



le génie
sans frontières

Questionnaire d'examen

MEC3310

Sigle du cours

Q1	/ 5
Q2	/ 4
Q3	/ 5
Q4	/ 3
Q5	/ 3
Total	/20

Nom : _____	Prénom : _____
Signature : _____	Matricule : _____

Sigle et titre du cours		Groupe	Trimestre
MEC3310 - Éléments de CFAO		01	Hiver 2002
Professeur(s) Carl-Éric Aubin (4437), Joseph Pegna (4197)		Local	B450.16
Jour Vendredi	Date 03-05-02	Durée 2 h 30	De 9 h 30 à 12 h
Documentation ☐ Toute ☐ Aucune ☒ Voir directives particulières		Calculatrice ☐ Aucune ☒ Programmable ☐ Non programmable	

- Répondre sur le questionnaire et le remettre au complet.
- Documentation permise (*sans annotation majeure*) :
 - livre « Principles of CAD/CAM/CAE Systems »
 - document « Introduction aux normes IGES et STEP »
- Ordinateur portable interdit

Important	Ce questionnaire comporte <input type="text" value="5"/> question(s) sur <input type="text" value="19"/> Page(s)
	La pondération de cet examen est de <input type="text" value="40"/> %
	Vous devez répondre sur ☒ le questionnaire ☐ le cahier ☐ les deux
	Vous devez remettre le questionnaire ☒ oui ☐ non

QUESTION N° 1 (5 points)

Soit deux pavés surfaciques S_A et S_B utilisés pour construire une partie de la surface de la carrosserie d'un véhicule de compétition. La figure 1 suivante illustre les composants de ces deux surfaces.

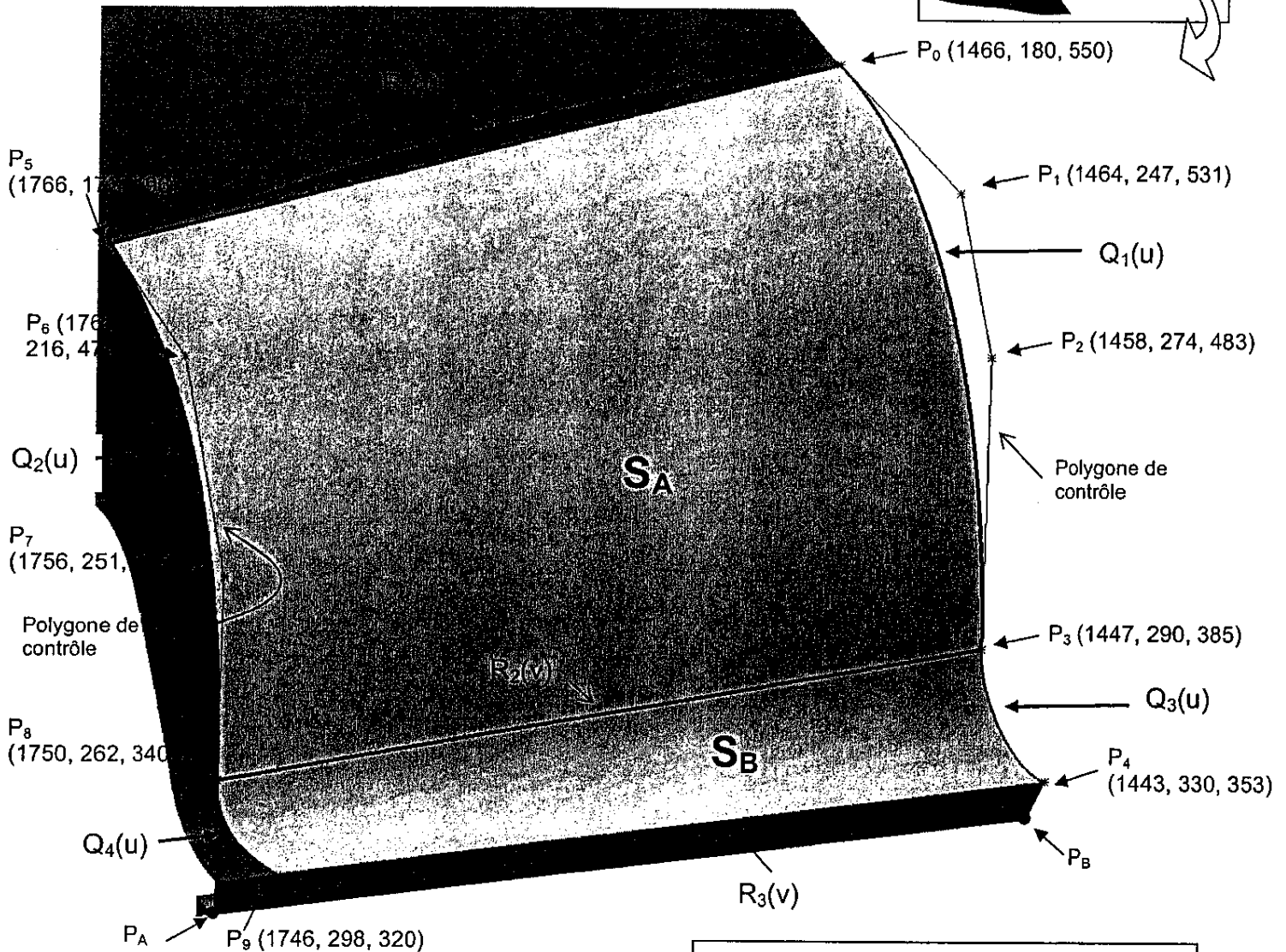


Figure 1.1 Définition des surfaces S_A et S_B

où :

$Q_1(u)$: courbe B-spline d'ordre 4, construite avec les points de contrôle P_0, P_1, P_2, P_3

$Q_2(u)$: courbe Bézier cubique, construite avec les points de contrôle P_5, P_6, P_7, P_8

$Q_3(u)$: courbe d'Hermite construite avec les vecteurs $P_3, P_4, Q_3'(0)$ et $Q_3'(1)$

où : $P_3 = Q_3(0)$; $P_4 = Q_3(1)$; $Q_3'(0) = (-33, 48, -294)$; $Q_3'(1) = (-2, -98, -17)$

