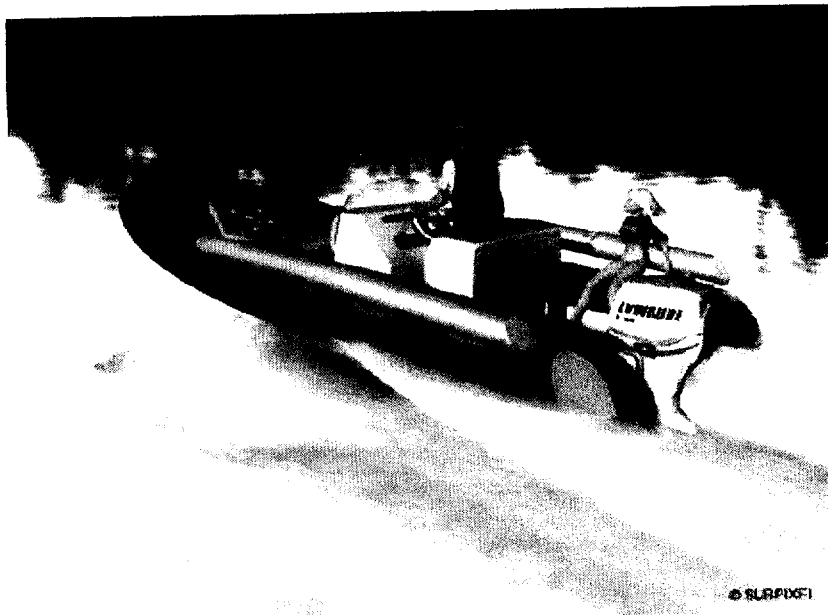


# **EPREUVE E5 :**

## **DEFINITION DE PROCESSUS**

### **SOUS – EPREUVE U52 : ORGANISATION**



**Durée de l'épreuve : 4 heures**

**Coefficient : 2,5**

**Ce dossier contient 2 parties indépendantes :**

**Partie 1  
Partie 2**

**GESTION DE PRODUCTION  
OPTIMISATION DE PROCÉDE**

**Aucun document autorisé**

**DEFINITION DE PROCESSUS**

**EPREUVE U52**

**Partie 1**

**GESTION DE PRODUCTION**

**Partie d'épreuve notée sur 20 points**

**Durée conseillée : 2 heures**

**Ce dossier contient :**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| <b>Le texte du sujet :</b>      | <b>2 pages</b> |
| <b>Les documents réponses :</b> | <b>3 pages</b> |
| <b>Les annexes :</b>            | <b>4 pages</b> |

**Documents à rendre : Les 3 documents réponses et une feuille de copie concernant la partie 1, le tout inséré dans la présente chemise.**

# GESTION DE PRODUCTION

## **Sujet : Fabrication d'un semi-rigide**

### **Mise en situation**

L'étude concerne la planification des tâches et l'analyse des besoins d'un semi-rigide à moteur dans un chantier de construction navale.

L'étude est répartie en 2 étapes :

- étude et optimisation du réseau Pert,
- calcul et optimisation de la charge.

### **Travail demandé :**

LA PRESENTATION SERA PRISE EN COMPTE DANS LA NOTATION

L'étude d'avant projet vous est fournie. Elle comprend un calendrier de la période (doc. Annexe 1), un tableau désignant les tâches à réaliser, leurs durées, leurs prédécesseurs ainsi que le nombre d'heures à réaliser (doc. Annexe 2), la définition des jalons (doc. Annexe 3), le réseau Pert (doc. réponse N°1), le diagramme de Gantt au plus tôt (doc. réponse N°3 et 4).

Par soucis de simplification, les dates seront omises et remplacées par des numéros de jour ; exemple : 21/05/2009 = jour 1, 22/05/2009 = jour 2, 25/05/2009 = jour 3, ...).

#### **I. Première partie : Etude du réseau PERT**

Afin de mieux répartir la marge, nous imposons d'établir des jalons tels que :

- Les tâches « Outillage » doivent être finies au plus tard le 07/09/2009 ainsi les tâches « Composite », « Accessoires périphériques » et « Pneumatique » doivent commencer le 07/09/2009
- Les tâches « Pneumatique » et « Motorisation » doivent être finies au plus tard le 30/11/2009 ainsi les tâches « Salon de Paris » doivent commencer le 30/11/2009

1. Afin de compléter le réseau Pert, à l'aide des documents annexes, on vous demande:

Sur le document réponse 1

- d'insérer les jalons,
- d'établir les liaisons entre les tâches,
- de calculer les dates de début au plus tôt,
- de calculer les dates de fin au plus tard,
- de calculer les marges totales,
- de calculer les marges libres.

