

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**INDUSTRIES PLASTIQUES**

**EUROPLASTIC 2008**

**E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE**

Durée 5 heures

Coefficient 6

Aucun document autorisé  
Calculatrice autorisée

## SOMMAIRE

### *Dossier technique*

Présentation	page 03/24
Système complet	page 03/24
Cahier des Charges Fonctionnel	page 03/24
Constitution	page 03/24
Nomenclature	page 04/24
Projet	page 04/24
1 <sup>ère</sup> étude sur le combiné	page 04/24
2 <sup>ème</sup> étude sur les accroches	page 10/24
3 <sup>ème</sup> étude d'un nouvel outillage pour le socle	page 12/24
4 <sup>ème</sup> étude sur la grille de clavier	page 14/24

### *Dossier Réponse*

#### **Dossier complet à rendre**

1 <sup>ère</sup> étude sur le combiné	page 17/24
2 <sup>ème</sup> étude sur les accroches	page 19/24
3 <sup>ème</sup> étude d'un nouvel outillage pour le socle	page 20/24
4 <sup>ème</sup> étude sur la grille de clavier	page 21/24

*Les candidats détailleront leurs calculs.*

#### **REPARTITION INDICATIVE DU TEMPS**

Lecture du sujet et compréhension	0 h 30
1 <sup>ère</sup> étude sur le combiné	1 h 15
2 <sup>ème</sup> étude sur les accroches	0 h 30
3 <sup>ème</sup> étude d'un nouvel outillage pour le socle	1 h 30
4 <sup>ème</sup> étude sur la grille de clavier	1 h 15

## Présentation

L'étude porte sur un téléphone mural.

Il s'agit d'un produit destiné à l'équipement de locaux industriels, commerciaux ou administratifs, pour la communication interne ou externe. C'est un produit bien implanté sur son marché mais au design vieillissant. De plus, l'apparition de défauts impliquant des retours client est en augmentation. On profite donc de l'évolution du design, impliquant une modification ou un renouvellement de l'outillage, pour optimiser la production du produit complet. Pour cela on tiendra compte dès la conception des nouvelles pièces :

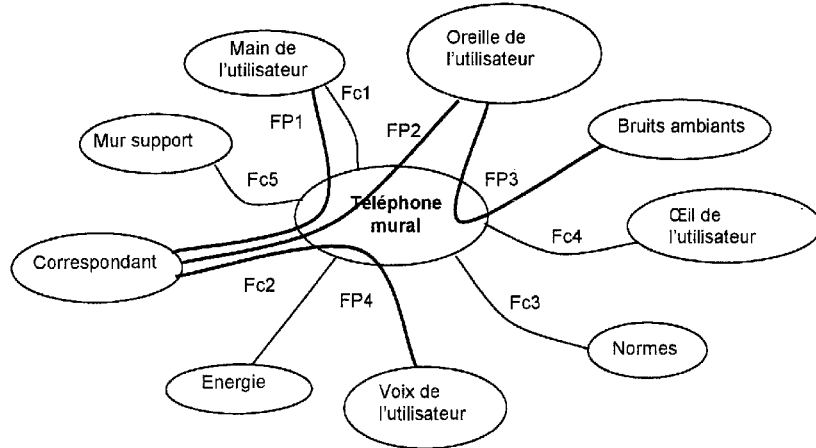
- > des impératifs de fabrication (temps de cycle et nombre de références) ;
- > des problèmes à l'origine des défauts provoquant des retours client ;
- > de l'organisation de la production et des éléments du dossier de fabrication.

## Système complet



## Cahier des Charges Fonctionnel

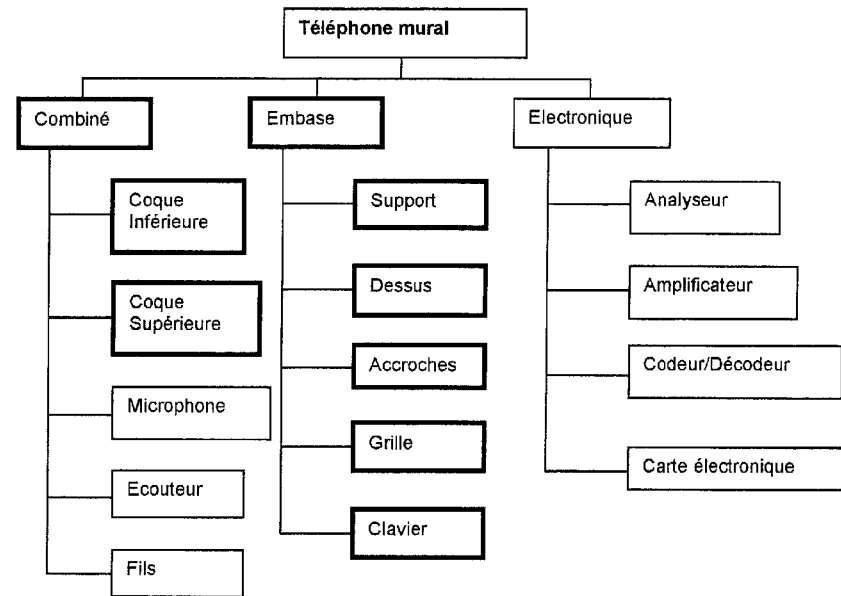
Définition des fonctions du système complet :



- FP1 : Permettre de composer le numéro.
- FP2 : Restituer (décoder) avec une possibilité de réglage en volume la voix du correspondant.
- FP3 : Isoler l'oreille de l'utilisateur des bruits ambiants.
- FP4 : Transformer (coder) la voix de l'utilisateur.

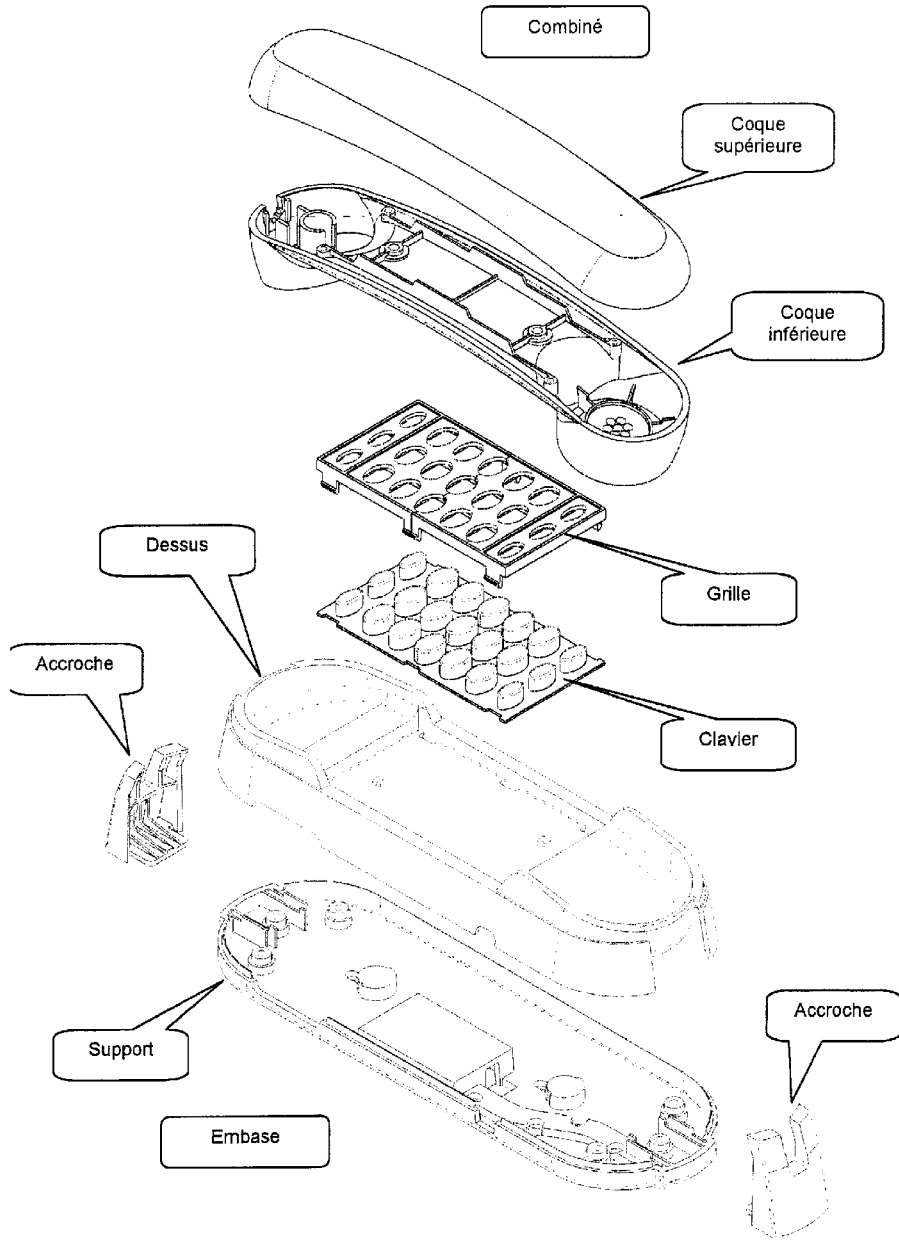
- Fc1 : Tenir dans la main.
- Fc2 : Etre alimenté en énergie.
- Fc3 : Respecter les normes.
- Fc4 : Etre esthétique.
- Fc5 : Etre accroché à un mur.

