

SESSION 2011

CAPLP
CONCOURS EXTERNE

Section : GÉNIE INDUSTRIEL
Option : BOIS

ÉCRIT 1
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.



Documents remis au candidat :

- Texte de l'épreuve : 8 pages
- Dossier documents techniques : 3 pages
- Dossier documents ressources : 9 pages

Document à rendre par le candidat

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

Toutes les réponses se feront sur le dossier réponse.

Texte de l'épreuve

Objectifs de l'étude

Le thème d'étude portera sur un bain de soleil présenté sur les documents techniques DT1 à DT3. Le dossier ainsi que le support des mollets sont réglables sur 3 positions. Le travail concernera la vérification de la conformité de certains éléments de la structure vis à vis des normes et des règles de calcul des structures en vigueur.

Présentation de l'étude du bain de soleil

Ce bain de soleil de grande qualité, en châtaignier, vous assure un confort optimal par son dossier s'inclinant en 3 positions possibles. Un réglage du support pour les jambes est possible également. Sa tablette latérale coulissante vous permet de vous installer avec un livre ou un bon verre frais pour un moment...

Hypothèses de travail

- L'essence utilisée pour toutes les pièces massives du bain de soleil est du châtaignier d'origine européenne.
- Le châtaignier utilisé est équivalent à un feuillu de classe D35 (voir document ressource DR1) sur lequel figurent ces principales caractéristiques.
- Les tourillons sont en hêtre équivalent à un feuillu de classe D35 (voir document ressource DR1).
- Le poids propre des éléments, lorsqu'il n'est pas précisé, sera négligé.
- On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$ comme valeur pour l'accélération de pesanteur.
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.

Travail à réaliser

1. Modélisation

- 1.1 A partir du document technique DT2 et du schéma cinématique plan (document ressource DR3), tracer le graphe des liaisons du mécanisme.
- 1.2 Donner la nature des mobilités des liaisons de centre D, E et F.
- 1.3 A partir du graphe des liaisons, déterminer le nombre cyclomatique correspondant.
- 1.4 Déterminer le degré d'hyperstatisme de la boucle 100 – 400 – 600.
- 1.5 La liaison de centre C est une liaison équivalente à trois liaisons élémentaires. A partir des documents techniques DT1 et DT3, déterminer les liaisons élémentaires en justifiant vos choix puis représenter celles-ci avec un schéma cinématique spatial.
- 1.6 Compléter le schéma cinématique plan en justifiant votre choix.

2. Étude de la liaison Assise / long pan

Objectif : Déterminer les conditions géométriques des tourillons en regard à la norme NF EN 1728 et proposer, le cas échéant, des modifications de la solution actuelle.

La liaison entre l'assise fixe (100) et les deux longs pans (101) se fait par 2 tourillons de chaque côté (voir document technique DT3). Ils ont un diamètre de 10 mm et sont en hêtre.

La norme NF EN 1728 précise que lors d'un essai statique de l'assise, on applique un effort d'une intensité de 1600 N. Cet effort sera d'une part, centré suivant la largeur de l'assise (soit 540 mm) et d'autre part, situé à 175 mm en avant de la ligne de jonction assise/dossier (voir document ressource DR3).

Données :

- Tourillons de diamètre 10 mm en hêtre.
- La pression superficielle de matage est de $2\sigma/3$ (voir document ressource DR1).

- 2.1 - Après avoir posé les hypothèses que vous jugerez nécessaires, proposer une schématisation plane du problème (géométrie, liaisons, actions mécaniques).
- 2.2 - Déterminer les actions mécaniques supportées par les tourillons.

2.3 - Plusieurs modèles de pression superficielle sont envisageables (voir les documents ressources DR4 et DR5).

Hypothèse : On suppose, pour les questions suivantes, que le tourillon le plus chargé supporte un effort dont l'intensité est de 500N.

- 2.3.1. Le tourillon est enfoncé en force, la pression est alors répartie uniformément. Calculer la profondeur d'implantation du tourillon.
- 2.3.2. Dans l'hypothèse d'une répartition triangulaire de la pression superficielle, calculer la profondeur d'implantation du tourillon.
- 2.3.3. Le tourillon est monté juste (enfoncé à la main) la répartition des pressions est elliptique. Calculer la profondeur d'implantation du tourillon.
- 2.3.4. Pour les deux hypothèses de montages précédents (tourillon forcé ou tourillon avec jeu), quels sont les autres risques de rupture du châtaignier, tant sur le long pan (101) que sur l'assise (100).

2.4 - Vérifier le tourillon au cisaillement.

2.5 - Quelles solutions préconisez-vous pour satisfaire à la norme ?

3. Étude du dossier

Objectif : *Améliorer la conception de la solution actuelle et vérifier le dimensionnement d'une latte du dossier en regard à la norme NF EN 1728.*

La liaison entre les lattes du dossier (403) et les traverses basse (401) et haute (404) se fait par un assemblage tenon à mi-bois collé et pointé (voir le document technique DT3 et les documents ressources DR5 et DR6).

- La solution actuelle pose le problème de la rétention d'eau dans la rainure traversante de la traverse basse.
Proposer puis représenter, en fonction des contraintes définies par le bureau d'étude, une autre solution permettant de palier à cet inconvénient.

Contrainte du bureau d'étude :

Les assemblages latte/traverse basse et latte/traverse haute devront pouvoir être modélisés par une liaison encastrement.

La norme *NF EN 1728* précise que lors d'un essai statique de l'assise, on applique un effort de 410 N situé à 300 mm au dessus de la ligne de jonction assise/dossier (voir document ressource DR3).

Le modèle de chargement retenu est celui des documents ressources DR5 et DR6.

- 3.2 - Après avoir déterminé le degré d'hyperstaticité, écrire les équations de la statique relatives à cette poutre modélisée.

- 3.3 - A partir du document ressource DR2, déterminer les actions mécaniques de liaisons aux extrémités A et B de la latte. Énoncer éventuellement des hypothèses simplificatrices cohérentes.
- 3.4 - Déterminer les équations des efforts intérieurs de cohésion.
- 3.5 - Tracer les diagrammes de l'effort tranchant V_y et du moment fléchissant M_{fz} .
- 3.6 - Vérifier la résistance à la contrainte normale de flexion et de cisaillement longitudinale de la latte.
- 3.7 - Vérifier la tenue de l'assemblage existant.

4. Étude de la tablette

Objectif n°1: *Vérifier la tenue de l'assemblage par tourillon*

La liaison entre le long pan (101) et le coulisseau (103) se fait par l'intermédiaire de tourillons collés en hêtre de diamètre 10 mm, de longueur 40 mm (voir le document technique DT3 et les documents ressources DR7 et DR8).

- 4.1- A partir de la figure n°1, déterminer les actions mécaniques au point D (contact entre le long pan et la tablette), et au point E (contact entre le coulisseau et la tablette).
- 4.2 - Au regard de ces valeurs, quelles sont les défaillances possibles sur les pièces en présence.
- 4.3 - On considère maintenant que la liaison assurée par le tourillon reprend uniquement l'action mécanique que vous avez trouvée au point D.
 - 4.3.1 - Quelles sont les détériorations possibles de cet assemblage ?
 - 4.3.2 - À partir des caractéristiques mécaniques du hêtre et de la colle utilisée, vérifier l'assemblage.
 - 4.3.3 - Proposer si nécessaire une solution améliorant la qualité de l'assemblage.

