

SESSION 2015

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE**

SECTION : GÉNIE INDUSTRIEL

Option : MATÉRIAUX SOUPLES

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : *La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

Tournez la page S.V.P.

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures
Coefficient : 1

Sujet
Documents ressources
Documents réponses

pages 2 et 3
pages 4 à 12
pages 13 à 16

Contexte de l'étude

Les robots sont présents dans de nombreux secteurs économiques tels que le nucléaire, la chimie, l'agro-alimentaire, l'aéronautique, l'équipement de la maison... et plus particulièrement l'automobile, industrie fortement robotisée. Ils sont dotés de pupitres de commande, qui permettent de paramétrer des données et contrôler leurs mouvements.

Chaque robot a un pupitre particulier, avec des formes et des fonctions différentes. Néanmoins on retrouve sur chacun d'eux des invariants :

- une fonction tactile ;
- une poignée de saisie ;
- un bouton « homme mort »¹ ;
- un bouton arrêt d'urgence ;
- un câble d'alimentation ;
- une sangle.

Ces pupitres de commande sont généralement recouverts de housses réalisées dans des matières résistantes et spécifiques en fonction du domaine d'évolution du robot. Ce sujet s'appuie sur une housse pour des pupitres pilotant des robots qui interviendront dans une zone de coulée d'une fonderie.

La housse devra respecter des impératifs : les formes et les matériaux devront être en adéquation avec sa future utilisation. C'est l'objet des deux premières parties du sujet.

Pour l'entreprise qui réalise cette housse, il est important de connaître le nombre d'exemplaires à partir duquel cette réalisation commencera à être rentable. C'est l'objet de la troisième partie du sujet.

¹ Le bouton « homme mort » est un dispositif de sécurité installé sur certaines machines ou engins, pour provoquer l'arrêt en cas de défaillance du conducteur.

Travail demandé

1^{re} partie : étude des matériaux utilisés pour la housse

Objectif : définir les matériaux respectant l'extrait du cahier des charges.

1.1. Préciser, sous forme de tableau, et à partir de l'extrait du cahier des charges, les contraintes associées aux différentes zones du pupitre identifiées dans le descriptif (voir documents ressources).

1.2. Sur le document réponse DR1, choisir, pour la housse, des matériaux adaptés aux contraintes des zones identifiées.

1.3. Sur le document réponse DR1, proposer des essais et des tests en laboratoire qui permettent de valider les choix effectués à la question 1.2.

1.4. D'après la liste élaborée à la question précédente, choisir trois essais de laboratoire, puis lister le matériel nécessaire pour effectuer ces tests.

2^e partie : étude de la conception de la housse

Objectif : modifier le patron dos de la housse et préparer le façonnage de la housse.

2.1 Sur le document réponse DR2, proposer les schémas de deux solutions technologiques pour assurer l'ouverture et la fermeture de la housse du pupitre.

2.2 Sur le document réponse DR2, développer les avantages et les inconvénients de chaque solution présentée. Choisir et justifier la solution technologique la plus appropriée.

2.3. Sur le document réponse DR3, adapter le patron du dos de la housse, en tenant compte du moyen d'ouverture et fermeture retenu et des contraintes techniques de la housse.

2.4. Lister les matériels, guides et attachements, nécessaires au façonnage de la housse.

3^e partie : étude du seuil de rentabilité (voir document ressource R6)

Objectif : déterminer le seuil à partir duquel la réalisation de la housse commencera à être rentable pour l'entreprise chargée de la réaliser.

3.1. Représenter dans un repère orthonormé (O, \vec{x}, \vec{y}) dont les axes sont gradués en euros :

- la droite $y_1 = \text{cste}$ qui représente les charges fixes de l'entreprise ;
- la droite $y_2 = a \cdot x$, avec a taux de marge sur coût variable et x une variable en euros qui dépend du nombre d'housses vendues.

