



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**session 2011**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES  
DE MISE EN FORME DES MATERIAUX**

**E4 : CONCEPTION D'OUTILLAGE**  
**Sous épreuve U41 : Analyse et conception d'outillages**

**SESSION 2011**

Durée : 4 heures    Coefficient : 2

**Aucun document autorisé**

**Matériel autorisé :**

L'usage de la calculatrice est autorisé.

*Toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. (Circulaire n°99-186, du 16/11/1999)*

**Tout autre matériel est interdit.**

Contenu du sujet :

Dossier technique :	Documents de 1 à 10
Dossier questions :	Documents de 11 à 14
Dossier réponses :	Documents de 15 à 20

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
réseau SCEREN

## DOSSIER TECHNIQUE

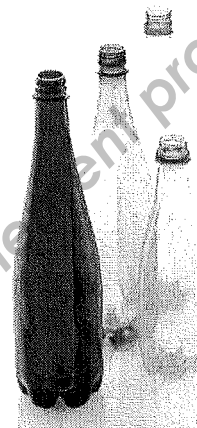
Documents de 1 à 10

## DOSSIER TECHNIQUE

## Le procédé d'injection-soufflage bi-orientation.

Le procédé d'injection-soufflage bi-orientation en cycle froid consiste à mettre en forme une préforme injectée dans un moule par étirage uni axial à l'aide d'une tige métallique et soufflage d'air comprimé.

L'injection-soufflage est essentiellement utilisée pour la réalisation de bouteilles et de flacons



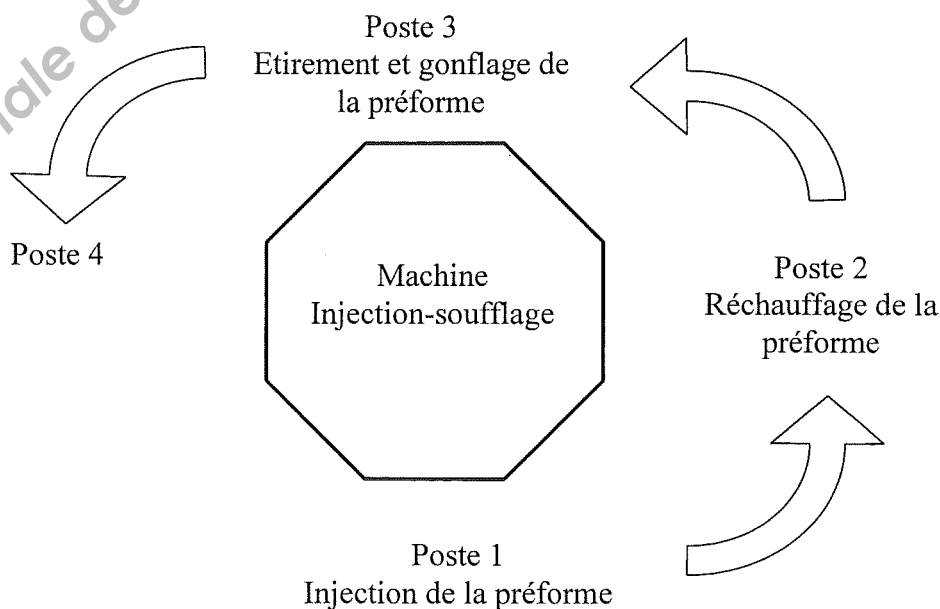
Ce procédé comporte trois phases principales :

- L'injection d'une préforme
- Le réchauffage de la préforme
- L'étirement et le gonflage de la préforme

A ces trois phases, peuvent se rajouter d'autres phases telles que :

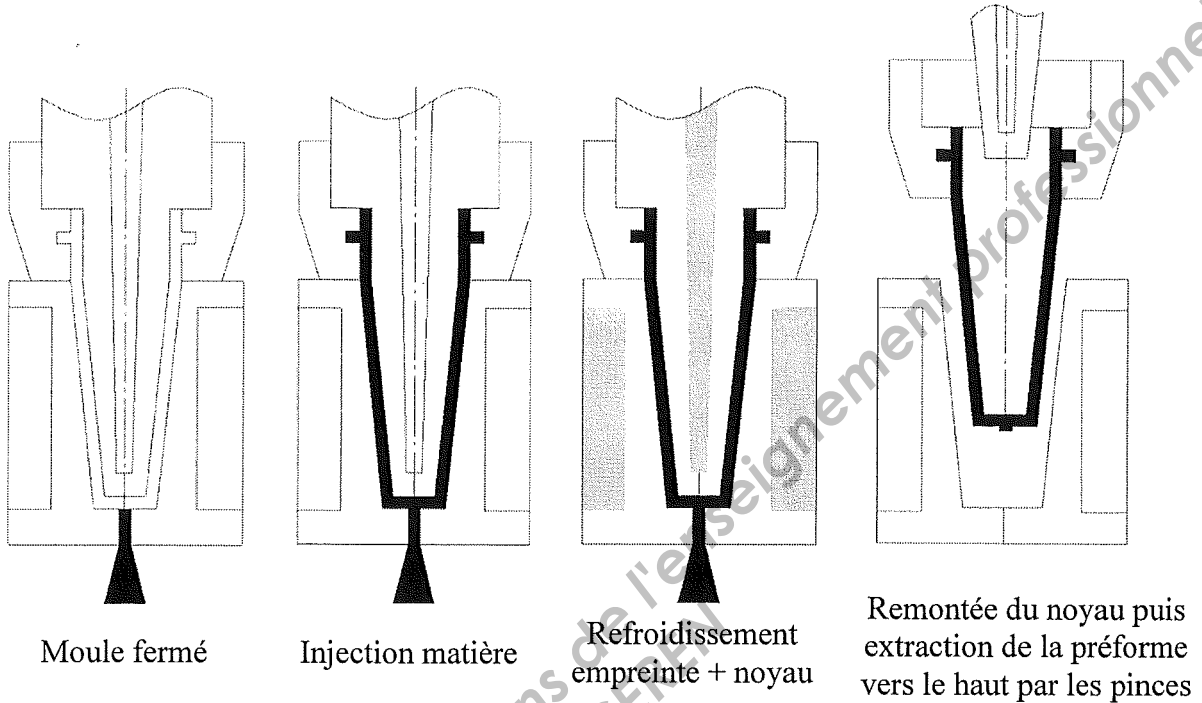
- L'élimination du seuil d'injection
- Des tests : dimensionnel, d'étanchéité, de résistance mécanique, etc.

Ces trois phases (décrites ci-après) nécessitent trois outillages différents montés sur une même machine. Cette machine se présente sous la forme d'un carrousel à 4 postes. La pièce provenant d'un poste, passe au poste suivant par déplacement circulaire.



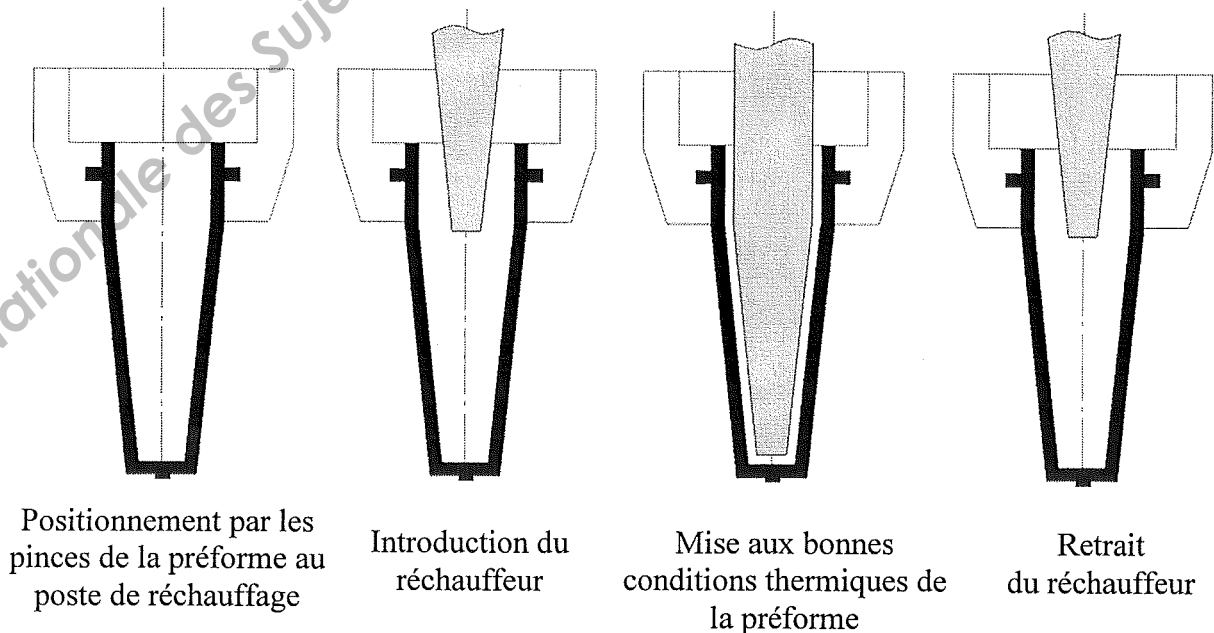
### Phase 1 : L'injection de la préforme.

La préforme est injectée dans un moule constitué d'une empreinte, de deux demi-pinces et d'un noyau. Le cycle est décrit par les schémas suivants.



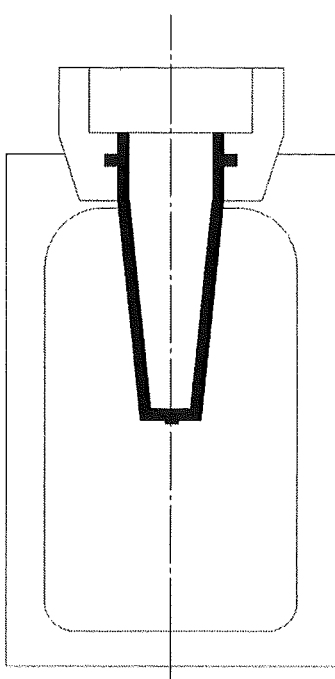
### Phase 2 : Réchauffage de la préforme.