$Q_4(u)$: courbe d'Hermite construite avec les vecteurs $P_8, P_9, Q_4'(0)$ et $Q_4'(1)$

où : $P_8 = Q_4(0)$; $P_9 = Q_4(1)$; $Q_4'(0) = (-6, 11, -68)$; $Q_4'(1) = (0, 100, 0)$

$$R_1(v) = (1-v) P_5 + v P_0 \quad 0 \leq v \leq 1$$

$$R_2(v) = P_8 B_{0,1}(v) + P_3 B_{1,1}(v) \quad 0 \leq v \leq 1$$

$$R_3(v) = P_9 N_{0,2}(v) + P_4 N_{1,2}(v) \quad 0 \leq v \leq 1$$

Question 1a) Quel type de continuité a-t-on entre les courbes $Q_1(u)$ et $Q_3(u)$? Cochez le(s) énoncé(s) qui s'applique(nt) :

☐ C0	☐ G0
☐ C1	☐ G1
☐ C2	☐ G2
☐ Aucune de ces réponses	

Calculs :

Question 1b) Laquelle (lesquelles) des équations suivantes représente(nt) mathématiquement un segment de droite reliant deux points ? (cochez toutes les équations valables)

☐	$R_1(v) = (1-v) P_5 + v P_0$	$0 \leq v \leq 1$
☐	$R_2(v) = P_8 B_{0,1}(v) + P_3 B_{1,1}(v)$	$0 \leq v \leq 1$
☐	$R_3(v) : P_9 N_{0,2}(v) + P_4 N_{1,2}(v)$	$0 \leq v \leq 1$
☐	$P(t) = (1-t^2) P_A + t P_B$	$0 \leq t \leq 1$
☐	$P(t) = P_A \cos^2 \phi + P_B \sin^2 \phi$	$0 \leq \phi \leq \pi/2$
☐	Aucune de ces réponses	

Question 1c) Supposons que S_A et S_B sont des surfaces réglées, écrivez leur équation.

Question 1d) Dans le cas où S_A et S_B sont des surfaces réglées, cochez le(s) énoncé(s) qui s'applique(nt) :

☐	Continuité C0 entre S_A et S_B
☐	Continuité C1 entre S_A et S_B
☐	Continuité C2 entre S_A et S_B
☐	Aucune de ces réponses

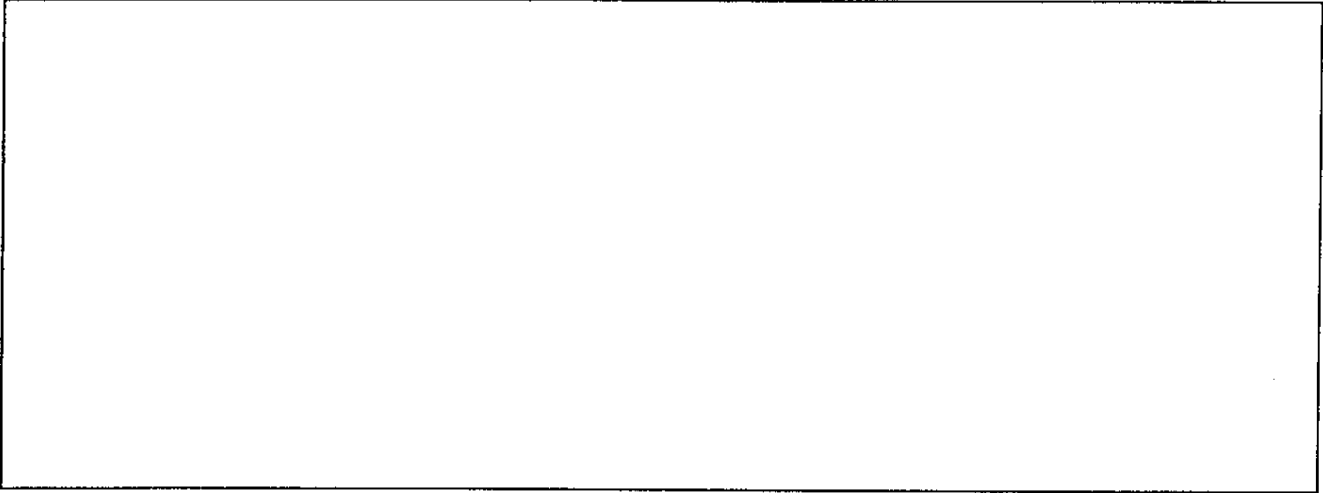
Calculs :