## Constitution



Seules les pièces dans les cadres gras seront étudiées.

**Nomenclature**



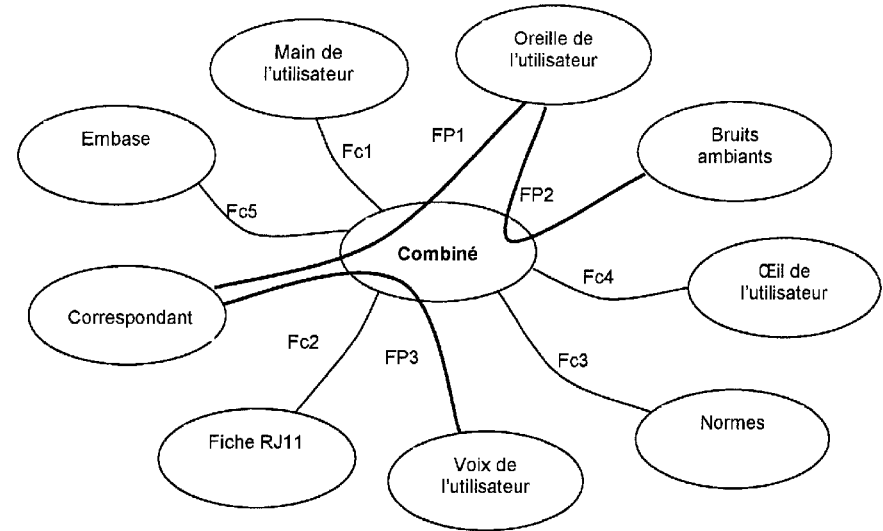
**Projet**

Le projet se décompose en quatre grandes études.

1. Etude sur le combiné.
2. Etude sur les accroches
3. Etude sur le support
4. Etude sur la grille.

**1<sup>ère</sup> Etude sur le combiné**

*Cahier des charges fonctionnel du combiné*



FP1 : Restituer (décoder) la voix du correspondant.  
 FP2 : Isoler l'oreille de l'utilisateur des bruits ambiants.  
 FP3 : Transformer (coder) la voix de l'utilisateur.

Fc1 : Tenir dans la main.  
 Fc2 : Recevoir la prise RJ 11 du fils de combiné.  
 Fc3 : Respecter les normes.  
 Fc4 : Etre esthétique.  
 Fc5 : Etre positionné dans l'embase.

**Critérisation des fonctions**

FP1 : Restituer (décoder) avec une possibilité de réglage en volume la voix du correspondant.	
FP1-C1 : Positionner un écouteur	Formes adaptées
FP1-C2 : Laisser passer le son	7 trous de passage
FP2 : Isoler l'oreille de l'utilisateur des bruits ambiants.	
FP2-C1 : Chambre d'écoute isolante concave	Forme isolante concave
FP3 : Transformer (coder) la voix de l'utilisateur.	
FP3-C1 : Positionner un micro	Formes adaptées
FP3-C2 : Laisser passer le son	3 trous de passage
Fc1 : Tenir dans la main.	

FP3-C1 : Positionner un micro	Formes adaptées
FP3-C2 : Laisser passer le son	3 trous de passage
Fc1 : Tenir dans la main.	
Fc1-C1 : Etre d'encombrement correct	dimensions générales 212 mm x 48 mm
Fc1-C2 : Etre d'un seul tenant	positionnement des deux coques par 4 plots et fixation par 2 vis auto-taraudeuses
Fc2 : Recevoir la prise RJ 11 du fils de combiné.	
Fc2-C1 : Positionner la prise femelle	Formes adaptées au passage et au positionnement
Fc4 : Etre esthétique.	
Fc4-C1 : Agréable à l'œil	Pas de trace du procédé sur les faces visibles.
Fc5 : Etre positionné dans l'embase.	
Fc5-C1 : Etre maintenu par les accroches sur l'embase.	Jeu axial 0,1 mm.
Ft1 : Maintenir et mettre en position les deux coques du combiné.	
Ft1-C1 : Forme de positionnement	A définir
Ft2-C1 : Par clipsage, pas de démontage prévu.	Effort nécessaire au montage < 100 N Résistance au démontage > 800 N

1<sup>ère</sup> Etude – 1<sup>ère</sup> partie : Evolution du combiné

Pour améliorer la compétitivité de ce produit, le responsable de projet a décidé d'optimiser la production en diminuant le temps de montage du combiné. Cette décision impose une modification du système de fixation et de positionnement des deux coques du combiné.

La demande de modification porte sur l'enlèvement de la fixation par vis et son remplacement par un système de clips. Ceci entraîne une modification du système de positionnement des deux coques.

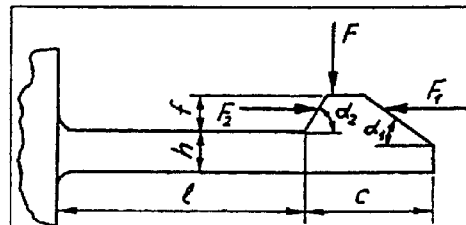
Dessin des clips

Pour respecter les impératifs de régularité de l'épaisseur et limiter les retassures sur les faces visibles, on envisage trois sections possibles de clips.

Les résultats sont donnés pour la matière :

- LG ABS AF-302
- Module élastique = 2250 MPa
- Contrainte au seuil = 36 MPa
- Allongement à la rupture = 20%
- Allongement admissible = 4%
- Coef. de frottement ABS/ABS = 0,3

La contre-dépouille admissible ( $f_{admissible}$ ) est calculée en fonction de la longueur du bras et de la déformation admissible. On suppose que c'est cette valeur qui servira à dimensionner le crochet.

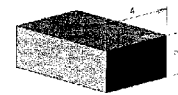


- F : Force de flexion, force d'articulation.
- F<sub>1</sub> : Force d'assemblage.
- F<sub>2</sub> : Force de démontage.
- α<sub>1</sub> : Angle d'assemblage.
- α<sub>2</sub> : Angle de retenue.
- f : Trajet élastique, contre-dépouille.
- l : Longueur du bras à encliqueter.
- b : Largeur du bras à encliqueter.
- h : Hauteur du bras à encliqueter.
- c : Longueur du crochet à encliqueter.

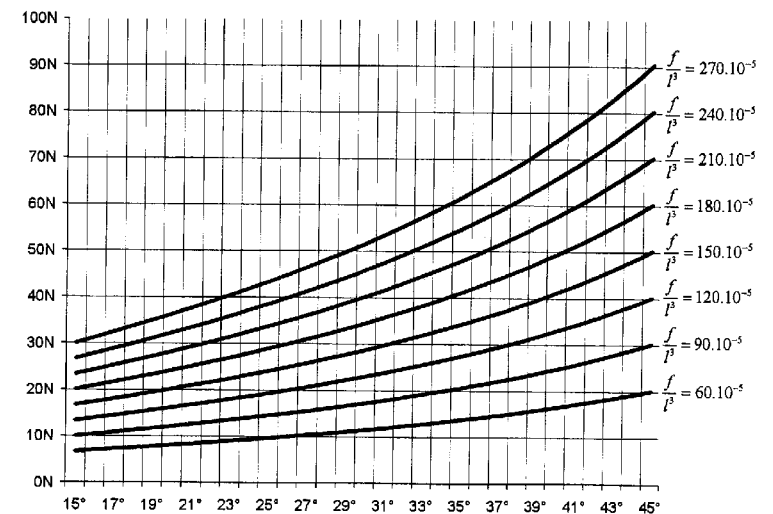
- L'angle d'assemblage α<sub>1</sub> détermine la force nécessaire à l'assemblage : 15° ≤ α<sub>1</sub> ≤ 30°
- L'angle de retenue α<sub>2</sub> détermine la force nécessaire au démontage : 30° ≤ α<sub>2</sub> ≤ 45°
- Si l'angle α<sub>2</sub> = 90° alors l'assemblage est indémontable.
- L'effort d'assemblage en fonction de l'angle α<sub>1</sub> est donné par les abaques ci-dessous. La même formule avec l'angle α<sub>2</sub> donnera l'effort de retenue. Dans le cas d'un assemblage indémontable, la force de retenue est donnée par la résistance des matériaux (effort normal maximum).