Objectif n°2: *Assurer un fonctionnement correct lors de la rentrée de la tablette*

- 4.4 - A partir du document ressource DR7 figure 2, déterminer la longueur minimale de guidage nécessaire, afin d'éviter le phénomène d'arc-boutement.

Hypothèse : *On se placera à la limite du glissement*

- 4.5- Proposer une évolution de la solution de guidage actuelle.

5. Étude de performance d'une solution technique

Objectif : Valider et choisir une solution technique

La pertinence du choix de l'assemblage des pieds et longs pans doit permettre de résister aux différentes sollicitations climatiques et mécaniques dues aux multiples contraintes d'utilisation. Ce choix s'est **porté sur une solution d'assemblage par tourillons**. L'étude mécanique a révélé un moment d'encastrement de 620 Nm à reprendre par l'assemblage (sécurité et effet dynamique pris en compte).



Suite à des tests réalisés sur la tenue de ces assemblages, un plan d'expérience a été mis en œuvre afin de :

- Déterminer les influences des différents facteurs (colle, nombre de tourillons, diamètre, ...)
- Choisir la solution optimale pour obtenir l'assemblage le plus résistant.
- Montrer l'influence des paramètres « type de colle » et « type des tourillons »

Les paramètres sont les suivants :

Facteur	Désignation	Niveau 1	Niveau 2
A	Diamètre du tourillon	10 mm	12 mm
B	Type de tourillon	Strillé	Lisse
C	Nombre de tourillons	2	3
D	Type de colle	Type 1	Type 2
E	Longueur du tourillon	40 mm	60 mm

Les autres facteurs susceptibles d'influencer la résistance de l'assemblage ont été bloqués ou aléarisés.

Les interactions envisagées sont :

- Le type de tourillon et le nombre de tourillons [BC]
- Le type de tourillon et le type de colle [BD]

La table utilisée pour ce plan est une table du modèle Taguchi L8 (2^7)

Trois séries d'essais ont été réalisées, les résultats sont les suivants :

N° expérience	Facteurs					Essai 1 (Rupture N.m)	Essai 2 (Rupture N.m)	Essai 3 (Rupture N.m)
	A	B	C	D	E			
1	1	1	1	1	1	400	400	550
2	2	1	1	2	2	500	650	650
3	1	2	1	1	2	400	650	650
4	2	2	1	2	1	700	500	500
5	2	1	2	1	2	800	800	800
6	1	1	2	2	1	450	550	550
7	2	2	2	1	1	450	500	500
8	1	2	2	2	2	500	650	650

A partir du document ressource DR9 :

- 5.1 - Calculer et représenter graphiquement les effets des différents facteurs et les interactions [BC] et [BD].
- 5.2 - Déterminer la ou les combinaisons la ou les plus adaptée(s) à la problématique : résistance la plus élevée.
- 5.3 - Donner la configuration optimale ainsi que la réponse théorique conformément à la contrainte minimale de rupture attendue, dans un souci économique le plus juste. Justifier la réponse.
- 5.4 - Représenter schématiquement le principe de positionnement des tourillons selon le modèle retenu.

6. Ecoconception

Objectif: *Évaluer l'impact environnemental du produit.*

L'écoconception est la prise en compte et la réduction, dès la conception ou lors d'une re-conception de produits, 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 (depuis l'extraction de matières premières jusqu'à son élimination en fin de vie) et de tous les critères environnementaux (consommations de matières premières, d'eau et d'énergie, rejets dans l'eau et dans l'air, production de déchets...)

La norme ISO 2002 indique : « intégrer l'environnement à toutes les phases (et le plus en amont possible) du développement d'un produit (au même titre que les autres critères : qualité/coût/délai, sécurité, santé, etc.) »

La marque NF environnement garantit cette écoconception en labellisant des produits qui certifient :

- la réduction de la matière utilisée et son origine renouvelable
- la non utilisation de composants chimiques (peinture, colle...)
- la réduction de l'encombrement d'un meuble pour son acheminement (moindre dépense énergétique au transport)
- le recyclage facilité du meuble.

Stratégies d'écoconception

- Choix de matériaux peu impactant
- Choix de matériaux renouvelables
- Amélioration des procédés de production
- Réduction de la quantité de matériaux utilisée (dématérialisation)
- Diminuer l'impact en phase d'utilisation
- L'allongement de la durée d'utilisation du produit, par exemple en améliorant la solidité
- La prévention de la pollution
- Diminuer la consommation des ressources naturelles
- Diminuer la consommation d'énergie et l'utilisation d'énergies renouvelables
- Réduction des déchets en réduisant la taille et le poids du produit et des emballages, en utilisant des matériaux recyclables et recyclés, en reprenant les produits usagés...
- Inciter l'utilisateur à améliorer ses pratiques (informer des acheteurs pour qu'ils utilisent mieux le produit au moyen par exemple d'une notice d'utilisation)
- Permettre l'optimisation de la collecte (ex. : bouteilles d'eau compactables)
- Assurer des filières de recyclage
- Permettre un désassemblage facilité

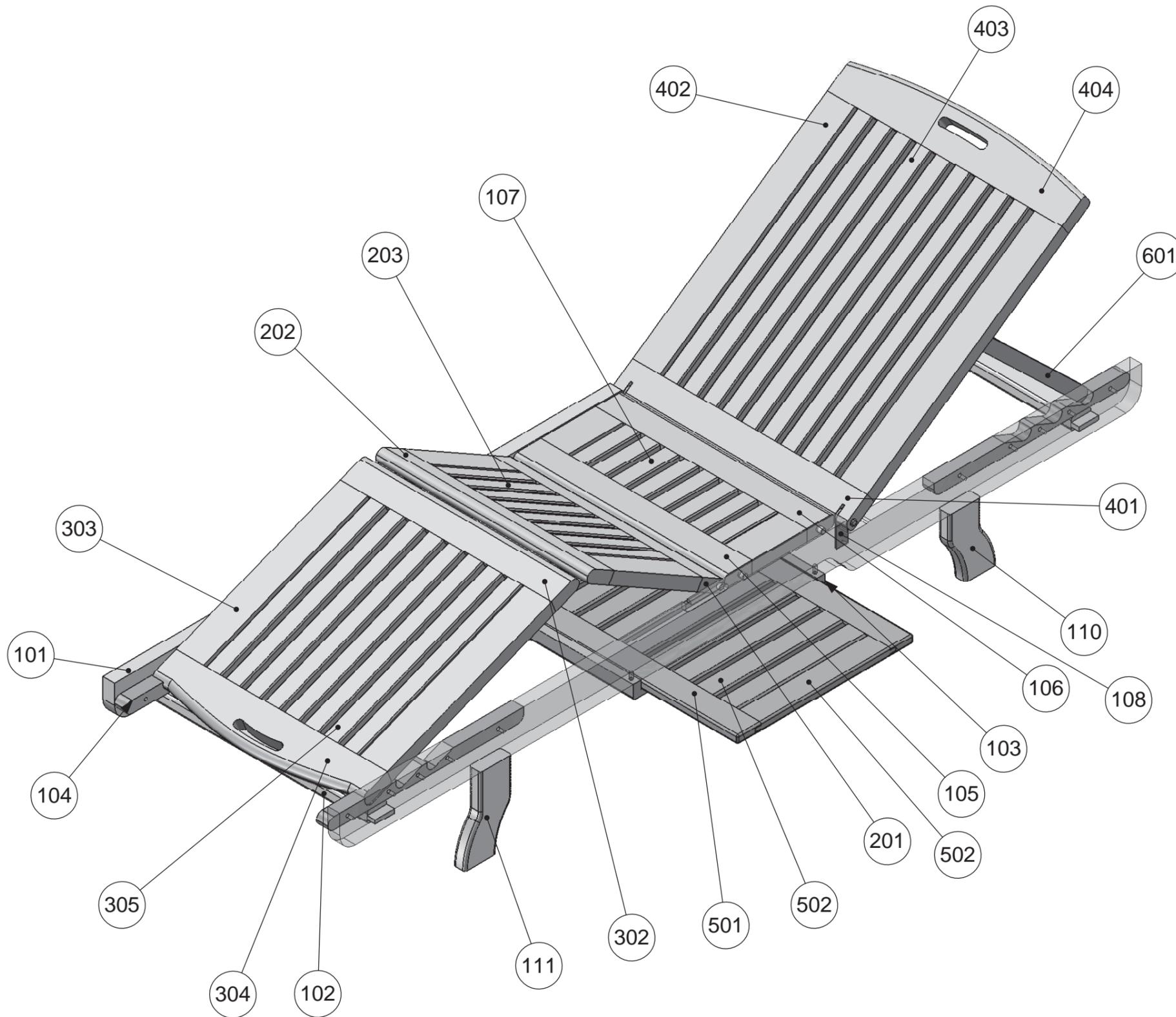
6.1 - A partir de la stratégie d'écoconception présentée ci-dessus, établir une étude comparative avec le produit étudié et, proposer des pistes de solutions répondant aux critères.

