



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

15574

DEVELOPPEMENT D'UNE UNITE DE PRODUCTION  
DE MOULES POUR PLASTIQUE AU SEIN DU CETIME

DP / TUN / 84 / 007  
REPUBLIQUE DE TUNISIE

RAPPORT FINAL

des travaux exécutés (du 8/10/84 au 15/02/86)

Etabli pour le gouvernement Tunisien  
Par l'Organisation des Nations Unies pour le  
développement industriel  
organisation chargée de l'exécution pour le compte  
du programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de PMP Conseil,

Sous traitant pour l'ONUDI sous le n° de contrat 84/68.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
1°) - AVANT - PROPOS .....	5
2°) - INTRODUCTION .....	7
3°) - PROGRAMME EFFECTUE :	11
. Les intervenants	
. Le programme ventilé	
. Les participants	
(mission et mission complémentaire) .....	
4°) - DEROULEMENT DE LA MISSION :	51
. Synthèse technique par thème	
. Action sur les procédures	
. Action sur les travaux en cours	
. Participation aux actions du CETIME	
. Mission complémentaire .....	
5°) - DOCUMENTATION .....	97
6°) - CONCLUSION .....	109
7°) - ANNEXES .....	111

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- une action d'assistance technique sur les travaux en cours au CETIME et qui a servi de base concrète d'application du savoir dispensé.
- une action sur des manifestations destinées aux industriels tunisiens et organisées par le CETIME notamment une participation à la foire de SFAX, un séminaire sur le traitement thermique des aciers le 16 Mai 1985 à SOUSSE et un très important séminaire sur l'injection des thermoplastiques les 8 et 9 Octobre à TUNIS.
- une action en FRANCE, à Lyon puisque PMP a accueilli en stage 3 membres du CETIME et organisé pour eux de nombreuses visites auprès d'industriels français du plastique.

La mission s'est déroulée dans des conditions tant matérielles qu'humaines très satisfaisantes et nous tenons à signaler la qualité des rapports que nous avons établi avec tous les membres du CETIME, l'assiduité et la volonté d'apprendre de tous les techniciens du Département Outillage.

Ceci se traduit aujourd'hui par de très gros progrès réalisés en un an, par également une capacité pour le CETIME d'aborder la réalisation d'outillages plus complexes, capacité d'autre part nécessaire devant le développement de la pièce technique plastique en Tunisie.

Notons que si beaucoup de moules ont pu être menés à bien au cours de la période cela est dû également au fait que PMP a régulièrement approvisionné le CETIME de tous les éléments standards d'outillages (bagues, colonnes, éjecteurs, vis, etc ...) très difficiles à trouver en Tunisie et qui sont facteurs considérables de retards possibles des livraisons d'outillages.

Nous avons tenu à ancrer profondément le savoir dispensé en donnant au CETIME les moyens d'assurer sa propre pérennité avec notamment :

- la dotation au CETIME d'une bibliothèque technique la plus actuelle et la plus complète qui soit (voir liste)
- en donnant à chaque participant et dans tous les services la copie complète de tous les cours enseignés, constituant ainsi pour chacun un véritable outil de travail de 300 à 1000 pages par personne selon les cas (documents spécifiques PMP).
- en constituant un outil pédagogique complet sur tous les sujets traités sous forme de cours ou transparents de rétro-projection.
- en dotant le CETIME d'un ensemble micro-informatique de logiciels techniques spécifiques au calcul des outillages et constituant un puissant ensemble de simulation et d'aide à la décision.

Résumons pour mémoire que :

- 40 membres du CETIME ont été concernés par notre action
  - 8 consultants de PMP ont exécuté cette mission dont 6 sur la zone projet
  - 10000 heures / stagiaire d'enseignement ont été dispensées
  - 15000 documents distribués aux participants
  - 6 logiciels micro-informatiques sont opérationnels sur IBM PC XT.

Devant la qualité du service rendu par PMP auprès du D.O. de Sousse, les responsables du CETIME ont demandé à l'ONUDI un prolongement de mission de 12 semaines hommes qui a été accordé et qui s'est déroulé à partir du 1/11/85. Le compte rendu de ce prolongement de mission est annexé au présent rapport.

### 3. PROGRAMME EFFECTUE

#### 3.1. Les intervenants EXPERTS de PMP

Sont intervenus successivement pour exécuter la mission et conformément au contrat initial :

- . Monsieur Jean-Marc MAUCOTEL :  
Consultant principal et chef de projet
- . Monsieur Jean-Yves LAIGNEL
- . Monsieur Jean-François BLEICHER
- . Monsieur Michel SOULAGE
- . Monsieur François BOULAY
- . Monsieur Michel BARON

Mademoiselle COLLIER, Mademoiselle MICHEL, Monsieur Alain SEYMARC et Monsieur Eric GARNIER ont assuré en France toute la logistique du projet ainsi que la prise en charge des stagiaires.

#### 3.2. Déroulement de la mission

Nous reproduisons ici le programme d'acquisition de connaissances tel qu'il s'est déroulé en regroupant les périodes concernées par thèmes.

Le programme tient compte globalement de la chronologie des événements et comme notre action s'est toujours déroulée par modules d'une semaine (six journées actives du lundi au samedi compris) le temps est ramené à la semaine citée par son numéro dans l'année étant posé que la semaine n° 41/84 est celle du 8 au 13 Octobre 1984 et que la semaine 2/85 est celle du 7 au 12 Janvier 1985.

##### 3.2.1. Calendrier et programme

###### A) Préparation de la mission

Semaines n°	38/84	
	39/84	à Lyon
	40/84	
	41/84	sur zone projet

###### A Lyon :

Préparation des documents nécessaires à la mission, mise au point du programme de formation, préparation de tous les documents pédagogiques. Fabrication des rétro-films, duplication de la bibliothèque et diverses recherches documentaires,

###### Sur zone projet :

Présentation de l'ensemble des consultants aux responsables du CETME, mise en place matérielle.

Examen approfondi de la situation du Département Outillage, définition précise des objectifs.  
Prise de contact avec tous les participants.

## B) Connaissance des plastiques et des moyens de transformation

Cette phase a permis au personnel du CETIME :

- . de mieux connaître les propriétés, applications des matières plastiques
- . de situer chaque technique de transformation dans son principe, ses contraintes, ses avantages, ses investissements
- . d'être capable en fonction d'une application donnée d'optimiser la relation - matière - technique.

B.1) Introduction et buts de cette connaissance

B.2) L'industrie des matières plastiques

- . historique et évolution des plastiques
- . situation économique
- . facteurs de développement

B.3) Les matières plastiques

B.3.1) Connaissances générales des produits

- . origine
- . production des polymères :
  - polymérisation
  - polycondensation
  - polyaddition
 pour ces modes d'obtention, nous avons étudié :
  - principe
  - structures obtenues
  - familles concernées
- . classement des polymères :
  - thermoplastiques
  - thermodurcissables
  - élastomères
- . structure des polymères :
  - amorphe
  - cristalline
- . caractéristiques générales des polymères :
  - o étude comparative de chaque famille de produits selon :
    - . la structure
    - . mise en oeuvre
    - . caractéristiques d'utilisation
    - . incidence de la structure sur les propriétés

Nous avons pu à cette occasion définir un certain nombre de grandeurs mesurables qui permettent de classer les produits ainsi que les essais réalisés sur les matériaux.

- ▷ amélioration des caractéristiques des polymères :
  - . les différents types d'adjuvants et additifs
  - . leurs rôles

#### B.3.2) Etude de fiches techniques de produits :

Elles ont répondu au schéma suivant :

- origine - structure
- caractéristiques (avantages - limites d'emploi)
- applications (actuelles et en développement)
- noms commerciaux - prix

On examinera :

- les thermoplastiques :  
polyoléfines, styréniques, vinyliques, cellulosiques PMM, polycarbonates, polyamides, POM, PPO, polymères fluorés, polysulfones
- les thermodurcissables :  
phénoplastes, aminoplastes, résines polyesters, époxydes, les mousses, les élastomères.

Ces différentes familles ont été abordées en fonction des principales applications dans l'industrie tunisienne.

#### B.4) Les techniques de transformation

Mise en oeuvre des thermoplastiques :

- . injection
- . extrusion
- . corps creux
- . thermoformage
- . techniques annexes (calandrage, coulée, enduction)

Mise en oeuvre des thermodurcissables :

- . la compression
- . la compression transfert
- . l'injection

Transformation des semi-produits :

- . usinage
- . assemblage (soudage, collage, vissage ...)

Décoration :

- . impression
- . métallisation

Pour ces techniques on examinera : principe, avantages et inconvénients, possibilités et limites, orientations nouvelles.

#### B.5 ) Choix du matériau et d'une technique :

- analyse des paramètres liés à la fonction des produits obtenus : contraintes mécaniques, thermiques, chimiques, esthétiques, durée de vie.
- paramètres économiques (prix matière, investissement matériel, cadences)
- études de cas

Périodes : semaines n° 45b/84, 48/84, 16b/85, 23b/85, 27/85  
37/85

## C) Conception des pièces

### C.1) Les essais sur les matières plastiques :

Ce chapitre a eu pour but de mieux faire apprécier les propriétés des matières plastiques à travers la connaissance des essais réalisés, des publications des fournisseurs de matière et l'exploitation de ces données en conception de pièces.

- Essais mécaniques :
  - . traction, flexion, compression
  - . choc
  - . utilisation des essais (modules de cisaillement, d'élasticité, fluage)
- Essais thermiques :
  - . ramollissement sous charge
  - . résistance au feu
  - . résistance chimique, etc ...

### C.2) Conception d'une pièce en plastique :

- a) Les paramètres de moulage et leur influence sur les propriétés des pièces .
- b) Règles générales de conception d'une pièce :
  - analyse du projet
  - détail du cahier des charges
  - analyse de la valeur (rappels succints)
  - choix d'un matériau
  - détails de conception : nervures, bossages, rainures, trous, surmoulage, inserts, épaisseurs, dépouilles, retrait.
- c) Calculs simples d'éléments de pièce plastique :
  - palier
  - lame de flexion
  - engrenages
  - parties soumises au fluageApplications numériques

Périodes : semaines n° 6/85 et 28/85.

## D) Conception des outillages

### D.1) Rôle et fonctions d'un moule d'injection :

- étude du cycle d'injection
- les facteurs de moulage :
  - . température matière
  - . température moule
  - . pression d'injection
  - . vitesse d'injection
- environnement du moule :
  - . pièce
  - . presse
  - . matière
  - . main d'oeuvre
  - . accessoires disponibles

- plan d'étude de moulage :
  - . nomenclature du moule
  - . choix de la position du plan de joint
  - . détermination du nombre d'empreintes
  - . classification des outillages
- procédés de fabrication des outillages :
  - . les matériaux utilisés (aciers, ...)
  - . moules prototypes

#### D.2) Réalisation du système d'alimentation :

- choix du procédé d'injection
- description du système d'alimentation
- étude des principaux systèmes existants :
  - . alimentation simple : avec déchet (carotte directe) sans déchet (carotte chaude, buse directe)
  - . alimentation multiple : avec déchet --- étude et dimensionnement des canaux et seuils d'alimentation - types d'attaque - moule 3 plaques sans déchet --- moule à canaux chauds, moule à canaux isolés, systèmes standards

#### D.3) Le démoulage des pièces :

- choix des points d'injection
- forces de démoulage
- conception technologique des systèmes de démoulage

#### D.4) Le retrait :

- aspect thermique et causes
- aspect pratique
- déformation et tolérances

#### D.5) Conception mécanique des outillages liée à la forme de l'empreinte :

- moule simple
- moule de conception particulière :
  - . à coquilles
  - . à dévissage
  - . asservissements
  - . à double étages, etc ...

#### D.6) Centrage et guidage des outillages

Périodes : semaines n° 46b/84, 51/84, 3/85, 26/85 et 28/85

### E) Optimisation rhéologique et thermique des outillages

#### E.1) Les règles fondamentales d'écoulement des matières thermoplastiques :

- structure et morphologie des polymères
- les types d'écoulement
- écoulement de cisaillement simple
- la viscosité et l'influence des paramètres de moulage
- les modèles analogiques

- E.2) Etude des phénomènes liés aux conditions de remplissage d'un moule :
- les phénomènes d'échange thermique au cours du remplissage
  - les épaisseurs de gaine solide
  - les pertes de charge
- E.3) Application numérique :
- les géométries équivalentes utilisées
  - préparation au calcul
  - optimisation des facteurs de remplissage dans une section
- E.4) Les systèmes informatiques utilisés :
- l'apport de la micro-informatique
  - caractéristiques générales des principaux systèmes, les méthodes utilisées
  - présentation des systèmes actuels en mode local, en télé-traitement
  - exemple pratique
- E.5) Intérêt des études thermiques des moules :
- coût et qualité des produits
  - influence de la température du moule et de la matière sur la qualité des pièces
  - les paramètres de moulage
- E.6) Grandeurs thermodynamiques, paramètres liés aux échanges thermiques :
- variables et fonction d'état (diagramme PVT)
  - chaleur spécifique et enthalpie - Définition, utilisation
  - conductibilité et diffusivité thermiques
- E.7) Détermination du temps de refroidissement d'une pièce :
- méthode de calcul
  - exemple numérique
  - extension à des géométries diverses
  - influence des différents paramètres sur le temps de cycle
  - utilisation de la micro-informatique
- E.8) Le système de régulation thermique :
- présentation du problème. Bilan thermique d'un outillage
  - calcul et dimensionnement du circuit de régulation (diamètre canaux, longueurs, entraxes, etc...)
  - choix de la position des canaux de refroidissement
  - les solutions technologiques évoluées
    - études particulières de quelques solutions de développement (tubes, transfert de chaleur, logiciels, etc ...)

E.9) Etude de " MICROPLAST " : logiciel de simulation par le calcul du remplissage d'un moule pour matières thermoplastiques. Logiciel développé par PMP et mis en place au CETIME sur IBM PC XT.

- étude de MICROPLAST
- préparation au calcul = découpage d'une pièce
- saisie des données
- lancement des calculs
- exploitation des résultats

Travaux pratiques sur moules en cours de réalisation au CETIME.

E.10) Etude de " THERM - MOULE " : logiciel de calcul complet du bilan thermique d'un outillage et de détermination de la position et des dimensions du système caloporteur développé par PMP et installé au CETIME sur IBM PC XT.

- étude de THERM - MOULE
- préparation au calcul
- saisie des données
- exploitation des résultats

Travaux pratiques sur moules du CETIME.

Périodes : semaines n° 7/85, 11/85, 13/85, 22/85, 24/85, 36/85 et 38/85

## F) Devis des pièces et des outillages

F.A) Etablissement du prix d'une pièce injectée :

1. Les éléments entrant dans la constitution du prix :
  - matière
  - machine
  - section
  - éléments de finition
  - assemblage
  - conditionnement
2. Typologie des pièces et des marchés
3. Méthode d'élaboration d'un prix :
  - les éléments liés à l'entreprise
  - les fichiers nécessaires
  - les éléments liés à la pièce :
    - . volume
    - . surface frontale
    - . cahier des charges
    - . calcul du temps de refroidissement
    - . calcul du cycle
  - les éléments liés au moule et à la série :
    - . nombre de pièces à fabriquer
    - . optimisation du nombre d'empreintes
    - . type d'injection
    - . taux de rebut
4. Etude pratique sur cas réel :
  - cas des intégrés ou des sous-traitants

## 1. AVANT PROPOS

Le présent rapport est le rapport final prévu dans le contrat 84/68 conclu entre l'ONUDI et PMP Conseil concernant la mise en place d'une unité de production de moules pour plastiques au sein du CETIME à SOUSSE en Tunisie.

Ce rapport ne peut être par définition qu'un faible moyen de refléter l'important travail développé depuis un an au sein du CETIME.

Devant la qualité des résultats obtenus, qu'il me soit permis ici de remercier tous ceux qui ont contribué à cette réussite et plus particulièrement :

- . les responsables de l'ONUDI à Vienne (Messieurs GARDELLIN, SEIDEL et Madame MUTHSAM)
- . les responsables du PNUD à Tunis (Monsieur TABARAH, Mesdames BAKOUR et ZAROUK)
- . les responsables du CETIME (Messieurs CHAOUCH, OUAZAA, GHERIANI et AMARI)
- . les cadres responsables du CETIME
- . les participants à toutes les actions menées par PMP
- . les industriels tunisiens que nous avons rencontrés

et enfin, les intervenants-experts de PMP ainsi que tout le personnel administratif qui a contribué à assurer la logistique de cette mission pour la compétence, le dévouement sans limite et le travail fourni pour que cette mission obtienne le résultat que nous allons constater aujourd'hui.

Le Responsable du Projet,

Jean-Marc MAUCOTEL

## 2. INTRODUCTION

La mission confiée par l'ONUDI à PMP s'est déroulée totalement selon le contrat initial prévu tant dans le programme suivi que dans les temps prévus et les résultats obtenus.

Elle s'est déroulée du 8 Octobre 1984 au 10 Octobre 1985 et du 1er Novembre 1985 au 15 Février 1986.

Pendant cette période, trois rapports d'activité intermédiaires ont été faits par PMP au 01/12/84, au 01/03/85 et au 01/07/85. Ces rapports ont fait part d'une manière très détaillée des résultats obtenus au fur et à mesure des travaux.

Le présent rapport final reprend d'une manière plus condensée la synthèse totale des activités déployées et comporte des annexes techniques quant au contenu de certaines actions.

Les résultats obtenus suite aux activités exercées pendant la période considérée sont conformes aux résultats attendus dans les termes de référence du contrat conclu entre l'ONUDI et PMP.

Dans certains domaines, l'activité de PMP est allée bien au-delà même des prévisions ainsi qu'en témoigne le présent rapport.

Les responsables du CETIME ont exprimé leur entière satisfaction sur le déroulement du projet, satisfaction confirmée par les responsables du PNUD à Tunis.

Cette satisfaction a donné lieu à une demande de complément de mission afin d'aller encore plus loin dans certains domaines. Ce complément s'est déroulé du 1/11/85 au 15/02/86.

L'activité de PMP a touché tous les services du Département Outillage du CETIME. Rappelons que ce département existait avant notre arrivée mais fonctionnait avec beaucoup de difficultés quant à la qualité des moules réalisés, au rendement même de l'atelier (très peu de moules livrés et terminés), à la conception des outillages et d'une manière générale à l'assistance technique proposée à l'industrie tunisienne.

La mission de PMP a donc porté sur :

- une phase très importante d'acquisition de connaissances consistant sous forme de cours dispensé chaque jour par groupes de 5 à 10 personnes à donner à tous les bases essentielles de connaissance des matières plastiques, de conception des pièces, de conception des outillages, de réalisation des outillages, du traitement thermique des aciers ainsi que des essais de moulage et mise au point des outillages.
- une action sur les procédures même du CETIME afin de jeter les bases d'une méthodologie rationnelle d'approche du problème de réalisation d'un moule.
- une action documentaire importante, tant au niveau de la bibliothèque installée, des documents pédagogiques mis en place que de la documentation personnelle distribuée à chaque stagiaire.

F.B) Etablissement du prix d'un moule :

1. Les éléments constitutifs du prix d'un moule :
  - cahier des charges
  - marché potentiel
  - possibilités machines
2. Etude de la pièce :
  - caractéristiques et contraintes liées au cahier des charges
3. Pré-étude de moulage :
  - plan de joint
  - système d'injection
  - nombre d'empreintes
  - éjection
  - circuit de régulation
  - qualité des matériaux
  - qualité de l'exécution
4. Analyse du prix :
  - a) A partir d'un plan de pièce :
    - constitution d'un fichier de moules déjà réalisés
    - découpage des fonctions de l'outillage
    - estimation rapide d'un prix
  - b) A partir d'une pré-étude de moule :
    - décomposition du moule en éléments usinés
    - fournitures et éléments standards
    - analyse par élément des travaux à réaliser, affectation de "valeurs temps"
    - valorisation des temps par groupe d'usinage
    - estimation des délais
  - c) Applications micro-informatiques  
 Mise en place au CETIME sur micro-ordinateur de deux logiciels créés et développés par P4P  
DEVIS PIECE : logiciel de calcul complet du prix d'une pièce moulée et d'optimisation des choix techniques de moulage
    - . calcul du cycle
    - . calcul du nombre d'empreintes
    - . choix de la presse
    - . calcul de la gamme de devisDEVIS MOULE : logiciel d'établissement, par la méthode analytique du devis d'un outillage (plastique ou toile)
    - Mise en place de ces deux logiciels
    - mise en place d'une banque de données matières et presses
    - Etude et mise en place de "tables de valeurs temps" propres au CETIME et destinées au calcul rapide des temps d'usinage d'éléments d'outillages.
    - Travaux pratiques avec ces logiciels sur moules et pièces en cours au CETIME.

Périodes : semaines n° 4/85, 8/85 et 19/85

## G) Réglage des presses à injecter

- a) Etude des presses à injecter :
- . les différentes fonctions de la presse :
    - fonction fermeture : les éléments, force de fermeture, surface frontale
    - fonction plastification : conception des éléments du système de plastification, volume injectable, diamètre vis
  - . les appareils annexes de la presse :
    - stabilisateur de température moule
    - étuves
    - broyeurs
- b) Réalisation pratique de la production sur une presse à injecter :
1. Préparation avant intervention sur la presse :
    - le rôle du régleur dans :
      - . organisation du travail suivant programme fixé
      - . connaissance de la fiche de fabrication (pièce demandée et quantité)
      - . préparation du matériel nécessaire (l'outillage et sa manutention)
      - . préparation de la matière (approvisionnement, étuvage)
  2. Mise en place de la nouvelle fabrication :
    - arrêt de la production précédente et organisation du poste de travail
    - démontage et vérification du moule de la fabrication précédente
    - la mise en place du nouveau moule

Examen de chaque opération en déterminant la méthode la plus favorable et les conséquences de cette phase sur la fabrication.
  3. Réglage de la presse et mise au point :
 

Influence des paramètres de réglages :

    - température
    - pression
    - vitesse
    - temps

En partant de défauts rencontrés sur les premières pièces, nous avons étudié comment doit-on affiner les différents réglages.

    - lancement de la fabrication
    - consignes à l'opérateur
  4. Interventions en cours de fabrication :
 

Etude des incidents pendant la fabrication :

    - nature des incidents sur : la pièce, le moule, la presse
    - possibilités de les éviter (entretiens préventifs)
    - les actions du régleur devant ces incidents
  5. Défauts sur les pièces : étude de cas :
 

En partant de pièces comportant des défauts, nous avons examiné les remèdes à envisager pour l'obtention d'une pièce correcte.

Périodes : semaines n° 2/85, 6/85, 10/85 et 31/85

## H) Formation des ajusteurs moulistes et préparateurs

Nous avons consacré une part importante de la mission à la formation des ajusteurs et plus généralement d'une partie du personnel d'atelier (machines spéciales)

Le contrat initial ne prévoyait que la formation des ajusteurs, il s'est avéré que le problème des ajusteurs était très lié au problème de l'usinage des pièces en amont, c'est pourquoi, nous sommes intervenus également sur la machine spéciale à commande numérique MIKRON.

### H.1) Formation à l'utilisation de la fraiseuse MIKRON TNC 135

- Présentation générale des possibilités de la machine
- Présentation et étude des accessoires et possibilités de ceux-ci
- différents modes de travail sur TNC 135
- prise des points de référence de la pièce (par rapport à la cotation des pièces en absolu et incrémental)
- préparation du travail en vue du passage sur machine
- analyse et conception du programme pièce en fonction des éléments suivants :
  - . nombre de pièces identiques
  - . famille de pièces identiques
  - . outillages concernés
- programmation de la TNC 135 avec application sur les pièces suivantes :
  - . déplacements en blocs de position
  - . définition des outils
  - . appel des outils
- correction des longueurs d'outils
- correction des rayons d'outils
- étude des cycles : perçage profond, fraisage de poche, rainurage, pole, coordonnées polaires, temporisation
- étude des sous programmes
- programmation avec les sous programmes des cycles
- exercice d'application sur pièces moule
- pointage, perçage, colonnage, fraisage

### H.2) Formation des ajusteurs à l'atelier

- exécution de rayons, chamfreins, (sur exercice)
- traçage de pièces (sur exercice)
- pointage, perçage, taraudage, lamage de trous de vis (sur exercice)
- pointage, perçage, alésage de trous d'éjecteurs de broches (sur exercice)
- pointage, perçage, taraudage de trous de régulation, réalisation de circuits
- ajustement de morceaux précis dans logement
- riflage sur parties moulantes (dégrossit de polissage)
- polissage stade 1. (création d'étalon pour le CETIME)
- polissage stade 2.