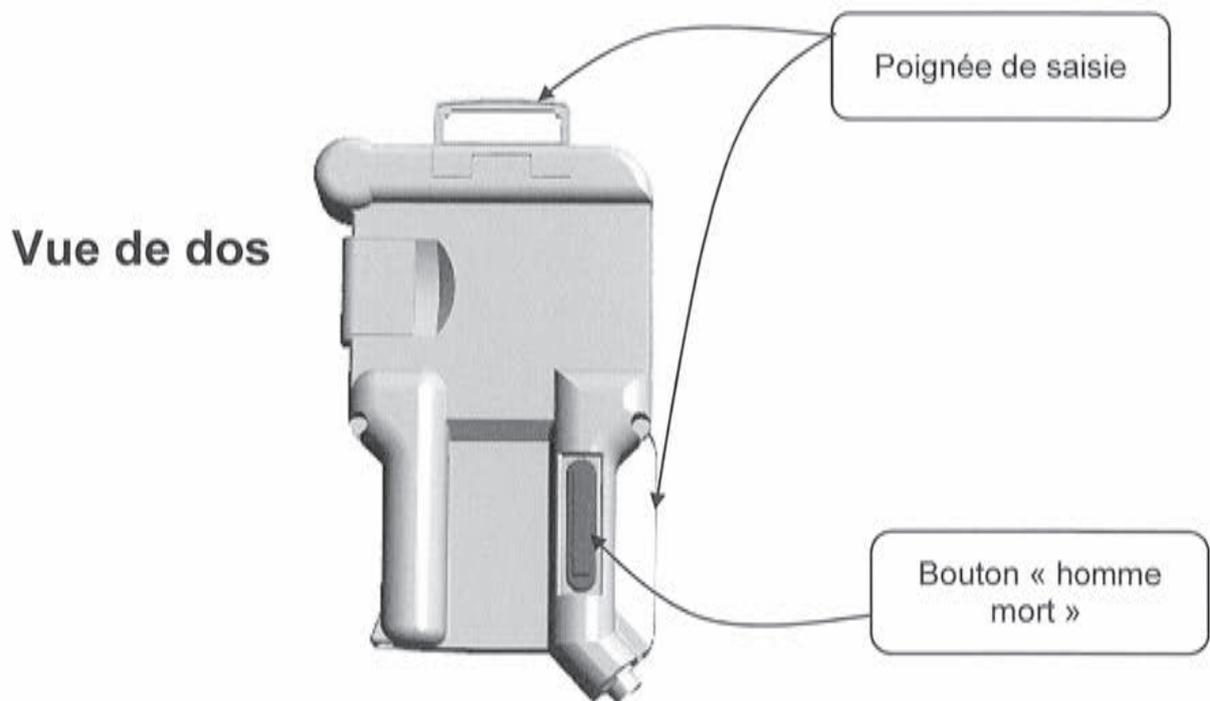
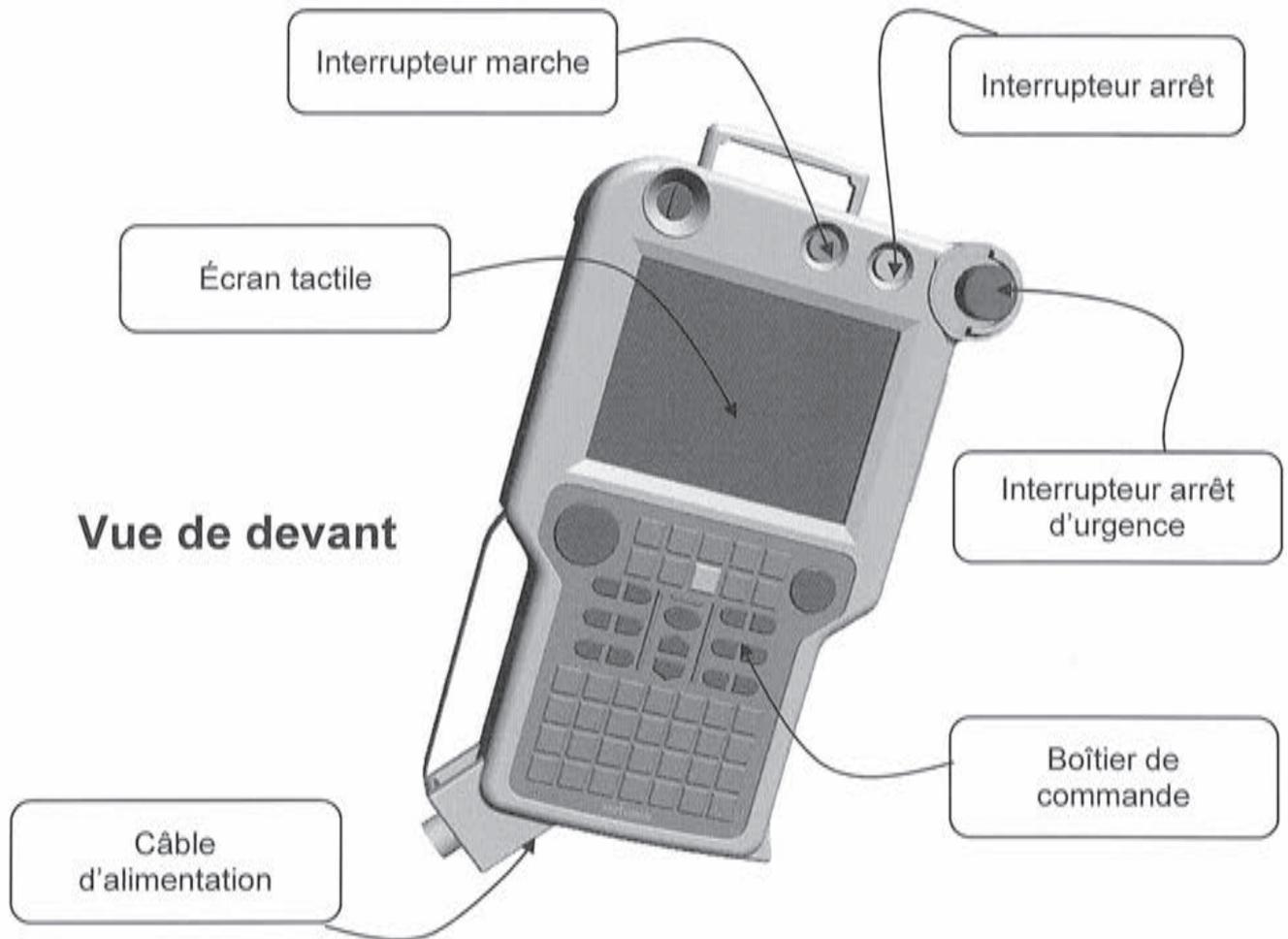
3.2. Repérer sur la représentation de la question 3.1. le seuil de rentabilité, et en déduire le nombre de housses correspondant. Déterminer alors le point mort de l'entreprise.