Question 1d (suite) :Calculs (suite) :**Question 1e)**

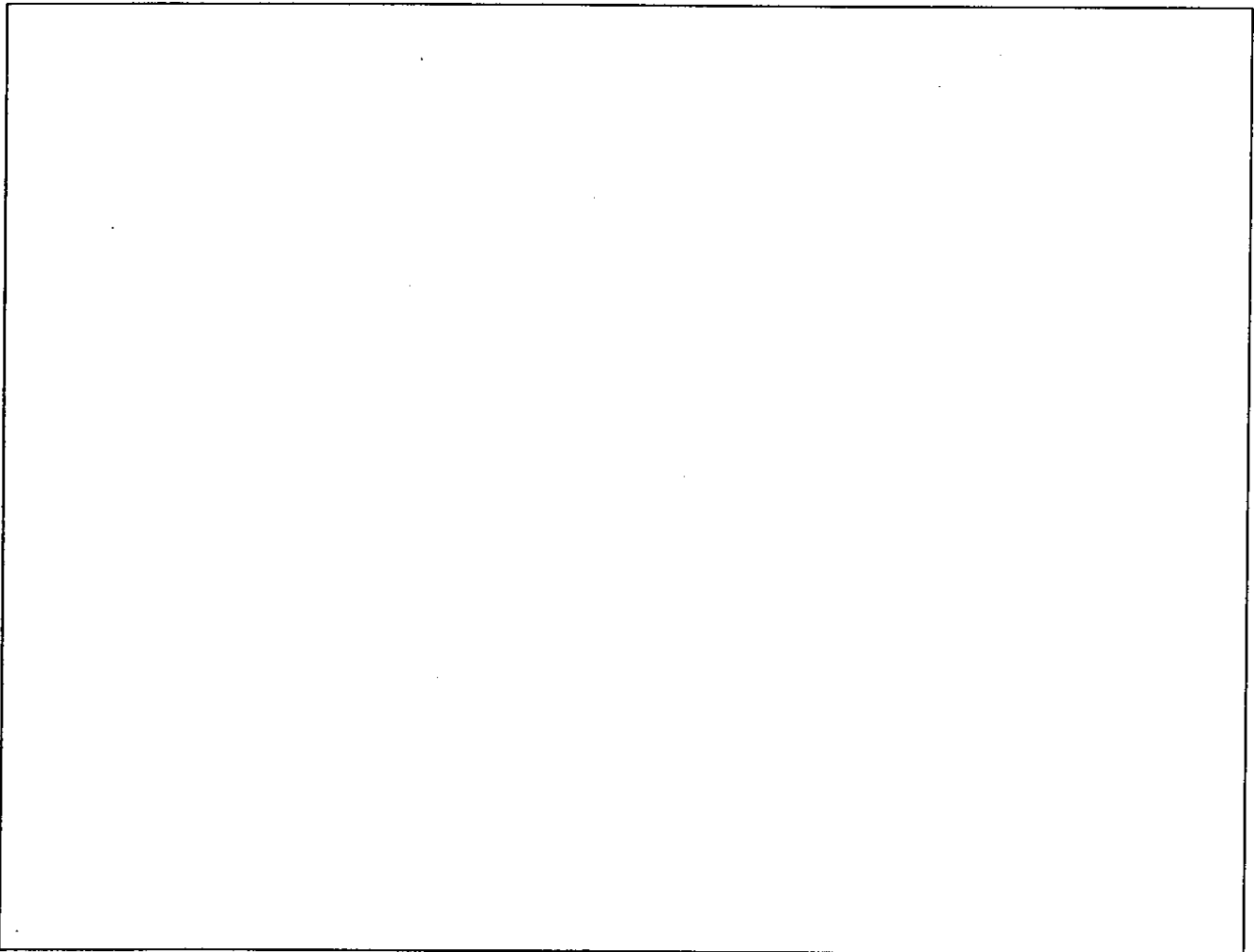
Si on déplace le point P_7 à la position P_7^* ($1752, 258\frac{1}{3}, 317\frac{1}{3}$), cochez le(s) énoncé(s) qui s'applique(nt) ?

☐	La continuité entre les courbes $Q_2(u)$ et $Q_4(u)$ sera C0 et C1.
☐	La continuité entre les courbes $Q_2(u)$ et $Q_4(u)$ sera C0 et G1.
☐	Une partie seulement de la surface S_A sera déformée.
☐	Toute la surface S_A sera déformée (sauf les courbes $Q_1(u)$, $R_1(v)$ et $R_2(v)$).
☐	Une partie seulement de la surface S_B sera déformée.
☐	Toute la surface S_B sera déformée (sauf les 4 courbes frontières).
☐	La continuité entre S_A et S_B sera C0.
☐	La continuité entre S_A et S_B sera C1.
☐	La continuité entre S_A et S_B sera G1.
☐	Aucune de ces réponses.

Question 1f) Supposons maintenant que S_B est une surface de Coons, écrivez son équation :



Question 1g) Est-ce que les surfaces S_B calculées en 1c (S_B = surface réglée) et 1f (S_B = surface de Coons) sont équivalentes ? Démontrez votre réponse.



QUESTION N°2 (4 points)

La figure 2.1 ci-dessous montre deux vues d'une disquette 3.5 pouces qui sera l'objet de cette analyse. Cette disquette est composée de deux sous-ensembles qui sont représentés en vue éclatées aux figures 2.2 et 2.3 respectivement et dont la nomenclature est reportée au tableau 2.1.

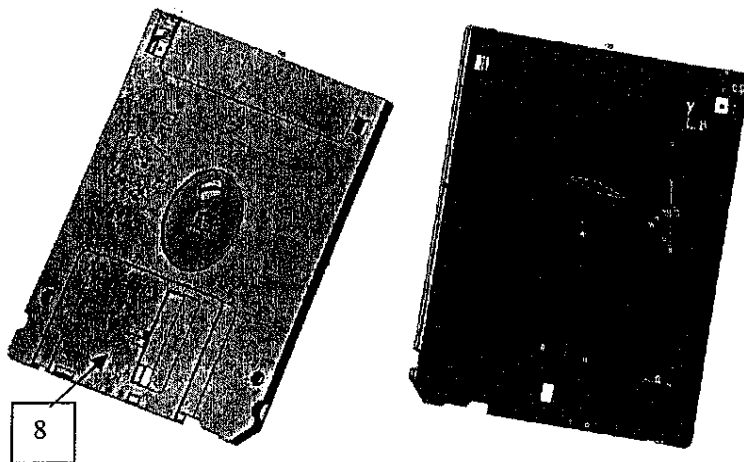


Tableau 2.1: Nomenclature des composants de la disquette

Index	Quantité	Désignation
1	1	Couvercle supérieur
2	1	Boîtier inférieur
3	2	Flasque
4	1	Axe
5	1	Disque magnétique
6	1	Languelette ressort
7	1	Bouton de protection anti-écriture
8	1	Bouclier
9	1	Ressort (non représenté)

Figure 2.1: Vue des deux faces de la disquette 3.5 po.