Mise au point d'un outillage neuf :

- . Moule à tiroir ou à coulisseau à partir d'une carcasse usinée :
  - ajustement de l'empreinte
  - réglage des glissières : mise en place  
rectification
  - ajustement des coquilles
  - ajustements des recentreurs
  - fermeture de l'outillage
  - réglage des plaquettes d'usure
  - réglage des coins
  - mise à longueur batterie d'éjection

H.3) Formation des préparateurs :

- principes généraux régissant la construction des pièces moulées
- étude de la dénomination des différentes parties du moule
- étude des éléments de guidage en vue des implantations dans l'outillage
- étude des éléments de centrage ou de recentrage
- adaptation des moules sur presse : notions de bridage
- étude des circuits de régulation
- lancement d'un moule (travaux pratiques sur moule simple)

- . étude du plan
- . étude des détails
- . repérage des points clefs
- . établissement de la gamme avec respect des impératifs techniques

Périodes : semaines n° 41/84, 42/84, 45a/84, 46a/84, 49a/84, 49b/84, 50/84, 3/85, 4/85, 16a/85, 17/85, 23a/85.

## I) Traitements thermiques

1. Etude des traitements suivants :

- trempe
- cementation
- recuit
- revenu
- nitruration
- chromage dur
- phosphatation

Mise au point de la procédure d'étalonnage des machines de dureté :

- rédaction de la procédure
- création d'un cahier de relevé d'étalonnage
- gestion des étalons de dureté

Mise en place de la procédure de mesure d'homogénéité des températures des fours de traitements thermiques (rédaction Mars 85)

- création d'un cahier de relevé d'étalonnage
- étalonnage du four de revenu n° 172 (dispersion de 40° C à 500° C sur 10 cm en arrière de la porte avant)

- révision du cours sur les mesures de dureté (précautions technologiques en vue d'éviter les erreurs de mesure)
- cours sur les cémentations :
  - . rappel sur la théorie de la diffusion
  - . cémentation par le carbone, carbonituration
  - . révision : les nitrurations : comparaisons entre la nitruration gazeuse à l'ammoniac et la nitruration ionique
  - . mise au point d'un schéma d'implantation d'un four-pot de nitruration gazeuse à l'ammoniac

Préparation de la journée "TRAITEMENT THERMIQUE" du 16/05/85

- répétition : mesure de l'homogénéité des fours de traitement thermique
- agencement des conférences avec Monsieur OUAZAA
- organisation pratique de la journée ;
  - . adaptation de la salle de conférences
  - . duplication sur transparents des textes
  - . visionnage des diapositives

Journée du CETIME sur le "TRAITEMENT THERMIQUE" à l'hôtel HANA BEACH de SOUSSE, 6 interventions de Michel BARON suivant le programme joint en annexe

Nombre de personnes présentes : 53 dont 42 industriels.

Rédaction des procédures :

- cahier des charges techniques d'achat de matériaux métalliques
- organisation du magasin "matériaux"

Commentaires et explications complémentaires à Messieurs AMARI et DHAMANI sur des achats - réception métallurgique des aciers - gestion de stocks - codification de classement.

Rédaction de la C.C. "CRITERES DE CHOIX des matériels de traitement pour outillage" :

- choix du vide pour l'austénitisation
- choix de la nitruration gazeuse
- définitions techniques d'un four sous vide pour haute température
- principes d'implantation du VIDE et de la nitruration dans un atelier de façonnage
- schéma d'une installation de nitruration gazeuse en four-pot

Rédaction d'une C.C. sur les huiles de trempes (recherche des caractéristiques physiques et de drasticité de l'huile RADULA 32 de AGIL, utilisée au D.O. de Sousse)

Périodes : semaines n° 11/85 et 20/85

## J) Extrusion des plastiques

- a) l'extrudeuse
  - . principe
  - . fonctionnement
  - . les vis
  - . les réducteurs
  - . les grilles
  - . conception des filières
- b) Extrusion soufflage
  - . conception des moules
  - . principaux principes employés
  - . mise en fabrication
- c) Extrusion de gaines
  - . conception d'une ligne d'extrusion de gaines
  - . mise en fabrication
  - . matières employées et développements
- d) Extrusion de tubes et profilés :
  - . conception d'une ligne d'extrusion de profilés
  - . conception des filières
  - . mise en fabrication
  - . produits employés

Période : semaines n° 16b/85, 29/85 et 30/85

## K) Transformation des thermodurcissables (et autres techniques)

- . rappel des matières thermodurcissables les plus employées :
  - . structure
  - . propriétés
  - . familles
- . principes de mise en oeuvre :
  - . basse pression
  - . moyenne pression
  - . haute pression
- . applications
- . défauts et remèdes

Période : semaine n° 23a/85

## L) Etablissement d'un standard technique moule

Afin de rationaliser et standardiser la conception des outillages au sein du CETIME, nous avons constitué avec le CETIME un recueil de standards portant aussi bien sur des éléments propres du moule que sur des éléments de liaison permettant l'adaptation plus aisée des moules sur presse à injecter.

Standards étudiés :

- . Nomenclature type et appellation de chaque composant d'un moule
- . décolleur d'ouverture
- . circuit de régulation
- . positionnement des anneaux
- . anneaux de levage

- . sondes et raccords
- . canaux d'injection
- . injection en tunnel et dimensions
- . arrache-carotte
- . doigts de démoulage
- . bille à ressort de coulisseaux
- . crochets d'ouverture
- . lateurs
- . repérage des empreintes
- queue d'éjection
- . brides de fixation
- . standards presses CETIME

Période : semaine n° 21/85

### 3.2.2. Séminaires organisés par le CETIME

Au cours de la période, nous avons préparé, organisé, animé en collaboration avec le CETIME deux séminaires très importants sur les thèmes suivants :

#### " TRAITEMENTS THERMIQUES "

qui s'est déroulé à Sousse le 16 Mai 1985 et qui a compté 53 participants dont plus de 40 industriels tunisiens.

Michel BARON, consultant PMP, est intervenu 6 fois au cours de ce séminaire (voir programme en annexes)

#### " INJECTION DES PLASTIQUES "

qui s'est déroulé à TUNIS les 8 et 9 Octobre 1985 et qui a compté une trentaine de participants.

Nous avons participé largement à la préparation de ce séminaire avec notamment la préparation des interventions de deux ingénieurs du CETIME, Jean-Marc MAUCOTEL, Chef de projet est intervenu 5 fois au cours de ces deux journées au cours desquelles les programmes micro-informatiques spécifiques plastiques du CETIME ont également été présentés.

Ce séminaire a été préparé au cours de la semaine 39/85 à Sousse.

### 3.2.3. Stages en France

Pendant la mission, 3 techniciens du CETIME ont été accueillis en stage afin de parfaire leur formation déjà amorcée sur la zone projet.

Les stagiaires ont été intégrés soit au propre bureau d'études de PMP, soit au sein de la société EPA à Lyon dirigée par Monsieur Alain SEYMARC. Des visites de sociétés françaises ont ponctué très largement ces stages qui ont été très bénéfiques pour les intéressés et donc pour le CETIME.

Il s'agit de Messieurs :

- . BOUJEBBA : venu les semaines 14, 15, 16 et 17/85
- . TELMOUDI : venu les semaines 19, 20, et 21/85
- . BOUGHATTAS : venu les semaines 22, 23, 24 et 25/85.

### 3.3. Les participants

40 personnes ont été directement concernées par l'action de PMP au sein du CETIME. Du chef de produits à l'ajuteur. Nous reproduisons ci-après les noms des participants en fonction des thèmes suivis. Les numéros de semaines concernent les formations dont le détail a été donné précédemment.

Chaque cours a fait l'objet d'une documentation personnelle remise à chaque participant.

Une feuille de présence a été établie pour chaque cours. Ces feuilles ont été annexées dans les précédents rapports intermédiaires et donc n'ont pas été remises dans ce rapport final.

Tous les membres du CETIME ayant quelque rapport que ce soit avec la fabrication des outillages ont donc reçu une formation adaptée à leur niveau d'activité.

Chaque \* correspond à une action menée sur la zone projet tandis que le signe ◊ correspond à une semaine de stage en FRANCE.



NOMS des participants	ANNEE														
	1985														
	N° de Semaine														
	6a	6b	7	8	10	11a	11b	13	14	15	16a	16b	16c	17a	17b
ABUSSLAM Abdelaziz															
ABUSSLAM Ali															
ALLEGUE															
AOUAOU		*													
BAKLOUTI			*	*											
BEN ALI													*	*	
BEN ARIBI			*	*											
BEN AZIZA															
BEN HAOU															*
BEN HASSINE															
BEN SALAH		*			*							*		*	*
BEN SASSI		*			*							*		*	*
BOUGHATTAS	*		*	*	*	*		*			*				
BOUJEBBA	*	*	*	*	*	*		*	0	0	0			0	
BRAHIM															
CHEAHMAYA															
DAHMANI	*		*	*	*			*	*			*			
DJEDAID															
EL AMRI								*							
EL BAHI		*			*							*		*	*
EL FEKI		*			*							*		*	*
EL MASRI	*											*			
HAITAB															
HARRABI												*			
HELALI	*							*							
ISMAIL			*	*											
KANOON		*													
KAOUECH		*			*							*		*	*
KHOCHTALI		*			*							*		*	*
KUDJA															
KRIMI								*							
LAAIRI															
LAYOUNI								*							
M HAMDI								*							
MOUSSA															
OUAZAA															
ROUIS															
SOMAI															*
TELMOUDI	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TOUMI								*							
ZOUAOU												*			

NOMS des participants	ANNEE													
	1985													
	N° de Semaine													
	19a	19b	20a	20b	21a	21b	22a	22b	23a	23b	24a	24b	25	26
ABUSSLAM Abdelaziz								*						
ABUSSLAM Ali														
ALLEGUE														
AOUAOU														
BAKLOUTI														
BEN ALI														
BEN ARIBI		*											*	
BEN AZIZA											*			*
BEN HAOU														
BEN HASSINE														
BEN SALAH														
BEN SASSI				*					*					
BOUGHATTAS		*			*								*	*
BOUJEBBA		*			*		*				*		*	*
BRAHIM														
CHEKHMAYA														
DAHMANI		*		*		*		*		*		*	*	*
DJEDOU														
EL AMRI				*										
EL BANI														
EL FEKI														
EL MASRI		*			*		*		*		*		*	*
HAITAB														
HARRABI														
HELALI														
ISMAIL														
KANOON														
KADUECH														
KHOCHTALI														*
KOUJA										*				
KRIMI				*										
LAAIRI														
LAYOUNI				*										
M HAMDI				*										
MOUSSA														
OUAZAA														
ROUIS														
SOMAI														
TELMOUJI		*		*		*		*					*	*
TOHMI				*										
ZOUAOU		*			*		*		*		*		*	*





#### 4 - DEROULEMENT DE LA MISSION

Les trois rapports intermédiaires ont déjà fait écho par thème des résultats de la mission PMP au CETIME. La présentation qui suit reprend donc certains arguments précédemment développés et complétés maintenant que la mission est arrivée à son terme.

##### 4.1. SYNTHESE PAR THEME

###### 4.1.1. Ajusteurs moulistes

Nous avons longuement abordé ce thème dans notre rapport au 1.07.85 et suite à la critique constructive de ce rapport des améliorations sensibles ont été enregistrées.

Au début de la mission, nous avons trouvé une situation assez déséquilibrée entre l'ajustage et l'usinage.

Les efforts demandés à PMP pour la remise à niveau du secteur ajustage étaient dus au fait que l'ajustage outre ses problèmes propres portait sur ses épaules l'aboutissement des carences des autres secteurs du département outillage (définition des pièces, études, moules, préparation, usinage).

L'apport de connaissance des ajusteurs a porté sur les points suivants :

- . Des modes opératoires de base qui devaient être acquis dès le départ et qui constituent le fondement même du métier de moulistes. Ces modes opératoires tels que : ajustage de pièces, polissage, plans de joints, etc... sont aujourd'hui bien acquis. Les difficultés nées de manque de petit matériel ont été réglées par le CETIME et la nouvelle implantation du secteur a donné aux ajusteurs des conditions de travail plus compatibles avec la qualité demandée.

- . Une prise de conscience sur le soin et la précision indispensables à la bonne réalisation d'un outillage. Rappelons que l'objectif fixé était l'augmentation du nombre d'outillages réalisés d'une manière rationnelle et compétitive dans le cadre d'une image de marque irréprochable. Cette phase est celle qui a demandé le plus d'attention de la part des experts PMP, car la formation même de base des ajusteurs n'est pas celle d'un mouliste et l'habitude de travailler avec soin et précision n'était pas évidente au départ.

A la fin de notre action sans dire que tout est parfait, il faut constater que d'énormes progrès ont été faits dans ce domaine. La qualité des outillages sortis dans la deuxième période de la mission atteste des efforts entrepris par les participants.

- . Une meilleure analyse dans les répartitions des travaux entre ajustage et usinage.

Une action efficace a été menée pour séparer ce qui est réellement du ressort de l'ajustage de ce qui ne l'est pas. En effet, à notre arrivée beaucoup d'opérations d'usinage de forme notamment étaient reléguées à l'ajustage en raison d'un certain manque de compétence de l'usinage. Il était plus facile de laisser ainsi l'ajustage se débrouiller seul avec les opérations difficiles.

L'action menée par PMP a consisté à rétablir cet équilibre, d'une part en précisant bien dès le départ qui fait quoi (mise en place de réunions de fabrication où les opérations difficiles doivent être abordées, au moment de l'établissement des gammes), d'autre part avec une assistance sur certains travaux d'usinage.

. Une formation sur les différentes parties constituant les outillages (il faudra dans l'avenir que cette formation soit étendue à toutes les personnes devant usiner les moules (Tourneur, rectifieur, fraiseur).

Cette phase a été très importante pour motiver le personnel à la qualité du travail à fournir car il sait désormais la fonction de chaque partie ajustée, l'utilité de chaque pièce, la précision et les tolérances nécessaires et l'information part depuis l'origine de la mise en fabrication puisque le responsable de l'ajustage assiste aux réunions préparatoires de fabrication et que les plans d'ensemble des moules sont affichés dans l'atelier.

. Une meilleure organisation dans la prise et le suivi de l'outillage, ce qui permet d'éviter les attentes entre les différentes pièces constituant un assemblage, donc de réduire les délais.

Dans notre dernier rapport intermédiaire nous avons signalé le déséquilibre existant entre les ajusteurs moulistes et les usiniers. Il existe encore de gros problèmes dans le secteur usinage tant sur le plan formation des usiniers, que sur le plan utilisation et rendement des machines et également sur les moyens mis en oeuvre. Ces problèmes ont été abordés au cours de la mission complémentaire car les efforts ont porté essentiellement sur l'usinage des moules sur machines conventionnelles et à commande numérique.

Le secteur ajustage est donc en bonne voie et nous pouvons dire que de très gros progrès ont été accomplis.

Les objectifs visés dans le contrat initial ont été pleinement atteints.

Il faut maintenant que la pérennité de cet acquis soit préservée et pour cela nous attirons l'attention des responsables du CETIME sur les points suivants.

1°) - L'organisation interne du CETIME est très bien adaptée pour les problèmes de mécanique générale et dans le cadre d'un "exemple" à donner aux industriels tunisiens, elle est parfaite. Par contre

elle convient très difficilement pour un atelier de fabrication de moules de par les exigences même de cette profession difficile. Une organisation prévue pour l'usinage mécanique de pièces en série s'adapte mal à la gestion et à la fabrication de produits complexes à l'unité que sont les moules.

Il faut donc la conserver maintenant qu'elle existe mais nous dirons que par certains côtés, il faut l'assouplir en redonnant à chaque individu le sens de ses responsabilités propres mais aussi il faut qu'elle soit appliquée réellement. Cette organisation étant très lourde (beaucoup de personnes sont affectées à son fonctionnement au détriment de la technique), elle reste difficile à mettre en oeuvre malgré la bonne volonté de tous car elle est peu naturelle. D'autre part certains mécanismes mis en place (procédures notamment) doivent être rodés et suivis avec beaucoup de soin, de rigueur. Ils ont pour but d'éviter les rejets de responsabilités. A l'heure actuelle, ils ne sont pas complètement automatiques ou peuvent être faits de manière encore trop superficielle (exemples : réunion de production au démarrage des outillages, auto-contrôles systématiques, définition précise des produits et des contraintes clientèle...)

2°) - Nous pensons que dans l'état actuel du fonctionnement et des connaissances des personnes il ne faut en aucun cas transgresser une progression régulière dans les difficultés d'usinage des moules.

Les responsables du CETIME et en particulier les chefs de produits ne doivent pas céder à la tentation de faire tout et n'importe quoi sous prétexte de répondre à toutes les demandes des clients du CETIME.

Le CETIME est aujourd'hui capable d'aborder correctement la fabrication de moules de petite et moyenne dimension (jusqu'à 1,5 tonnes) et surtout dans une gamme de difficulté d'usinage moyenne. Il faut absolument roder l'acquis actuel sur des moules courants, bien faits en garantissant les prix et les délais. Le type de difficulté du genre du moule de roulettes nous paraît le maximum possible actuellement. Il faut en faire beaucoup et bien les faire. Si cette règle est transgressée, il est à craindre que les enseignements fondamentaux que nous avons apporté et qui reposent sur l'expérience du métier, faute d'être appliqués, seront bientôt oubliés et le CETIME ne fera qu'entretenir une image de marque très dégradée. Pour être clair, nous dirons que les ajusteurs "savent" travailler mais n'ont pas "l'expérience" du travail qui vient avec l'application opiniâtre de travaux progressifs en difficulté.

Enfin il faut également une fois pour toute prendre en compte que certains moules sont impossibles à usiner au CETIME, aucun atelier de moules au monde n'étant capable de savoir faire tous les types de moules. La responsabilité des chefs de produits est donc très grande dans la garantie de maintenir le savoir transmis par PMP.

En conclusion, l'ajustage étant la phase ultime de fabrication d'un moule, le fait qu'aujourd'hui des moules de bonne qualité sortent de ce secteur est le fait d'une part des progrès des ajusteurs mais aussi de l'ensemble des services du CETIME concernés par le moule.

#### 4.1.2. Méthodistes (préparateurs)

L'action de PMP a porté essentiellement sur la connaissance de l'établissement de la gamme de fabrication d'un moule. A notre arrivée ce secteur était faible. La venue en cours de mission d'un préparateur plus expérimenté a bien contribué à renforcer ce service. D'autre part les progrès effectués par le bureau d'études ont permis de faciliter la tâche des préparateurs.

Compte-tenu du programme prévu celui-ci a été réalisé et assimilé, cependant comme pour les ajusteurs, il faut veiller dorénavant à bien respecter les règles de fonctionnement établies pendant la mission à savoir :

- Une collaboration étroite avec le bureau d'étude et une mise à jour permanente des plans en fonction des erreurs que le préparateur aura pu déceler ou des modifications apportées en vue de faciliter l'usinage.
- Une bonne information du préparateur en lui donnant les plans de moule 48 heures avant toute réunion de fabrication de façon qu'il ait le temps de les assimiler et veiller à ce qu'il assiste bien à cette réunion.
- Veiller à ce que le préparateur puisse comparer les temps d'usinage qu'il impose avec :
  - Ceux établis par le chef de produit
  - Ceux réalisés effectivement en préparation

Ceci est indispensable pour lui permettre de continuellement s'auto-corriger.

Enfin, la connaissance des possibilités des machines en place au CETIME par tous les préparateurs est un point important qui a été amélioré notamment au cours de la mission complémentaire.

#### 4.1.3. Traitements thermiques

Un travail considérable a été fait dans ce secteur, d'une part au niveau de la formation (voir programme) et d'autre part au niveau même des procédures. Nous avons rapporté dans notre 3<sup>e</sup> rapport intermédiaire les principaux exemples de procédures mises en place au CETIME et nous en donnons la liste complète dans ce rapport.

Nous pouvons établir qu'aujourd'hui le travail de fond accompli par l'expert PMP permet au CETIME d'exploiter complètement et d'une manière rationnelle les moyens qui lui sont propres. Le traitement thermique est un élément très important dans le contexte du CETIME, car contrairement aux ateliers de moules européens, le CETIME ne

dispose pas à volonté de toutes les nuances d'acier. Il doit donc impérativement maîtriser cette technique pour répondre à ses besoins propres.

Nous pensons qu'au cours de la mission, nous avons pu valoriser beaucoup les moyens et les hommes et qu'il appartient désormais au CETIME de veiller au bon respect des procédures établies.

Le matériel ayant été vérifié et quelquefois remis en état par PMP.

Le CETIME a de grandes ambitions dans le domaine et le succès du séminaire du 16 mai 85, prouve également que l'industrie tunisienne est très intéressée, ce qui veut dire qu'il faudra aller plus loin encore dans l'avenir.

#### 4.1.4. BUREAU D'ETUDE

Ce thème concerne tout l'environnement de la conception du moule. Dans ce domaine, nous avons repris la formation depuis les bases fondamentales étant donné la différence d'expérience et de connaissances des gens du BE d'une part et des chefs de produit d'autre part.

Nous avons travaillé sur l'acquisition des connaissances (voir programme) depuis la connaissance des matières plastiques, de la conception des pièces, de la conception des moules jusqu'aux applications informatiques de simulation de remplissage, de calcul du système caloporteur d'un outillage et de son devis. Notre action a visé également les outils documentaires dont chaque dessinateur, chaque concepteur a besoin. Dans ce domaine les participants ont pratiquement tous reçu la totalité des documents conçus par PMP (1000 pages). Cette documentation constitue désormais une référence permanente quant aux techniques mêmes de conception ainsi que les renseignements matières. Il faut préciser que chaque page est le support écrit d'une partie de la formation et que toutes ont été expliquées, commentées, comprises.

L'action de PMP s'est portée également sur les méthodes de travail, nous avons institué un certain nombre de règles et de procédures de façon à faire travailler les personnes d'une manière correcte dans la progression de l'étude. Cette action s'est étendue depuis le premier contact clientèle jusqu'à la vérification des plans avant lancement en fabrication (voir deuxième rapport intermédiaire). Nous avons créé également des documents de travail tels que la fiche de contact clientèle, les standards CETIME etc (voir liste dans le présent rapport). Enfin, l'assistance technique sur les travaux en cours au CETIME a permis de concrétiser par l'application la formation reçue. Les résultats atteints sont conformes aux objectifs du contrat initial et les points importants peuvent se résumer ainsi.

L'équipe de conception d'outillages présente au CETIME (chefs de produits, projeteurs, dessinateurs) est capable de :

- 1°) - Conseiller, orienter, concrétiser le besoin d'un client quant à la réalisation d'un outillage en vue de l'obtention d'une pièce correspondant à l'application envisagée.
- 2°) - Savoir apprécier les qualités d'une matière et exploiter la documentation fabricant.
- 3°) - Concevoir et dessiner une pièce dans le respect des règles liées aux produits plastiques.
- 4°) - Optimiser une proposition clientèle par un choix de la presse, un calcul du nombre d'empreintes un calcul du cycle prévisionnel.
- 5°) - Concevoir le tracé de principe de l'outillage et établir le devis du moule, soit manuellement soit de plus en plus en utilisant le logiciel DEVIS MOULE installé par PMP au CETIME. Ce logiciel utilise des tables de valeurs propres au CETIME et peut sans cesse être enrichi de nouvelles Tables.
- 6°) - Calculer également un prix de pièce soit manuellement soit avec le logiciel DEVIS-PIECE.
- 7°) - Dessiner un moule complètement dans les meilleures règles de présentation, de dimensionnement des éléments de cotation et de précision. (Les participants ont montré à ce stade beaucoup d'imagination technique et si des erreurs peuvent encore se produire des progrès considérables ont été faits dans ce domaine).
- 8°) - Calculer les éléments contraints du moule et les retraits (calcul de frettes).
- 9°) - Préparer le calcul par la création d'un fichier, saisir les données et exploiter les résultats du programme MICROPLAST (logiciel de simulation informatique par le calcul du remplissage d'une empreinte). et par là même garantir l'injectabilité d'une pièce, la position des lignes de soudure, la qualité de la pièce obtenue par une optimisation des paramètres de moulage.
- 10°) - Dimensionner par le calcul, le système caloporteur du moule à l'aide du logiciel THERM-MOULE garantissant ainsi l'uniformité du refroidissement et le respect du cycle prévu.