La préforme est amenée par les pinces au poste de réchauffage. Les zones qui seront déformées au poste suivant, sont mises à la bonne température par un réchauffeur.

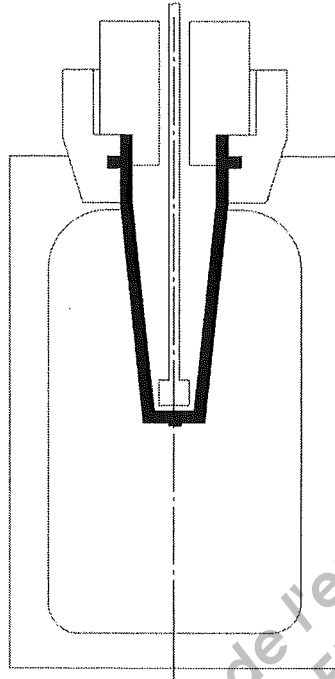


### Phase 3 : Etirement et gonflage.

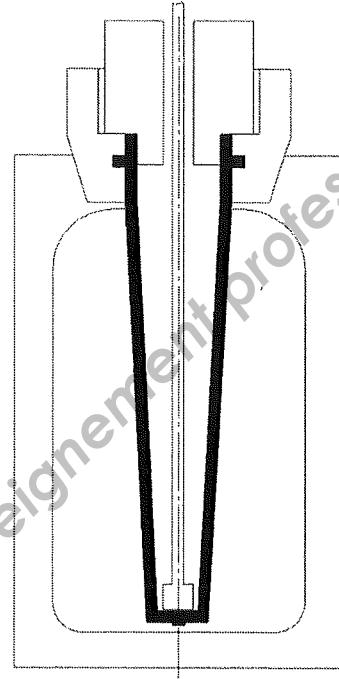
La préforme est amenée par les pinces au poste d'étirement-gonflage. Le dispositif d'étirement et de soufflage s'ajuste de manière étanche sur le haut de la préforme. La tige métallique étire verticalement la préforme alors même que celle-ci est gonflée.



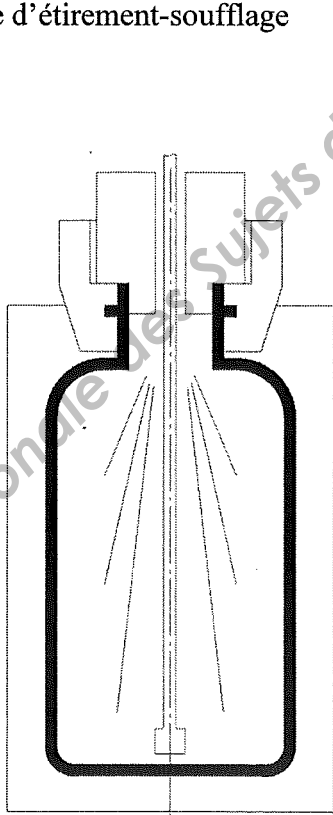
Positionnement par les pinces de la préforme au poste d'étirement-soufflage



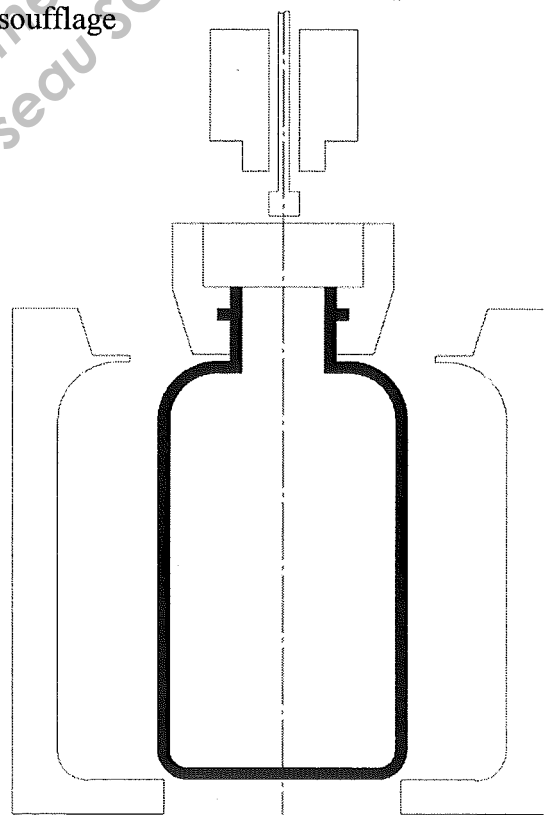
Approche du dispositif d'étirement et de soufflage



Etirement axial de la préforme



Soufflage. Etirement radial de la préforme



Ouverture du moule

Remarque : En pratique, les phases d'étirement et de soufflage se font simultanément.

## Présentation des produits.

Les outillages à étudier ont pour fonction de produire des flacons destinés à la cosmétique. Le procédé retenu pour cette production est l'injection-soufflage. Deux versions de flacons peuvent être produites avec les mêmes bases d'outillages. Un flacon de 200 ml de section cylindrique (document 5) et un flacon de 320 ml de section oblongue (document 6). Ces flacons sont réalisés en polyéthylène téréphtalate (P.E.T.) dont les caractéristiques sont développées ci-dessous.

## Présentation des outillages.

Les outillages permettant de produire le flacon de 200 ml sont définis par l'ensemble des documents suivants :

Nomenclature des outillages	document 7
Outillage d'injection de la préforme	document 8
Outillage de réchauffage de la préforme	document 9
Outillage d'étirement soufflage	document 10

## Caractéristiques du polyéthylène téréphtalate (P.E.T.)

Température de transition vitreuse :	73°C	Température du moule :	100°C
Température de fusion :	255°C	Température d'injection :	270°C
Retrait linéaire :	0.1%	Plage d'utilisation :	-40 à 70°C

## Documentation cartouches chauffantes.

Les cartouches chauffantes, nommées également crayons chauffants ou résistances cylindriques blindées, se présentent sous une forme cylindrique de différents diamètres et de longueurs variées.

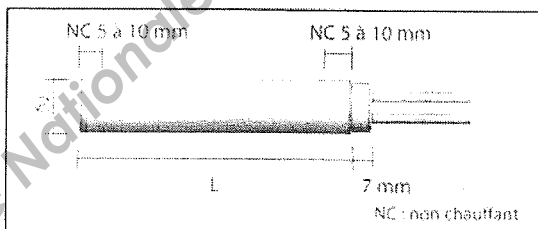
Elles échangent leur capacité calorifique selon le milieu dans lequel elles travaillent, qui peut être :

- une masse métallique
- un liquide
- un gaz

Parmi les applications les plus courantes, nous retrouvons la transformation des matières plastiques, le chauffage d'équipement d'emballage et de thermoformage : chauffage d'outillages de presse à injecter, de moules, de masses métalliques, de chenaux de coulées, le réchauffage de dispositifs de freinage, de plateaux de presses, la mise en température de bains de sel minéraux...

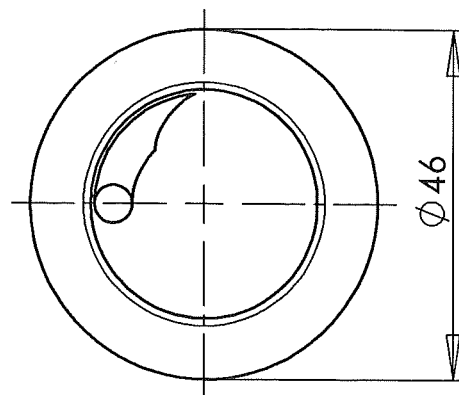
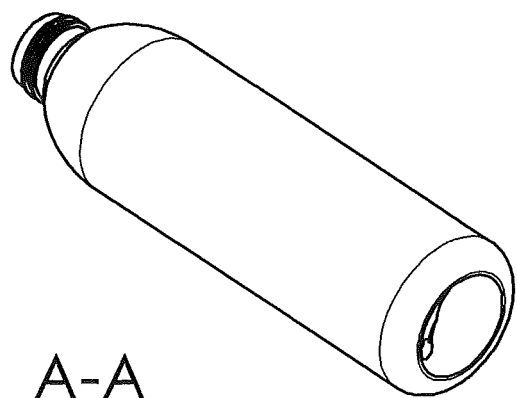
### CARTOUCHES CHAUFFANTES STANDARD

Dimensionnel d'une cartouche standard :

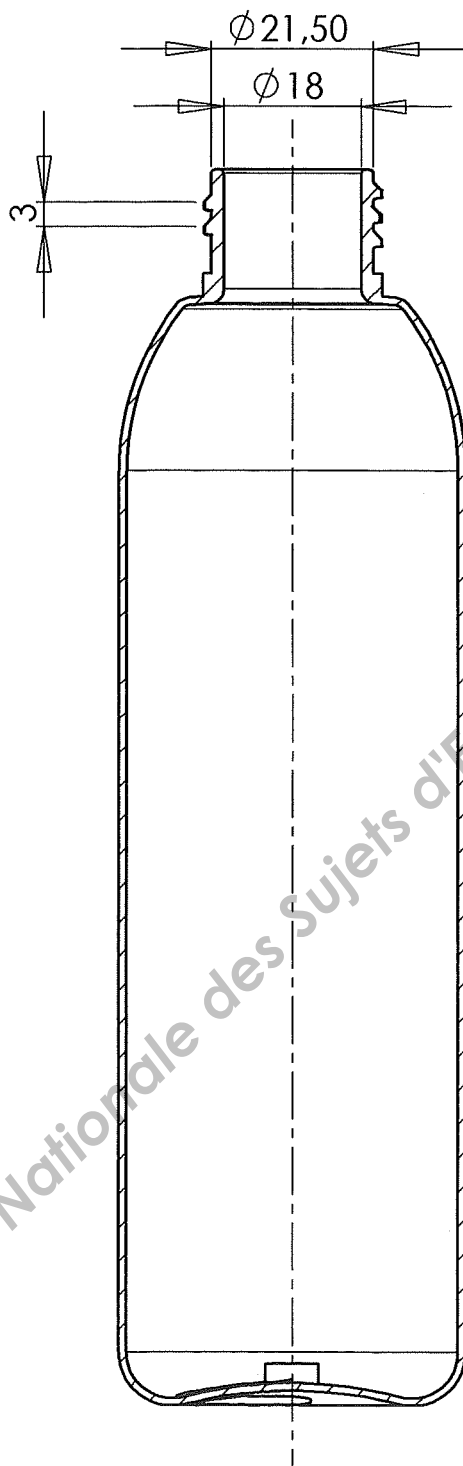


Cette technologie nécessite un alésage de type H7  
 Charge max. sur le corps : 50W/cm<sup>2</sup>  
 Puissance : de 75 à 2500 W  
 Tension : 24 V mono  
 Gaine en acier inox  
 Tête en céramique protégeant les fils d'alimentation  
 Connectique standard : fils souples, âme en nickel, isolés soie de verre siliconée  
 Tolérance sur la longueur : L < 100mm : ±2mm, L ≥ 100mm : ±2%  
 Fabrication suivant norme EN 60335-1  
 Tolérance sur puissance : +5% -10%  
 Courant de fuite < 0.5 mA/kW