4^e partie : synthèse

Quels sont les éléments qui permettent de valider le choix des différents matériaux, les modifications de patronage ainsi que la rentabilité de la fabrication de la housse ?

DOCUMENTS RESSOURCES

R1 : descriptif pupitre NKS-000E



R2 : extrait du cahier des charges Housse de protection du pupitre NKS-000E

Fonction d'usage

La housse sera réalisée dans le but de protéger le pupitre de commande NKS-000E pilotant un robot utilisé dans une zone de coulée d'une fonderie.

Contraintes

La housse doit pouvoir s'enlever facilement.

Les touches doivent pouvoir être sélectionnées indépendamment les unes des autres.

Le bouton « homme mort » doit être accessible facilement rapidement, il doit être actionné toutes les 15 secondes, sinon il déclenche l'arrêt du robot.

Les différents boutons doivent être accessibles.

L'interrupteur d'arrêt d'urgence être identifié à l'aide de couleurs fluorescentes.

L'ouverture et la fermeture doivent se situer verticalement au milieu du dos de la housse.

Pour des raisons de conformité et de respect des normes de sécurité, l'ouverture doit être complètement recouverte.

Les coutures de la housse doivent être étanches.

Afin de protéger le boîtier sur sa tranche, la housse doit être équipée d'une mousse de protection extensible.

Matériaux

Le confectionneur est libre du choix des matériaux.