Tous les plans sont désormais dessinés à l'encre avec tous les ensembles et détails. La cinématique est vérifiée au fur et à mesure de la conception.

Dans le domaine des études comme partout au CETIME, il appartient désormais aux responsables de veiller à la bonne application des procédures et que chacun exerce réellement les responsabilités qui lui sont propres et qui sont parfaitement définies.

#### 4.1.5. ESSAIS ET MISE AU POINT DES MOULES

Notre action a concerné plus particulièrement

- les ajusteurs car c'est eux qui montent les moules procèdent aux premiers essais
- les chefs de produits car c'est eux qui assistent à la mise en route de l'outillage terminé en clientèle.

Notre démarche a porté sur la connaissance approfondie de la presse d'injection, de son fonctionnement et des règles de montage et de démontage. A partir d'une analyse des paramètres de réglage, une méthode rationnelle d'essai a été enseignée et appliquée. L'arrivée d'une presse neuve (KUASY 400 T) en dernière période de la mission a permis de mieux faire apprécier les possibilités d'une presse moderne et les résultats acquis sont satisfaisants.

Une mission d'assistance technique sur un nombre d'essais plus grands aurait été souhaitable pour tous les participants, car dans ce domaine pour justifier d'une bonne expérience il faut réaliser plus d'essais que nous n'avons pu en faire faute de moules et de machines disponibles.

#### 4.2. ACTION SUR LES PROCEDURES

Cette partie de notre mission n'était pas prévue au contrat initial puisque notre objectif était d'apprendre le métier de mouliste aux membres du Département outillage ou de les perfectionner. Cependant sans agir sur l'organisation même du CETIME, il nous a paru indissociable de compléter notre action formative par la mise en place de règles de travail qui dans certains cas sont plus importantes que le savoir lui-même. En effet, par exemple, il ne sert à rien de savoir parfaitement concevoir un outillage s'il ne correspond pas à la pièce demandée par le client.

Ces procédures sont sous forme de documents propres de travail (exemple : fiches) soit d'un ensemble écrit de pas de travail qui doivent être pris dans un ordre bien déterminé et qui précisent le travail à faire et les responsables concernés.

Nous ne reproduisons ci-après que la liste de ces procédures sachant qu'elles sont toutes déposées au CETIME et qu'elles ont été pour la plupart instituées sous forme de notes internes.

Signalons enfin que ces procédures qui vont d'un feuillet à quelques pages ont toujours été le fruit d'un travail collectif avec les membres du CETIME. De plus, PMP a contribué à la préparation de plans d'investissements concernant l'outillage nécessaire à l'atelier de fabrication.

## LISTE DES DOCUMENTS ET PROCEDURES

- 1°) - Procédure de lancement d'un moule au D0  
(procédure très importante qui conditionne tous les cheminements d'information depuis le contact clientèle jusqu'à la livraison du moule) (voir 2e rapport)
- 2°) - Fiches réglage de presse (KUASY) et de pré-règlage
- 3°) - Fiche d'enquête auprès des entreprises tunisiennes de transformation de matière plastique.
- 4°) - Fiche contact clientèle pour moule.
- 5°) - Questionnaire pour création d'outillage
- 6°) - Fiche de calcul d'un devis moule (étude en commun avec le service tole et LGV)
- 7°) - Fiche de contrôle des outillages
- 8°) - Fiche de spécifications techniques moule
- 9°) - Participation aux procédures particulières du manuel qualité du CETIME avec MM. DHAMAMI et BOUGHATTAS

Ces procédures concernent :

- . Le dessin de la pièce à mouler, cotes fonctionnelles et tolérances
- . Les cotes générales d'un outillage
- . Les cotes d'usinage des parties moulantes
- . Les cotes fonctionnelles d'assemblage
- . La fonction coulissement dans un moule :  
éjection, démoulage, centrage, consignes pour la conception et les méthodes.
- . Les retraits comment les chiffrer
- . Utilisation de composants normalisés
- . Procédure de montage d'un moule pour essai
- . Procédure d'essai d'un outillage neuf
- . Procédure de démontage d'un moule

- 10°) - Etablissement d'un standard moule au CETIME.

Ce document très important codifie les règles internes de standardisation des éléments de conception des moules et d'autre part a été créé comme devant servir de modèle auprès des transformateurs tunisiens quant à leurs rapports avec les moulistes.

- 11°) - Critère de choix des matériels par nouvelle implantation dans l'atelier de traitement thermique au DO à Sousse.
- 12°) - Four de chauffage sous vide basse température avec bombardement ionique : analyse comparative des remises de prix.
- 13°) - Caractéristiques techniques du four de chauffage sous vide haute température et trempe sous gaz. Cahier des charges d'achat du four.  
Cahier des charges complémentaires.
- 14°) - Schéma d'une installation de  
REVENU sous atmosphère azote  
NITRURATION gazeuse à l'ammoniac.
- 15°) - Consignes pour huile de trempe utilisée au DO
- 16°) - Projet d'organisation administrative du magasin "matériaux" (aciers).
- 17°) - Projet de cahier des charges techniques d'achats "matériaux métalliques".
- 18°) - Procédure d'étalonnage des machines de contrôle des duretés au CETIME.
- 19°) - Considération métallurgiques sur les éléments constituant un moule pour plastique.
- 20°) - Etalonnage des thermo-couples des fours de traitement thermique.
- 21°) - Mesure de l'homogénéité des températures dans les fours de traitement thermique.
- 22°) - Fiches techniques de traitement thermique pour moules d'injection plastique selon stock d'acier disponible au CETIME (10 fiches + tableau récapitulatif).
- 23°) - Schéma de rédaction d'une fiche technique de traitement thermique pour trempe et revenus.
- 24°) - Codification des fiches de traitement thermique

#### 4.3. ACTIONS SUR LES TRAVAUX EN COURS

Il faut considérer que l'action de PMP et notamment l'action formative a pris beaucoup de temps pour chacun et que par conséquent ce temps n'a pu être affecté à certains travaux. Cependant, pendant la période le CETIME a malgré tout multiplié les fabrications de moules qui ont servi de champ d'application concret des techniques enseignées. PMP a participé parfois complètement, parfois simplement au titre de suivi en assistance technique, aux moules suivants. (Le détail des interventions a été rapporté dans les 3 précédents rapports intermédiaires).

- Moule pour anneaux de rideau
- Moule de balai n° 1
- Moule de balai n° 2
- Moule de bouchon verseur
- Moule de bouchon pour société "le Confort"
- Moule de régulateur de perfusion
- Moule d'ardoise
- Moule de range cassettes
- Moule de corbeille à courrier
- Moule de roulettes pour fauteuil
- Moule de collerette
- Moule de soufflage pour flacon de shampoing
- Moule de boîtier électrique en thermodurcissable
- Moule de bouton de thermostat
- Moule de bobine
- Moule de durite
- Moule de poignée de sac

#### 4.4. PARTICIPATION AUX ACTIONS DU CETIME

PMP a participé à certaines actions du CETIME destinées à l'industrie tunisienne dans le domaine de la transformation des matières plastiques. Ces actions sont les suivantes par ordre chronologique.

- 1°) - Animation d'un séminaire sur les traitements thermiques à SOUSSE le 16 mai 1985.  
Animateur : Monsieur BARON
- 2°) - Participation à la foire de SFAX les 12, 13 et 14 juin 85
- 3°) - Ecriture d'un article sur les plastiques et l'automobile pour la première parution de la revue du CETIME "IME"
- 4°) - Animation d'un séminaire sur l'injection des thermoplastiques les 8 et 9 octobre 1985 à TUNIS.  
Animateur : Monsieur J. M. MAUCOTEL

Les programmes de ces journées ainsi que les noms des participants et l'extrait de la revue IME sont donnés en annexe.

D'autres participations plus modestes telles que des visites d'entreprise ont eu lieu au cours de la mission.

#### 4.5. - Mission complémentaire

Etant donné la qualité de résultats obtenus par les experts de PMP lors de la mission initiale, il a été demandé à PMP de prolonger son action pendant 12 semaines/hommes complémentaires pour les raisons suivantes :

1°) - L'action développée a porté essentiellement sur l'acquisition des connaissances et il importait de la compléter par une mission d'assistance technique auprès des membres du CETIME de façon à contribuer à la pérennité du savoir acquis par l'exemple. Nous avons donc agité au cours de ces semaines d'une manière permanente sur tous les travaux en cours en revenant chaque fois que nécessaire sur les connaissances qui, pour être appliquées avaient besoin d'exemple concret.

2°) - Lors de la mission initiale nous avons agité essentiellement sur les ajusteurs moulistes comme cela était prévu tout en accentuant une partie de notre action sur l'usinage de machines spéciales. Compte-tenu des bons résultats obtenus avec les moulistes nous avons développé pendant la mission complémentaire une action spécifique sur l'usinage conventionnel, l'usinage à commande numérique et l'érosion. Cette action était indispensable notamment pour l'usinage de formes complexes rencontrées couramment dans les moules.

Ce complément a été accompli par les experts PMP suivants :

Jean-Marc MAUCOTEL	:	chef de projet
Jean-Yves LAIGNEL	:	Usinage
François BOULAY	:	BE et logiciels
Michel SOULAGE	:	BE et réglage de presses
Michel BARON	:	Traitements thermiques

Ces travaux ont été réalisés en 12 semaines hommes

Semaines : 45 / 85	:	Usinage
46	:	Traitements thermiques
47	:	BE et logiciels
49	:	Usinage
50	:	Assistance technique BE
51	:	Traitements thermiques
2 / 86	:	Assistance BE
3	:	Usinage
5 (2 experts)	:	Usinage et BE
7 (2 experts)	:	Usinage et BE

2 semaines supplémentaires hors zone projet ont été consacrées à la préparation de ce complément de mission.

Comme pour la mission initiale nous produisons ici une synthèse des travaux entrepris. Le résultat de tous ces travaux (études, listings, procédure) figure au CETIME et nous ne donnons en annexe que quelques cas représentatifs notamment en traitement thermique.

Nous présentons notre rapport en regroupant en 3 parties essentielles les travaux réalisés.

- Bureau d'étude et assistance à la conception
- Usinage
- Traitements thermiques

#### 4.5.1. Bureau d'étude

5 semaines hommes ont été consacrées à ce problème qui regroupe d'une part les travaux d'assistance technique au sein du BE mais également auprès des méthodes et du service essai de moules.

##### a) - Etudes de moules

L'action s'est déroulée directement auprès des projeteurs, chefs de produits et dessinateur pour les assister dans la conception des outillages, le dessin, le choix des solutions techniques les plus appropriées aux moyens du CETIME ainsi que les problèmes de cotation fonctionnelle.

Notre action a concerné les moules suivants :

- . Moule de corbeille à courrier (essai)
- . Moule d'ardoise (essai)
- . Moule de porte fusible 4 empreintes
- . Moule de porte fusible 8 empreintes
- . Moule de gage pour carillon de porte
- . Moule de boîtier pour carillon
- . Moule de prise électrique
- . Moule d'épелuche légumes
- . Moule de soufflage de bouteille de shampooing
- . Moule de boucle d'oreilles pour animaux
- . Moule de rape légumes
- . Moule de présentoir de cassette
- . Moule de compas

Nous avons continué également d'approvisionner les éléments standards nécessaires à la bonne fin de ces outillages.

##### b) - Logiciels

L'utilisation intensive des logiciels techniques mis en place au CETIME a été le grand point fort de notre action au BE pendant cette période. Tous les moules cités précédemment ont fait l'objet :

- D'une étude de simulation de remplissage avec MICROPLAST
- D'une étude thermique du système caloporteur avec THERM-MOULE
- D'un devis d'outillages avec DEVIS MOULE
- D'un devis pièce si nécessaire avec DEVIS PIECE

La maîtrise de ces outils est désormais parfaitement acquise au CETIME et notre présence supplémentaire a permis en outre :

- d'installer une version encore plus performante de MICROPLAST et d'enrichir la banque matières (300 matières référencées à la fin de la mission).

- de créer des codifications particulières au CETIME pour le Devis des outillages, d'augmenter les Tables Temps élémentaires et d'élargir qui s'en sert dorénavant pour la préparation détaillée des gammes de fabrication.

- de modifier les états d'édition pour les personnaliser au CETIME (logo, chiffrage en dinars, etc ...).

Enfin 3 logiciels nouveaux ont été implantés pendant la période afin d'augmenter encore plus la fiabilisation des études.

1°) - Logiciel "TOLERANCE"

Logiciel permettant lors du dessin d'une pièce de connaître avec précision pour chaque cote la tolérance admissible minimum qui pourra être tenue ensuite lors du moulage par injection.

2°) - Logiciel "COTATION"

Logiciel permettant d'introduire une cotation rationnelle de tous les axes d'un outillage. Ce logiciel a l'avantage de diminuer considérablement les sources d'erreurs, de faciliter la lecture des plans, d'être immédiatement exploitable pour l'usinage en commande numérique.

A noter que l'usage de ce logiciel a été étendu au service TOLE du CETIME.

3°) - Logiciel "RETRAIT"

Logiciel de détermination à priori des cotes des empreintes en fonction des paramètres de moulages calculés avec MICROPLAST.

c) - Essais de moules

L'assistance technique a permis d'approfondir la formation des chefs de projet au réglage de la presse KUASY 400 T afin de les rendre plus performants pour leurs essais en clientèle, 3 moules ont servi au cours des 5 semaines pour cette assistance.

#### 4.5.2. Usinage des moules

5 semaines hommes ont été consacrées à l'atelier.

Cette partie de la mission avait pour but, un suivi plus approfondi des fabrications de moule notamment en ce qui concerne l'usinage proprement dit (conventionnel et commande numérique).

Des fonctions annexes telles que, affûtage, usinage de pièces de forme et examen.

Cette mission s'est déroulée sous forme d'assistance technique permanente avec cependant certaines difficultés inhérentes au système lui-même telles que :

- . Mauvais état des outils coupants
- . Pas de meules disponibles pour la rectification ( une meule peut tout faire).
- . Manque de poudre de désionisation pour érosion à fil
- . Manque d'huile de diélectrique
- . Manque ou attente d'éléments standards de moules.
- . Manque de moyens de manutention.
- (Perte de temps importante pour pièces lourdes).
- . Manque de cones sur fraiseuse vernier à CN
- . Manque d'un perforateur de bandes et d'une imprimante pour sauvegarder les programmes (nécessité de les res-saisir à chaque fois).
- . Panne de machines (ex. fraiseuse MIKRON).

Enfin, nous avons rencontré le problème de la dualité entre la nécessité de former les opérateurs du CETIME et celle de produire. Beaucoup d'outillages étant en retard il a fallu concilier notre action avec les impératifs de production et les pièces en cours n'étant pas forcément les plus significatives.

#### PROBLEME REALISE :

Le travail s'est réalisé d'une manière permanente sur tous les travaux en cours et chaque début de semaine faisait l'objet d'un point précis dans toutes les sections de la fabrication.

- . Fraisage
- . Affûtage
- . U C N
- . Méthodes
- . Ajustage

Les outillages en cours au CETIME sur lesquels nous avons porté notre action en fabrication ont été les suivants :

- . Moule de présentoir de cassette
- . Moule de bouteille de shampoing
- . Moule de couvercle de sonnerie
- . Moule de poignée d'épелuche-légumes
- . Moule de porte fusible à 8 empreintes
- . Moule de compas
- . Moule de découpage (poinçonnage séparation double)
- . Moule de corbeille à courrier
- . Moule de cage de sonnerie

Pendant 5 semaines le programme abordé et réalisé a été le suivant :

- . Procédure générale dans un moule pour l'usinage
- . Par électro érosion par enfonçage
- . Procédure générale de lancement d'outillage et utilisation des possibilités des machines.
- . Cours généraux de base :

- . Fraisage conventionnel
- . Fraisage CN : contournage
- . Formation pratique à l'affûtage :
  - . Affûtage hélicoïdal fraises 2 tailles
  - . Affûtage des outils de forme
  - . Affûtage de forêts
- . Formation sur électro érosion par enfonçage sur AGIE EMS 220 :
  - . Choix des formes de l'électrode (cas du moule de compression à 8 empreintes).
  - . Calcul des sous mesures
  - . Montage des empreintes femelles sur la machine et dégauchissage
  - . Prise du point d'origine
  - . Utilisation du système mesure pour pouvoir retrouver le point zéro-pièce après une coupure de courant.
  - . Programmation des déplacements sur les 8 empreintes et utilisation de sous programmes.
- . Réglage des différents paramètres machine en fonction du GAP choisi.
- . Méthode pour retrouver les régim d'ébauche et les régimes de finition.
- . Méthode d'usinage pour compenser l'usure des électrodes d'ébauche.
- . Travail sans surveillance et sans application.
- . Travail sur commande numérique (fraiseuse Vernier). (Travail réalisé sur outil de poinçonnage double).
- . Programmation d'un outil
  - . Préparation du travail
  - . Structuration de la programmation
  - . Programmation des grilles de trous.
- . Mise au point du programme
- . Rectification plane de la pièce (0,5 mm de voile constaté sur CN).
- . Contrôle de reprise
- . Début d'usinage
- . Réalisation d'une gravure (affûtage outil de forme).
  - . Conditions de coupe
  - . Utilisation de l'image miroir
- . Exécution de trous inclinés précis :
  - . Montage de doigts inclinés
- . Programmation paramétrée :
  - . Formation réalisée sur 2 exemples :
    - . Pièce avec dépouille à 5°
    - . CARTER
  - . Etude de la pièce
  - . Structure du programme
  - . Codification

- . Saisie du programme
- . Tests de vérification
- . Mise au point
- . Usinage
- . Contrôle

. Révision sur décalage d'origine en combinaison avec programmation paramétrée.

- . Image miroir
- . Utilisation des outils de forme

#### 4.5.3. TRAITEMENTS THERMIQUES

2 semaines homme ont été consacrées à ce thème qui est très important pour le CETIME compte-tenu des difficultés actuelles d'approvisionnement en aciers.

Etant donné l'intensité des travaux réalisés pendant cette courte période, il était très difficile d'en faire une synthèse autrement qu'en reproduisant d'une manière chronologique les actions entreprises pendant cette période.

#### LUNDI 11 NOVEMBRE 1985

. Vérification des étalonnages périodiques des fours de traitement selon procédures définies en Mai 1985.

- . Thermocouple
- . Homogénéité des fours

Le travail est bien réalisé. Une modification a été apportée au moule du four d'austénitisation (isolation de 10 cm vers la porte avant) ce qui a réduit les écarts de température à  $\pm 5,5^\circ \text{C}$  dans tout le volume utile à  $900^\circ \text{C}$ .

. Etalonnage de la machine de dureté : irréalisable, les machines étant en panne. Depuis plus de 6 mois, l'atelier contrôle les duretés obtenues par trempe + revenu à la lime.

Une demande de réparation de la tête de mesure a été faite par Monsieur DAMAHNI, au constructeur EST-ALLEMAND, pas de réponse. J'ai demandé qu'on fasse intervenir l'Ambassade de l'Allemagne de l'Est à TUNIS.

. Etude du dossier d'achat d'une machine de dureté portative MICRO COR. Lors de son installation, il faudra donner des consignes précises de billage car ce type de machine si elle est mal utilisée donne des valeurs erronées.

. Vérification de l'organisation du Parc ACIERS :

Il reste encore dehors des tôles d'acier oxycoupées. Les marquages sont effectués, la tenue des stocks est bonne.

Le stockage des tôles permet mal leur manipulation : stocker sur chant. Le poste d'oxycoupage est en cours de montage.

Il n'y a pas de palan au pont roulant. On ne peut pas manipuler les gros ronds.

- . Vérification de l'huile de trempage  
couleur bonne - pas d'eau dans l'huile - température correcte.  
Brassage donnant des bulles - remonter le niveau.

- . Examen des litiges de traitement thermique depuis Mai 1985.

Nous avons constaté :

- . Fissuration de pièces sur angles vifs rentrants
- . Début de dureté (matière incorrecte)
- . Déformation d'axe creux : attention à la parfaite concentricité de l'alésage avec le diamètre extérieur.
- . rétrécissement de pièces sur Z 200 C 12 : cela est dû à la température et au temps d'austénisation trop long, on fabrique de l'austénité résiduelle.

Remèdes :

Faire 2 revenus à 500° C. Si la dureté le permet ou bien faire un passage en Azote liquide.

- . Oxydation et décarburation de pièces : les protections par charbon de bois ne sont pas toujours faites ou elles sont peu efficaces. Nous proposons de tenter une austénisation en injectant de l'azote dans le moule du four n° 170.

- . Réunion avec Monsieur TELMOUDI

Problèmes abordés :

Nuances d'acier et traitements thermiques appliqués aux socs de charrues et conséquence d'une découpe au chalumeau sur une tôle en acier prétraitée du point de vue métallurgique.

- . Socs de charrue : utiliser soit de l'acier TRIPLEX (Phénix Autriche) ou 45 S 8. Tremper au cours de la mise en forme et de la découpe, puis faire un revenu général pour obtenir une résistance de 120-140 Kg/mm<sup>2</sup>.

- . Découpe au chalumeau du prétraité : dans la zone affectée thermiquement il y a trempage par conduction rapide de la chaleur engendrée par la découpe (dureté de l'ordre de 50 HRC). IL est donc nécessaire de faire un revenu après découpe qui ne détruise pas la dureté dans la masse. Choisir à titre de sécurité 500° C à 520° C.

Si l'on recuit au-dessus de 700° C on détruit les caractéristiques mécaniques du prétraité.

- . Réunion avec Monsieur AMARI

Problèmes abordés :

Evolution des investissements de matériels de traitement thermique en FRANCE et par le D.O. de SOUSSE / aspects économiques, coûts, implantation pour l'investissement en cours d'étude.

- . Début de rédaction de la procédure : ETUDE TECHNOLOGIQUE DE CYCLES DE TREMPE D'ACIERS A OUTILS, EN FOUR SOUS VIDE AVEC REFROIDISSEMENT DE PRESSION DE GAZ NEUTRE.

MARDI 12 NOVEMBRE 1985

- . De 8 H à 10 H : cours de formation METALLURGIE GENERALE
  - . Elaboration et transformation mécanique des aciers
  - . Désignation normalisée
  - . Essais mécaniques
  - . Structures à l'état recuit

Ce cours a été dispensé à 2 personnes du D.O. et à 4 stagiaires d'une entreprise de fabrication d'outillages basée à SOUSSE. Monsieur OUAZZA lors de sa visite du 13.11.85 a stoppé la continuation de ce cours.

- . Mise au point de la trempe interrompue à l'huile sur l'acier 55 NCDV 7.

- . Réunion avec Monsieur DAHMANI sur les aciers spéciaux pour enfonçage : choix des aciers et des traitements.

Nous avons préconisé Z 06 CD 5 - 10 N C 6 à structure globulisé à l'état de livraison et durcissement par cémentation et trempe.

- . Fin de rédaction de la procédure : étude technologique de cycles de trempe d'ACIERS à outils, en four sous vide avec refroidissement sous pression de gaz neutre.

MERCREDI 13 NOVEMBRE 1985

- . Réunion avec Monsieur OUAZZA :

Mise au point du programme détaillé d'intervention de Michel BARON du 13 au 16.11.85.

- . Actions sur le terrain pour les fours actuels
- . Etude des investissements projetés de matériels de traitement.

- . Actions dans l'atelier de traitement actuel :

- . Etablissement d'un programme de formation à la carte
- . Demande de formalisation d'un document technico-commercial pour la clientèle susceptible de fournir de la sous-traitance en traitement : définir les traitements possibles, les volumes maxi des pièces à traiter les natures d'acier. Responsable de la rédaction : Monsieur EL AMRI.

- . Mise en place d'un cahier de relevé de production

- . Vérification des imprimés de contrôles des caractéristiques métallurgiques en cas de sous-traitance. Le document en service est correct.

