

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR PLASTURGIE
U5 INDUSTRIALISATION**

DOCUMENTS RÉPONSES

**Cette liasse comporte 15 pages
y compris celle-ci**

**TOUTE CETTE LIASSE DOIT ÊTRE RENDUE.
VOUS NE DEVEZ EN AUCUN CAS DÉGRAFER LES
DOCUMENTS QUI LA COMPOSENT.**

Vous utiliserez les documents réponses. Si la place ne vous suffit pas, utilisez le verso de la feuille.

TEMPS DE LECTURE	TEMPS CONSEILLÉS
	25 min
PARTIE N° 1	15 min
PARTIE N° 2	15 min
PARTIE N° 3	20 min
PARTIE N° 4	35 min
PARTIE N° 5	40 min
PARTIE N° 6	30 min
PARTIE N° 7	30 min
PARTIE N° 8	35 min
PARTIE N° 9	25 min
PARTIE N° 10	30 min
	Total 300 min

Partie N°1 - Changement de matière pour le réservoir

Afin d'obtenir l'homologation européenne de sécurité selon ISO 10088, et tout particulièrement pour valider la résistance au feu du réservoir, l'entreprise *Roto Plastics* envisage de changer de matière. Les essais de résistance au feu seront réalisés par un bureau de contrôle indépendant.

La matière prévue à l'origine est : le Polyéthylène REVOLVE XL 400 de *MATRIX POLYMERS*.

La matière de substitution choisie pour être conforme à la norme ISO 10088 est :

le Polyéthylène **BORECENE RM 8343 PL** de **BOREALIS**.

Cette nouvelle matière choisie, outre son aptitude à mieux résister au feu, doit également répondre à de meilleures propriétés thermomécaniques. Pour cela, la caractéristique étudiée est la température de fléchissement sous charge (HDT EN ISO 75-2) (voir DT 7 à DT 8). La fiche matière donne des valeurs HDT pour chacun des deux matériaux selon des conditions d'essais différentes.

Une campagne de moulage d'éprouvettes normalisées des deux matières est donc lancée pour comparer leurs caractéristiques thermomécaniques dans les mêmes conditions d'essai.

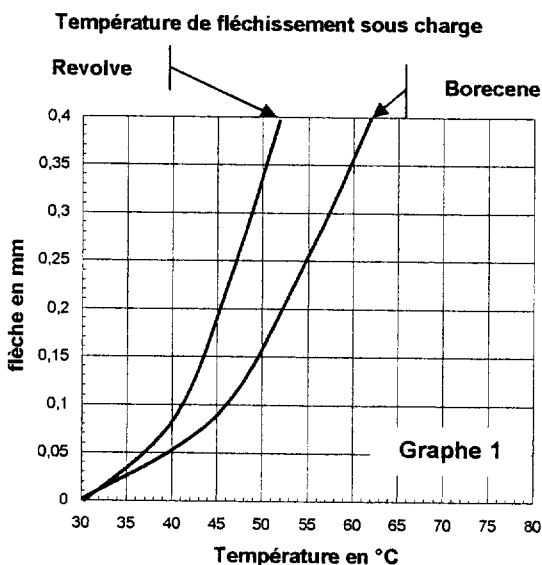
1.1 Préparation de l'essai :

- Calculer la force **F** à appliquer sur l'éprouvette (en newton).

- Calculer la masse de chargement **m_w** en kg devant être ajoutée.

1.2 Exploitation des résultats :

- A partir des courbes obtenues ci-dessous, déterminer graphiquement la température de fléchissement sous charge (*Faire apparaître les valeurs sur le graphe*)



- Température TFC pour REVOLVE :
.....
- Température TFC pour BORECENE :
.....

1.3 Conclusion. La caractéristique attendue pour valider cette nouvelle matière est la suivante : **Température TFC > 55 °C.**

- **Question :** peut-on homologuer cette nouvelle matière ?

Partie N°2 - Résistance insuffisante de l'embout rotomoulé

2.1 Étude mécanique :

Les tests pratiqués sur les premiers réservoirs rotomoulés ont montré que l'embout moulé dans la masse (diamètre 16,5mm) pour raccorder la tubulure de l'évent présentait une résistance mécanique insuffisante. En effet des essais de serrage du flexible souple à l'aide du collier de serrage métallique sur l'embout ont permis après analyse de constater une déformation importante de l'embout rotomoulé. Cette déformation est provoquée par une épaisseur non uniforme de cet embout. La société Roto plastics décide alors de supprimer l'embout rotomoulé pour le remplacer par un embout rapporté, vissé dans un insert en laiton surmoulé avec le réservoir.