Dossier documents techniques

DT1 : Bain de Soleil Perspective et Nomenclature
DT2 : Bain de Soleil Perspectives et solutions techniques
DT3 : Bain de Soleil Détails

Document technique : DT1

EFE GIB 1

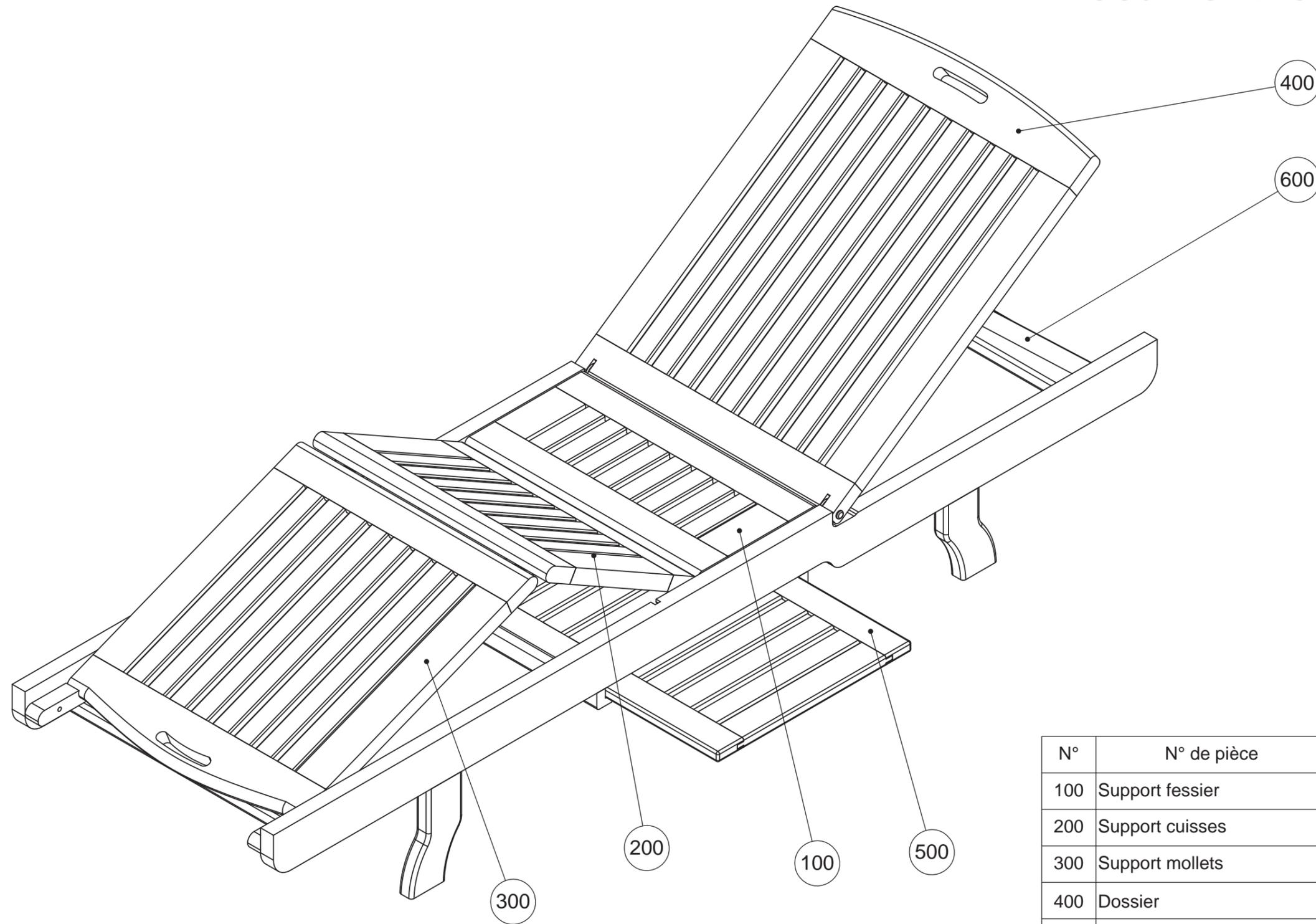


N°	N° pièce	Description	Qte
1	Sol		1
101	Long pan	Châtaignier	2
102	Traverse	Châtaignier	2
103	Coulisseau	Châtaignier	2
104	Crémaillère	Châtaignier	4
105	Traverse - Support fessier	Châtaignier	2
106	Montant - Support fessier	Châtaignier	2
107	Latte - Support fessier	Châtaignier	8
108	Patte de fixation	S235	2
109	Tourillon 10 mm	Hêtre	4
110	Pied arrière	Châtaignier	2
111	Pied avant	Châtaignier	2
201	Traverse - Support cuisse	Châtaignier	2
202	Montant - Support cuisse	Châtaignier	2
203	Latte - Support cuisse	Châtaignier	8
301	Chape articulation	S235	2
302	Traverse haute - Support mollet	Châtaignier	1
303	Montant - Support mollet	Châtaignier	2
304	Traverse basse - Support mollet	Châtaignier	1
305	Latte - Support mollet	Châtaignier	8
401	Traverse basse - Support dossier	Châtaignier	1
402	Montant - Support dossier	Châtaignier	2
403	Latte - Support dossier	Châtaignier	9
404	Traverse haute - Support dossier	Châtaignier	1
405	Axe articulation	S235	2
406	Support de rotation	S235	2
407	Vis_Plastique		2
408	Ecrou_Plastique		2
501	Montant - Support tablette	Châtaignier	2
502	Traverse - Support tablette	Châtaignier	2
502	Latte - Support tablette	Châtaignier	8
601	Béquille	Châtaignier	2
602	Traverse - Support béquille	Châtaignier	1

