



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE N° 13

**REALISATION D'OUVRAGES SIMPLES
EN CHARPENTE METALLIQUE**

Secteur : CONSTRUCTION METALLIQUE

Spécialité : TSBECM

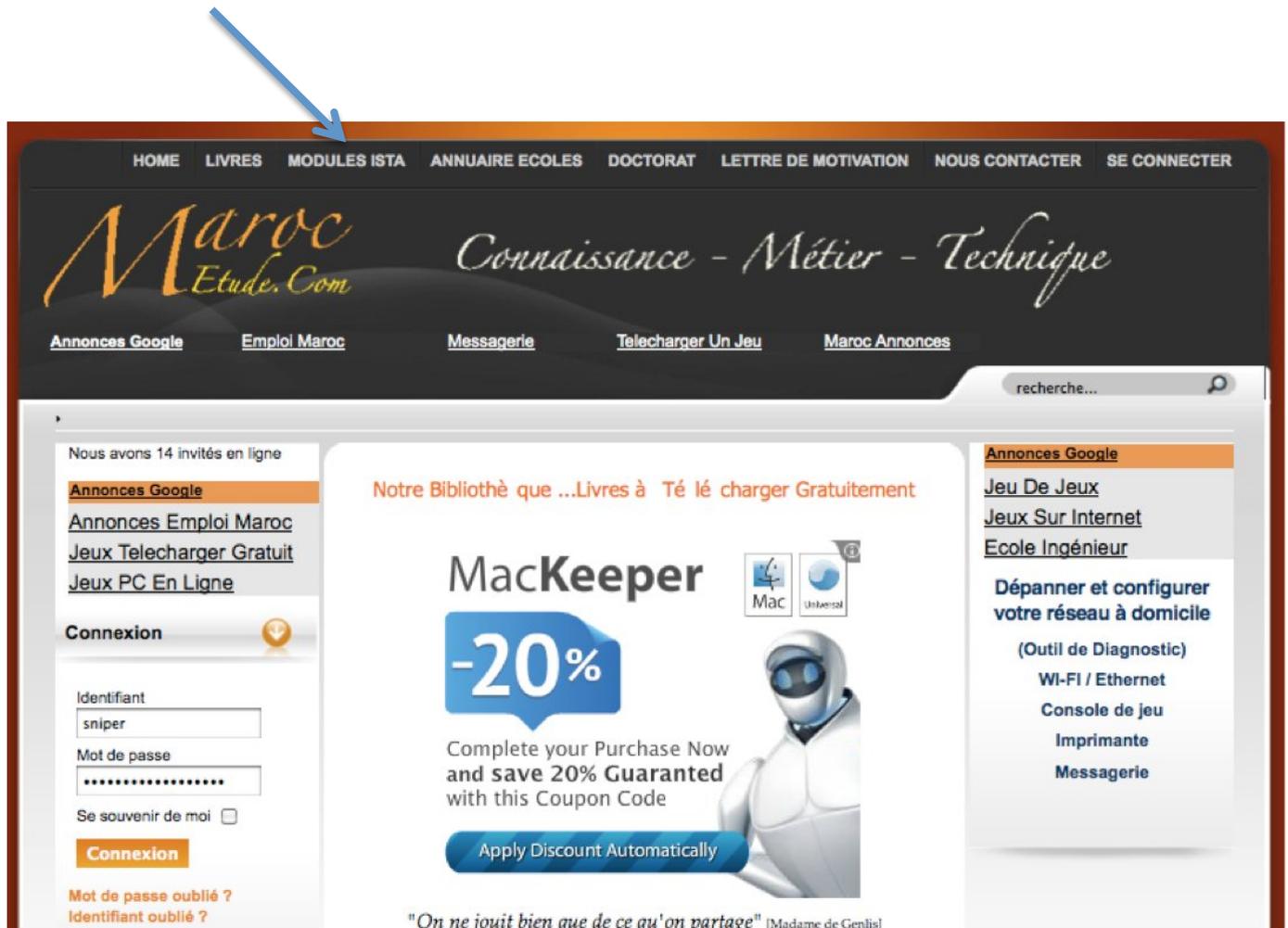
Niveau : Technicien spécialisé

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's interface. At the top, a navigation menu includes: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the menu is the site logo "Maroc Etude.Com" and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". A secondary menu contains: Annonces Google, Emploi Maroc, Messagerie, Télécharger Un Jeu, and Maroc Annonces. A search bar is located on the right. The main content area features a central advertisement for MacKeeper, which includes a "-20%" discount badge, the text "Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code", and a button "Apply Discount Automatically". To the left of the ad is a login section with fields for "Identifiant" (containing "sniper") and "Mot de passe", and a "Connexion" button. To the right is a sidebar with a search bar and a list of links: "Jeu De Jeux", "Jeux Sur Internet", "Ecole Ingénieur", "Dépanner et configurer votre réseau à domicile", "(Outil de Diagnostic)", "Wi-Fi / Ethernet", "Console de jeu", "Imprimante", and "Messagerie". At the bottom of the ad, a quote reads: "On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis].

Document élaboré par :

Nom et prénom
KHALFI ABDELWAHED

CDC Génie Mécanique

DRIF

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT	4
OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU	6
S'INITIER AUX DIFFERENTS PROCEDES DE SOUDAGE	8
Séquence n° 1 : - Comprendre le principe d'assemblage par fusion	8
DOCUMENTS DE TRAVAIL (GAMME DE SOUDAGE ET DMOS)	9
L'ARC ELECTRIQUE	12
METALLURGIE DU SOUDAGE	19
Séquence n° 2 : - Connaître le matériel et les produits utilisés en soudage	34
DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE SOUDAGE	35
Séquence n° 3 : Connaître les critères de choix des procédés	36
Séquence n° 4 : Maîtriser le montage et le réglage des postes de soudage	39
Séquence n° 5 : Connaître les différents outils et machines utilisés en construction métallique	41
Séquence n° 6 : Connaître les représentations des différents profilés à réaliser sur les fiches de débits	42
CODIFICATION ET REPRÉSENTATION NORMALISÉE DES SOUDURES	43
Séquence n° 7 : Connaître les techniques de reproduction	55
LA REPRODUCTION EN CHARPENTE METALLIQUE	56
EFFECTUER LES DIFFERENTES OPERATIONS DE CONFORMAGE	75
Séquence n° 8 : Établir les séquences opérationnelles	75
EXECUTER LE MONTAGE D'UN OUVRAGE EN CHARPENTE METALLIQUE	76
Séquence n° 9 : Établir la gamme de montage	76
Exercice pratique : AUVENTS EN CORNIERES	77
Exercice pratique : POTEAU A TREILLIS BOULONNE	89
Exercice pratique : SUPPORT POUR CITERNE	91

MODULE 13 : REALISATION D'OUVRAGES SIMPLES EN CHARPENTE METALLIQUE

Durée : 72 heures

Théorie :	30%	22 h
Travaux pratiques :	60%	43 h
Evaluation :	10%	7 h

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU

1.1. DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit **réaliser des ouvrages simples en charpente métallique** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

- **Travail individuel ou en groupe**
- **À partir :**
 - Des plans, croquis ;
 - D'une maquette ;
- **À l'aide :**
 - D'une table de dessin ou d'un micro ordinateur avec logiciel de DAO
 - Des machines de débitage, de poinçonnage et de perçage ...
 - Du matériel de montage(clés, serre-joints, boulons...) ;

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Respect des plans, croquis
- Respect des cotes
- Respect des règles de sécurité
- Utilisation adéquate du matériel de fabrication et de montage
- Respect de l'ordre du montage
- travaux réalisés conforme aux plans de fabrication

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT (suite)**

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. S'initier aux différents procédés de soudage	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des règles de sécurité - Respect des consignes données par le formateur - Utilisation adéquate des postes de soudures - Qualité des joints soudés
B. Utiliser les outillages et les machines de conformage	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des règles de sécurité - Respect des consignes données par le formateur - Utilisation adéquate des outillages et des machines
C. Maîtriser les méthodes de traçage d'épure et de reproduction d'un ouvrage en charpente métallique	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des règles - Respect des cotes
D. Effectuer les différentes opérations de conformage	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation adéquate des machines - qualité des opérations effectuées
E. Exécuter le montage d'un ouvrage en charpente métallique	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des règles de sécurité - Respect de l'ordre de montage - qualité des travaux réalisés

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-ETRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à s'initier aux différents procédés de soudage (A) :

1. Comprendre le principe d'assemblage par fusion
2. Connaître le matériel et les produits utilisés en soudage aux gaz et électrique à l'arc
3. Connaître les critères de choix des procédés
4. Maîtriser le montage et le réglage des postes de soudage

Avant d'apprendre à utiliser les outillages et les machines de conformage (B) :

5. Connaître les différents outils et machines utilisés en construction métallique

Avant d'apprendre à maîtriser les méthodes de traçage d'épure et de reproduction d'un ouvrage en charpente métallique (C) :

6. Connaître les représentations des différents profilés à réaliser sur les fiches de débits
7. Connaître les techniques de reproduction

Avant d'apprendre à effectuer les différentes opérations de conformage (D) :

8. Établir les séquences opérationnelles

Avant d'apprendre à exécuter le montage d'un ouvrage en charpente métallique (E) :

9. Établir la gamme de montage

**RESUME DE LA THEORIE
ET
DE TRAVAUX PRATIQUES**

A – S’INITIER AUX DIFFERENTS PROCEDES DE SOUDAGE

Séquence n° 1 :

Objectif pédagogique :

- Comprendre le principe d’assemblage par fusion

Contenu :

- Apport de l'énergie thermique
- Métal d'apport
- Métal de base
- Bain de fusion
- Zones affectées thermiquement...

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

MEMOTECH LE SOUDAGE

Chapitre : DOCUMENTS DE TRAVAIL

Classeur support :

Exercices :

EX1_M5_TSBECM

Evaluation :

DOCUMENTS DE TRAVAIL

GAMME DE SOUDAGE ET DESCRIPTIF D'UN MODE OPÉRATOIRE DE SOUDAGE

Même si les documents sont généralement établis par le bureau des méthodes, le soudeur doit être à même d'appréhender la réalisation d'une gamme de soudage et/ou d'un DMOS (simplifié).

1. GAMME DE SOUDAGE.

La gamme de soudage, établie par un soudeur, contient tous les renseignements utiles à l'ordonnancement et au montage-soudage de l'assemblage à réaliser

- Les phases de pointage, d'accrochage et de soudage sont ordonnées chronologiquement en tenant compte des facteurs d'antériorités.
- Les schémas et croquis des joints d'assemblage sont clairs et précis et permettent une interprétation sans équivoque.
- Tous les renseignements concernant le procédé de soudage utilisé, les paramètres utiles et les produits d'apport utilisés.

2. DESCRIPTIF D'UN MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE

Le D.M.O.S¹ (simplifié) contient tous les renseignements concernant la mise en application d'un procédé sur chaque joint d'assemblage

- La société, le lieu, le N° de référence du DMOS, le N° du procès verbal du Q M O S², l'identité du soudeur, l'organisme de contrôle ou d'inspection.
- Le joint d'assemblage procédé, type de joint, préparation, matériau, position de soudage, disposition et ordonnancement des passes.
- Les paramètres de soudage concernant la ou les passes à exécuter.
- Les métaux d'apport : nature, diamètre, codification, étuvage éventuel, protection gazeuse, flux.
- L'indication portant sur les traitements thermiques éventuels : avec ou sans

¹ DMOS = Descriptif du Mode Opératoire de Soudage

² QMOS = Qualification du Mode Opératoire de Soudage

Voir ci-après les exemples proposés d'une gamme de soudage et de DMOS concernant la réalisation d'un assemblage soudé d'un élément de tuyauterie.

3. PROCESSUS DE RÉALISATION D'UN ASSEMBLAGE SOUDÉ

Le document est généralement établi par le bureau des méthodes. Sur ce document figurent tous les renseignements utiles à l'ordonnancement et au montage de l'assemblage à souder.

Les phases de pointage et de soudage sont ordonnées chronologiquement sur la gamme en tenant compte des facteurs d'antériorité.

CONTENU DE LA GAMME DE SOUDAGE

3-1 Informations générales et d'identification.

- 1 • Désignation de l'assemblage soudé ou titre de l'exercice.
- 2 • Procédé de soudage utilisé.
- 3 • Matière d'oeuvre des éléments de base.
- 4 • Croquis rappel de l'assemblage, éventuellement coté.

3-2 Informations relatives à l'ordonnement des phases

- 5 • Colonne de repérage des phases.
- 6 • Colonne « pointage » avec indication des N° Rep des éléments à pointer.
- 7 • Colonne « soudage » avec indication des N° Rep des éléments à souder

3-3 Espace croquis et informations

- 8 • Les croquis de détail des joints d'assemblage sont réalisés avec soin et comportent toutes les indications nécessaires à la bonne réalisation de l'assemblage en tenant compte des éventuels éléments de contrainte qui peuvent apparaître sur le plan :
 - Détail du joint d'assemblage,
 - Repérage des éléments,
 - Epaisseur, diamètre,
 - Symbolisation normalisée du cordon.
 - Le type d'assemblage :
 - plaque ou/et tube « P » « T »
 - bout à bout, en angle « BW » « FW »
 - La position de soudage
 - Les contraintes éventuelles de forme et de position.

3-4 Informations sur les produits d'apport, moyens de protection et leurs utilisations.

- 9 • Désignations : du métal d'apport, des gaz ou flux utilisés.
 - Electrode ou fil : type, désignations commerciales et/ou normalisées, normes « EN » ou internationale «AWS».
 - Type d'électrode réfractaire en soudage TIG.
- 10 • Colonne diamètre du métal d'apport, des électrodes, du fil et/ou de l'électrode TIG
- 11 • Colonne plage d'intensité moyenne.

3-5 Informations relatives aux contrôles à réaliser avant, pendant et après les opérations d'assemblage.

- 12 • Contrôles AV soudage
 - Exemples : préparation des bords, rectitude, planéité, propreté des éléments « CCPU ».
 - Contrôle des paramètres des matériels utilisés U, I, V, polarité, débits gaz.
 - T° de préchauffage si nécessaire.
- 13 • Contrôle pendant le soudage.
 - T° maxi, mini.
 - Contrôle visuel des résultats obtenus entre les passes successives.
 - Contrôle du gougeage entre passes.
 - Contrôle par ressuage si indications.
- 14 • Contrôles après soudage
 - Contrôle de la vitesse de refroidissement
 - Contrôle visuel des résultats obtenus, d'après normes et règlements imposés.
 - Contrôle par ressuage si indications.

PROCESSUS DE RÉALISATION D'UN ASSEMBLAGE SOUDÉ

PROCESSUS DE REALISATION D'ASSEMBLAGE SOUDÉ		4	
PHASE	ASSEMBLAGE Rep avec Rep <hr/> POINTAGE / SOUDAGE	1)--- Croquis 2)--- Type d'assemblage 3)--- Position de soudage 4)--- Représentation symbolique des soudures	
		D'après la norme actuellement en vigueur EN 287.1	
		Choix de l'électrode Désignation commerciale Ø de l'électrode Intensité moyenne d'utilisation Polarité	
1	2	3	
5	6	7	8
			9
			10
			11
Contrôle avant l'assemblage	Contrôle pendant l'assemblage	Contrôle après l'assemblage	
12	13	14	

L'ARC ELECTRIQUE

1. GENERALITES

Un arc électrique peut être considéré comme le passage du courant entre deux conducteurs dans la colonne gazeuse située entre ces 2 conducteurs (électrodes : anodes et cathode). Les arcs mis en jeu diffèrent :

- par la nature des électrodes
- par le milieu gazeux dans lequel l'arc jaillit
- par la nature du mode d'alimentation
 - courant continu : + ou - à l'électrode
 - courant alternatif : fréquence

Si on regarde un arc électrique, on remarque 3 zones.

Pour qu'un arc s'amorce, il faut :

- une tension suffisante
- une intensité suffisante, c'est-à-dire un couple UI suffisant

De plus, tout phénomène capable de favoriser l'ionisation de l'air de la colonne gazeuse favorise l'amorçage.

- chauffage artificiel ou non de la cathode : une électrode froide s'amorce moins bien qu'une électrode chaude.
- emploi d'une décharge auxiliaire de haute fréquence et de haute tension : étincelle pilote.

Toute augmentation de la tension au-dessus de la tension minimale pour une intensité donnée conduit à une augmentation de la longueur d'arc.

2. REPARTITION DES TENSIONS DANS L'ARC

3 Zones

2.1. ZONE DE TRANSITION CATHODIQUE

Généralement de l'ordre de 10^{-5} cm dans laquelle apparaît une chute de tension très brusque. Cette zone est le siège d'un dégagement calorifique intense. La chute de tension ne dépend pas de la longueur de l'arc et dans le cas d'électrodes réfractaires, elle est pratiquement indépendante de l'intensité du courant pour les valeurs habituelles de celui-ci en soudage.

2.2. LA COLONNE D'ARC OU DE PLASMA

Dans laquelle on observe une variation linéaire de la tension, comme dans un conducteur métallique. La chute de tension dans cette zone dépend directement de la longueur d'arc.

C'est un milieu à haute température qu'on appelle plasma.

2.3. ZONE DE TRANSITION ANODIQUE

Généralement de l'ordre de 10^{-2} cm dans laquelle apparaît une chute de tension très brusque indépendante de la longueur d'arc. Il y a dégagement calorifique intense.

3. INCIDENCE DES PROPRIETES DE L'ARC ELECTRIQUE SUR SON EMPLOI EN SOUDAGE

La cathode est le siège de l'émission électronique due en général au très fort gradient de potentiel régnant au voisinage et à l'effet thermoélectronique (émission d'électrons sous l'action de la chaleur). Il s'ensuit que :

- L'arc est généralement fortement lié à la tâche cathodique et l'accompagne dans ses déplacements.
- Une électrode chaude s'amorce plus facilement qu'une électrode froide si elle est cathode.
- Une tension suffisante est nécessaire lors de l'amorçage pour accélérer les électrons.
- A chaque \varnothing d'électrode correspond une intensité de courant au-dessous de laquelle l'arc ne peut être maintenu, par insuffisance d'émission, la cathode se refroidissant.
- Toute cause favorisant l'émission électronique et les phénomènes d'ionisation favorise la stabilité de l'arc.

La colonne d'arc se comporte comme une flamme qu'un courant gazeux suffisamment fort pourrait chasser et comme un conducteur souple auquel les lois de l'électromagnétisme sont applicables. Elle peut être déviée par des champs magnétiques faibles d'où des phénomènes de "soufflage magnétique" parfois gênants.

L'anode recevant le bombardement électronique est à une température plus élevée que la cathode.

4. POLARITE

Si l'électrode est reliée au pôle négatif de la source de courant la polarité est dite directe (ou négative). Elle est inverse dans le cas contraire.

Le courant continu peut être utilisé dans l'une ou l'autre polarité suivant les cas.

Lorsque la polarité est directe, les électrons qui émanent de la cathode (c'est-à-dire l'électrode) viennent frapper l'anode (c'est-à-dire la pièce) à grande vitesse et par suite libèrent une grande quantité de chaleur.

Si la polarité est inverse, l'électrode devient anode ; cette polarité est utilisée lorsqu'il est nécessaire de faciliter la fusion de l'électrode.

Le choix de la polarité dépend de plusieurs facteurs et en particulier du type d'électrode utilisée et de la nature du métal de base.

Les avantages et les inconvénients de chaque polarité rendent dans certains cas l'utilisation du courant continu difficile.

On obtient alors de meilleurs résultats en courant alternatif.

C'est ainsi qu'en soudage TIG, on utilise :

- le courant continu polarité directe pour le soudage des aciers au C. Mn., des aciers inoxydables et du cuivre.
- le courant alternatif pour le soudage de l'aluminium et des alliages légers. En effet, le changement de polarité à chaque période permet de briser la couche d'oxyde (Alumine).

5. PHENOMENES PHYSIQUES INTERVENANT DANS LE TRANSFERT DU METAL FONDU

Ces phénomènes sont multiples :

5.1. PRESSION DE L'ARC

Le plasma qui entoure l'arc se propage dans le sens axial comme une onde de pression à grande vitesse. Les gouttes de métal fondu sont entraînées par le jet de plasma. Ce phénomène est prépondérant.

5.2. VAPORISATION ET CONDENSATION DU METAL DE L'AME DE L'ELECTRODE

Une partie relativement faible du métal de l'électrode est volatilisée par la chaleur de l'arc. Une part de cette vapeur s'oxyde partiellement dans l'air et se perd en fumée, le reste est condensé et projeté dans le bain ou de part et d'autre du joint sur le métal de base.

5.3. GRAVITE

Elle joue un rôle très secondaire dans le transfert du métal fondu, ce qui explique qu'on puisse souder au plafond.

5.4. TENSION SUPERFICIELLE

Elle tend à attirer la masse la plus faible (la goutte de métal fondu) vers la masse la plus forte (le bain).

5.5. GAZ PRODUITS PAR LA FUSION OU A LA COMBUSTION DE L'ENROBAGE

La fusion ou la combustion de l'enrobage produit des gaz qui tendent à s'échapper par le cratère de l'électrode vers la pièce à souder en entraînant les gouttelettes de métal liquide.

5.6. OXYDE DE CARBONE PROVENANT DES ELECTRODES ET GAZ OCCLUS

L'oxydation d'une partie du carbone de l'âme de l'électrode produit de l'oxyde de carbone (CO) qui se dilate et tend à s'échapper par le cratère vers le bain. L'action métallurgique de ces gaz est importante car ce sont des gaz réducteurs (hydrogène et oxyde de carbone).

6. PHENOMENE DE SOUFFLAGE MAGNETIQUE

Ce phénomène résulte de ce qui a été dit précédemment sur l'action d'un champ d'induction (champ magnétique) sur un courant.

Il se manifeste uniquement en courant continu avec des matériaux ferromagnétiques.

Dans certaines conditions, l'arc ne jaillit pas entre l'électrode et la pièce suivant le plus court chemin et change constamment de place et de longueur, ce qui gêne le soudeur.

6.1. EFFET DE BORD

Sous l'action du courant de soudage, la pièce a tendance à se magnétiser et il se crée un petit aimant à proximité du point de soudage. Le sens du champ ainsi créé est tel que l'arc est chassé vers l'extérieur de la pièce (phénomène particulièrement sensible sur tôles épaisses).

6.2. EFFET DE PROXIMITE

Lorsque l'on soude sur des pièces non planes, le champ magnétique est perturbé par la présence d'un raidisseur, par exemple, ou en fond de chanfrein sur tôle épaisse.

6.3. EFFET DU COURANT CIRCULANT DANS LA PIECE

Le courant de soudage rejoint la prise de masse en circulant dans la pièce elle-même. Il forme ainsi un ou des filets de courants.