Données	lgz	2,67 mm <sup>4</sup>	1,76 mm <sup>4</sup>	2,04 mm <sup>4</sup>
	S	8 mm <sup>2</sup>	6,28 mm <sup>2</sup>	6,54 mm <sup>2</sup>
	Effort normal	201 N	130 N	136 N
f <sub>admissible</sub>	l = 5mm	0,3 mm	0,3 mm	0,2 mm
	l = 10mm	1,3 mm	1,2 mm	0,9 mm
	l = 15mm	3 mm	2,6 mm	2,1 mm
Rapport f/P	l = 5mm	264.10 <sup>-5</sup>	232.10 <sup>-5</sup>	186.10 <sup>-5</sup>
	l = 10mm	133.10 <sup>-5</sup>	116.10 <sup>-5</sup>	93.10 <sup>-5</sup>
	l = 15mm	89.10 <sup>-5</sup>	77.10 <sup>-5</sup>	62.10 <sup>-5</sup>

Effort F<sub>1</sub> ou F<sub>2</sub> (en N) en fonction de l'angle α<sub>1</sub> ou α<sub>2</sub> (en degrés)



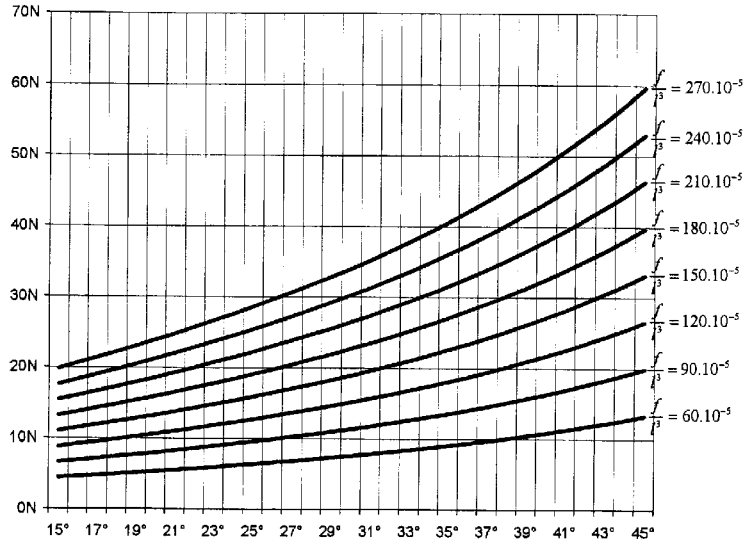
Chaque courbe correspond à un rapport  $\frac{f}{P}$  variant de 60.10<sup>-5</sup> à 270.10<sup>-5</sup>



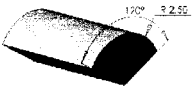
Effort  $F_1$  ou  $F_2$   
(en N)  
en fonction de l'angle  
 $\alpha_1$  ou  $\alpha_2$   
(en degrés)



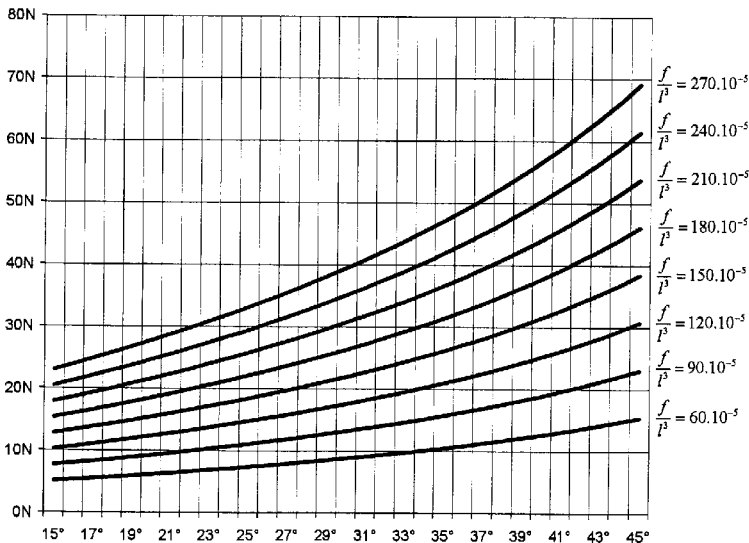
Chaque courbe correspond à un rapport  $\frac{f}{P}$  variant de  $60.10^{-5}$  à  $270.10^{-5}$



Effort  $F_1$  ou  $F_2$   
(en N)  
en fonction de l'angle  
 $\alpha_1$  ou  $\alpha_2$   
(en degrés)



Chaque courbe correspond à un rapport  $\frac{f}{P}$  variant de  $60.10^{-5}$  à  $270.10^{-5}$

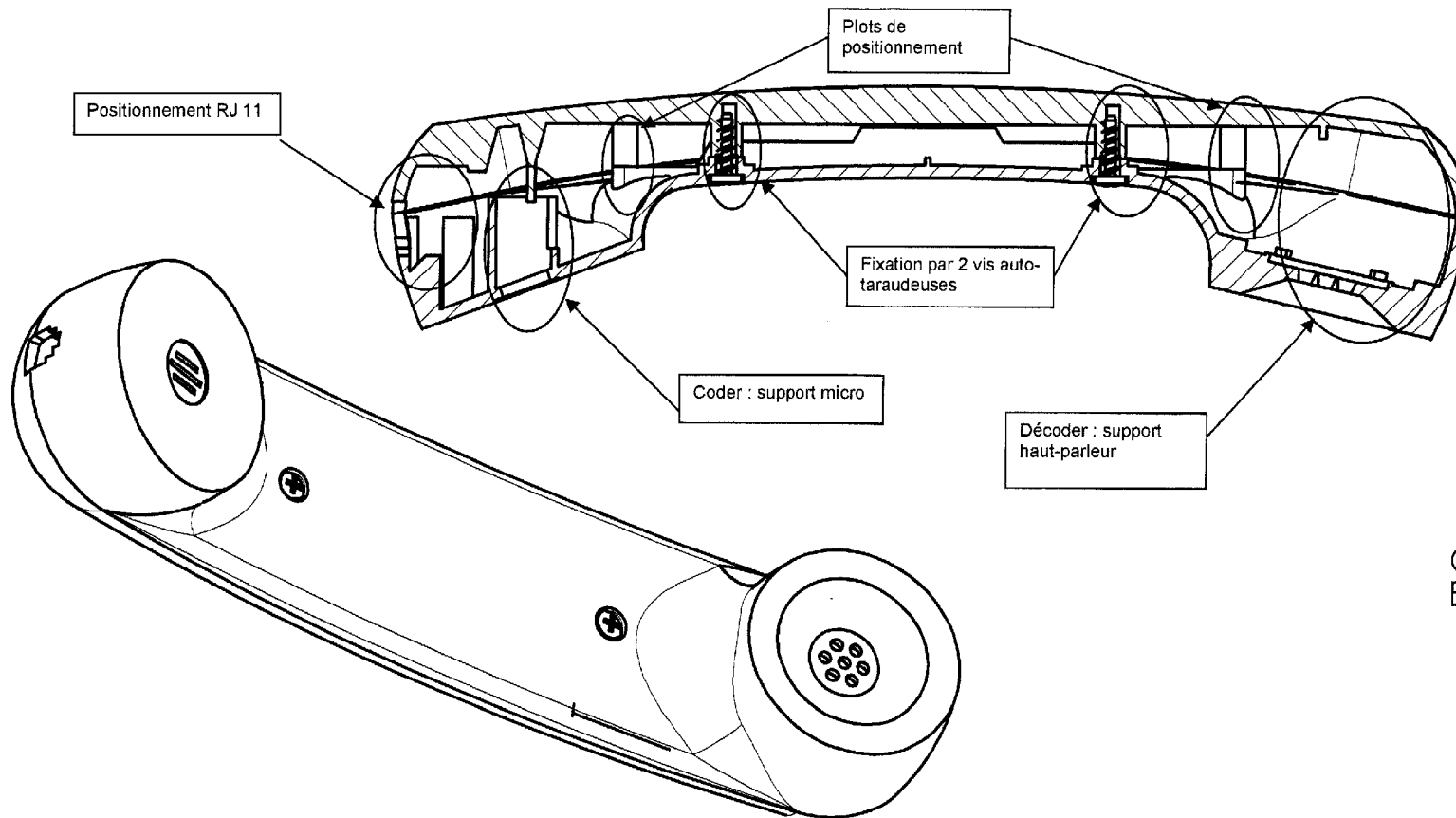
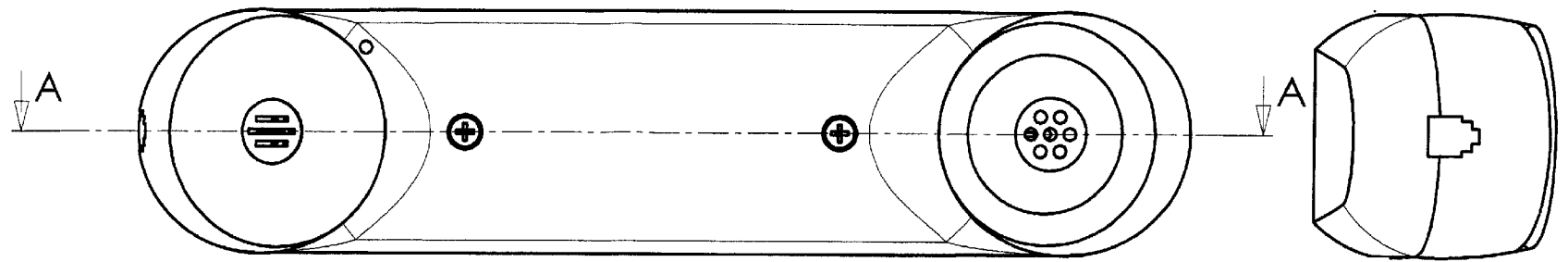


