

**SESSION 2012**

---

**CAPLP**  
**CONCOURS EXTERNE**

**Section : GÉNIE INDUSTRIEL**  
**Option : BOIS**

**ÉPREUVE DE SYNTHÈSE**

Durée : 5 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 : Hormis l'en-tête détachable, 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.**

# Texte de l'épreuve



## Documents remis au candidat :

- Texte de l'épreuve 15 pages
- Dossier documents techniques 5 pages
- Dossier documents réponses 3 pages

## Documents à rendre par le candidat :

- Le dossier réponse doit être rendu agrafé. **Il est interdit de dégrafer le dossier.**

Les réponses se feront sur feuilles de copie et sur les documents réponses DR1, DR2 et DR3

# Etude d'un lit superposé

## Objectifs de l'étude

L'étude concerne le développement d'un lit superposé défini dans le dossier technique DT1 à DT3.



L'objectif est de vérifier la conformité de ce mobilier avec les normes NF EN 747-1 et NF EN 747-2 relatives aux exigences des lits superposés à usage domestique.

## Présentation du lit

Ce lit superposé est destiné aux familles souhaitant utiliser au mieux la place de leur habitation en optimisant les solutions de couchage. Ce mobilier est constitué de différents panneaux assemblés par systèmes à fixations multiples. L'ensemble est livré en kit et peut être monté par 2 personnes en un temps estimé de 3h15.

Un tiroir coulissant est disponible en option et permet de créer soit un espace rangement sous le lit, soit un couchage supplémentaire avec l'installation d'un matelas mousse.

Le couchage supérieur du lit est réservé aux enfants de plus de 6 ans en raison des risques de blessures liés aux chutes. Les couchages sont prévus pour supporter une masse de 80 Kg alors que la partie escalier est prévue pour supporter une masse de 100 Kg.

La production est réalisée sur les lignes de fabrication d'une entreprise française qui exporte ses produits dans le monde entier.

# Travail demandé

## Partie 1 : Vérification du non basculement du lit

Le but de cette partie est de déterminer le poids du lit et de vérifier le respect de la norme NF EN 747-1 concernant le risque de basculement.

### Hypothèses :

- On prendra  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$  comme accélération de la pesanteur.
- On donnera le repère 1 à l'ensemble « Lit ».
- On donnera le repère 0 à l'élément « sol de la chambre ».

### Question N°1.1

Le lit est composé de panneaux de particules surfacés mélaminés (PPSM) d'épaisseur 16mm et d'épaisseur 22 mm. Les consommations de panneaux pour un lit sont :

| Type panneau            | Surface totale      |
|-------------------------|---------------------|
| Panneau épaisseur 16 mm | 6.37 m <sup>2</sup> |
| Panneau épaisseur 22 mm | 4.55 m <sup>2</sup> |

En fonction de ces données et des documents techniques relatifs aux panneaux (document technique DT4), déterminer le poids total  $\|\vec{P}\|$  du lit, hors quincailleries et matelas.

### Question N°1.2

Le test de basculement est effectué avec le lit dépourvu de matelas et d'éléments placés dans les rangements. Expliquez ce choix.

La norme NF EN 747-1 précise que le mobilier doit rester stable sous l'effet d'un « mouvement de basculement de 170 N.m placé au point le plus susceptible de provoquer ce basculement ».

### Question N°1.3

En supposant que la charge de l'essai est fixée sur le long pan supérieur, à une hauteur de 1100 mm, déterminer la force horizontale que l'on doit appliquer pour simuler un moment de basculement de 170 N.m.

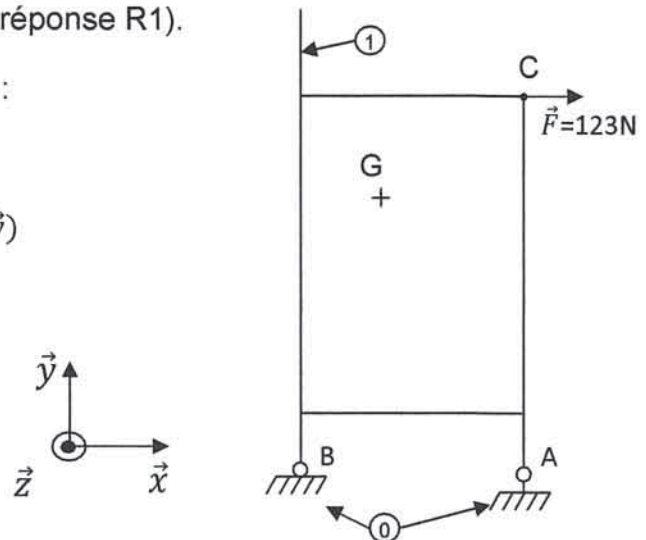
### Conventions d'écriture

Pour l'essai, on retient finalement une charge horizontale de 123 N placée sur le long pan du couchage supérieur (voir document réponse R1).

Les liaisons retenues pour cette étude sont :

$\{T_{0 \rightarrow 1}\}_A$  = liaison pivot d'axe  $(A, \vec{z})$

$\{T_{0 \rightarrow 1}\}_B$  = liaison ponctuelle de normale  $(B, \vec{y})$



Pour les torseurs d'actions de liaison, on adoptera la convention d'écriture suivante :

$$\{T_{i \rightarrow j}\}_D = \begin{Bmatrix} X_{D i/j} & L_{D i/j} \\ Y_{D i/j} & M_{D i/j} \\ Z_{D i/j} & N_{D i/j} \end{Bmatrix} = \text{torseur d'actions de liaison entre le solide } i \text{ et le solide } j, \text{ au point } D$$

### Question N°1.4

Sur le document réponse R1, tracer les actions de liaison lorsque l'on isole le lit ainsi que la force  $\vec{P}$  représentative du poids du lit, appliquée au centre de gravité G.

### Question N°1.5

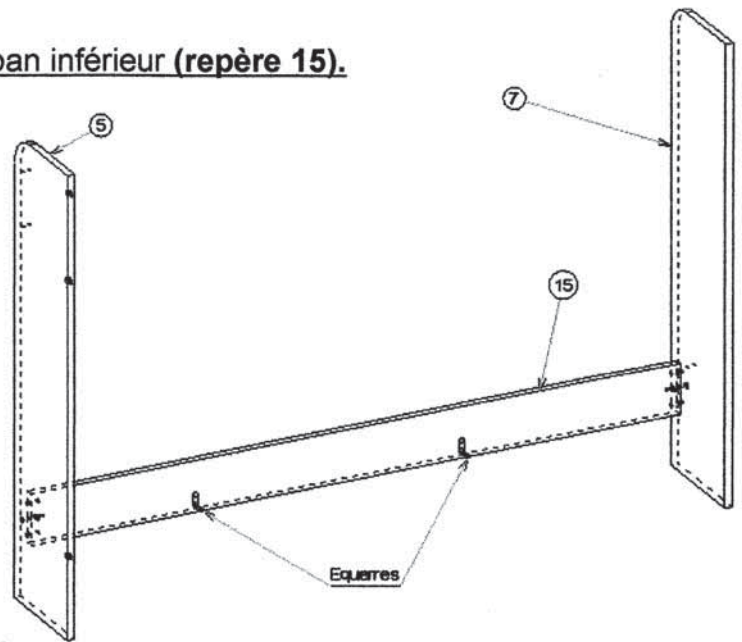
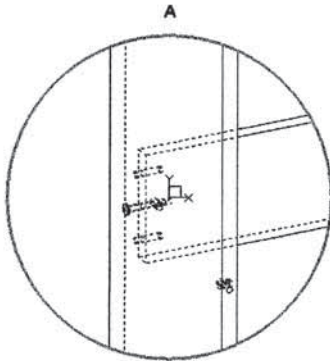
Déterminer la valeur des actions de liaison. L'essai de basculement est-t-il concluant ?

### Question N°1.6

Déterminer la valeur de l'effort qui doit être appliqué au point C pour entraîner le basculement du lit.