Utilisez le modèle ci-dessous pour compléter les cases :

|                |                         |
|----------------|-------------------------|
| N° de la tâche | Désignation de la tâche |
| Durée          |                         |
| Début plus tôt | Fin plus tard           |
| Marge libre    | Marge totale            |

## 2. Aléa de production

Nous devons faire face à un retard de livraison des accessoires périphériques. La pose de ces derniers ne pourra commencer qu'à partir du lundi 26 octobre 2009.

Quelles sont les conséquences sur le projet ?

Proposez une solution pour parer à cet aléa.

Argumentez votre réponse.

## II. Deuxième partie : Optimisation de la charge.

Les stratifieurs travaillent 8 heures par jour, 5 jours sur 7.

- 1) Sur le document réponse 2, tout en respectant les contraintes que les tâches « Composites » doivent commencer le 07/09/2009, établir le diagramme de Gantt au plus tôt et le diagramme de charge correspondant en heures des stratifieurs.
- 2) Sur le document réponse 3, établir le diagramme de Gantt et le diagramme de charge des stratifieurs afin de ne pas dépasser 3 stratifieurs. Proposer deux solutions. Argumentez vos réponses.

|           |             |
|-----------|-------------|
| 1         | CLASSIC PRO |
| 130 jours |             |

|   |           |
|---|-----------|
| 2 | Challenge |
|   |           |

|          |         |
|----------|---------|
| 3        | Environ |
| 20 jours |         |

|         |            |
|---------|------------|
| 4       | Assemblage |
| 5 jours |            |

|          |            |
|----------|------------|
| 5        | Nourriture |
| 20 jours |            |

|          |          |
|----------|----------|
| 6        | Finition |
| 20 jours |          |

|   |          |
|---|----------|
| 7 | Composés |
|   |          |

|          |                  |
|----------|------------------|
| 8        | Identification C |
| 10 jours |                  |

|          |                  |
|----------|------------------|
| 9        | Identification P |
| 10 jours |                  |

|          |            |
|----------|------------|
| 11       | Assemblage |
| 10 jours |            |

|         |                  |
|---------|------------------|
| 10      | Identification S |
| 5 jours |                  |

|    |              |
|----|--------------|
| 12 | Aluminium PE |
|    |              |

|         |            |
|---------|------------|
| 13      | Chemiserie |
| 5 jours |            |

|          |          |
|----------|----------|
| 14       | Laminage |
| 10 jours |          |

|          |      |
|----------|------|
| 15       | Post |
| 10 jours |      |

|    |           |
|----|-----------|
| 16 | Emballage |
|    |           |

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 17       | Identification PE |
| 10 jours |                   |

|          |      |
|----------|------|
| 18       | Post |
| 10 jours |      |

|         |          |
|---------|----------|
| 19      | Finition |
| 5 jours |          |

|          |                |
|----------|----------------|
| 20       | Identification |
| 10 jours |                |

|          |              |
|----------|--------------|
| 21       | Montage Miel |
| 15 jours |              |

|         |            |
|---------|------------|
| 22      | Essai Miel |
| 5 jours |            |

|    |                |
|----|----------------|
| 23 | Essai de Peint |
|    |                |

|         |                |
|---------|----------------|
| 24      | Transport/Mise |
| 4 jours |                |

|         |           |
|---------|-----------|
| 25      | Explosion |
| 7 jours |           |