Dessiné par:	ECHELLE :	Bain de soleil	
	1 : 8		
Date :			
	A3H		DT1

Document technique : DT2

EFE GIB 1



N°	N° de pièce	Description	Qte
100	Support fessier		1
200	Support cuisses		1
300	Support mollets		1
400	Dossier		1
500	Tablette		1
600	Réglage arrière		1

Dessiné par:	ECHELLE :	Bain de soleil	
	1 : 7		
Date :			
	A3H		DT2

Figure 4

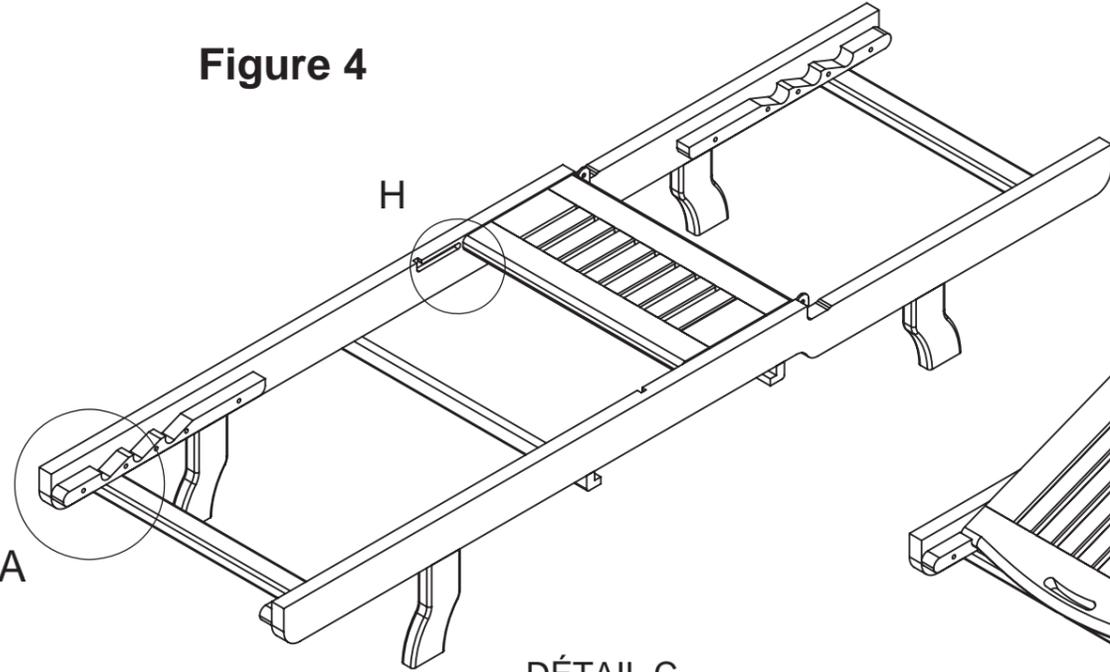


Figure 5

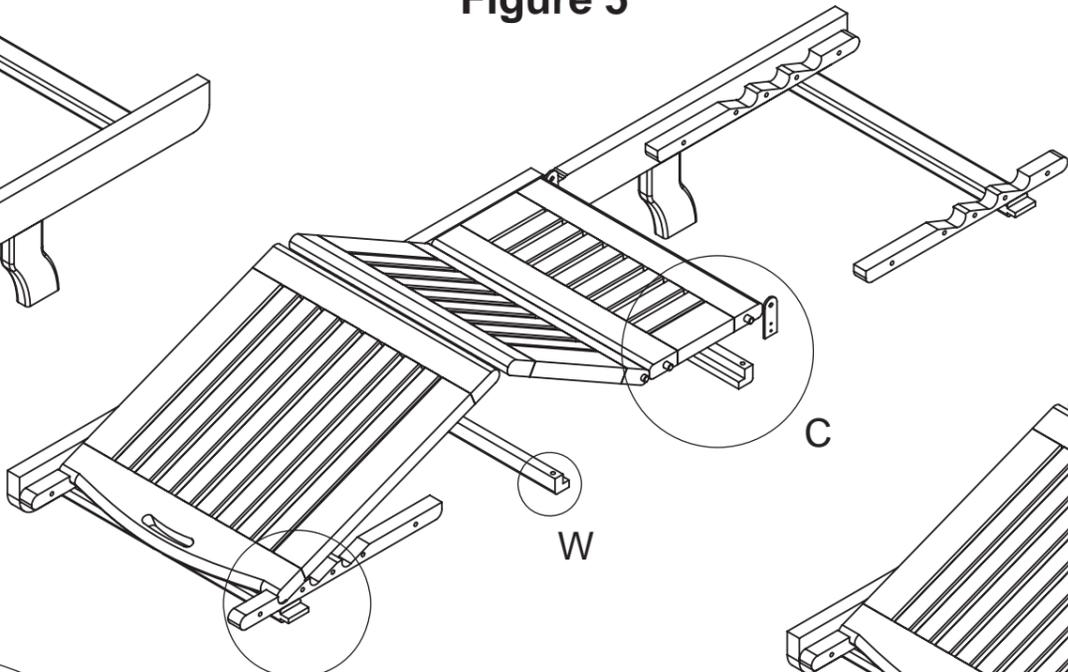
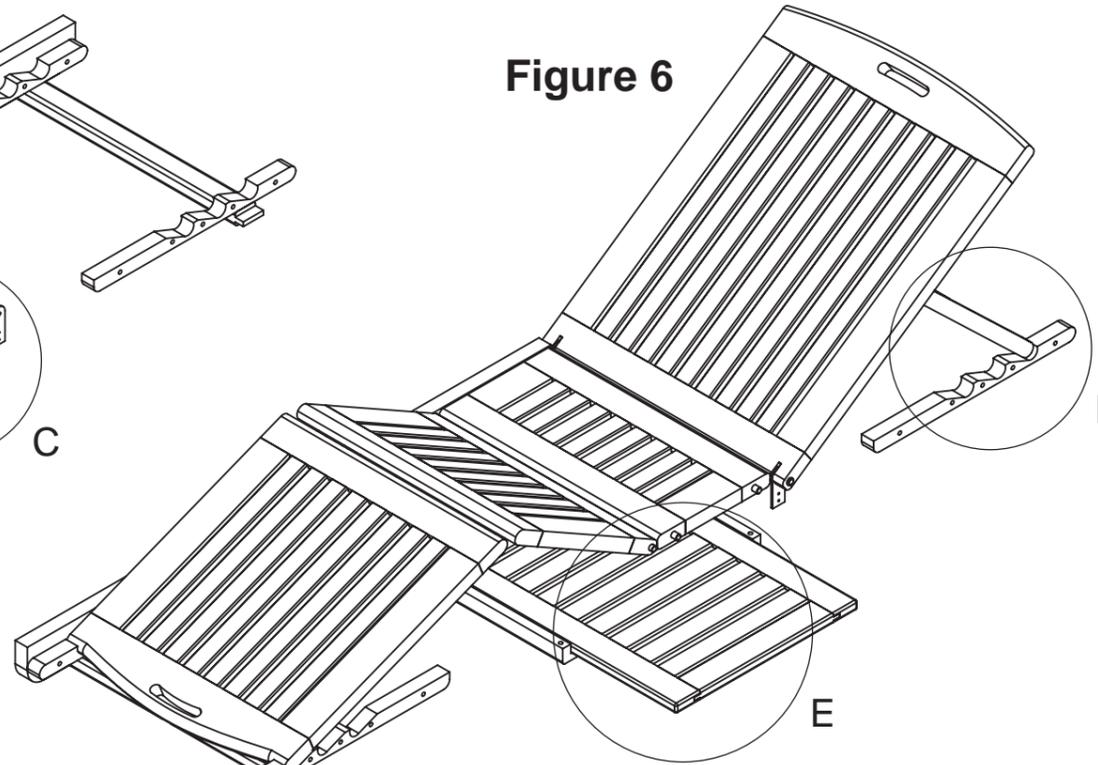
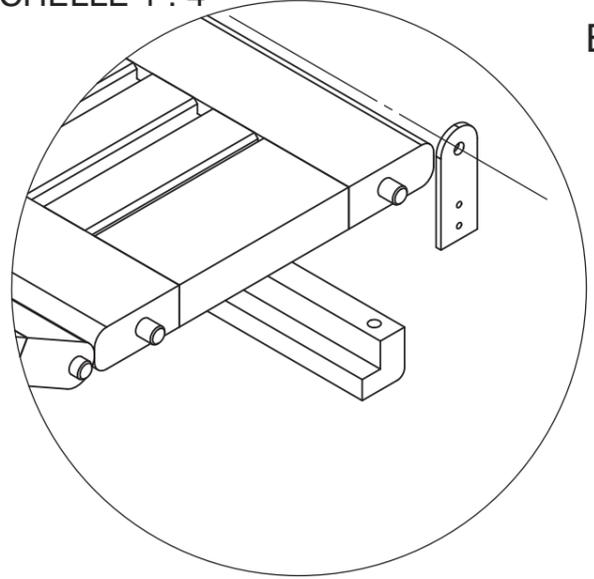