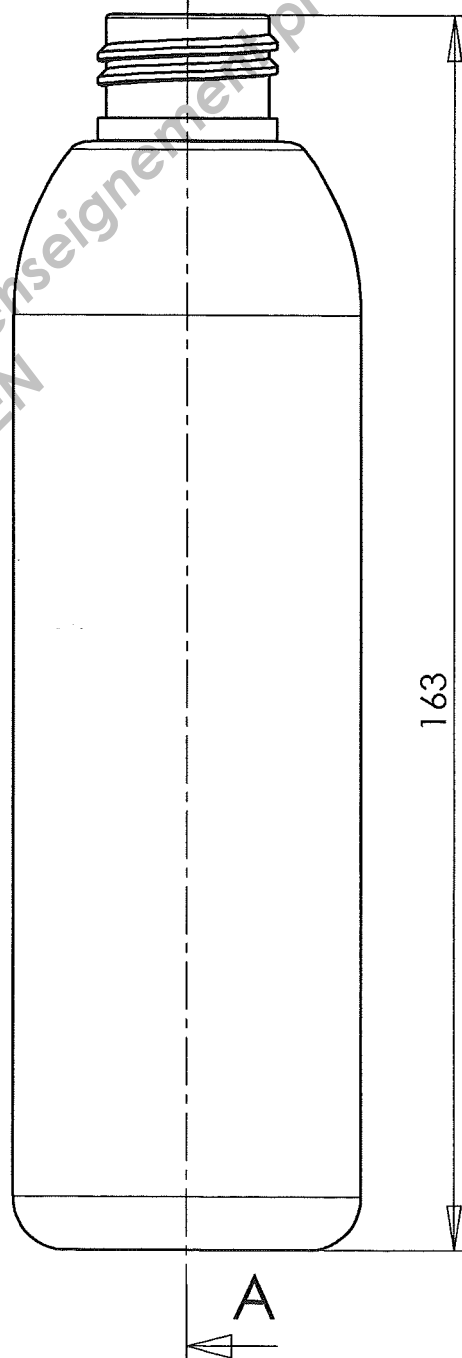
Référence	Diam	Long	Puissance W
020564	6.5	50	15
020562	6.5	40	17
020563	6.5	40	20
020260	6.5	50	20
020200	6.5	60	20
020201	6.5	60	25
020202	6.5	80	20
020203	6.5	80	30
020575	8	40	15
020204	8	40	20
020577	8	50	20
020207	8	80	20
020205	8	60	25
020206	8	60	30
020208	8	80	30
020209	8	80	40
020210	8	100	25
020249	10	100	40
020592	10	40	15
020216	10	80	20
020594	10	40	25
020598	10	60	25
020213	10	40	30



A-A



A



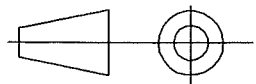
A

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
réseau SCEREN

Echelle 1:1

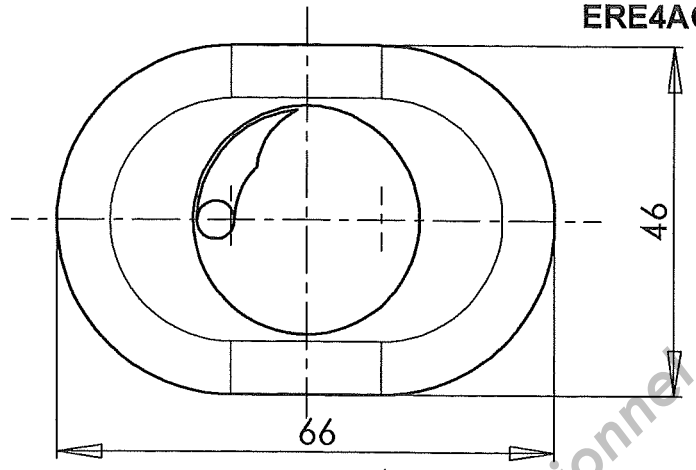
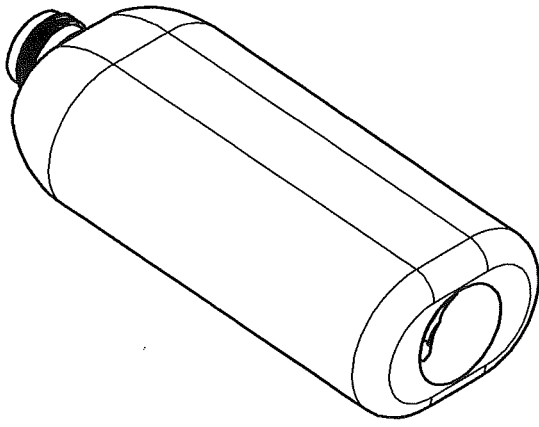
FLACON 200ml

document 5-

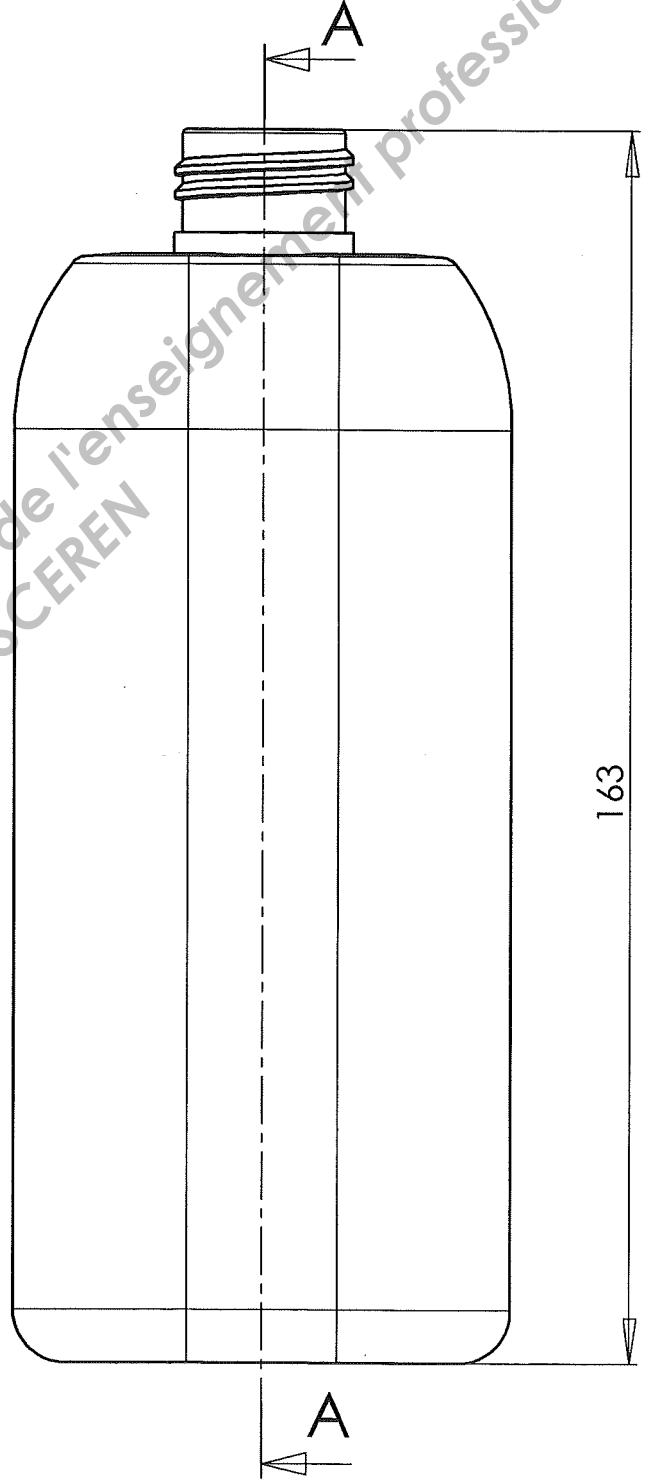
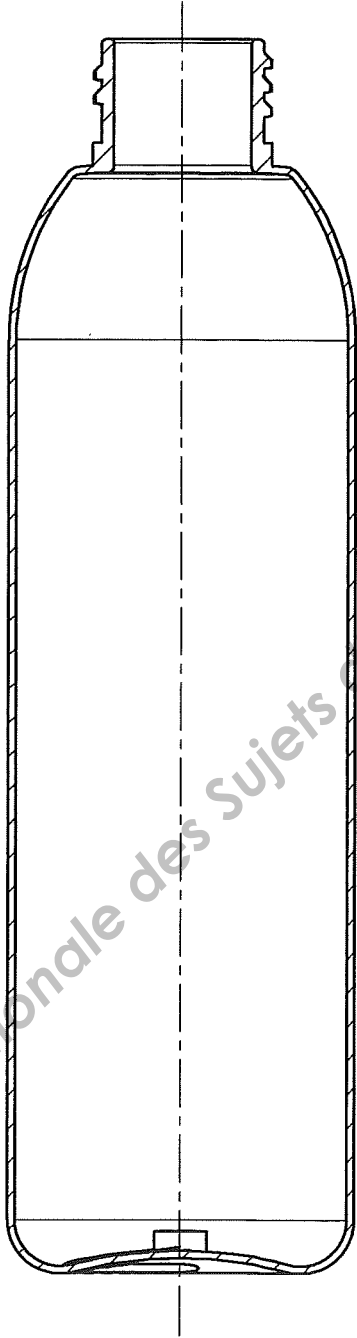