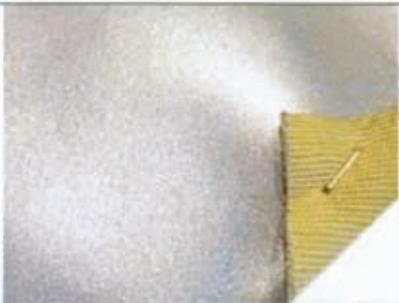
L'utilisation de tissus enduits et ignifugés est impérative

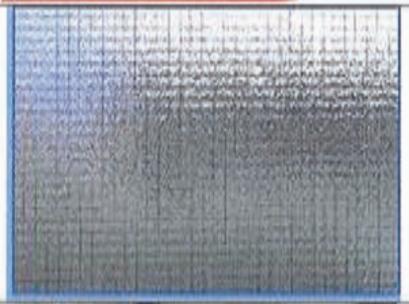
Un fil polyester Réf S284 sera utilisé.

Grade de qualité

Haut de gamme.

R3 : catalogue matières d'œuvre

Désignation	Échantillon	Descriptif
TPPJ		Tissu polyamide enduit simple face d'un élastomère jaune. Utilisations : usinage, peinture, mastic, sable, poudres, huile de coupe, lubrifiants
TPSN		Tissu polyester enduit deux faces d'un élastomère thermoplastique noir. Températures extrêmes : - 40 °C / + 125 °C Utilisations : usinage, découpe, cabine de lavage, housse étanches hautes et basses pressions, ébavurage HP
TKS - ALU		Tissu à base aramide enduit une face d'un silicone ignifugé. Températures extrêmes : comprise entre 250 et 1 200 °C Utilisations : fonderie
TIGRA		Tissu ignifugé, haute résistance à la déchirure, excellente tenue aux projections. Utilisations : automobile, ferrage
FPE		Film de polyéthylène renforcé Utilisations : automobile, peinture, mastic, cire sous caisse