- Reconstitution du dossier des fiches techniques et des procédures QUALITE (suite au départ de Monsieur HAMDI).

- Etablissement de la liste des pièces de rechange vitales pour les matériels de traitement.

Responsable Monsieur BELKHACKHA

- Etablissement de la liste des travaux d'entretiens préventifs.

Responsable Monsieur BELKHACKHA

- Etude d'un rapport de Monsieur MARTIN d'AUBERT et DUVAL sur les modifications à apporter au four d'austénitisation pour éviter l'oxydation et la décarburation (Fév. 1985).

L'injection d'alcool à l'intérieur du moule nous paraît très dangereuse, car il y a risque d'explosion et de carburation des résistances.

Nous mettons en place un essai de protection par injection d'azote gazeux en remplacement.

#### JEUDI 14 NOVEMBRE 1985

Réunion avec Messieurs EL AMRI, KRIMI et DAHMANI

Examen technique de la proposition IPSEN pour un four-batch de trempe à l'huile et sous gaz avec utilisation d'un gaz endothermique.

- Réunion de travail sur la conduite des fours actuels de T.T.

#### VENDREDI 15 NOVEMBRE 1985

- Réunion de travail avec Messieurs EL AMRI - DAHMANI et KRIMI

Examen technique de la proposition IPSEN d'un four de trempe sous vide et d'un four de revenu sous pression partielle avec équipement optionnel de bombardement ionique.

- Réalisation de l'essai d'austénitisation d'une matrice en Z 200 C 12 avec protection gaz azote ; sans détendeur d'azote à la sortie de la bouteille, nous avons pris un détendeur acétylène qui n'a pu délivrer que 800 l/heure d'azote (lecture au débitmètre du four).

#### Conditions de l'essai

- Préchauffage de la pièce à 600° C dans le four ventilé sans protection.
- Chauffage à 1000° C dans le four n° 170 pendant 45' avec injection d'azote à 800 l/heure (le four avait été préalablement purgé pendant 1 heure).
- Trempe interrompue à l'huile.

Résultats :

Pièce grise avec des tâches noirâtres, très dure sous la lime, absence de calamine.  
Cet essai est très encourageant.  
Nous avons laissé des consignes pour qu'à l'avenir la protection par charbon de bois soit abandonnée et que 1000 l/h d'azote soit injectée lors des austénitisations.

SAMEDI 16 NOVEMBRE 1985

- Mise au point avec Monsieur DAHMANI d'une lettre de consultation pour investissement en fours-pots. Etablissement de la liste des fournisseurs potentiels.
- Synthèse des réunions sur les projets d'investissements, établissement d'un document donnant les avantages et les inconvénients techniques des matériels suivants :
  - Four - batch
  - Four sous vide
  - Four - pots
  - Four - cloches
- Mise à jour et classement en 2 rubriques :
  - Traitement thermique actuel
  - Projet d'investissement

de tous les documents émis en AVRIL MAI et NOVEMBRE 1985 dans un dossier destiné au P.Ú.G.

LUNDI 16 DECEMBRE 1985

1 - Visite au CETIME de SOUSSE :

Etude métallurgique des plans d'un moule de couvercle pour sonnerie électrique.

Pour des commodités de réalisation, Monsieur BOUGHATTAS taille l'empreinte dans un bloc, sans pièce rapportée. Le bloc-empreinte exige un poli glace. Les aciers 40 CMD 8 prétraités et resulfurés donnent des polissages ondulés à cause des hétérogénéités de dureté (structures en bande). Nous conseillons les aciers 35 NCD 16, mais il n'existe pas au magasin "MATÉRIAUX" de barres ou plaques dans ce type d'acier suffisamment grande pour retenir cette nuance de métal.

Solution de remplacement retenue :

- Acier XC 48
- Usinage ébauche à 4 mm des côtes
- Trempe + revenu pour Rm = 1000 - 1150 MPa
- Usinage finition
- Polissage

Cet acier se polit bien, le prétraitement devrait être suffisant compte-tenu du nombre de pièces à injecter.

Pour les autres éléments du moule nous avons attiré l'attention sur les problèmes de frottement et de fermeture. Les aciers choisis sont à notre avis valables si l'on considère le manque de possibilité en matière de choix d'acier et de traitement thermique au CETIME de SOUSSE.

## 2 - Réunion au CETIME de TUNIS :

### Thème :

Projet d'investissement en matériels de traitement thermique.

Personnels présents :

OUAZAA - EL AMRI - KRIMI - PAUWLIEZ - LABIETH - GHORBEL.

Cette réunion avait pour objet :

- . Rappel des besoins en traitement thermique au D.O. de SOUSSE.
- . Les différentes possibilités d'investissement : avantages et inconvénients.
- . Les impératifs de QUALITE
- . Les solutions retenues pour résoudre les besoins et la QUALITE
- . Les besoins :
  - . Outillages : T° C d'austénitisation 1100° C - cycles de refroidissements : air ou gaz surpressés régulés - Huile - sels.
  - . T.T. : recuit d'adoucissement - revenu - Nitruration
  - . Aciers de constructions :
    - T° C d'austénitisation 1000° C
    - Cycle de refroidissement : air - gaz - huile - eau
    - T.T. : revenu - recuit - cémentation - carbonitruration - nitruration.
- . Les investissements possibles :
  - . Etude des limites d'utilisation - Notions de sécurité et de maintenance pour :
    - . Four - batch
    - . Four sous vide
    - . Four - pots
    - . Four - cloches
  - . Les impératifs de QUALITE :
    - . Oxydation - décarburation - état de surface
    - . Déformation
    - . Respect des structures
    - . Coût économique

• Les choix possibles :

- Four-batch + four vide + four de nitruration
- Four-cloches

En conclusion de cette réunion, Monsieur le P.D.G. demande à chacun de lui fournir par écrit sa position technique vis à vis de l'investissement à faire à SOUSSE. La position P.M.P. reste celle déjà écrite, à savoir :

Four sous vide avec refroidissement en gaz neutre surpressé régulé + four-pots.

Un compte-rendu de cette réunion est rédigé par Monsieur OUAZAA avec diffusion pour P.M.P.

#### MARDI 17 DECEMBRE 1985

Déplacement pour assistance technique chez L.T.O. à DJERISSA (Aller et retour : 500 Km).

Cette société construite par l'Allemagne de l'Est commence à fabriquer en série des outillages à mains : clés, pince, lime, tournevis etc...

Visite de l'usine :

- Parc aciers
- Forge - ébarbage - recuits après forge - grenaillage
- Atelier de traitement thermique
- Atelier d'usinage et de polissage
- Atelier d'entretien
- Atelier de traitement de surface : chromage - nickelage phosphatation - vernissage.
- Laboratoire

Réunion technique avec les responsables de L.T.O

Nous avons abordé :

- Règles de stockage des MATERIAUX
- Contrôles métallurgiques de réception des aciers
- Les précautions en forge : T° C - calamine - les matrices de forge
- Les cycles de recuit sur XC 130 - 30 CV 3 - 50 CV 4
- Observations techniques sur les matériels de trempe + revenu - les bacs de trempe (surveillance et sécurité)
- Les contrôles en cours de fabrication.

#### MERCREDI 18 DECEMBRE 1985

REUNION au CETIME DE TUNIS avec la SOCIETE SOLO (Mr FUEG) :

Thème :

Etude technique de la proposition SOLO pour la fourniture d'une installation modulaire polyvalente de traitement thermique en four-cloche.

Se référer au procès-verbal de Mr KRIMI du 18.12.85 ci-joint.

Nous avons soulevé les problèmes suivants :

- . Pollution des cloches par les bacs de trempe
- . Problème d'oxydation lors des transferts
- . Préchauffe obligatoire dans la cloche d'austénitisation si l'on veut éviter l'oxydation.
- . Tenue des matériaux métalliques à 1.100° C
- . Etanchéité du joint de sable
- . Prix des montages
- . Système de régulation des atmosphères réactives

A notre avis, ce matériel très polyvalent nous paraît très cher en investissement.

#### JEUDI 19 DECEMBRE 1985

- 1 - REUNION au CETIME de TUNIS avec la SOCIETE VIDE-EXPRESS  
(Monsieur MOULIN) :

Cette société de traitement thermique à façon a choisi les fours sous vide pour traiter les outillages qui lui sont confiés. Monsieur MOULIN a fait part de son expérience depuis 5 ans en matière de fabrication - gestion - QUALITE - DELAIS.

Il ressort de cette réunion que VIDE-EXPRESS ne regrette pas ses choix en matière d'investissement sous vide.

- 2 - Rédaction d'un cahier des charges techniques d'achat d'un four sous vide avec refroidissement par gaz neutres surpressés régulés.

#### VENDREDI 20 DECEMBRE 1985

- 1 - Fin de la rédaction du cahier des charges techniques d'achat du four sous vide.

- 2 - Rédaction du cahier des charges techniques d'achat d'un four-pots pour recuit - revenu - nitruration - cémentation - carbonitruration.

#### SAMEDI 21 DECEMBRE 1985

Rédaction du cahier des charges techniques d'achat d'un ensemble modulaire de four-cloches pour traitement de trempe - revenu - recuit - nitruration - cémentation - carbonitruration.

## 5 - DOCUMENTATION

Depuis le début de la mission, une très importante documentation a été remise au CETIME aussi bien au service central de documentation à Tunis qu'au Département Outillage à Sousse.

Cette documentation comprend :

- des livres sur la plasturgie
- tous les documents pédagogiques sous forme de classeurs équipés de rétro-films qui ont servi aux cours dispensés pendant la mission
- des documents originaux de tirage destinés à être photographiés comme support pour des cours futurs si le CETIME décide de perpétuer d'une manière interne l'action entreprise.
- un exemplaire original des documents remis aux stagiaires reliés sous forme de 7 tomes soit au total 1 700 pages différentes et déposés à la bibliothèque du CETIME à Tunis.

En raison même du poids de ces documents, nous les avons séparés du présent rapport mais ils sont visibles de tous à Tunis et peuvent être adressés à l'ONUDI sur simple demande.

On trouvera ci-après :

- l'inventaire de la documentation PMP
- le contenu par thème des 7 tomes d'exemplaire témoin de la documentation remise aux stagiaires.

INVENTAIRE DOCUMENTATIONMIS EN PLACE PAR PMP AU CETIME

DOSSIER	REPÈRE	INTITULE
	1	• Moulage par compression et transfert
	2	• Guide pratique des matériaux composés en thermdur renforcé
	3	• S.N.M.P. Guide de l'utilisateur des pièces moulées en plastique.
	4	• Injection compression • transfert • soufflage • rotation (comparaison des matières).
	5	• Les matières plastiques DUNO
	6	• Documentation spécifique BAYER HOEHST sur l'extrusion soufflage.
	7	• Mémento de l'utilisateur des plastiques usine nouvelle.
	8	• Les matières plastiques chimie application T.II.BOST
	9	• Les matières plastiques Technologie application T.II. BOST
	10	• Les guides des matières plastiques T.I. BATTELLE.
	11	• Les guides des matières en mécanique T.II.BATTELLE
	12	• Choix moules des rivets conception moules pour fabrication des rivets.
	( 13	• Moulage sans déchets
	( 14	• Environnement définition, fonction d'un moule
	( 15	• Matériaux pour moule
	( 16	• La fonction éjection
	( 17	• La fonction mise en forme
A	( 18	• La fonction filetage
	( 19	• Moule double étage
	( 20	• Calcul des frettes.
	( 21	• Nombre d'empreintes
	( 22	• La fonction construction architecture d'un moule
	( 23	• La fonction guidage
	( 24	• La fonction centrage
	( 25	• La fonction injection.
	( 26	• Informatique dans la conception d'une pièce plastique
B	( 27	• Retrait
	( 28	• Système I.S.O. tolérance
	( 29	• Conception des pièces
	( 30	• Exercices de conception
	( 31	• Tolérance dimensionnelle
	( 32	• Analyse du projet

..../..

DOSSIER	REPERE	INTITULE
		..../..
B	( 33	• Technique d'assemblage
	( 34	• Exemple de calcul de conception pièces
	( 35	• Contraintes mécaniques
	( 36	• Emmanchement à forge
	( 37	• Encliquetage
	( 38	• Collage
	( 39	• Décoration des pièces plastiques
	( 40	• Connaissance des matières plastiques
	( 41	• Rhéologie des polymères fondus
	( 42	• Les coupes microtomique
	( 43	• Méthode d'essais des matières plastiques
	( 44	• Structures des polymères
	( 45	• Les matières plastiques suivant Reyne
	( 46	• Economie des matières plastiques
C	( 47	• Marque de fabrique
	( 48	• Caractéristiques comparées des matières plastiques
	( 49	• Identification des matières plastiques
	( 50	• Caractéristique des matières plastiques Mira d'Ercole.
	( 51	• Cours de chimie d'après ROUSSEL
	( 52	• Connaissance des matières plastiques d'après Mira d'Ercole
	( 53	• Laboratoire d'entreprise d'après Mira d'Ercole
	( 54	• Critère de choix des matières plastiques.
	( 55	• Fiche technique des matières plastiques
	( 56	• Contrôle qualité 2ème partie
	( 57	• Appareil annexe
	( 58	• La sécurité dans la transformation de matières plastiques
	( 59	• Technologie presse - Définition et fonction
	( 60	• Fonction fermeture - Fonction plastification
D	( 61	• Hydraulique
	( 62	• Exemple de calcul verrouillage injection
	( 63	• Paramètre de moulage
	( 64	• Moulage par injection
	( 65	• Conception des moules
	( 66	• Diagramme de réglage de machine
	( 67	• Electricité
	( 68	• Pneumatique
	( 69	• Rôle du règleur de l'atelier
	( 70	• La production
	( 71	• Fonction refroidissement
( 72	• Bi matières	
( 73	• Thermoformage	
( 74	• Injection soufflage	
( 75	• Mousse de Polyurethane	
( 76	• Calendrage	
( 77	• Les plastiques renforcés	
( 78	• Roto moulage	
( 79	• Extrusion	
( 80	• Extrusion profilés	
( 81	• Extrusion soufflage	
( 82	• Extrusion de gaines	
( 83	• Extrusion des matières plastiques	

DOSSIER	REPERE	INTITULE
		../. ..
	84	- Conception des pièces Mourgue Tome I et Tome II
	85	- Conception des filières Michaeli
	86	- Optimisation du moulage par injection
	87	- Matière plastique Hoechst
	88	- France plastique
	89	- Guide de construction des outillages d'injection I. II
	90	- Conception des outillages d'injection par l'exemple.
	91	- Les moules pour matières plastiques Mourgue
	92	- Les presses à mouler les matières plastiques Mourgue
E	( 93	- Cahier des charges moules
	( 94	- Nombre d'empreintes
	( 101	- Les matières plastiques (usine nouvelle)
F	( 102	- LES TRAITEMENTS THERMIQUES . TOME 1
	( 103	. TOME 2
	( 104	. TOME 3
	( 105	. TOME 4
	( 106	. TOME 5
	( 107	. TOME 6
BE	( 109	- Standards D.M.E.
	( 110	- Standards HASCO.
	( 111	- Standards RABOURDIN.

CONTENU DE L'EXEMPLAIRE TEMOIN DES DOCUMENTS REMIS A CHAQUE  
STAGIAIRE CLASSES PAR THEMES ET PAR TOME

---

**TOME 1 :**  
-----

- . Connaissance des matières plastiques
- . Fiches matières plastiques
- . Méthodes d'essai
- . Caractéristiques des matières plastiques
- . Le retrait
- . Traitements thermiques : Chapitre I

**TOME 2 :**  
-----

- . Traitements thermiques : Chapitre II
- . " " : Chapitre III
- . " " : Chapitre IV
- . " " : Chapitre V
- . " " : Chapitre VI
- . " " : Chapitre VII

**TOME 3 :**  
-----

- . Règles de conception des pièces
- . Techniques d'assemblage
- . Exercices de conception
- . Décoration
- . Tolérances
- . Fonction fermeture d'une presse d'injection
- . Fonction plastification d'une presse
- . Les appareils annexes
- . Exemple de calcul de verrouillage
- . Elimination des défauts
- . Mise en production d'une presse

**TOME 4 :**  
-----

- . Conception des moules
- . Environnement des moules, fonction, nombre d'empreintes
- . Calcul des frettes
- . Fonction guidage, centrage
- . Thermique des pièces et des moules
- . Fonction d'ejection
- . Fonction mise en forme
- . Fonction filetage

**TOME 5 :**

-----

- . Moulage sans déchets
- . Fonction alimentation

**TOME 6 :**

-----

- . Transformation des thermodurcissables
- . Les plastiques renforcés
- . Moulage par rotation
- . Calendrage
- . Plastiques alvéolaires
- . Thermoformage
- . Injection soufflage
- . Calcul de prix de pièces et de moules

**TOME 7 :**

-----

- . Extrusion : cours général
- . Extrusion de tubes et profilés
- . Extrusion soufflage
- . Extrusion de gaines et films



## 7 - ANNEXES

**Annexe 1** : Participation aux actions du CETIME

**Annexe 2** : Exemple du standard de conception

**Annexe 3** : Extrait des actions traitement thermique développées pendant la mission complémentaire.

## ANNEXE 1

Participation aux actions du CETIME :

- . Programme du séminaire du 16 Mai 1985
- . Programme du séminaire des 8 et 9 Octobre 1985
- . Article extrait de la revue IME.

Journée du CETIME sur :  
 " LE TRAITEMENT THERMIQUE " : jeudi 16 Mai 1985  
 SOUSSE - Hôtel HANA BEACH

\*\*\*\*\*

PROGRAMME GENERAL :

8h30	Thème n° 1 : Ouverture présentation du programme de la journée	MR. Le P.D.G.
9h00	Thème n° 2 : situation actuelle de l'activité traitements thermiques dans le secteur I.M.E.	MR. OUAZAA
9h15	Thème n° 3 : critère de choix des aciers à outils et de leurs traitements thermiques	MR. BARON MR. SIAUT
10h00	Thème n° 4 : le traitement thermique des aciers à outils (découpe, emboutissage, moules d'injection plastique et alliages légers et filières)	MR. BARON
10h40	Pause café	
11h00	Thème n° 5 : les équipements de traitement thermique	MR. BARON
11h30	Thème n° 6 : application pratique avec l'équipement du Département Outillage du CETIME	MR. BARON MR. OUAZAA MR. EL AMRI MR. HAMDI
13h00	déjeuner pris en commun	
15h00	les équipements de traitements ther- miques	MR. BARON
15h30	Thème n° 7 : contrôle de la qualité métallurgique des outillages	MR. BARON
16h30	Thème n° 8 : discussion générale	
17h00	clôture.	

\*\*\*\*\*



2ème Séminaire des Plastiques

TUNIS 8 - 9 Octobre 1985

" TECHNIQUE & PRODUCTION DES PIÈCES PLASTIQUES PAR INJECTION "

\*\*\*\*\*  
\* PROGRAMME DÉTAILLÉ \*  
\*\*\*\*\*

1ère Journée - Mardi 8 Octobre 1985

<u>Horaire</u>	<u>Thème N°</u>	<u>Contenu</u>	<u>Intervenant</u>
9 H 00'	-	. Ouverture . Présentation du programme	Mr. CHAOUCH PDG/CETIME
9 H 15'	1	. Situation du Secteur et Activités Plastiques en Tunisie	Mr. OUAZAA CETIME
9 H 30'	2	. Les Matières Plastiques	Mr. DAHMANI CETIME
10 H 15'	-	<u>Pause café</u>	
10 H 30'	3	. Conception des Pièces	Mr. MAUCOTEL CETIME RMP
12H-14H	-	<u>Déjeuner pris en commun</u>	
14 H 00	4	. Le Moule d'injection	Mr. BOUGHATTAS CETIME
		<u>Pause Café</u>	
15 H 00	5	. Le cahier des charges Moules	Mr. MAUCOTEL CETIME RMP
16 H 00	6	. La pièce technique , de nouveaux marchés pour la Tunisie	Mr. MOURIAND RHONE PULVER

2ème Journée - Mercredi 9 Octobre 1985

9 H 00'		. Cas pratique : Les Techniques Actuelles de réalisation des Moules	Mr. GUITTON PDG/GUITTON SA
11 H 15'	7	. Technique de l'Electroformage	Mr. BOUHAFES ENI
11 H 45'	8	. La Presse d'injection	Mr. MAUCOTEL CETIME I.M.P.
12H30-15H		<u>Déjeuner pris en commun</u>	
15 H 00	9	. Perspectives et Développement des Moules en Tunisie - Cas CETIME	Mr. OUAZAA CETIME
15 H 30'	10	. Débat général	Mr. JAWAYH & l'ensemble des Intervenants
16 H 15'	11	. Démonstration informatique sur micro-ordinateur	MM. BOUGHATTAS MAUCOTEL

Article préparé pour la revue du **CETIMÉ " IME "**

---

## LES PLASTIQUES EN MECANIQUE

### APPLICATIONS

#### DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

Depuis une vingtaine d'années, l'emploi des plastiques et notamment de certaines résines techniques comme les polyamides ou les acétals dans la mécanique ou la construction automobile a progressé de façon spectaculaire.

En 1960, une voiture américaine du type courant ne comportait pas plus de 9 kg de matière plastique ; cette quantité dépasse aujourd'hui 150 - 180 kg pour une voiture française type de 7 à 9 CV par exemple.

Les raisons de ce phénomène sont d'ordres techniques et économiques. Contrairement à celui d'autres matériaux, le prix des plastiques est resté relativement stable alors que les métaux par exemple deviennent de plus en plus onéreux.

D'autre part, les procédés de mise en oeuvre des résines synthétiques (surtout au moulage par injection) se sont perfectionnés. Ils sont aussi moins coûteux et exigent moins de main-d'oeuvre que l'usinage des métaux.

Initialement considéré comme un matériau de remplacement, le plastique a maintenant acquis ses lettres de noblesse, les résines se sont diversifiées et les concepteurs ont appris à tirer parti de leurs propriétés intrinsèques tandis que les fabricants de matière, conscients des besoins de l'industrie, ont mis au point des matières répondant à ces nécessités.

Si l'amélioration des performances des presses à injecter a permis d'obtenir des éléments de grande dimension d'une qualité et d'une résistance remarquable, d'autres techniques telles que le soufflage, le moulage par rotation, le thermoformage, le SMC et maintenant le ZMC (capôt BX Citroën) sont apparus progressivement.

Parallèlement, l'évolution des caractéristiques techniques des matières plastiques a ouvert de nouvelles voies et la réalisation de pièces délicates, ou soumises à des sollicitations sévères, a pu être envisagée.

A titre d'exemple et pour illustrer les qualités mécaniques de ces matériaux, nous allons donner quelques exemples d'applications des plastiques dans 4 domaines importants comme :

- Le fonctionnement
- La visibilité
- La protection contre les chocs
- L'inflammabilité

Les règlements concernant le fonctionnement des véhicules visent plusieurs organes essentiels tels que le système de freinage, les pneumatiques et le système ou dispositifs de commande. En optant pour le plastique, les constructeurs sont parvenus à accroître l'efficacité de ces équipements. Citons pour exemples :

- Les clapets en acétal pour freins assistés à dépression
- Les câbles de commande de freins de secours comportant une gaine extrudée en polyamide 6.6
- Les corps de pompe de lave-glace
- Les commandes de boîtes automatiques, etc...

Les prescriptions relatives aux facteurs de visibilité sont nombreuses.

A côté des lave-glace et autres dispositifs anti-buée, citons les systèmes optiques (feux de signalisation) que l'on sait aujourd'hui réaliser de 3 ou 4 couleurs différentes en même temps et avec une garantie de colorant allant jusqu'à 5 ans.

Indispensables pour réduire la gravité des blessures en cas de choc, les protections contre les heurts font l'objet d'une attention particulière dans la législation actuelle.

La présence d'éléments amortisseurs est devenue indispensable dans différents endroits du véhicule et en premier lieu au niveau du tableau de bord, des sièges, des dossiers, des garnitures de portière...

Ces prescriptions ont conduit à une utilisation accrue des plastiques souples telles que les matières vinyliques et les mousses.

Les blessures les plus graves sont généralement celles causées par les heurts avec le pare-brise ou le volant. Les normes imposées dans ce domaine ont incité les constructeurs à mettre au point des glaces de sécurité et des colonnes télescopiques à absorption d'énergie.