# ANNEXE 1

## 18 Mai, 09 - 06 Sep, 09

|        | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche |
|--------|-------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|
| 18 Mai | 18    | 19    | 20       | 21    | 22       | 23     | 24       |
| 25 Mai | 25    | 26    | 27       | 28    | 29       | 30     | 31       |
| 01 Jui | 01    | 02    | 03       | 04    | 05       | 06     | 07       |
| 08 Jui | 08    | 09    | 10       | 11    | 12       | 13     | 14       |
| 15 Jui | 15    | 16    | 17       | 18    | 19       | 20     | 21       |
| 22 Jui | 22    | 23    | 24       | 25    | 26       | 27     | 28       |
| 29 Jui | 29    | 30    | 01       | 02    | 03       | 04     | 05       |
| 06 Jul | 06    | 07    | 08       | 09    | 10       | 11     | 12       |
| 13 Jul | 13    | 14    | 15       | 16    | 17       | 18     | 19       |
| 20 Jul | 20    | 21    | 22       | 23    | 24       | 25     | 26       |
| 27 Jul | 27    | 28    | 29       | 30    | 31       | 01     | 02       |
| 03 Aoû | 03    | 04    | 05       | 06    | 07       | 08     | 09       |
| 10 Aoû | 10    | 11    | 12       | 13    | 14       | 15     | 16       |
| 17 Aoû | 17    | 18    | 19       | 20    | 21       | 22     | 23       |
| 24 Aoû | 24    | 25    | 26       | 27    | 28       | 29     | 30       |
| 31 Aoû | 31    | 01    | 02       | 03    | 04       | 05     | 06       |

# ANNEXE 1

## 07 Sep, 09 - 27 Déc, 09

|        | <i>Lundi</i> | <i>Mardi</i> | <i>Mercredi</i> | <i>Jeudi</i> | <i>Vendredi</i> | <i>Samedi</i> | <i>Dimanche</i> |
|--------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 07 Sep | 07           | 08           | 09              | 10           | 11              | 12            | 13              |
| 14 Sep | 14           | 15           | 16              | 17           | 18              | 19            | 20              |
| 21 Sep | 21           | 22           | 23              | 24           | 25              | 26            | 27              |
| 28 Sep | 28           | 29           | 30              | 01           | 02              | 03            | 04              |
| 05 Oct | 05           | 06           | 07              | 08           | 09              | 10            | 11              |
| 12 Oct | 12           | 13           | 14              | 15           | 16              | 17            | 18              |
| 19 Oct | 19           | 20           | 21              | 22           | 23              | 24            | 25              |
| 26 Oct | 26           | 27           | 28              | 29           | 30              | 31            | 01              |
| 02 Nov | 02           | 03           | 04              | 05           | 06              | 07            | 08              |
| 09 Nov | 09           | 10           | 11              | 12           | 13              | 14            | 15              |
| 16 Nov | 16           | 17           | 18              | 19           | 20              | 21            | 22              |
| 23 Nov | 23           | 24           | 25              | 26           | 27              | 28            | 29              |
| 30 Nov | 30           | 01           | 02              | 03           | 04              | 05            | 06              |
| 07 Déc | 07           | 08           | 09              | 10           | 11              | 12            | 13              |
| 14 Déc | 14           | 15           | 16              | 17           | 18              | 19            | 20              |
| 21 Déc | 21           | 22           | 23              | 24           | 25              | 26            | 27              |

## ETUDE D'AVANT PROJET

| N° | Désignation tâche         | Durée en jours | Prédécesseurs   | Contraintes                  | Ressources (nombre) |
|----|---------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---------------------|
| 1  | <b>CLASSIC 750</b>        |                |                 |                              |                     |
| 2  | - Outillage               |                |                 | Doit commencer le 21/05/2009 |                     |
| 3  | Fraisage                  | 20 jours       |                 |                              |                     |
| 4  | Assemblage                | 5 jours        | 3               |                              |                     |
| 5  | Modelage                  | 25 jours       | 4               |                              |                     |
| 6  | Finition                  | 20 jours       | 5FD+2 jours     |                              |                     |
| 7  | - Composite               |                |                 |                              |                     |
| 8  | Stratification coque      | 10 jours       | 6               |                              | Stratifieurs (2)    |
| 9  | Stratification pont       | 10 jours       | 8DD+5 jours     |                              | Stratifieurs (2)    |
| 10 | Stratification structure  | 5 jours        | 8               |                              | Stratifieurs (1)    |
| 11 | Assemblage                | 10 jours       | 10;9            |                              | Stratifieurs (2)    |
| 12 | - Accessoires Périériques |                |                 |                              |                     |
| 13 | Commandes                 | 5 jours        | 6               |                              |                     |
| 14 | Livraisons                | 10 jours       | 13FD+5 jours    |                              |                     |
| 15 | Pose                      | 10 jours       | 14FD+5 jours;11 |                              |                     |
| 16 | - Pneumatique             |                |                 |                              |                     |
| 17 | Réalisation Flotteur      | 10 jours       | 6               |                              |                     |
| 18 | Pose                      | 10 jours       | 15;17           |                              |                     |
| 19 | Finition                  | 5 jours        | 18              |                              |                     |
| 20 | - Motorisation            |                |                 |                              |                     |
| 21 | Montage Moteur            | 15 jours       | 18DD            |                              |                     |
| 22 | Essais Mer                | 5 jours        | 21              |                              |                     |
| 23 | - Salon de Paris 2009     |                |                 |                              |                     |
| 24 | Transport/Mise en place   | 4 jours        | 19;22           | Doit commencer le 30/11/2009 |                     |
| 25 | Exposition                | 7 jours        | 24              |                              |                     |