On envisage de modifier l'outillage de la façon suivante :

- mise en place d'un insert en laiton à surmouler, disposé dans le moule lors du chargement de la poudre de PEhd. L'embout rapporté en polyamide (PA 6) sera vissé dans l'insert laiton après le démoulage du réservoir. Cet embout fileté 1/2" gaz est obtenu par le procédé d'injection des thermoplastiques.

L'étude se déroule en 2 temps :

- vérifier la tenue mécanique en compression des embouts injectés en PA 6 par rapport aux anciennes tubulures rotomoulées.
- valider le choix du collier de serrage

Travail demandé :

A partir de la courbe de compression réalisée sur l'embout, déterminer graphiquement sur le graphe 3 (DT 9), l'effort maximal acceptable sans déformation permanente.

NOTA : nous considérerons un comportement élastique linéaire du matériau dans la première phase de sollicitation (première partie de la courbe).

➤ Relever l'effort maximal F : $F =$

➤ Justifier votre choix :

➤ Déterminer la contrainte de compression maximale en considérant la méthode de calcul proposée

$\sigma_{\text{maxi}} =$

➤ Un coefficient de sécurité de **0,8** sera adopté pour calculer la contrainte pratique.

$\sigma_p =$

2.2 Choix du type de collier de serrage (DT10) :

Définir et justifier le **type de collier de serrage** pour répondre à la contrainte pratique σ_p .

Partie N°3 - Optimisation des paramètres

Lors de la mise au point des premiers réservoirs avec le PEhd BORECENE RM 8343 PL, on a conservé les réglages adoptés avec le REVOLVE XL400 : temps et puissance de chauffage identiques.

Des défauts de résistance mécanique sont apparus sur des zones de forte épaisseur.

Afin de déterminer les paramètres thermiques de mise en œuvre, on décide d'analyser le comportement à la température de ces deux matières (REVOLVE et BORECENE) en réalisant une analyse calorimétrique différentielle (DSC).

3.1 Analyse des courbes DSC :

En vous aidant du dossier technique (DT 11), on vous demande de consigner dans le tableau 1, la valeur des températures relevées sur les courbes et de décrire la nature des pics pour ces deux matières testées (d'un point de vue structure des matériaux)

MATIÈRE	REVOLVE	BORECENE	Phénomène structural responsable du pic
Pic 1	°C	°C	
Pic 2	°C	°C	

Tableau1

3.2 Calcul du temps de chauffage pour le BORECENE (DT 10) :

- Déterminer l'énergie, puis le temps de chauffage nécessaires à cette opération :

➤ Énergie =

➤ Temps de chauffage, exprimer le résultat en minutes =

3.3 Citer les conséquences sur le temps de cycle :

3.4 Montrer l'importance de cet essai de DSC en expliquant pourquoi on envisage la disparition des défauts constatés sur les zones de forte épaisseur :

Partie N°4 - Prévention des risques professionnels

Afin de mieux définir l'organisation du poste de rotomoulage on vous demande de proposer des améliorations d'ordre ergonomique (DT 12).

4.1 Pour établir la fiche sécurité sur poste de rotomoulage :
on vous demande, en remplissant le tableau 2,

- De recenser les dangers spécifiques auxquels le conducteur de moyen est exposé durant son activité ;
- De proposer des protections individuelles pour ce conducteur de moyen.

Séquences d'activité pour le conducteur	Risques potentiels	Protections individuelles

Tableau 2

4.2 - Aménagement du poste de chargement / déchargement :

En fonction des données ergonomiques et du processus d'élaboration du produit (voir dossier technique), on vous demande de proposer des solutions techniques pour que le conducteur de moyen puisse travailler dans des conditions optimales de sécurité, de confort et d'efficacité.

Partie N°5 – Définition de la procédure de contrôle du produit

On vous demande de proposer une procédure de contrôle de conformité du produit. Pour cela vous complèterez le document réponse tableau 3 (format A3) intitulé « *gamme d'autocontrôle produit* ».