## Partie 2 : Etude de la déformation du long pan inférieur (repère 15).

Le but de cette partie est de déterminer les actions qui s'exercent sur le long pan inférieur, par le biais des équerres de fixation du sommier, et de déterminer les déformations résultantes.



### Hypothèses de travail :

- Le sommier est relié à chaque long pan (repère 15 et 9) par le biais de 2 équerres placées de manière équidistante (667mm) sur le long pan.
- Dimensions du long pan 15 : 22x155x2000.
- Le sommier (repère 16) est un panneau de particules : 1990x890 d'épaisseur 16 mm.
- La masse volumique du panneau constituant le sommier est de  $650 \text{ Kg.m}^{-3}$ .
- Le couchage doit pouvoir supporter une personne de 80 Kg.
- Le matelas prévu pour ce couchage représente un poids de 160 N.
- On prendra  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$  comme accélération de la pesanteur.
- On négligera le poids du long pan.

### Question N°2.1

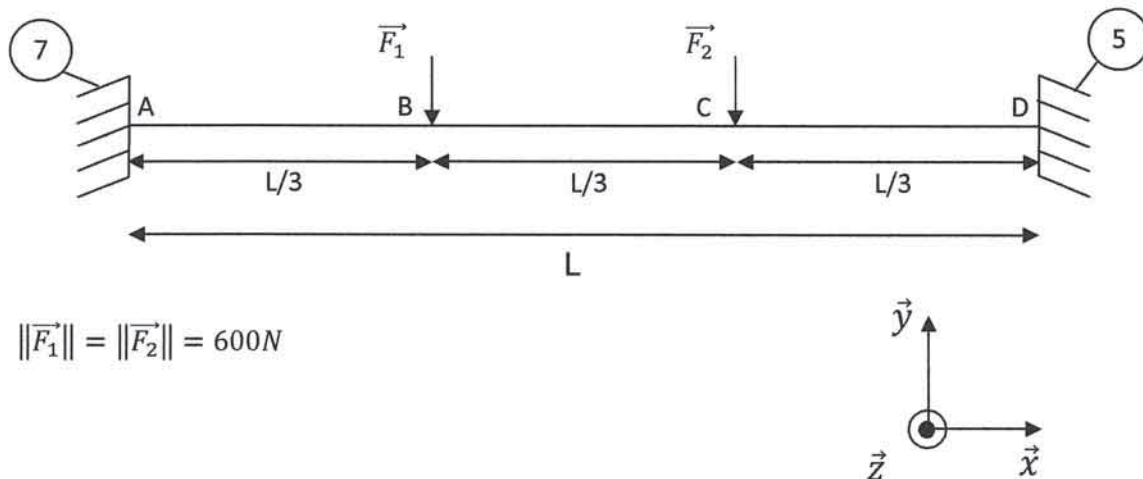
Sachant que la masse volumique moyenne du panneau de particules utilisé pour le sommier est de  $650 \text{ kg.m}^{-3}$ , déterminer le poids du sommier.

### Question N°2.2

En se plaçant dans le cas défavorable où le long pan (repère 15) supporte tout le poids (personne allongée près du long pan) et la moitié du poids du sommier et du matelas, déterminer la valeur des actions transmises sur le long pan 15 par chaque équerre.

Pour la suite de l'étude, on considérera que chaque équerre transmet une action d'une valeur de 600 N sur le long pan.

Le long pan (repère 15) est assimilable à une poutre encastrée à ses deux extrémités et soumise à deux efforts transmis par le biais des équerres de fixation du sommier. Nous pouvons établir la modélisation suivante :



Les torseurs des actions de liaison transmissibles s'écrivent donc :

$$\{T_{7 \rightarrow 15}\}_A = \begin{Bmatrix} X_{A7/15} & L_{A7/15} \\ Y_{A7/15} & M_{A7/15} \\ Z_{A7/15} & N_{A7/15} \end{Bmatrix}_A \quad \{T_{5 \rightarrow 15}\}_D = \begin{Bmatrix} X_{D5/15} & L_{D5/15} \\ Y_{D5/15} & M_{D5/15} \\ Z_{D5/15} & N_{D5/15} \end{Bmatrix}_D$$

$$\{T_{EXT \rightarrow 1}\}_B = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -F_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B \quad \{T_{EXT \rightarrow 1}\}_C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -F_2 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_C$$

### Question N°2.3

Ecrire les torseurs des actions ramenés au plan d'étude  $(\vec{x}, \vec{y})$ .

### Question N°2.4

En considérant que les éléments 5 et 7 forment un seul élément (bâti), calculer le degré d'hyperstatisme de ce cas d'étude.

### Question N°2.5

Sans effectuer de calcul mais en justifiant votre réponse, déterminer la valeur des efforts de liaisons  $Y_{A7/15}$  et  $Y_{D5/15}$ .

### Exploitation informatique

Nous allons effectuer le traitement de cette modélisation à l'aide d'un logiciel de calcul. L'utilisation du logiciel impose de compléter les caractéristiques des sections droites de la poutre.

Fenêtre de dialogue du logiciel :

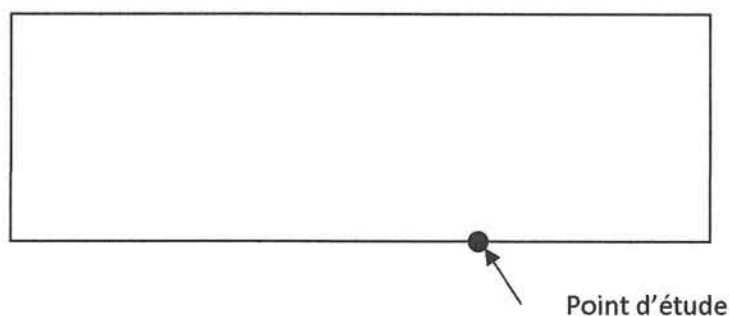
| Caractéristiques des sections droites |                                                                                     |                               |                             |           |           |  |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|--|
| Barres                                | Nom Profil<br>(facultatif)                                                          | Surface<br>(mm <sup>2</sup> ) | $I_G$<br>(mm <sup>4</sup> ) | h<br>(mm) | v<br>(mm) |  |
| <input type="checkbox"/>              |  | *                             |                             |           |           |  |

### Question N°2.6

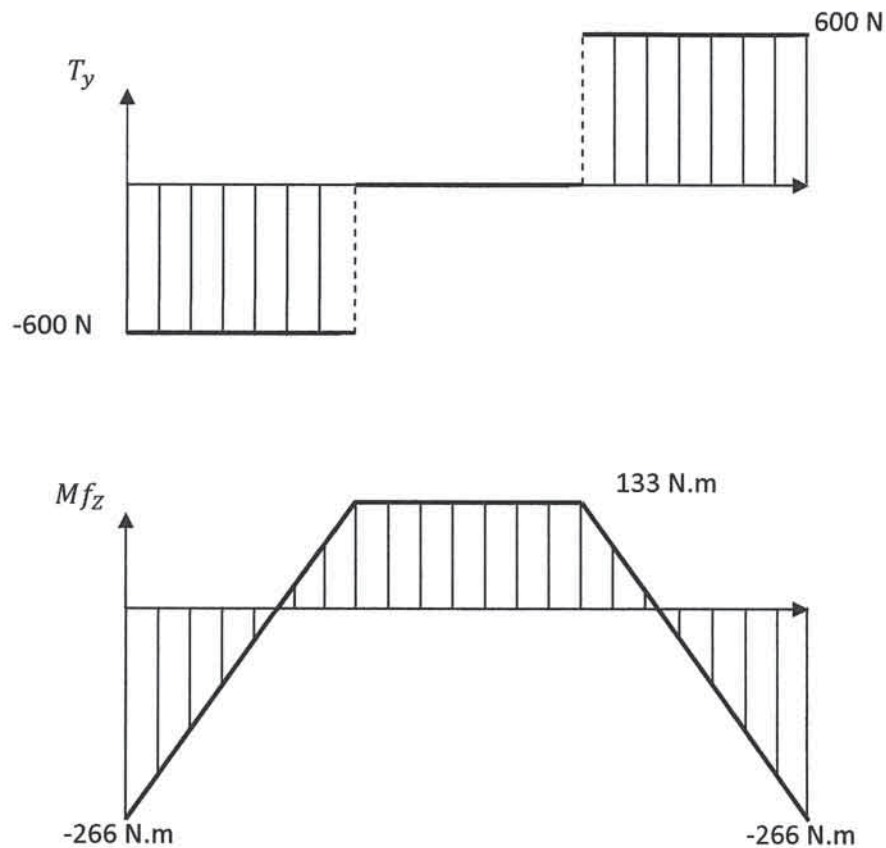
Que représente le sigle  $I_G$  ? En fonction des paramètres de notre poutre, calculer la valeur de ce facteur (le détail du calcul sera donné).