Les pare-brise feuilletés sont constitués d'une âme de 0,8 mm d'épaisseur en butyral de polyvinyle emprisonnée entre deux feuilles de verre auxquelles elle est collée par adhérence contrôlée. Cette combinaison a pour effet de diminuer considérablement la violence de l'impact lors d'un choc contre la vitre.

Les problèmes posés par les risques d'incendie en cas de collisions sont devenus si aigus qu'il est stipulé, aujourd'hui, que tous les éléments constituant l'aménagement intérieur d'un véhicule doivent résister à la flamme ; ce qui a pour effet une forte orientation dans le choix des matériaux. Aussi pour certaines pièces, le polypropylène et l'ABS ont-ils dû être remplacés par du polyamide 6.6 qui se classe mieux dans la catégorie des produits auto-extinguibles.

Ces quelques exemples pris dans le contexte de l'industrie automobile montrent que la transformation des matières plastiques constitue une véritable sidérurgie des années 90-95 : la plasturgie.

Notre fin de siècle vivra à l'heure des plastiques et ne saura plus s'en passer.

Cependant, la noblesse des applications plastiques ne devra pas échapper à quelques règles fondamentales telles que :

- . Les pièces plastiques sont passées du rôle de pièces de remplacement à celui de composants de haute qualité nécessitant le respect d'un cahier des charges rigoureux et aussi la connaissance par les hommes des caractéristiques des divers plastiques utilisables.

- . Les processus de fabrication, de lancement et de mise au point des produits se raccourcissent de plus en plus dans un monde où la consommation effrénée des produits nécessite de créer sans cesse de nouveaux modèles mis rapidement sur le marché.

- . Les plasturgistes d'aujourd'hui doivent être des hommes complets, intégrant, dans une solide formation mécanique, des connaissances en chimie et rhéologie des polymères.

Enfin rappelons-nous qu'il n'y a pas de mauvaises matières plastiques ; il n'y a que des mauvais choix au regard des applications concernées.

---

## ANNEXE 2

Conception des moules d'injection

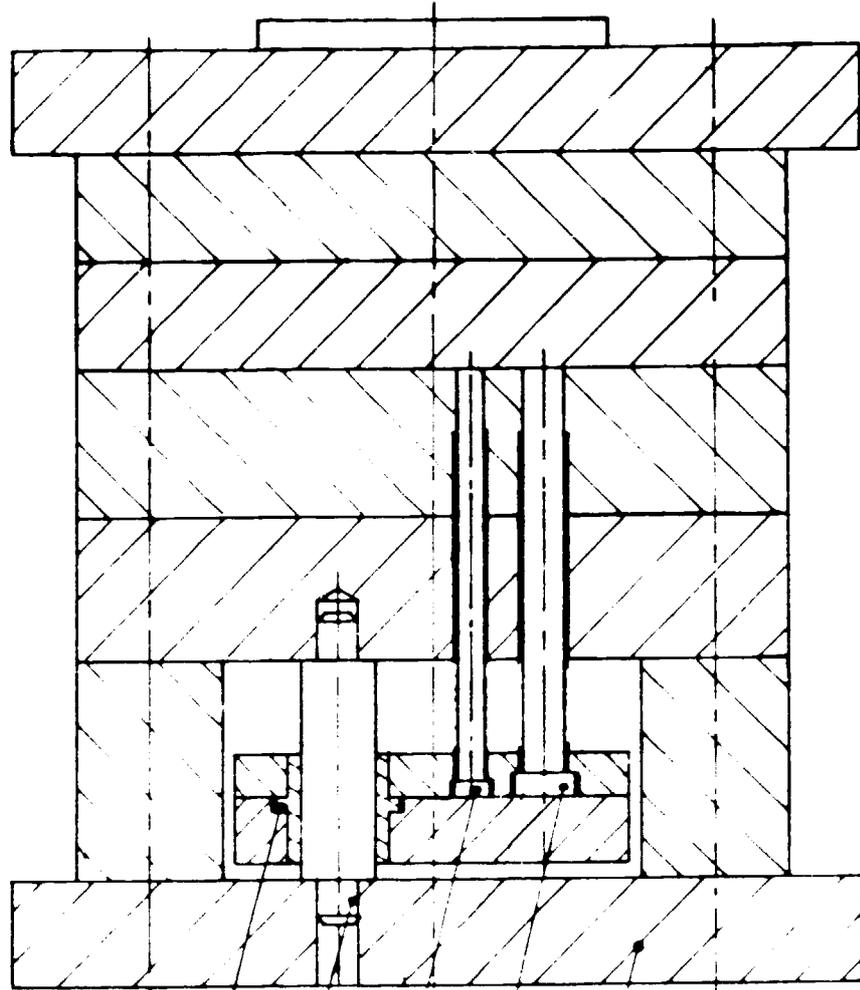
Exemple - Standard du CETIME -



MOULE STANDARD

STANDARD

N° 1



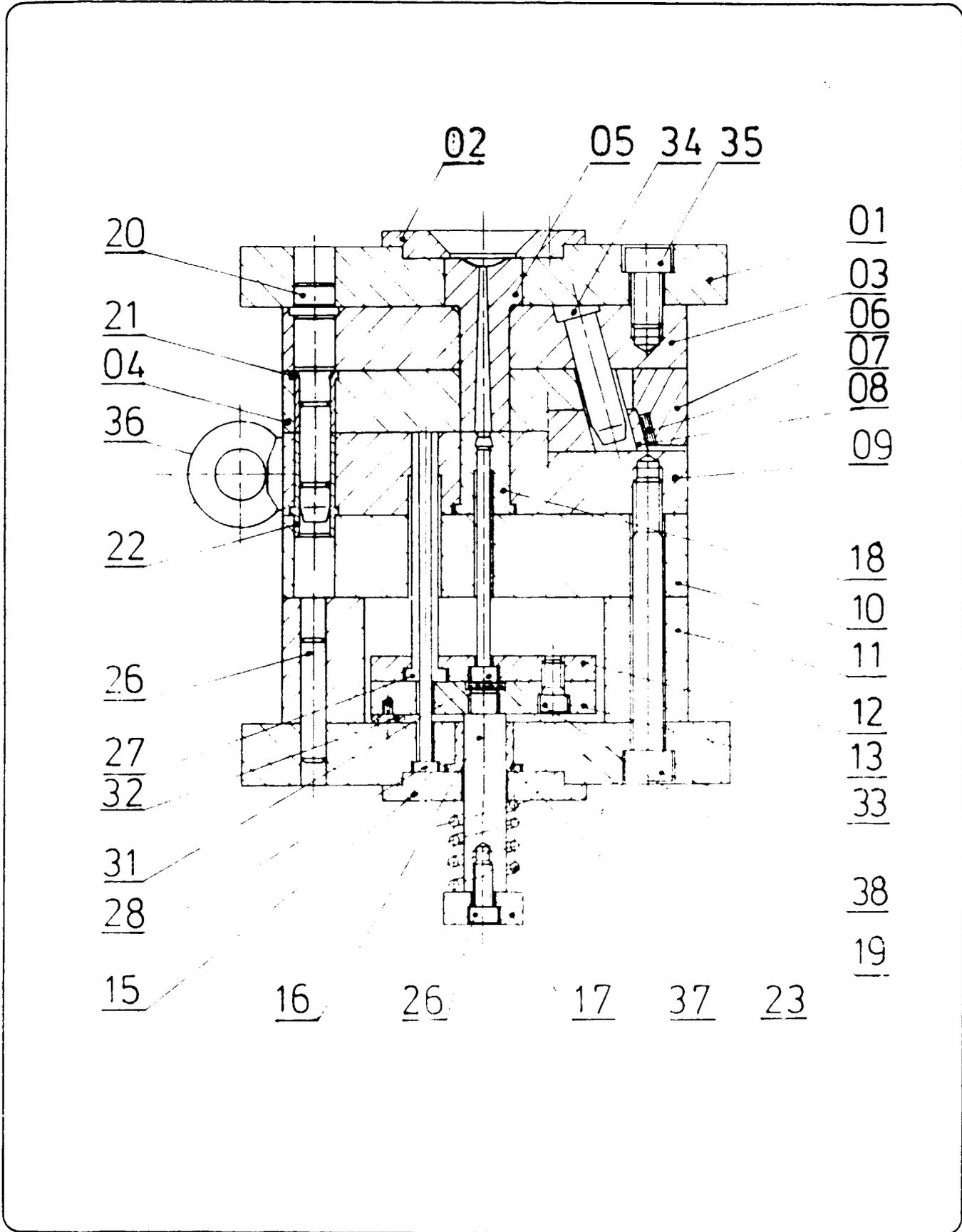
24 / 25 / 29 / 30 / 14

SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH V TUNIS TEL: 235. 312 / 239. 422  
ATELIERS RUE IBN KHALDOUN BP.147 SOUSSE TEL. 03.33. 296 / 32. 566 TELEX: 30949 CIMES



VALVE STANDARD

**STANDARD**  
N° 1 BIS



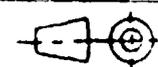
SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH V. TUNIS TEL: 235.312 / 239.422  
ATELIERS RUE IBN KHALDOUN 2147 SOUSSE TEL: 03.33.296/32.366 TELEFAX: 30949 C/MES



NOMENCLATURE

**STANDARD**  
N° 2

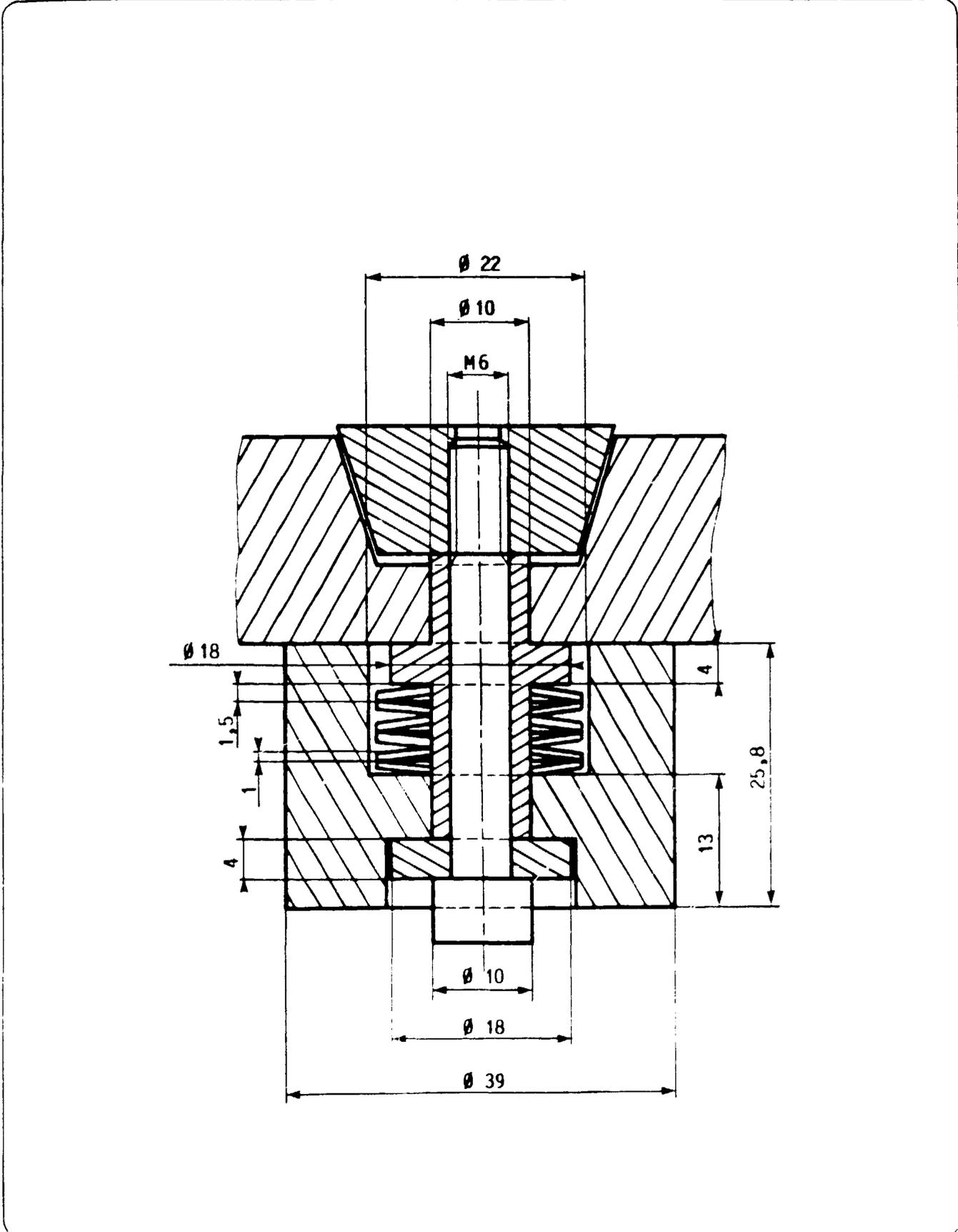
38	Vis à 6 pans creux	
37	Ressort	
36	Anneau de levage	
35	Vis à 6 pans creux	
34	Doigt incliné	
33	Vis à 6 pans creux	
32	Repos de Batterie d'Ejection	
31	Arrache Carotte	
30	Tige de Rappel	
29	Ejecteur Cylindrique	
28	Poinçon	
27	Ejecteur Tubulaire	
26	Vis à 6 pans creux	
25	Bague Guide Arrache Carotte	
24	Bague de Guidage	
23	Bague de guidage	
22	Bague de guidage	
21	Bague de guidage	
20	Colonne de guidage	
19	Plaque de Choc	77-0C12
18	Tasseau Guide Batterie	0048
17	Rondelle	0048
16	Doigt d'Ejection	0048
15	Plaque de Centrage Inférieure	0048
14	Plaque de Base Inférieure	A56
13	Contre Plaque d'Ejection	0048
12	Plaque Porte Ejecteur	0048
11	Tasseau	0048
10	Contre Plaque	0048
09	Plaque Porte empreinte	4 0048
08	Tiroir	0048
07	Plaque d'usure	0048
06	Man de démoulage	0048
05	Buse d'Injection	0048
04	Plaque Porte Empreinte	4 0048
03	Plaque intermédiaire	0048
02	Plaque de centrage	0048
01	Plaque de Base Supérieure	0048

REF. N°	DESIGNATIONS	CODE	MATIERES	REMARKS
ENSEMBLE : _____ CODE _____				
TOLERANCES GENERALES : _____		TRAIT. THERMIQUE _____		N° NOMENCLATURE : _____
ECHELLE : _____		MATIERE : _____	DE LINE PAR : _____	
DESIGNATION : <u>Moule standard</u>				N° _____



DECOLLEUR D'OUVERTURE

STANDARD  
N°



SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH V TUNIS TEL: 235. 312 / 239. 422  
ATELIERS RUE IBN KHALDOUN BP.147 SOUSSE TEL: 03.33. 296 / 32. 366 TELEX: 30949 CIMES

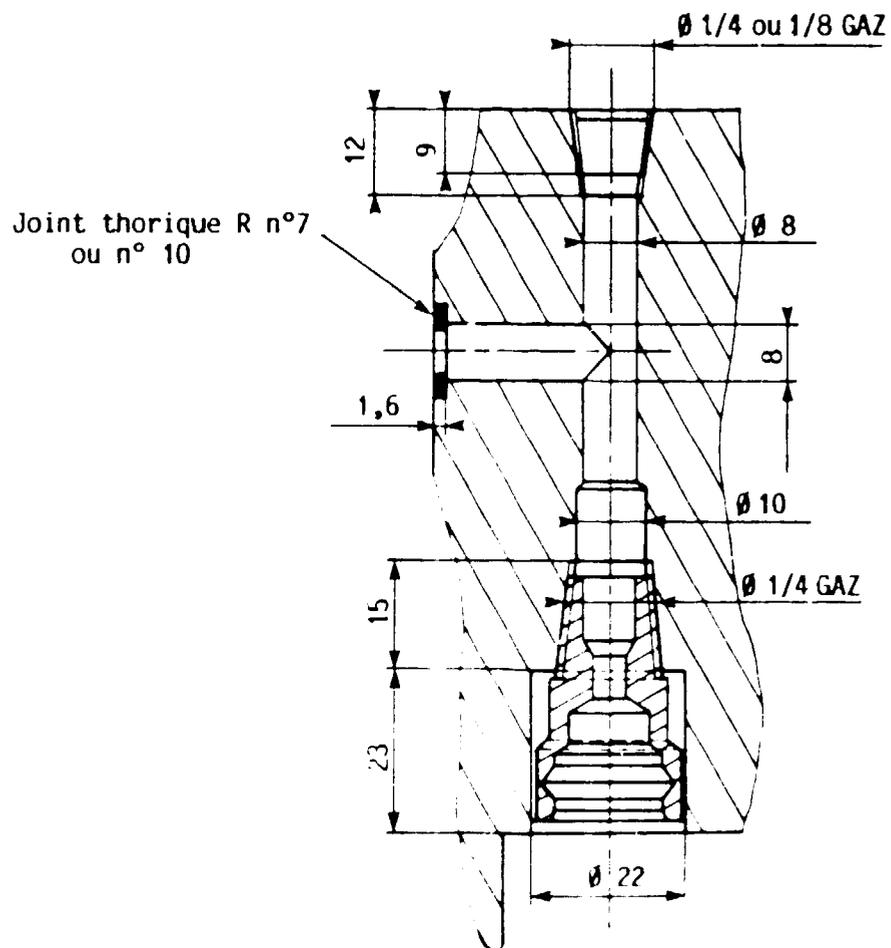
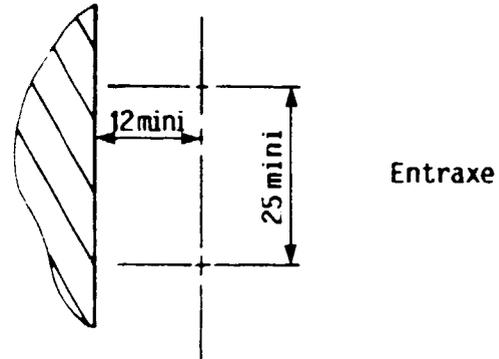


CIRCUIT DE REGULATION

STANDARD

N° 4

Prise d'eau de marque: STAUBLI modèle RPL noyé



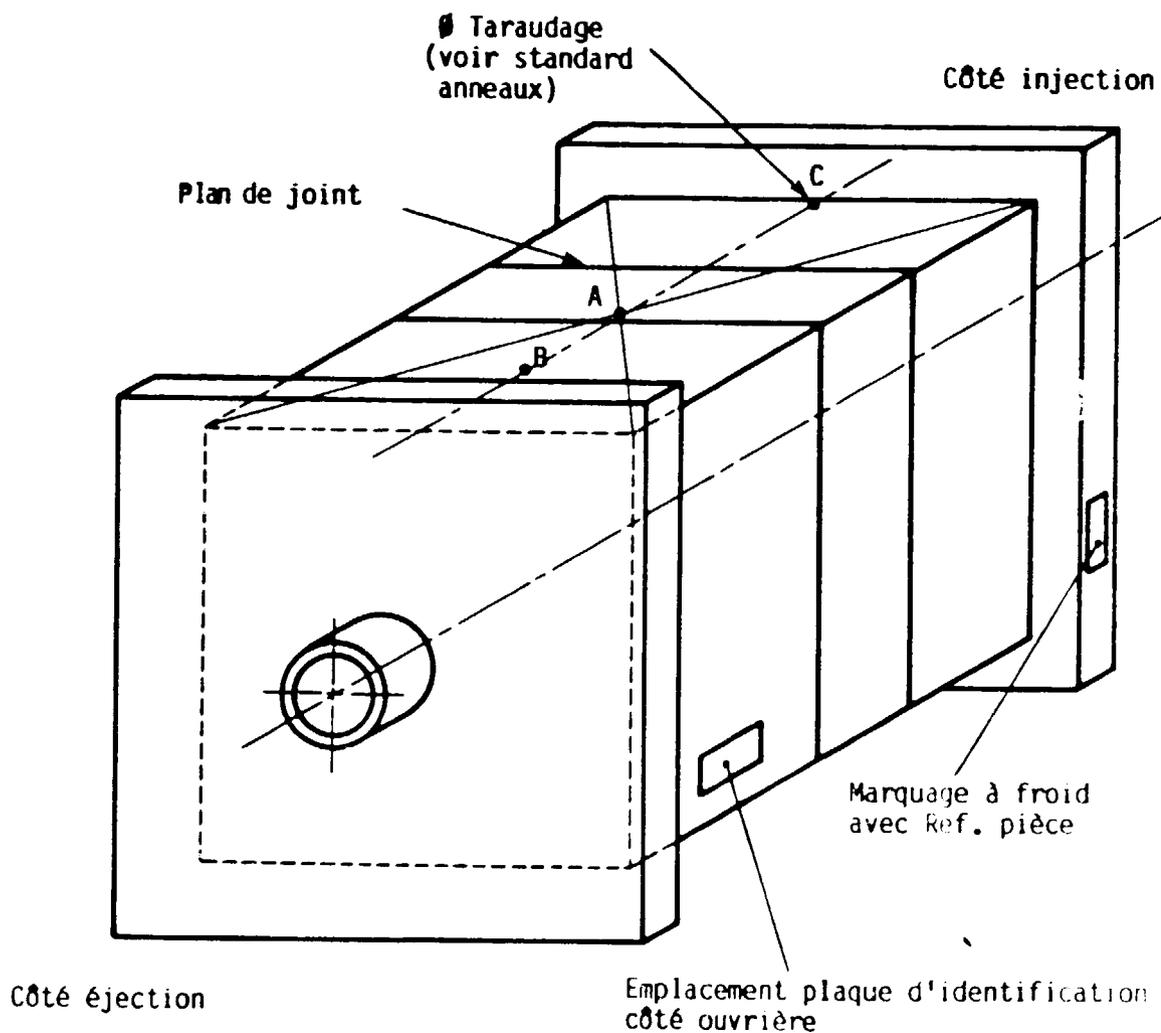
SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH II TUNIS TEL: 235.312 / 239.422  
ATELIERS RUE IBN KHALDOUN BP. 147 SOUSS TEL 03.30.296 / 32.366 TELEX: 3149 CIMES



POSITIONNEMENT DES ANNEAUX

STANDARD

N° 5



- A: Taraudage pour anneau de levage: cas du moule complet
- B: Taraudage pour anneau de levage: côté éjection
- C: Taraudage pour anneau de levage: côté injection

SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH II TUNIS TEL: 235 312 / 239 420

AGENCES: RUE ILM KHALDOUN 147 SOUSSE TEL: 03.33.20.17.32 3000 FAX: 30.77.9.1111

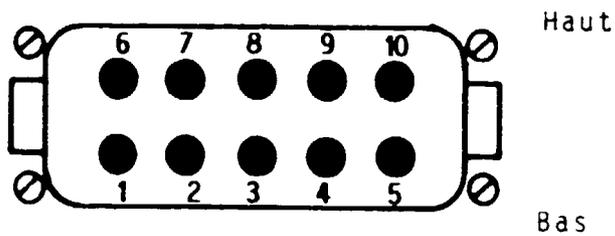




SONDE ET RACCORDEMENT

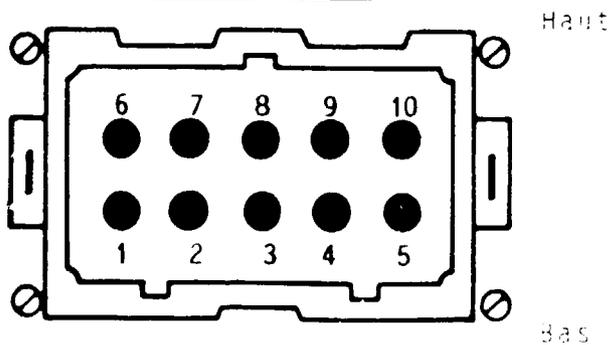
**STANDARD**  
N° 7

PRISE SONDE



N°Sonde	Repère sur sonde	N°d'Empreinte correspondante ou zone
N°1	1 = + et 2 = -	
N°2	3 = + et 4 = -	
N°3	7 = + et 6 = -	
N°4	9 = + et 8 = -	