Or, il résulte de deux courants l'un sur l'autre, qu'une boucle aura toujours tendance à s'agrandir, et par suite, l'arc sera soufflé de façon à obtenir une boucle plus grande

6.4. PRINCIPAUX MOYENS POUR ATTENUER LES EFFETS DU SOUFFLAGE MAGNETIQUE

- Changer l'orientation de l'électrode dans une direction opposée au soufflage.
- Déplacer la prise de masse pour agrandir la boucle de courant.
- Disposer 2 prise de masse de façon à créer plusieurs filets de courant.
- Effectuer un pointage à intervalles rapprochés de façon à diviser les champs d'induction.
- Tenir l'arc aussi court que possible.
- Faire faire au câble de masse une boucle autour de la pièce afin de créer un champ d'induction antagoniste.
- Si cela est possible, souder en courant alternatif.

METALLURGIE DU SOUDAGE

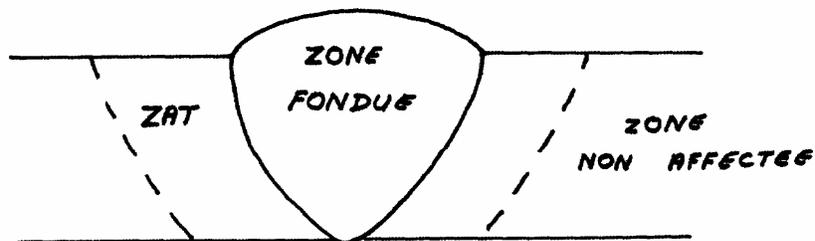
1. LE JOINT SOUDE

La destination première des aciers pour constructions mécaniques n'étant pas d'être soudée, leur composition chimique s'écarte sensiblement des recommandations appliquées aux aciers pour constructions soudées. Ils comportent en effet généralement de fortes teneurs en carbone qui les exposent au risque de fissuration à froid propre au soudage.

Cependant, le souci de réduction des coûts de fabrication incite parfois les concepteurs à braver cet «interdit» pour proposer des solutions économiquement avantageuses. C'est donc la réalité de la pratique industrielle qui nous conduit à préciser les risques réels de fissuration, et à rechercher les meilleures conditions de soudage des aciers.

On peut considérer 2 zones distinctes dans le joint soudé.

- la zone fondue
- la zone affectée par la chaleur (Z.A.C.) appelée aussi zone affectée thermiquement (Z.A.T.)

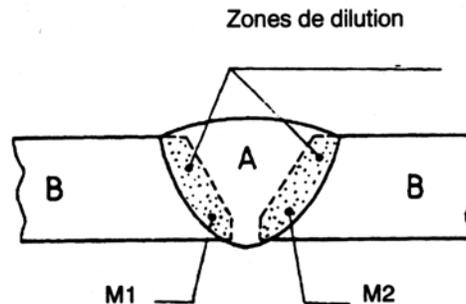


2. ZONE FONDUE

2.1. MODIFICATIONS DE LA COMPOSITION CHIMIQUE

Le métal de base de la zone fondue se mélange avec le métal d'apport en vertu du phénomène de dilution. On définit le rapport de dilution comme la quantité.

$$d \% = \frac{\text{Masse de métal fondu}}{\text{Masse de toute la zone fondue}} \times 100$$



$$d \% = \frac{M1 + M2}{M1 + A + M2} \times 100$$

Le rapport de dilution permet d'apprécier la composition chimique de la zone fondue. On peut par exemple, la calculer élément par élément. Soit un métal de base XC 38 et un métal d'apport en acier contenant C.12, si le rapport de dilution calculé est de 40 %, on a donc 60 % de métal d'apport et 40 % de métal de base, la proportion de carbone dans la zone fondue sera donc de :

$$\frac{(0,12 \times 60) + (0,38 \times 40)}{100} = 0,22 \% \text{ de C}$$

Exemples de dilution par procédé :

- soudage par résistance 100 %
- soudage UM 65 %
- soudage électrodes enrobées 30 %
- soudage TIG 15 %
- brasage 0 %

Eléments d'addition

Dans une certaine limite, des éléments (chrome, nickel, molybdène, manganèse, etc...) sont introduits dans le bain de fusion par l'enrobage ou le flux solide sous forme de poudres métalliques ou de ferro-alliages qui permettent d'améliorer la composition chimique du joint soudé.

2.2. ABSORPTION DES GAZ

Le métal en fusion fixe une quantité plus ou moins importante des gaz de l'atmosphère ou des produits de décomposition de l'enrobage ou du flux solide (humidité du flux).

Le phénomène de diffusion permet aux gaz d'évacuer soit :

- dans la zone fondue (soufflures)
- directement vers l'extérieur
- vers le métal de base (zone de liaison)

2.2.1. INFLUENCE DES GAZ

- Oxygène

A l'état dissous, son action est sensible sur les caractéristiques mécaniques (la résistance à la rupture et la résilience diminuent).

Sous forme d'oxydes, il compromet la compacité du joint soudé et la capacité de déformation de l'assemblage.

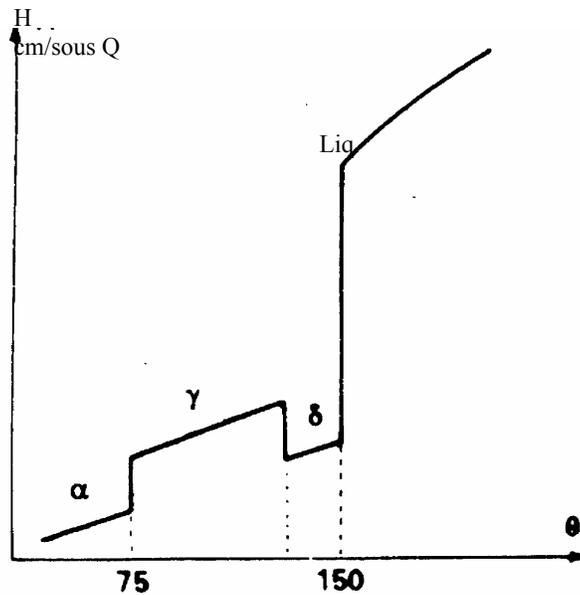
- Azote

Il donne du nitrure de fer (Fe_4, N) qui agit surtout par les résiliences et l'aptitude du métal au vieillissement.

- Hydrogène

Il est à l'origine de certaines microfissures dans le métal de base (Z.A.C.) ou de soufflures dans la zone fondue.

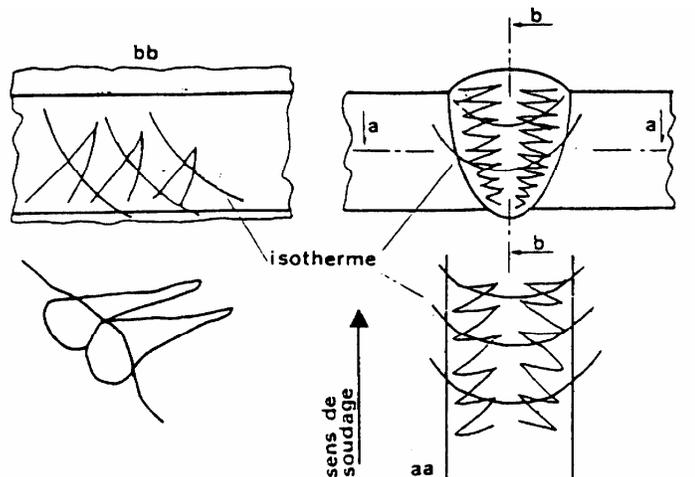
Diagramme de SIEVEN



Solubilité de l'hydrogène dans l'acier en fonction de la température

2.3. STRUCTURE DE SOLIDIFICATION

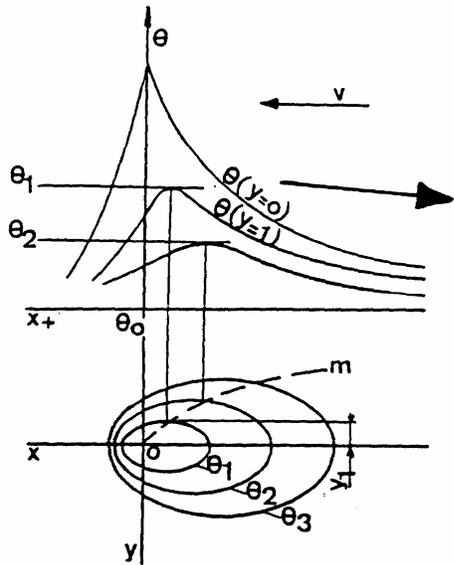
En soudure, les grains prennent naissance sur les surfaces des tôles à souder, la chaleur s'écoule par conduction, les dendrites s'allongent et confluent vers le centre du bain de fusion. La solidification débute par la formation de grains à partir du grain austénitique de la surface de réparation (métal de base → zone fondue). L'orientation des dendrites suit la direction du refroidissement et s'il y a déplacement de la source de chaleur (c'est le cas des principaux procédés de soudage), la cristallisation est orientée dans le sens de déplacement.



Solidification d'une soudure : sens et orientation des dendrite

3. ZONE AFFECTEE THERMIQUEMENT (ZAT)

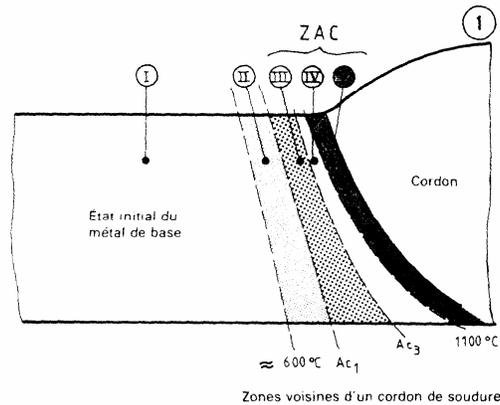
Aux abords immédiats de la zone fondue, le métal de base subit les effets du cycle thermique de soudage qui provoque des transformations liées à la température maximale atteinte et aux conditions de refroidissement du joint soudé.



Répartition thermique dans un assemblage bout à bout

3.1. MODIFICATION DE STRUCTURE

Le schéma représente la région voisine de la ligne de fusion. On peut y délimiter cinq zones différentes dont la constitution et la microstructure dépendent de la position des isothermes au cours de la phase de chauffage et de la vitesse de refroidissement, en fonction de la position par rapport au cordon.



Zone 1

La température n'y dépasse pas 600°C , aucune modification décelable du métal de base.

Zone 2

La température est comprise entre 600°C et AC_1 . On peut y déceler certaines modifications selon l'état initial du métal de base (précipitations, revenu).

Zone 3

La température est comprise entre AC_1 et AC_3 . Les modifications sont importantes. L'austénitisation partielle peut conduire à un affinement de structure au refroidissement. La zone est le début de la ZAT.

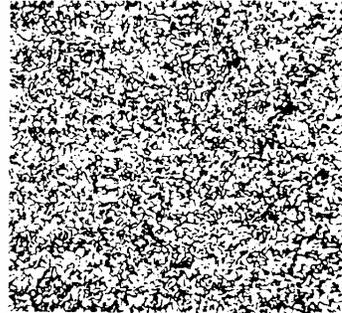
Zone 4

La température est comprise entre AC_3 et 1100°C . Après refroidissement, on obtient des structures normalisées et des structures grossières selon la température atteinte.

Zone 5

La température est comprise entre 1100°C et 1500°C (fusion). Le grossissement du grain austénitique est tel que la trempabilité du métal est considérablement augmentée et les structures obtenues dans cette zone après refroidissement varient de structures ferrito-perlitiques oculaires grossières à des structures bainitiques ou martensitiques pour les vitesses les plus élevées.

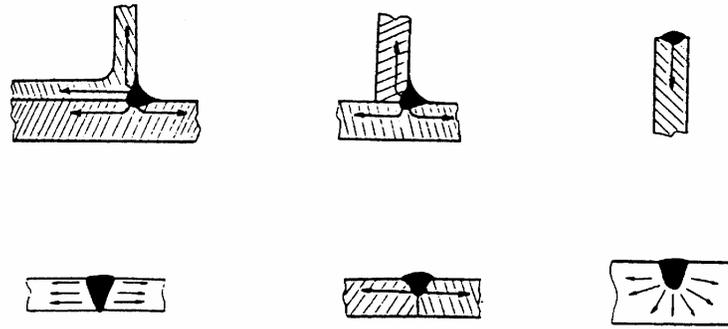
C'est dans cette région (zone à gros grains) que les risques de fissures à froid peuvent naître ainsi que les modifications de caractéristiques mécaniques du métal.



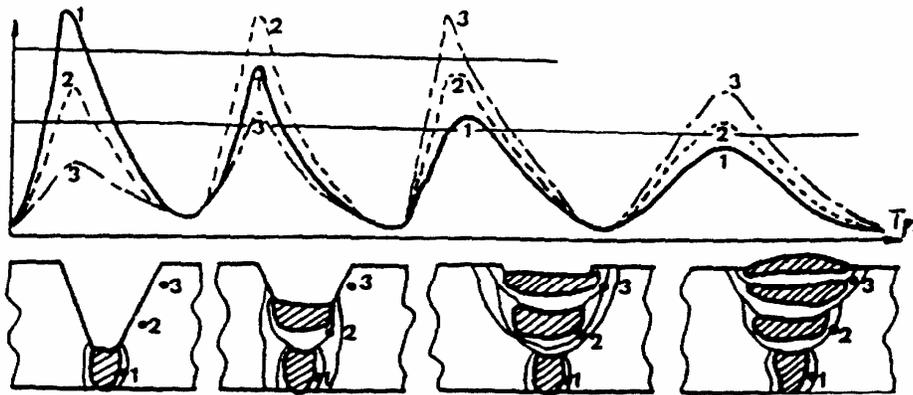
3.2. ECOULEMENT DU FLUX THERMIQUE

La quantité de chaleur introduite dans le joint soudé s'élimine principalement par conduction à travers le matériau, on néglige la part relativement faible cédée à l'air par convection.

Il faut donc tenir compte de l'épaisseur des pièces à souder, mais aussi de la géométrie du joint. Les figures montrent, en fonction des types de joints soudés, l'écoulement du flux thermique dans une ou plusieurs directions. Pour un matériau donné, le refroidissement sera d'autant plus rapide que le flux thermique pourra s'écouler librement dans la masse de la matière.



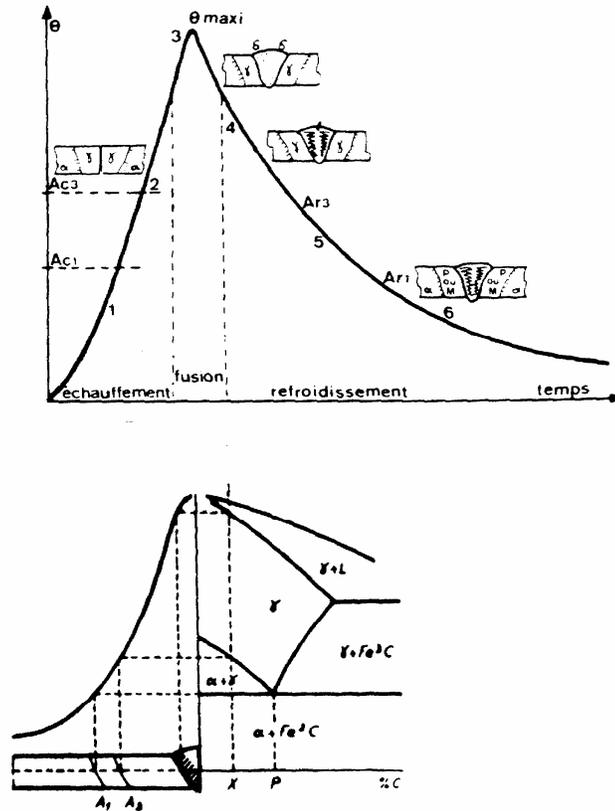
La figure met en évidence les modifications dues à l'action thermique en fonction du nombre de passes. Sur les grandes longueurs, chaque passe a le temps de refroidir presque complètement avant le dépôt de la passe suivante. Les cycles thermiques de chaque passe sont pratiquement indépendants les uns des autres, mais l'action thermique atténuée des passes postérieures peut modifier la structure de la Z.A.T.



Modifications dues à l'action thermique, en fonction du nombre de passes

3.3. CYCLES THERMIQUES

Les transformations allotropiques que subit le métal de base d'un assemblage soudé peuvent être caractérisées par le cycle thermique, c'est-à-dire l'évolution de la température en fonction du temps.

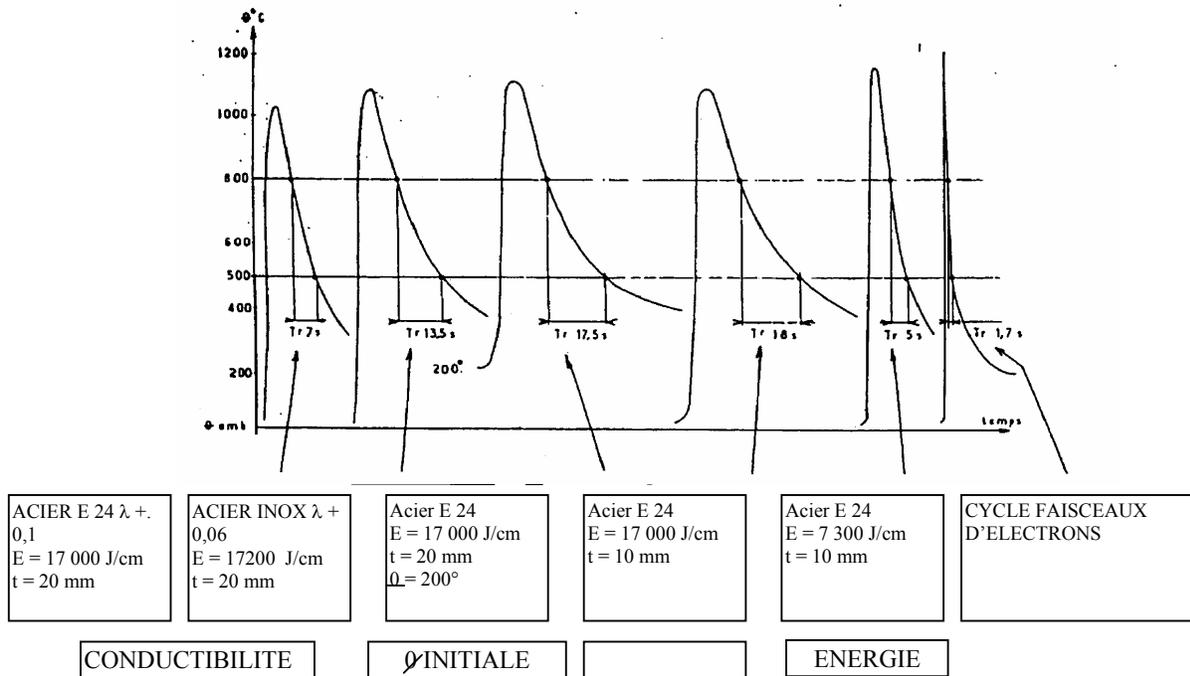


En pratique, on s'intéresse surtout à la durée du refroidissement dans la zone fondue et dans la Z.A.T., en raison des risques de transformations structurales défavorables au joint soudé (structure martensitique, fissuration, etc...). La figure reproduit plusieurs cycles thermiques en conditions de soudage, qui diffèrent en fonction de l'énergie nominale et de la température initiale des pièces.

On distingue pour chaque cycle, une phase de chauffage, une pointe de température et une phase de refroidissement. Les durées et les températures des différentes phases varient en fonction du procédé utilisé, des paramètres de soudage à l'arc avec électrodes enrobées, la phase de chauffage est presque instantanée, la durée d'austénitisation très faible, sinon nulle, et la phase de refroidissement très variable en fonction des conditions de soudage.

3.3.1. INFLUENCE DES PARAMETRES

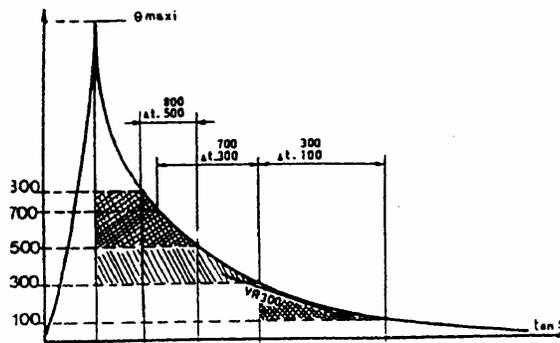
Influence des paramètres qui gouvernent les cycles thermiques de soudage



3.3.2. DUREE DE REFROIDISSEMENT

Deux paramètres sont le plus souvent utilisés pour les aciers.

- le temps écoulé entre 800 et 500° C
- le temps écoulé entre 700 et 300° C



Paramètres de refroidissement des soudures

Ces paramètres sont représentatifs des conditions de refroidissement dans le domaine de transformation de l'austénite, ils permettent d'apprécier l'état de la structure de la zone fondue, et plus particulièrement de la Z.A.C. qui peut être le siège de fissures ou de microfissures.

La proportion des différents constituants structuraux évolue considérablement en fonction du cycle thermique et surtout de la vitesse de refroidissement.

EXERCICE

1. INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Le formateur devra adapter le document « Le processus de réalisation d'assemblage soudé » à la séquence, en masquant certains termes techniques.
- Cet exercice devra être traité individuellement.

2. TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

A partir du Dessin de définition des éléments soudés et du document « Le processus de réalisation d'assemblage soudé », identifiez :

- Le procédé de soudage
- Le métal d'apport
- Le gaz utilisé
- Les paramètres de réglage
- Le contrôle adéquat

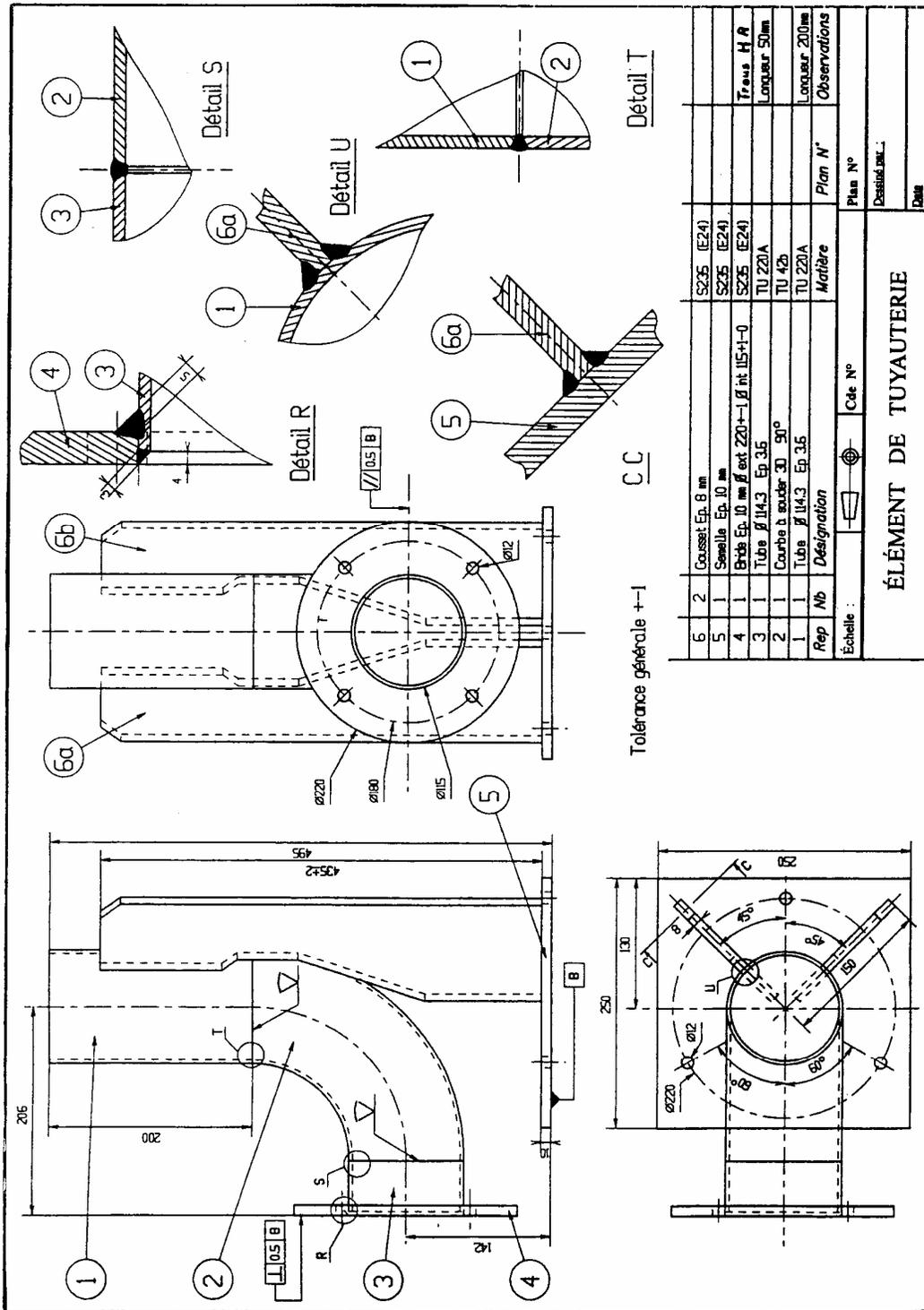
NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

Document de travail

Dessin de définition des éléments soudés

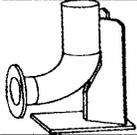
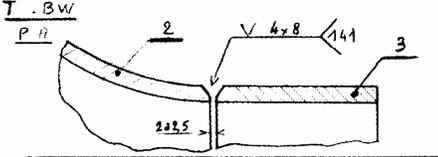
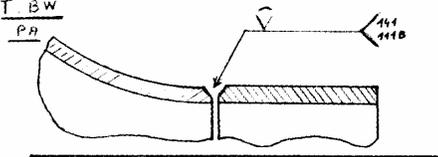
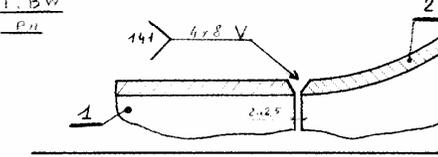
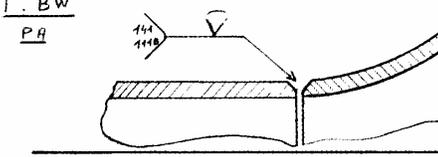
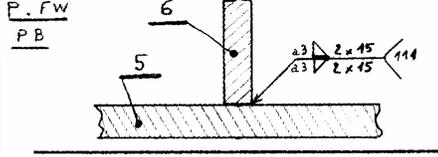
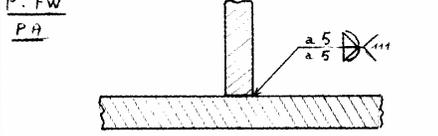


Tolérance générale ± 1

Rep	Nb	Désignation	Matière	Plan N°	Observations
6	2	Coussinet Ep. 8 mm	S235 (E24)		
5	1	Scelle Ep. 10 mm	S235 (E24)		
4	1	Brcb Ep. 10 mm β ext. 220 ± 1 β int. 115 ± 1 - 0	S235 (E24)		Traus H/B
3	1	Tube β 114.3 Ep. 3.5	TU 220/A		Longueur 50mm
2	1	Courbe à souder β 90°	TU 42b		Longueur 200mm
1	1	Tube β 114.3 Ep. 3.5	TU 220/A		
Échelle :		Cote N°		Plan N°	Observations
				Dessiné par :	
				Date	

ÉLÉMENT DE TUYAUTERIE

Document de travail

PROCESSUS DE REALISATION D'ASSEMBLAGE SOUDÉ			ELEMENT DE TUYAUTERIE AVEC SUPPORT			Procédé III et 144 Acier S 235 / Tube TU 37 B			
PHASE	ASSEMBLAGE		1) — Croquis 2) — Type d'assemblage 3) — Position de soudage 4) — Représentation symbolique des soudures	D'après la norme actuellement en vigueur EN 287.1	Choix de l'électrode Désignation commerciale	Ø de l'électrode	Incrément moyen d'utilisation	Polarité	
	POINTAGE/SOUDAGE	Rep avec Rep							
10	3 et 2	T. BW P.H		Electrode Tungstène Cathode	Ø26	95			
20	3 et 2	T. BW P.H		Metal 60	Ø2,4	90			
30	1 et 2	T. BW P.H		Electrode basique Sulfurée B50 E 48.4.8.31.45 EN 499	Ø3,15	95 +			
40	1 et 2	T. BW P.H		I D E M					
50	6a-6b et 5	P. FW P.B		I D E M					
60	6a 6b et 5	P. FW P.H		I D E M					

Document de travail

PHASE	ASSEMBLAGE		1) — Croquis 2) — Type d'assemblage 3) — Position de soudage 4) — Représentation symbolique des soudures	D'après la norme actuellement en vigueur EN 287.1	Choix de l'électrode Désignation commerciale	Ø de l'électrode	Intensité moyenne d'utilisation. Polarité
	POINTAGE	SOUDAGE					
70		P/T FW PB			Basique		
	4 et 3				Norme "EN 493 E 42, 4, B, 32, 45 "AWS" 7018-	2,5	85 +
80		P/T FW PA			IDEM	4	125 +
	4 et 3					2,5	80 +
90		P FW PF			IDEM	2,5	75 +
	1 et 6a 6b						
100		P. FW PF			IDEM	3,15	100 +
	1 et 6a. 6b						
Contrôle avant l'assemblage			Contrôle pendant l'assemblage			Contrôle après l'assemblage	
Ph 10 Contrôle de la préparation des bords, chanfreinage, accostage des bords. Entourage des électrodes.			Ph 10 Pénétration des points.			Cote 142 et 206	
Ph 20 — 30 — 40 idem.			Ph 20 Pénétration, épaisseur du cordon.			Planéité Rep 5	
Ph 50 Planéité des tôles. des deux bords soudés des Rep 6a et 6b			Ph 30 Pénétration des points.			Planéité Rep 4 et perpendicularité	
Ph 70 Conformité bride — repérage trous H.A entre Rep 4 et Rep 3 — cote 206			Ph 40 Pénétration, épaisseur du cordon.			Recherche des défauts éventuels et contrôle de leur niveau d'acceptabilité	
Ph 90 — 8.5 → B cote 142			Ph 50 — entre Rep 5 et Rep 6a et 6b.			Contrôle de l'affleurement du cordon sur le plan de la bride	
			Ph 60 Épaisseur de la gorge.				
			Ph 70 Répartition des points.				
			Ph 80 Meulage des points (4x10), après soudage extérieur bride				
			Ph 90 Réglage des paramètres de soudage (PF)				
			Ph 100 Contrôle de la gorge a4 en PF				

Séquence n° 2 :

Objectif pédagogique :

- Connaître le matériel et les produits utilisés en soudage aux gaz et électrique à l'arc

Contenu :

- Soudage aux gaz :
 - Chalumeau
 - Bouteilles à gaz
 - Mano-détenteurs
 - Tuyaux
- Soudage électrique à l'arc :
 - Source de courant
 - Raccordement réseau
 - Câbles
 - Pince électrode
 - Electrode ...

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

REF 1 : MEMOTECH LE SOUDAGE
Chapitre :LES ASSEMBLAGES THERMIQUES
Sous chapitre
DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE SOUDAGE

Classeur support :

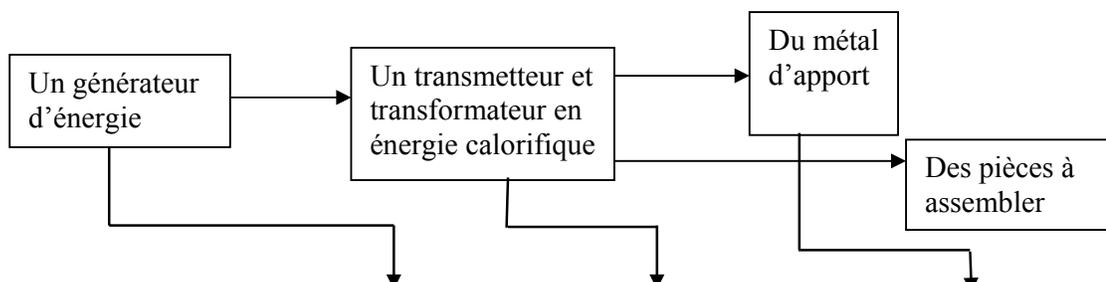
Exercices :

Evaluation :

DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE SOUDAGE

Ce chapitre n'évoquera que les procédés d'assemblages thermiques assurant la continuité métallique des pièces à assembler.

Quelle que soit l'installation, elle répond toujours au schéma ci-dessous.



AU GAZ	OXYACÉTY- LENIQUE	Procédé manuel Centrale de détente et de distribution des gaz	Chalumeau soudeur Règle la nature et la puissance de la flamme de chauffe (3150°C)	Baguettes d'acier de différents diamètres. La flamme protège le bain de fusion
À L'ARC ÉLECTRIQUE	A P'ÉLECTRODE ENROBÉE	Procédé manuel Un générateur de Courants alternatifs, continu ou redressé.	L'arc est créé entre l'électrode et la pièce à souder. (3100°C)	Une âme en acier, enrobée d'une matière assurant la protection du bain de fusion et une action physico-métallurgique
	M.I.G. Métal Inert Gaz M.A.G Métal Actif Gaz	Semi-automatisé Un générateur de courant continu ou redressé	L'arc est créé entre le fil de métal d'apport en bobine et la pièce à souder. (3100°C)	Métal d'apport de même nature que les pièces. Le bain de fusion est protégé par un gaz
	FIL FOURRÉ	Semi-automatisé. Un générateur de courant continu ou redressé	L'arc est créé entre le fil de métal d'apport, en bobine, et la pièce à souder. (3100°C)	Fil métal d'apport de section tubulaire, fourré d'éléments additifs en poudre. Deux types d'utilisation possible avec ou sans gaz de protection
	T.I.G Tungstène Inert Gaz	Procédé manuel Rarement automatisé. Un générateur de courant alternatif, continu ou redressé	L'arc est créé entre une électrode en tungstène et la pièce à souder. (3100°C)	Métal d'apport de la même nature que les pièces. Le bain de fusion est protégé par un gaz
	ARC SUBMERGÉ ou SOUS FLUX SOLIDE	Procédé automatisé. Un générateur de courant continu ou alternatif.	L'arc est créé entre le fil métal d'apport, en bobine, et la pièce à souder (3100°C)	Métal d'apport de la même nature que les pièces. Le bain de fusion est protégé par un flux en poudre

Séquence n° 3 :

Objectif pédagogique :

- Connaître les critères de choix des procédés

Contenu :

- Nature des matériaux à souder

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

Classeur support :

MEO_M_Soudabilité_V1

Exercices :

EX2_M5_TSBECM
EX3_M5_TSBECM

Evaluation :

EXERCICE SOUDAGE AUX GAZ

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérification des connaissances en soudage oxyacéthylique
- Connaissance des matériels
- Respect des règles de sécurité

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

En soudage oxyacéthylique			
Nature des gaz utilisés	Pression dans les bouteilles	Couleur de l'ogive des bouteilles	Pression d'utilisation des bouteilles de gaz

A quoi sert un mano-détendeur ?

Comment détecter les fuites sur une installation oxyacéthylique

Citez les protections individuelles du soudeur oxyacéthylique

NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

EXERCICE

SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérification des connaissances des différents procédés
- Matériels
- Sécurité

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

En soudage à l'arc électrique quel est le rôle d'un poste de soudage

Symbolisation des procédés de soudage, à quel procédé correspondent ces repères :

- 111
- 135
- 141
- 311

En soudage à l'arc avec électrode enrobée, citez deux natures d'enrobage d'une électrode

Utilisation : Régler une pression ou un débit et en préciser la valeur.

Quelle est la nature du courant de soudage ?

Citez deux réglages pouvant influencer sur le régime d'arc.

Citez les protections individuelles et collectives en soudage à l'arc

NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

Séquence n° 4 :

Objectif pédagogique :

- Maîtriser le montage et le réglage des postes de soudage

Contenu :

- Connaître le réglage spécifique aux différents postes de soudage
- Monter et démonter les différents postes de soudage.

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

- Notice constructeur

Ouvrages Supports :

Classeur support :

Exercices :

EX4_M5_TSBECM

Evaluation :

EXERCICE

MONTAGE ET REGLAGE DES POSTES DE SOUDAGE

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Avant de demander aux stagiaires de procéder à la mise en service d'un poste de soudage, le formateur en fait la démonstration en insistant que les points clés de la sécurité

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Mise en situation à l'atelier
- Suivre les instructions de votre formateur
- Mise en service du poste de soudage, réglages, essais
- Respect des règles de sécurité
- Mise à l'arrêt

NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

B – UTILISER LES OUTILLAGES ET LES MACHINES DE CONFORMAGE

Séquence n° 5 :

Objectif pédagogique :

Connaître les différents outils et machines utilisés en construction métallique

Contenu :

les machines de débit (guillotine, grignoteuse, chalumeau coupeur...etc.)

les machines de conformage presse plieuse, rouleuse...etc.)

les outils de traçage et de contrôle (pointe à tracé, rapporteur d'angle, réglet, marteau, ...etc.)

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

Classeur support :

MEO_M_Procédés de transformation_V1

Meo_M_Les outils de traçage et de contrôle

Exercices :

Evaluation :

C – MAITRISER LES METHODES DE TRACAGE D'EPURE ET DE REPRODUCTION D'UN OUVRAGE EN CHARPENTE METALLIQUE

Séquence n° 6 :

Objectif pédagogique :

Connaître les représentations des différents profilés à réaliser sur les fiches de débits

Contenu :

Fer en U- H- I- L.....

Fer plat.....

Établir les fiches de débits pour chaque type de profilé

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

REF 1 : MEMOTECH LE SOUDAGE

Chapitre CODIFICATION ET REPRESENTATION DES SOUDURES

Classeur support :

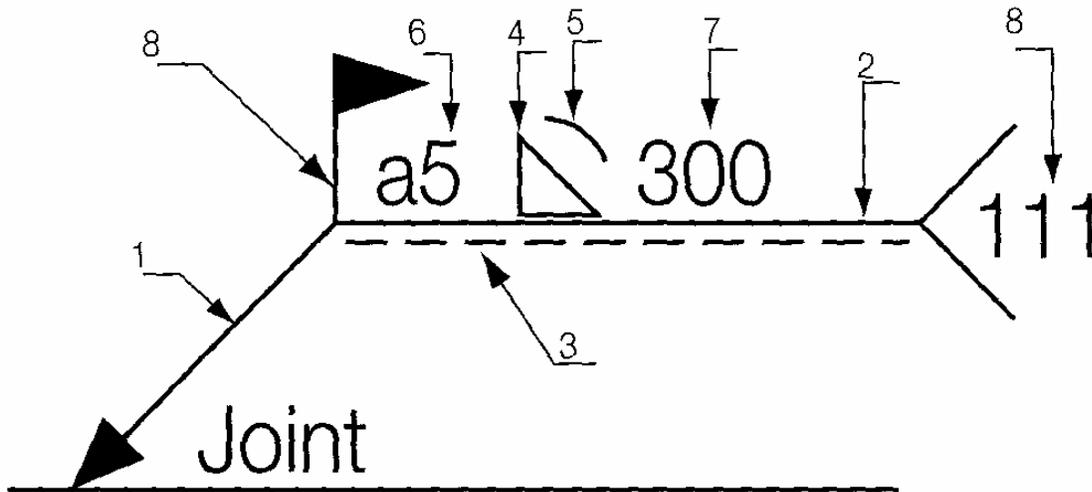
Exercices :

Evaluation :

CODIFICATION ET REPRÉSENTATION NORMALISÉE DES SOUDURES

A - REPRÉSENTATION SYMBOLIQUE DES SOUDURES :

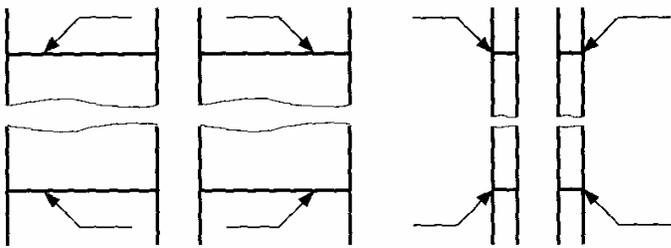
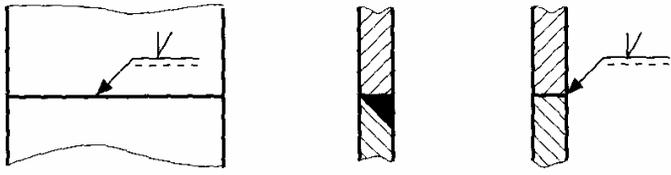
Les joints soudés peuvent être représentés en respectant les recommandations générales applicables au dessin technique. Dans un but de simplification il convient d'utiliser une représentation symbolique.



Numéro	Désignation
1	Ligne de repère
2	Ligne de référence
3	Ligne d'identification
4	Symbole de soudure
5	Symbole supplémentaire
6	Cotes principales relatives à la section transversale du cordon de soudure
7	Cotes relatives aux dimensions longitudinales du cordon de soudure
8	Indications complémentaires

1- LIGNE DE REPERE :

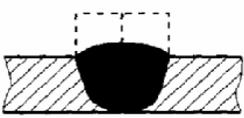
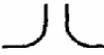
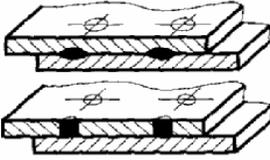
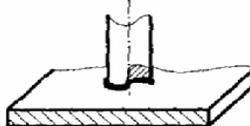
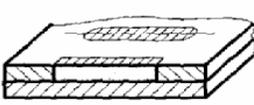
Représentation : Inclinée et terminée par une flèche qui touche la ligne de joint.

	Cas général : position quelconque
<p>Soudures V Y U</p> 	Cas de soudure en : - demi V - demi Y - demi U position dirigée vers la tôle qui est préparée.

2- LIGNE DE RÉFÉRENCE ET D'IDENTIFICATION

Représentation : elles doivent être tracées de préférence parallèles (en cas d'impossibilité perpendiculaires) au bord inférieur du dessin. La ligne d'identification (trait interrompu) peut être tracée au-dessus ou au-dessous de la ligne de référence (trait continu).

3- SYMBOLES ÉLÉMENTAIRES

Désignation	Représentation simplifiée	Symbole	Désignation	Représentation simplifiée	Symbole
Soudure sur bords relevés complètement fondus			Soudure par points		
Soudure sur bords droits				Soudure en ligne continue avec recouvrement	
Soudure en V			Soudure en V à flancs droits		
Soudure en Y			Soudure en demi V à flancs droits		
Soudure en demi Y			Soudure sur chant		
Soudure en U (ou en tulipe)			Soudure par rechargement		
Soudure en demi U			Assemblage de surface		
Reprise à l'envers				Assemblage oblique	
Soudure d'angle			Assemblage replié		
Soudure en entailles (en bouchon)					

EXEMPLES DE COMBINAISONS DES SYMBOLES ÉLÉMENTAIRES DE SOUDURES SYMEFRIQUES :

Désignation	Représentation simplifiée	Symbole
Soudure en double V (ou en X)		X
Soudure en K		K
Soudure en X avec méplat		Y
Soudure en K avec méplat		K
Soudure en double U		U

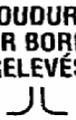
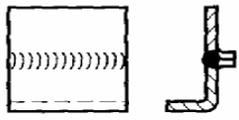
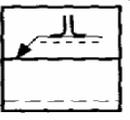
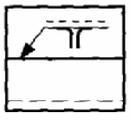
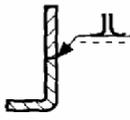
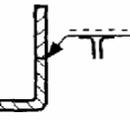
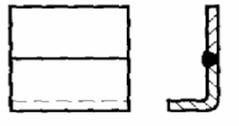
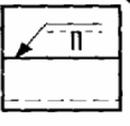
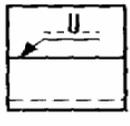
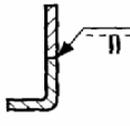
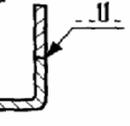
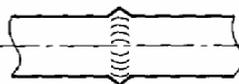
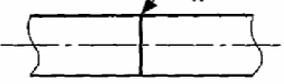
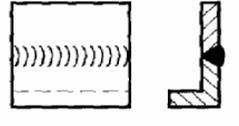
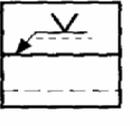
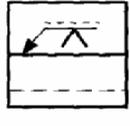
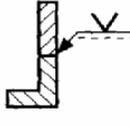
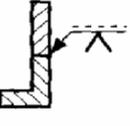
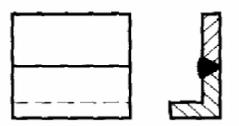
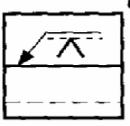
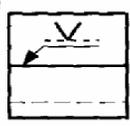
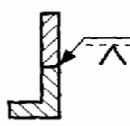
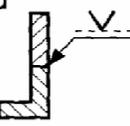
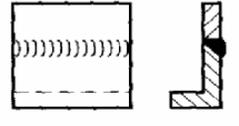
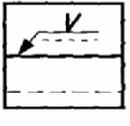
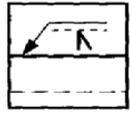
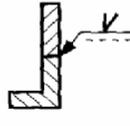
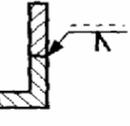
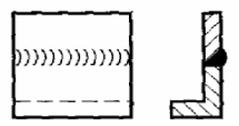
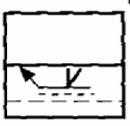
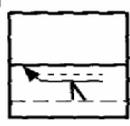
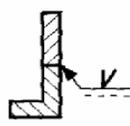
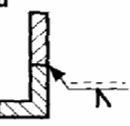
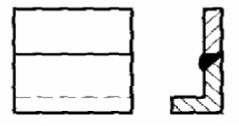
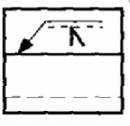
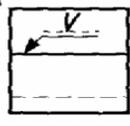
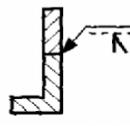
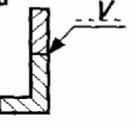
4- SYMBOLES SUPPLÉMENTAIRES :

But : Ils peuvent compléter les symboles élémentaires pour caractériser la forme de la surface extérieure de la soudure.

