



MINISTÈRE  
DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES  
ET DE L'EMPLOI

MINISTÈRE  
DU BUDGET, DES COMPTES PUBLICS  
ET DE LA FONCTION PUBLIQUE

## CONCOURS INTERNE DE RECRUTEMENT

DE TECHNICIENS DE LABORATOIRE  
DES ECOLES NATIONALES DES MINES  
*SESSION 2007*

\*\*\*

ÉPREUVE ECRITE D'ADMISSIBILITE DU 11 SEPTEMBRE 2007

***PLASTURGIE***

(Durée : 2 heures - Coefficient : 2)

**LES CANDIDATS DEVRONT REpondre DIRECTEMENT SUR LE SUJET**  
**COMPORTANT 14 PAGES**

TOUTE NOTE INFÉRIEURE A 8 SUR 20 EST ELIMINATOIRE

**Concours de technicien de laboratoire  
Septembre 2007**

La durée de l'épreuve est de 2 heures  
L'usage des calculatrices est autorisé

Le sujet est décomposé en trois thèmes (matériaux, procédé et application pratique)  
Les réponses sont à donner directement dans les espaces ou tableaux prévus à cet effet dans l'énoncé  
Le sujet contient 14 pages et fait référence à certaines informations contenues dans le dossier technique  
fourni en complément (14 pages, DT1 à DT14).

Avant de répondre aux questions, il est recommandé de lire attentivement l'ensemble du sujet ainsi que  
le dossier technique associé. Des informations importantes y sont fournies. Attention, certaines de ces  
informations ne sont pas utiles pour la résolution des problèmes posés.

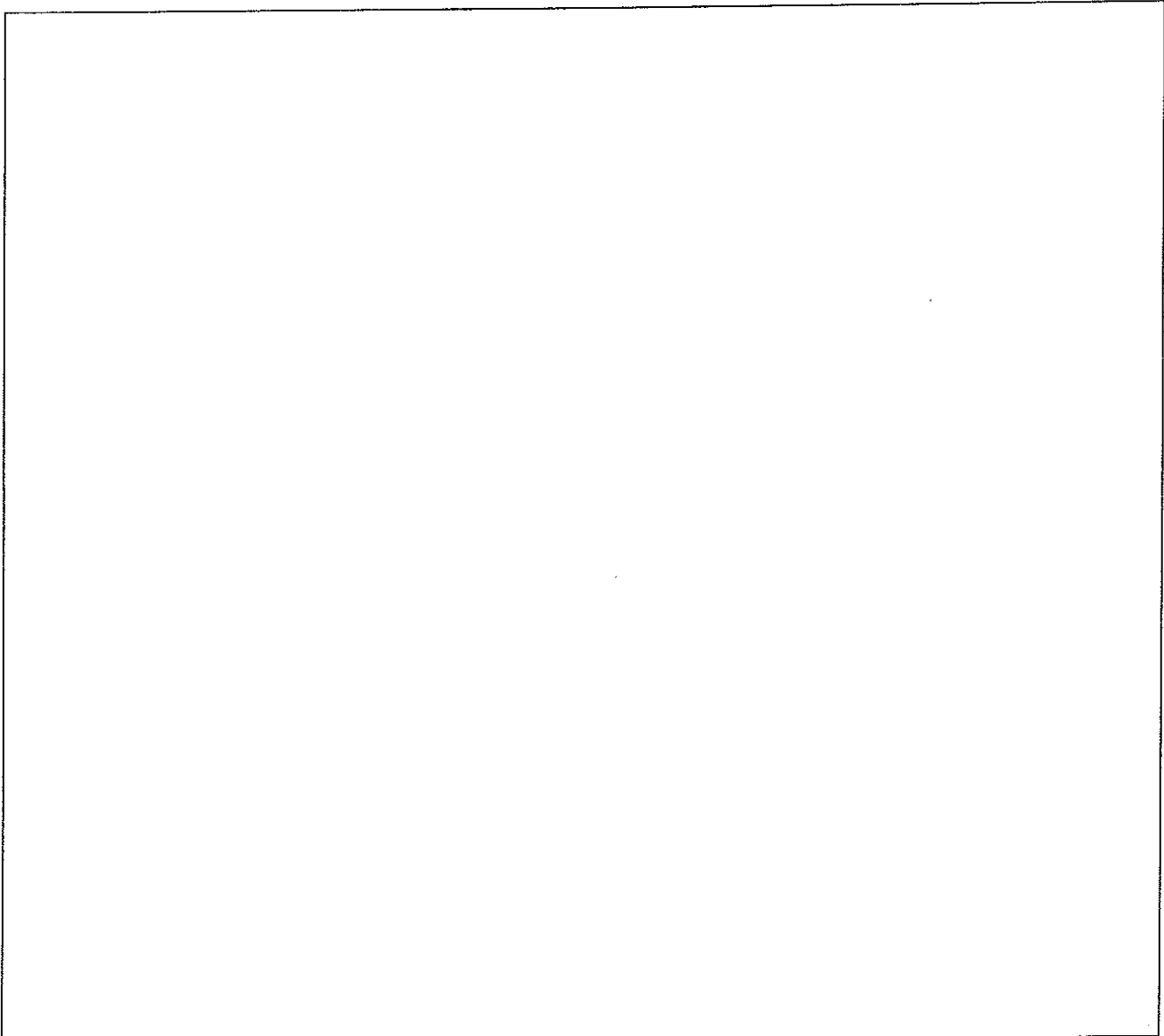
**Concours de technicien de laboratoire  
Septembre 2007**