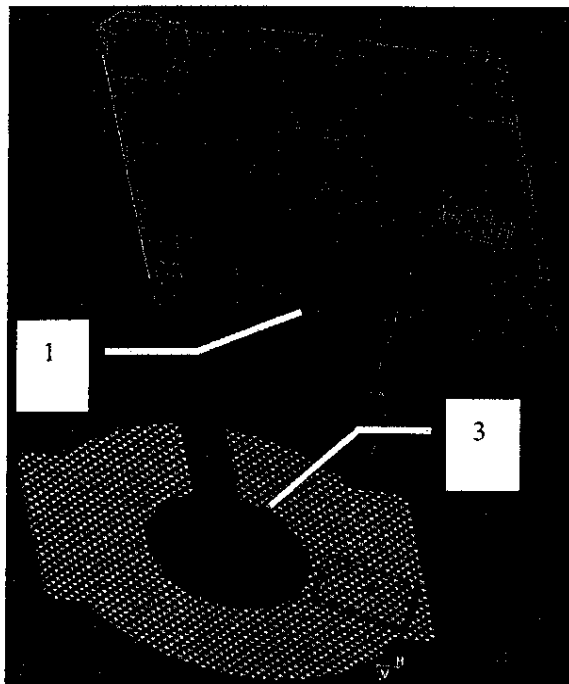


Figure 2.2: Vue éclatée du sous-ensemble supérieur

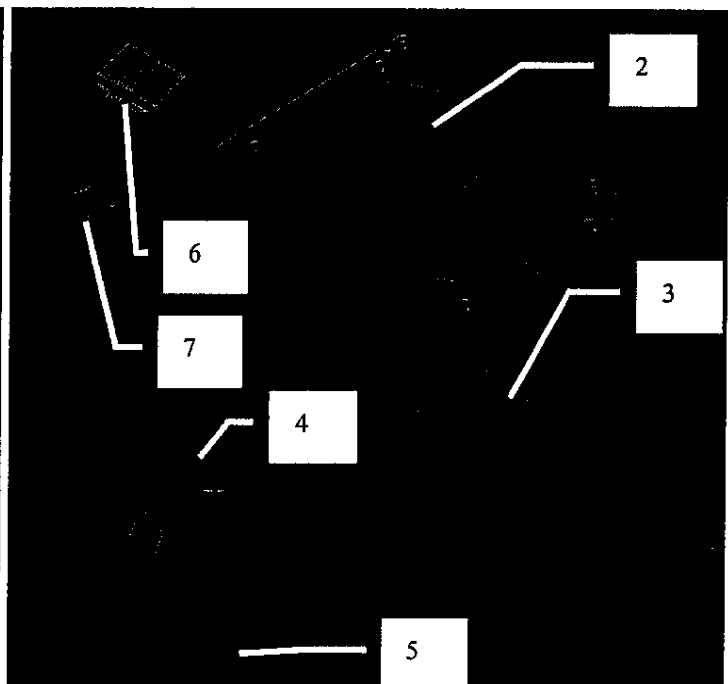


Figure 2.3: Vue éclatée du sous-ensemble inférieur

Question 2.a :

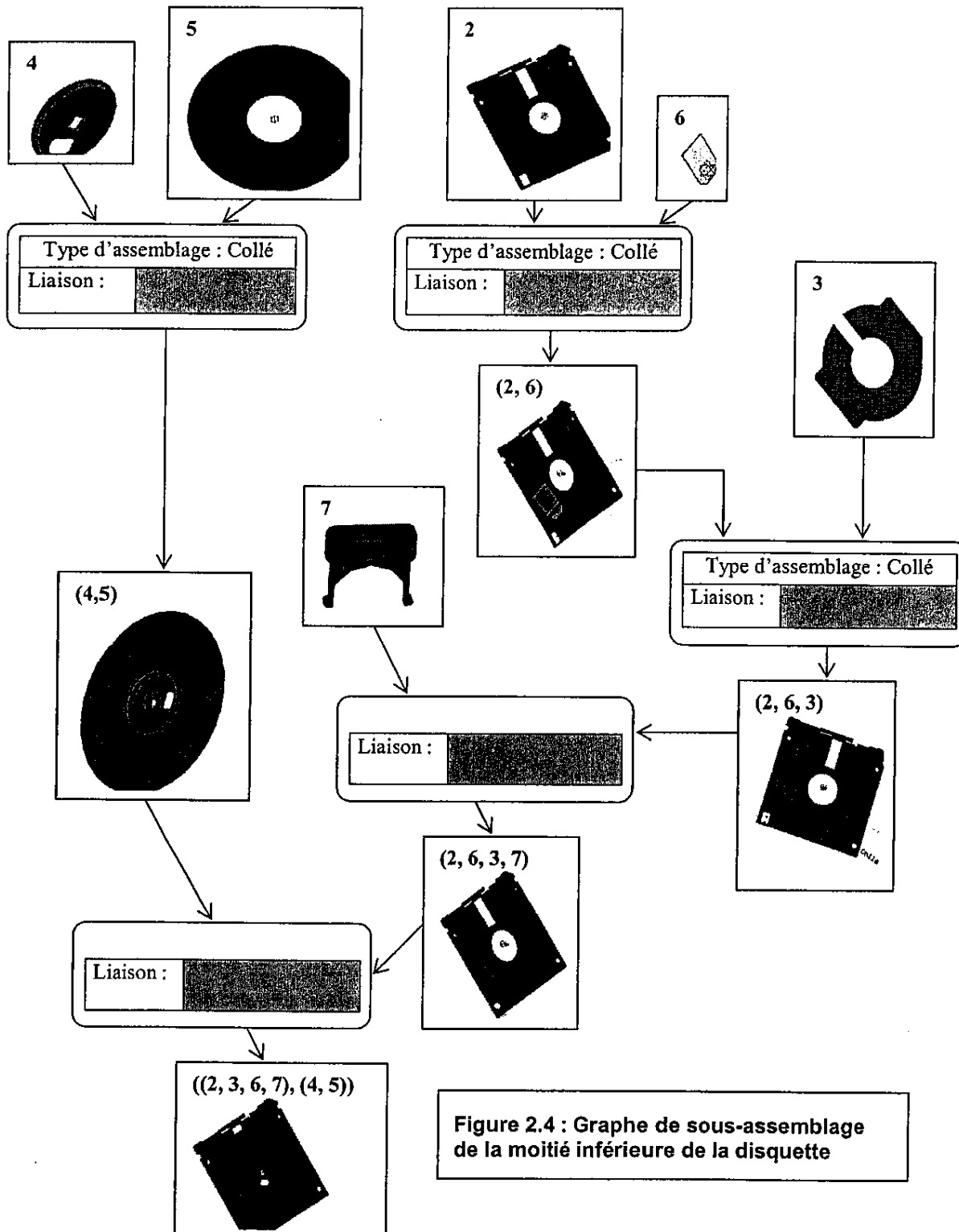
Sur le graphe d'assemblage illustré aux figures 2.4 et 2.5, remplissez les cadres grisés indiquant la nature (type) des liaisons entre chaque composant de la disquette (9 réponses au total).