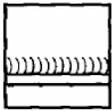
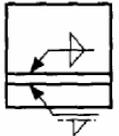
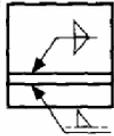
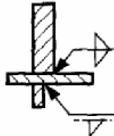
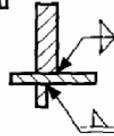
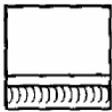
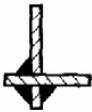
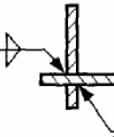
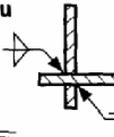
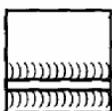
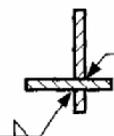
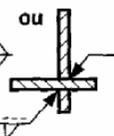
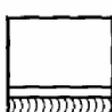
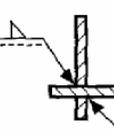
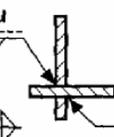
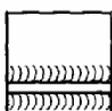
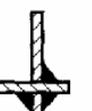
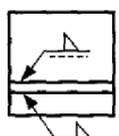
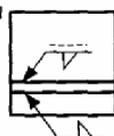
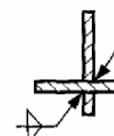
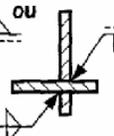
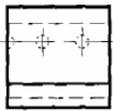
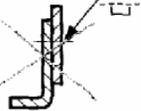
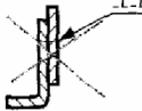
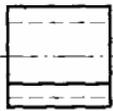
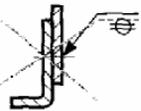
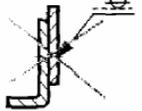
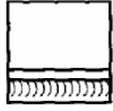
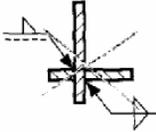
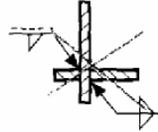
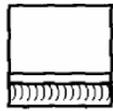
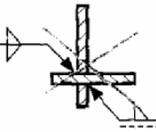
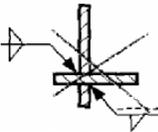
Forme de la surface de la soudure	Symbole	Forme de la surface de la soudure	Symbole
Plate	—	Les bords du cordon doivent être convenablement mouillés	
Convexe		Support à l'envers subsistant	
Concave		Support à l'envers enlevable	

B- POSITION DES SYMBOLES :

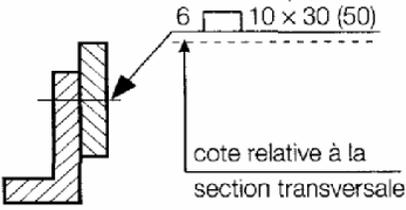
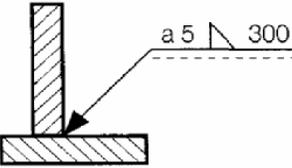
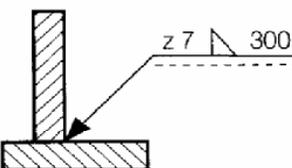
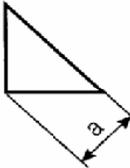
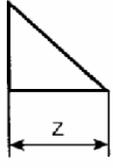
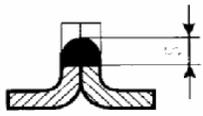
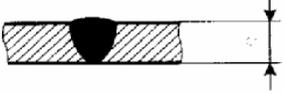
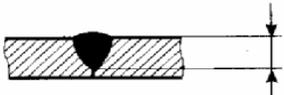
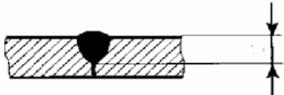
Exemples de position de symboles :

DÉSIGNATION ET SYMBOLE			
	Représentation	Symbolisation	
		soit	soit
SOUURE SUR BORDS RELEVÉS 		 ou 	 ou 
SOUURE SUR BORDS DROITS 		 ou 	 ou 
			
		 ou 	 ou 
SOUURE EN V 		 ou 	 ou 
SOUURE EN DEMI V 		 ou 	 ou 
		 ou 	 ou 
		 ou 	 ou 

DÉSIGNATION ET SYMBÔLE	Représentation		Symbolisation	
			soit	soit
SOUDURE EN ENTAILLE 				
SOUDURE PAR POINTS 				
SOUDURE D'ANGLE 				

EXEMPLES DE POSITION DE SYMBOLES	DÉSIGNATION ET SYMBOLE				
		Représentation	Symbolisation		
			soit	soit	
SOUDURE D'ANGLE		 	 	 	
		 	non recommandée dans cette vue		 
		 	non recommandée dans cette vue		 
		 	non recommandée dans cette vue		 
		 	 	 	
EXEMPLES DE POSITION INCORRECTE DE SYMBOLES	Position incorrecte				
	Symbole	Représentation	Symbolisation incorrecte		
		 	 		
		 	 		
		 	 		
	 	 			

C - COTATION DES SOUDURES

<p>cotes relatives aux dimensions longitudinales</p>  <p>cote relative à la section transversale</p>	<ul style="list-style-type: none"> • À gauche du symbole les cotes principales relatives à la section transversale. • À droite du symbole les cotes relatives aux dimensions longitudinales. L'absence d'indication après le symbole indique que la soudure est continue sur toute la longueur des éléments soudés. 		
 <p>a 5 ∇ 300</p>  <p>z 7 ∇ 300</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cas des soudures d'angle Il existe deux méthodes pour définir la section du cordon : <ul style="list-style-type: none"> – avec la valeur de la gorge du cordon. Placer la lettre a devant la valeur de la gorge du cordon. – avec la valeur du côté du cordon. Placer la lettre z devant la valeur du côté du cordon. Nota : $z = a \sqrt{2}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>gorge</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>côté</i></p>  </div> </div>		
Désignation	Représentation	Inscription	Exemple
Soudure sur bords relevés non complètement pénétrée			
Soudure bout à bout			
			
			

Désignation	Représentation	Inscription	Exemple
Soudure d'angle continue		$\frac{a}{a}$ ou $\frac{z}{z}$	$\frac{a}{5}$ ou $\frac{z}{7}$
Soudure d'angle discontinue		$\frac{a}{a} \frac{n \times l}{n \times l} (e)$ ou $\frac{z}{z} \frac{n \times l}{n \times l} (e)$	$\frac{a}{5} \frac{10 \times 50}{10 \times 50} (100)$ ou $\frac{z}{7} \frac{10 \times 50}{10 \times 50} (100)$
Soudure d'angle discontinue à éléments alternés		$\frac{a}{a} \frac{n \times l}{n \times l} \left[\frac{e}{e} \right]$ ou $\frac{z}{z} \frac{n \times l}{n \times l} \left[\frac{e}{e} \right]$	$\frac{a}{5} \frac{10 \times 50}{10 \times 50} \left[\frac{100}{100} \right]$ ou $\frac{z}{7} \frac{10 \times 50}{10 \times 50} \left[\frac{100}{100} \right]$
Soudure en entailles		$\frac{n}{n} \frac{n \times l}{n \times l} (e)$	$\frac{5}{5} \frac{10 \times 20}{10 \times 20} (50)$
Soudure en ligne		$\frac{n}{n} \frac{n \times l}{n \times l} (e)$	$\frac{5}{5} \frac{10 \times 20}{10 \times 20} (50)$
Soudure en bouchons		$\frac{n}{n} \frac{n \times l}{n \times l} (e)$	$\frac{5}{5} \frac{10}{10} (50)$
Soudure par points		$\frac{n}{n} \frac{n \times d}{n \times d} (e)$	$\frac{5}{5} \frac{10}{10} (50)$

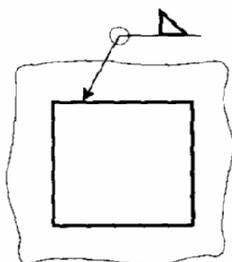
EXEMPLES D'APPLICATIONS DES SYMBOLES SUPPLÉMENTAIRES :

Désignation	Représentation simplifiée	Symbole
Soudure en V plate		
Soudure en double V (ou en X) convexe		
Soudure d'angle concave		
Soudure en V plate avec reprise à l'envers plate		
Soudure d'angle avec bords de cordon de soudure convenablement mouillés		

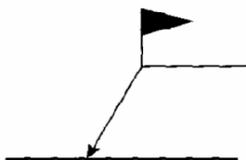
POSITION DU SYMBOLE PAR RAPPORT À LA LIGNE DE RÉFÉRENCE :

Représentation	Position de la soudure
	Pour les soudures symétriques, les symboles sont placés des deux côtés de la ligne de référence (trait continu). Dans ce cas la ligne d'identification (trait interrompu) doit être omise.
	Le symbole est placé du côté de la ligne de référence (trait continu) si la face extérieure de la soudure est du côté de la ligne de repère.
	Le symbole est placé du côté de la ligne d'identification (trait interrompu) si la face extérieure de la soudure est du côté opposé à la ligne de repère.
	Dans le cas des soudures faites dans le plan du joint, le symbole se trouve « à cheval » sur la ligne de référence (trait continu). Dans ce cas la ligne d'identification (trait interrompu) doit être omise.

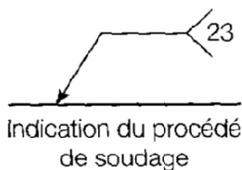
INDICATIONS COMPLÉMENTAIRES



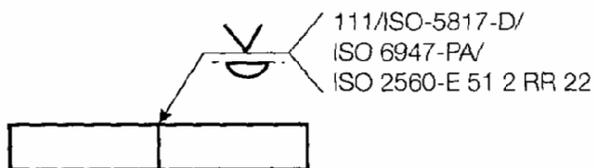
Soudures périphériques



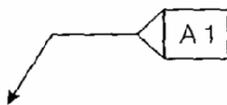
Soudures faites sur chantier



Indication du procédé de soudage



Renseignements sur le joint



Référence à une feuille séparée

Des indications complémentaires peuvent être nécessaires pour fournir des précisions sur la soudure.

- **Soudures périphériques**

Lorsque la soudure doit être exécutée sur tout le pourtour d'une pièce, ajouter un symbole circulaire.

- **Soudures faites sur chantier**

Lorsque la soudure doit être exécutée sur le chantier, ajouter un drapeau.

- **Indication du procédé de soudage**

Lorsqu'il est nécessaire d'indiquer le procédé de soudage, ajouter un nombre inscrit entre deux branches d'une fourche terminant la ligne de référence.

- **Renseignements**

Lorsqu'il est nécessaire d'indiquer des renseignements sur le joint et ses dimensions, ajouter dans la fourche (séparés par une barre oblique) dans l'ordre suivant : procédé, niveau de réception, position de travail, métal d'apport, ou faire référence à une feuille séparée.

Liste des procédés et des numérotations de soudage :

1 Soudage électrique à l'arc ; soudage à l'arc	135 Soudage MAG : soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible	3 Soudage aux gaz
11 Soudage à l'arc avec électrode fusible sans protection gazeuse	136 Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fourré	311 Soudage oxyacétylénique
111 Soudage à l'arc avec électrode enrobée	141 Soudage TIG : soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène	4 Soudage par pression ; soudage à l'état solide
12 Soudage à l'arc sous flux en poudre ; soudage à l'arc sous flux	15 Soudage au plasma	41 Soudage par ultrasons
121 Soudage à l'arc sous flux en poudre avec fil-électrode	2 Soudage par résistance	42 Soudage par friction
13 Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec fil-électrode fusible	21 Soudage par points (par résistance)	7 Autres procédés de soudage
131 soudage MIG : soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible	22 Soudage à la molette	751 Soudage au laser
	23 Soudage par bossages	76 Soudage par faisceau d'électrons
		9 Brasage
		91 Brasage fort
		94 Brasage tendre
		97 Soudobrasage

Séquence n° 7 :

Objectif pédagogique :

Connaître les techniques de reproduction

Contenu :

Classification des opérations dans l'ordre de fabrication
Citer le matériel nécessaire pour la réalisation de chaque opération
Définir la méthode de travail pour chaque opération.

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

Classeur support :

Exercices :

EX11_M5_TSBECM

Evaluation :

LA REPRODUCTION EN CHARPENTE METALLIQUE

Savoir lire, comprendre et utiliser une feuille de débit de profilés.

- 1) la commande
- 2) le N° du plan
- 3) Le repère des pièces
- 4) La désignation des profils
- 5) Le nombre de pièces
- 6) La longueur
- 7) Poids
- 8) Observations outillage

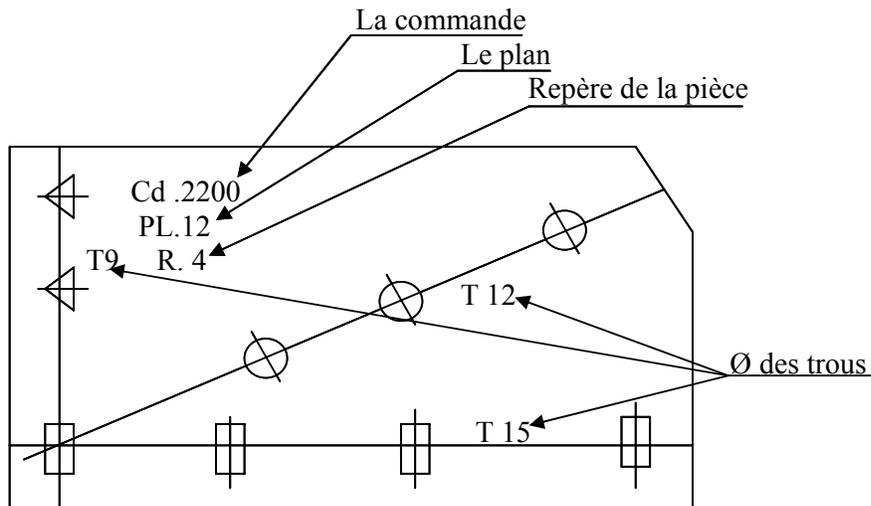
FEUILLE DE DEBIT DE PROFILES						
Etablissement :						
Commande N° :		Plan :		Date :		
Ouvrier :						
Repère	Désignation	Nombre	Débit	Poids	Observation outillage	
1	L 40x40x4	1	230			
2	IPN 80	2	535			
3	Plat de 100 x 5	1	300			
4	Tôle ép : 4 mm	2	280 x 125			
5	Tube 40 x 27	6	180			

POIDS TOTAL :

Il s'agit de passer à la reproduction des pièces débitées.

Utiliser des gabarits de reproduction pour une série de pièces, ils seront faites en tôle de fine épaisseur ou en papier canson.

Sur le modèle, voir le repère de la pièce, le n° de commande du plan, l'emplacement des trous, le diamètre, les repères de soudure, les coupes à exécuter après le débit, les plis, etc..



Les signes des trous sont différents si le diamètre de perçage change \square = Trous $\varnothing 15$; \bigcirc Trous = $\varnothing 12$
 \triangleleft Trous $\varnothing 9$

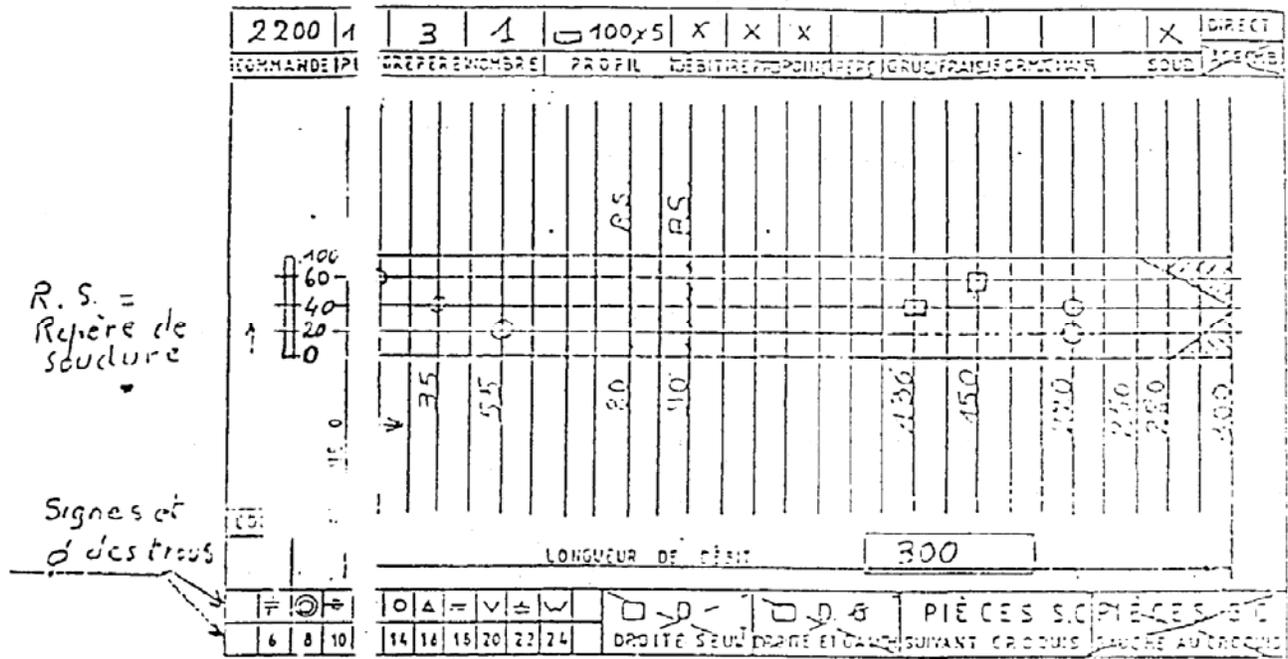
Positionner le modèle sur la pièce à réaliser et pointer l'emplacement des trous ; coupe ; repère ; soudure ; etc...

Retirer le gabarit et repère la pièce ainsi reproduire N° plan, N° Commande, \varnothing des trous, etc...

Cette pièce passera au poinçonnage, perçage, etc... et sera stocké pour l'assemblage.

Reproduction des plats

Il y a des feuilles de reproduction qui indiquent la commande ; le plan ; le repère ; la pièce ; la largeur et l'épaisseur du fer plat ; tous les postes de travail à utiliser sur cette pièce.



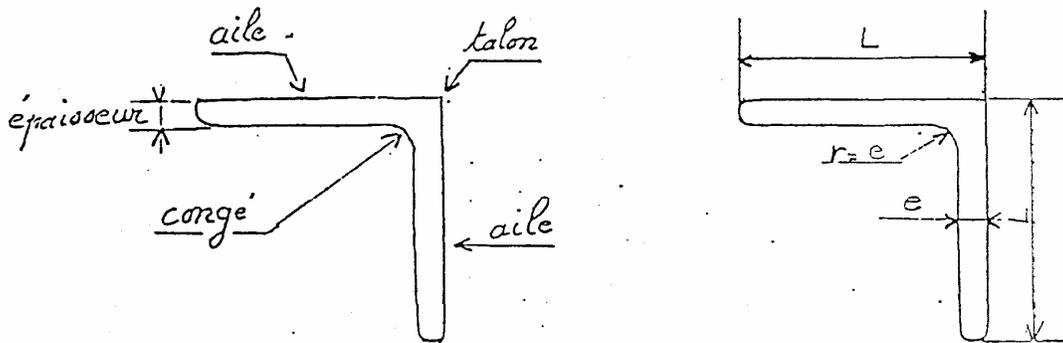
Le dessin représentant la pièce et l'emplacement de toutes les opérations à effectuer en partant du point 0, les cotations indiquent l'emplacement des opérations à effectuer ; des trous ; des coupes ; des repères de soudure ; etc..., ainsi que la longueur de débit.

Le dessin à gauche représente le trusquinage dans le plat

Sous ce dessin, des signes représentent le Ø des trous qu'il va falloir percer, à droite le sens des pièces droite ou gauche, droite suivant le dessin gauche symétrique au dessin. Mais toujours le point 0 à votre gauche ; longueur de la pièce (débit) à votre droite.

Reproduction des cornières (L)

Pour commencer il faut connaître ce profil qui représente une cornière.



Les cornières se présentent sous deux formes :

- Cornières à ailes égales (40 x 40) (60 x 60) etc.....
- Cornières à ailes inégales (60 x 40) (80 x 60) etc.....

L'épaisseur d'une cornière courante est égale au 1/10 de la largeur de l'aile $\frac{L}{10} = \frac{40}{10} = 4$

La cornière de $60 \times 60 = \frac{60}{10} = 6$

Pour les cornières à ailes inégales, l'épaisseur est égale au 1/10 des deux ailes divisé par deux.