### Question N°2.7

Le paramètre « v » représente la distance entre la ligne moyenne et le point d'étude. Sur copie, redessiner le croquis donné ci-dessous, tracer la ligne moyenne et indiquer le facteur v.



Le traitement par logiciel nous donne les diagrammes d'efforts tranchants et moments fléchissants ci-dessous:



#### Question N°2.8

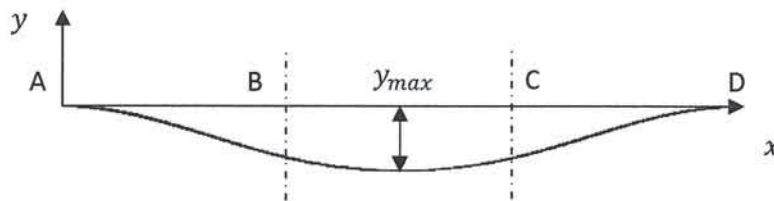
Calculer la contrainte maximale de flexion qui s'exerce dans la poutre.

Rappel :  $\sigma = \frac{M_{fz}}{I_G} * v$

$I_G$  = moment quadratique de la section droite par rapport à l'axe  $(G, \vec{z})$

$v$  = distance entre la ligne moyenne et le point d'étude

Le logiciel de simulation nous donne la courbe de déformation de la poutre



L'équation de la flèche pour la partie de la poutre comprise entre les deux équerres:

$$El_G y = \frac{Flx^2}{18} - \frac{Fl^2x}{18} + \frac{Fl^3}{162} \quad , \text{pour } \frac{L}{3} \leq x < \frac{2L}{3}$$

#### Question N°2.9

Justifier par calcul l'équation de la déformée ci-dessus.

#### Question N°2.10

Calculer la valeur numérique  $y_{max}$  de notre cas d'étude.

#### Question N°2.11

Le mobilier doit respecter une flèche maximale égale à  $\frac{L}{500}$ . Le critère est-il respecté ? Justifier votre réponse.

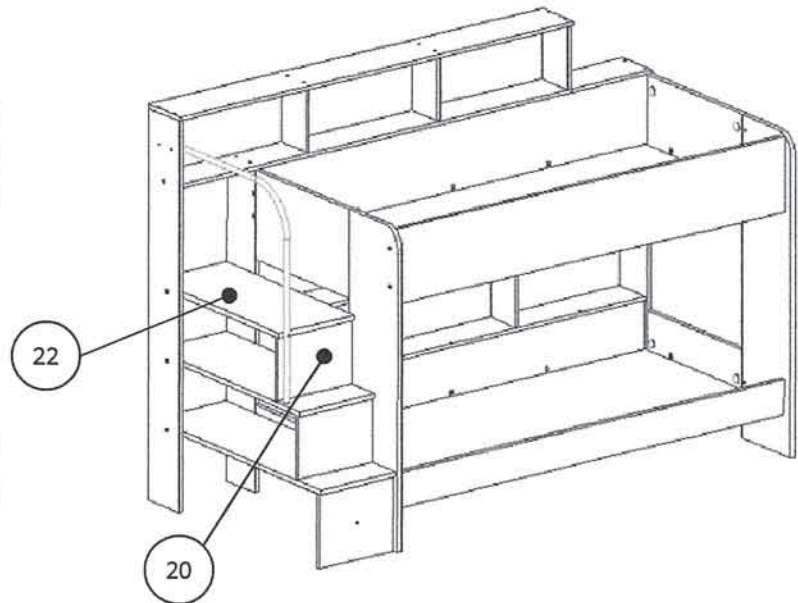
#### Question N°2.12

Pour une raison de qualité, l'entreprise souhaite limiter la flèche maximale à 3 mm. Proposer et justifier une solution qui permet d'atteindre cet objectif tout en conservant le type de panneau utilisé (épaisseur 22 mm).

### Partie 3 : Etude de la liaison de la marche 22 avec la structure du lit

L'objectif de cette partie est d'étudier le système de fixation de cette marche avec le reste de la structure.

Le document technique DT3 montre spécifiquement la partie « escalier »



La marche 22 est en contact avec la contre-marche 20 par le biais de deux assemblages de type tourillons excentriques. La liaison 20/22 sera modélisée par une liaison pivot d'axe  $(D, \vec{z})$ .

La marche 22 est en contact avec les montants 23 et 8 par le biais de deux tourillons  $\varnothing 8 - L35$  et de systèmes de serrage vis métallique – écrou M6. Pour l'étude, on considérera que seuls les tourillons supportent l'effort de liaison relatif au poids de l'utilisateur (cas défavorable).

**La modélisation retenue pour cette étude est donnée sur le document réponse R2.**

#### Hypothèses :

- On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  comme accélération de la pesanteur.
- Dimensions de la marche :  $722 \times 384 \times 22$ .
- La marche et les solutions d'assemblages doivent supporter une masse totale de 100 Kg.
- On considère que l'effort de l'utilisateur est appliqué au centre de la marche, ce qui impose un effort  $F$  de 500 N sur chaque tourillon.
- Les tourillons  $\varnothing 8 - L35$  supportent seuls l'effort de liaison  $\overrightarrow{Y_{8 \rightarrow 22}}$  d'une part et  $\overrightarrow{Y_{23 \rightarrow 22}}$  d'autre part.

### Question N°3.1

Le problème étudié est ramené à un problème plan. Justifier cette simplification de la problématique.

### Question N°3.2

Déterminer le degré d'hyperstatisme de l'étude.

### Question N°3.3

Calculer les efforts de liaisons.

### Question N°3.4

Tracer le diagramme d'effort tranchant et de moment fléchissant relatifs aux efforts subis par la marche.

### Question N°3.5

En prenant un coefficient de sécurité de 2, calculer la contrainte de flexion maximale supportée par la marche 22. Cette contrainte est-elle compatible avec le matériau et les dimensions choisies ?

Pour la suite, on considère que l'effort de liaison  $\overrightarrow{\|Y_{8 \rightarrow 22}\|} = 250 \text{ N}$ .

### Question N°3.6

Déterminer la contrainte de cisaillement qui s'exerce sur un tourillon.

### Question N°3.7

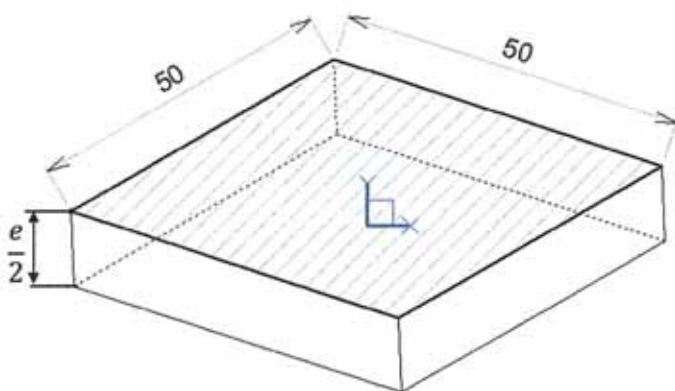
En tenant compte d'un coefficient de sécurité de 2, calculer le diamètre minimal d'un tourillon.