### 1<sup>ère</sup> Etude – 2<sup>ème</sup> partie : Recherche du type de moule

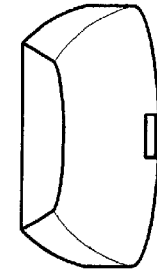
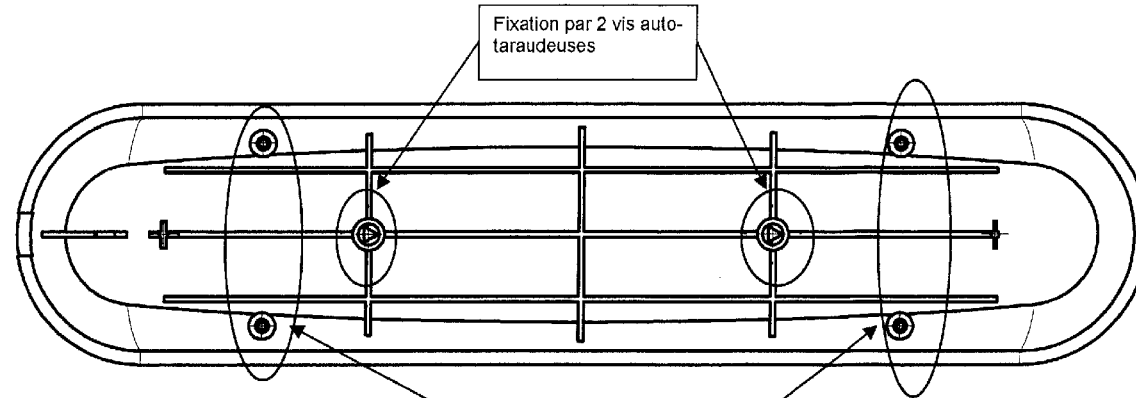
Pour la conception de ce nouvel outillage à 2 empreintes distinctes, le bureau d'étude a le choix entre deux possibilités, un moule à canaux chauds ou un moule à carotte froide. Pour prendre une décision, il demande un retour de données du service commercial sur la série produite

#### Données économiques :

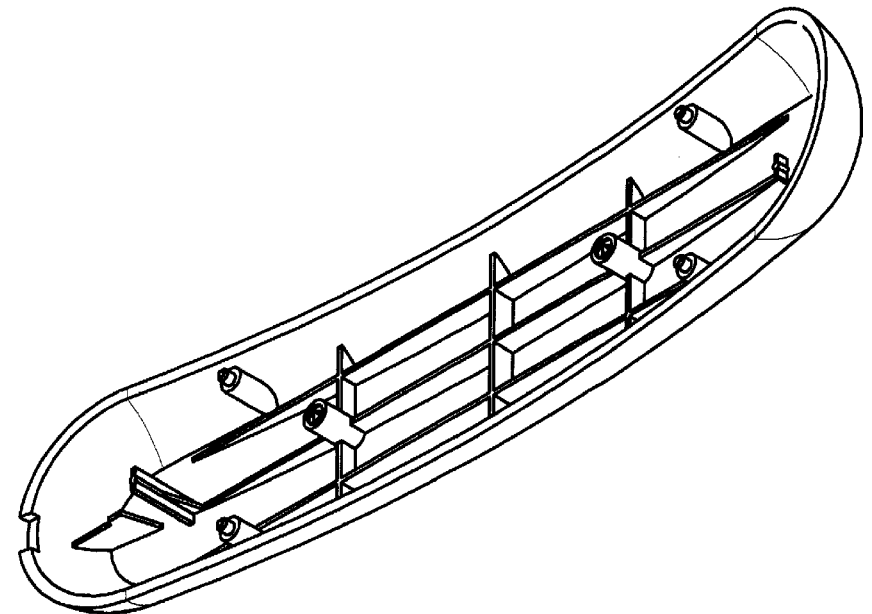
- Coût d'un outillage à canaux chauds : 50 500 €
- Coût d'un outillage à carotte froide : 40 500 €
- Coût pièce avec moule à carotte froide : 0,10 €
- Coût pièce avec moule à canaux chauds : 0,095 €
- Cet outillage doit assurer une production 100 000 pièces