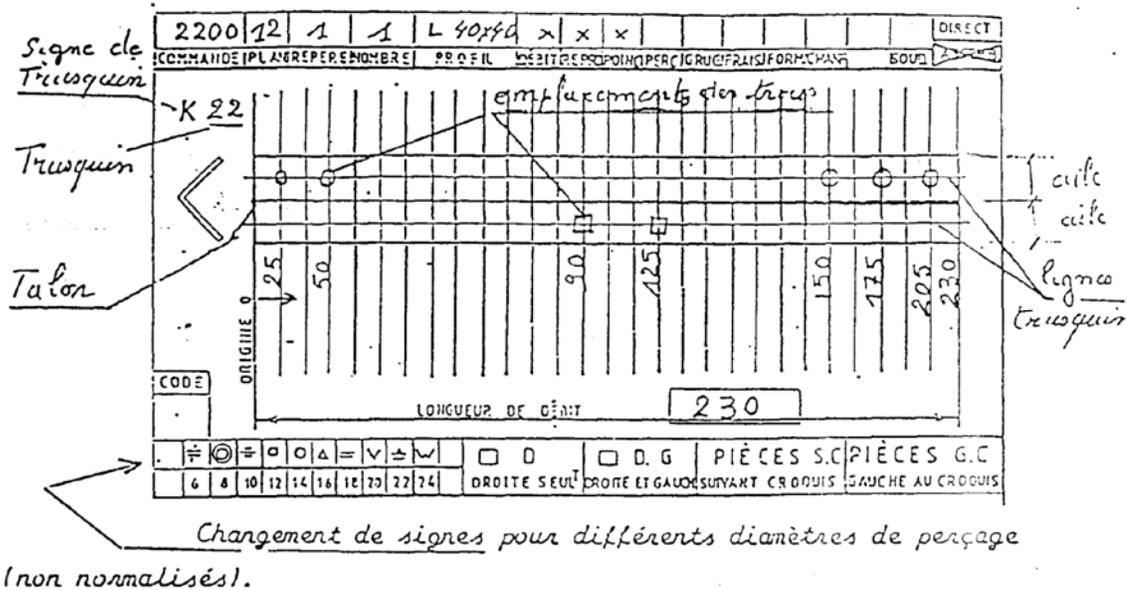
$$L \ 60 \times 40 = \frac{6,0 + 4,0}{2} = 5$$

$$L \ 80 \times 60 = \frac{8,0 + 6,0}{2} = 7$$

Trusquinage des cornières

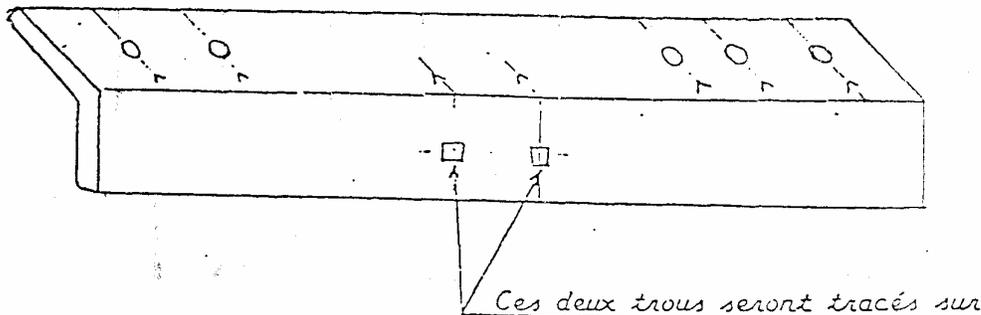
Toutes les fois qu'il sera nécessaire de percer des trous dans une cornière, la ligne de trusquinage devra être convenablement tracée.

Pour la reproduction des cornières (L) même principe que les plats on trouvera les mêmes indications sur la feuille sauf le signe qui représente la cornière, ensuite une vue écrasée (vue du côté du talon) vu que les cornières seront toujours reproduites à l'extérieur.



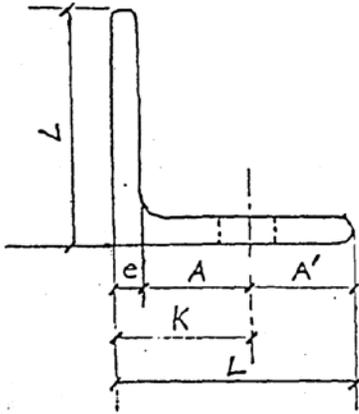
Voyons, maintenant les cornières dites droite ou gauche et droite et gauche.

D'après le dessin ci-dessus, cette cornière est identique, donc elle va s'appeler (D) droite.



L'aile supérieur en même temps que les signes O sans déplacer le réglet et reporter ensuite sur l'aile, l'autre aile trusquin- pointer- repère de la pièce (N°) et les indications des trous (Ø de perçage, etc....)

Cette ligne part toujours du talon de la cornière. En règle générale, il existe une formule à respecter.



$K = \text{trusquin}$
 $L = \text{largeur de l'aile}$
 $e = \text{épaisseur}$
 $A = A'$

$$K = \frac{L + e}{2}$$

$$L \text{ de } 40 \quad K = \frac{40 + 4}{2} = 22$$

$$L \text{ de } 35 \quad K = \frac{35 + 3,5}{2} = 19,25 \text{ on prendra } 19 \text{ ou } 20$$

Pour les cornières inégales même principe :

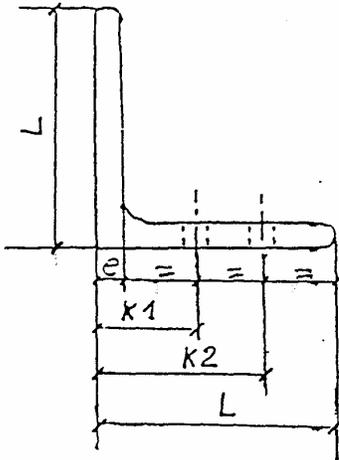
$$L \ 60 \times 40 \times 5 \quad K = \frac{60 + 5}{2} = 32,5 \quad \text{On prendra } 32 \text{ ou } 33$$

$$\frac{40 + 5}{2} = 22,5$$

Sur l'aile de 40

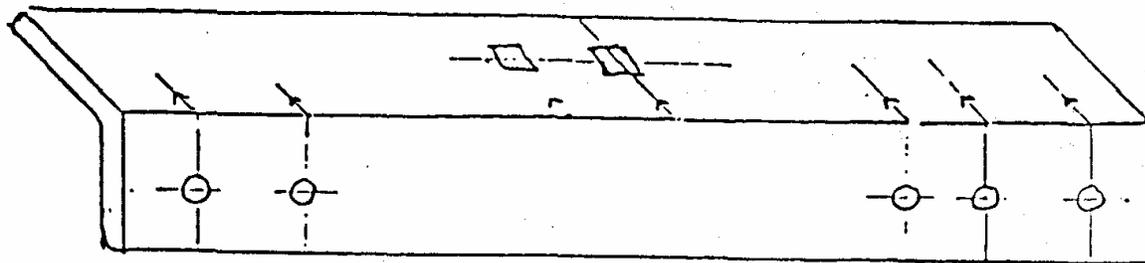
On prendra 22 ou 23

Pour les grosses cornières on pourra utiliser 2 lignes de trusquinage sur la même aile.



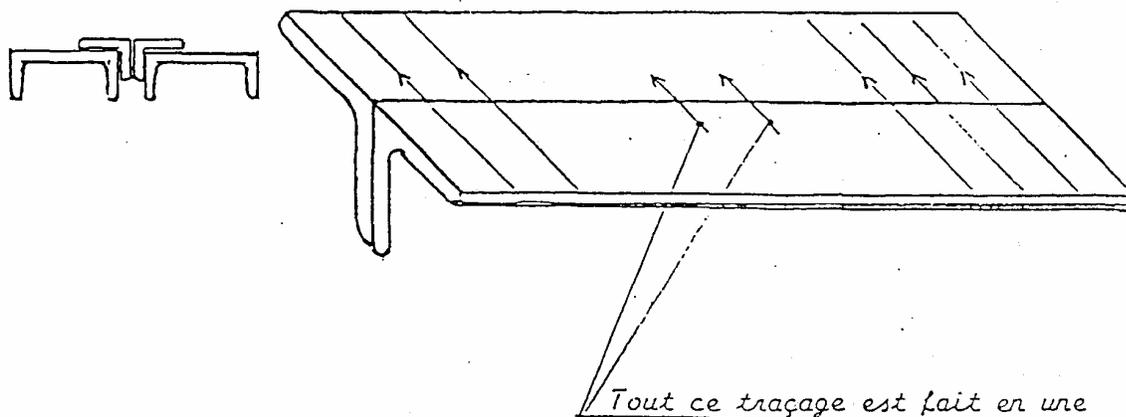
$$K1 = \frac{L + 2e}{3} = \frac{100 + 10 + 10}{3} = 40$$

$$K2 = \frac{L + 4e}{2} = \frac{100 + (4 \times 10)}{2} = 70$$



Suivant la feuille de reproduction page précédente la cornière est tracée contraire au dessin, donc cette pièce va s'appeler (G) gauche (ou pièce symétrique)

Lorsque nous avons deux cornières à reproduire 1 D et 1 G dans ce cas, on placera les 2 pièces entre deux fers ou fixées dans l'étau symétrique l'une à l'autre pour le traçage.



Seule opération, ensuite séparer les deux pièces et reporter les trous correspondants (\square) sur les autres ailes. Trusquiner- pointer- repérer la pièce (N°) et les indications des trous - (\emptyset etc..).

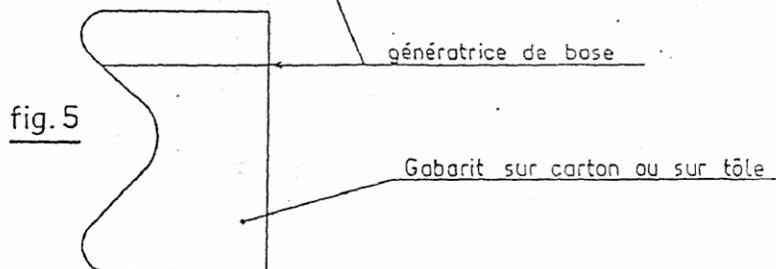
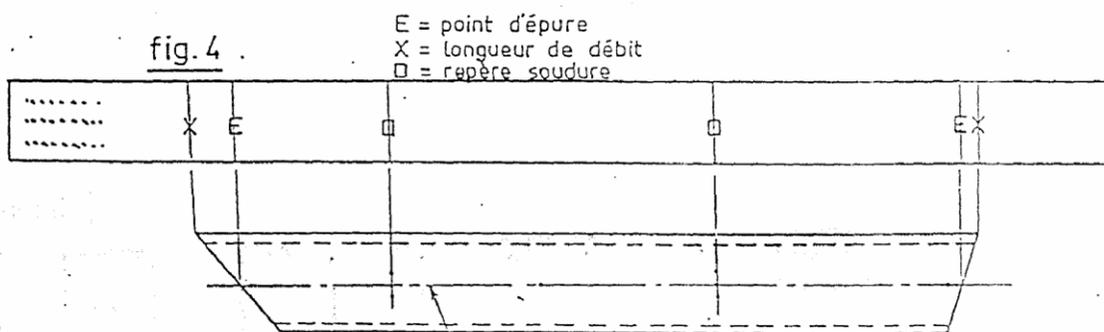
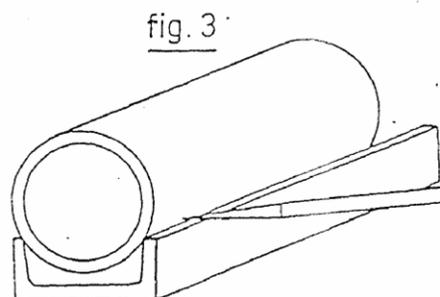
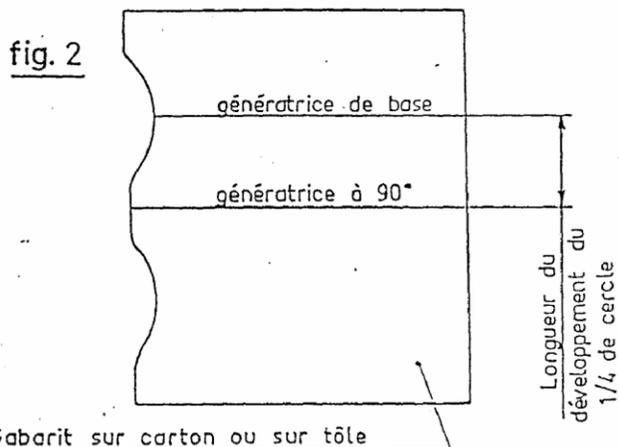
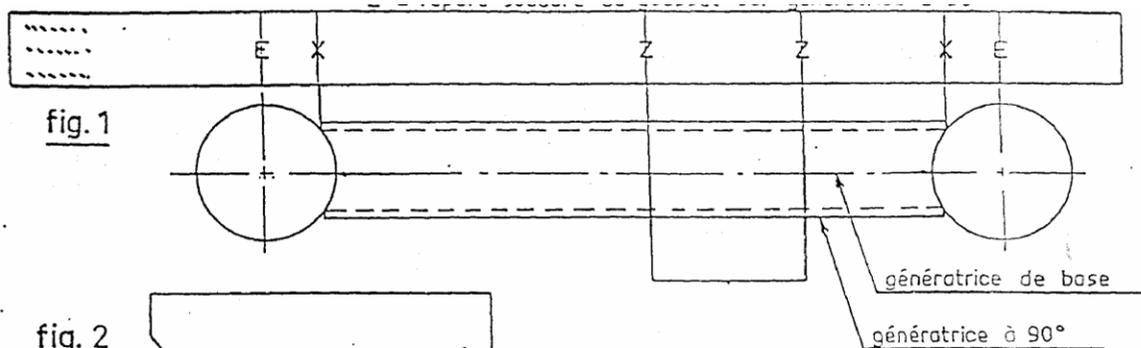
Vous venez de réaliser une cornière droite et une gauche avec un seul traçage.

Reproduction sur tube

Exemple de bande : E = point d'épure

X = longueur de débit

Z = repère soudure du gousset sur génératrice à 90°

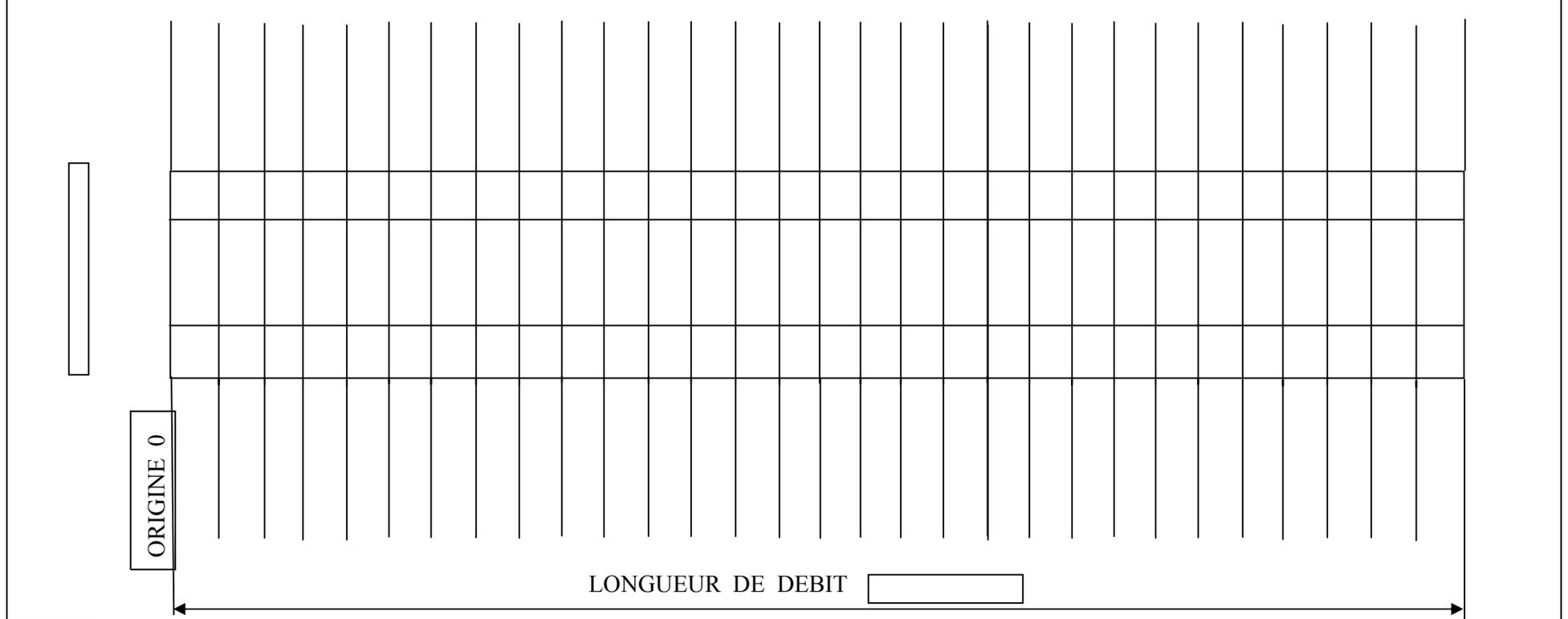


																DIRECT
COMMANDE	PLAN	REPERE	NOM BRE	PROFIL	DEBIT	REPRO	POINÇ	PERÇ	GRUGE	FRAIS	FORM	CHANF		SOUD	ASSEMB	

CODE															
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	≠	◎	⊕	□	○	△	=	∇	△	W		Droite seul D <input type="checkbox"/>	Droite et gauche D . G <input type="checkbox"/>	PIECES S.C Suivant Croquis	PIECES G.C Gauche au Croquis
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24					

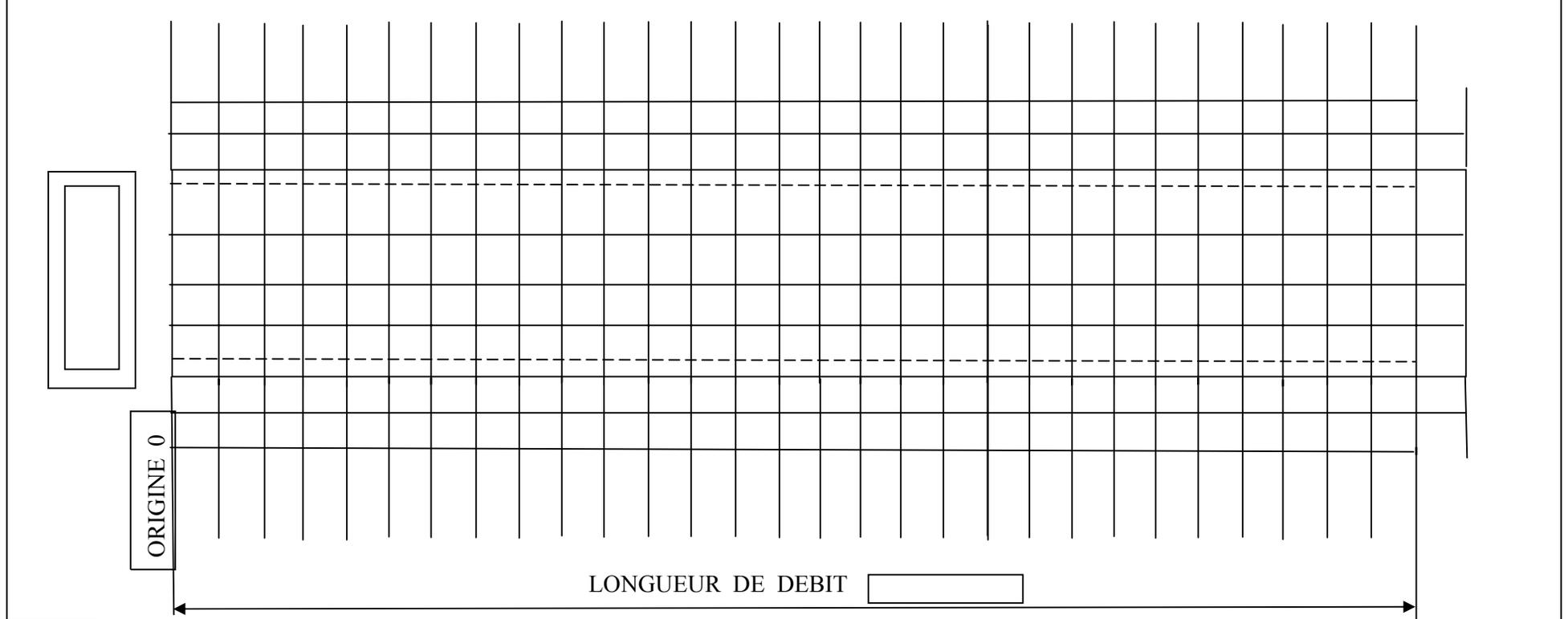
															DIRECT
COMMANDE	PLAN	REPERE	NOM BRE	PROFIL	DEBIT	REPRO	POINÇ	PERÇ	GRUGE	FRAIS	FORM	CHANF		SOUD	ASSEMB



CODE	
------	--

	≠	⊙	⊕	□	○	△	=	∇	△	W		Droite seult D □	Droite et gauche D . G □	PIECES S.C Suivant Croquis	PIECES G.C Gauche au Croquis
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24					

															DIRECT
COMMANDE	PLAN	REPERE	NOM BRE	PROFIL	DEBIT	REPRO	POINÇ	PERÇ	GRUGE	FRAIS	FORM	CHANF		SOUD	ASSEMB



CODE	
------	--

	≠	◎	⊕	□	○	△	=	∇	△	W		Droite seult D <input type="checkbox"/>	Droite et gauche D . G <input type="checkbox"/>	PIECES S.C Suivant Croquis	PIECES G.C Gauche au Croquis
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24					

														DIRECT
COMMANDE	PLAN	REPERE	NOM BRE	PROFIL	DEBIT	REPRO	POINÇ	PERÇ	GRUGE	FRAIS	FORM	CHANF	SOUD	ASSEMB
CODE														
≠	◎	⊕	□	○	△	=	∨	△	W		Droite seult D □	Droite et gauche D . G □	PIECES S.C Suivant Croquis	PIECES G.C Gauche au Croquis
6	8	10	12	14	16	18	20	22	24					

EXERCICE

SUPPORT DE COMMANDE

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

A partir du plan

- Faire rechercher les côtes manquantes
- Faire réaliser la fiche de débit pour 1 pièce, pour 10 pièces
- Réalisation de moyens de reproduction pour les perçages