**1. Matériaux**

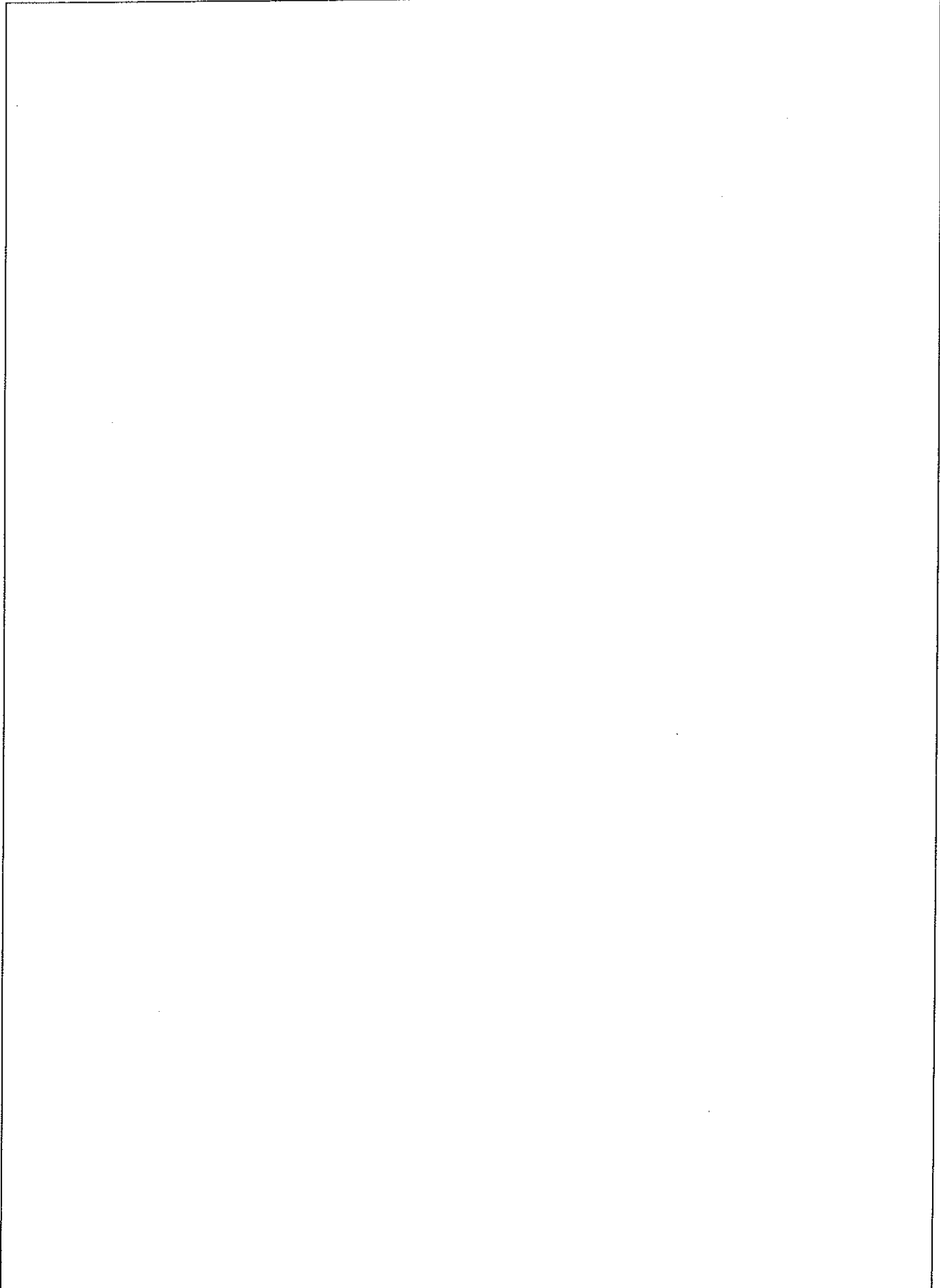
**1.1. Matière d'œuvre**

Le polypropylène est un polymère thermoplastique d'usage courant.