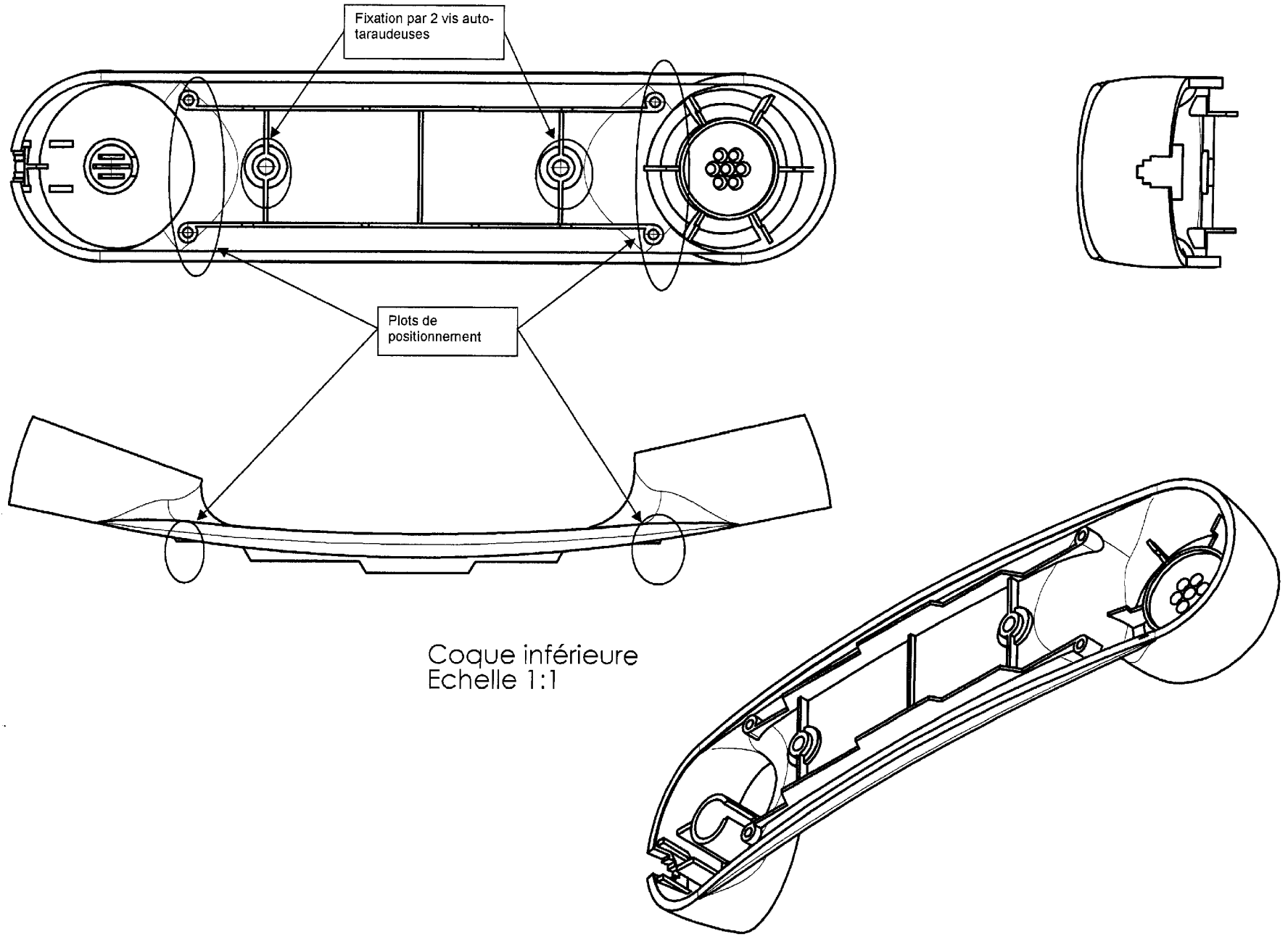
Combiné avec Vis  
Echelle 1:1



Coque Supérieure  
Echelle 1:1



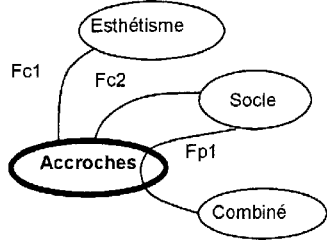




Coque inférieure  
Echelle 1:1

2<sup>ème</sup> Etude sur les accroches

Cahier des charges fonctionnel des accroches



Désignation des fonctions :

Fp1 : Maintenir le combiné sur le socle  
 Fc1 : Esthétisme agréable – Ergonomie assurée  
 Fc2 : Permettre une fixation par vis

Critérisation des fonctions

FP1 : Maintenir le combiné le socle	
FP1-C1 : Positionner le combiné	Cote fonctionnelle : 18 ± 0,30
FP1-C2 : Elasticité	L'effort d'accrochage ou de décrochage du combiné ne doit pas dépasser 60 N
FP1-C3 : Durée de vie des accroches	10 ans
FP1-C4 : Compatibilité	Les accroches ne doivent pas marquer ou rayer le combiné
Fc1 : Esthétique agréable-Ergonomie assurée	
Fc1-C1 : Couleur	La boîte sera de couleur noire
Fc1-C2 : Bavures	Les bavures de plus de 0,5 mm ne sont pas tolérées
Fc2 : Permettre une fixation par vis	
Fc2-C1 : Fixation au socle	1 vis auto-taraudeuse

2<sup>ème</sup> Etude – Retour client sur les accroches

Après plusieurs utilisations du combiné, les clients remarquent un transfert de couleur entre les accroches noires et le combiné blanc, ce qui a provoqué plusieurs retours client. Après analyse, cette migration apparaît lorsque deux pièces sont de famille de polymère identique. .

Le chef de projet propose une modification de matière pour les accroches. La volonté étant de respecter au maximum les impératifs de compétitivité.

Matière initiale : ABS LG Chemical AF-302 Resin

ABS - AF-302 LG Chemical Ltd. - Acrylonitrile Butadiene Styrene	Unit System : SI
--------------------------------------------------------------------	------------------

Mécanique	Nominal Value	Unit	Test Méthode
Contrainte au seuil en traction	36	MPa	ASTM D638
Module d'élasticité longitudinal	2250	MPa	

Matières retenues le pour remplacement :  
 POM - TICONA Celcon M 25 A  
 PP H (homopolymère) - BASELL Hostacom PPH 1850I  
 PS - DOW Chemicals Styron 693  
 PE-HD - TARGOR Hostalen GM 5050

POM - Celcon® M 25 A Ticona – Polyacétal Copolymère	Unit System: SI
--------------------------------------------------------	-----------------

Mécanique	Valeur Nominale	Unit	Test Méthode
Contrainte au seuil en traction	71,5	MPa	ASTM D638
Module d'élasticité longitudinal	1740	MPa	

PP - Hostacom® PPH 1850 Basell. – Polyoléfine Homopolymère	Unit System: SI
---------------------------------------------------------------	-----------------

Mécanique	Valeur Nominale	Unit	Test Méthode
Contrainte au seuil en traction	25	MPa	ASTM D638
Module d'élasticité longitudinal	1340	MPa	

PS - Styron® 693 Dow Chemicals - Styrélique	Unit System : SI
------------------------------------------------	------------------

Mécanique	Valeur Nominale	Unit	Test Méthode
Contrainte au seuil en traction	36	MPa	ASTM D638
Module d'élasticité longitudinal	3200	MPa	

PP-HD - Hostalen® GM 5050 Targor – polyoléfine haute densité	Unit System : SI
-----------------------------------------------------------------	------------------

Mécanique	Valeur Nominale	Unit	Test Méthode
Contrainte au seuil en traction	22	MPa	ASTM D638
Module d'élasticité longitudinal	911	MPa	

Campagne d'essai

Les critères retenus pour définir la matière de remplacement sont les suivants :

Déformation en fonctionnement :

L'amplitude du déplacement des zones de maintien des accroches lors de l'utilisation du combiné est de 1 mm. La simulation de cette déformation permet de trouver la valeur de la contrainte maximale dans l'accroche et l'effort engendré.

Matières	Contraintes maxi en MPa	Effort engendré en N
ABS LG Chemical AF-302	34	53
POM TICONA Celcon M 25 A	44	69
PP H BASELL Hostacom PPH 1850I	15	24
PS DOW CHEMICALS Styron 693	38	59
PE-HD TARGOR Hostalen GM 5050	18	29

Prix des matières premières :

Matières	Masse volumique en g/cm <sup>3</sup>	Prix au kg en euro TTC
ABS LG Chemical AF-302 Resin	1,05	1,58
POM TICONA Celcon M 25 A	1,36	2,85
PP H BASELL Hostacom PPH 1850I	0,9	1,69
PS DOW CHEMICALS Styron 693	1,01	1,48
PE-HD TARGOR Hostalen GM 5050	0,95	1,58