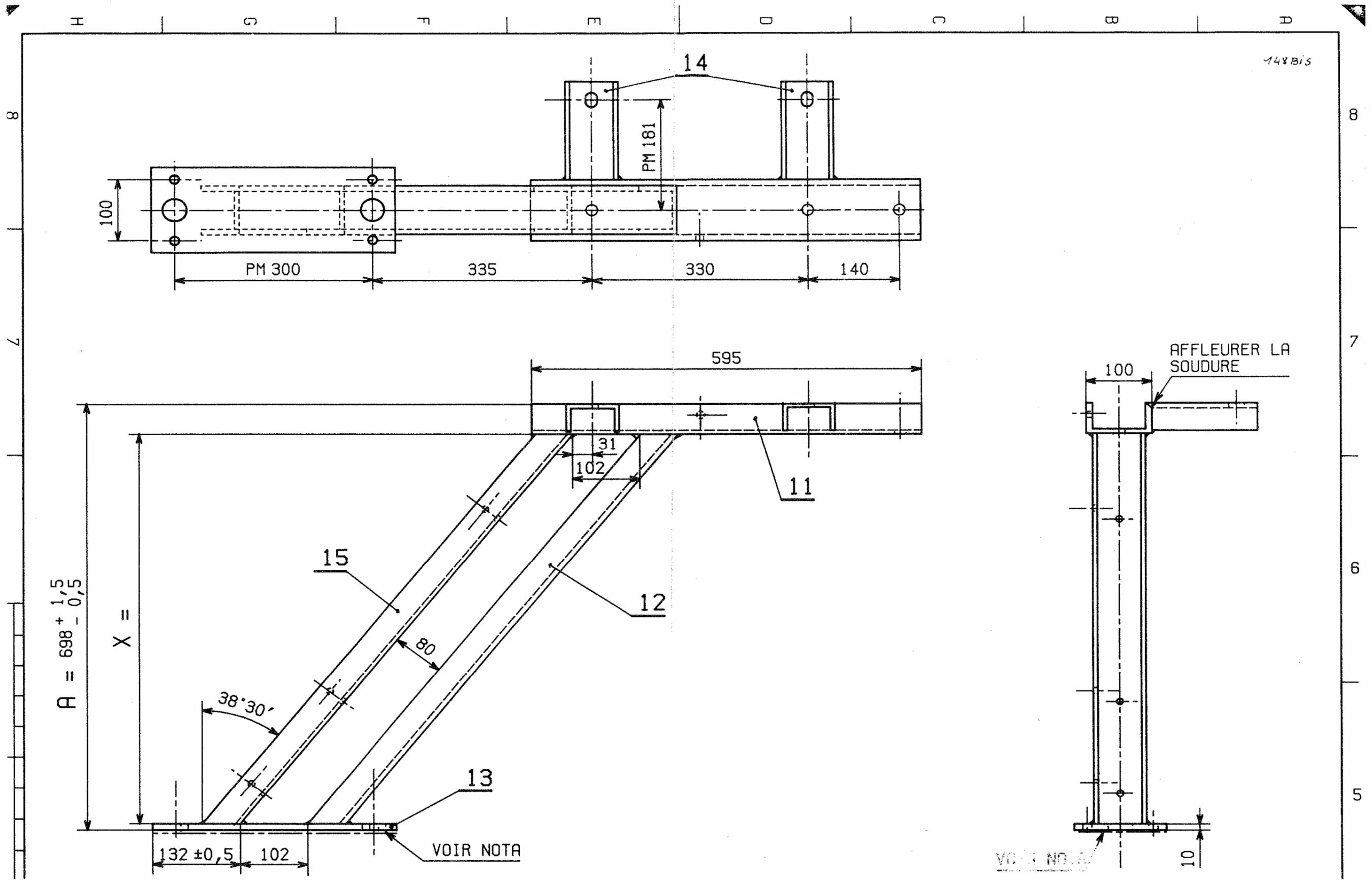
TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

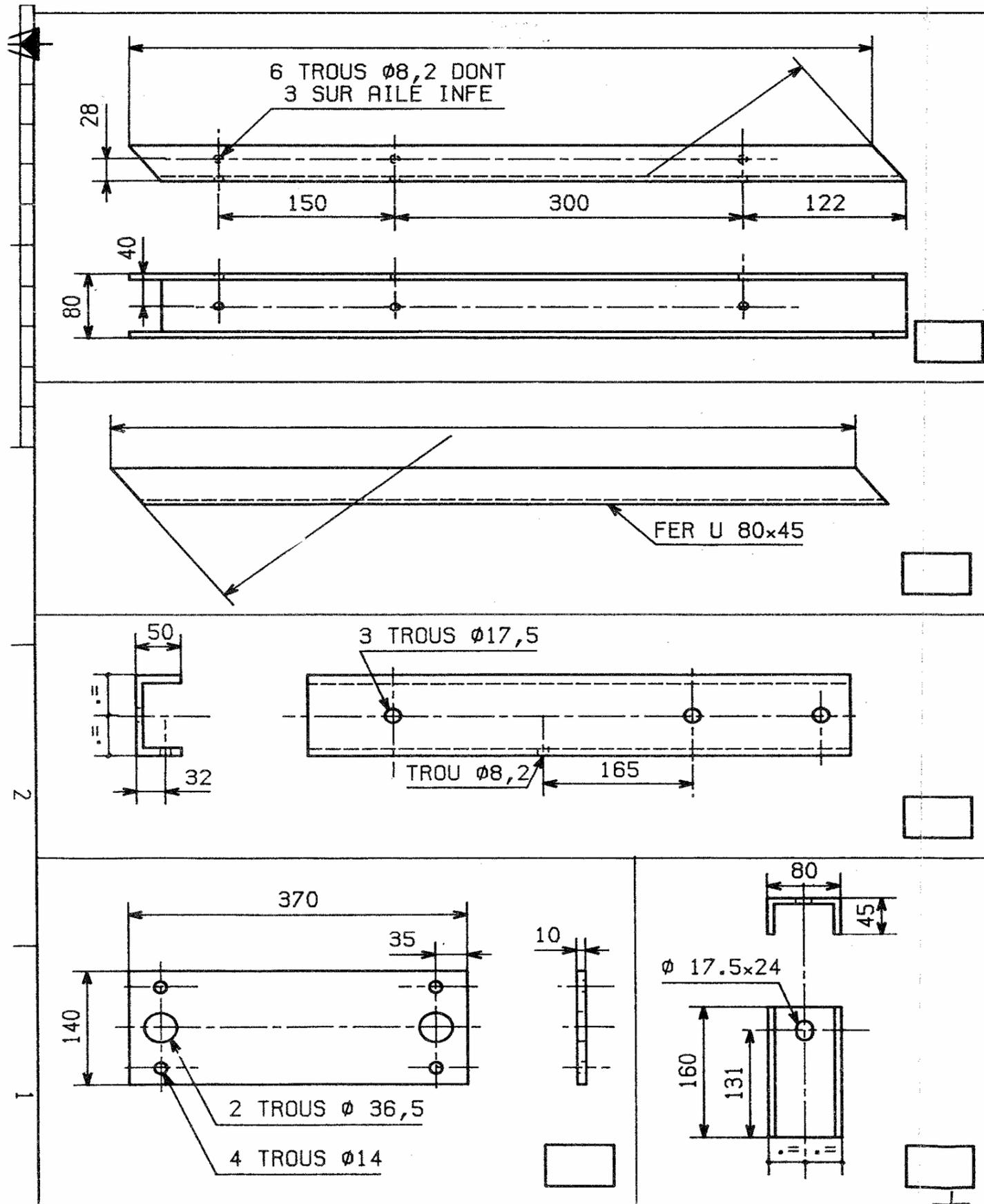
- Suivre les instructions du formateur
- Réaliser la fiche de débit et pour chaque opération le contrat de phase

NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation





NOTA: PROTECTION ZHS DE TOUTE LA PIECE

TOUTE LA SURFACE REPEREE D'UN TRAIT MIXTE

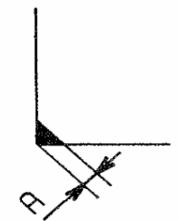
SOUDEUR: CORDONS CONTINUS A=



CO-EFFICIENCE
Conseil, Etudes,
Formation



AFPI
INTERNATIONALE
CODIFOR



16					
15	LONGERON	1	UAP 80 x 45		
14	PATTE	2	UAP 80 x 45		
13	PLAQUE	1	TOLE Adx Ep:10		
12	LONGERON	1	UAP 80 x 45		
11	TRAVERSE	1	UAP 100 x 50		
REP.	DESIGNATION	NBRE	MATIERE	DEBIT	OBSERVATIONS
ECHELLE : 1/5				TEMPS :	DATE :
SUPPORT DE COMMANDE ELECTRIQUE				EXECUTION PAR :	
				LECTURE DE PLAN	
MODIF.					

22-09-1988

D – EFFECTUER LES DIFFERENTES OPERATIONS DE CONFORMAGE

Séquence n° 8 :

Objectif pédagogique :

- Établir les séquences opérationnelles

Contenu :

Connaissance des postes de travail :

- guillotine
- plieuse
- perceuse
- etc...

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

Ouvrages Supports :

Classeur support :

Exercices :

Evaluation :

E – EXECUTER LE MONTAGE D’UN OUVRAGE EN CHARPENTE METALLIQUE

Séquence n° 9 :

Objectif pédagogique :

- Établir la gamme de montage

Contenu :

- Gamme de montage
 - Maîtrise du dessin
 - Les vues
 - Les perspectives
 - Perspective éclatée...
 - Prévention
 - Sécurité et hygiène
 - Casque
 - Chaussure
 - Ceinture....
 - Matériel du montage
 - Clés
 - Boulons etc.
- Réaliser et monter une petite charpente en atelier

Méthodes pédagogiques :

Aides pédagogiques :

- Voir module : n°2 et 19
 - REPRESENTATION DE PIÈCES ET D’ENSEMBLE EN DESSIN INDUSTRIEL
 - CONCEPTION, RÉALISATION DES PLANS D’UN OUVRAGE INDUSTRIEL EN CHARPENTE METALLIQUE AVEC NOTES DE CALCUL.

Ouvrages Supports :

Classeur support :

Exercices :

- Exercices inclus aux chapitres

Evaluation :

EXERCICE

AUVENTS EN CORNIERES

INSTRUCTIONS

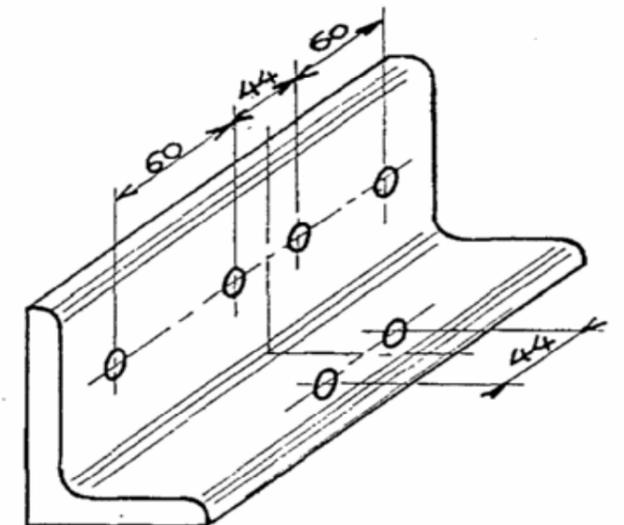
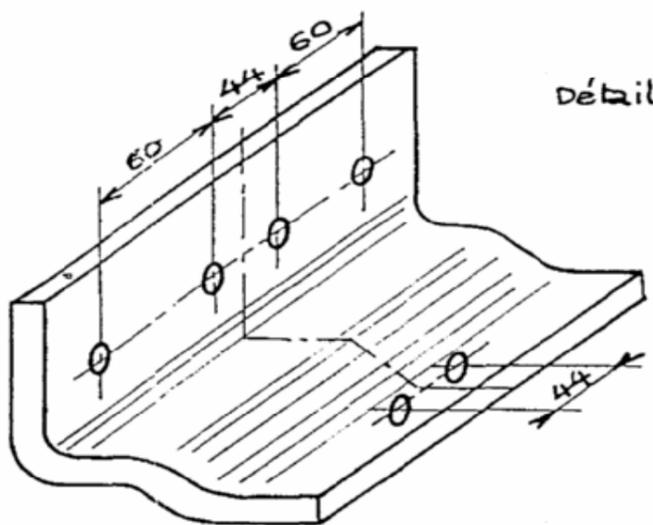
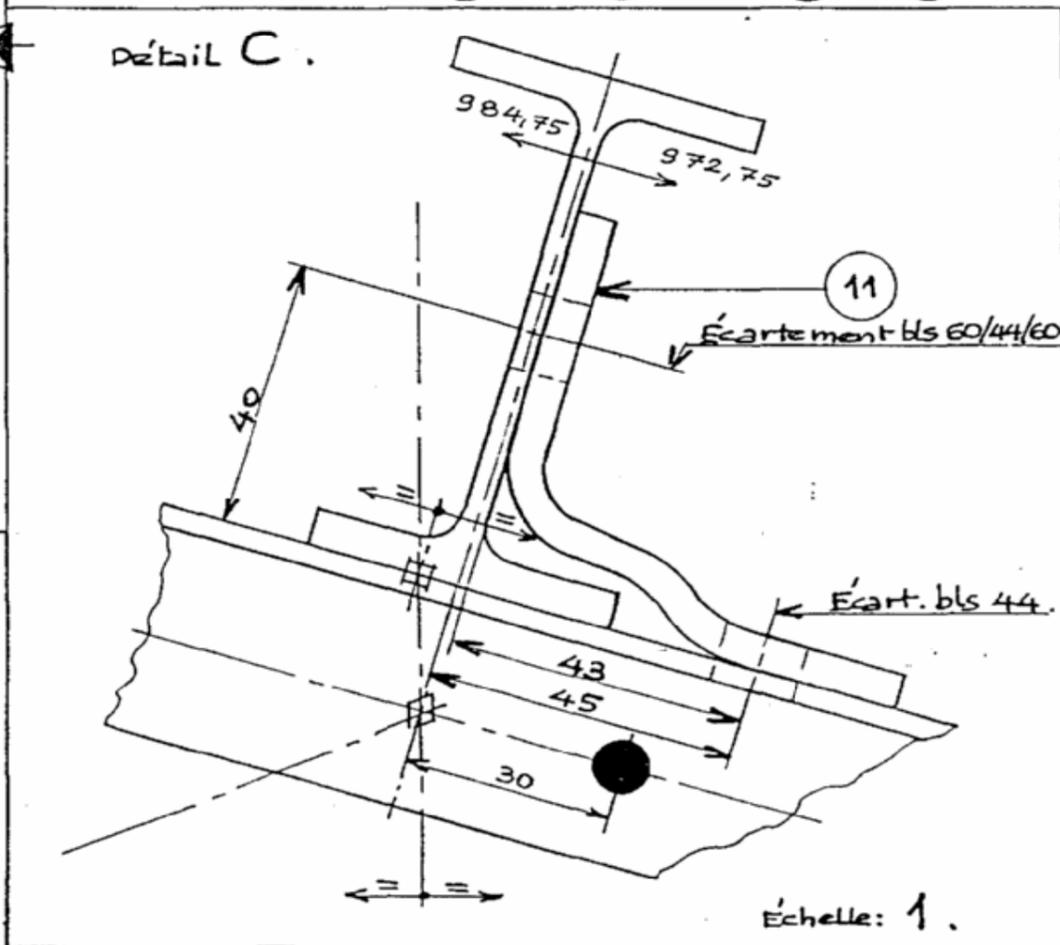
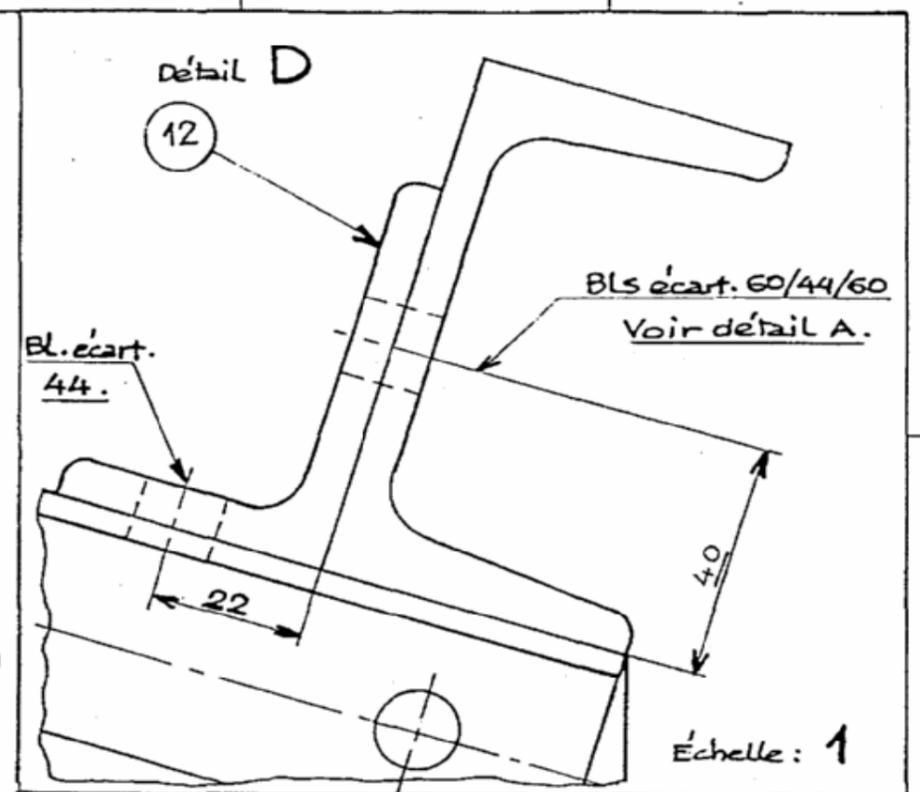
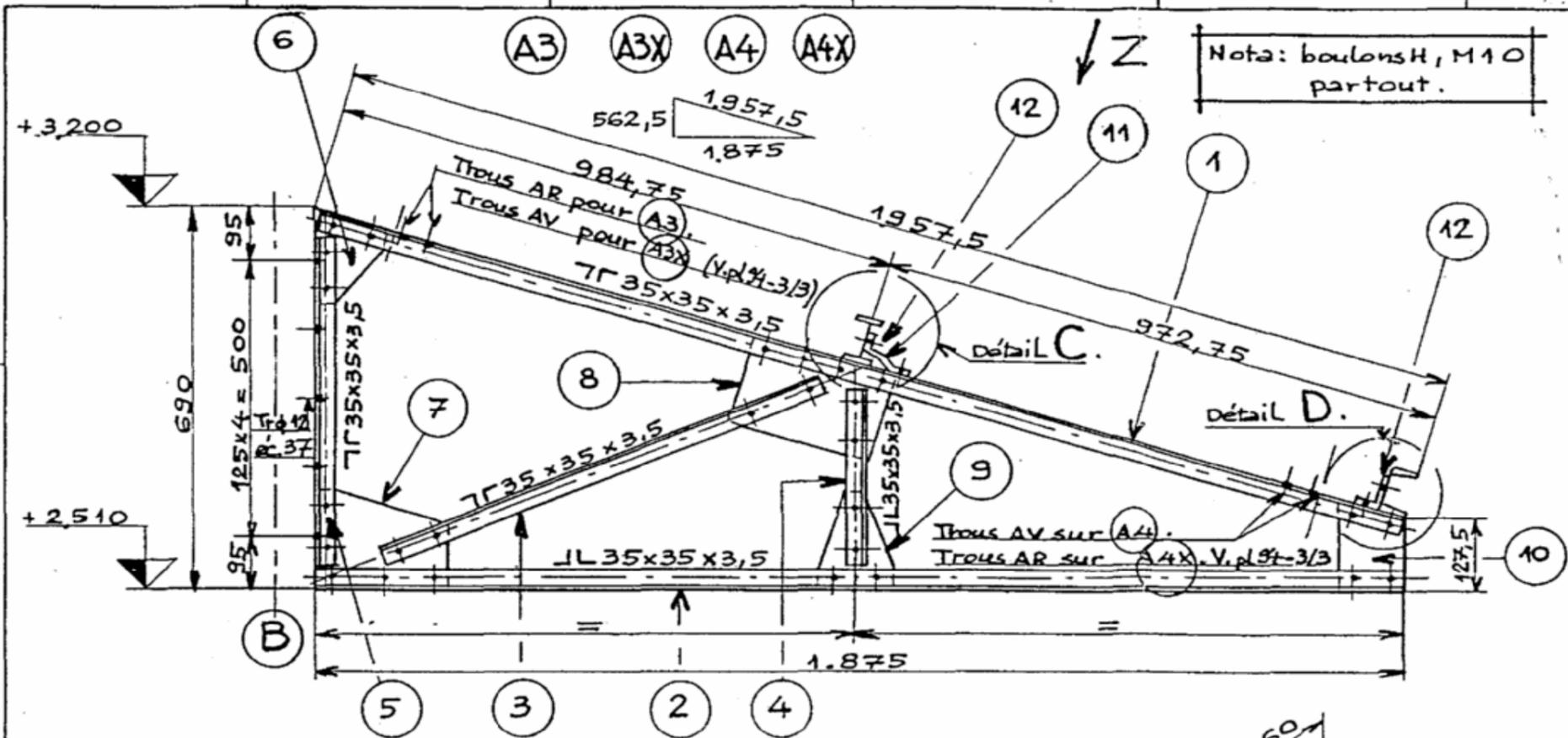
POUR LE FORMATEUR :

- Utilisation des profilés – Dénomination - Normalisation
- Moyens de débit
- Types d'assemblages
- Jeu fonctionnelle

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Suivre les instructions de votre formateur