PRISE PUISSANCE



N° Gaine	Repère fils	N°d'Empreinte correspondante
N°1	1 et 2	
N°2	3 et 4	
N°3	6 et 7	
N°4	8 et 9	

SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH V TUNIS TEL: 2-5. 312 / 239. 422

REP. FR. : SOCIETE INDUSTRIELLE DE TUNISIE S.A. TEL: 2-5. 312 / 239. 422 FAX: 2-5. 312 / 239. 422

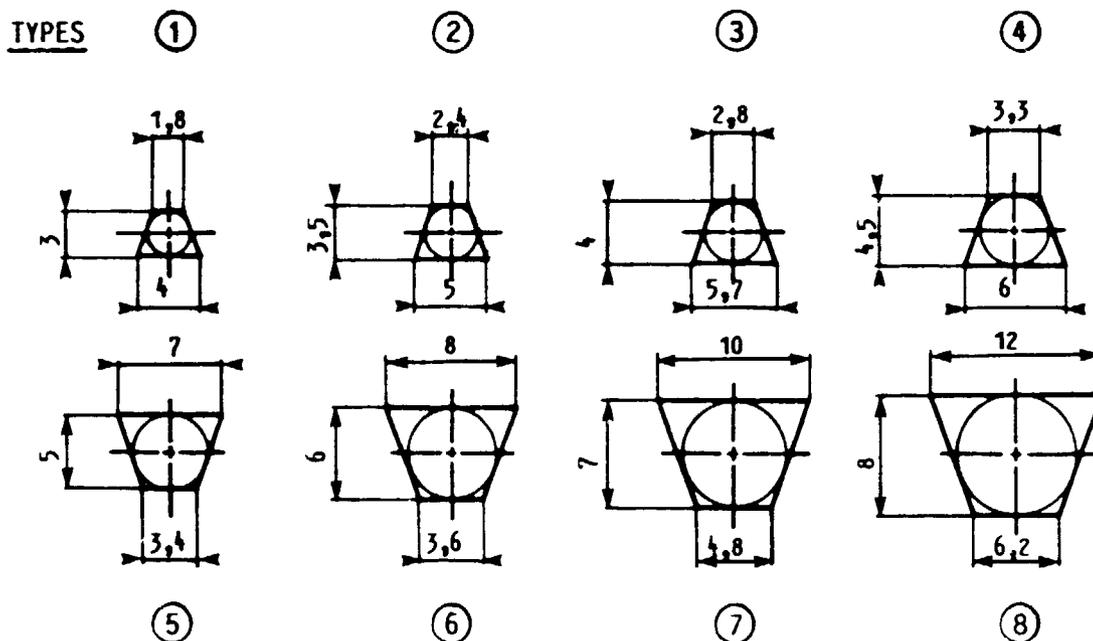


# CANAUX D'INJECTION

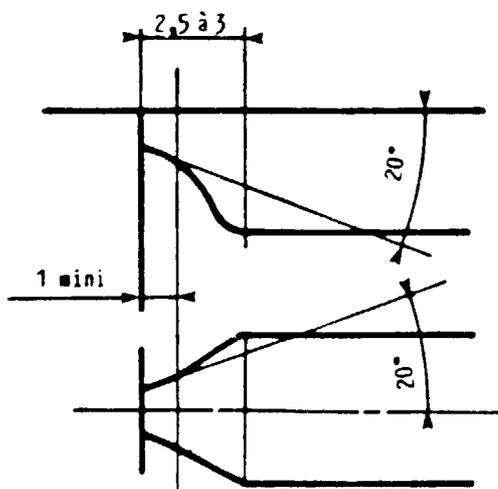
## STANDARD

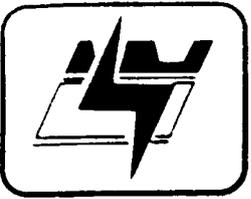
### N° 8

#### DANS LE CAS DE CANAUX SIMPLES NON CYLINDRIQUES



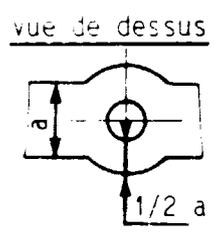
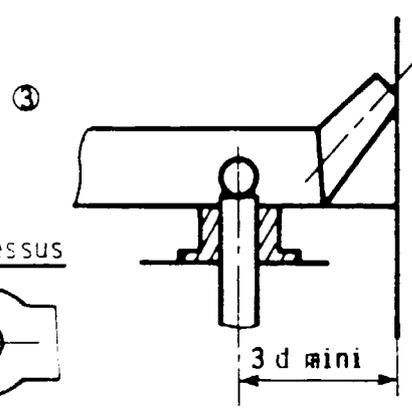
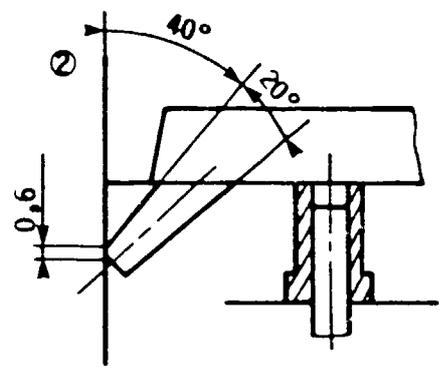
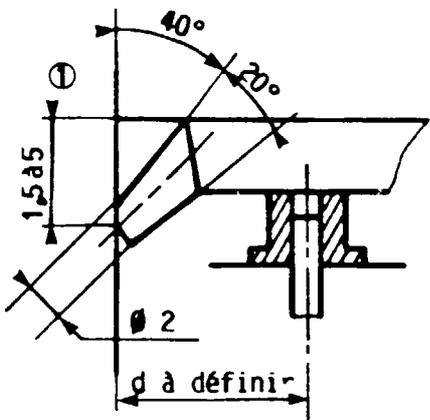
#### POINT D'ATTAQUE DIRECT



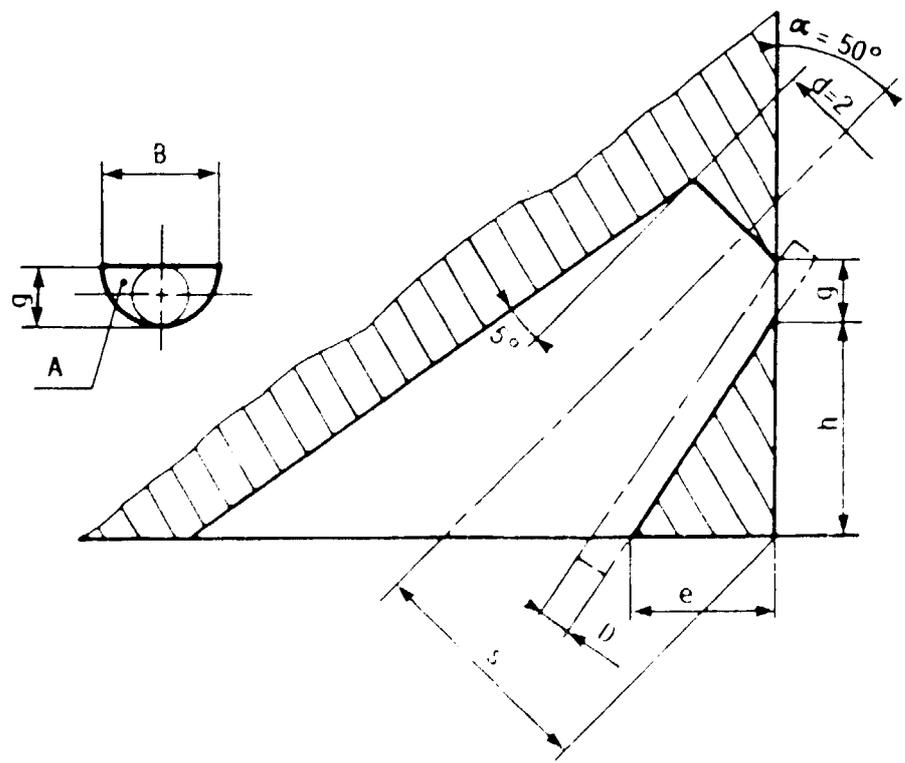


# INJECTION EN TUNNEL

## STANDARD N° 9



- ① Canal côté éjection pour moule avec éjection par éjecteur
- ② Canal côté injection pour moule avec éjection par éjection
- ③ Canal côté injection pour moule avec éjection par plaque



SIÈGE: 22 AVE D'AFRIQUE 11170 MONTMIS TEL 235.312/239.422



DETERMINATION DES DIMENSIONS  
D'UNE INJECTION EN TUNNEL

**STANDARD**

**N° 9 BIS**

$\alpha = 50^\circ$   $d = 2$

e	g	0,6	0,8	1	1,2	1,4
	A	0,64	0,88	1,34	1,74	2,16
D	0,34	0,48	0,57	0,69	0,8	
1,5	h	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
	s	2,59	2,61	2,64	2,65	2,69
2	h	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
	s	3,09	3,12	3,14	3,17	3,19
2,5	h	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57
	s	3,6	3,62	3,65	3,67	3,7
3	h	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28
	s	4,10	4,13	4,15	4,18	4,2
3,5	h	5	5	5	5	5
	s	4,61	4,63	4,66	4,68	4,71
4	h	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71
	s	5,11	5,14	5,16	5,19	5,21
4,5	h	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43
	s	5,62	5,64	5,67	5,69	5,72
5	h	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14
	s	6,12	6,15	6,17	6,20	6,22
5,5	h	7,86	7,86	7,86	7,86	7,86
	s	6,63	6,65	6,68	6,70	6,73
6	h	8,57	8,57	8,57	8,57	8,57
	s	7,13	7,16	7,18	7,21	7,23
6,5	h	9,28	9,28	9,28	9,28	9,28
	s	7,64	7,66	7,69	7,71	7,74
7	h	10	10	10	10	10
	s	8,14	8,17	8,19	8,22	8,24
7,5	h	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71
	s	8,65	8,67	8,70	8,72	8,75
8	h	11,43	11,43	11,43	11,43	11,43
	s	9,15	9,18	9,20	9,23	9,25
8,5	h	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
	s	9,66	9,68	9,71	9,73	9,75
9	h	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85
	s	10,16	10,18	10,21	10,24	10,25

SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH V TUNIS TEL: 235 312/23 1122

REDACTION: 10 RUE DE LA LIBERATION 2075 SIDI ABDELWAZIR TEL: 235 312/23 1122



DETERMINATION DES DIMENSIONS  
D'UNE INJECTION EN TUNNEL

**STANDARD**

**N°** 9 TER

Les grandeurs géométriques indiquées se déterminent par équations dont la variable est l'angle  $\alpha$  (alpha)

Pour un angle  $\alpha = 50^\circ$ , le tableau joint permet d'obtenir ces grandeurs calculées.

Le constructeur choisit le diamètre  $d$ , la mesure  $e$  et la longueur de rupture  $g$ . Le tableau indique la surface de rupture  $A$ , le diamètre de la mesure  $D$ , ainsi que les valeurs de  $e$  et  $s$ .

Exemple:

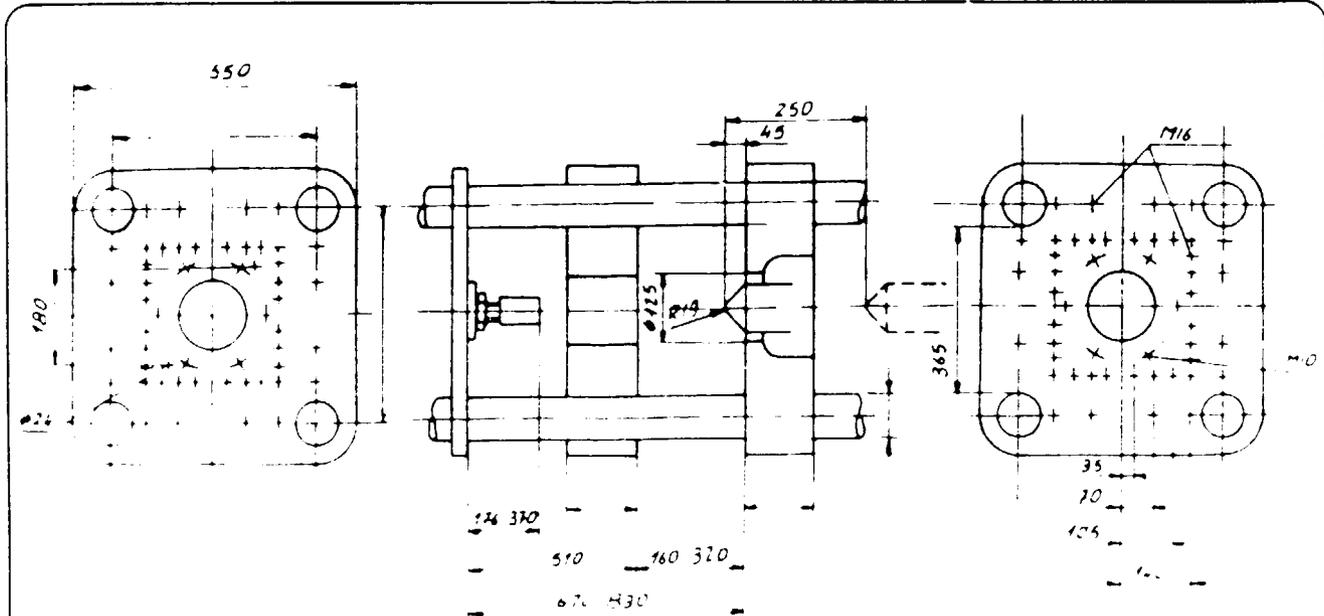
. angle $\alpha$ (alpha)	= $50^\circ$
. diamètre $d$	= 2 mn
. longueur de rupture $g$	= 1,4 mn
. mesure $e$	= 3,5 mn
. surface de rupture $A$	= 2,16 mn <sup>2</sup>
. diamètre de mesure	= 0,8 mn
. mesure $h$	= 5 mn
. mesure $s$	= 4,71 mn

On peut aussi choisir un seuil d'injection approprié en partant de la valeur de la surface  $A$ .



MANIPULATrice  
 Presse 100-7

**STANDARD**  
 N° 10



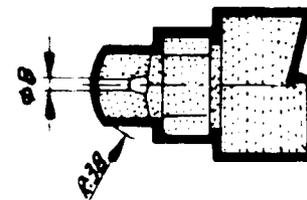
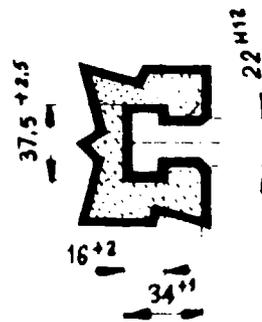
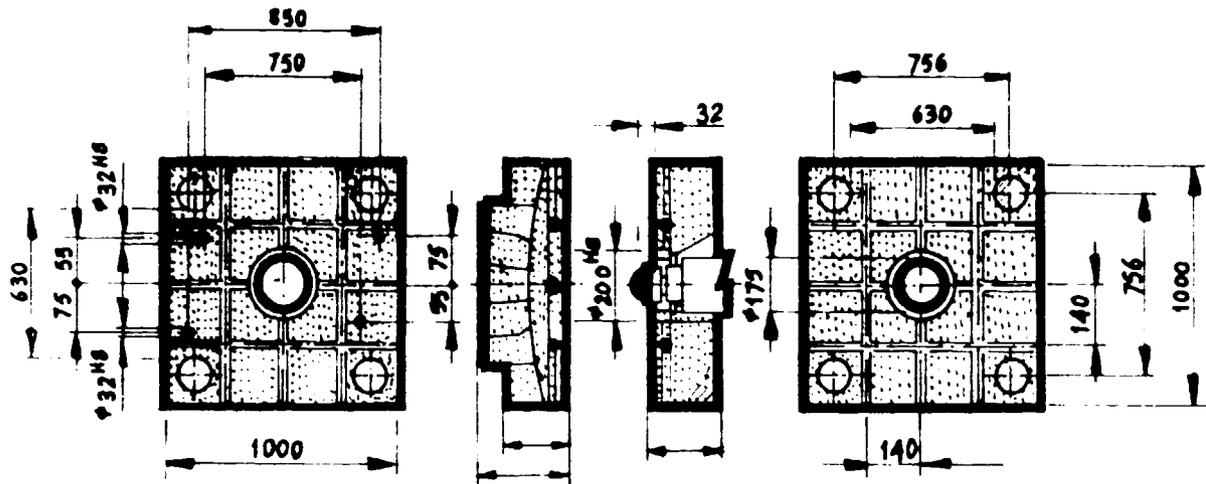
Bridage automatique	<input checked="" type="checkbox"/>	NON
Épaisseur Bridage	.....	25 mm
Ø de la vis	.....	45 mm
Hauteur de rotation de la vis	.....	30 mm
Vitesse d'injection	.....	100 mm/s
Ø de l'injecteur	.....	1.25 mm
Volume maxi injecté (cc)	.....	10
Pression d'injection	.....	100 bar
Température max (°C)	.....	150
Pression de soufflage	.....	7 bar
Température max (°C)	.....	150
Température max (°C)	.....	150
Température max (°C)	.....	150

SIÈGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH II TUNIS TEL 235.312 / 239.422  
 177 AVENUE RUE EL KHALDOUN BP 147 SOUSSE TEL: 03 3 32 366 TELEX: 30949 CIVES



CARACTERISTIQUE PRESSE 440 T

**STANDARD**  
N° 10 BIS



Bridage automatique	OUI	NON		
Epaisseur Bridage	25	MM	.....	
Ø de la vis	90	MM	.....	
Vitesse de rotation de la vis	32 A 125	T/MN		
Classification	210	Kg/cm <sup>2</sup>	.....	
Volum. d'injection	954	cm <sup>3</sup>	.....	
Volum. maxi injecté	1463	cm <sup>3</sup>	.....	
Pression d'injection	1260	kg/cm <sup>2</sup>		
Press. d'arrêt de la vis	10	T	.....	
				Puissance de chauffe ..30 KW.....
				Force de fermeture max. ..440 T.....
				Press. d'ouverture du moule maxi ..20 T.....
				Press. d'éjection dynamique ..125 kg.....

SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH V. TUNIS TEL: 235 312 / 239 477

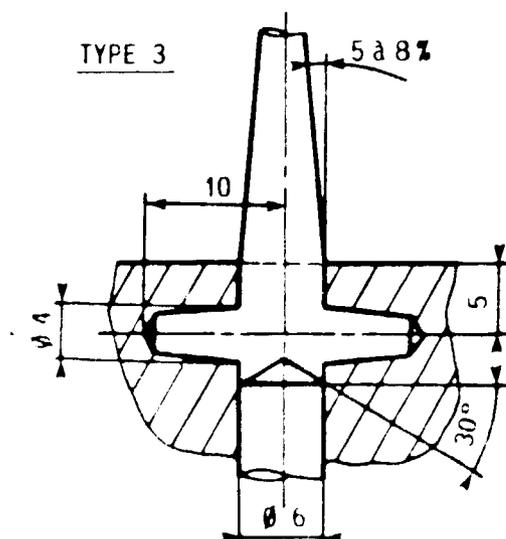
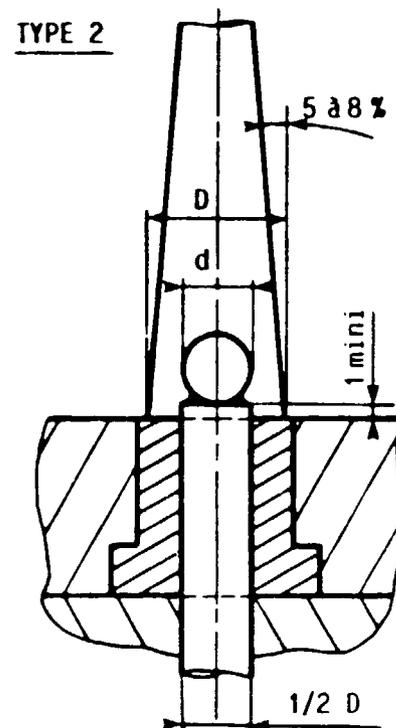
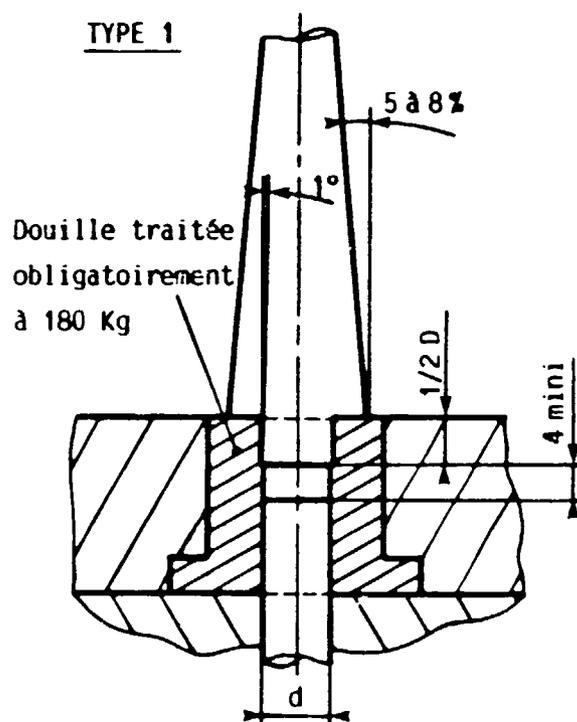
ATELIER: RUE IEN KHALDOUN BP. 147 SOUSSE TEL: 03 33 2 96 / 32 366 FAX: 30947 MFS



## ARRACHES CAROTTES

STANDARD

N° 11

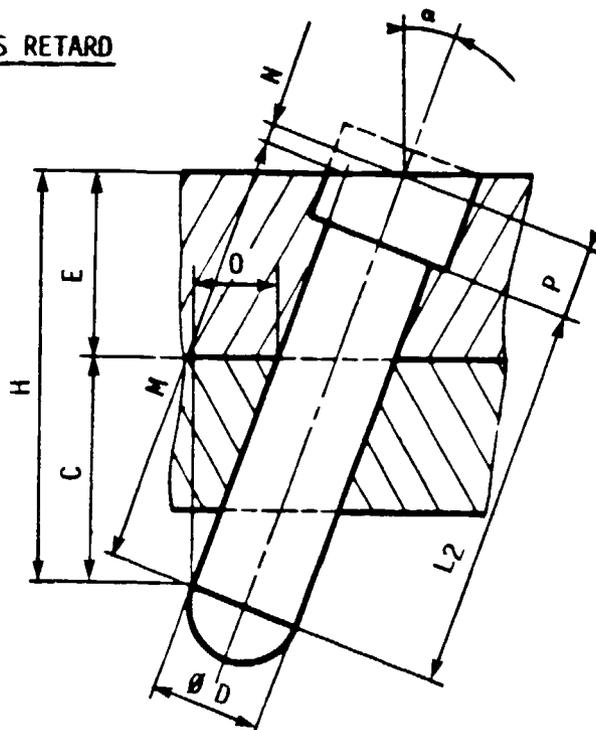


Pas de plan de joint de construction  
dans l'arrache carotte.