- Présenter de manière détaillée :
  - Sa composition chimique et sa morphologie cristalline ;
  - Ses propriétés mécaniques et thermiques ;
  - Ses applications industrielles ;
  - Les principaux producteurs de polypropylène.
- Donner un exemple d'agent nucléant et expliquer son effet.



**SUJET DU CONCOURS**

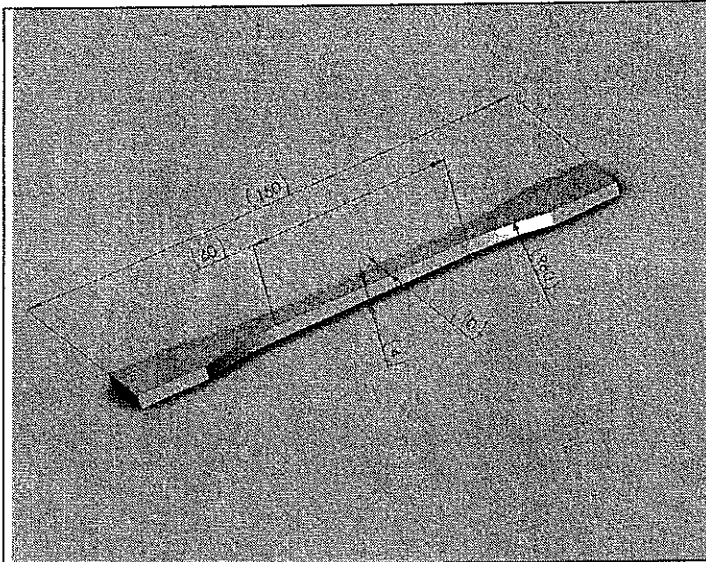


## SUJET DU CONCOURS

### 1.2. Caractérisation des matériaux

#### 1.2.1. *caractérisation en traction*

On réalise un essai de traction sur une éprouvette haltère dont les dimensions sont les suivantes :



Dimension	mm
Longueur totale	200
Longueur initiale calibrée	100
Largeur	25
Epaisseur	0,7

La machine d'essais a permis de relever l'évolution de la force subie par l'éprouvette en fonction du déplacement de la traverse (voir document DT8) :

- calculer, au point de rupture indiqué sur la courbe, la contrainte et la déformation relative.
- calculer le module d'Young.

**1.2.2. Essai de choc**

Décrire l'essai de choc Charpy.

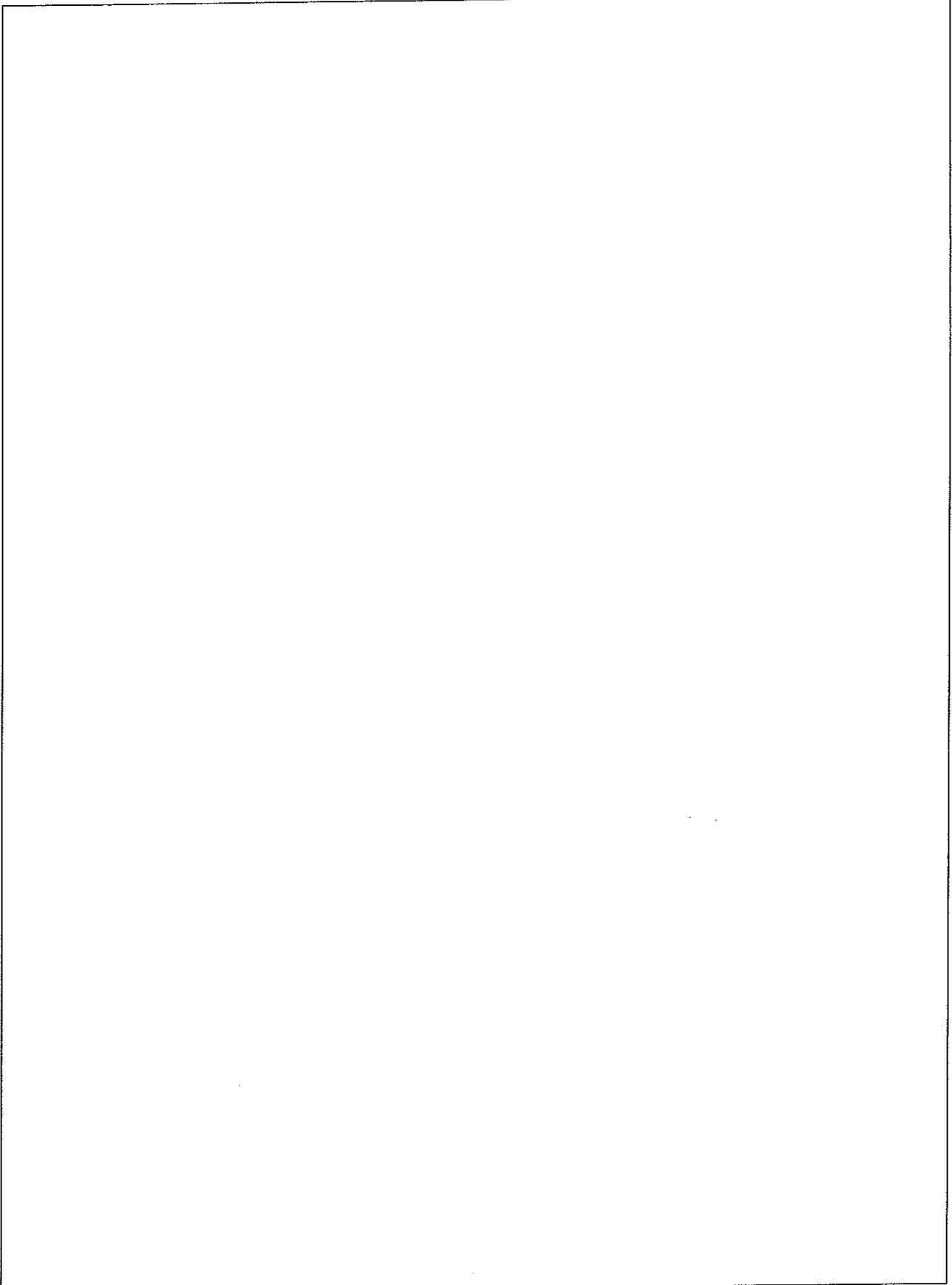
Dans quelles conditions est-il préférable de tester un polypropylène pour obtenir des résultats exploitables ?