NOTA : Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

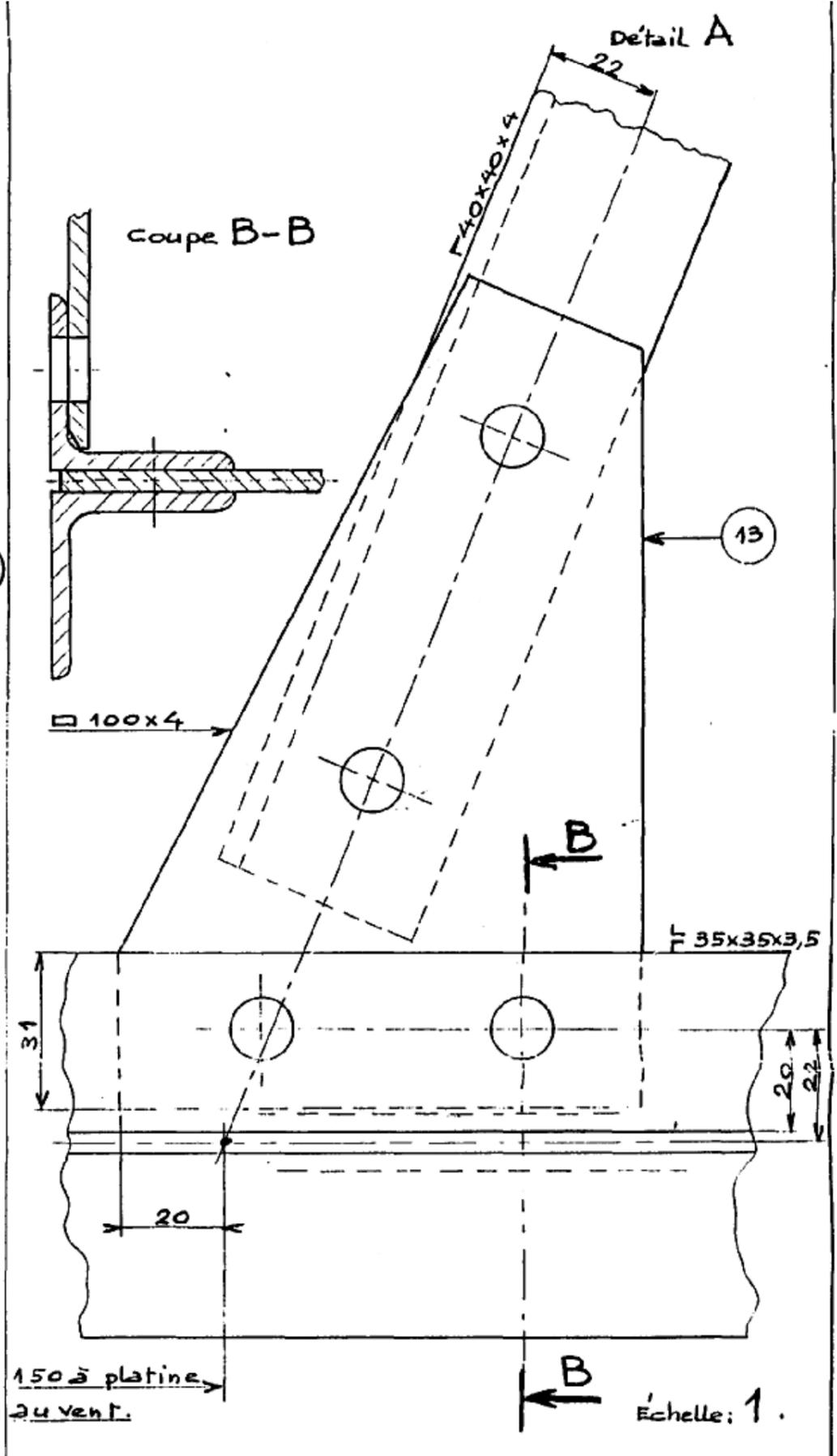
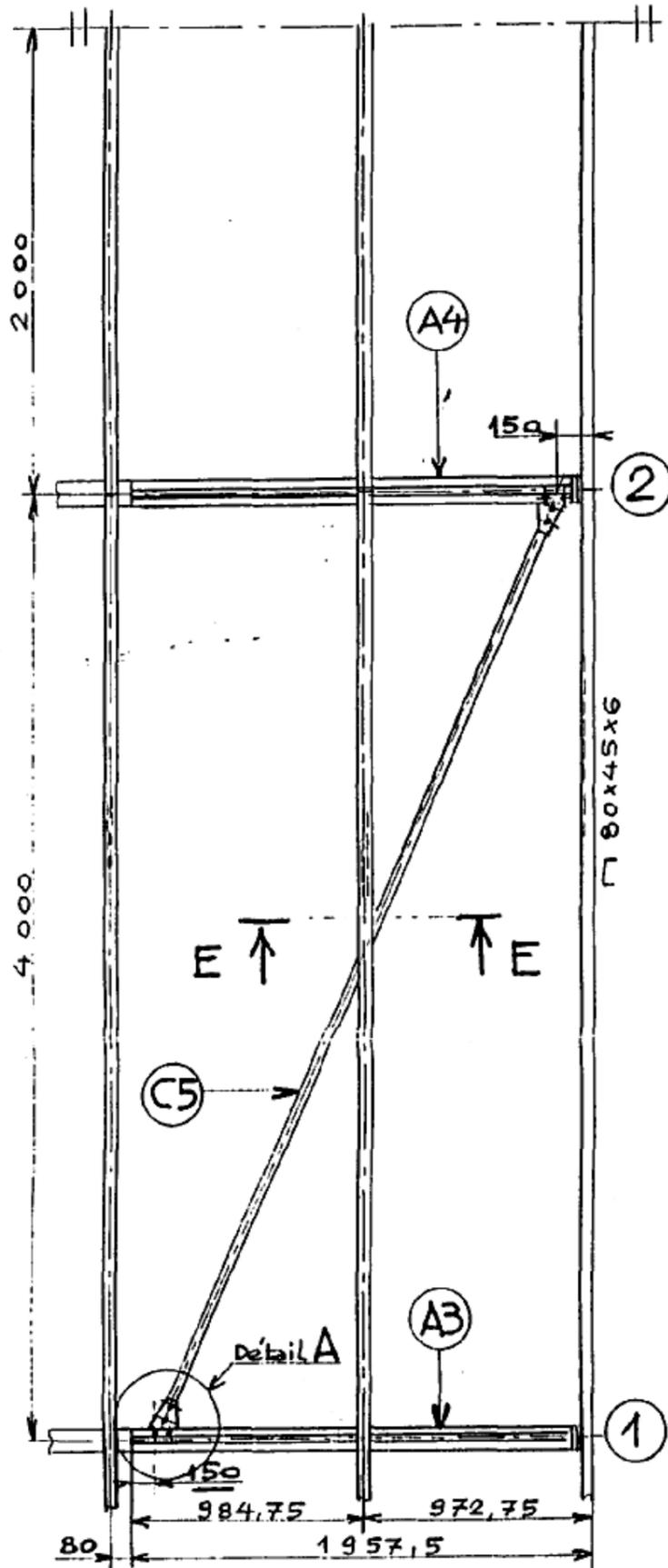


A4X	Auvent en cornières.	1	"		Construction boulonnée
A4	"	1	"		"
A3X	"	1	"		"
A3	Auvent en cornières.	1	Acier E24.		Construction boulonnée
Rep.	Désignation	Nbre.	Matière	Débit	Observations
Echelle: 1/10				Temps:	Date:
AUVENTS EN CORNIÈRES.				Exécution par: CHARPENTE MÉTALLIQUE.	
Modif:	D	B	C	N° 94	
				f° 1/3	

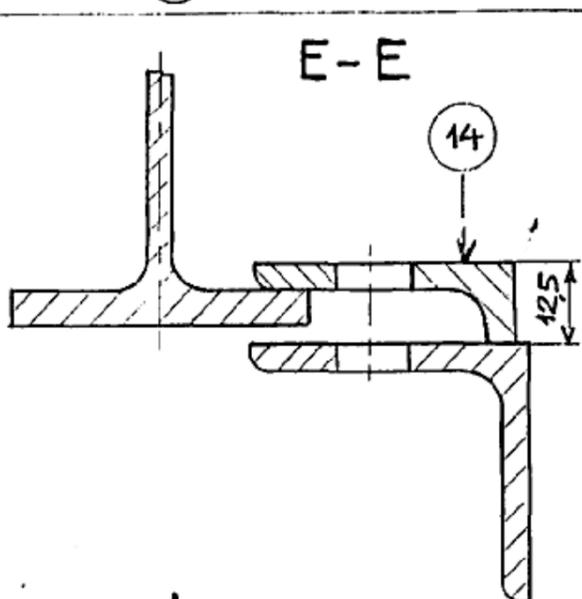
Feuille de débit

C6	L 40 x 40 x 4	1	S235		
C5	L 40 x 40 x 4	1	//		
14	L 40 x 40 x 4	1	//		
13	Gousset ép. :4	2	//		
12	L 60 x 40 x 5	1	//		
11	Profil D 17935	1	//		
10	Gousset ép. :4	1	//		
9	//	1	//		
8	//	1	//		
7	//	1	//		
6	Gousset ép. :4	1	//		
5	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
4	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
3	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
2	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
1	L 35 x 35 x 3,5	2	S235		
Rep	Désignation	Nbre	matière	Débit	Observations
Auvent en cornière et contreventement C5-C6					

vue Z



(B)



Nota: Boulons H, M10 partout.

Rep	Désignation	Nbre	Matériau	Débit	Observations
C6	Contreventement auvent en corn.	1	Acier E24	L40x40x4	sym 3 (C5). Voir pl. 1-14
C5	Contreventement auvent en corn.	1	Acier E24	L40x40x4	

Echelle: 1/25.

CONTREVENTEMENTS AUVENTS CORNIÈRES.

CHARPENTE MÉTALLIQUE.

N°94

1° 3/3

Échelle: 1

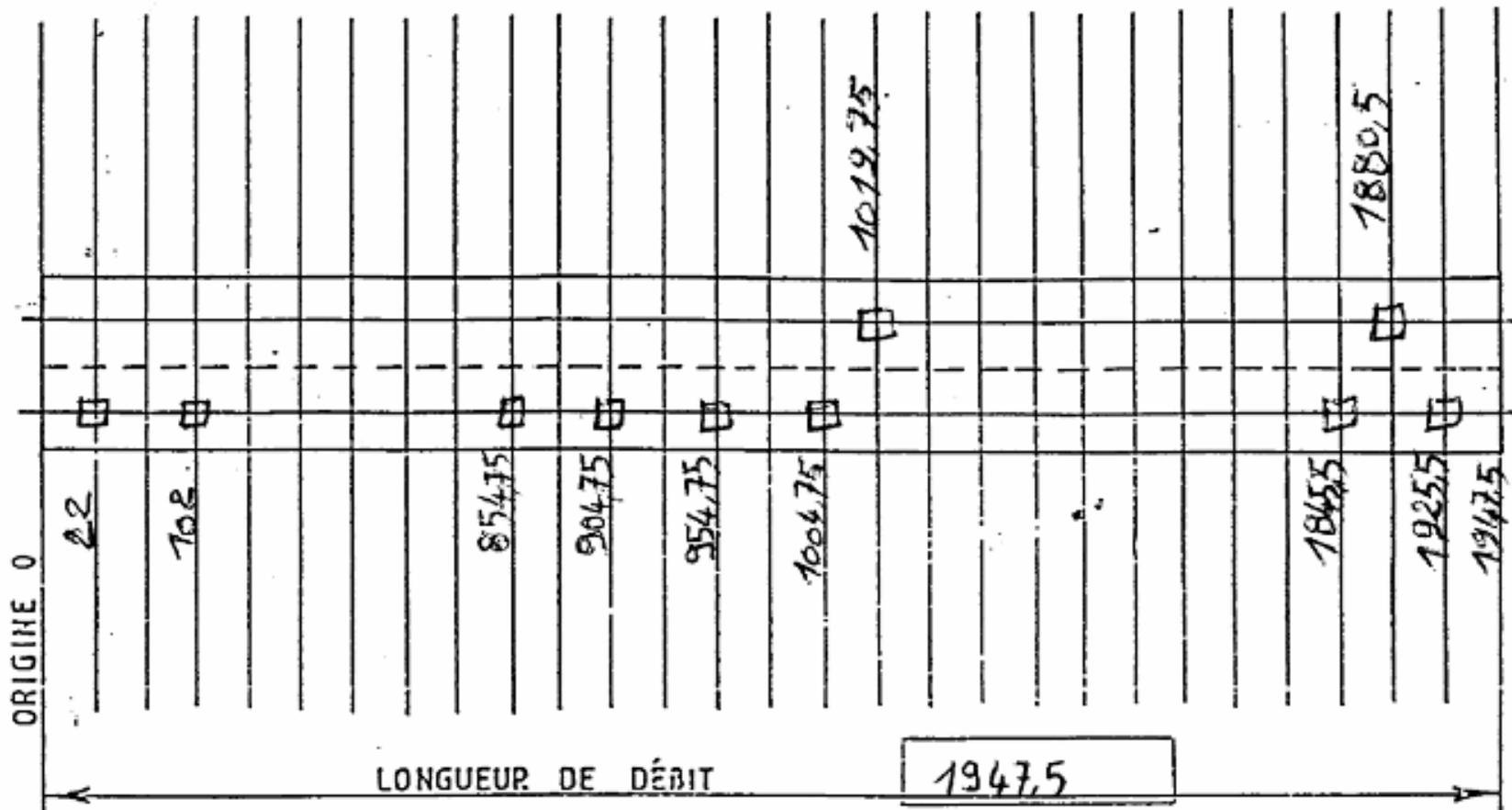
	N°94	01	02	L35x35x3,5	/	/	/												DIRE
N° de COMMANDE	PLAN	REPÈRE	NOMBRE	PR OFIL	DÉBIT	REPROPOINC	PERC.	GRUG	FRAIS	FORM	CHANF								ASST

K=20



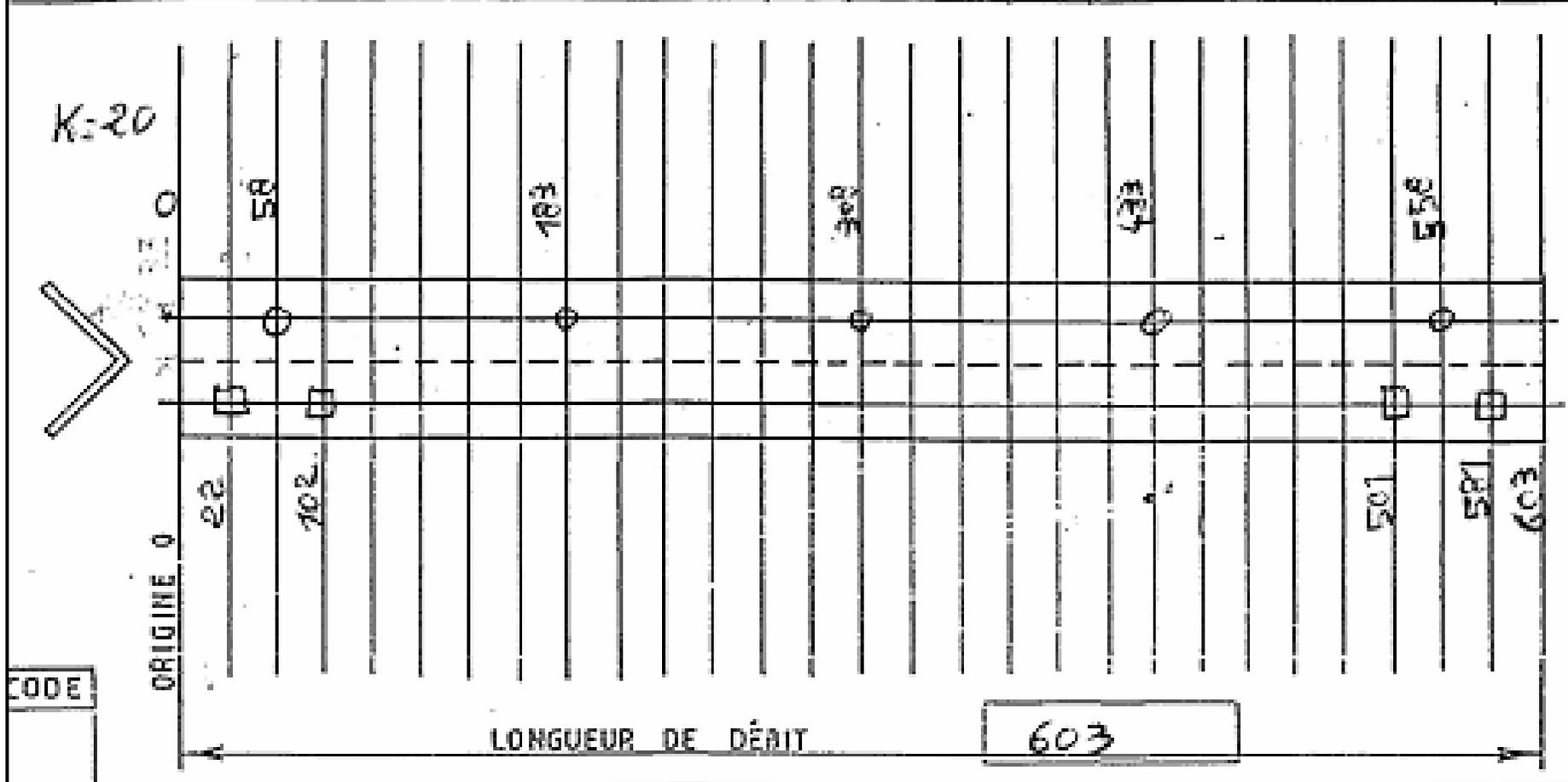
N° de C

CODE



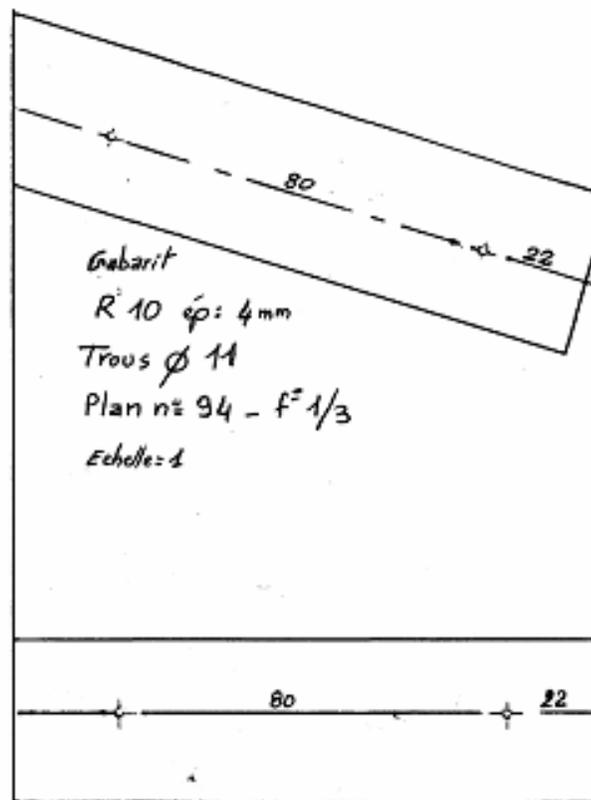
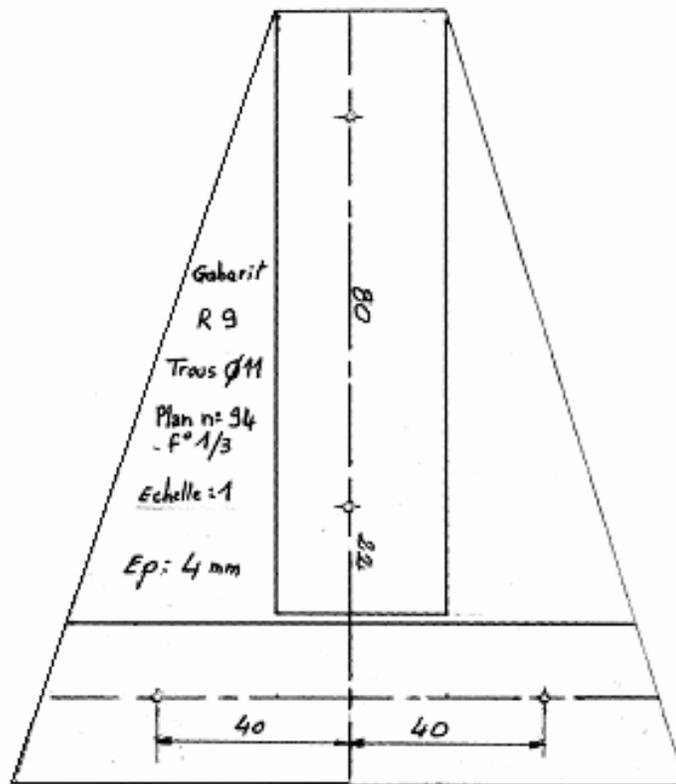
≠	⊙	⊕	□	○	△	=	V	△	W	□	D	⊗	D. G	PIÈCES S.C	PIÈCES G.
6	8	10	11	14	16	18	20	22	24	DROITE SEUL		DROITE ET GAUCH		SUIVANT CROQUIS	GAUCHE AU CRO

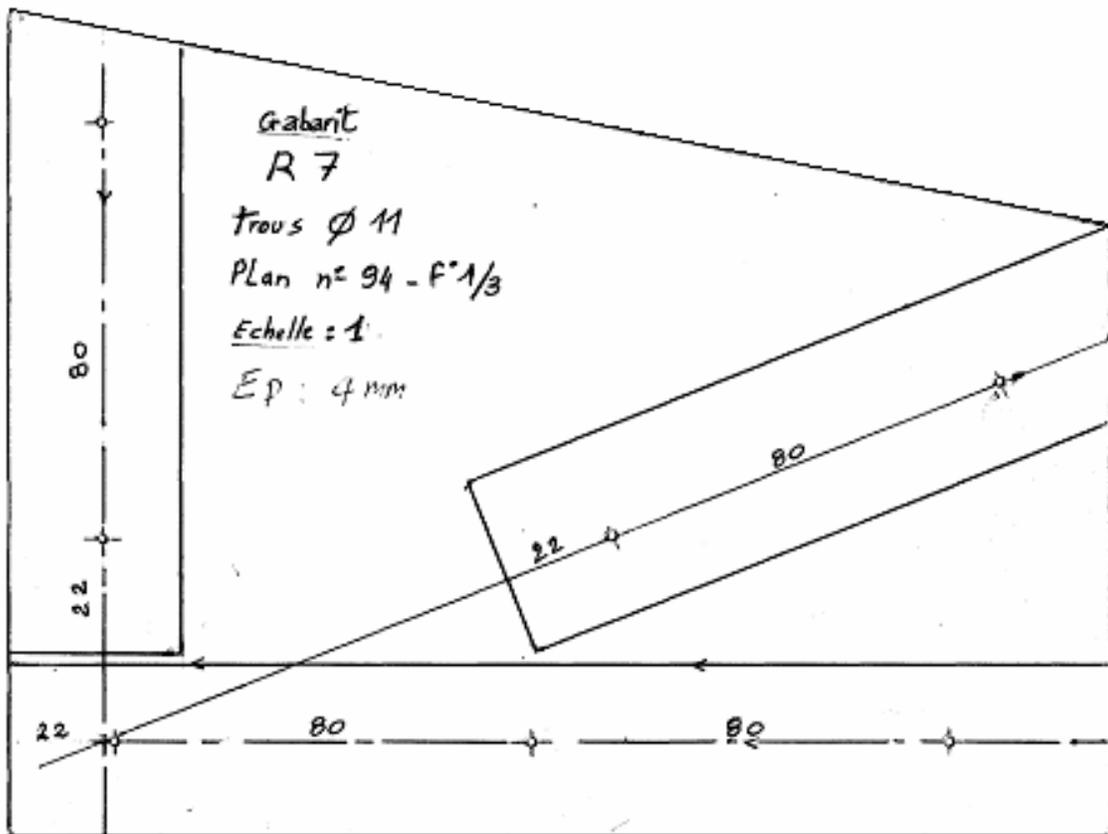
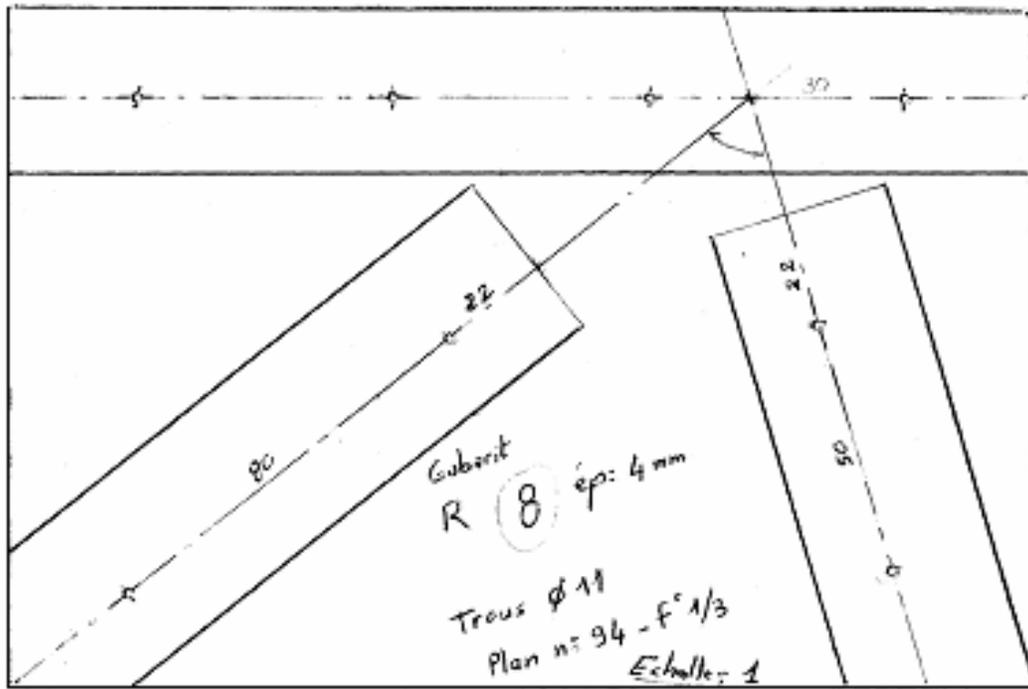
//	N°94	05	02	L 35x35x3.5	/	/	/											DIRE
COMMANDE	PLAN	REPERE	NOMBRE	PROFIL	DÉBIT	REPOINÇ	PERC.	GRUG.	FRAIS	FORM.	CHANF.							ASSI