ERE4ACO



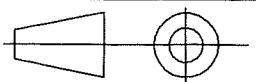
A-A



Echelle 1:1

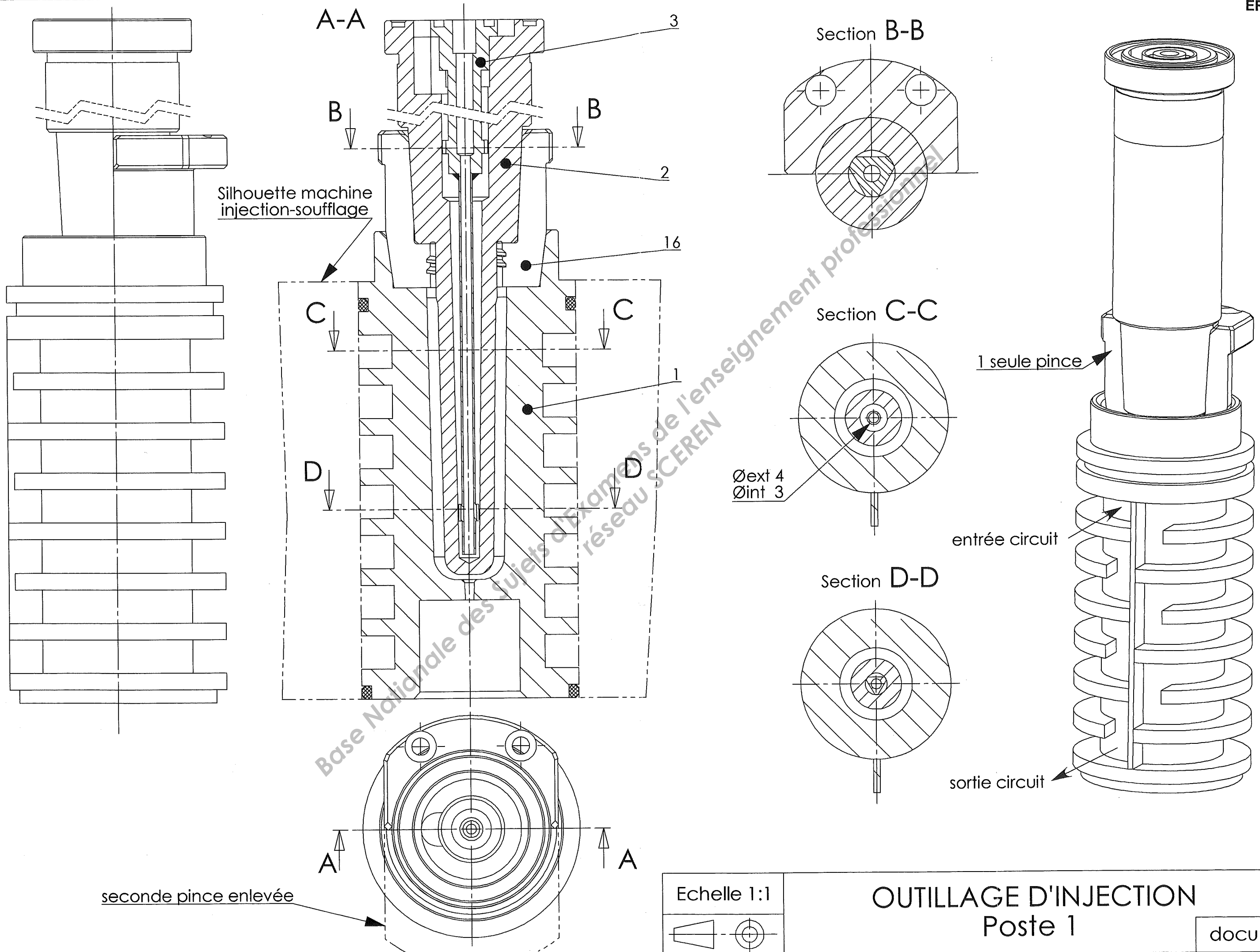
FLACON 320ml

document 6.

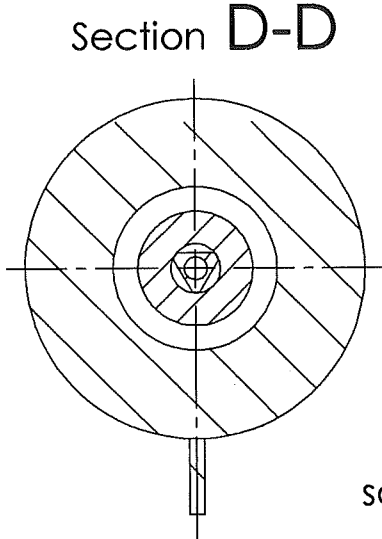
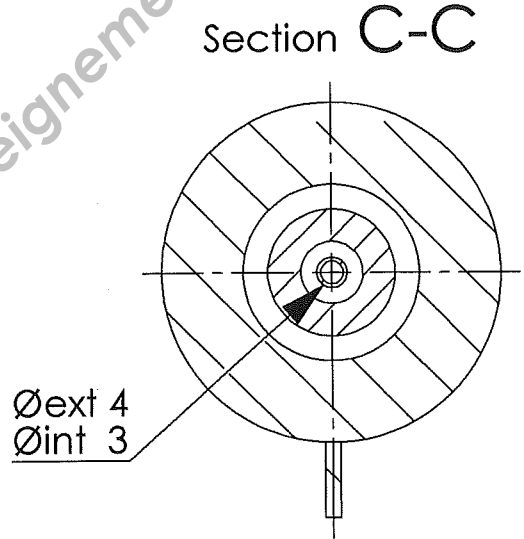
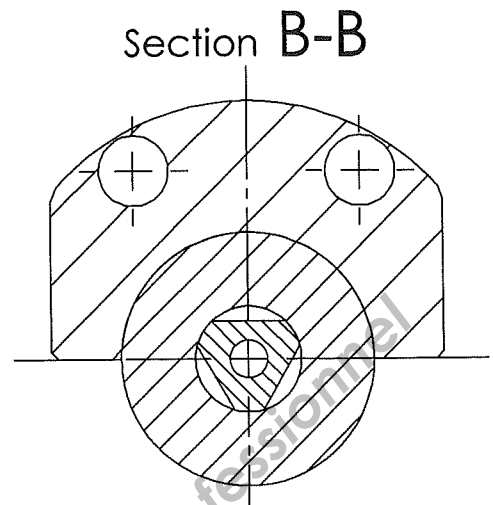
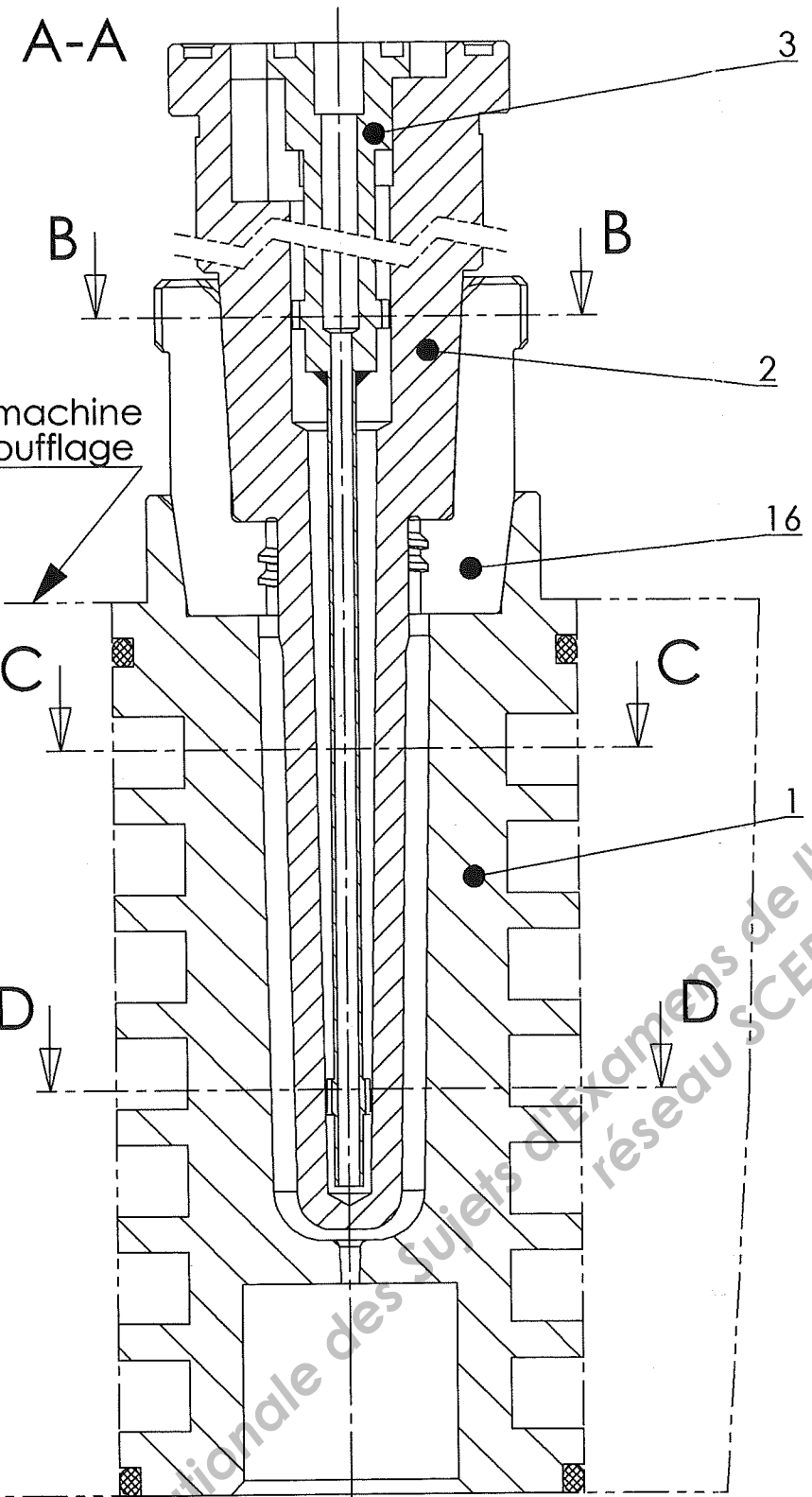


Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations
23	1	Réchauffeur	40 Cr Mn Mo 8 + S	PT 110
21	4	Vis positionneur	CHC M6-22	classe 12.9
19	4	Vis orienteur	CHC M6-10	classe 12.9
18	2	Orienteur	36 Ni Cr Mo 16	PT 110
16	2	Pince	55 Ni Cr Mo V 7	PT 140
15	2	Positionneur	36 Ni Cr Mo 16	trempe
14	1	Fond	40 Cr Mn Mo 8 + S	PT 110
12	2	Vis	CHC M8-16	classe 12.9
11	2	Retenue fond	40 Cr Mn Mo 8 + S	PT 110
10	2	Empreinte soufflage	40 Cr Mn Mo 8 + S	PT 110
9	1	Embout	nylon	
8	1	Goupille d'attelage	cyl $\varnothing$ 3 x 10	Rabourdin
7	1	Tige d'étirement	E335 (A60)	étiré mi-dur
6	1	Attelage	E335 (A60)	
5	1	Canne de soufflage	40 Cr Mn Mo 8 + S	PT 110
3	1	Tube	C80	stub
2	1	Noyau	36 Ni Cr Mo 16	trempe 52Hrc
1	1	Empreinte préforme	40 Cr Mn Mo 8 + S	PT 110
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations

## NOMENCLATURE OUTILLAGES



Silhouette machine injection-soufflage



1 seule pince

entrée circuit

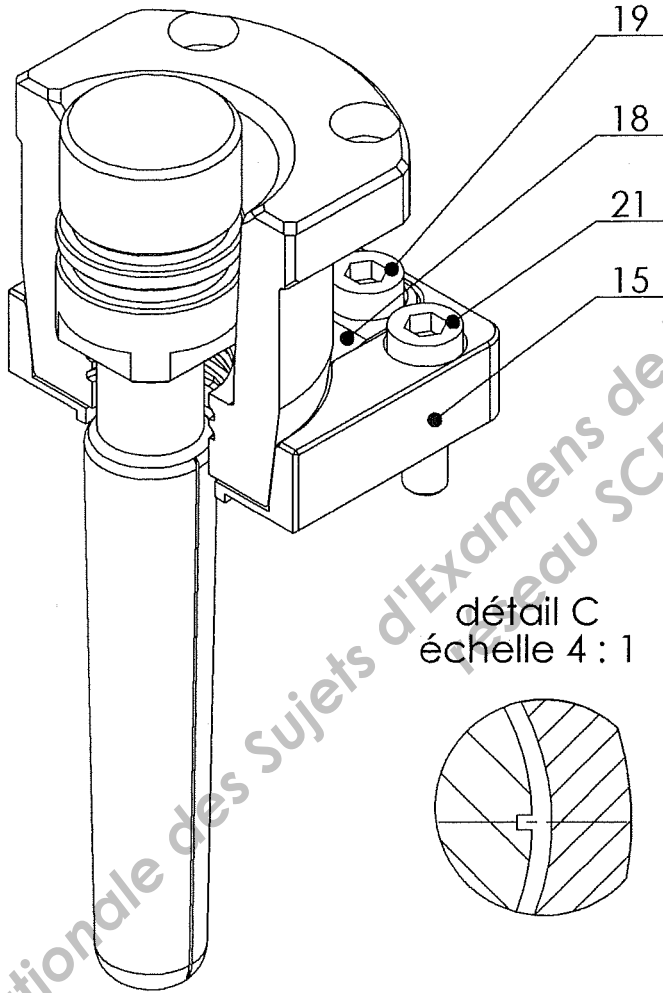
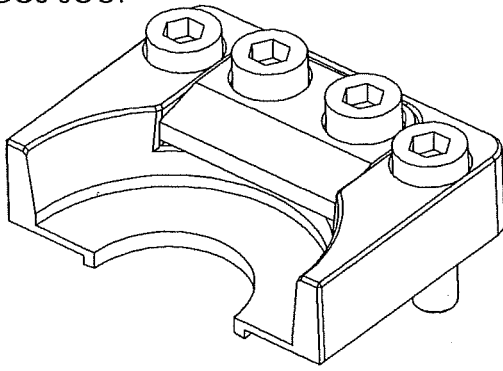
sortie circuit

seconde pince enlevée

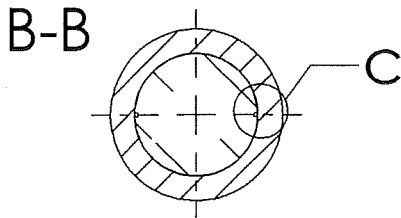
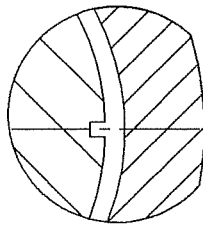
Echelle 1:1

OUTILLAGE D'INJECTION  
Poste 1

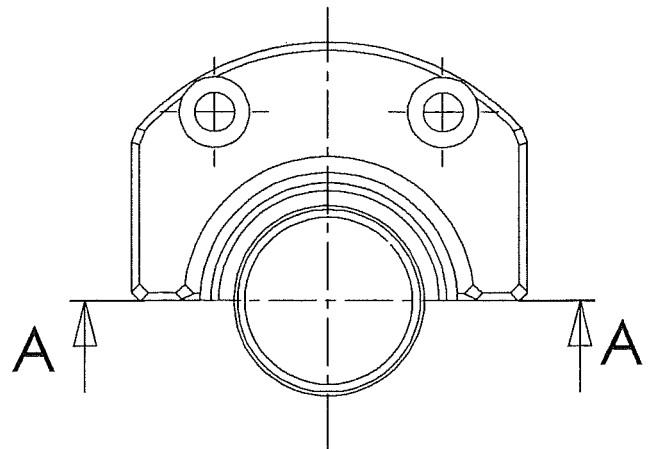
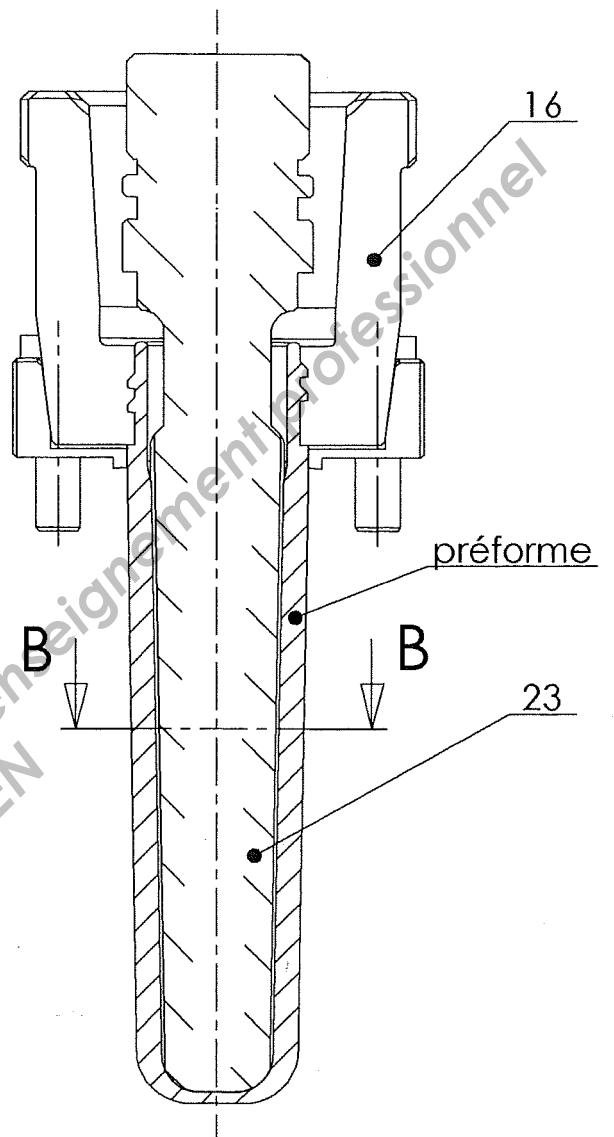
dispositif de positionnement  
des pinces seul



