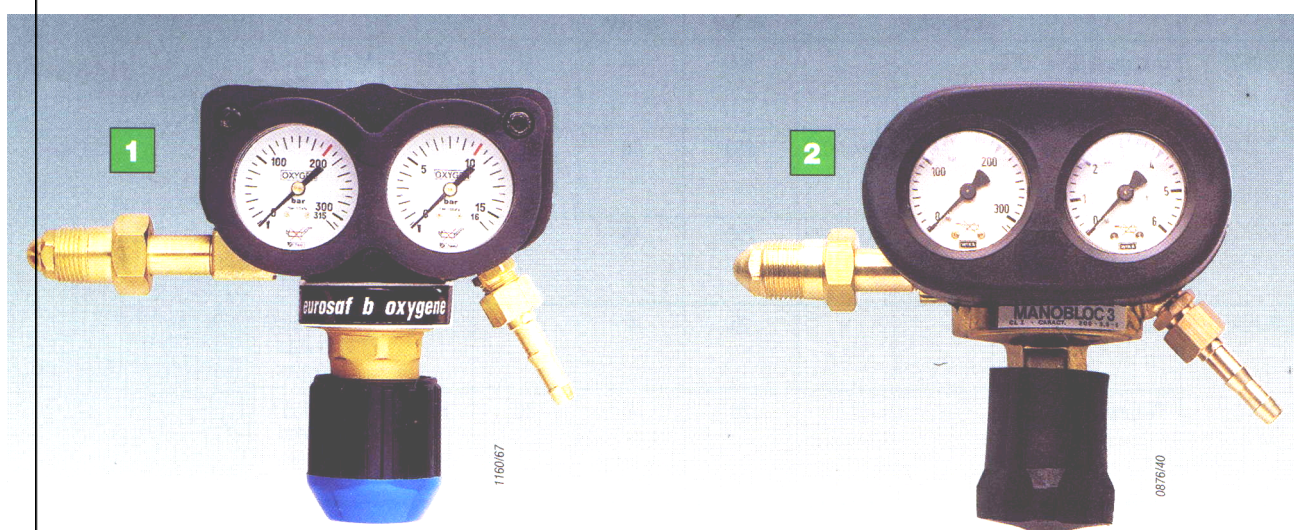
11.2 DETENDEURS DEBITMETRES

Spécialement conçus pour la détente et le réglage des débits de gaz neutres, principalement dans les applications MIG et TIG.

Pour passer de la pression de 196 bars (argon) à la pression de l'utilisation, soit environ 3 bars, on emploie un détendeur débitmètre.

Comme son nom l'indique, cet appareil règle aussi le débit en agissant sur le robinet ou à la molette qui se trouve sur son corps. Le débit de gaz s'exprime en général en litre par minute (l/mn)

Exemple : en soudage T.I.G, il faut varier de 4 à 10 litres par minute.

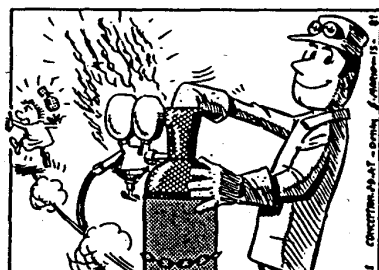


11.3 SECURITE (S.O.A)

Dans la mesure du possible, la sortie du robinet de la bouteille, le détendeur et sa sortie seront disposés parallèlement la paroi.

De même on veillera à placer les sorties des détendeurs en sens opposés et dirigées sur une zone libre de tout produit combustible ou inflammable, afin d'assurer un accès rapide et sans danger aux robinets des deux bouteilles en cas d'incendie.

- Le détendeur doit être étanche
- Fixer le détendeur (ne pas serrer trop fort) O_2 ne jamais graisser
- Desserrer à fond la vis de détente
- Raccorder au circuit d'utilisation
- Ouvrir très lentement le robinet d'alimentation
- Ne jamais resserrer le raccord sous pression



Les détendeurs, débitmètres doivent être aux normes :

NF – A 84 – 430

NF – A 84 – 410

ISO 51 71

12. APPAREILS DE PRECHAUFFAGE

ET

DE REGLAGE DES TEMPERATURES

12.1 PRECHAUFFAGE

Le préchauffage peut – être nécessaire dans les cas suivants :

- Masse de la pièce importante
- Pièce à souder à basse température
- Pièce a soudé entourée de corps à basse température
- Soudure effectuée avec des petits diamètres d'électrodes
- Soudure exécutée à grande vitesse linéaire
- Pièce présentant des formes compliquées
- Pièce à grandes variations de masse
- Pourcentage de carbone équivalent de Mn et d'alliages élevé

- Pièce présentant une grande capacité de refroidissement.