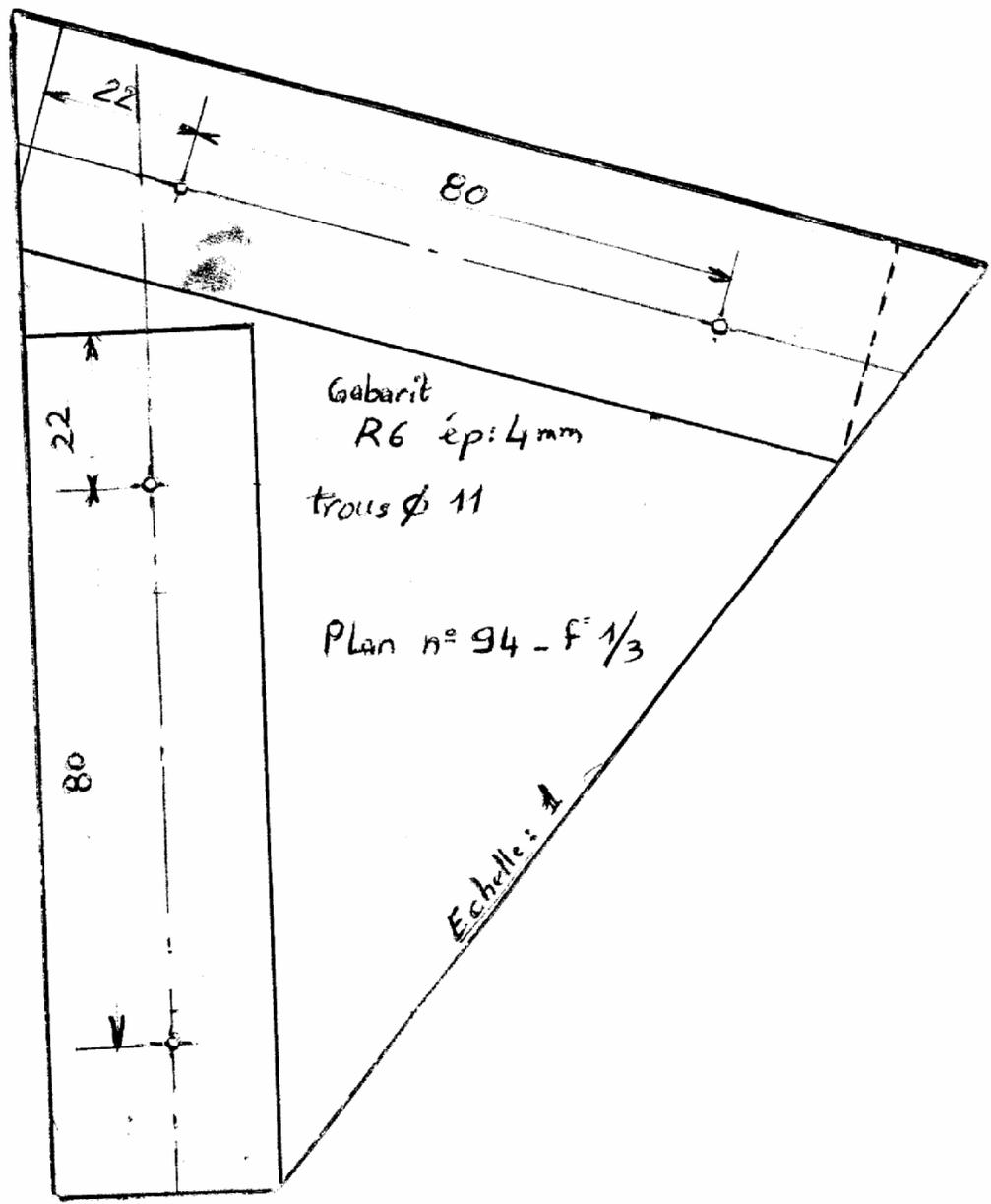


CODE																			
≠	⊙	⊕	□	○	△	=	V	△	W	□	○	⊗	D. G	PIÈCES S.C	PIÈCES G.				
6	8	10	11	12	16	18	20	22	24	DROITE SEUL		DROITE ET GAUCH		SUYVANT CROQUIS		GAUCHE AU CRO			

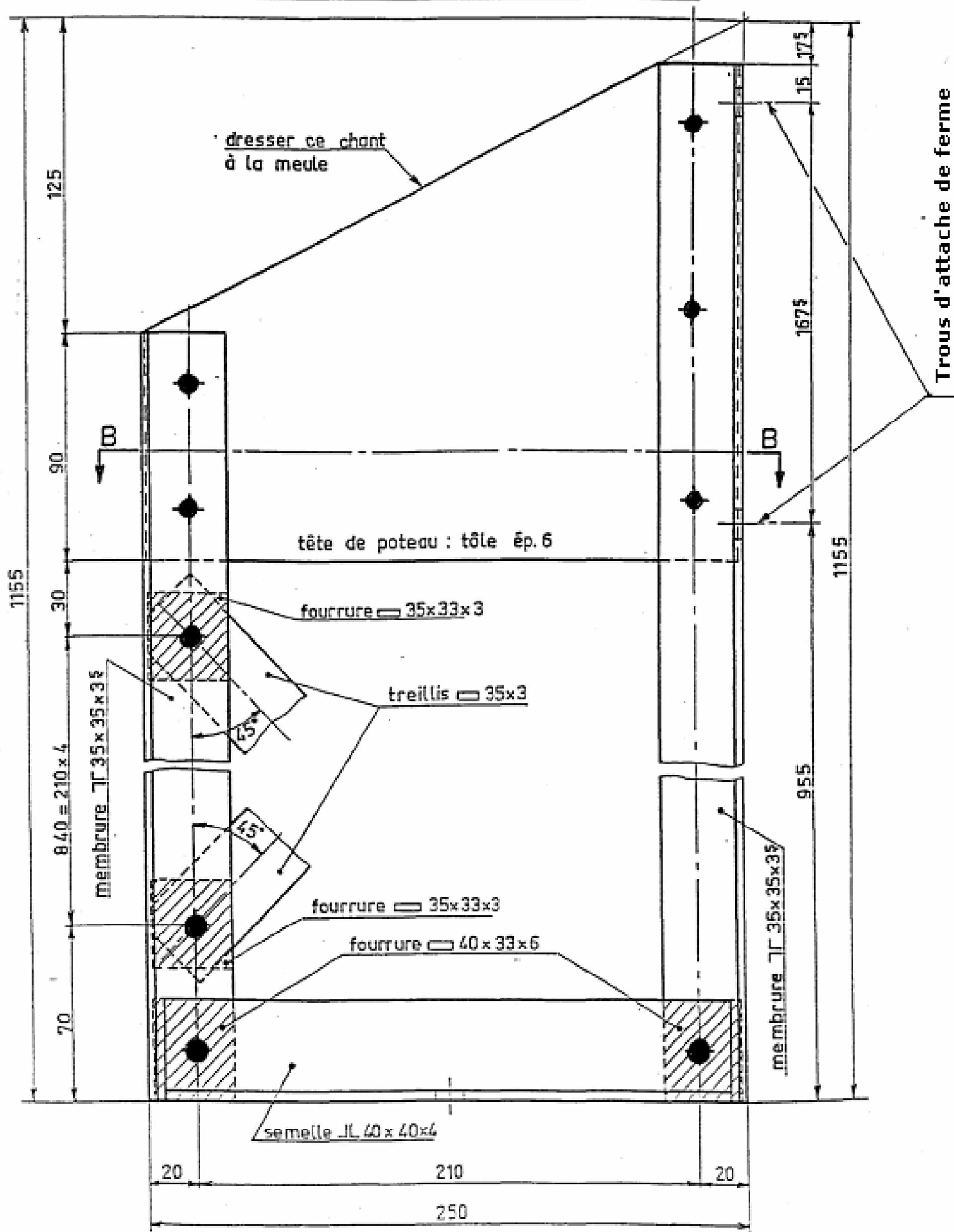
Goussets à réaliser sur tôle



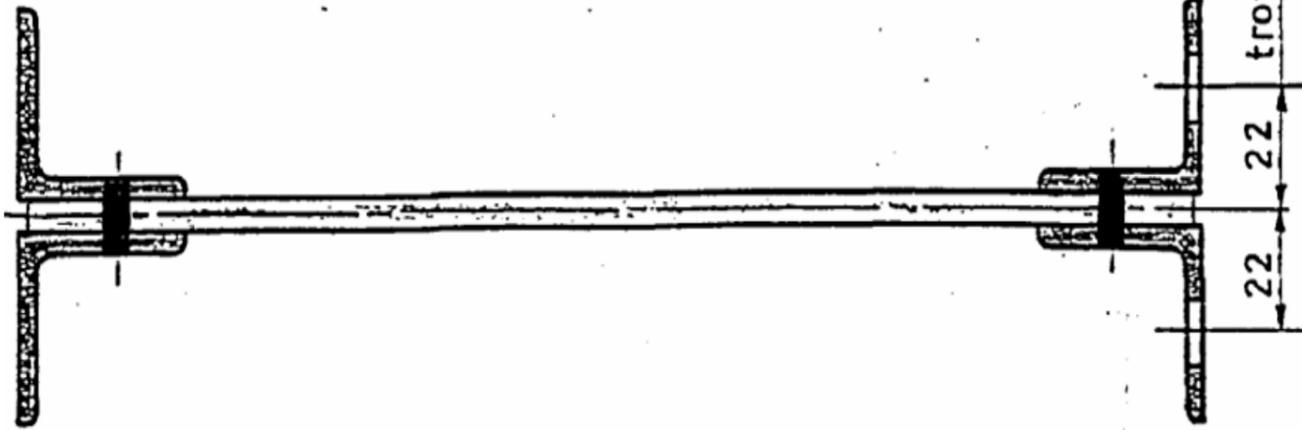




TETE et PIED de POTEAU (DETAILS)

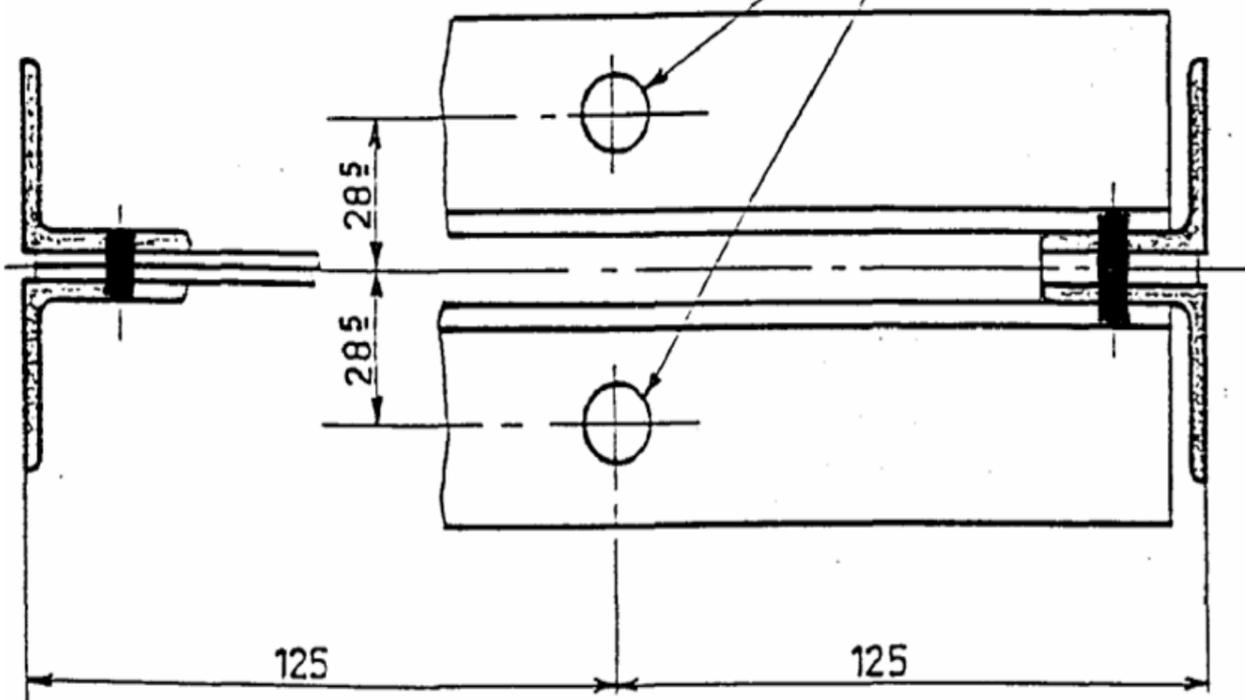


COUPE BB

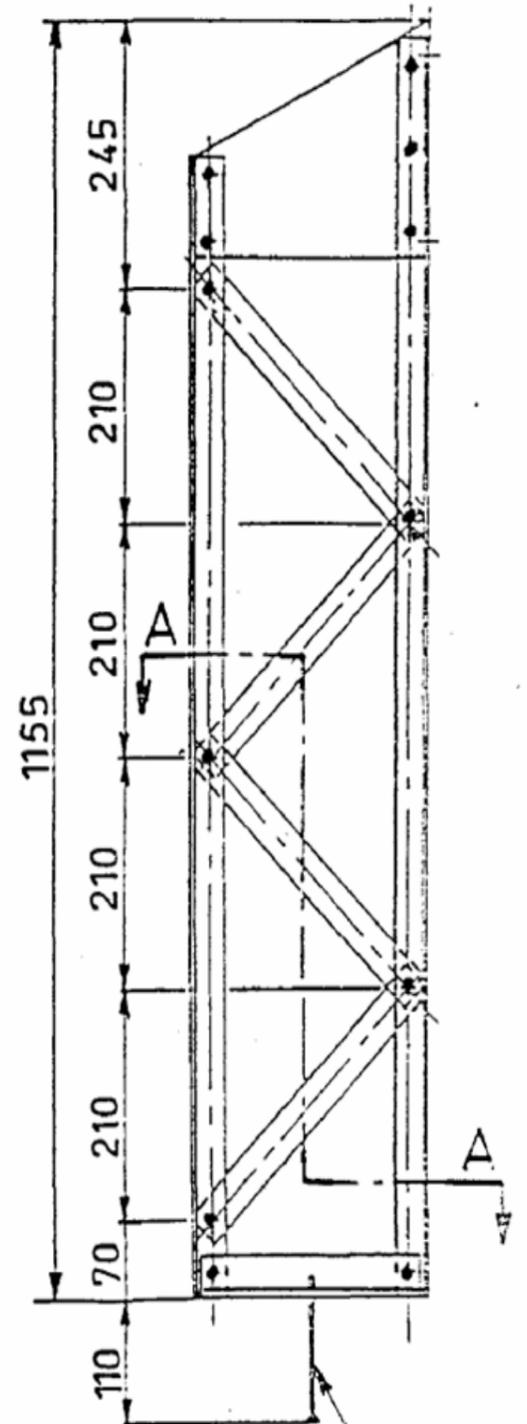


COUPE AA

trous Ø 14 pour tige
à scellement



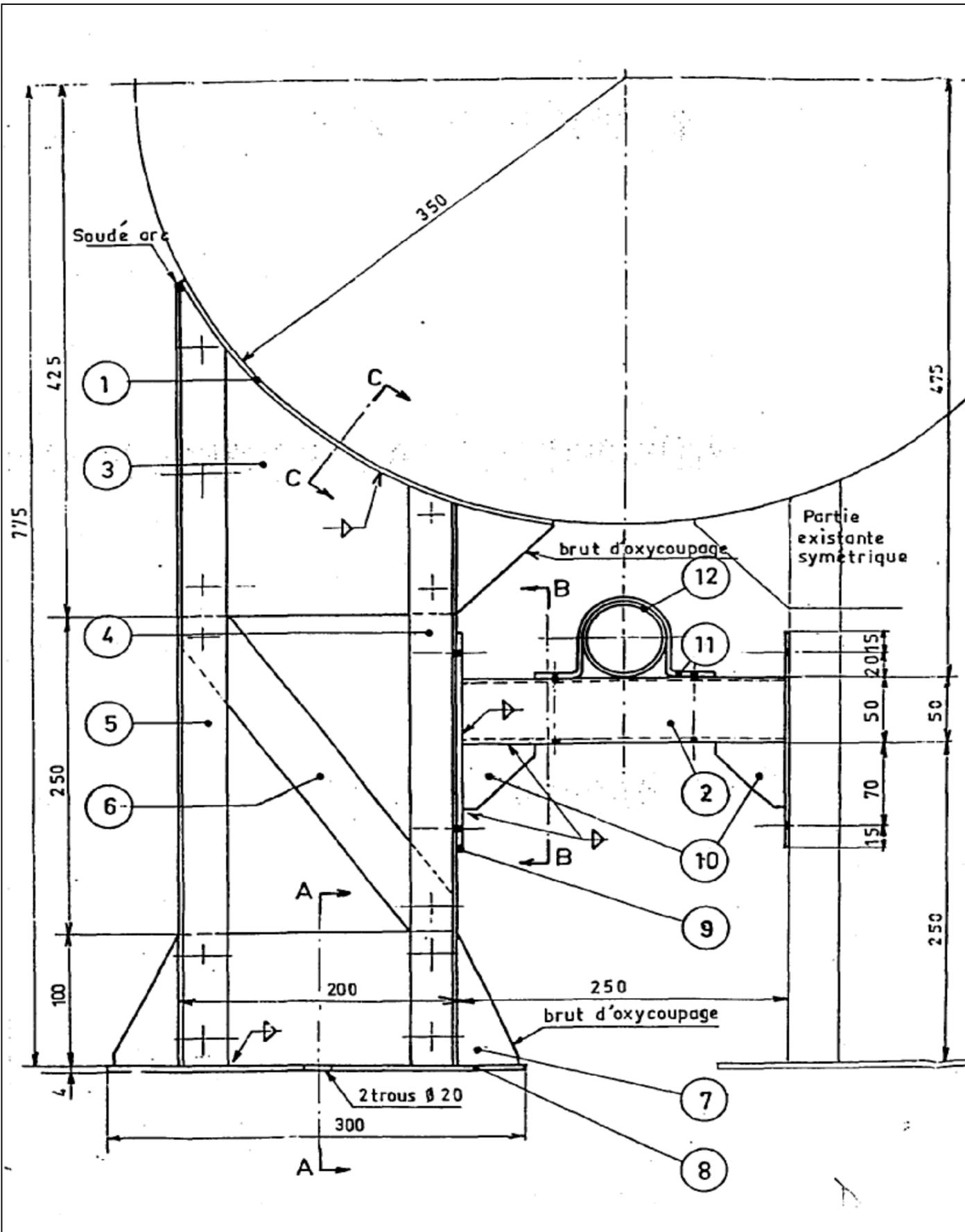
VUE D'ENSEMBLE



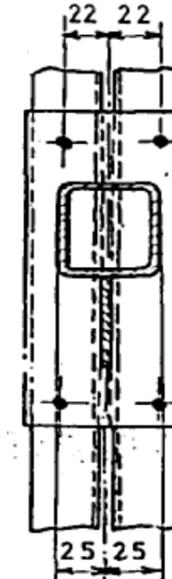
tige à scellement
Ø 12 filetée sur 25

- NOTA
- Les furrures sont représentées par des hachures
 - Respecter l'emplacement des trous d'attache de ferme
 - Rivets Ø 10 partout
 - Les treillis sont placés à 45°

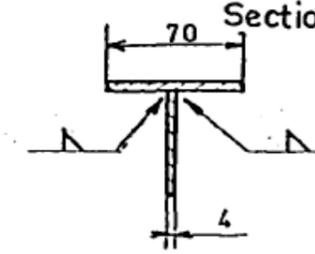
EXERCICE 4 : SUPPORT POUR CITERNE



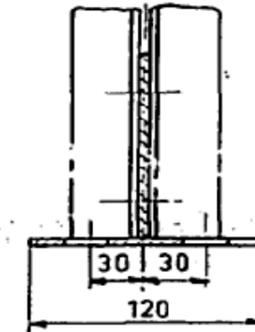
Coupe B B



Section C C

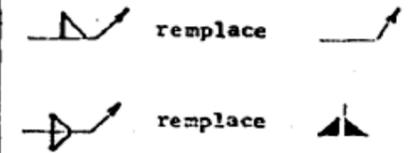


Coupe A A



Notation sur : 20
 Coefficient : 3
 Note élim. - de : 36/60
 proposé : 20 h
 alloué :
 Temps mini. :
 maxi. :
 moyen :
 Visa du Jury d'examen

nouvelles normes de soudage :



	Boulon H 8 . 20	4	"		
	Boulon H10.70	2	"		Pour traverse et collier
	boulon H 8 .25	11	"		
12	Tube	1	"	∅ 60,3x3,25 long.100	
11	Collier	1	"	Plat 40x3 long.300	Formé à froid
10	Gousset	2	"	Tôle 50x50x3	
9	Platine	2	"	Plat 80x4 long.360	
8	Semelle	1	"	Plat 120x4 long.300	
7	Gousset inférieur	1	"	Plat 100x4 long.300	boulonné sur montants . Soudé sur 8 .
6	Diagonale	1	"	plat 40x4 long.350	
5	Montant	1	"	L35x35 long.2250	Ailes grugées et ajustées sur le berceau
4	Montant	1	"		
3	Gousset supérieur	1	"	tôle 280x280x4	Oxycoupé
2	Traverse	1	"	tube carré de 50 ép;3,25 long;260	Soudé sur 9 et 10
1	Berceau	1	Acier doux	Plat 70x5 long.400	Cintré suivant épure
Rep	Désignations	Nbre	Matière	Débit	Observations
	CDC G M				Date:
	Ech: 0,3 (3/10)				Exécution par :
	SUPPORT POUR CITERNE				Plan N°:
	Temps alloué: 20 h.				f° 1/1
	Spécialité OPCM				