Rappel : Contrainte cisaillement admissible Hêtre :  $10 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$

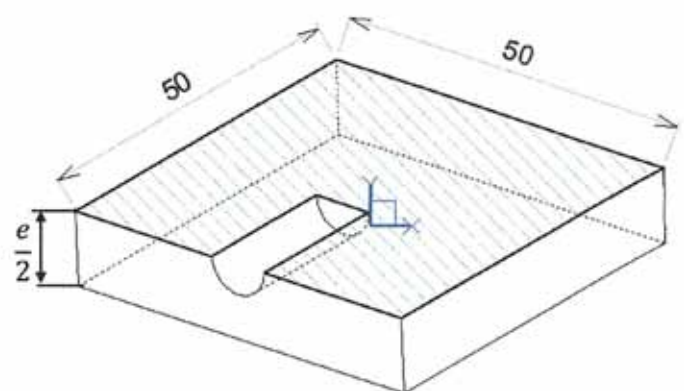
La norme NF EN 319 indique une contrainte maximale à ne pas dépasser pour conserver la cohésion du panneau. L'éprouvette utilisée pour cet essai est un parallélépipède de 50 mm de côté soit une section de 2500 mm<sup>2</sup> qui supporte l'effort de traction.



Le perçage permettant l'insertion du tourillon diminue localement la surface chargée ce qui augmente les risques d'éclatement du panneau aux abords des tourillons.



Surface éprouvette essai



Surface réelle marche

### Question N°3.8

Donner l'équation de la surface réellement utilisée pour résister à l'effort de traction en fonction de la valeur initiale  $S_{\text{épreuve}} = 2500 \text{ mm}^2$ , du diamètre  $d$  du tourillon et de la profondeur  $p$  du perçage du tourillon dans le panneau.

### Question N°3.9

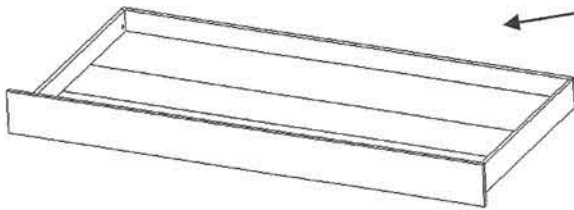
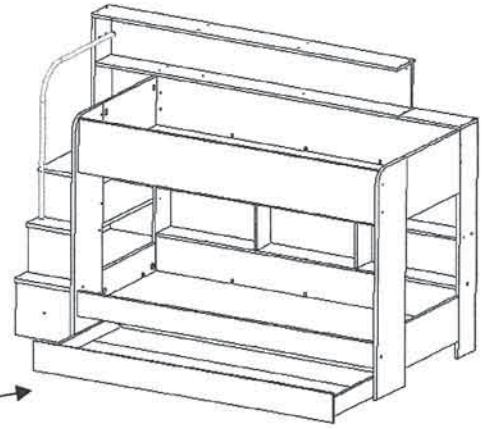
En fonction des caractéristiques du panneau définies dans le dossier technique et en prenant un coefficient de sécurité de 2, déterminer la profondeur maximale du perçage dans le panneau. Conclure.

### Question N°3.10

La profondeur d'engagement du tourillon est de 27 mm. Calculer la charge maximale que peut supporter la marche sans rupture à la traction perpendiculaire.

#### Partie 4 : Etude du déplacement du tiroir

Le mobilier étudié peut être associé à un tiroir lit en option. L'objectif est de proposer un espace de couchage supplémentaire en intégrant un matelas dans un support amovible.



Le tiroir lit est défini dans le dossier technique. Il est composé d'une structure en panneau mélaminé épaisseur 16 mm, d'un fond en panneau mélaminé blanc épaisseur 10 mm. L'ensemble se déplace grâce à des roulettes fixées sur le fond.

Les caractéristiques des roulettes sont définies dans le document technique DT5.

L'objectif de l'étude est de déterminer l'effort nécessaire pour déplacer le tiroir lit et de vérifier le dimensionnement des liaisons qui vont supporter ces efforts.

#### Hypothèses :

- On prendra un coefficient de frottement roue/sol maximal de  $f = \tan(\varphi) = 0.2$ . Le tiroir lit repose sur 8 roulettes réparties uniformément sur le fond.
- La masse des panneaux utilisés pour la structure et le fond est de 21 kg.
- On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  comme accélération de la pesanteur.
- Le poids du matelas est de 110 N.
- La hauteur des roulettes est de 30 mm.
- La masse maximale retenue pour l'utilisateur est de 80 kg.

#### Question N°4.1

En considérant que le poids de l'utilisateur, du matelas et de la structure se répartissent de manière homogène sur les roulettes, calculer le poids qui s'exerce sur une roulette.

#### Question N°4.2

Justifier le choix des roulettes.

#### Question N°4.3

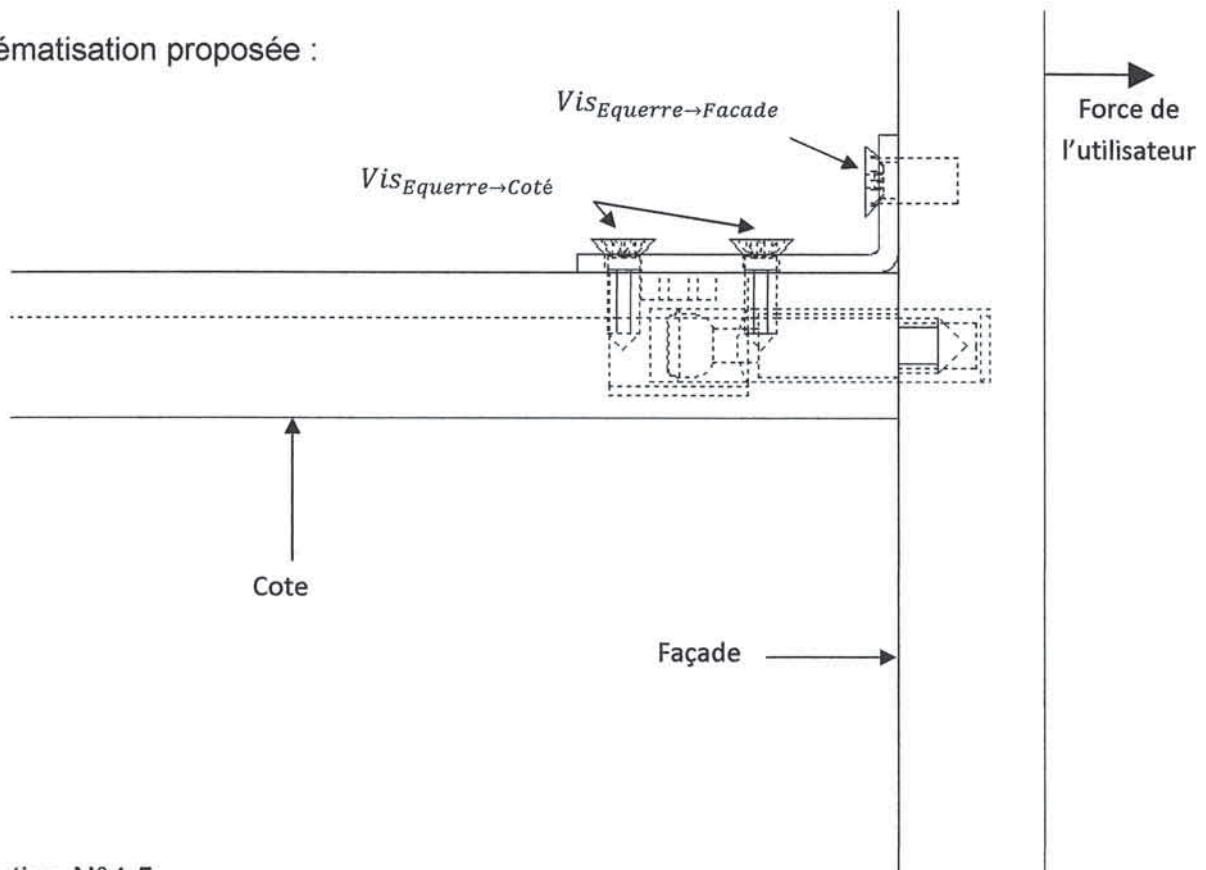
Sur le document réponse DR3, proposer une modélisation des efforts qui s'exercent sur la roulette lorsque l'utilisateur souhaite déplacer le tiroir lit. Vous indiquerez sur le schéma l'angle de frottement.