Cette mise en condition est particulièrement nécessaire pour éviter la trempe sous cordon et éventuellement la fissuration à froid des aciers sensibles à la trempe.

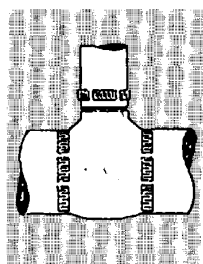
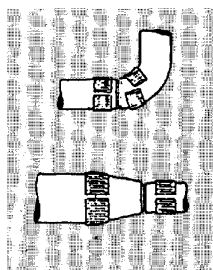
Le préchauffage peut-être également utile pour diminuer le niveau des contraintes résiduelles de soudage et dans certains cas son application est un moyen permettant d'éviter les ruptures au retrait. C'est dans ce but que le préchauffage est appliqué pour le soudage de certain alliages de métaux non ferreux (bronzes, carter d'alliages légers) mais également pour le soudage des fontes en régime chaud.

12.2 **APPAREIL DE PRECHAUFFAGE ET DE REGLAGE DES TEMPERATURES**

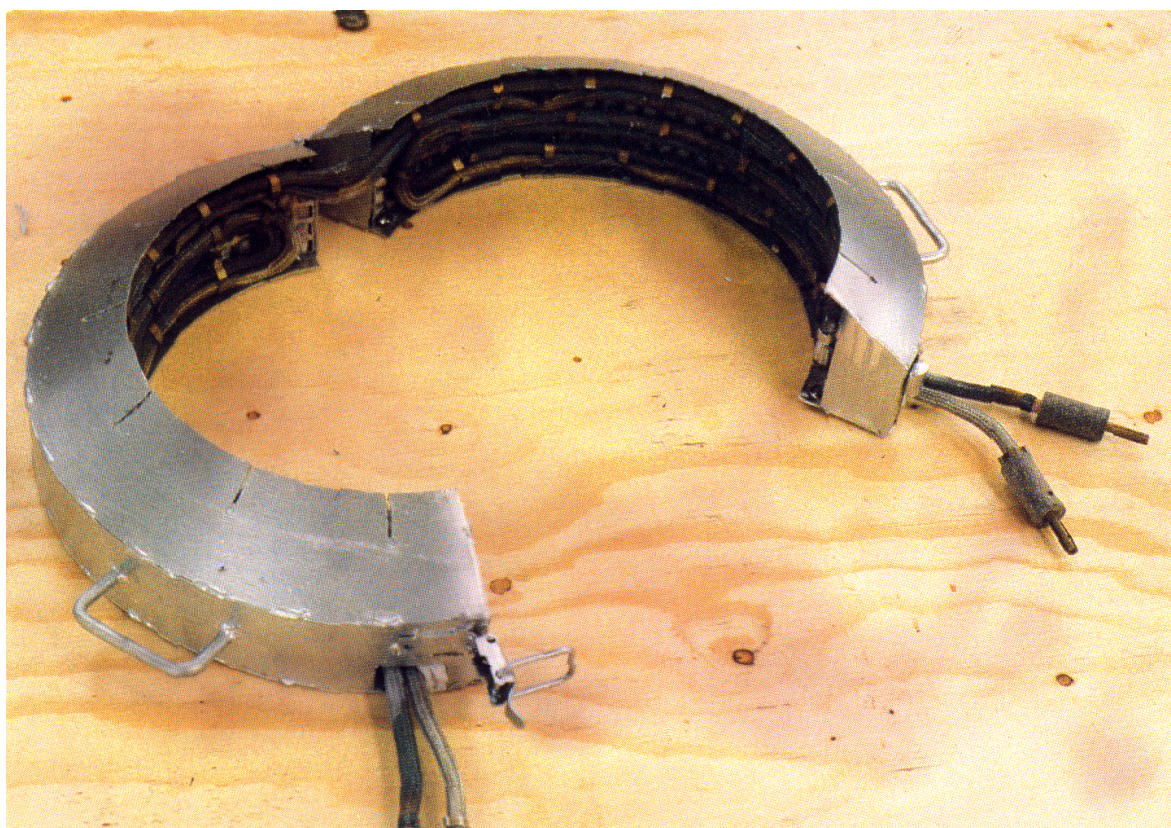
Ils existent différents éléments chauffants intégrés dans des moufles calorifugés adaptés à chaque cas.