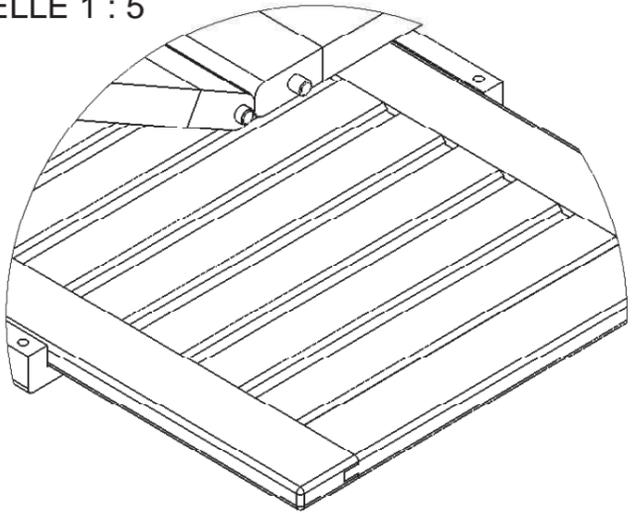
Figure 6



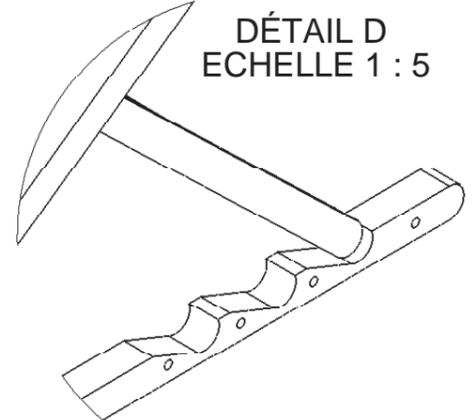
DÉTAIL C
ECHELLE 1 : 4



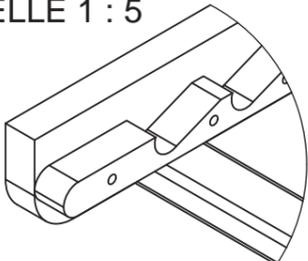
DÉTAIL E
ECHELLE 1 : 5



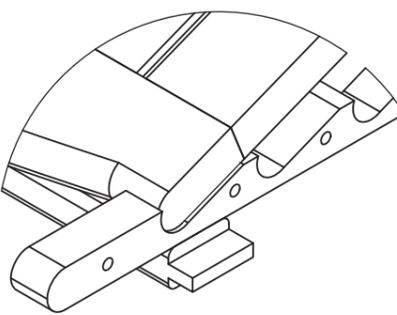
DÉTAIL D
ECHELLE 1 : 5



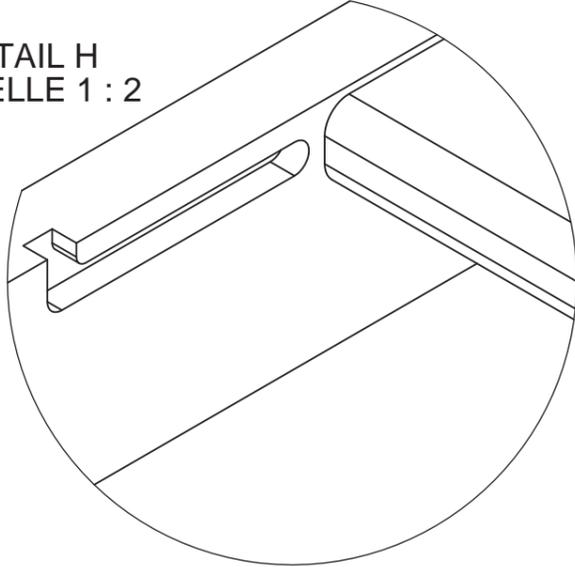
DÉTAIL A
ECHELLE 1 : 5



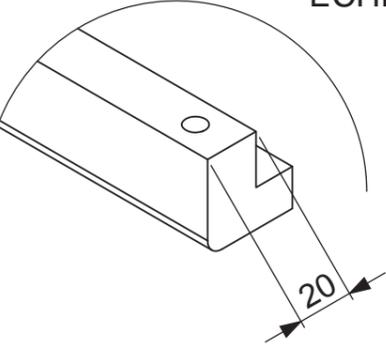
DÉTAIL B
ECHELLE 1 : 4



DÉTAIL H
ECHELLE 1 : 2



DÉTAIL W
ECHELLE 1 : 2



Dessiné par:	ECHELLE : 1 : 12	Bain de soleil	
Date :			
	A3H		DT3

Dossier documents ressources

- DR1 : Caractéristiques techniques des bois massifs
- DR2 : Extrait de règles de calcul des charpentes en bois CB71
- DR3 : Modélisation cinématique
Étude de la liaison Assise / long pan
- DR4 : Différents types de pressions superficielles
 - Pression de matage uniforme
 - Répartition linéaire des pressions de matage
- DR5 : Différents types de pressions superficielles suite
 - Répartition sinusoïdale des pressions de matage
 - Répartition triangulaire de la pression superficielleÉtude d'une latte du dossier
- DR6 : Dessin du dossier
- DR7 : Étude de la tablette
- DR8 : Colle de montage
- DR9 : Plan d'expérience

Document ressource DR1

Caractéristiques techniques des bois massifs

Les contraintes admissibles correspondant aux classes de résistance définies dans la NF EN 338 sont données dans le tableau ci-dessous. Elles correspondent à une humidité de 12 %, mais peuvent être utilisées sans correction pour une humidité de 15 % (définie comme humidité de base dans les règles CB71).