#### Question N°4.4

Calculer l'effort maximal (personne couchée sur le lit) que doit développer l'utilisateur pour déplacer le tiroir.

En analysant la structure du tiroir, on se rend compte que les équerres reliant la façade et les côtés de la structure sont chargées de supporter les efforts induits lors du déplacement du tiroir.

Schématisation proposée :



#### Question N°4.5

Caractériser les différents types de contrainte qui s'exercent sur les vis de cet assemblage.

## Partie 5 : Ecoconception

L'objectif est d'évaluer l'impact environnemental du produit.

L'éco conception est la prise en compte de la réduction, dès la conception ou lors d'une préconception de produit, de l'impact sur l'environnement.

C'est une démarche préventive qui se caractérise par une approche globale avec la prise en compte de tout le cycle de vie du produit et de tous ses critères environnementaux.

La norme ISO 2002 indique « intégrer l'environnement à toutes les phases du développement d'un produit ».

La norme NF Environnement garantit cette éco-conception en labélisant des produits qui certifient :

- La réduction de la matière utilisée et son origine renouvelable.
- La non utilisation de composants chimiques.
- La réduction de l'encombrement d'un produit pour son acheminement.
- Le recyclage facilité du meuble.

### Question N°5.1

Quelles pistes d'évolution peut-on envisager pour atteindre les objectifs cités par la norme NF Environnement ?

### Question N°5.2

Proposer des solutions permettant d'atteindre ces objectifs.

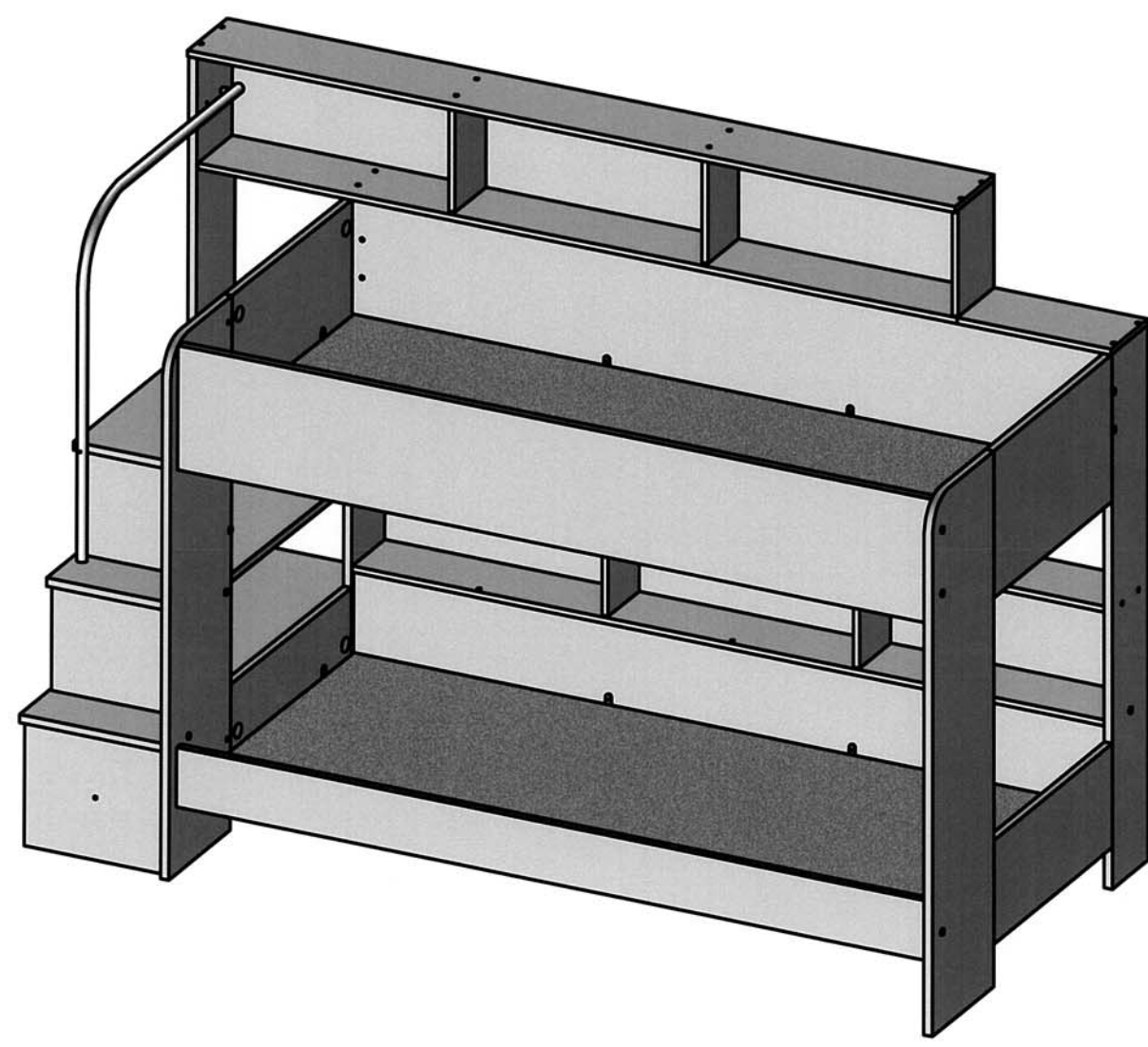
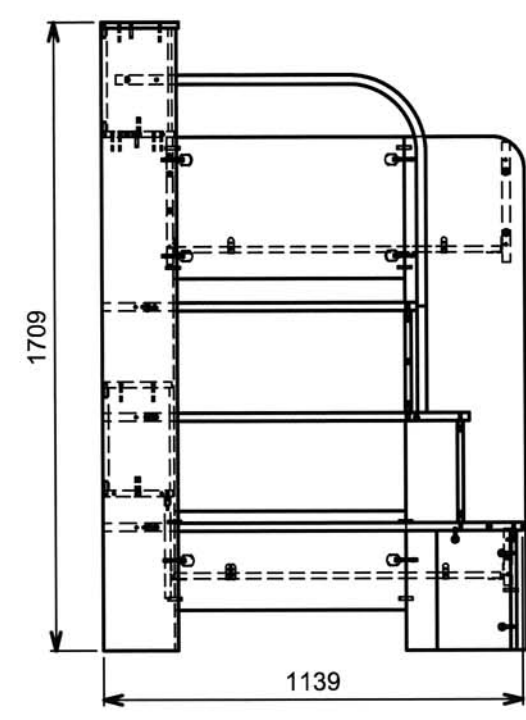
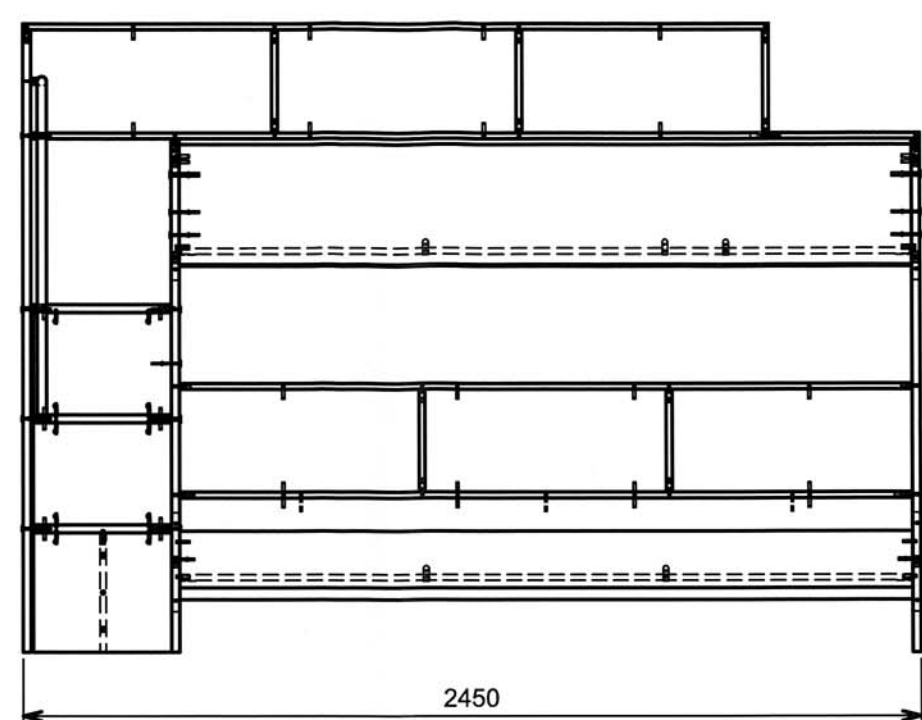
## DOSSIER TECHNIQUE