Vous rédigerez votre procédure ÉTAPE PAR ÉTAPE :

- 5.1 En positionnant dans les cadres « schéma/dessin » la représentation graphique de votre choix (vous avez la possibilité soit de découper les vues du réservoir dans le dossier technique, soit de réaliser vous-même un schéma ou un dessin) ;**
- 5.2 En décrivant les opérations de contrôle à réaliser ;**
- 5.3 En précisant les moyens de contrôle préconisés.**

Les données sont les suivantes :

- chaque réservoir fabriqué est soumis à la même procédure de contrôle ;
- la procédure est assurée par l'ensemble des personnels présent sur la cellule de production (opérateurs et conducteur de moyen) ;
- description du processus de rotomoulage sur dossier technique ;
- dessin de définition (dossier technique) ;
- vues à découper (dossier technique).


GAMME AUTOCONTRÔLE PRODUIT		DÉSIGNATION PRODUIT :	
ETAPE 1 :	SCHÉMA/DESSIN	OPÉRATION DE CONTRÔLE	MOYENS DE CONTRÔLE
		Vérifier la lisibilité de la plaque d'identification et le dateur	visuel

Tableau 3

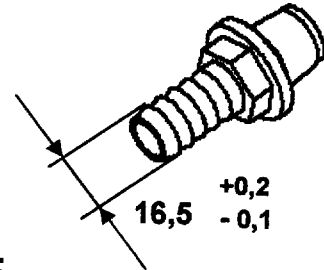
Partie N°6 - Résoudre le problème de non-qualité de l'embout PA 6

Réception du moule : Les premiers essais de moulage de l'embout fileté ½" gaz ont révélé un écart (λ) entre la moyenne mesurée sur les pièces : $m_1 = 16,45$ mm et la valeur ciblée située au milieu de l'IT : m_0

pour la dimension : $16,5 \begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$

On décide de modifier la dimension de l'empreinte du moule en le renvoyant chez l'outilleur.

Afin de préparer l'intervention de l'outilleur pour retoucher le moule, **on vous demande de** :



6.1 Calculer la valeur λ du dérèglage (ou décentrage) :

$$\lambda =$$

6.2 Calculer la nouvelle dimension de l'empreinte (L_0) après modification de l'outillage en tenant compte du retrait (le retrait estimé pour le polyamide 6 est de 1,2 %) :

$$L_0 =$$

Mise au point de l'outillage : Après la modification de l'outillage, on décide, à partir d'un premier lot d'embouts moulés, de constituer un échantillonnage de pièces représentatif. Après mesure de la dimension extérieure de l'embout $16,5 \begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$ les résultats statistiques obtenus sont les suivants :

- moyenne arithmétique $\bar{x} = 16,55$ mm
- écart type $\sigma = 0,052$ mm

Travail demandé :

6.3 Calculer les indices d'aptitude de la machine C_{pm} et C_{pk} et conclure quant à l'aptitude de la machine (pour le calcul, considérer une dispersion totale $\approx 6\sigma$) :

Indices C_{pm} et C_{pk} :

Conclusion :

Partie N°7 - Analyse de la carte de contrôle - embout en PA 6

Suite à la modification de l’empreinte outillage permettant d’obtenir le diamètre 16,5, de l’embout en PA 6, on décide après déclaration de l’aptitude du processus de mettre en place une carte de contrôle.

- On vous demande de :

7.1 Interpréter et commenter les différentes phases représentées sur la carte de contrôle dans le tableau 4, ci-dessous :