Cas des produits certifiés par un organisme compétent

		Résineux et peuplier							Feuillus					
Classe (N/mm ²)		C18 ^{a)}	C22	C24	C27	C30	C35	C40	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Flexion	σ_f	8,5	10,5	11,5	13	14,3	16,7	19	14,3	16,7	19	23,8	28,6	33,3
Traction axiale	σ	5,2	6,2	6,7	7,6	8,6	10	11,4	8,6	10	11,4	14,3	17,1	20
Traction perpendiculaire	σ_t	0,13	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Compression axiale	σ'	9	9,5	10	10,5	11,4	11,9	12,4	11	11,9	12,4	13,8	15,2	16,2
Compression perpendiculaire	σ'_t	2,3	2,4	2,5	2,7	2,7	2,9	3	3,8	4	4,2	4,6	5	6,4
Cisaillement	τ	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,4	1,6	1,8	2,2	2,5	2,9

Remarque : Les contraintes admissibles ont été obtenues en divisant les résistances de ruptures (norme EN 338) par 2,225

**Correspondance entre les symboles définis dans les normes européennes
et les Règles CB 71**

	EC 5 DAN ^{a)}	CB 71
Flexion	$f_{m,k}$	σ_f
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	σ
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	σ_t
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	σ'
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	σ'_t
Cisaillement	$f_{v,k}$	τ
Module moyen d'élasticité axiale	$E_{0,moy}$	E_F
Module moyen de cisaillement	$G_{0,moy}$	E_G
Masse volumique moyenne	ρ_{moy}	
<i>a) Notations de l'Eurocode 5 — DAN pour les valeurs caractéristiques correspondantes.</i>		

Extrait de règles de calcul des charpentes en bois CB71

Pièces soumises à la flexion + traction axiale :

$$\text{Contrainte normale : } \frac{\bar{\sigma}_f}{\sigma} \times \frac{N}{A} + \frac{M_{f,\max}}{C \cdot (I/v)} \leq C_h \cdot \bar{\sigma}_t$$

Pièces soumises à la flexion + compression axiale :

$$\text{Contrainte normale : } \frac{\bar{\sigma}_f}{\sigma} \times K \times \frac{N}{A} + \frac{M_{f,\max}}{C \cdot (I/v)} \leq C_h \cdot \bar{\sigma}_c$$

$$\text{pour } \lambda \leq 37,5 \quad K = 1$$

$$\text{pour } 37,5 < \lambda \leq 75 \quad K = \frac{100}{145 - 1,20 \cdot \lambda}$$

$$\text{pour } 75 < \lambda \leq 120 \quad K = \frac{\lambda^2}{3100}$$

Pièces soumises à la traction transversale :

$$\text{Contrainte normale : } \frac{N}{A} \leq C_h \cdot \bar{\sigma}_t'$$

Pièces soumises à la compression transversale :

$$\text{Contrainte normale : } \frac{N}{A} \leq C_h \cdot \bar{\sigma}_t''$$

Contraintes tangentielles :

$$\tau_{\max} \leq C_h \cdot \bar{\tau}$$

C_h : Coefficient d'humidité du bois

C : Coefficient de hauteur

A : aire de la section droite

$\bar{\sigma}_f$: Contrainte admissible en flexion

$\bar{\sigma}$: Contrainte admissible en traction axiale

$\bar{\sigma}'$: Contrainte admissible en compression axiale

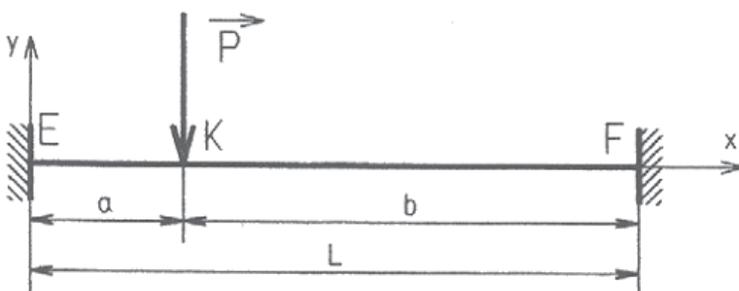
$\bar{\sigma}_t'$: Contrainte admissible en compression transversale

$\bar{\sigma}_t''$: Contrainte admissible en traction transversale

K : Coefficient de flambement

Le coefficient d'humidité sera considéré égal à 1.

Formulaire partielle pour une poutre encastree aux deux extremités



$$\text{avec } N_E = \frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2} \quad \text{et} \quad N_F = - \frac{P \cdot a^2 \cdot b}{L^2}$$

Différents types de pressions superficielles

1. Pression de matage uniforme

Surface	Couronne plane	Demi-cylindre*	Demi-sphère
Actions mécaniques			
Pression de matage	$p_0 = \frac{\ \vec{F}_{2/1}\ }{\pi(R_2^2 - R_1^2)}$	$p_0 = \frac{\ \vec{F}_{2/1}\ }{D \cdot \ell}$	$p_0 = \frac{\ \vec{F}_{2/1}\ }{\pi \cdot R^2}$

** dans ce cas, on parle de pression diamétrale

2. Répartition linéaire des pressions de matage

Liaisons	Glissière d'axe (0, \vec{x})*	Appui-plan de normale (0, \vec{y})
Actions mécaniques		
Répartition des $d\vec{N}(x)$		
Pression maximale	$P_{\max} = \frac{6 \ \vec{M}_{O2/1}\ }{b \cdot \ell^2}$	$P_{\max} = \frac{\ \vec{F}_{2/1}\ }{L \cdot \ell} \left[1 + 6 \left(\frac{d}{\ell} + \frac{c}{L} \right) \right] \text{ (en } P_1)$

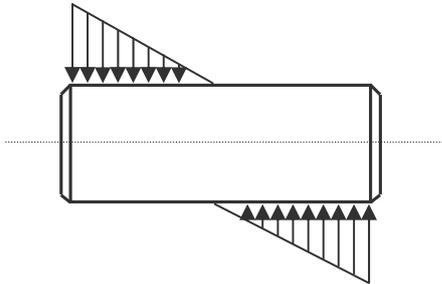
3. Répartition sinusoïdale des pressions de matage

Liaisons	Pivot, pivot glissant d'axe $(O, \vec{z})^*$	Rotule de centre O^*
Répartition des $d\vec{N}(\theta)$	<p>$d\vec{N}(\theta)$ est : - max en C - nulle en A et B</p> <p>Répartition uniforme selon (O, \vec{z})</p>	<p>$d\vec{N}(\theta)$ est : - max en C - nulle en A et B</p> <p>Répartition de $d\vec{N}(\theta)$ dans (O, \vec{x}, \vec{y})</p>
Pression maximale	$P_{\max} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\ \vec{F}_{2/1}\ }{D \cdot \ell}$	$P_{\max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{\ \vec{F}_{2/1}\ }{\pi \cdot R^2}$