Notes :

1) Les divers types de liaison solide-solide sont rappelés au tableau 2.3 (à la fin de l'énoncé de cette question).

2) Les sous-assemblages sont notés ci-après par l'index de ses composants entre parenthèses.

Par exemple : (X, (Y, Z)) = assemblage de la pièce X avec le sous-assemblage constitué des pièces Y et Z.



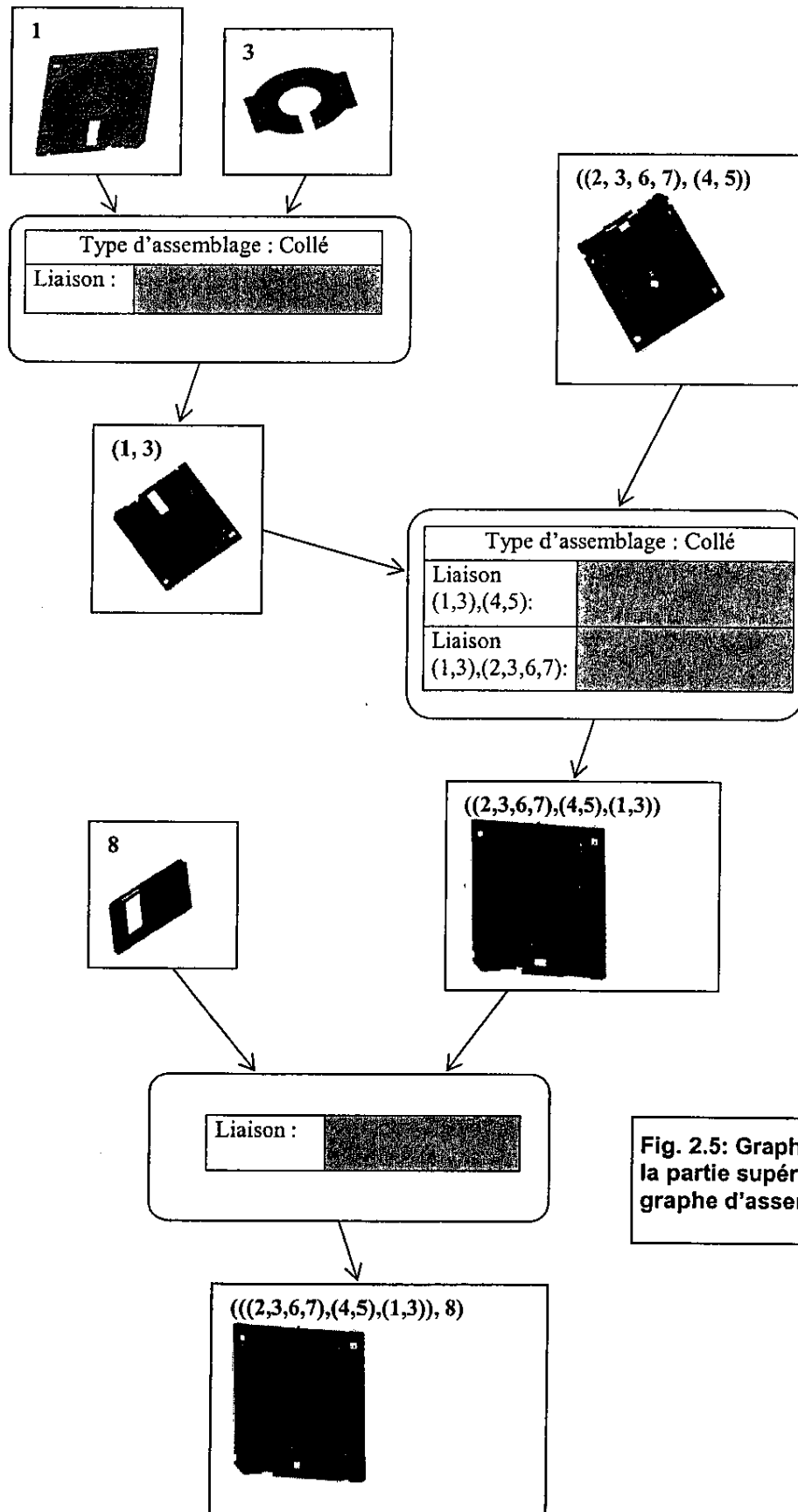


Fig. 2.5: Graphe de sous-assemblage de la partie supérieure de la disquette et graphe d'assemblage de la disquette

Question 2.b :

La figure 2.6 montre les deux états possibles du bouton de protection anti-écriture (7). La géométrie du bouton dessert 4 objectifs fonctionnels :

1. un objectif cinématique, correspondant à la liaison identifiée à la question 2.a ;
2. un objectif de verrouillage en position ;
3. une interface utilisateur permettant de changer l'état ; et
4. une interface avec le lecteur de disquette permettant de prévenir l'écriture du disque.

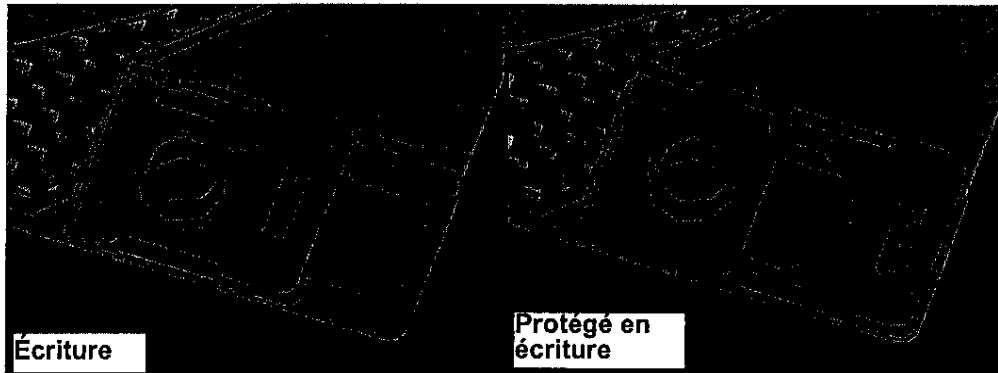


Fig. 2.6: Détail du bouton de protection anti-écriture dans les 2 états

Les surfaces du bouton (7) sont libellées à la figure 2.7. Ces surfaces peuvent participer à chacune des fonctions identifiées ci-dessus.