détail C  
échelle 4 : 1



A - A

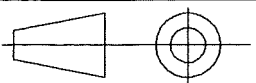


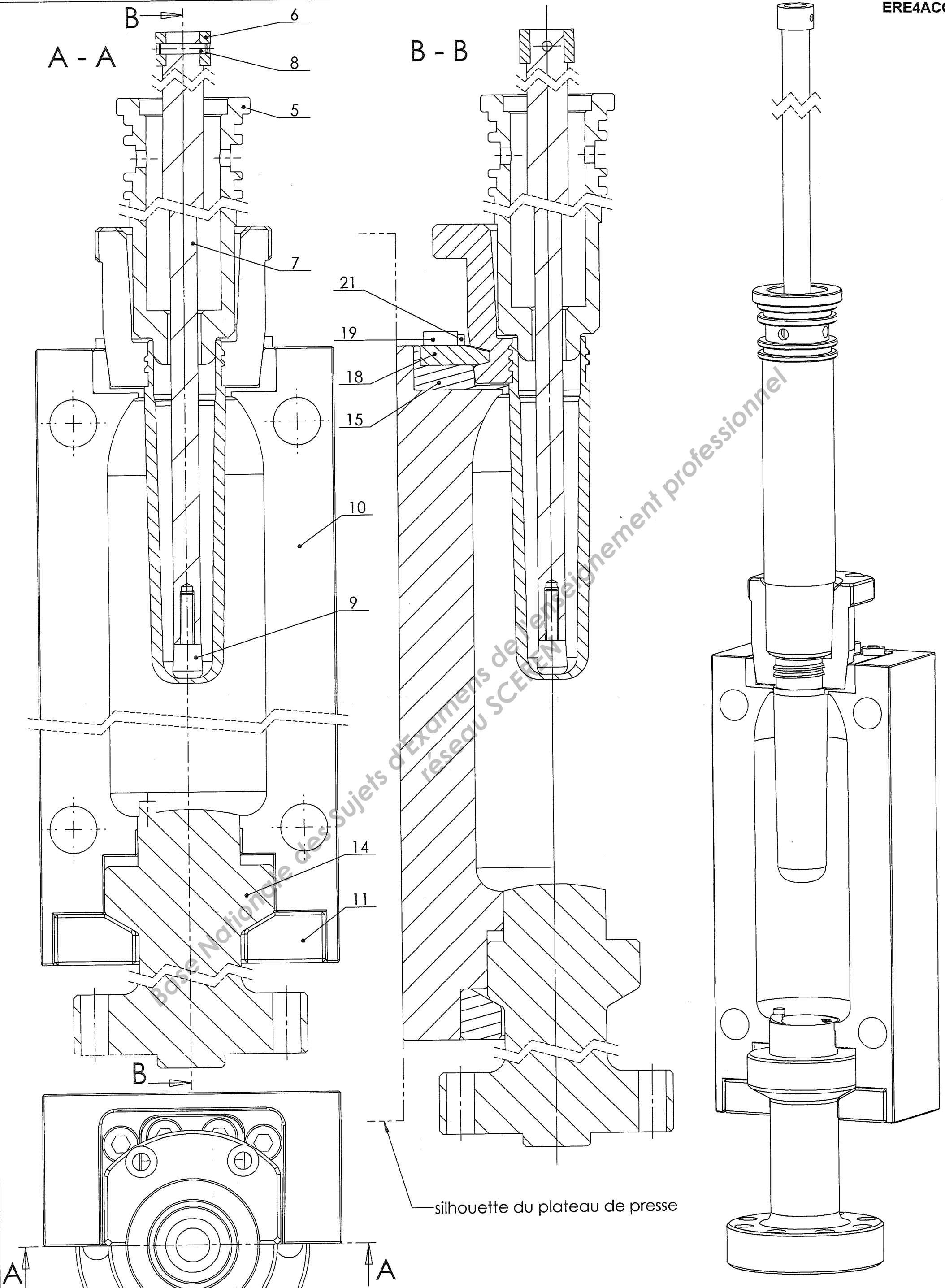
Echelle 1:1

OUTILLAGE DE RECHAUFFAGE

Poste 2

document 9



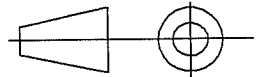


Echelle 1:1

# OUTILLAGE ETIREMENT SOUFFLAGE

## Poste 3

document 10



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
réseau SCEREN

## DOSSIER QUESTIONS

Documents de 11 à 14

BTS ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES		SESSION 2011
U41 : ANALYSE ET CONCEPTION D'OUTILLAGE	Code : ERE4ACO	

## DOSSIER QUESTIONS

Toutes les réponses sont à faire sur le DOSSIER REPONSE.

### 1<sup>ère</sup> partie : Analyse des outillages du flacon de 200 ml

#### I - L'outillage d'injection de la préforme. Document 8

##### **Fonction mise en forme.**

Afin de faire valider au client les traces laissées par l'outillage sur le flacon, on se propose d'analyser la mise en forme de la préforme.

I-1 : A partir du plan de l'outillage d'injection (document 8). Marquer sur les représentations de la préforme (document 15) par un point noir ●, la trace laissée par le seuil d'injection.

I-2 : Sur ces mêmes représentations de la préforme, tracer sur toutes les vues, les lignes qui correspondent aux fermetures suivantes :

empreinte/pinces :	rouge
pince/pince :	bleu
noyau/pinces :	vert

##### **Fonction refroidissement de l'empreinte.**

On souhaite vérifier la qualité du refroidissement de l'empreinte. Pour cela :

I-3 : Colorier (sur le document 15) la surface d'échange thermique entre l'empreinte 1 et le fluide de refroidissement.

I-4 : Estimer à 10% près cette surface. Vous développerez votre estimation par des calculs et des croquis simples. Les dimensions sont à prendre sur le document 8 échelle 1 :1.

I-5 : Le cahier des charges de l'outillage impose une surface minimum de 300 cm<sup>2</sup>. Conclure quant à la qualité du refroidissement.

##### **Fonction refroidissement du noyau.**

Le refroidissement du noyau est de type « fontaine ». Pour garantir un refroidissement efficace, l'écoulement du fluide caloporteur se doit d'être turbulent. Pour assurer cette condition, on se propose de vérifier les caractéristiques de l'écoulement.

I-6 : Tracer par des flèches le cheminement du fluide de refroidissement dans le noyau (document 16).

I-7 : Après analyse complète du circuit de refroidissement du noyau, entourer d'un cercle les zones de perturbation dans l'écoulement.

Après avoir identifié les zones de turbulences à l'extérieur du tube, on souhaite maintenant s'assurer que l'écoulement à l'intérieur du tube est turbulent.

I-8 : Pour qu'un écoulement soit turbulent, il faut que le nombre de Reynolds  $Re$  pour l'eau soit supérieur à 3000. Si le fluide caloporteur a une viscosité cinématique de  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , calculer la vitesse  $V$  minimum du fluide dans la section C-C.

$$\text{avec : } Re \approx \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Re:	Nb Reynolds
V:	Vitesse m/s
D:	Diametre m
$\nu$ :	Viscosité ciné $\text{m}^2/\text{s}$

I-9 : Conclure quant au débit minimum dont doit disposer le régleur pour satisfaire un bon refroidissement de la préforme

## II - L'outillage de régulation thermique. Document 9

Pour être démoulée de l'outillage d'injection, la préforme a dû être refroidie jusqu'à solidification.

Pour être étirée et soufflée, cette préforme doit être réchauffée dans les zones de déformation, à une température supérieure à la température de transition vitreuse. C'est le rôle de l'outillage de régulation thermique.

### Fonction « réchauffage » de la préforme.

Le réchauffeur 23 est mis à la bonne température grâce à une cartouche chauffante (document 4). Pour choisir et mettre en place cette cartouche chauffante, on demande de:

II-1 : Calculer la puissance de chauffe à installer dans le réchauffeur pour atteindre  $10^\circ$  au-dessus de la température de transition vitreuse du polymère. La puissance de chauffe est définie par le fabricant comme étant :

$$P = M \times T \times 1.35$$

P:	Puissance de chauffe W
M:	Masse à chauffer kg
T:	Température $^\circ\text{C}$

Rappel : densité de l'acier  $7.8 \text{ Kg}/\text{dm}^3$

Le réchauffeur 23 sera assimilé à un cylindre dont vous estimerez les dimensions.

II-2 : Choisir une référence dans l'extrait de catalogue du fabricant compatible avec les dimensions du réchauffeur.

II-3 : Représenter à main levée la cartouche chauffante dans le réchauffeur.

II-4 : Coter le logement de la cartouche sur le réchauffeur.



**Fonction recentrage.**

La préforme est déplacée et repositionnée d'un poste à l'autre à l'aide des pinces. On souhaite identifier clairement les surfaces fonctionnelles précises qui contribuent à cette fonction. Après analyse des documents 9 et 10, colorier sur les figures du document 18, les surfaces des composants qui réalisent :

II-5 : Le recentrage de la pince dans l'outillage, en rouge.

II-6 : L'indexation en rotation de la pince dans l'outillage, en bleu.

**III - L'outillage d'étirement soufflage. Document 10**
**Fonction étirement.**

A la mise en oeuvre, en phase de réglage, le dispositif d'étirement risque d'être endommagé. Pour éviter tout problème on se propose de faire une analyse de ce dispositif.

III-1 : Quelle doit être la course de la tige d'étirement 7 pour que la préforme arrive en contact avec le fond du moule ?

III-2 : Quelle(s) sollicitation(s) subit cette tige d'étirement lors de la phase d'étirement ?

III-3 : Quel type d'endommagement est alors possible en cas de dépassement de la course ?

III-4 : Proposer une solution pour supprimer ce risque dans la phase de réglage.

**Fonction soufflage.**

L'augmentation de volume de la préforme induit des problèmes d'évacuation d'air dans les empreintes de soufflage 10.

III-5 : Analyser le plan d'ensemble et lister les possibilités pour évacuer cet air.

**Fonction éjection.**

Pour une mise en production rapide, le concepteur doit fournir au régleur de la machine des données concernant la cinématique de l'outillage. Il est donc demandé de :

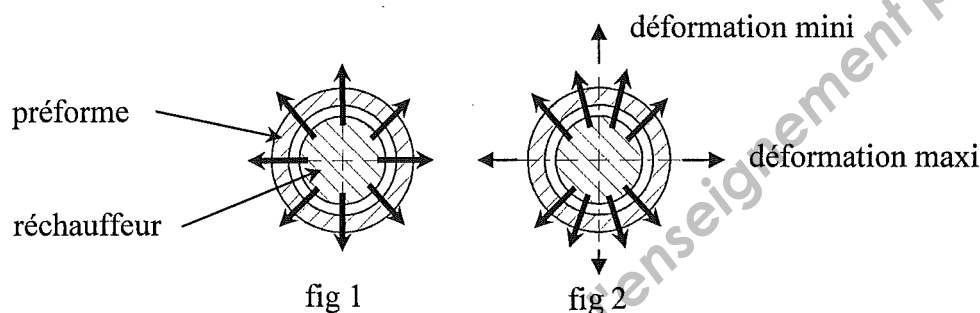
III-6 : Donner la course minimum d'ouverture du moule pour dégager complètement la pièce. Cette dernière est extraite vers le haut à l'aide des pinces. Répondre sous forme de croquis coté.