## 2. Procédé de mise en œuvre

### 2.1. Process

Décrire un cycle complet de thermoformage sur moule positif avec bullage, en ayant soin de détailler, pour chaque phase, le principe de fonctionnement, les moyens mis en œuvre, et l'ordre de grandeur des paramètres présents dans ce procédé.

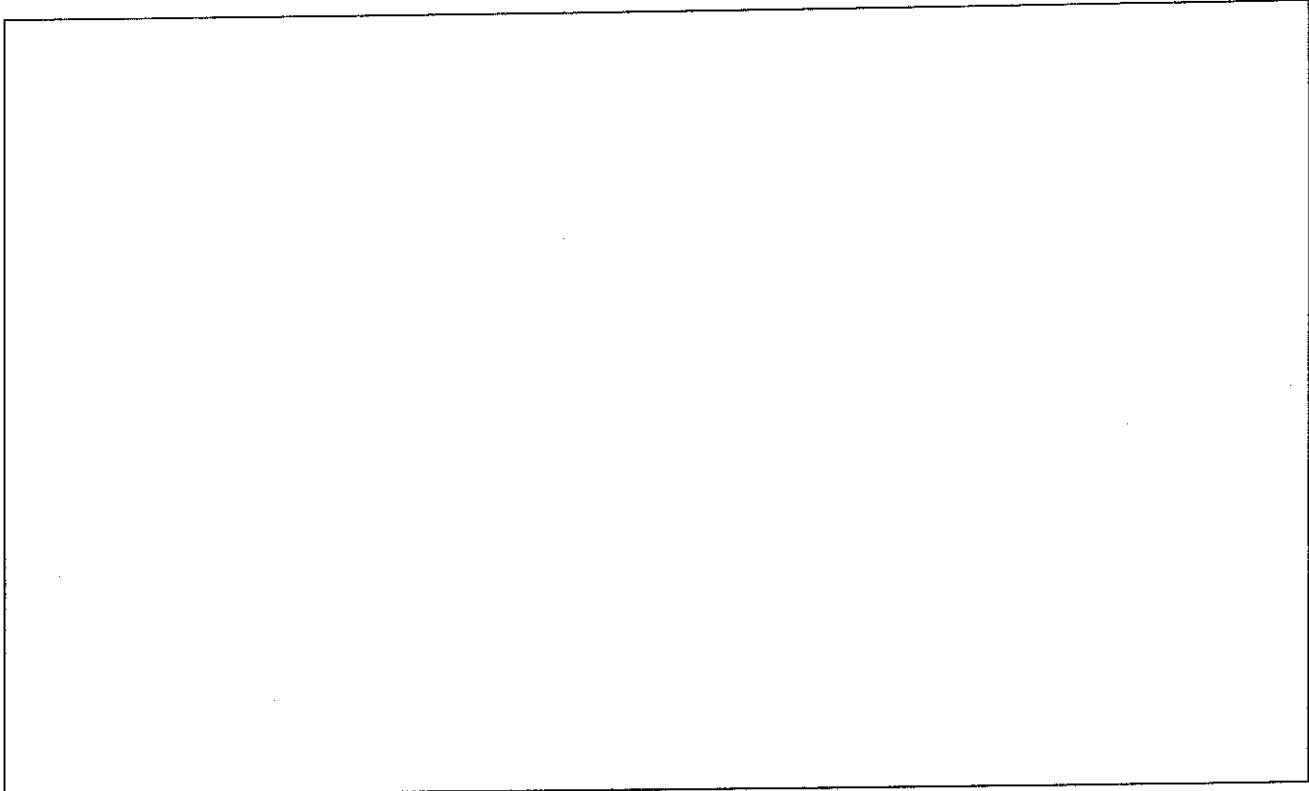