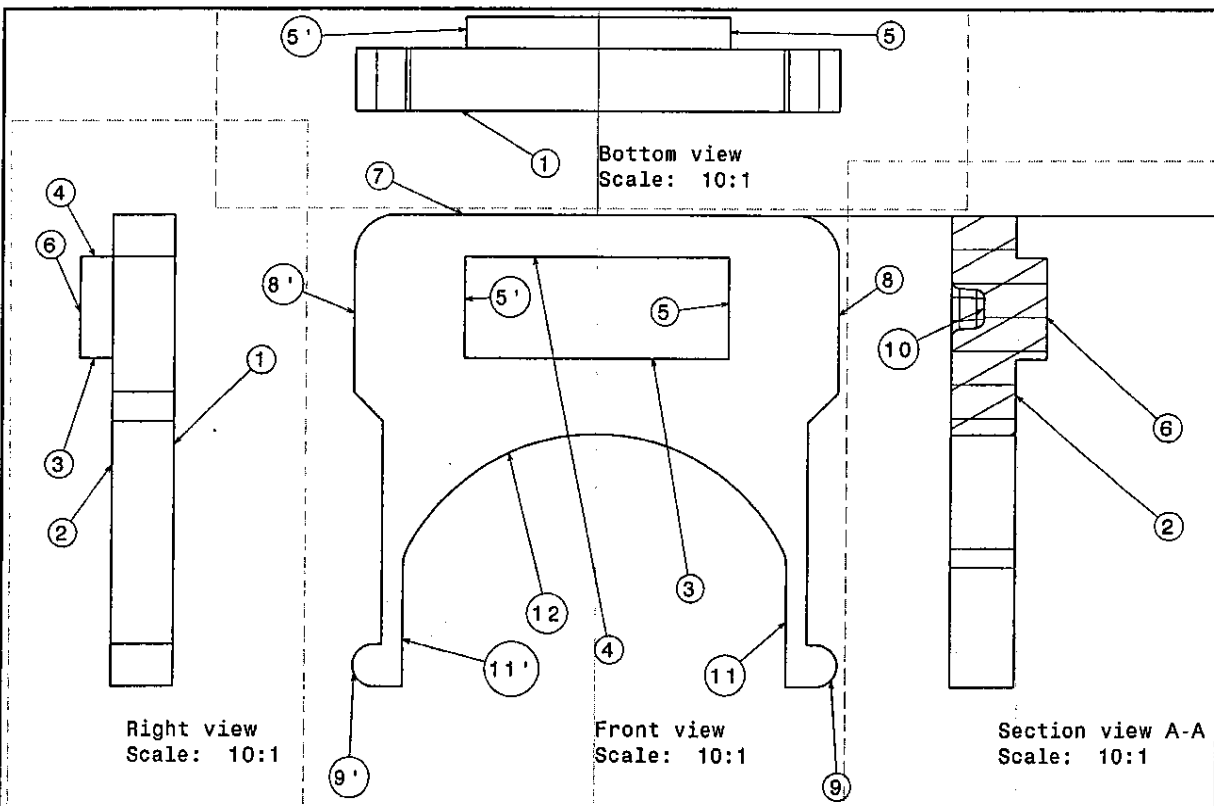


Figure 2.7: Dessin détaillé du bouton de protection anti-écriture avec surfaces libellées

Question 2.b (suite) :

Pour cette question, nous vous demandons de compléter le tableau 2.2 en indiquant par une coche (✓) dans la case appropriée lorsque la surface contribue à l'une des 4 fonctions identifiées.

Par exemple (voir ligne grisée au tableau 2.2), la surface 10 est la seule qui interface avec le lecteur de disquette pour prévenir l'écriture. Une coche est placée dans la colonne correspondant à la fonction 4. Si la surface ne participe à aucune des fonctions, cochez la colonne 5.

Tableau 2.2 : Relations surfaces-fonctions pour le bouton (7)