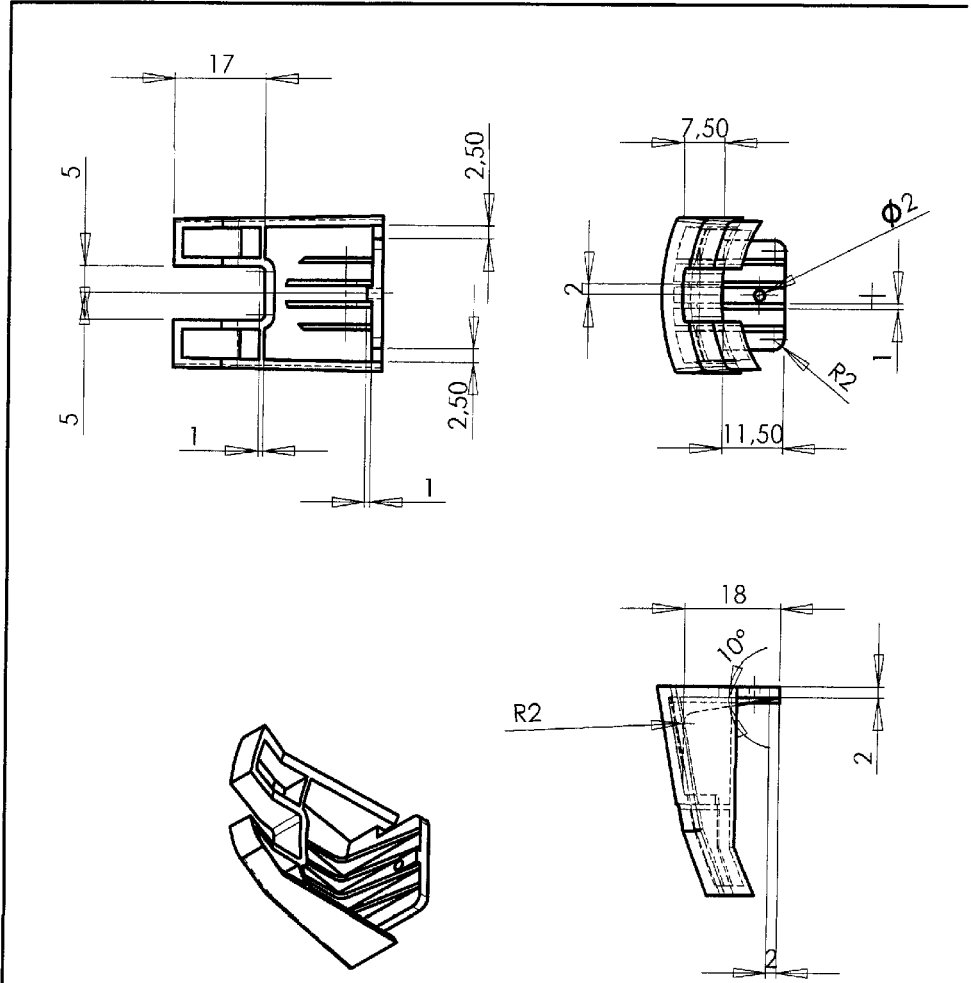
**Essai de transfert de couleur**

Matières	Transfert de couleur sur le couvercle
ABS LG Chemical AF-302 Resin	Oui
POM TICONA Celcon M 25 A	Non
PP H BASELL Hostacom PPH 1850I	Non
PS DOW CHEMICALS Styron 693	Oui
PE-HD TARGOR Hostalen GM 5050	Non

**Le dimensionnel de la pièce**

Aucune retouche outillage n'est prévue. La pièce doit donc rester dans ses intervalles de tolérances avec la nouvelle matière.

Matières	Retrait en %
ABS LG Chemical AF-302 Resin	0,5
POM TICONA Celcon M 25 A	1,7
PP H BASELL Hostacom PPH 1850I	1,78
PS DOW CHEMICALS Styron 693	0,41
PE-HD TARGOR Hostalen GM 5050	2,5



Accroche

Echelle : 1:1

Tolérances générales NF T 58-000

Classe de tolérance normale

Volume de la pièce : 4,25 cm<sup>3</sup>

### 3<sup>ème</sup> Etude d'un nouvel outillage pour le socle

Dans le cadre de la fabrication d'un nouvel outillage pour produire le socle. Il est nécessaire de faire un cahier des charges technique de l'outillage, en se penchant plus particulièrement sur les signatures du procédé et la fonction alimentation.

Matière utilisée : ABS LG Chemical AF-302 Resin

ABS - AF-302  
LG Chemical Ltd. - Acrylonitrile Butadiene Styrène

Unit System : SI

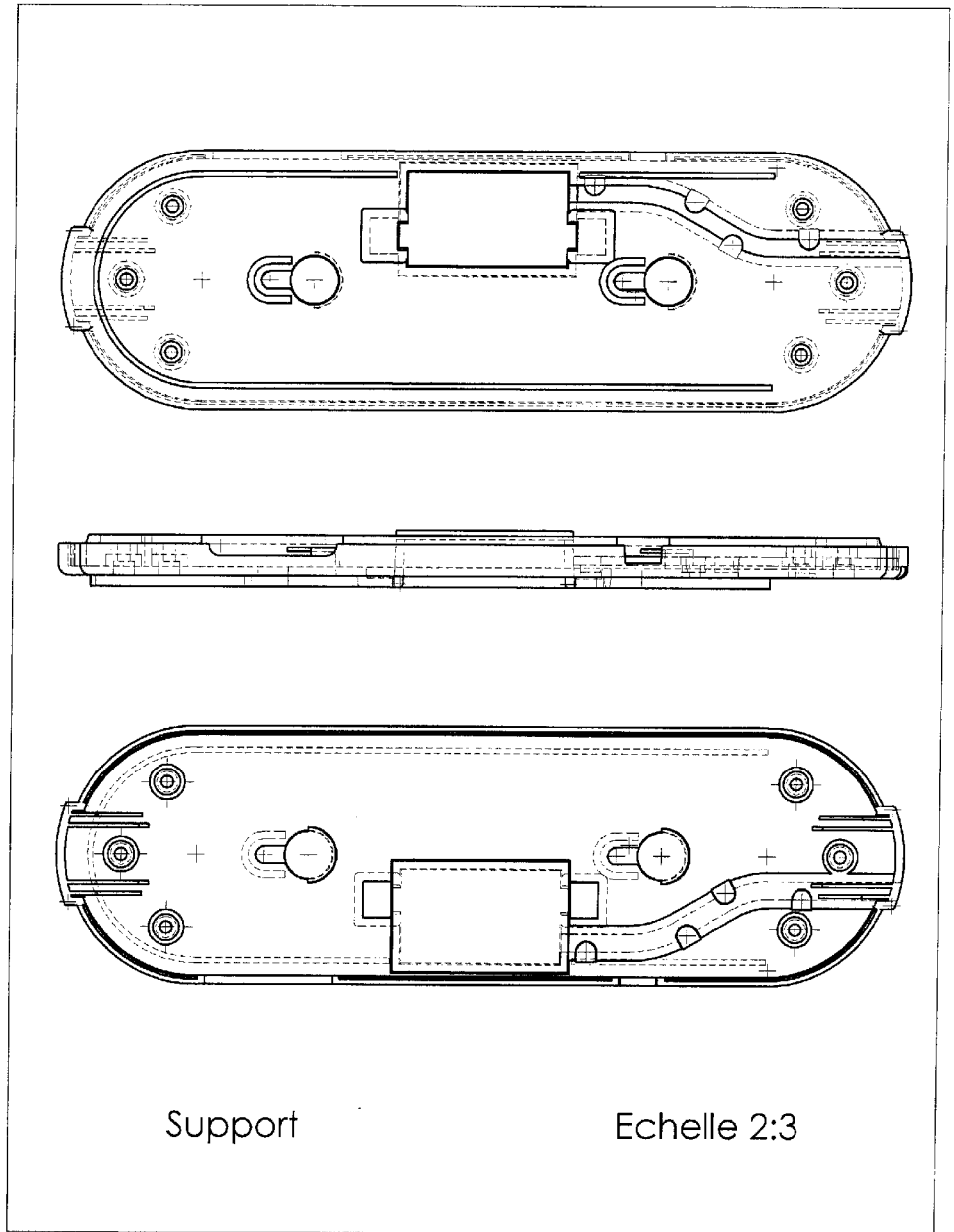
Mécanique	Nominal Value	Unit	Test Méthode
Contrainte au seuil en traction	36	MPa	ASTM D638
Module d'élasticité longitudinal	2250	MPa	
Contrainte de cisaillement maximum admissible	300 000	Pa	
Taux de cisaillement maximum admissible	50 000	s <sup>-1</sup>	
Module d'élasticité transversal	805	MPa	
<b>Process</b>			
Retrait linéaire	0,5	%	
Température d'injection	200 à 240	°C	
Température de dégradation	280	°C	