**SUJET DU CONCOURS**



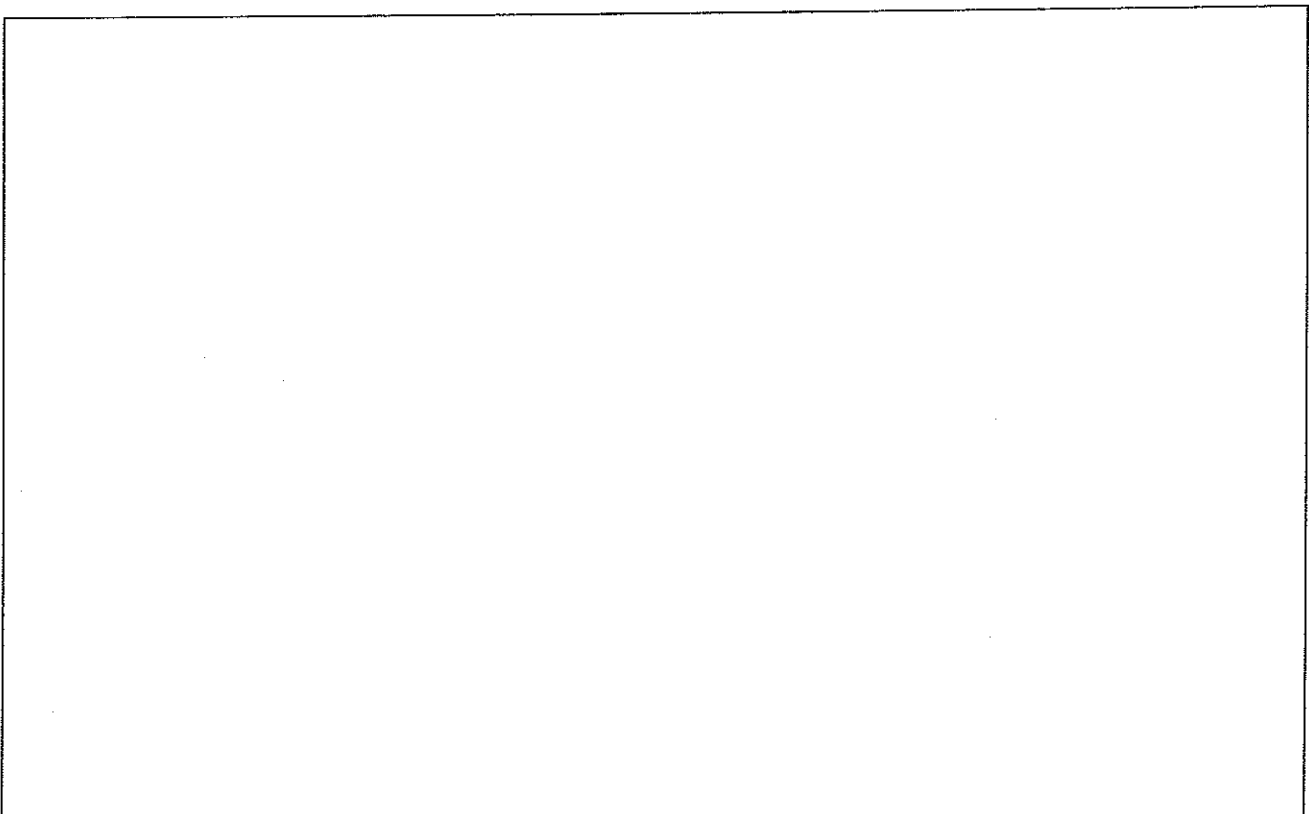
**2.2. Machine de transformation**

Le thermoformage est un procédé de transformation de semi-produits mettant en œuvre une rampe de chauffage et un outillage.

- Quels sont les deux principaux types d'outillages utilisés en thermoformage ?