## **DEFINITION DES JALONS**

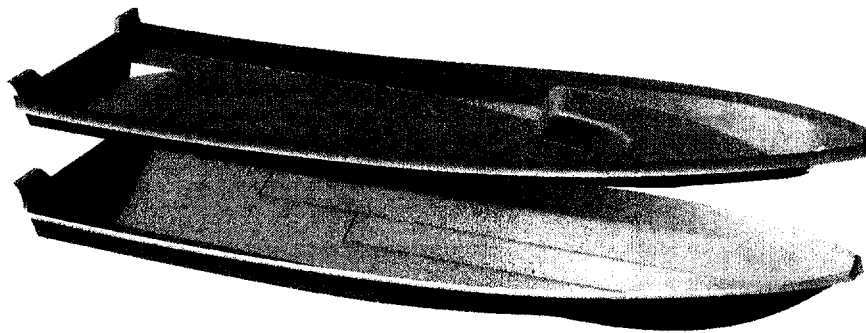
- 1°) Les jalons sont des points de rencontre entre les activités.**
- 2°) Quand on passe par un jalon la liaison se fait uniquement par celui-ci.**
- 3°) Plusieurs jalons ayant le même prédécesseur constituent un seul jalon.**
- 4°) Plusieurs jalons ayant le même successeur constituent un seul jalon.**
- 5°) Les jalons par convention auront une durée de zéro jour.**

**DEFINITION DE PROCESSUS**

**EPREUVE U52**

**Partie 2**

**OPTIMISATION D'UN PROCEDE**



**Partie d'épreuve notée sur 20 points**

**Durée conseillée : 2 heures**

**Ce dossier contient :**

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| <b>Le texte du sujet :</b>   | <b>3 pages</b> |
| <b>Le document réponse :</b> | <b>1 page</b>  |
| <b>Les annexes :</b>         | <b>3 pages</b> |

**Documents à rendre : Le document réponse et les feuilles de copie concernant la partie 2, le tout inséré dans la présente chemise.**

# OPTIMISATION D'UN PROCÉDE

## **Sujet : Etude de faisabilité de fabrication d'un semi-rigide en infusion**

### **Objectifs**

- Comparer le procédé d'infusion avec procédé existant (contact).
- Comparer la masse de la coque existante avec une coque fabriquée en infusion.
- Etudier la rentabilité du nouveau procédé

### **Mise en situation**

Une PME fabrique des petites séries de semi-rigides. Le procédé utilisé actuellement dans cette entreprise est le contact. Elle souhaite faire une étude sur l'opportunité de réaliser un nouveau modèle avec le procédé d'infusion.

Votre travail consiste à valider ou non l'intérêt pour cette entreprise d'investir dans ce nouveau procédé. Vous vous limiterez à l'étude de la coque.

### **Travail demandé :**

#### Données :

- La maquette numérique nous a permis de déterminer les surfaces suivantes :
  - Carène : 16,69 m<sup>2</sup>
  - Tableau arrière + lèvre de collage : 2.02 m<sup>2</sup>
- Les taux massiques de fibres qui ont été constatés sur les différents tissus stratifiés au contact sont les suivants :
  - Mat :  $Mf_m = 40 \%$
  - Tissu quadriaxial :  $Mf_t = 50 \%$
- Les taux massiques de fibres qui ont été constatés sur les différents tissus stratifiés en infusion sont les suivants :
  - Mat :  $Mf_m = 60 \%$
  - Tissu quadriaxial :  $Mf_t = 70 \%$
- Le feutre polyester Coremat ( $e = 4 \text{ mm}$ ) imprégné a une densité de  $d_c = 0,63$  et consommation de résine de 2,4 kg/m<sup>2</sup>.