## 2<sup>ème</sup> partie : Adaptation des outillages au flacon de 320 ml

Le client souhaite à partir des mêmes outillages réaliser une autre version du flacon qui sera de section oblongue et de contenance 320 ml (document 6). Pour ce faire, il demande de re-concevoir le réchauffeur et les empreintes de soufflage qui doivent s'adapter sur les outillages existants. La préforme ainsi que l'outillage d'injection restent les mêmes.

### IV - Conception de la fonction « réchauffage » de la préforme.

Dans le cas du flacon cylindrique (document 5), la préforme doit être réchauffée de manière omnidirectionnelle (fig. 1). Dans le cas d'un flacon oblong (document 6), la préforme doit être réchauffée davantage dans sa zone de déformation minimum (fig. 2).



IV-1 : En vous inspirant du réchauffeur 23 existant, re-concevoir à main levée et l'échelle 1:1 cette nouvelle pièce adaptée à la production du flacon de 320 ml. Vous veillerez en outre à présenter votre conception en au moins 3 vues sur le document 19.

### V - Conception de la fonction soufflage.

Pour mettre en forme le flacon de 320 ml, les empreintes 10 doivent être re-conçues. Votre conception se fera à partir d'un bloc de métal dont l'encombrement est esquissé sur le document 20. Vous dessinerez à main levée et à l'échelle 1:1 une des deux empreintes de soufflage 10 selon le déroulement suivant :

V-1 : Concevoir les formes moulantes conformes à la définition du flacon de 320 ml.

V-2 : Mettre en place les usinages inchangés permettant l'assemblage des pièces 11, 14, 15, 18, 19 et 21.

V-3 : Placer et coter les 4 passages de colonnes. Ces passages seront représentés par des alésages débouchant de diamètre 14 H7. Le positionnement vertical ainsi que l'entraxe vertical ne changent pas.

V-4 : Concevoir un circuit de refroidissement respectant les critères suivants :

- Trous de refroidissement diamètre 8
- Lamages pour raccords diamètre 14, longueur 16
- Bouchons cylindriques diamètre 8, longueur 10
- Entrée(s) et sortie(s) sur le même côté.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
réseau SCEREN

## DOSSIER REPONSES

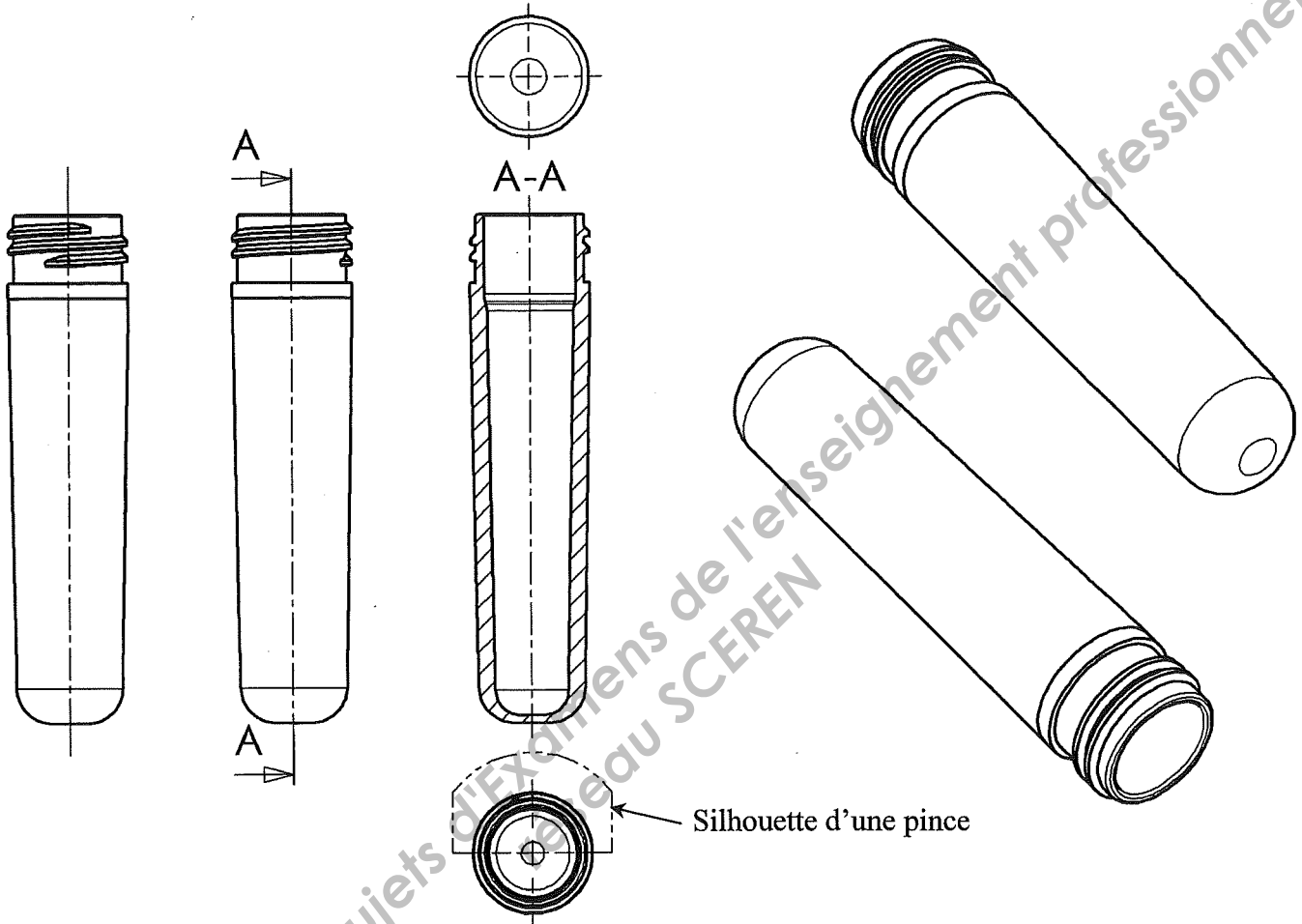
Documents de 15 à 20

BTS ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES		SESSION 2011
U41 : ANALYSE ET CONCEPTION D'OUTILLAGE	Code : ERE4ACO	

**DOSSIER REPONSES**

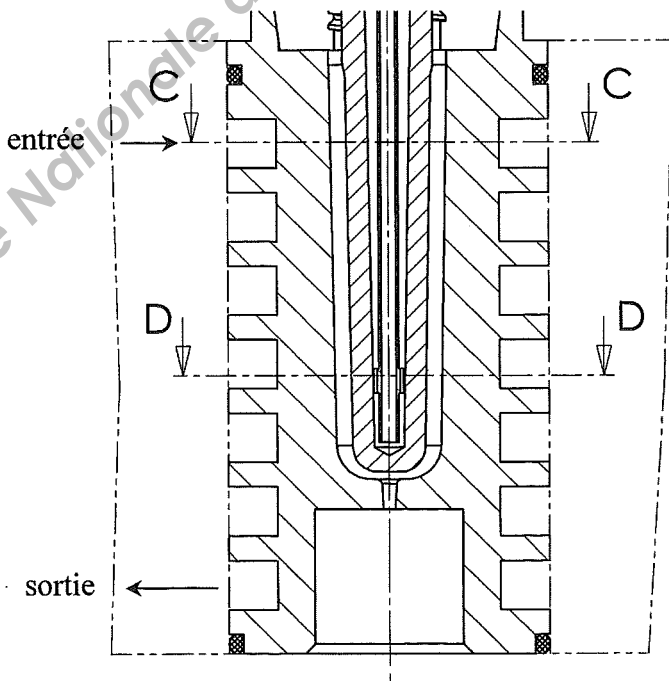
**I - L'outillage d'injection de la préforme.**

I-1 : Seuil d'injection :  
 I-2 : Lignes de fermetures :



I-3 : Surface d'échange :

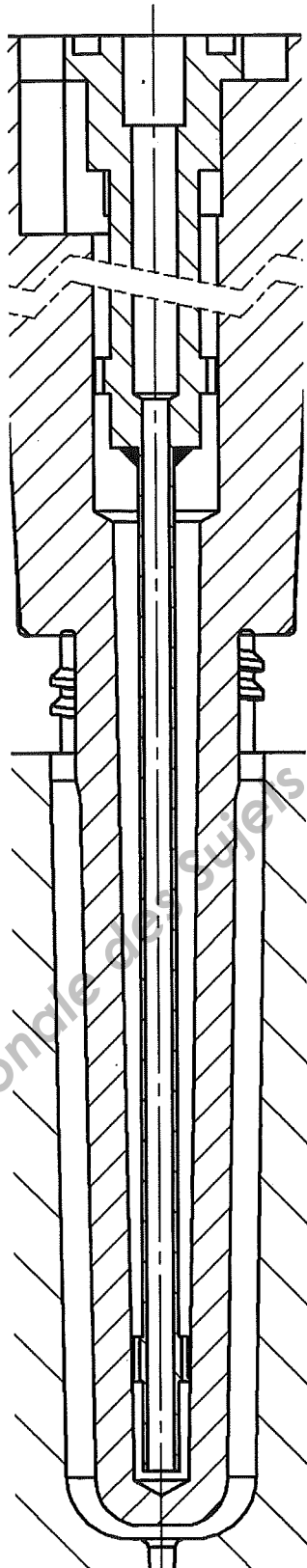
I-4 : Détails des calculs :