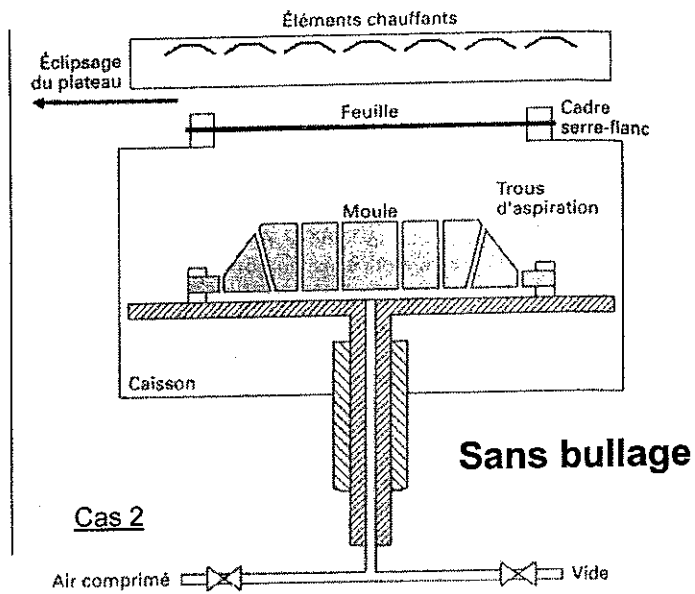
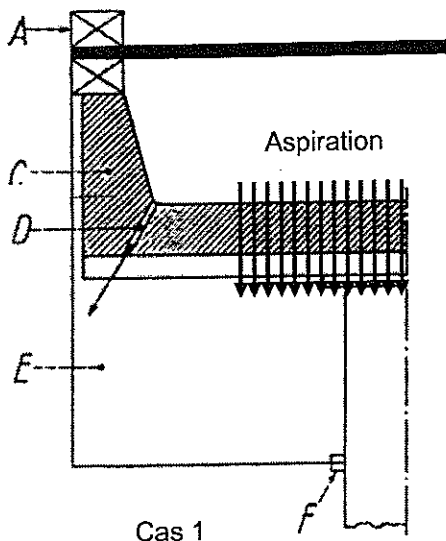


- Quel est l'intérêt du bullage ? du poinçonnage ?



## SUJET DU CONOURS

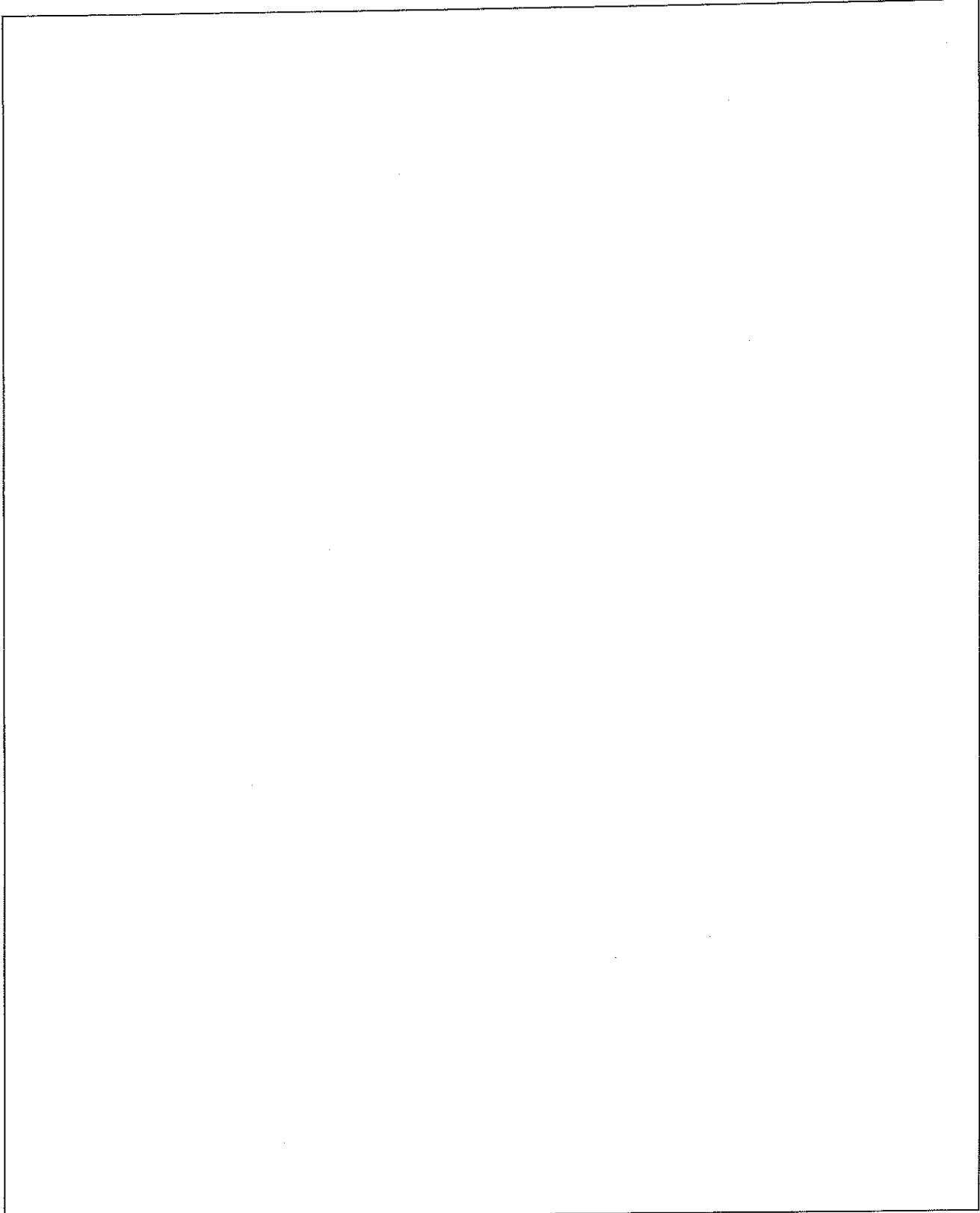
- En supposant que la température de chauffe est uniforme, décrire, sur les deux exemples suivants, la répartition des épaisseurs de la feuille. Justifier vos réponses.