- La résine polyester utilisée a une masse volumique de  $\rho_m = 1,2\text{g/cm}^3$ .
- La fibre de verre utilisée a une masse volumique de  $\rho_f = 2,6\text{g/cm}^3$ .
- Les pertes dans le filet de drainage sont évaluées à  $600\text{g/m}^2$
- Les pertes dans le tuyau spiralé sont évaluées à  $80\text{g/m}$
- On considère que la surface nécessaire de tissu d'arrachage, de film séparateur et de filet de drainage est égale à la surface de la coque plus 10%. Pour le film de mise sous vide, on prendra la surface de la coque plus 20%.
- La longueur du mastic d'étanchéité et de la gaine spirale pour le vide sera calculée en considérant un rectangle contenant la coque décalé de 100 mm tout autour (longueur coque = 7090 mm; largeur coque = 2070 mm).
- La longueur de gaine spirale pour la diffusion de la résine :
  - Une arête axiale = longueur de coque moins 300 mm de chaque côté.
  - 5 arêtes latérales = largeur de coque moins 300 mm de chaque côté pour chaque arête.
- On prendra une longueur de tuyau polyéthylène pour acheminer la résine de 3 m.
- On utilisera 7 raccords en té pour l'ensemble du réseau de vide et de résine.

A l'aide des annexes et des données ci-dessus, vous devez effectuer le travail suivant :

## 1. Première partie : Comparaison de la masse de deux coques

- 1.1. Décrire en quelques lignes le procédé d'infusion et faire un schéma de principe explicite sur le document réponse fourni.
- 1.2. Décrire les avantages et les inconvénients du procédé d'infusion par rapport au contact.
- 1.3. Calcul de la masse de la coque au contact.

La masse volumique du stratifié constitué de mat est de  $1530\text{kg/m}^3$

1.3.1. Calculer l'épaisseur des plis de mat :  $e_{pm300c}$  et  $e_{pm450c}$ .

1.3.2. Calculer la masse de mat.

La masse volumique du stratifié constitué de tissus quadriaxiaux est de  $1642\text{kg/m}^3$

1.3.3. Calculer l'épaisseur des plis de tissus quadriaxiaux :  $e_{pt850c}$ .

1.3.4. Calculer la masse de tissus quadriaxiaux.

1.3.5. Calculer la masse de feutre polyester Coremat.

1.3.6. Calculer la masse de la coque au contact.

1.3.7. Calculer la masse de résine à préparer.

#### 1.4. Calcul de la masse de la coque en infusion.

- 1.4.1. Calculer la masse volumique du stratifié constitué de mat.
- 1.4.2. Calculer l'épaisseur des plis de mat : e<sub>pm300i</sub> et e<sub>pm450i</sub>.
- 1.4.3. Calculer la masse de mat.
- 1.4.4. Calculer la masse volumique du stratifié constitué de tissus quadriaxiaux.
- 1.4.5. Calculer l'épaisseur des plis tissus quadriaxiaux : e<sub>pt850i</sub>.
- 1.4.6. Calculer la masse de tissus quadriaxiaux.
- 1.4.7. Calculer la masse de la coque infusée.
- 1.4.8. Calculer la masse de résine à préparer.

#### 1.5. Comparaison

- 1.5.1. Donner la différence de masse entre la coque infusée et la coque au contact.
- 1.5.2. Donner le gain de résine
- 1.5.3. Quels sont les avantages et les inconvénients de la coque infusée par rapport à la coque au contact.