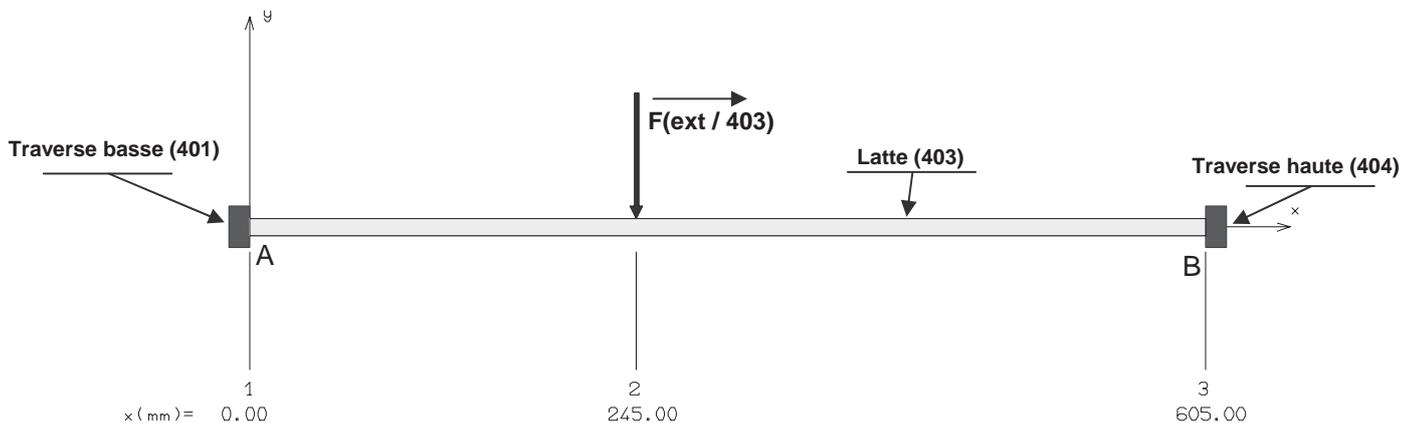
Hypothèse : liaison sans jeu

** Hypothèse de calcul

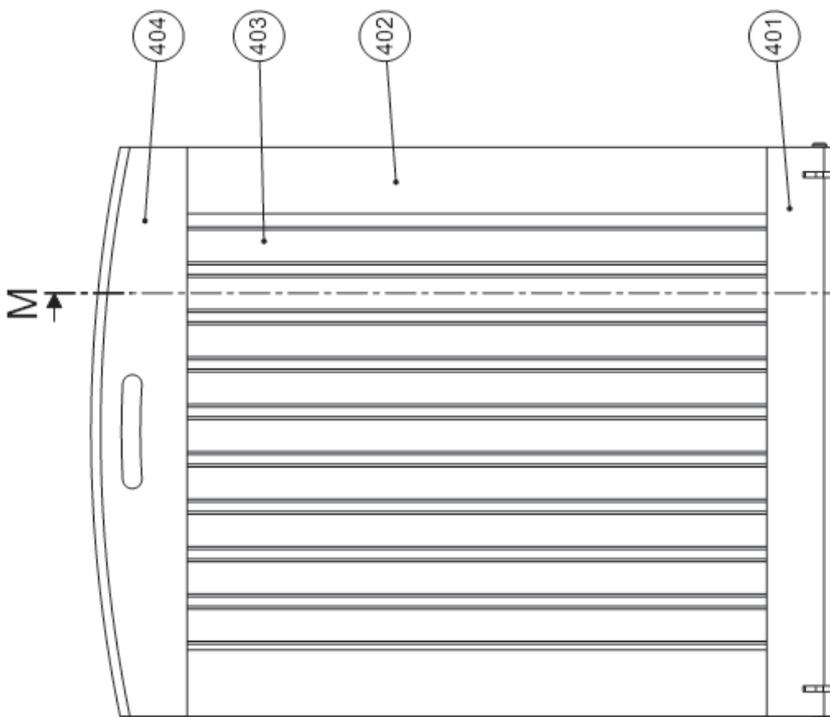
4. Répartition triangulaire de la pression superficielle



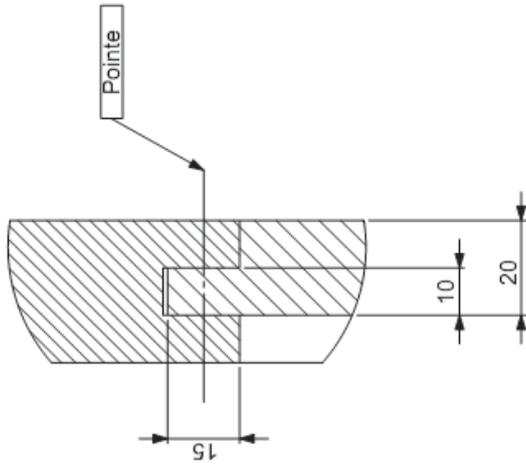
Étude d'une latte du dossier



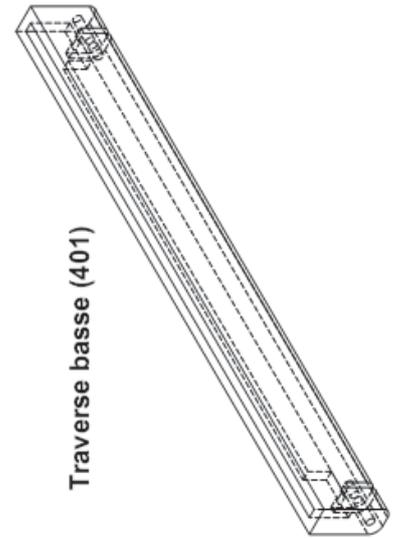
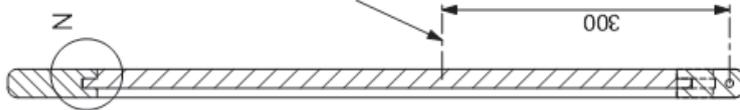
COUPE M-M
Echelle 1 : 5



DÉTAIL N
Echelle 1 : 1



Support de l'action mécanique
d'une intensité de 410 N
prévue d'après la norme NF EN 1728



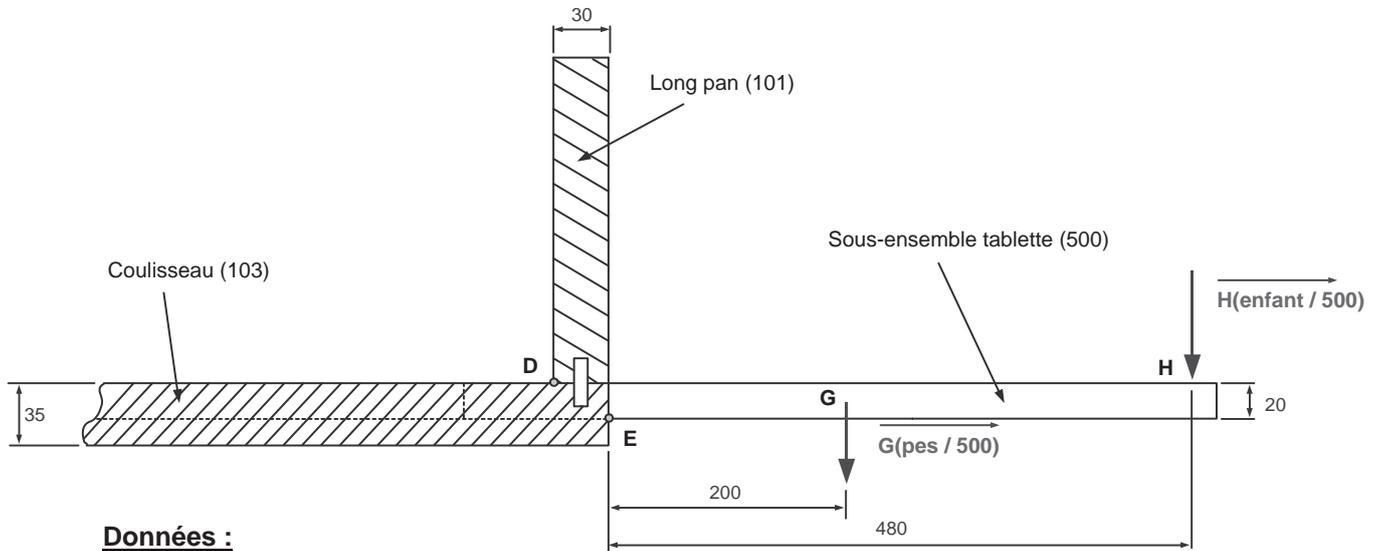
Traverse basse (401)