PHASE	ANALYSE
A	
B	
C	
D	
E	

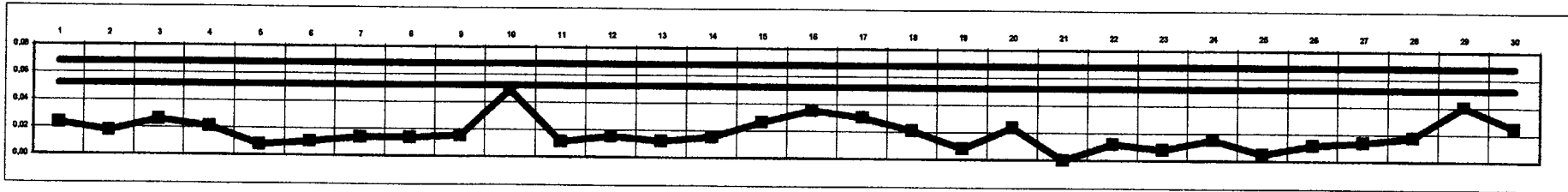
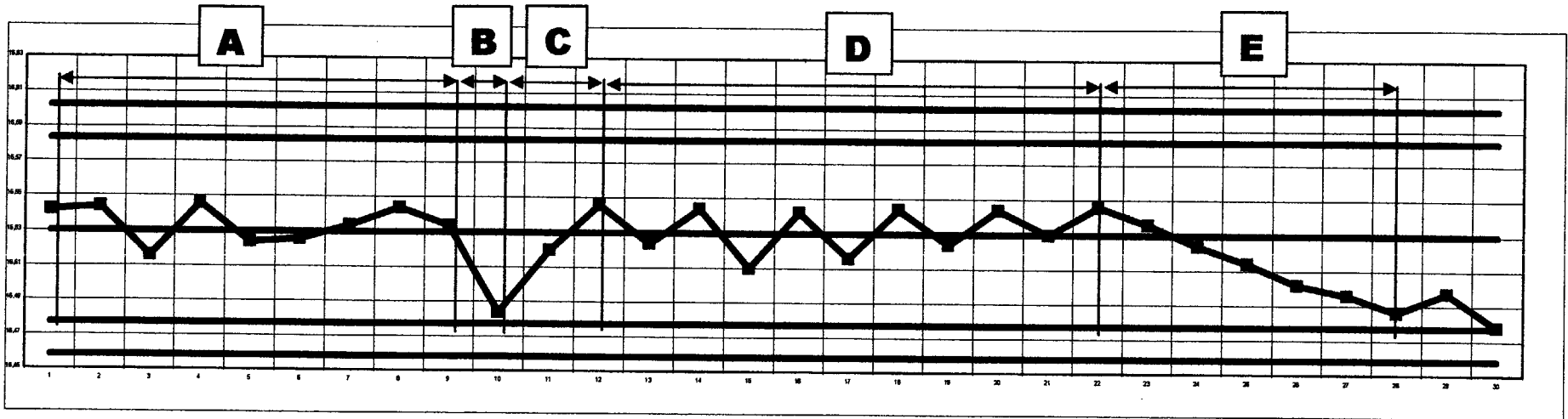
Tableau 4

7.2 Déterminer si le procédé est apte à poursuivre la fabrication et commenter :

7.3 Rechercher les causes responsables du phénomène représenté dans la phase E et justifier votre réponse en vous aidant de la carte de contrôle et du journal de bord DT 13 :

EXTRAIT DE LA CARTE DE CONTRÔLE DU PROCÉDÉ (X/S)

Désignation de la pièce	Caractéristique	Spécifications	Fréquence d'échantillonnage		Norme	LIMITES Moyenne	LIMITES Dispersion	Numéro ou nom de machine
EMBOUIT PA6	16,5 mm	+0,2 -0,1 TS = 16,7 Xbar = 16,55 Tl = 16,4	Prélever un échantillon toutes les heures n = 5	Après prélèvement attendre 5 minutes avant la prise de cote.	NF X 06 031	LCSx = 16,602 LCIx = 16,458 LSSx = 16,583 LSIx = 16,477	LCSe = 0,068 LSSe = 0,062	12



Date	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	
Équipe	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
Heure	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00

Partie N°8 - Analyse du processus : Amélioration de la qualité

Une action corrective sur certains éléments du processus a permis d'améliorer la qualité du produit (voir partie 7). Malgré tout des causes imputables à la presse semblent encore influencer la qualité du produit.

- On décide de vérifier la stabilité de la presse en la mettant sous surveillance.

Voir les documents : DT 14, 15 et 16

8.1 A partir des enregistrements (DT 14 et 15), recherchez les principales causes qui ont une influence sur la stabilité dimensionnelle du produit :

8.2 Pour affiner l'analyse, on décide d'enregistrer : « la pression hydraulique et déplacement vis en fonction du temps » (DT16). Nommez les différentes phases représentées sur les courbes dans le tableau 5, ci-dessous :

PHASE		SIGNIFICATION
A		
B		
C	C 1	
	C 2	
D		
E		

Tableau 5

8.3 En vous appuyant sur les enregistrements (DT15 et DT16), énumérez les phases qui influencent le plus la qualité dimensionnelle du produit et commentez :

Partie N°9 - Gestion de la productivité
--

L'objectif de l'entreprise, pour la fabrication de l'embout en PA 6, est d'obtenir pour chaque presse un Taux de Rendement Global (TRG) de 85% minimum. Pour ce faire un bilan est effectué tous les jours. La période d'observation est de 24 h (durée 3 x 8 h).