Montage sur formes variées

Préchauffage



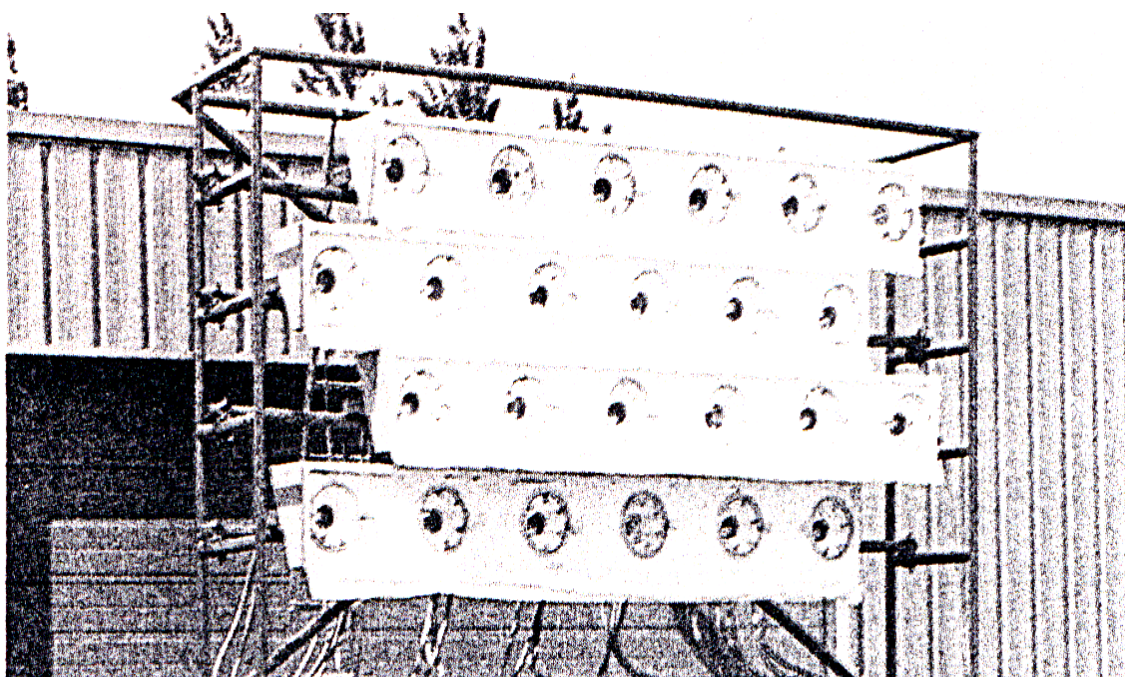
Moufles chauffants :



Ensemble tôle calorifugé avec chauffe incorporée

Equipement de bruleurs

Pour la mise en température de virole $\varnothing$ 4 m ép. 300 mm



Pour soudage tôle fine sur une structure

Un panneau électrique rayonnant et mobile circulant sur un rail est placé devant la tôle. Lorsque la température programmée est obtenue, une régulation par pyromètre optique permet de la maintenir pendant l'opération de soudage.

Avantages de ce procédé

- Lorsque la tôle, après soudage, retrouve ses dimensions initiales elle se tend entre des points fixes. Si ces derniers sont bien alignés, la tôle ayant été préchauffée, la soudure sera de meilleure qualité (meilleure pénétration du bain de soudure).
- La tôle devient un élément raidisseur de la structure.

Domaine d'application

Les sociétés qui fabriquent des caissons à partir de tôles fixes :

- Matériels ferroviaire (wagons, motrices)
- Véhicules industriels (bus, cabines)
- Marine (bateaux)
- Chaudronnerie (armoires, bâtis, etc.)

	ENSEIGNEMENT FORMATION		PAGE
• Etc.			