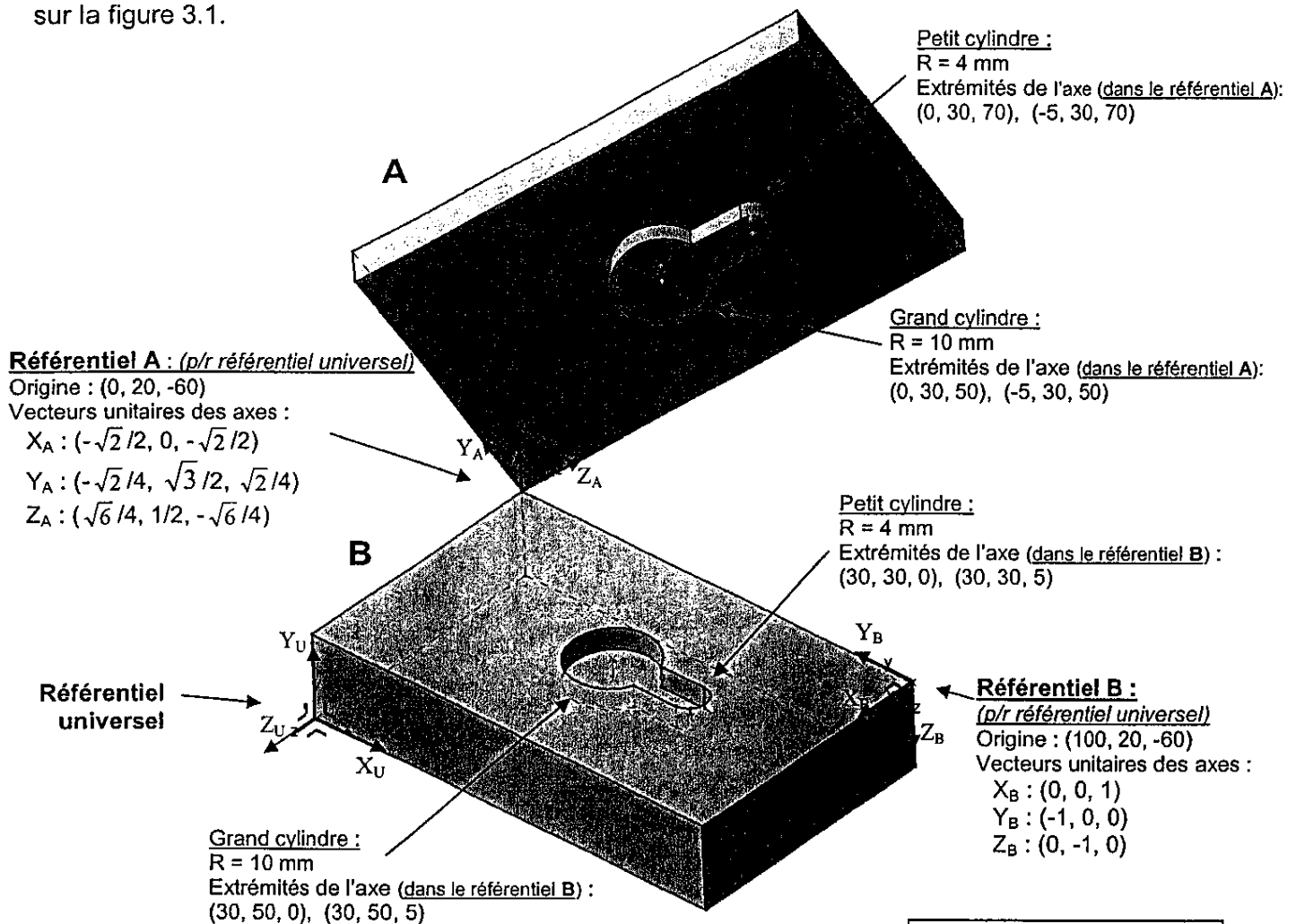
Surface	Fonction 1 : Cinématique	Fonction 2 : Verrouillage en position	Fonction 3 : Interface Utilisateur	Fonction 4 : Interface Lecteur de disquettes	Pas de fonction
1					
2					
3					
4					
5, 5'					
6					
7					
8, 8'					
9, 9'					
10				✓	
11, 11'					
12					

Tableau 2.3 - Synthèse des différentes liaisons à contacts ponctuel, linéique et surfacique
(DDL_{lib} = Degrés de liberté; DDL_{lia} = Degrés de liaison)

Nom	DDL _{lib}	DDL _{lia}	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z	T _x	T _y	T _z	R _x	R _y	R _z
Libre	6	0	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ponctuel	5	1	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Couteau	4	2	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓
Annulaire	4	2	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓
Plan	3	3	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓
Sphérique	3	3	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓
Cylindrique	2	4	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
Pivot	1	5	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	x
Prismatique	1	5	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x
Helicoidale	1	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
Complete	0	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x

QUESTION N° 3 (5 points)

Soit le produit suivant, constitué de 2 pièces A (pièce mâle) et B (pièce femelle), définies chacune dans leur « référentiel modèle » respectif. Les données nécessaires à cette question sont illustrées sur la figure 3.1.

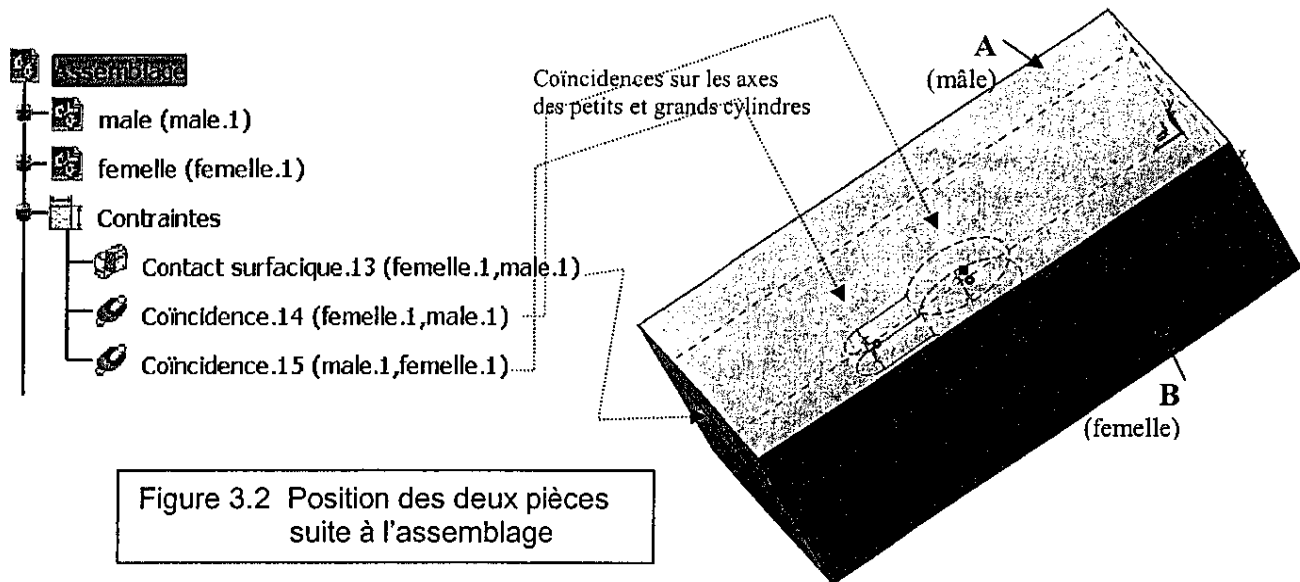


Question 3a) Calculez la matrice de *mapping* (matrice de passage) M_{AB} . Pour cet exercice, utilisez la notation « vecteur-colonne ».