En vous aidant des documents DT 17 et 18.

9.1 Calculer les taux suivants :

tableau 6

TAUX DE DISPONIBILITE	Temps brut de fonctionnement =
	Taux de disponibilité =
TAUX DE PERFORMANCE	Temps net de fonctionnement =
	Taux de performance =
TAUX DE QUALITE	Temps utile de fonctionnement =
	Taux de qualité =

9.2 Calculer le Taux de Rendement Global (TRG) :

9.3 Analyser et commenter le résultat avec l'objectif fixé :

9.4 Calculer le taux de rebut pour cette période :

9.5 Calculer le taux de rebut maximum admissible pour répondre à l'objectif de 85% :

Partie N°10 - Coûts de production

Après le changement de matière, la modification du réservoir et de l'outillage et l'amélioration du processus, la société Roto Plastics souhaite calculer le coût de production du nouveau réservoir.

Composantes du coût de production :

tableau 7

	Situation 1 : <i>(situation initiale)</i>	Situation 2 : <i>(après changement de matière, modification outillage et processus)</i>	
Processus de fabrication	Matière : REVOLVE XL 400 (masse moulée 14 kg)	Matière : BORECENE 8343 PL (masse moulée 14 kg)	
	Tubulure Φ 16,5 moulée dans la masse	<ul style="list-style-type: none"> • Embout Φ 16,5 en PA 6 • Insert laiton 1/2" gaz • Joint « viton » 	Composants achetés
	Temps de fabrication (cycle de rotomoulage + opérations de finition + contrôles et conditionnement)	Temps de fabrication +3%	
	Rebuts de fabrication 20 %	Rebuts de fabrication 0,5 %	
Outillage	Investissement outillage <i>Amortissement linéaire sur une durée de 5 ans</i>	+ Modification outillage : changement du doigt porte insert <i>Amortissement linéaire sur une durée de 5 ans</i>	
Finition – montage	Perçage pour calibrer le trou sur tubulure Φ 16,5 moulée dans la masse	Montage Embout Φ 16,5 en PA 6 + Joint « Viton »	
Séries fabriquées	Série prévisionnelle : 2000 unités/an	Série prévisionnelle : 2000 unités/an	

Nota : les accessoires achetés (Jauges, raccords, joints, vannes) sont exclus du calcul

• Travail demandé :

10.1 Calculer le nouveau coût de production du réservoir en complétant le tableau 8 (« décomposition du coût de production ») :

10.2 Déterminer à partir de quelle quantité de réservoirs produits, les modifications entreprises vont entraîner une baisse des coûts de production, par rapport à la situation initiale :