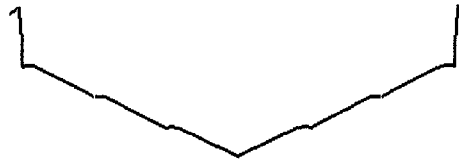
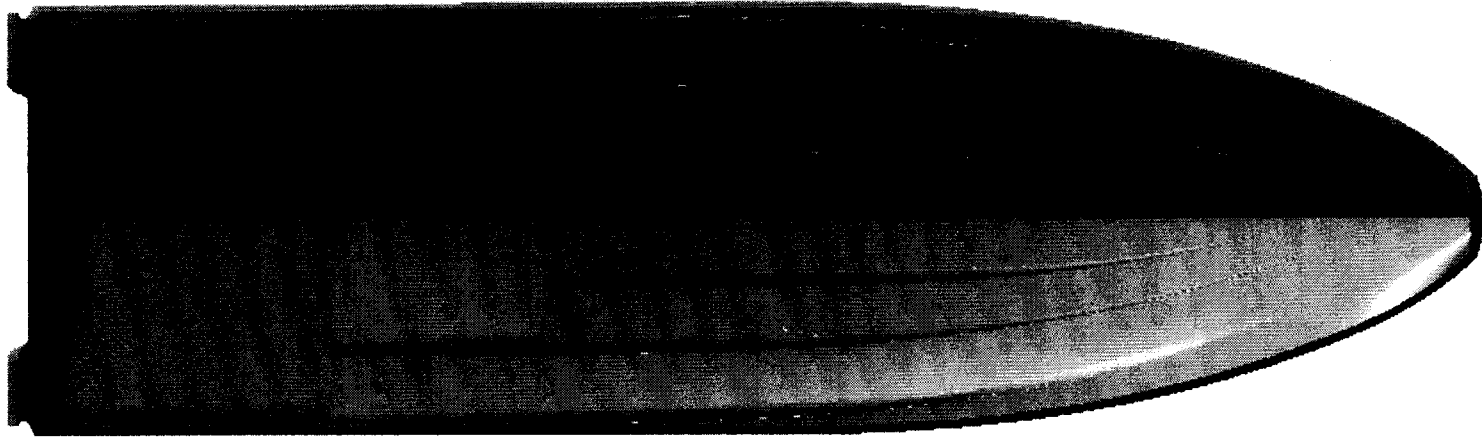
### 2. Deuxième partie : Coût supplémentaire induit par l'infusion pour une coque.

#### 2.1. Calcul des coûts dus aux différents consommables utilisés en infusion.

- 2.1.1. Calculer le coût des différents matériaux consommables utilisés.
- 2.1.2. Calculer le coût total des consommables.
- 2.1.3. Calculer le coût de résine gagnée.
- 2.1.4. Est-ce rentable pour l'entreprise de passer à l'infusion ?
- 2.1.5. Quelles sont les raisons pour lesquelles une entreprise fera le choix de passer au procédé d'infusion ?