Le diamètre de l'éjecteur est en  
fonction de la carotte  
 $d = 0,5 \varnothing$  carotte



DOIGT DE DEMOULAGE

**STANDARD****N° 12**SANS RETARD

Valeurs connues :

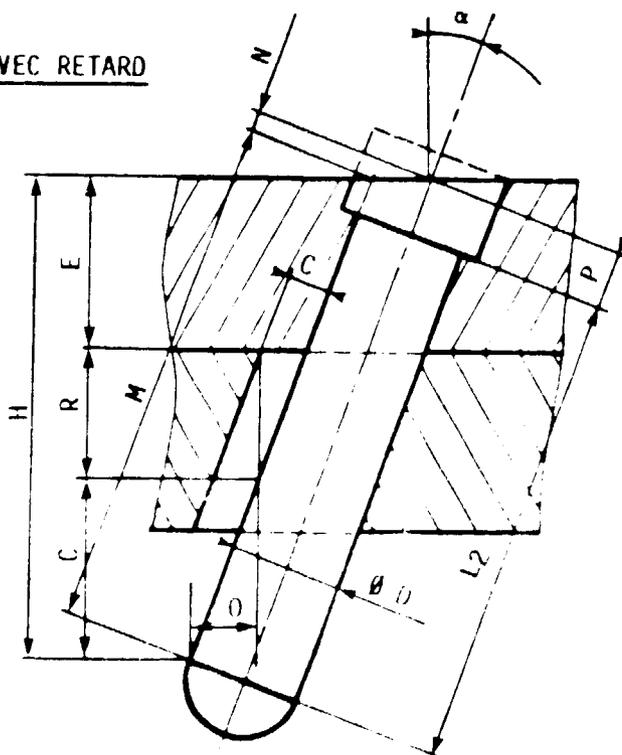
 $\alpha$ : angle  $18^\circ$  doigt $20^\circ$  chariot

E: épaisseur plaque

O: ouverture

 $\phi D$ : } suivant moule  
 L: }

Valeurs à chercher :

C:  $O \times \cot \alpha$ H:  $E + C$ M:  $H : \cos \alpha$ N:  $1/2 \phi D \times \tan \alpha$ P:  $M + N - L_2$ AVEC RETARD

Valeurs connues :

Idem ci-dessus plus :

R: retard

Valeurs à chercher :

Idem ci-dessus plus :

H:  $E + R + C$ J:  $R \times \sin \alpha$ 

SIEGE: 22 AVE D'AFFRONT MENTON 06800 S. TEL: 235 312 / 239 422

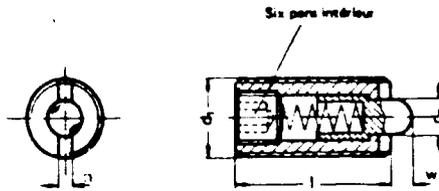
www.siege.com



BILLE A RESSORT DE COULISSEAUX

**STANDARD**  
N° 13

POUSSOIR A RESSORT 6 PANS INTERIEURS



MATIERE acier brut

SUR DEMANDE

téton de pression en téflon T

	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	l	n	6 pans	w	élasticité	
							début	fin
32-030-4	M 4	1,5	15	0,6	1,3	1,5	0,5	1,6
32-030-5	M 5	2,4	18	1,2	1,5	2,3	0,6	2
32-030-6	M 6	2,7	20	1,3	2	2,5	0,7	2
32-030-8	M 8	3,5	22	1,5	2,5	3	0,9	3,5
32-030-10	M 10	4	22	1,5	3	3	0,9	3,5
32-030-12	M 12	6	28	2,7	4	4	1	5,5
32-030-16	M 16	7,5	32	3,2	5	5	4,5	10

POUSSOIR A RESSORT FENDU



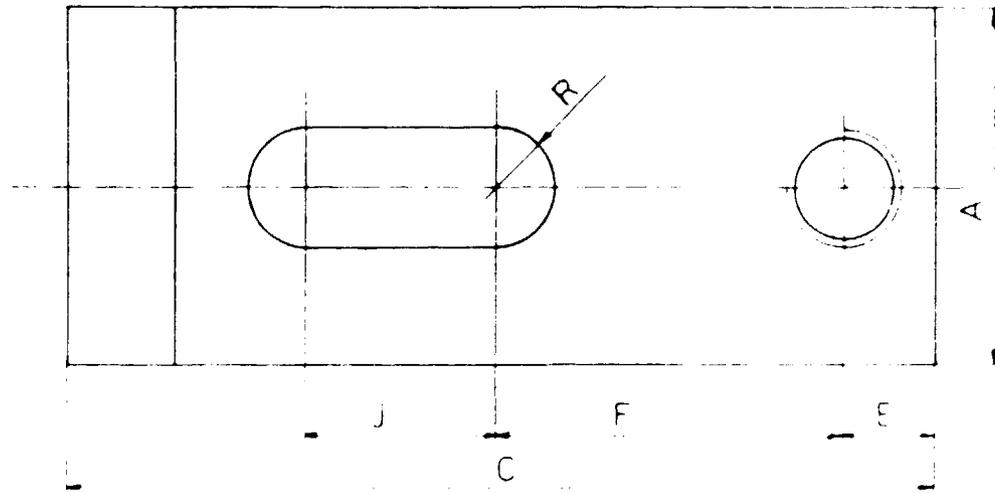
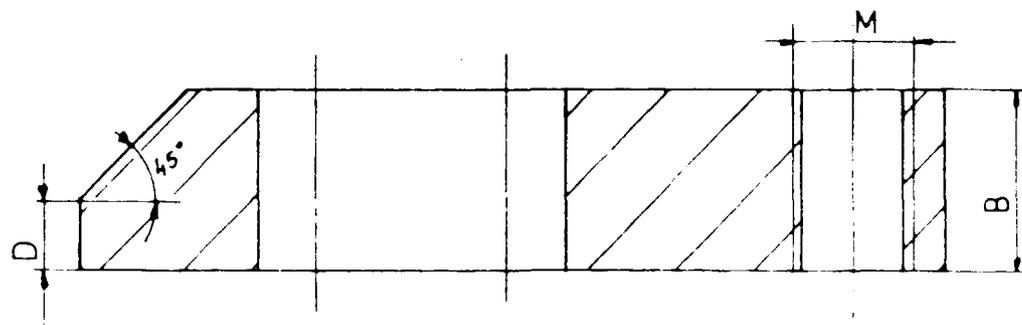
MATIERE acier brut

ACIER										INOX	
A bille	A bille	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	l	n	6 pans	w	élasticité début	élasticité fin	A bille	A bille
32-011-4		M 4	2,5	8	0,6	1,3	1,5	0,5	1,6	32-015-4	
32-011-5		M 5	3	12	1,2	1,5	2,3	0,6	2	32-015-5	
32-011-6		M 6	3,5	14	1,3	2	2,5	0,7	2	32-015-6	
32-011-8		M 8	5	16	1,5	2,5	3	0,9	3,5	32-015-8	
32-011-10	32-012	M 10	6	18	1,5	3	3	0,9	3,5	32-015-10	
32-011-12		M 12	8	22	2,7	4	4	1	5,5	32-015-12	
32-011-16	32-012	M 16	10	28	3,2	5	5	4,5	10	32-015-16	



# BRIDES

**STANDARD**  
**N° 14**



	A	B	C	D	E	F	J	R	M
GM	60	26	160	15	21	6	37	7	20
PM	50	21	125	10	13	5	27	5	15



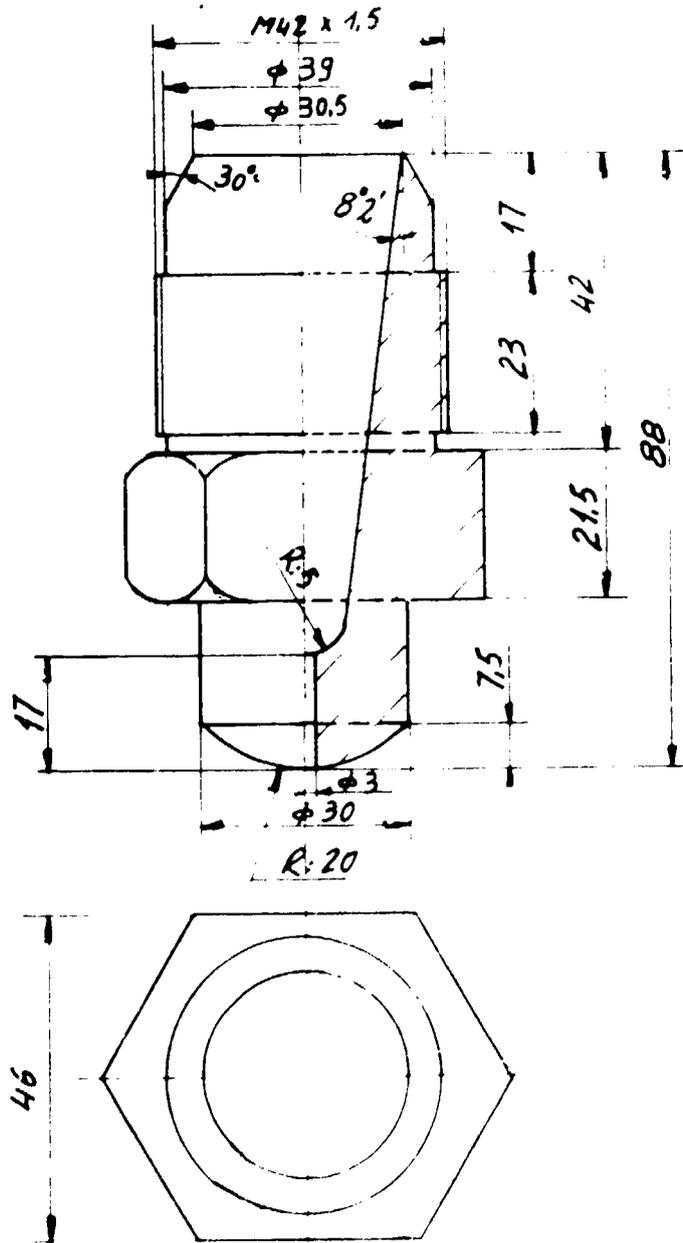


STANDARD BUSE  
PRESSE 440 TONNES

STANDARD

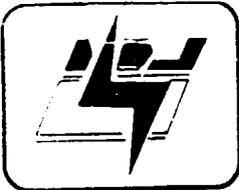
N° 16

83



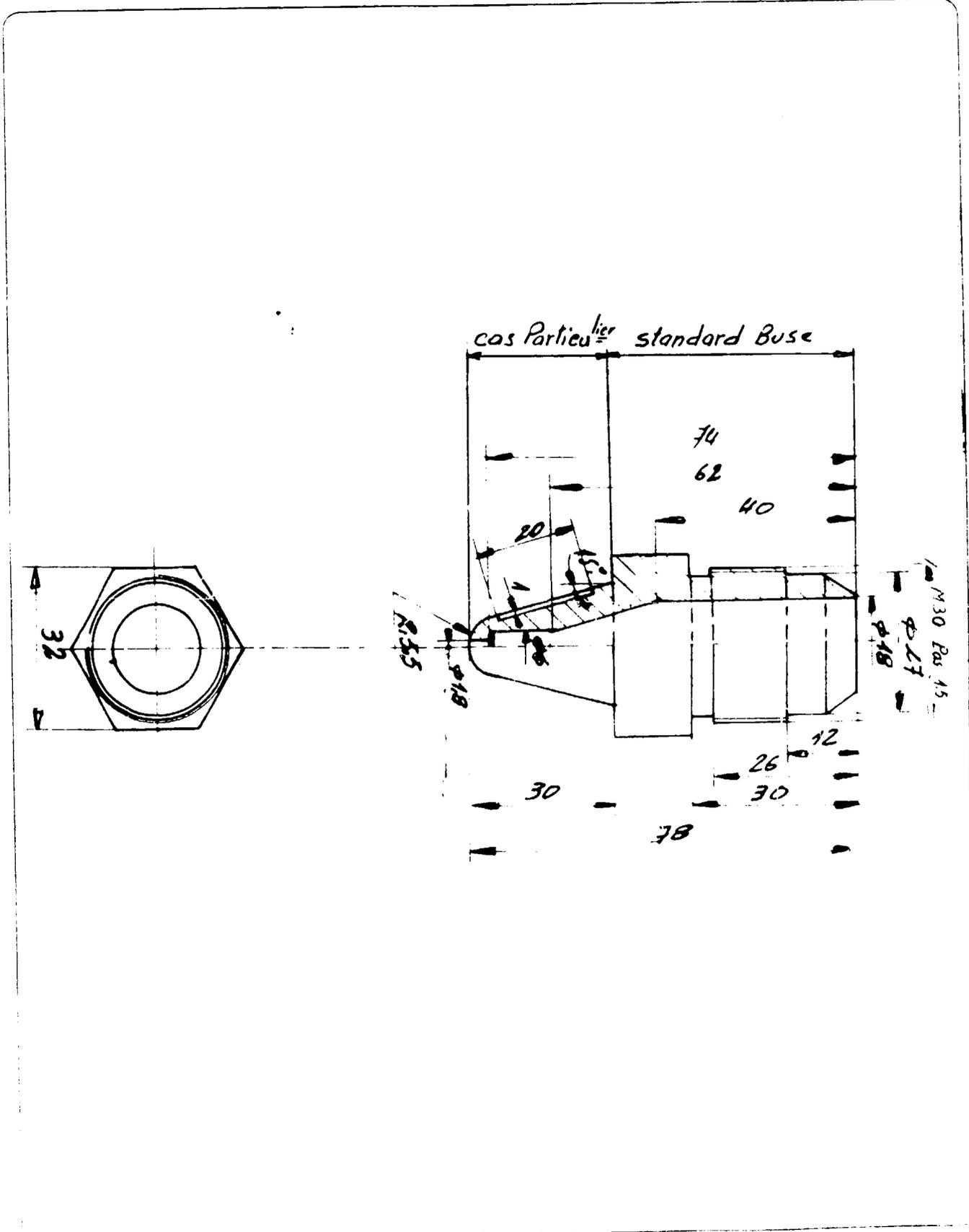
SIÈGE: 22 AVE D AFFAÏNE MENZAH TUNIS TEL: 235.312 / 239.422

INDUSTRIE



STANDARD BUSE PRESSE 100 TONNES

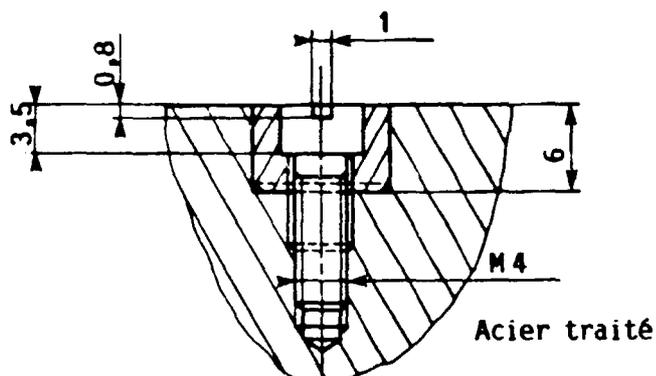
STANDARD  
N° 16 BIS



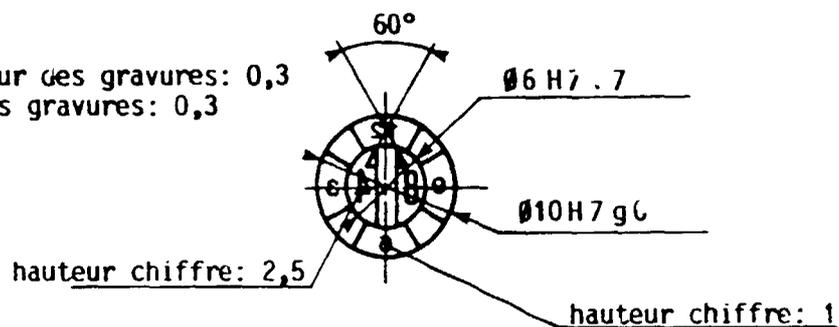
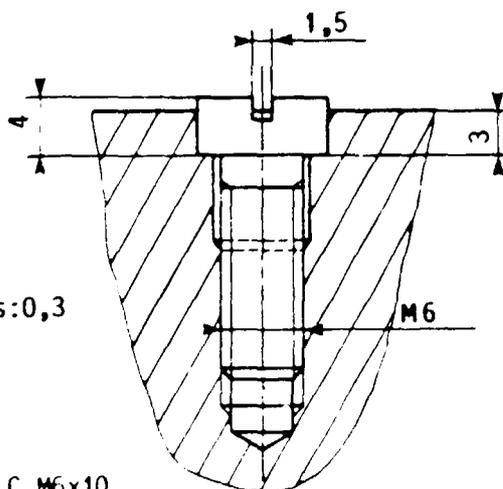
SIEGE: 22 AVE D AFRIQUE MENZAH TUNIS TEL: 235.312 / 239.422  
 ATELIERS: RUE IBN KHALDOUN BP. 147 TOUSSTEL TEL: 03.33.296782166 TELEX: 210141



DATEURS

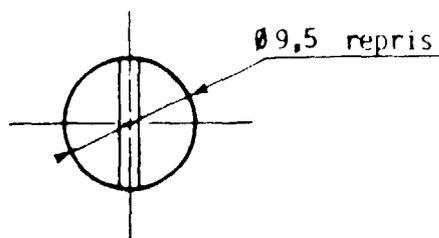
**STANDARD****N° 17**DATEUR ROTATIF

Profondeur des gravures: 0,3  
 Profondeur des gravures: 0,3

DATEUR RAPPORTE

Profondeur des gravures: 0,3

Utilisation d'une vis C M6x10



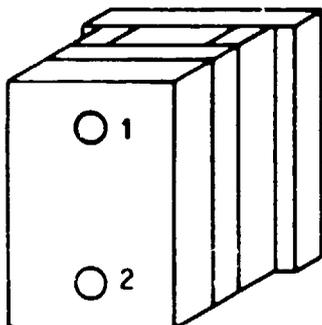


## REPERAGES DES EMPREINTES

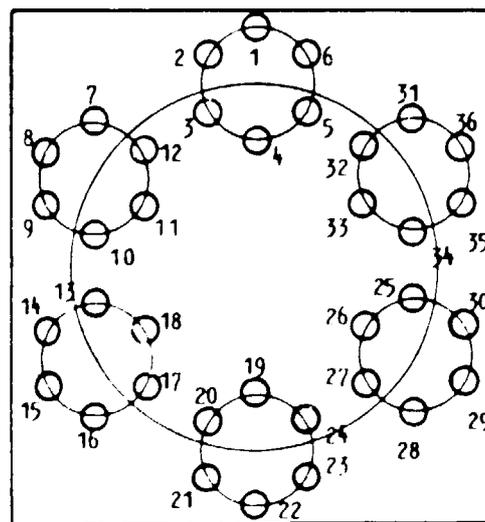
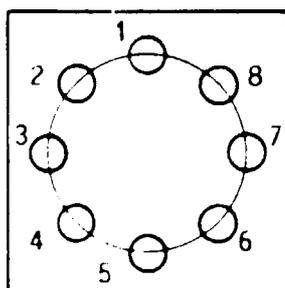
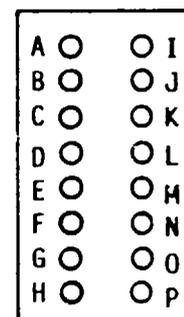
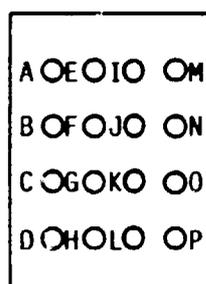
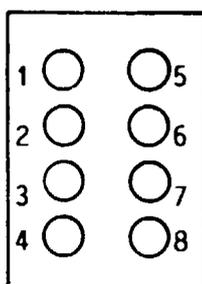
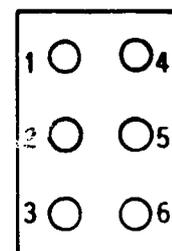
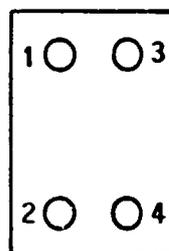
STANDARD

N° 18

- Les empreintes sont repérées dans l'ordre indiqué ci-dessous.
- On lit moule ouvert, plan de joint vu côté éjection, anneau de levage en haut.



côté éjection



SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH TUNIS TEL: 235. 312 / 239. 422

ATELIERS RUE IBN KHALDOUN BP. 147 SOUSSE TEL: 03 33. 296 / 32. 366 TELEX: 30949 CIMES

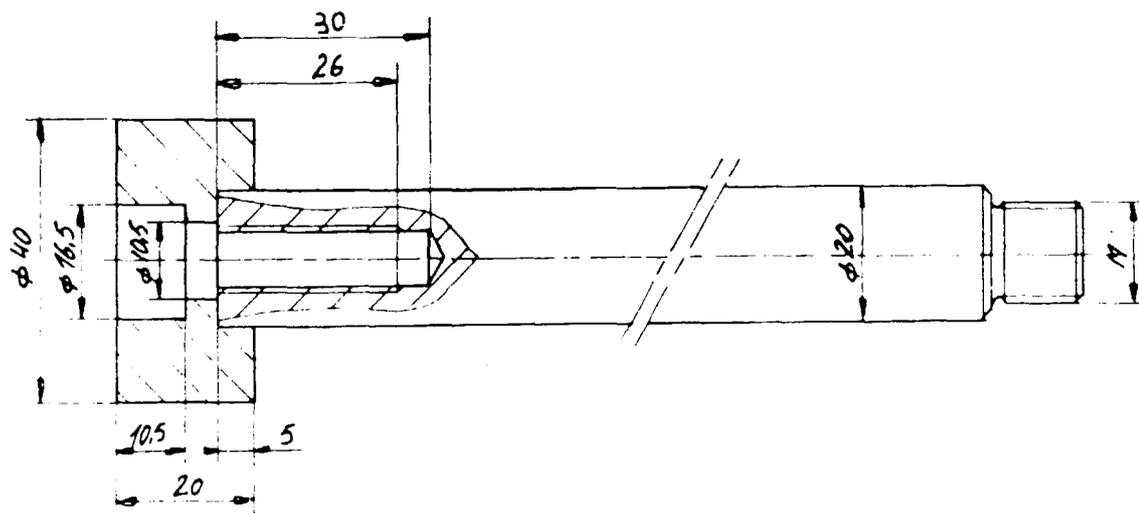


QUEUE D'EJECTION

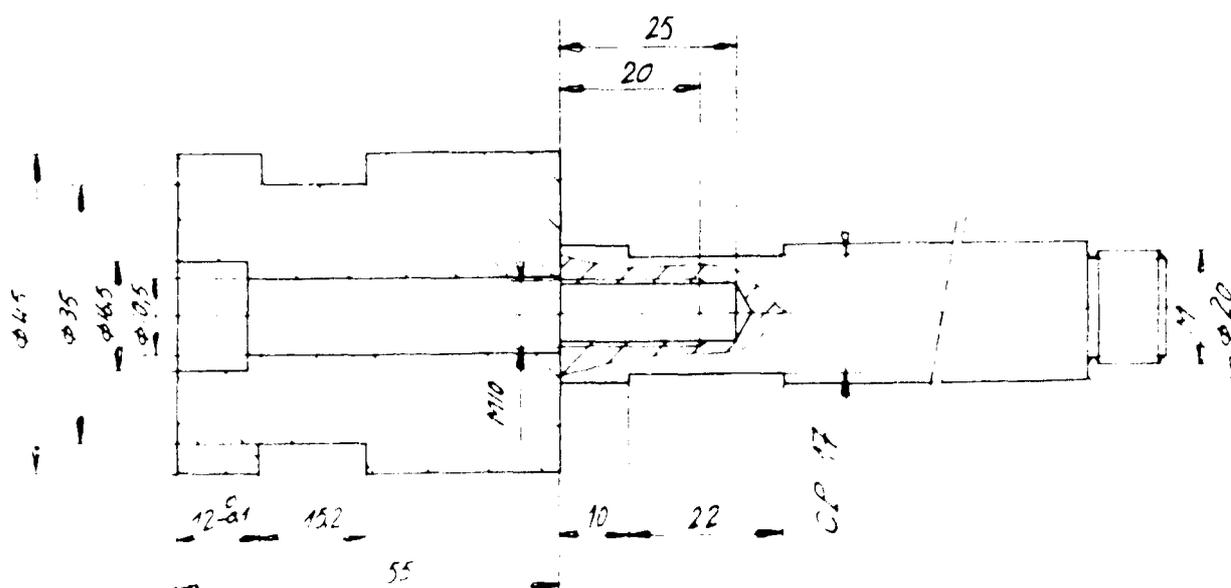
**STANDARD**

**N° 19**

Simple Queue D'éjection



Queue D'éjection D'attelage



SIEGE: 22 AVE D'AFRIQUE MENZAH II TUNIS TEL: 235.312 / 239.422

ATELIER: RUE EL KHALDOUN B.P.147 SOUSSE TEL: 03.33.295 / 32.366 TELEX: 30949 CIMES

### ANNEXE 3

- Formations en traitement thermique
- Cahier des charges technique d'achat d'un ensemble modulaire pour traitement thermique en four pot
- Cahier des charges technique d'achat d'une installation à cloche multi-traitements.