Cette question est à résoudre par méthode analytique ou par méthode graphique

**DECOMPOSITION DU COUT DE PRODUCTION
EN CHARGES FIXES ET EN CHARGES VARIABLES**
Tableau 8

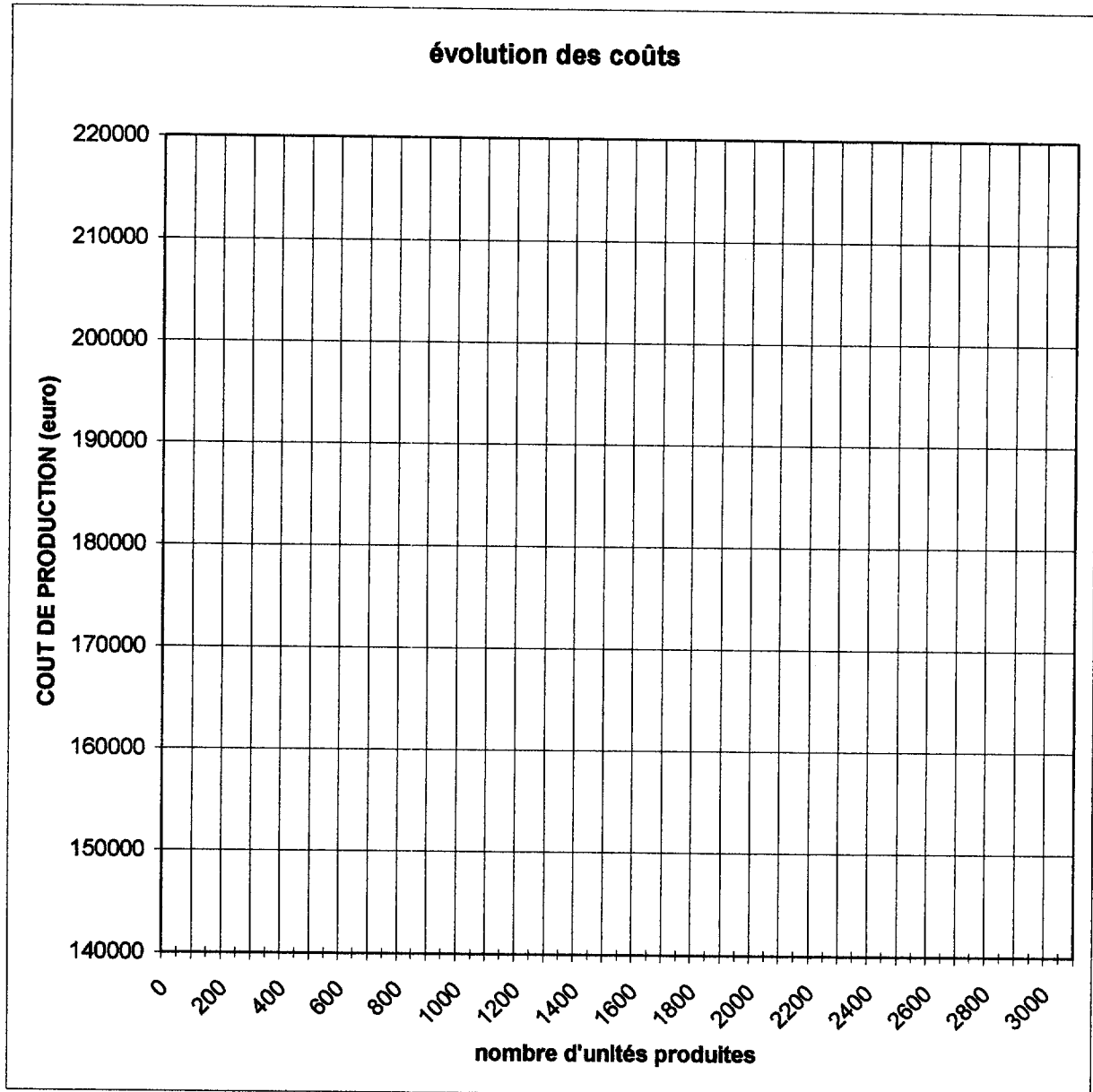
SITUATION 1

Charges fixes (euros HT)		Charges variables (euros HT)			
désignation	UNITAIRE HT	désignation	UNITAIRE HT	quantité	total
Frais de structure (loyer, rémunération des personnels) pour 2000 réservoirs par an :	148 704	Matière : REVOLVE XL 400 (euro/kg)	1,28	14	
Investissement outillage : <u>à amortir sur 5 ans</u>	9000	Surcoût engendré par les rebuts situation 1 : +20%		20%	
Total charges fixes situation1	150 504	Total charges variables situation1			

SITUATION 2

Charges fixes (euros HT)		Charges variables (euros HT)			
désignation	UNITAIRE HT	désignation	UNITAIRE HT	quantité	total
Frais de structure (loyer, rémunération des personnels) pour 2000 réservoirs par an :	152 307	Matière : BORECENE 8343 PL (euro/kg)	1,32	14	
Investissement outillage : <u>à amortir sur 5 ans</u>	9000	Surcoût engendré par les rebuts situation 2 : +0,5%		0,5%	
Modification outillage : <u>à amortir sur 5 ans</u>	1500	<u>Composants supplémentaires :</u> • Embout Φ 16,5 en PA 6 • Insert laiton 1/2" gaz • Joint « viton »	1,19	1	
Total charges fixes situation2		Total charges variables situation2			

- Résolution par méthode graphique :



Ou bien

- Résolution par méthode analytique :