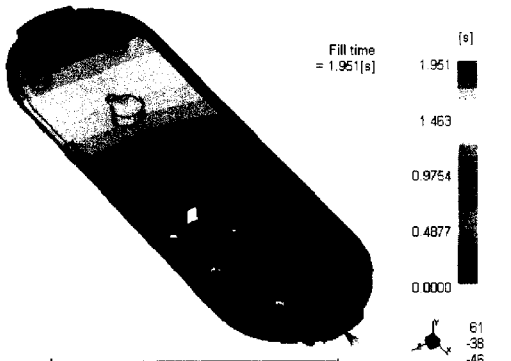
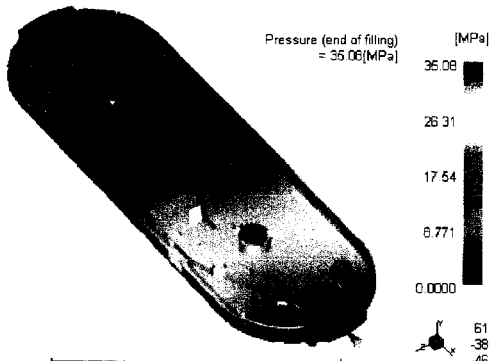
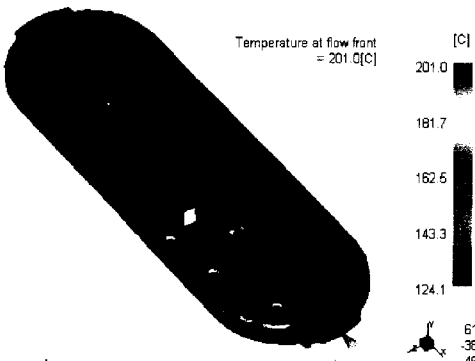
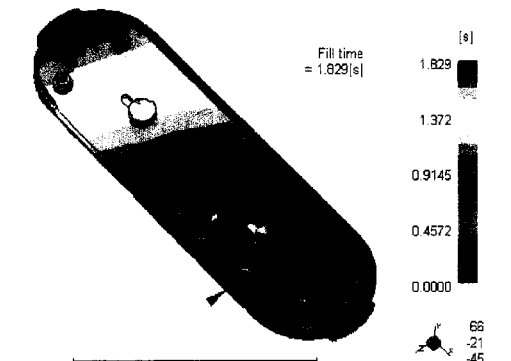
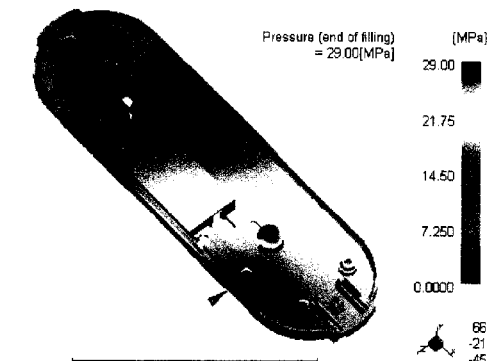
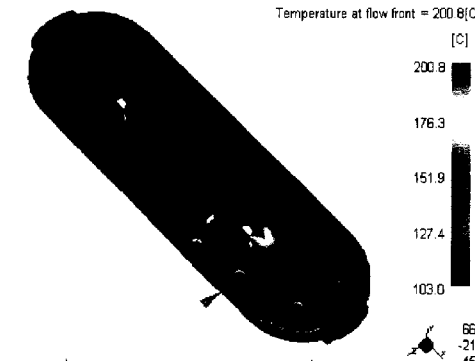
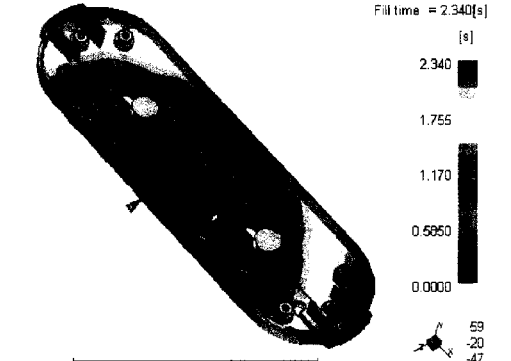
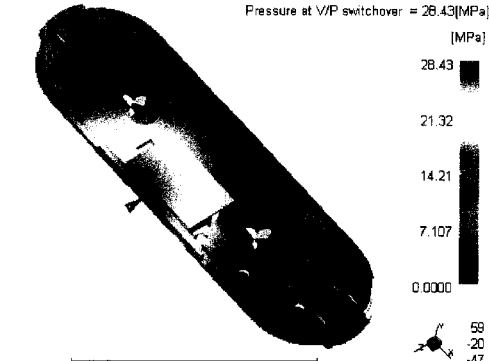
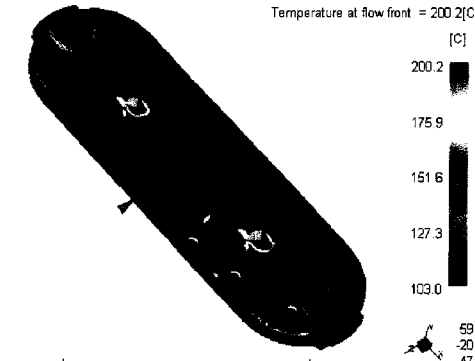
#### 3<sup>ème</sup> Etude – 1<sup>ère</sup> partie : Signatures procédé

Il est nécessaire pour avoir l'accord du client, de définir les signatures du procédé dues à la mise en forme.

#### 3<sup>ème</sup> Etude – 2<sup>ème</sup> partie : Fonction alimentation

Trois études rhéologiques préliminaires ont été exécutées pour permettre de choisir la position du seuil d'alimentation. (voir feuille suivante)



Position	Temps d'injection	Pression d'injection en fin de remplissage	Température du front de matière
<p>P1</p> <p>Contrainte maxi de cisaillement : 0,97 Mpa</p> <p>Taux maxi de cisaillement : 1489 s<sup>-1</sup></p>	 <p>Fill time = 1.951[s]</p> <p>Scale (100 mm)</p>	 <p>Pressure (end of filling) = 35.06[MPa]</p> <p>Scale (100 mm)</p>	 <p>Temperature at flow front = 201.0[C]</p> <p>Scale (100 mm)</p>
<p>P2</p> <p>Contrainte maxi de cisaillement : 0,88 Mpa</p> <p>Taux maxi de cisaillement : 1578 s<sup>-1</sup></p>	 <p>Fill time = 1.829[s]</p> <p>Scale (100 mm)</p>	 <p>Pressure (end of filling) = 29.00[MPa]</p> <p>Scale (100 mm)</p>	 <p>Temperature at flow front = 200.8[C]</p> <p>Scale (100 mm)</p>
<p>P3</p> <p>Contrainte maxi de cisaillement : 2 Mpa</p> <p>Taux maxi de cisaillement : 180 s<sup>-1</sup></p>	 <p>Fill time = 2.340[s]</p> <p>Scale (100 mm)</p>	 <p>Pressure at V/P switchover = 26.43[MPa]</p> <p>Scale (100 mm)</p>	 <p>Temperature at flow front = 200.2[C]</p> <p>Scale (100 mm)</p>

### 4ème partie Étude sur la grille de clavier

#### 4ème partie – 1ère étude : Retour client

L'objectif est la diminution du pourcentage de rebuts de la grille.  
 Le service Qualité lance une campagne de réduction des rebuts sur le téléphone. Cette campagne est orientée vers la diminution du nombre de rebuts de la pièce « grille ». Ce choix est justifié par le fait que des retards de livraison sont dus à la casse des clips de la grille lors de l'opération d'assemblage.  
 La méthode ABC est retenue pour cibler la ou les causes des rebuts de la pièce « grille ».  
 Deux études seront menées, l'une sur l'îlot de production, la seconde au poste d'assemblage.

- Groupes A : 10% des produits représentent 65% des rebuts
- Groupes B : 25% des produits représentent 25% des rebuts
- Groupes C : 65% des produits représentent 10% des rebuts

Les résultats sont les suivants :

#### Sur l'îlot de production

Défauts constatés	Nombre de pièces
Traces noires sur la pièce	100
Brûlures	30
Casse des clips lors de l'éjection	40
Traces de flux	20
Incomplets	10

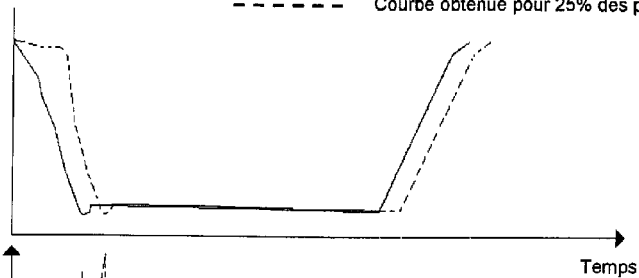
#### A l'atelier d'assemblage

Défauts constatés	Nombre de pièces
Casse des clips	65
Casse de la pièce	4
Bavures	18
Défauts d'aspect	5
Tache de graisse	3
Manque matière	3
Traces de flux	2

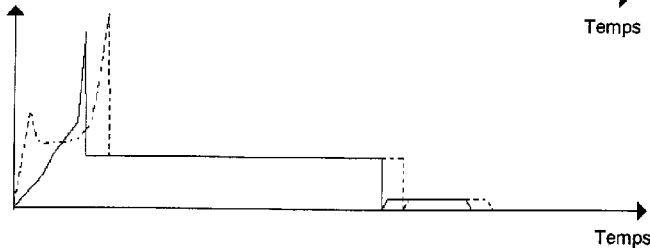
Afin de résoudre les problèmes de casse des clips et des bavures, le service qualité a demandé les courbes d'injection réalisées lors de la campagne de production.