Le dossier technique contient :

- DT1 : Définition du lit superposé
- DT2 : Eclaté du lit superposé
- DT3 : Détail marche
- DT4 : Caractéristiques des panneaux PPSM utilisés
- DT5 : Caractéristiques roulettes

H G F E D C B A

4  
3  
2  
1

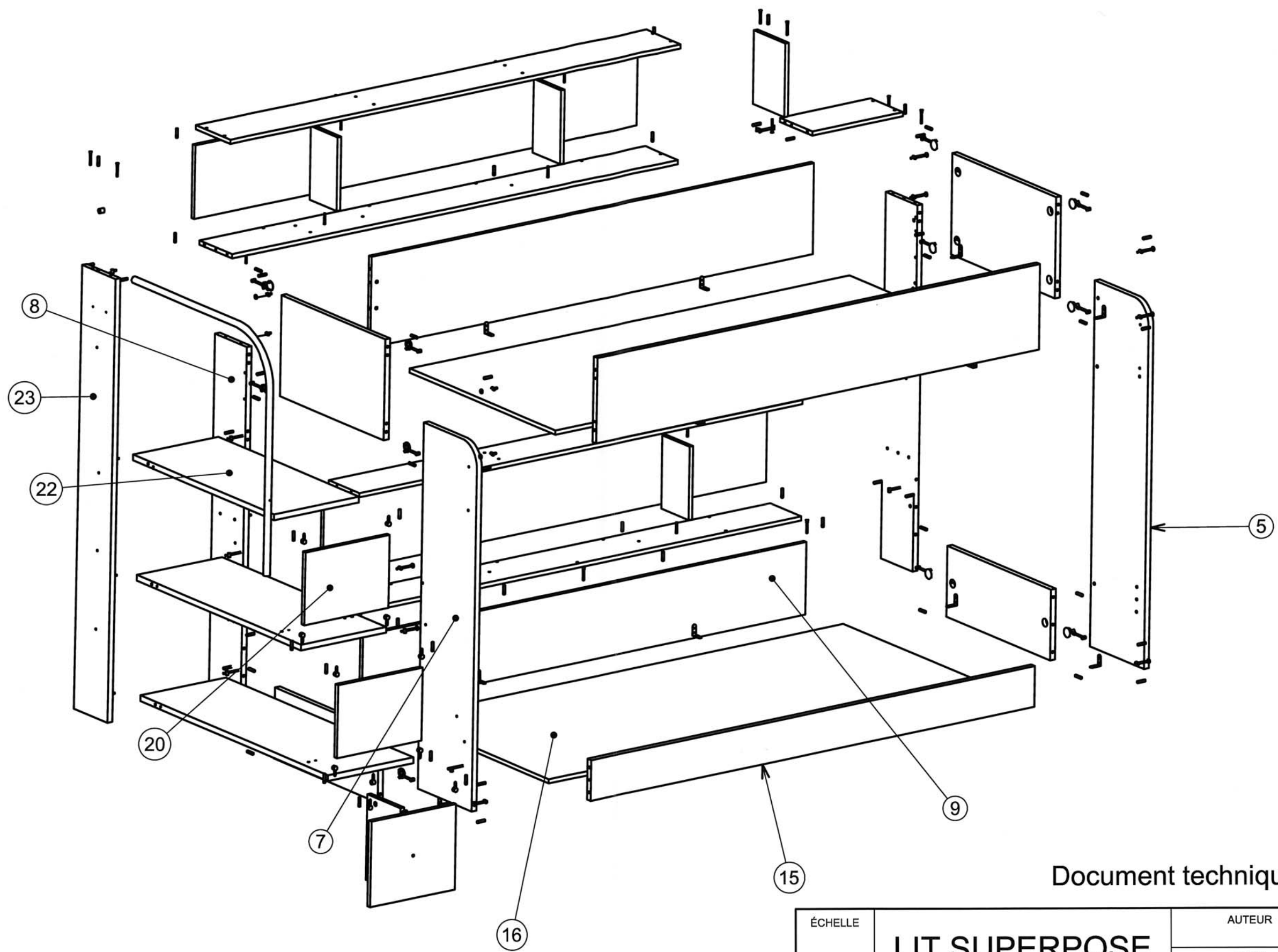


4  
3  
2  
1

H G F E D C B A

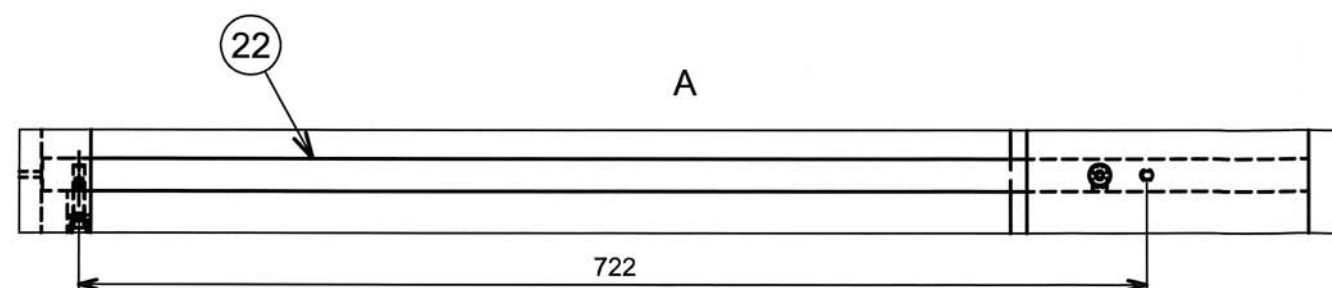
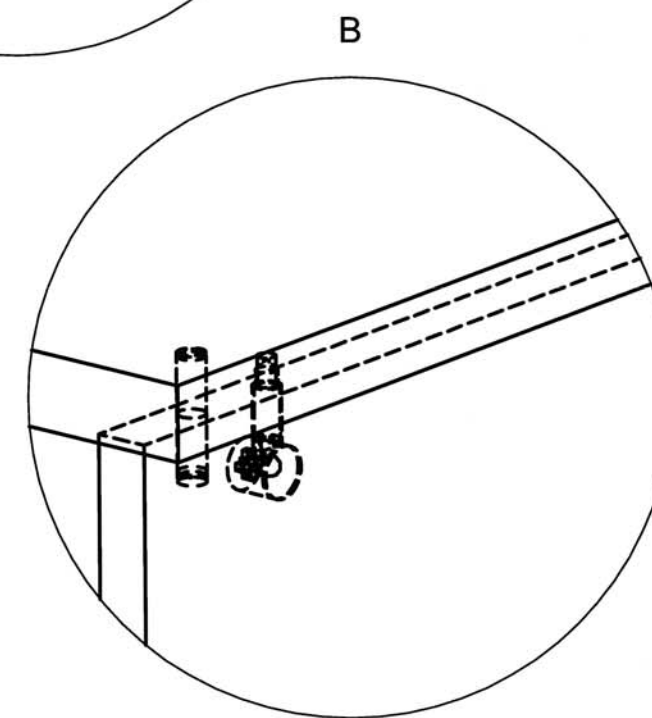
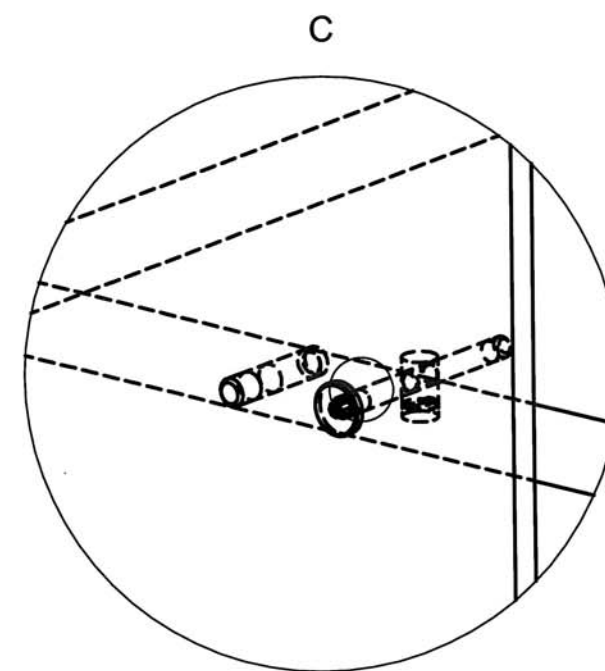
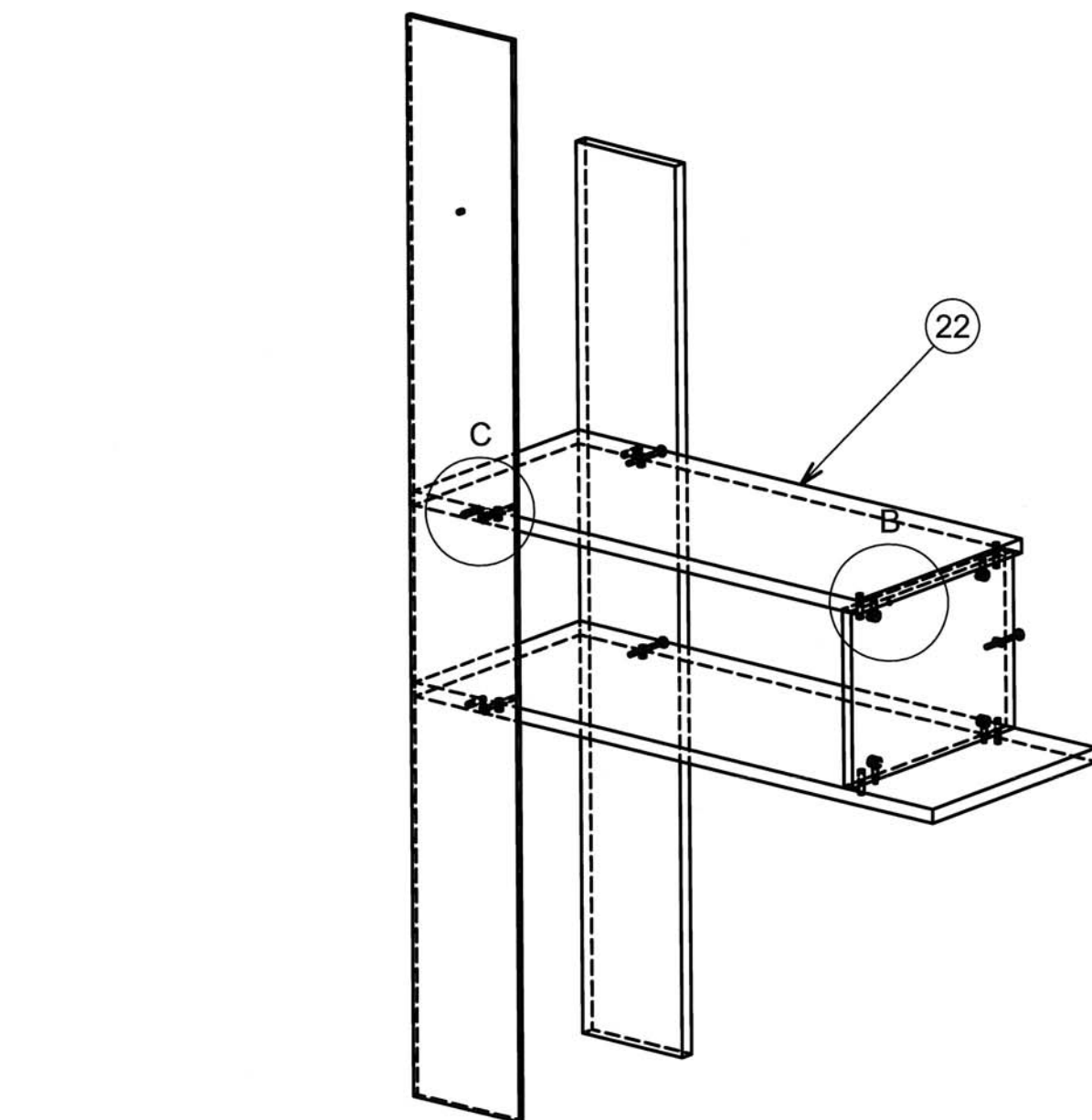
Document technique DT1

|         |                         |        |    |
|---------|-------------------------|--------|----|
| ÉCHELLE | LIT SUPERPOSE           | AUTEUR |    |
| 1:20    |                         |        |    |
|         | DEFINITION              |        |    |
| A3      | CA_PLP EXTERNE 2012 GIB |        | 00 |

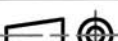


Document technique DT2

|                                                                                       |                         |        |  |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|--|----|
| ÉCHELLE                                                                               | LIT SUPERPOSE           | AUTEUR |  |    |
|                                                                                       |                         | DATE   |  |    |
|  | ECLATE                  |        |  |    |
| A3                                                                                    | CA_PLP 2012 EXTERNE GIB |        |  | 00 |



Document technique DT3

|                                                                                       |                         |        |  |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|--|----|
| ÉCHELLE<br>1:10                                                                       | DETAIL MARCHE           | AUTEUR |  |    |
|                                                                                       |                         | DATE   |  |    |
|  | LIT SUPERPOSE           |        |  |    |
| A3                                                                                    | CA_PLP EXTERNE GIB 2012 |        |  | 00 |

## Fiche technique PPSM

\*PPSM = Panneau Particule Surfagé Mèlaminé

### Définition :

Panneau de particules de bois de qualité standard revêtu sur ses deux faces de papiers décors (PPSM), imprégnés de résines thermodurcissables polymérisées lors d'un pressage à chaud.

### Dégagement en formaldéhyde :

Classe E1