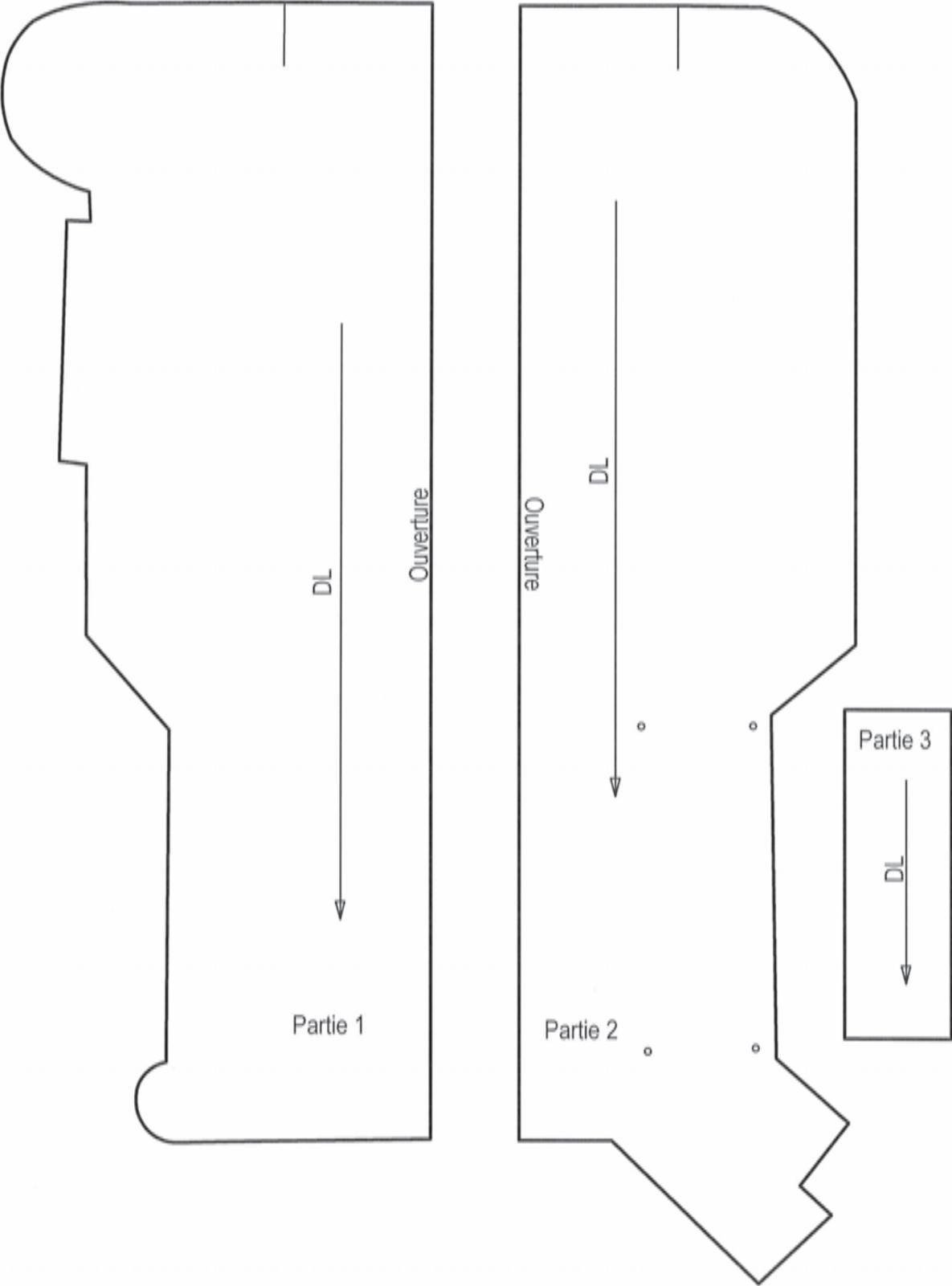
<p>COVEL</p>		<p>Tissu à base aramide enduit sur une face d'un caoutchouc fluoré orange et sur l'autre d'un élastomère noir. Tissu ignifugé. Utilisation : industrie automobile, ferrage</p>
<p>FOURREAUX F-200i</p>		<p>Tricot tubulaire de différents diamètres, polyamide blanc, isolant, tenue en température continue 100 °C Utilisation : industrie automobile et autres...</p>
<p>TORCAL</p>		<p>Tissu polyamide enduit double face d'un thermoplastique orange. Excellente tenue aux huiles entières Utilisations : process haute pression jusqu'à 2 000 bars</p>
<p>ALUMI-500</p>		<p>Tissu aluminisé para-aramide non doublé. Empêche les projections de métal en fusion Utilisations : zone de coulée, fonderie</p>
<p>POLYCARBONATE DORE ou INCOLORE</p>		<p>Écran en verre triplex (doré ou incolore), souple. Utilisations : protection d'éléments devant rester visible, toutes zones</p>
<p>CROUTE DE CUIR TRAITÉE RÉSISTANCE HAUTE TEMPÉRATURES</p>		<p>Croute de cuir hydrofugé et traité résistance haute température Utilisations : toutes industries</p>
<p>ALUTHERM</p>		<p>Tissu en verre enduit Utilisations : protection chaleur extrême jusqu'à 400 °C Utilisations : zone coulée, fonderie</p>