— Courbe obtenue pour 75% des pièces  
 - - - Courbe obtenue pour 25% des pièces

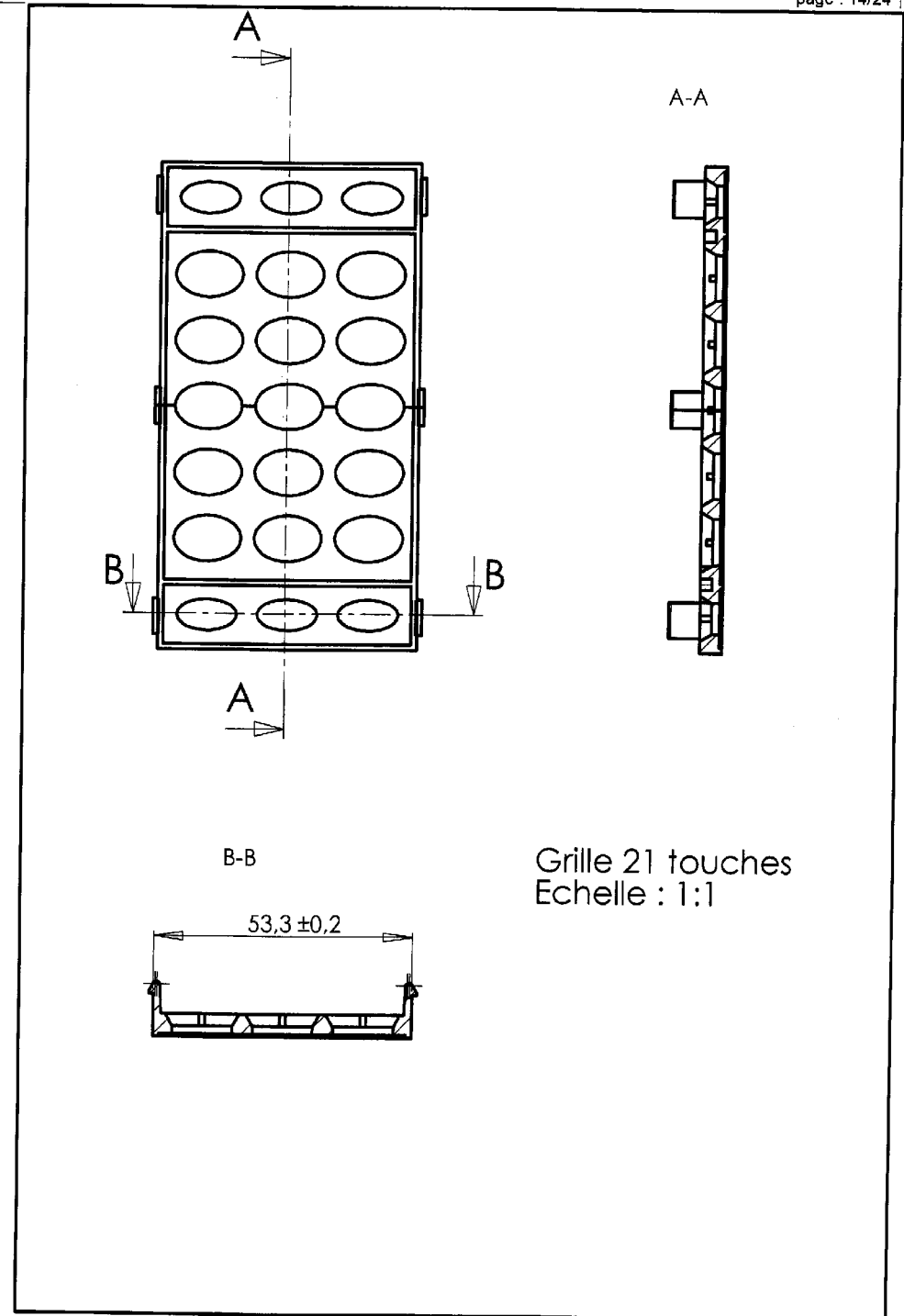
Course de la vis



Pression hydraulique dans le vérin d'injection



Défaut constaté : lors d'un cycle sur 50, en moyenne, la presse n'injecte pas (goutte froide en bout de buse).

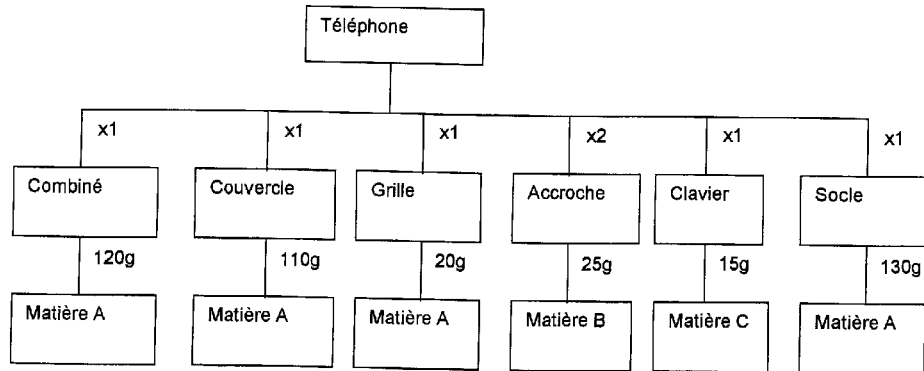


Grille 21 touches  
 Echelle : 1:1

### 4ème Etude – 2<sup>ème</sup> partie : Organisation de la production de la grille

Avec les indications données dans le dossier ressource, le service de gestion de production désire établir le planning de charge de l'atelier pour les pièces composantes du téléphone en remplissant un tableau MRP et un diagramme de Gantt.

#### Nomenclature de montage du téléphone



#### Répartition des productions

Dénomination de la presse	Outillage	Nombre d'empreintes
Engel 1000 kN	Combiné	1 complet
	Couvercle	2
Engel 800 kN	Socle	2
Boy 300 kN	Accroche	4
Arburg 500 kN	Clavier	1
	Grille	2

#### Capacité de production du clavier et de la grille

Dénomination de la presse	Outillage	Nombre d'empreintes	Capacité de production (pcs/h)
Arburg 500 kN	Clavier	1	110
	Grille	2	240

#### Consignes du bureau des méthodes pour l'organisation des ateliers moulage et assemblage

- **Horaire de production de l'atelier** : 16 h/jour sur 5 jours par semaine
- **Temps de production réel** : 15 h/jour pour chaque production ; les temps de changement de série sont intégrés.
- **Changement de production** : Les productions se font à la journée, les changements de production se font en fin de journée et ne sont pas pris en compte dans le Gantt.
- **Capacité de production de l'atelier d'assemblage de téléphone** : 3024 par semaine. L'assemblage des pièces moulées en semaine n est réalisé en semaine n+1.
- **Stock du produit fini « ensemble téléphone »** : un stock de sécurité de 10% du besoin brut est imposé.

#### Indicateur de qualité sur les productions réalisées (Nombre de rebuts par produit)

Produits	Semaines			
	Nov S4	Déc S1	Déc S2	Déc S3
Combiné	10	5	2	2
Couvercle	2	4	5	3
Grille	3	3600		
Accroche	11	3	5	3
Clavier	12	13	2	2
Socle	10	3	4	3

- **Cause de rebut** : le nombre de rebuts de la grille en semaine 1 du mois de décembre est dû au défaut constaté suivant : rupture des clips (les autres rebuts sont négligeables).
- **Maintenance** : Suite aux rebuts importants, la maintenance a immobilisé la presse Arburg 500 kN pendant deux jours.
- **Le programme directeur de production reste constant** : 3024 Ensembles Téléphone montés par semaine.
- **Capacité de production de l'atelier d'assemblage de téléphone** : en mode dérogatif, il est de 4500 Ensembles Téléphone montés au maximum par semaine.