### Domaine d'emploi :

Usage en milieu sec

### Application :

ameublement, agencement intérieur, revêtement muraux

### Format - Epaisseur

|            | Format (mm)           | Epaisseur (mm) |
|------------|-----------------------|----------------|
| PPSM Décor | 2800*2070             | 8-12-16-19-22  |
| PPSM Blanc | 2800*2070 – 3050*1850 | 8-12-16-19     |

### Caractéristiques techniques

| Propriétés                          | Unités            | Epaisseur (mm)                     |          |          |          | Norme      |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|------------|
|                                     |                   | 8-12                               | 16-19    | 22-25    | 28-30    |            |
| Masse volumique moyenne             | Kg/m <sup>3</sup> | 700 ± 20                           | 670 ± 20 | 650 ± 20 | 630 ± 20 | En 323     |
| Tolérance épaisseur                 | Mm                | ± 0.3                              | ±0.3     | ±0.3     | ±0.3     | En 324.1   |
| Tolérance sur longueur et largeur   | Mm                | ±5                                 | ±5       | ±5       | ±5       | En 324.1   |
| Contrainte de rupture en flexion    | MPa               | ≥14                                | ≥13      | ≥12      | ≥11      | En 310     |
| Module d'élasticité en flexion      | MPa               | ≥1900                              | ≥1700    | ≥1600    | ≥1500    | En 310     |
| Traction perpendiculaire aux faces  | MPa               | ≥0.4                               | ≥0.35    | ≥0.3     | ≥0.25    | En 319     |
| Tenue des vis sur parement          | daN               |                                    | ≥65      | ≥65      | ≥55      | En 311     |
| Tenue des vis sur chant             | daN               |                                    | ≥40      | ≥40      | ≥30      | NFB 51 260 |
| Résistance à l'abrasion             | Tours TABER       |                                    |          |          |          | NFB 51 282 |
| Résistance aux produits domestiques |                   | Sans altération                    |          |          |          | NFB 51 284 |
| Résistance aux chocs                |                   | H≥300 mm et ø<10 mm (ép >16 mm)    |          |          |          | NFB 51 280 |
| Réaction au feu                     |                   | M4 si ép <18 mm / M3 si ép ≥ 18 mm |          |          |          | EN 13 986  |