R4 : inventaire tests laboratoire et normes associées

Code	Famille	Essai
07-002	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Détermination de la force à la rupture et de l'allongement à la rupture des fils individuels
07-056	Propriété des étoffes Protection	Imperméabilité Spray Test
07-103	Mesures dimensionnelles	Mesure de la laize d'une étoffe
07-111	Propriété des étoffes Protection	Détermination de la perméabilité à l'air d'une étoffe
07-112-1	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Détermination de la résistance à l'éclatement
07-117	Mesures des forces Résistances des assemblages	Résistance couture au glissement des fils
07-121	Propriétés des étoffes Abrasion et Boulochage	Détermination de la résistance au boulochage : méthode par ailettes
07-127-0	Mesures dimensionnelles	Détermination des variations des dimensions et du changement d'aspect après entretien
07-127-3	Mesures dimensionnelles	Détermination des variations des dimensions au nettoyage à sec
07-127-7	Mesures dimensionnelles	Supplément pour lavage à plus de 70 °C
07-129-1	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Étoffes en traction - Force maximale et allongement à la force maximale
07-129-2	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Détermination de la force maximale par arrachement (Grab Test)
07-138	Mesures dimensionnelles	Stabilité dimensionnelle au nettoyage à sec
07-145	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Résistance au déchirement sur dynamomètre
07-162	Propriétés des étoffes Autres essais	Détermination de la transparence par mesure de l'intensité lumineuse absorbée
07-165	Propriété des étoffes Protection	Comportement à l'eau d'une étoffe sèche
07-176	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Détermination de la force de déchirure des éprouvettes croissants
07-184	Inflammabilité des textiles	Comportement au feu : méthode de classement en fonction de la surface brûlée
12749-H	Essais sur textiles enduits	Vieillessement à la chaleur humide en étuve : résistance à l'hydrolyse
13935-11	Mesures des forces Résistances des assemblages	Résistance à la traction des coutures d'un tissu
13935-21	Mesures des forces Résistances des assemblages	Résistance à la traction des coutures sur tissu
13935-22	Mesures des forces Résistances des assemblages	Résistance à la traction des coutures d'un article confectionné

1421	Essais sur textiles enduits	Détermination de la force et de l'allongement à la rupture sur étoffe enduite
14419	Propriété des étoffes Protection	Essai de résistance aux hydrocarbures
14704-1	Mesures des forces Résistances des étoffes et des fils	Détermination de l'élasticité des étoffes : essai sur bande
16-1610	Inflammabilité des textiles	Détermination du comportement au feu (éprouvette inclinée à 45°)
18-004	Propriétés des étoffes	Comportement à la chaleur sèche
37-131	Essais sur textiles enduits	Détermination de la souplesse sur textile enduit
37-135	Propriété des étoffes Protection	Détermination de la classe d'un support textile imper-respirant
4674-1	Essais sur textiles enduits	Détermination de la résistance au déchirement Méthode à vitesse constante
6940	Inflammabilité des textiles	Détermination de la facilité d'allumage d'éprouvettes verticales
6941	Inflammabilité des textiles	Détermination des propriétés de propagation de la flamme sur éprouvettes verticales
07-320	Essais sur couture et fils à coudre	Fil à coudre : détermination de la variation de longueur à l'eau bouillante
105-E04	Résistances des teintures	Résistance teinture à la sueur
1103	Inflammabilité des textiles	Détermination du comportement au feu des textiles pour vêtements
15700	Résistance des teintures et des surfaces	Solidité des teintures à la goutte d'eau
37-115	Essais sur textiles enduits	Détermination de la résistance à la perforation par enfoncement
37-118	Essais sur textiles enduits	Étoffe revêtue : détermination de la résistance au blocage

R5 : patrons dos de la housse



R6 : données comptables

- prix de vente de la housse : 200 €
- coût variable unitaire : 100 €
- charges fixes totales de l'entreprise : 35 000 €
- prévision des ventes de la housse : 1 500 produits

Rappel des différentes formules

- chiffre d'affaire = prix de vente x nombre de produits vendus
- marge sur coût variable unitaire = prix de vente – coût variable unitaire
- taux marge sur coût variable = $\frac{\text{marge sur coût variable unitaire}}{\text{prix de vente}}$
- seuil de rentabilité = $\frac{\text{charges fixes}}{\text{taux de marge sur coût variable}}$
- point mort = $\frac{\text{seuil de rentabilité} \times 360}{\text{chiffre d'affaire}}$

Document réponse DR1 : choix des matériaux et essais de laboratoire

Choix des matériaux

Matériaux et références	Caractéristiques techniques	Justification

Liste des tests et des essais de laboratoire

Document réponse DR2 : solutions technologiques

	Schémas	Avantages	Inconvénients
Solution technologique 1			
Solution technologique 2			

Solution retenue et justifications

Document réponse DR3 : patron dos de la housse