I-5 : Qualité du refroidissement :

I-6 : Cheminement du fluide de refroidissement :

I-7 : Zones de perturbations :



I-8 : Vitesse du fluide C-C :

I-9 : Calcul du débit :

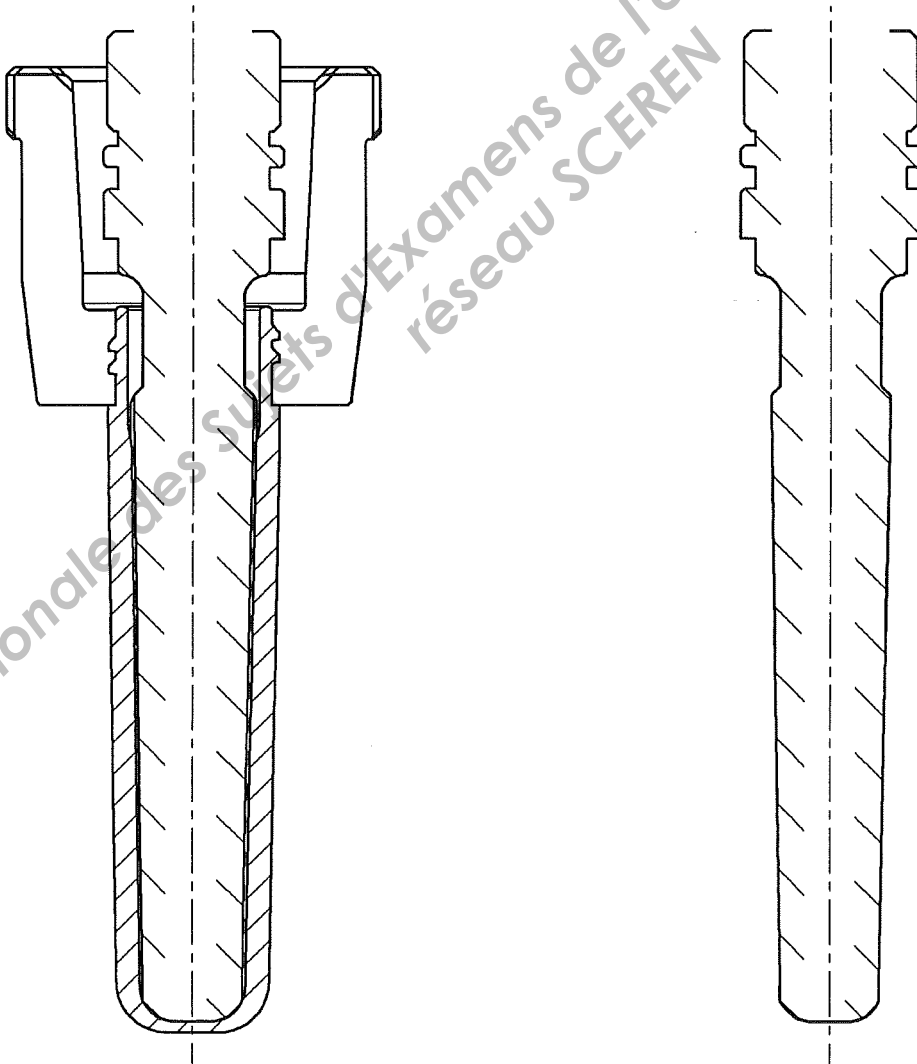
**II - L'outillage de réchauffage.**

II-1 : Calcul de la puissance de chauffe :

II-2 : Choix d'une référence de cartouche de chauffe :

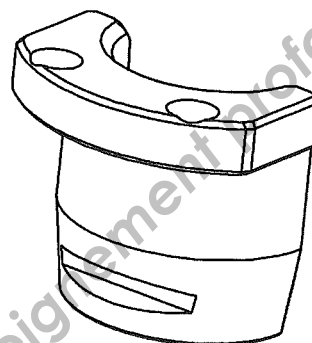
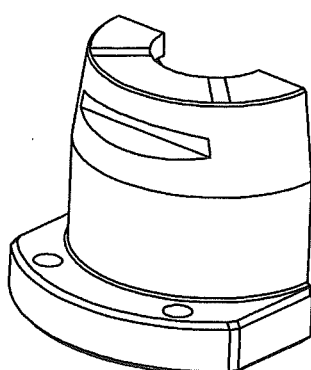
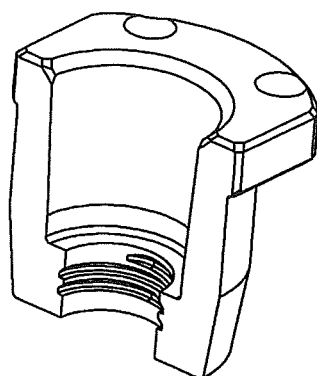
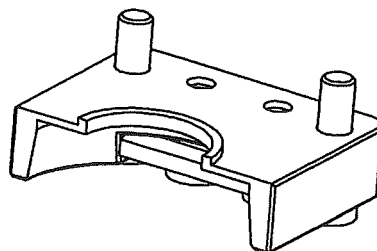
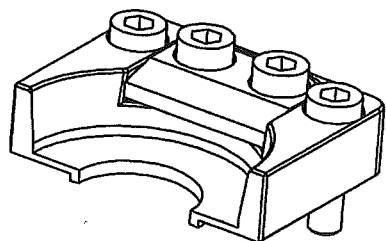
II-3 : Implantation de la cartouche :

II-4 : Cotation du logement de la cartouche :



II-5 : Recentrage pince :

II-6 : Indexation pince :



### III - L'outillage d'étirement soufflage.

III-1 : Course de la tige 7 :

III-2 : Sollicitation(s) :

III-3 : Endommagement possible :

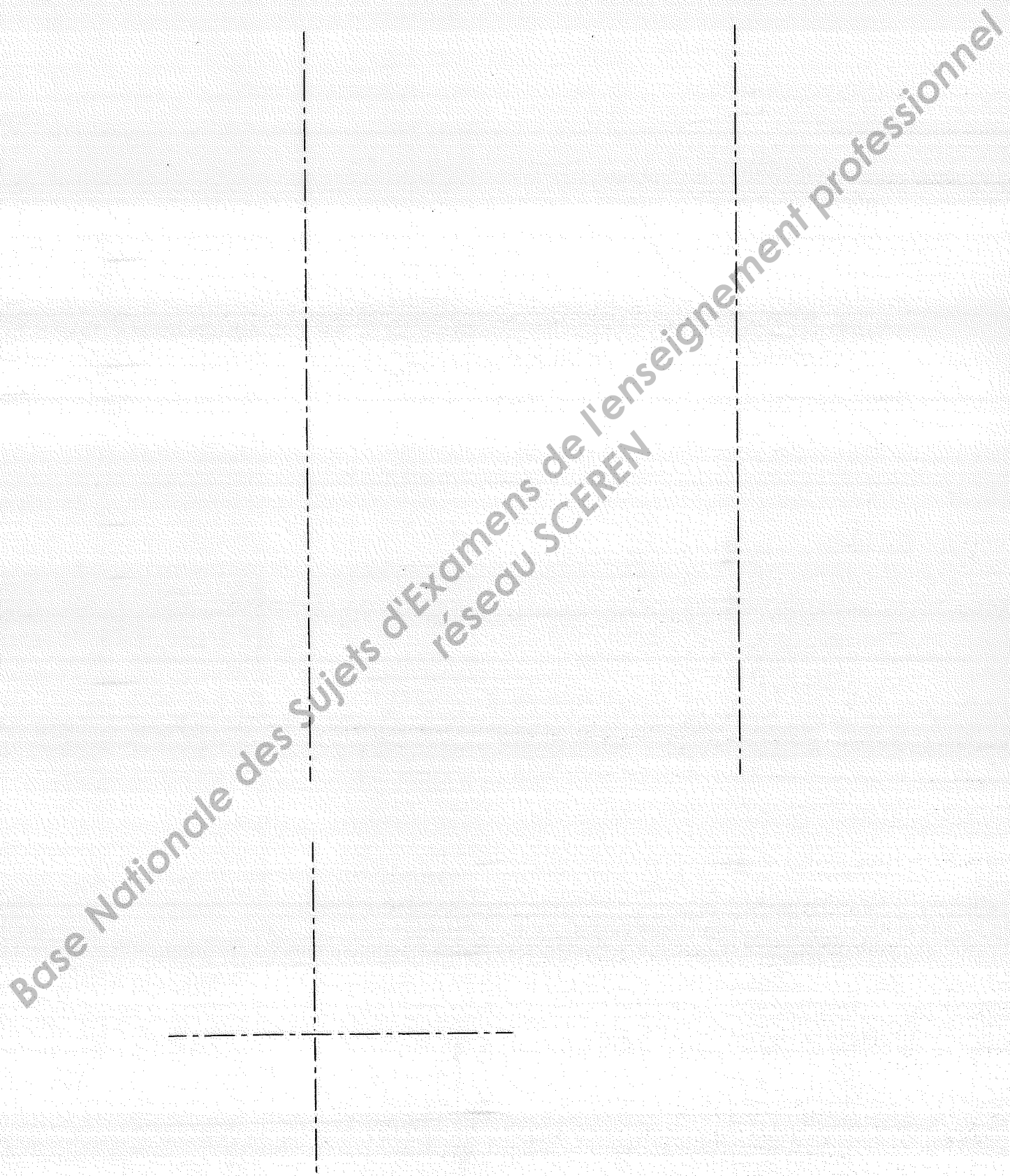
III-3 : Proposition de solution :

III-5 : Evacuation de l'air :

III-6 : Course d'ouverture pièce :

**IV – Conception du réchauffeur.**

IV-1 : Conception du réchauffeur 23 :



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
réseau SCEREN



V – Conception de la fonction empreinte

IV-1.2.3.4 : Conception d'une empreinte de soufflage 10 :


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
réseau SCEREN