## Document technique DT5

Extrait catalogue CAUJOLLE :

# AMEUBLEMENT

## Série MICRO

**Monture:**  
- Fixe zinguée.  
- Hauteur réduite.  
- Galet polypro riveté.



S86

### ROULETTES : Caractéristiques Techniques

### CODES

|  Diam |  Hauteur |  Dim Fixation |  Charge |  Code |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10                                                                                     | 16                                                                                        | 4                                                                                               | 20                                                                                         | 15                                                                                       |
| 13                                                                                     | 18                                                                                        | 4                                                                                               | 20                                                                                         | 15                                                                                       |
| 16                                                                                     | 20                                                                                        | 4,5                                                                                             | 32                                                                                         | 20                                                                                       |
| 30                                                                                     | 30                                                                                        | 4,5                                                                                             | 38                                                                                         | 20                                                                                       |

S86

Code

Nom :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénom :

N° d'inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Concours

Section/Option

Epreuve

Matière

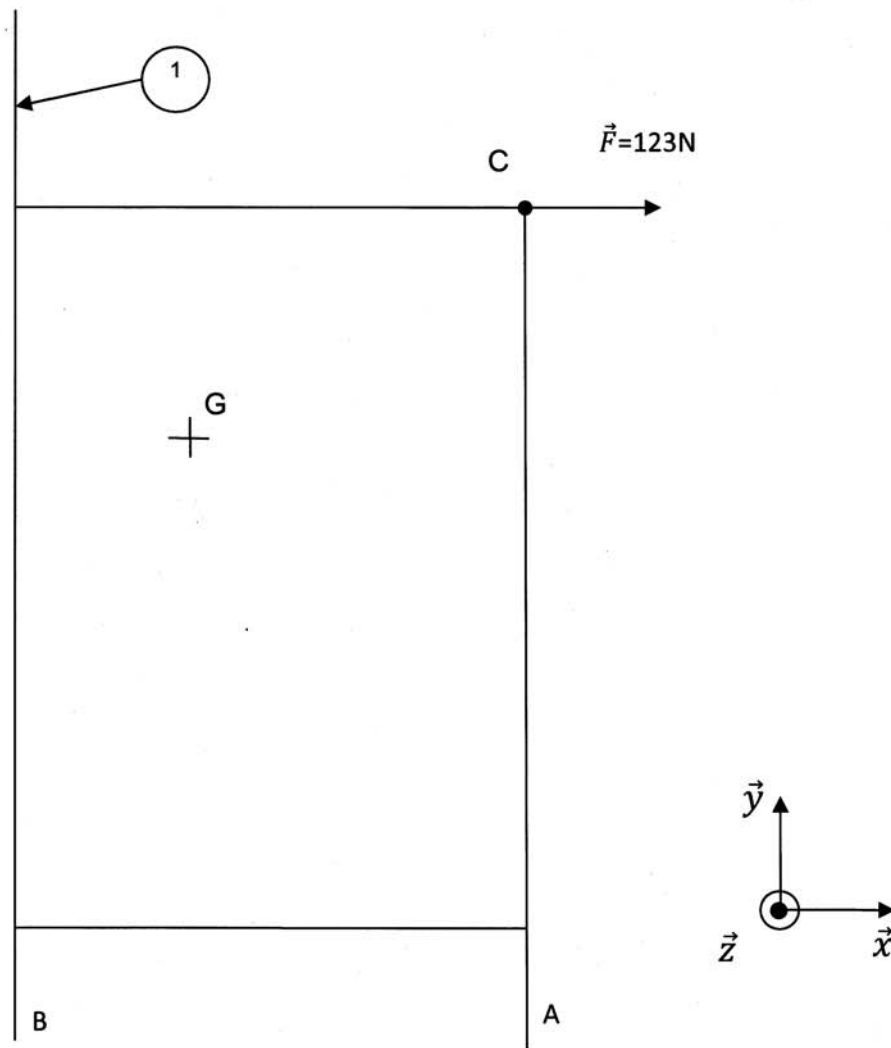
## Dossier réponse

Le dossier contient

- DR1 : Document réponse 1<sup>ère</sup> partie
- DR2 : Document réponse 3<sup>ème</sup> partie
- DR3 : Document réponse 4<sup>ème</sup> partie

EFE GIB 1

Document réponse R1



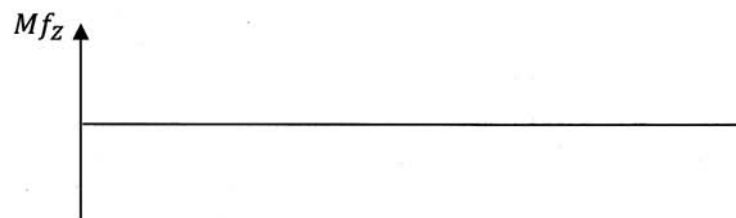
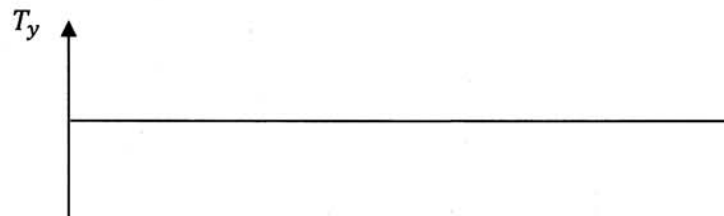
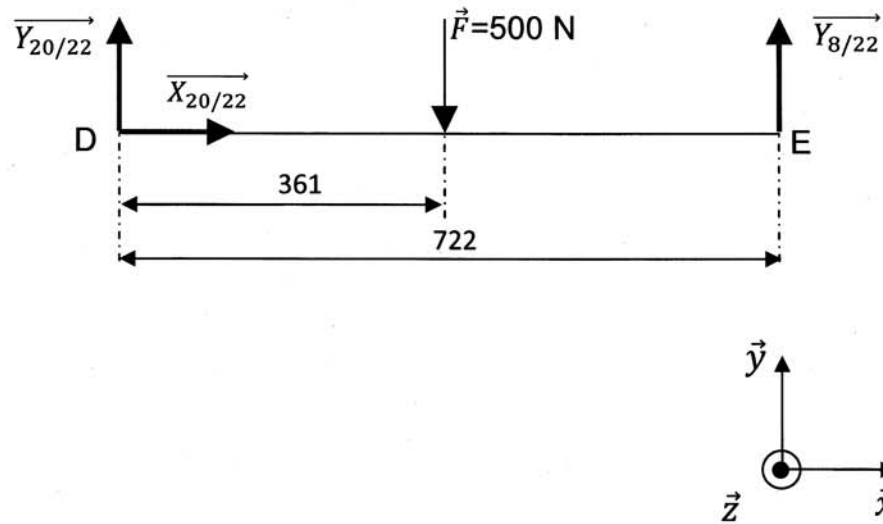
$$\overrightarrow{BA} = 947 \vec{x}$$

$$\overrightarrow{AC} = 1382 \vec{y}$$

$$\overrightarrow{AG} = -698 \vec{x} + 833 \vec{y}$$

## Document réponse R2

Isolement du solide 22 et modélisation des efforts de liaisons :



Question N°4.3