Question 3a (suite) :

Question 3b) Quelles sont les coordonnées des extrémités de l'axe du grand cylindre de la pièce B, exprimées dans le référentiel A ? Pour cet exercice, utilisez la notation « vecteur-colonne ».

Question 3c) La figure 3.2 illustre la position des deux pièces suite à l'assemblage. L'arbre d'assemblage permet d'identifier les contraintes d'assemblage utilisées.



Calculez les angles de rotations autour des axes mobiles du référentiel A, selon la séquence θ_{XA} , $\theta_{YA'}$, $\theta_{ZA''}$, à appliquer à la pièce A afin de l'insérer à sa position finale. Pour cet exercice, utilisez la notation « vecteur-rangée ».

Note : YA' et ZA'' sont les axes du repère A suite aux transformations précédentes.

Question 3c (suite)


```

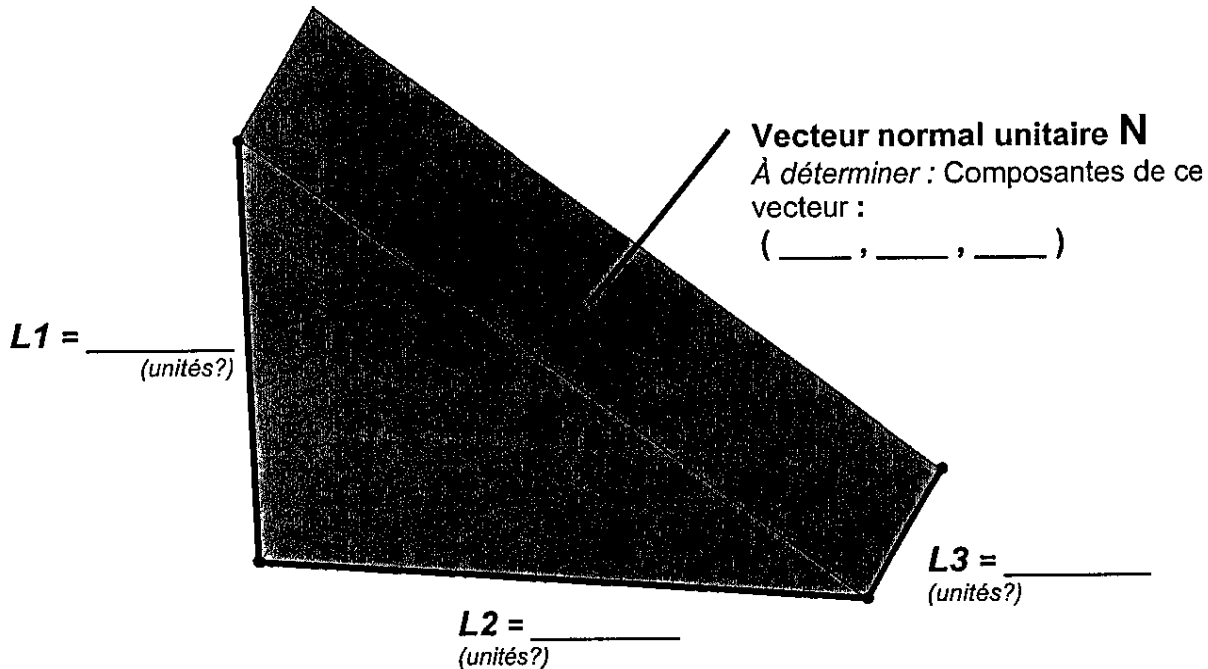
solid CATIA STL
  facet normal 0.000000e+00 0.000000e+00 1.000000e+00
    outer loop
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
      vertex 4.000000e+01 2.000000e+01 0.000000e+00
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.000000e+00 0.000000e+00 1.000000e+00
    outer loop
      vertex 4.000000e+01 2.000000e+01 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
      vertex 4.000000e+01 0.000000e+00 0.000000e+00
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.600000e+00 0.489842e-16 -0.800000e+00
    outer loop
      vertex 4.000000e+01 2.000000e+01 0.000000e+00
      vertex 4.000000e+01 0.000000e+00 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 -3.000000e+01
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.600000e+00 0.000000e+00 -0.800000e+00
    outer loop
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 -3.000000e+01
      vertex 4.000000e+01 0.000000e+00 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 -3.000000e+01
    endloop
  endfacet
  facet normal -1.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
    outer loop
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 -3.000000e+01
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 -3.000000e+01
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 0.000000e+00
    endloop
  endfacet
  facet normal -1.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
    outer loop
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 -3.000000e+01
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.000000e+00 -1.000000e+00 0.000000e+00
    outer loop
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 -3.000000e+01
      vertex 4.000000e+01 0.000000e+00 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.000000e+00 1.000000e+00 0.000000e+00
    outer loop
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 0.000000e+00
      vertex 4.000000e+01 2.000000e+01 0.000000e+00
      vertex 0.000000e+00 2.000000e+01 -3.000000e+01
    endloop
  endfacet
endsolid CATIA STL

```

Question 4a) À partir des informations des fichiers IGES et/ou STL, déterminez :

- la position du système de référence (dessinez ci-dessous l'origine et les 3 axes) ;
- les composantes du vecteur normal unitaire N à la surface de l'hypoténuse, tel qu'identifié sur la figure suivante;
- les dimensions $L1$, $L2$ et $L3$ de 3 arêtes du prisme. Spécifiez les unités.

Reportez vos réponses sur la figure ci-dessous :



Question 4b) Quel est le nom de fichier IGES ? _____

Question 4c) Si le fichier IGES est relu par le logiciel CATIA, cochez le(s) énoncé(s) qui s'applique(nt) (i.e. ceux qui sont vrais)

☐ On récupère le modèle <i>solide</i> complet, ainsi que son arbre de spécifications.
☐ On récupère un modèle <i>solide</i> , mais pas nécessairement avec les mêmes <i>features</i> dans l'arbre de spécification.
☐ On peut récupérer un modèle <i>surfacique</i> , et toutes les données seront représentées dans l'arbre de spécifications dans le « corps surfacique ».
☐ On peut récupérer un modèle <i>filaire</i> , et toutes les données seront représentées