**DOCUMENT REPOSE**

**SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INFUSION**



## ANNEXE 1

# SEQUENCE DE DRAPPAGE

### Nominal de coque (carène)

#### MOULE

Gel coat

Mat 300g

Mat 450g

Quadriaxial 850g

Quadriaxial 850g

Mat 450g

-----Feutre Coremat 4 mm-----

Mat 450g

Quadriaxial 850g

Quadriaxial 850g

Mat 450g

### Monolithique de coque (Tableau + lèvres de collage)

#### MOULE

Gel coat

Mat 300g

Mat 450g

Quadriaxial 850g

Quadriaxial 850g

Mat 450g

Mat 450g

Quadriaxial 850g

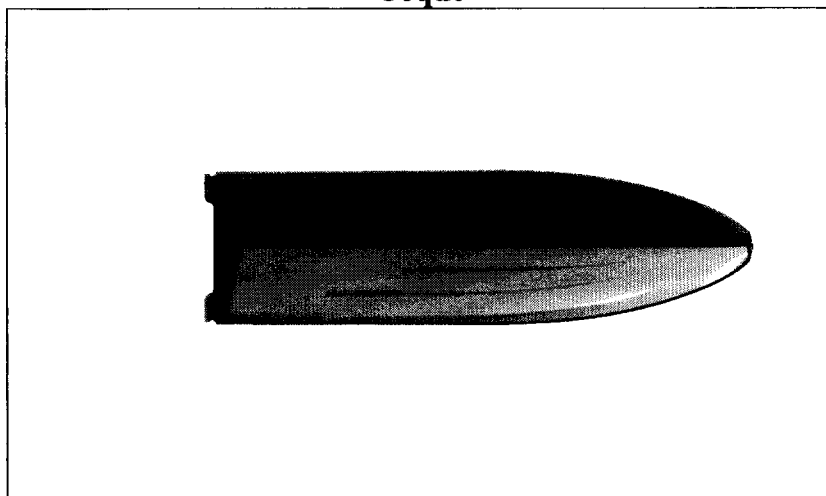
Quadriaxial 850g

Mat 450g

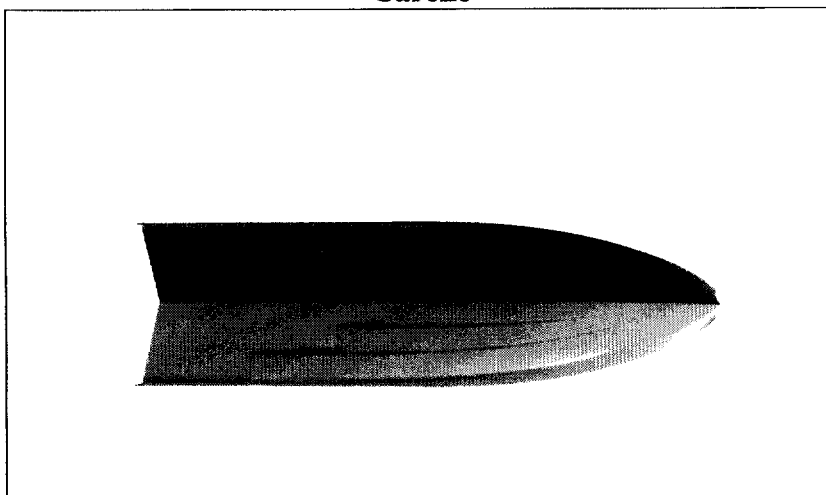
**ANNEXE 2**

**PLAN DE DRAPPAGE**

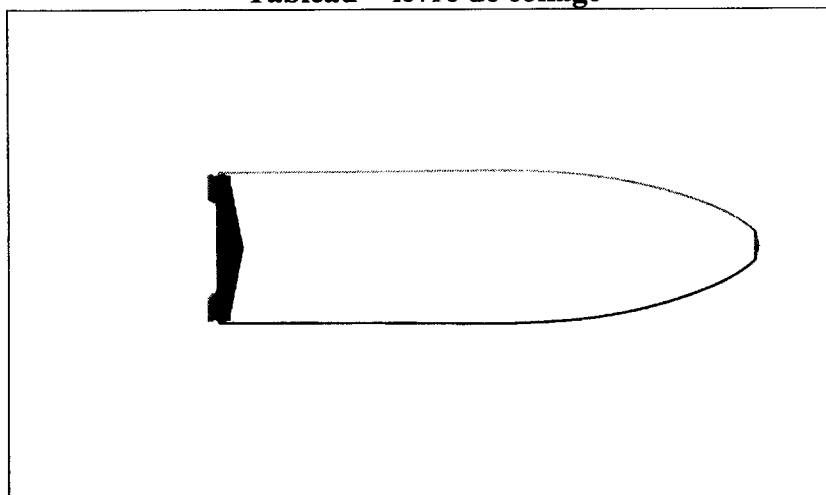
**Coque**



**Carène**



**Tableau + lèvres de collage**



### ANNEXE 3

## TARIF DES MATERIAUX

|                                | Largeur du tissu (cm) | Longueur du rouleau (m) | Prix HT du rouleau (€) |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Tissu d'arrachage              | 100                   | 100                     | 231,14                 |
| Film de mise sous vide (bâche) | 200                   | 100                     | 210,44                 |
| Film séparateur perforé        | 100                   | 500                     | 250                    |
| Filet de drainage              | 100                   | 100                     | 149,40                 |

|                                    | Longueur (m) | Prix HT (€) |
|------------------------------------|--------------|-------------|
| Mastic d'étanchéité (carton de 22) | 22 x 15 m    | 133,92      |
| Gaine spirale (vide et résine)     | 100          | 81          |
| Tuyau polyéthylène (résine)        | 100          | 108         |

|                | Prix HT (€) |
|----------------|-------------|
| Raccords en té | 0.72 pièce  |

|                  | Masse (kg) | Prix HT (€) |
|------------------|------------|-------------|
| Résine polyester | 220        | 748         |