## FORMATION SPECIFIQUES EN METALLURGIE

### ET TRAITEMENT THERMIQUE

#### I - PREAMBULE

En tenant compte des cours métallurgiques dispensés par P.M.P. (animateur Michel BARON) aux mois d'AVRIL et MAI 1985, des matériels actuels disponibles au D.O. SOUSSE, des procédures particulières mises en place par P.M.P. dans l'atelier de traitement thermique (fiches techniques, procédures particulières associées au MANUEL QUALITE), il est possible d'envisager une formation à la carte en métallurgie et traitement thermique pour des stagiaires en formation "OUTILLAGE".

Il est possible de proposer les thèmes suivants :

- . Métallurgie générale associée aux traitements thermiques
- . Choix des matériaux métalliques suivant leur emploi.  
Prévisions de réponse aux traitements thermiques. Gammes de traitement appliquées aux outillages.
- . Technologie des traitements thermiques
  - . Les matériels
  - . Les chauffes
  - . Les refroidissements
- . Gestion de la QUALITE dans un atelier de traitement thermique.  
Gestion des coûts du traitement thermique.

Les contrôles métallurgiques dans un atelier de traitement thermique,

Chaque thème peut être développé à raison d'une semaine de stage environ (4 H de cours par jour).

#### II - DETAIL DES PROGRAMMES DE FORMATION

##### 2.1 - Métallurgie générale associée aux traitements :

- . Définition des matériaux métalliques : corps purs alliés, métaux frittés. Caractérisation physique.
- . Obtention des matériaux ferreux : fontes - aciers et leurs transformation en sidérurgie.

- . Généralités sur les aciers :
  - . Désignation normalisée et appréciation spécifique
  - . Les essais mécaniques : duretés : essais de traction, de résilience, de fatigue.
- . Structure cristalline des aciers :
  - . Notion de mailles cristallographiques point de transformation au chauffage.
  - . Diagramme fer-carbone : constituants des aciers et reconnaissance des principales structures des aciers, à l'état recuit.
  - . Décomposition de l'austénite en fonction de la loi de refroidissement :
    - . courbes TTT (refroidissement isotherme)
    - . courbes TRC (refroidissement continu)
- . Généralités sur les traitements thermiques des aciers.
  - . Précaution d'usage lors des chauffages et des refroidissements.
  - . Les recuits : but-principe, les divers cas aspects technologiques (matériels, cycles thermiques).
  - . La trempe : rôle des éléments d'addition, la trempabilité (courbe en U et courbe JOMINY). Aspects technologiques du refroidissement rapide isotherme ou en continu.
  - . Les revenus : but-principe, évolution des structures au revenu. Tracé des courbes de variation de dureté pour 1 acier en fonction.
- . Les traitements thermochimiques
  - . La cementation
  - . La carbonituration
  - . Les nitrurations
- . Durcissements superficiels par trempe localisée
  - . La trempe par induction
  - . La trempe au chalumeau
  - . Les trempes aux lasers ou par bombardement électronique
- . Généralités sur les traitements thermiques des alliages à base d'aluminium et de cuivre.
  - . Recuits
  - . Mise en solution
  - . Durcissements structuraux

## 2.2 - Choix des matériaux métalliques - Prévisions de réponse aux traitements thermiques - Gammes de traitement appliquées aux outillages.

Ce stage suppose des connaissances générales en METALLURGIE.

- . Recensement des matériaux métalliques suivant leur désignation normalisée et leurs emplois.

- . Aciers de cementation
- . Aciers de construction
- . Aciers d'outillage
- . Aciers inoxydables

- . Rappels métallurgiques pour l'obtention d'un bon traitement thermique de trempe et revenu :

- . Utilisation des courbes TTT et TRC
- . Les phénomènes métallurgiques aux revenus
- . Notion de trempabilité

- . Détermination du choix d'un acier en fonction de sa réponse au traitement thermique de trempe et revenu.

- . Utilisation des abagues de détermination des courbes en U à la trempe et au revenu.

- . APPLICATIONS : Détermination d'une gamme de traitement de trempe + revenu.

- . Schéma-type de rédaction
- . Exercices d'application pour des outillages

- . APPLICATION AUX OUTILLAGES :

- . Notions de conditions d'emploi des outillages (solicitations en service).

- . Choix des aciers pour outillages de découpe, de travail à chaud, pour moules matières plastiques, pour enlèvement de copeaux.

- . Précautions technologiques de traitement de trempe et revenu des outillages.

- . Les traitements thermo-chimiques appliqués aux outillages :

- . Nitruration
- . Cementation

## 2.3 - Technologie des traitements thermiques

Ce programme suppose une bonne connaissance générale sur la métallurgie, les matériaux, les traitements thermiques :

- . Caractéristiques technologiques d'un bon chauffage :

- . Chauffage direct électrique ou au gaz transmission de l'énergie calorifique par convection et rayonnement.

- . Chauffage indirect par tubes radiants
- . Les atmosphères de protection contrôlée
- . Relations entre le cycle thermique affiché et le cycle réel sur pièce. Mesure des températures et enregistrement.
- . Les divers fours de chauffage : four classique à air ventilé ou non, fours sous atmosphères, bains de sels - Fours sous vide.
- . L'informatisation du chauffage
- . Caractéristiques technologiques d'un bon refroidissement.
- . Aspects théoriques du refroidissement caléfaction, ébullition, convection.
- . Recensement des différents fluides de refroidissement et caractérisation (courbe de propriétés physiques - Sécurité).
- . Recensement et caractérisation des diverses méthodes de trempe.
  - . Refroidissement continu
  - . Refroidissement contrôlé
  - . Refroidissement isotherme ou étagé
  - . Trempe interrompue
- . Les matériels de trempe : technologie des bacs de trempe.
- . Les atmosphères réactives pour traitement thermochimique
  - . Recensement des atmosphères
  - . Technique de production
  - . Régulation des atmosphères
- . Technologie des fours sous vide
- . Technologie des trempes superficielles
  - . Les sources de puissance
  - . Les outillages de chauffage localisé et de trempe.
  - . Conception d'une machine de présentation.

#### 2.4 - Gestion de la qualité et des coûts dans un atelier de traitement thermique

. Le manuel QUALITE dans l'entreprise  
 . Procédures associées au manuel QUALITE destinées à l'atelier de traitement thermique.

- . Recensement
- . Rédaction
- . Mise en place dans l'atelier

Les contrôles métallurgiques dans l'atelier de traitement

- . Recensement
- . Réalisations
- . Traitement des anomalies - Archivages

- . Les rapports de synthèse QUALITE - Les actions correctives
- . Recensement des paramètres intervenant sur le coût d'un traitement thermique :
  - . Amortissement du matériel
  - . Main d'oeuvre
  - . Consommation énergétique
  - . Les produits - entretiens - montage
  - . Les locaux et leur sécurité
  - . Les frais généraux
- . Méthodes de relevés des coûts
  - . Les relevés de production - Notion de taux de remplissage.
  - . Les relevés de consommation énergétique eau - Electricité.
  - . La gestion des consommables.



- Puissance de chauffage mini 50 kw
- Pression air-comprimé entre 4 et 7 bars
- Pression eau de refroidissement mini 2 bars
- Possibilité d'utilisation du four-pots
  - Trempe avec chauffage jusqu'à 1000° C
  - Revenu entre 200 et 750° C sous atmosphère de protection
  - Nitruration gazeuse à l'ammoniac
  - Cimentation gazeuse et carbonitruration
  - Recuits programmés sous atmosphère de protection

## II - CARACTERISTIQUES PARTICULIERES

### 1°) - Carcasse chauffante

Elle comporte une enveloppe métallique extérieure non déformable avec piquage pour passage de thermocouples de régulation et de sécurité de la température des résistances.

L'isolation, par béton, briques réfractaires ou fibre est prévue pour la température extérieure de l'enveloppe métallique ne dépasse pas 70° C lors d'un chauffage de 3 H à 1000° C.

Le chauffage est réalisé par des résistances électriques réparties sur 3 zones de chauffe. Elles sont commandées par une régulation à thyristors PID.

Au fond intérieur de la carcasse chauffante une turbine homogénéise la température à l'extérieur du pot. Elle est en acier réfractaire suffisamment résistant pour que sa durée de vie soit d'au moins 2 ans (température de travail entre 200 et 1000° C).

Sur la partie supérieure est prévue un dispositif de soutien du pot-étanche évitant une déperdition de chaleur lorsque le pot est en cours de cycle de chauffage.

### 2°) - Pot étanche

Le pot étanche est en acier réfractaire 36-18 épaisseur mini 5 mm, pour résister aux températures élevées aux corrosions possibles avec le gaz endothermique, et au fluage à haute température.

Il comprend un couvercle étanche aux atmosphères de traitement (avec point d'étanchéité refroidi par eau).

Ce couvercle comprend :

- . 1 groupe moto-ventilateur dont l'axe est refroidi par eau et dont la turbine est en 36-18.
- . Un piquage pour passage du thermocouple de régulation et d'un thermocouple auxiliaire de charge.
- . Un piquage pour passage d'une sonde à oxygène.
- . Un piquage pour canne de pulvérisation du mélange azote méthanol.
- . Un piquage pour alimentation de gaz spécifiques (N<sub>2</sub> - N<sub>2</sub> + 10 % H<sub>2</sub> - NH<sub>3</sub>).
- . Un piquage obturable (étanchéité garantie) pour soupape de sécurité du gaz endo avec veilleuse de combustion des gaz de sortie.
- . Un piquage pour sortie de gaz neutre ou de gaz contenant du NH<sub>3</sub> (cas de la nitruration gazeuse)
- . Des raccords rapides pour branchement sur les circuits d'eau et de gaz de traitement.

Le couvercle doit pouvoir soulevé et déplacé sans sortir le pot de la carcasse chauffante afin de réaliser la trempe de la charge de pièce et sans que les accessoires montés à demeure risquent d'être détériorés.

#### Accessoires à fournir avec le couvercle

- . Canne de pulvérisation du mélange azote-méthanol
- . Sonde à oxygène avec système de nettoyage de l'élément sensible en automatique.
- . Ligne d'acheminement d'azote avec débitmètre et détendeur pour régler la pression d'admission entre 0,2 et 1 bar.
- . Ligne d'acheminement de l'ammoniac avec débitmètre et détendeur réglable entre 0 et 1 bar.
- . Ligne d'acheminement de l'azote + méthanol (fournir la cuve) avec filtre, vanne, électrovanne, sécurité et débitmètres).
- . Ligne d'acheminement du propane additionnel avec détendeur et débitmètre et électrovanne.
- . Thermocouple de régulation de la charge et thermocouple de vérification dont la longueur permet d'atteindre le fond de la charge. Ces thermocouples en chromel-alumel sont gainés en inconel 601.

#### Accessoires à fournir avec le pot

- . 1 double paroi en acier 36-18 (ou 25-20) avec couvercle permettant une circulation des gaz dans la charge d'une façon homogène, de bas en haut.

- . 1 support de charge en acier moulé 36-18
- . En option : un jeu de 2 paniers de charge en acier 36-18.

### 3°) - Armoire électrique

Ventilée, étanche aux poussières et fermant à clef, elle regroupe l'ensemble de l'appareillage de commande d'automatisme, de contrôle, de régulation et d'enregistreurs.

Sur câblage conformes aux normes internationales en vigueur est celui des schémas électriques réunis lors de la livraison (3 exemplaires minimum).

L'appareillage est de marque TELEMÉCANIQUE.

Elle comprend entre autres :

- . Circuits de puissance à thyristors avec transformateur d'alimentation et régulation PID marque CORECI.
- . Sécurité de surchauffe
- . Programmateur du cycle de chauffage
- . Un régulateur de potentiel carbone
- . Un enregistreur multivoie (3 voies minimum pour T° C régulation - T° C charge - Multivolt soude à oxygène)
- . Dispositif de marche manuel du four en cas de panne de programmateur du cycle de chauffage (possibilité de 2 préchauffes (temps de température) et 1 chauffe (temps et température)).
- . Indicateur de mise à la masse des résistances
- . Sectionneur général d'isolement avec commande extérieure.
- . Arrêt d'urgence
- . Voltmètre de contrôle de tension secondaire et ampèremètre sur les 3 phases.
- . Interrupteur d'arrêt de ventilation et de la chauffe lors de l'ouverture du couvercle.

#### 4°) - Armoire d'alimentation et de régulation des gaz

Cette armoire est accouplée à l'armoire électrique. Elle comprend l'ensemble des débitmètres, vannes électrovanne, mélangeur, etc... qui assurent l'alimentation du four et la régulation des atmosphères réactives.

Elle comporte en outre, le dispositif de mesure du taux de dissociation de l'ammoniac pour la nitruration gazeuse.

Au point de vue sécurité, cette armoire pourra injecter de l'azote à la place d'azote-méthanol en cas d'incident. IL ne sera pas possible que du méthanol pur soit injecté en grande quantité dans le pot sans présence d'azote. Il ne sera pas possible d'injecter l'azote méthanol en dessous de la température d'explosion du gaz endothermique.

#### 5°) - Bac de trempe à l'huile

Contenance : environ 2000 L

Comprend :

- . 1 bloc agitateur refroidisseur qui permet d'injecter l'huile de trempe par des ouvertures situées sous la charge à tremper (technique STEFI)
- . 1 carénage intérieur limitant les espaces vides entre la charge à tremper et les parois du bac.
- . Thermoplongeurs capable de chauffer l'huile presque à 100° C environ.

#### 6°) - Fournitures diverses

Couleurs :

- . Four : gris bleuté pour la carcasse  
aluminium pour la margelle
- . Couvercle : aluminium
- . Tuyauteries : couleurs conventionnelles correspondantes aux normes internationales.
- . Armoires électriques et de gaz : bleu-roi.

## CAHIER DES CHARGES TECHNIQUE D'ACHAT D'UNE

### INSTALLATION A CLOCHE MULTITRAITEMENT

#### I - CARACTERISTIQUES GENERALES

- Encombrement général : l'installation doit pouvoir se loger dans 1 volume de :

Hauteur	3 000
Longueur	8 000
Largeur	6 000

- Volume utile de travail : 400 X 400 X 800
- Poids maxi de la charge brute à 1000° C 200 hg
- Température maxi sur le four haute température dans l'enceinte de chauffage = 1.100° C
- Tension d'alimentation 380 V 3 Phases 50 Hz
- Précision de température de : 200 à 1.100° C =
  - + 5° C
  - 5° C
- Puissance installée : souhaitée 200 hw
- Possibilités d'utilisation de l'installation
  - . Trempe blanche sans décarburation d'aciers à outils A des gaz à l'huile chaude.
  - . Revenu sous atmosphère de protection et recuits, nitruration gazeuse.
  - . Cementation gazeuse et carbonituration
- Pression d'eau : 2 bars débit max : 40 m3 /heure
- Pression air comprimé : de 4 à 7 bars
- Modules constitutifs de l'installation

- . Machine à dégraisser au trichloréthylène en phase vapeur.
- . Four électrique cloche T° C max. d'utilisation 1.100° C avec ventilateur de refroidissement accéléré.
- . Cellule de refroidissement rapide par gaz surpressés.
- . Bac de trempe à l'huile chaude (T° C 200° C)
- . Four électrique cloche T° C max. d'utilisation 800° C avec ventilateur de refroidissement, éventuel.
- . Bac de trempe eau
- . Bras mobile de déplacement des charges
- . Hotte d'aspiration pour la récupération des vapeurs et fumées.
- . Armoire de commande électrique
- . Armoire de distribution et régulation des gaz (cas de la cementation carbonituration - Nitruration).

Le positionnement des divers modules, l'un par rapport à l'autre sera défini au moment de la commande.

## II - CARACTERISTIQUES DETAILLEES DES MODULES

### 1°) - Machine à dégraisser au trichloréthylène

- . Cette machine permet le dégraissage en phase vapeur des charges de traitement.
- . Elle est conçue pour éviter que des vapeurs de trichloréthylène s'échappent dans l'atelier. Le chauffage du liquide dégraissant est régulé par thermostat.
- . La cuve est en matière non corrodable par l'agent dégraissant. Il est aisé de vidanger le trichloréthylène pollué.
- . Température d'eau de refroidissement : 25° C  
pression de l'eau de refroidissement : 2 bars.
- . Pression air comprimé : entre 4 et 7 bars.

### 2°) - Four électrique cloche température maxi. 1.100° C

Ce four est prévu pour réaliser des préchauffages, et chauffage d'aciers à outils sous atmosphère non oxydante et non décarburante, des cementations gazeuses et carbonituration 70 % des charges à traiter atteindront 1000 à 1050° C. Le matériel doit donc résister au moins 2 ans à ces hautes températures.

Ce matériel comprend :

- . Cloche chauffante à 3 zones de chauffe
- . Cloche en acier réfractaire d'étanchéité

- Système de refroidissement rapide par air de l'extérieur de la cloche d'étanchéité.

- Bouchon inférieur de fermeture de la cloche et de support de charge avec :

- 1 thermocouple de régulation sur charge
- 2 thermocouples de mesure de température dans la charge (thermocouples NI-NiMo gainés en incone 601).

- Sonde à oxygène

- Groupe moto-ventilateur

- Joints d'étanchéité refroidis

- Piquage d'injection de gaz et de sortie de gaz

- Système monte et baisse de la charge

- Système d'interdiction d'entrée d'air dans l'enceinte contenant la charge, pendant la translation vers un module de refroidissement.

- Système d'inflammation automatique du gaz endothermique lors de la descente du bouchon.

- Système de support de la charge dans la cloche d'étanchéité.

- Système d'injection du méthanol dans la cloche étanche. Les matériaux servant à la construction de ce module sont choisis pour garantir une durée de vie d'au moins 2 ans en fonctionnement journalier dans les types de traitements précités.

### **3°) - Cellule de refroidissement rapide par gaz**

Cette cellule de refroidissement permet :

- Le refroidissement lent sous gaz N<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub> + 10 % H<sub>2</sub> en basse pression (de 200 à 800 TORR).

- Le refroidissement accéléré sous gaz N<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub> + 10 % H<sub>2</sub> en basse pression (de 200 à 800 TORR).

- Le refroidissement accéléré sous gaz N<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub> + 10 % H<sub>2</sub> en surpression (de 1 à 4 bars absolus).

Elle est calculée pour refroidir une charge brute de 200 hg chauffée à 1000° C en moins de 30 Minutes.

Elle comprend :

- Système d'injection de gaz
- Système de régulation de la pression des gaz de refroidissement en basse pression et en haute pression.

- . Echangeur de température air /eau (pression d'eau entre 4 et 7 bars T° C 25° C débit max. 40 m3 / heure).

- . Système de pompage pour mise sous vide
- . Ballon-tampon pour le remplissage de l'enceinte de refroidissement.
- . Groupe moto-ventilateur de brassage des gaz avec inversion du sens de brassage du flux gazeux.
- . Système d'étanchéité pour éviter des entrées d'air lors du refroidissement.

La liaison entre le module de chauffage et cette cellule de refroidissement est prévue pour que des pièces austénisées sous atmosphère neutre et refroidies dans cette cellule aient un aspect "blanc".

La cellule est fournie avec un certificat d'épreuve de l'étanchéité et de surpression (test à 5 bars absolus).

#### 4°) - Bac de trempe à l'huile chaude

Le bac de trempe à l'huile chaude permet le refroidissement dans de l'huile dont la température peut varier entre 25 et 160° C.

Il comprend :

- . Une isolation extérieure pour éviter les pertes de chaleur.
- . Un groupe brasseur agitateur qui oblige l'huile à traverser la charge à tremper.
- . Un échangeur de température huile / eau ou air
- . Un système de chauffage et de régulation de la T° C de l'huile.
- . Un système d'injection N2 ou CO2, en surface du bain, pour éviter des flammes au moment de l'immersion et pour limiter les conséquences de l'inflammation de l'huile de trempe.
- . Un système manuel de descente de la charge dans le bac en cas de panne de courant.

La contenance du bac d'huile est calculé pour tenir une charge de 1000 Kgs chauffée à 1000° C.

Dans le cas où on utilise l'eau comme moyen de refroidissement de l'huile, la construction de l'échangeur est prévue pour que l'eau de refroidissement ne se mélange pas à l'huile.

La cadence de trempe à l'huile est au maximum d'une charge toutes les 4 heures.

#### 5°) - Four électrique cloche T° C maxi 800° C

Ce module sert à réaliser sous atmosphère :

- . Des revenus
- . Des recuits avec refroidissement contrôlé
- . Des nitrurations gazeuses à l'ammoniac.

Il possède le même volume utile que celui du four électrique cloche T° C maxi. 1100° C

Ce matériel comprend :

- . Cloche chauffante à 3 zones de chauffe
- . Cloche d'étanchéité en acier réfractaire
- . Système de refroidissement rapide par air de la cloche d'étanchéité.
- . Bouchon inférieur de fermeture de la cloche avec support de charge, équipé de :
  - . 1 thermocouple de régulation sur charge
  - . 2 thermocouples de mesure de température dans la charge (chromel-alumel garnis en inconel 601)
  - . Groupe moto-ventilateur
  - . Piquages d'injection et de sortie des gaz
  - . Joints d'étanchéité refroidis
  - . Système monte et baisse de la charge
  - . Système d'interdiction d'entrée d'air dans la charge pendant la translation vers le module de refroidissement sous gaz.
  - . Système de support de la charge dans la cloche d'étanchéité.

Les matériaux servant à la construction de ce module sont choisis pour garantir une durée de vie d'au moins 2 ans en fonctionnement journalier pour les types de traitement précités.

#### 6°) - Bac de trempe à l'eau

Le bac de trempe à l'eau est conçu pour permettre le refroidissement dans de l'eau naturelle, de l'eau additionnée de sels de sodium, de l'eau émulsionnée avec des produits du type polyakylène-glycol.

Au repos la température du fluide de trempe ne doit pas dépasser 35° C.

Il comprend :

- . Un groupe brasseur-agitateur qui oblige le fluide de trempe à traverser la charge à tremper.

- . Un échangeur de température
- . Un système manuel de descente de la charge en cas de coupure de courant.

Sa construction est en acier inoxydable résistant à la corrosion de l'eau naturelle et des sels de sodium.

#### 7°) - Bras mobile de déplacement des charges

Il a pour fonction le chargement, le déchargement des charges à traiter sur les supports de charge des bouchons et la manutention de celles-ci sur toute l'installation.

#### 8°) - Hotte d'aspiration

Elle a pour fonction la récupération et l'évacuation à l'extérieur du local des vapeurs et fumées. Elle couvre toute l'installation. Elle est munie d'un groupe d'aspiration suffisant pour éviter que les vapeurs et fumées stagnent dans le local de traitement.

#### 9°) - Armoire de commande électrique

L'armoire électrique comprend en outre :

- . Circuit de puissance à thyriston
- . Programmateur des cycles de chauffage avec conservation des programmes en cas de contre coupures de courant. (Nombre de programme mini. 9).
- . 2 enregistreurs à 3 voies des températures
- . Régulation électronique type PID avec échelle de régulation entre 0 et 1100° C.
- . Consigne de surchauffe avec alarme.
- . Affichage et contrôle de pression dans la cellule de refroidissement gaz avec système de régulation.
- . Dispositif de marche manuelle en cas de panne de programmateur.
- . Indicateur de mise à la masse des résistances
- . Sectionneur général d'alimentation à l'extérieur de l'armoire.
- . Transformateur d'alimentation avec secondaire 50 V.
- . Dispositif de commande d'introduction du gaz endothermique au-dessus de la température limite d'explosion.
- . Voltmètre de mesure des tensions et ampèremètre
- . Schéma synoptique pour visualiser les opérations en cours, et programmation des déplacements des modules de chauffage.

#### 10°) - Armoire des gaz

Cette armoire comprend :

. Dispositif de fabrication du gaz endothermique à partir d'azote méthanol ou méthanol + eau

. Dispositif de régulation du gaz de cementation afin d'afficher le potentiel carbone désiré et de l'enregistrer.

. Batterie de distribution de gaz comprenant les débitmètres, pour les divers gaz, vannes, électrovannes et sécurités permettant d'exécuter les divers traitements cités dans les caractéristiques générales.

. Rampe de sécurité AZOTE en cas de panne pour protéger la charge à traiter, les fours et le bac d'huile avec déclenchement automatique.

. Dispositif de mesure du taux de dissociation de l'ammoniac pour la nitruration gazeuse.