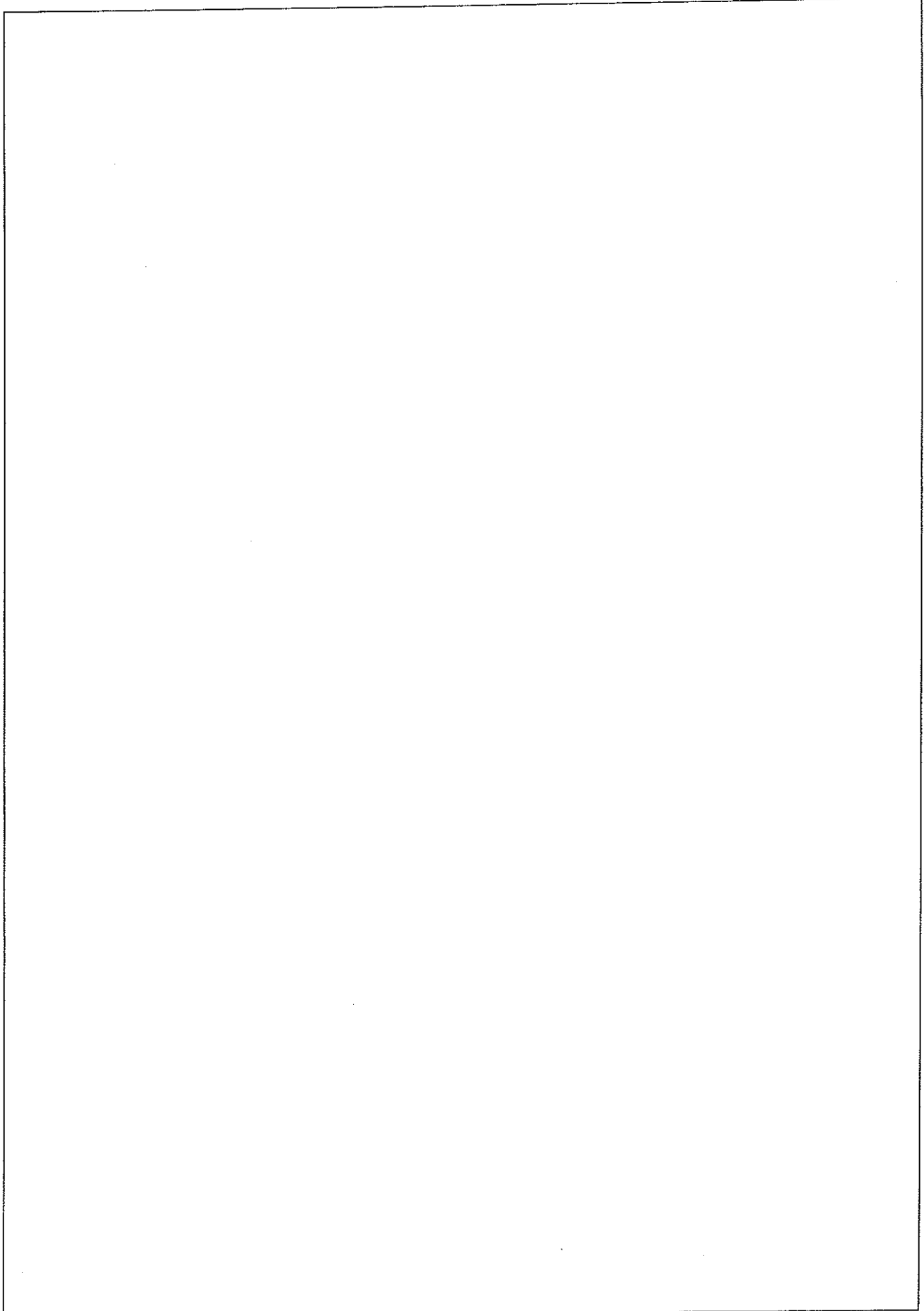


**2.3. Automatisme**

Tous les procédés de transformation des polymères ont recours à des régulateurs pour maîtriser la température du polymère.

Présenter de façon fonctionnelle le principe de la régulation de température des éléments chauffants.





### 3. Application pratique

#### 3.1. Épaisseur de la feuille

En fonction des spécifications demandées pour la barquette, la société FSP (extrudeur) décide de proposer un complexe multicouche à base de polypropylène, en proposant un nouveau produit de sa gamme utilisant comme couches extérieures du polypropylène nucléé. La feuille multicouche ou complexe qu'elle propose, est la suivante :

- Polypropylène homopolymère nucléé + polybutylène
- Adhésif (PP + anhydride maléique)
- EVOH (copolymère d'éthylène et d'alcool vinylique)
- Adhésif (PP + anhydride maléique)
- Polypropylène homopolymère nucléé + polybutylène

L'épaisseur proposée est de  $700 \mu\text{m} \pm 25 \mu\text{m}$

Pour des raisons techniques et d'alimentarité, l'épaisseur minimale du multicouche proposée est de **700  $\mu\text{m}$** . Vous devez vous assurer de la thermoformabilité de la feuille coextrudée d'épaisseur minimum imposée pour réaliser cet emballage. En fonction des **spécifications de la barquette** (doc DT1) et de **l'étirabilité du polypropylène** (doc DT9), vous devez vérifier que le taux d'étirage est bien inférieur au taux d'étirage admissible pour un PP thermoformé en moule négatif.

	Réponses
Profondeur de la barquette en mm	
Largeur de la barquette en mm	
<b>Rapport d'emboutissage</b>	
Taux maximum admissible pour le PP	
<b>Conclusion sur l'épaisseur proposée</b>	

**3.2. Estimation des paramètres**

L'emballage étant destiné à un produit alimentaire, secteur très concurrentiel, il est important de minimiser les coûts de cet emballage. Il vous est demandé d'estimer les paramètres de transformation afin d'assurer une production optimale.

**3.2.1. Estimation de la plage de température de formage**

A partir de la courbe type représentant l'évolution du logarithme du module d'élasticité longitudinal ou module d'Young « E » en fonction de la température de la matière fournie PP homopolymère (doc DT10), déterminez une plage de formage permettant le pré-réglage de la thermoformeuse.

Plage de formage  $\leq T \leq$

**3.2.2. Estimation du temps de cycle Tcy (la chauffe est effectuée en temps masqué).**

En fonction de l'épaisseur de la feuille à thermoformer (doc DT6) et des données techniques sur les différentes tables 1, 2, 3 (doc DT11), et 4 (doc DT9), vous devez évaluer le temps de cycle de la thermoformeuse :

	Réponses
Temps de formage	Tf =
Temps de refroidissement	Tr =
Epaisseur de la feuille	e =
Facteur matière, multiplicateur pour temps de chauffe et de refroidissement	Fm =
Facteur étirage matière	Fe =
<b>Temps de cycle en secondes (arrondir à la seconde près)</b>	<b>Tcy =</b>

**3.2.3. Détermination du réglage des émetteurs**

Vous devez déterminer le réglage entre 0 % et 100 % des 12 émetteurs infrarouges de la thermoformeuse permettant le chauffage de la zone formée dans le domaine de température de formage en fonction de (doc DT12 à DT14) (NB : 100 % = 250 W pour un émetteur)

- L'enthalpie massique de la matière.
- La masse de la feuille à chauffer.
- L'énergie nécessaire pour le formage.
- La puissance des émetteurs.

	Réponses
Enthalpie massique de la matière à la température en sortie de préchauffeur en $J.g^{-1}$	$h_e$
Enthalpie massique de la matière à la température de transformation en $J.g^{-1}$	$h_s$
<b>Variation d'enthalpie massique de formage de la matière en <math>J.g^{-1}</math></b>	$\Delta h = (h_s - h_e) =$
Surface de la zone formée en $cm^2$	$S =$
Volume de la zone formée en $cm^3$	$V =$
Masse de la zone formée en g	$m =$
<b>Energie nécessaire pour amener la matière à sa température de formage en joules</b>	$Q =$
Temps de chauffage avant formage en seconde	$t =$
Puissance de chauffe utile en watts	$P_u =$
Puissance de chauffe absorbée en watts	$P_a =$
Puissance de chauffe partielle pour une rangée d'émetteurs de la thermoformeuse en watts	$P_p =$
<b>Réglage des émetteurs en %</b>	