N°	N° de pièce	Description	Qty
401	Traverse basse dossier		1
402	Côté dossier		2
403	Lattes	635 * 40 * 20	9
404	Traverse haute dossier		1
405	Axe articulation		2

Dessiné par :		Echelle :	
		1 : 5	
Date :			
		A3H	
Bain de soleil			

Étude de la tablette

Figure n°1

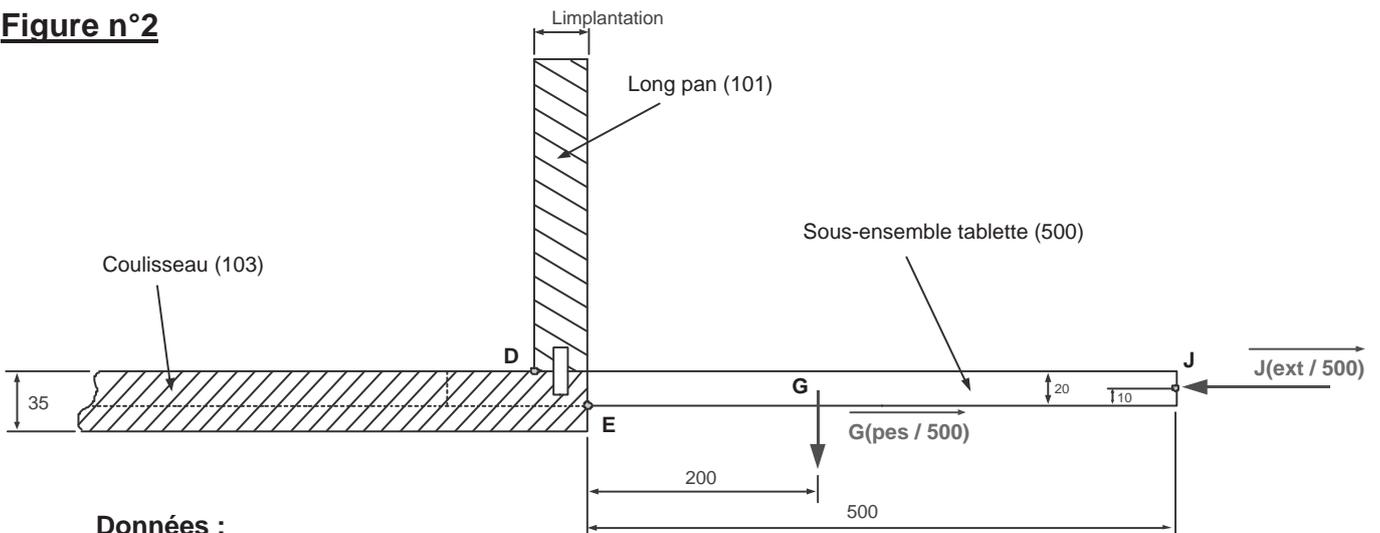


Données :

La masse de la tablette est de 3 kg

L'action mécanique de centre de réduction H engendrée par le poids d'un enfant a pour intensité 100 N.

Figure n°2



Données :

La masse de la tablette est de 3 kg

L'action mécanique de centre de réduction J engendrée par la rentrée de la tablette a une intensité de 30 N. Le point J est positionné au centre de la tablette.

Tableau définissant les coefficients de frottement et d'adhérence

Valeurs indicatives de μ_s et μ	Adhérence		Frottement	
	$\mu_s = f_s = \tan \varphi_s$		$\mu = f = \tan \varphi$	
Nature des matériaux en contact	A sec	Lubrifié	A sec	Lubrifié
Acier sur acier	0,18	0,12	0,15	0,09
Acier sur fonte	0,19	0,1	0,16	0,08 à 0,04
Acier sur bronze	0,11	0,1	0,1	0,09
Téflon sur acier	0,04		0,04	
Fonte sur bronze		0,1	0,2	0,08 à 0,04
Nylon sur acier			0,35	0,12
Bois sur bois	0,65	0,2	0,4 à 0,2	0,16 à 0,04
Métaux sur bois	0,6 à 0,5	0,1	0,5 à 0,2	0,08 à 0,02
Métal sur glace			0,02	
Pneu voiture sur route	0,8		0,6	0,3 à 0,1 sur sol mouillé



COLLES ET MASTICS



COLLE DE MONTAGE PU

Produit

Simson Colle de montage PU est une colle polyuréthane mono-composante prête à l'emploi. Résistante à l'eau selon NEN-EN-204-D4.

Application

Le collage de tous types de bois rabotés ou non, durs ou tendres, raccords en bois et bois combiné avec métal, béton, pierre, divers matériaux d'isolation et synthétiques. Convient pour les constructions en bois résistantes à l'eau.

Caractéristiques

Mousse remplissante
Prêt à l'emploi
Temps ouvert : 20 min
A l'extérieur et à l'intérieur
Convient aussi pour du bois légèrement humide
Résistante à l'eau NEN-EN-204-D4

Mise en œuvre

Support : Les supports doivent être propres, secs, dégraissés et dépoussiérés. Humidité du bois max. 25%

Préparation : Dégraisser le bois gras (teak) et coller immédiatement. Humidifier les matériaux très secs ou lors d'une humidité relative basse.

Application : Appliquer la colle en simple encollage

Temps ouvert : Assembler les deux parties à encoller endéans les 20 min.

Temps de séchage / de serrage / de durcissement : Serrer (3 kg/cm²) pendant 12 h (dépend du bois, humidité du bois et de la température ambiante). Ne pas travailler en dessous de +5°C.

Consommation : 100 – 200 g/m² dépendant de la porosité du support.

Nettoyage : Enlever les parties non-durcies avec l'acétone. Le produit durci ne peut être éliminé que mécaniquement.

Caractéristiques techniques

Matières premières	polyuréthane
Nombre de composants	1
Densité	1.15
Viscosité	± 2000 mPa.s
Extrait sec	± 100%
Résistance au cisaillement (hêtre / hêtre)	5 N/mm ²
Résistance à la traction	8 N/mm ²
Température de mise en œuvre	+ 5°C à +30°C
Résistance aux températures	- 30°C à +100°C
Résistance à l'humidité	résistant à l'eau (NEN-EN-204-D4)
Résistance au gel	craint le gel
Certificat certifié	KOMO

Couleur	Conditionnement	Code
Brune	Flacon de 250 g	162010
Brune	Flacon de 850 g	162011

Plan d'expérience

Ressources pour les calculs

➤ **Calcul de l'effet d'un facteur**

L'effet d'un facteur à un niveau donné traduit l'écart entre la moyenne des résultats pour ce niveau de ce facteur et la moyenne générale des résultats.

Pour un facteur A au niveau i : $E_{Ai} = \overline{Y_{Ai}} - \overline{Y}$

➤ **Calcul de l'effet d'une interaction entre deux facteurs.**

Pour deux facteurs (A et B) à deux niveaux (i et j) : $E_{ABij} = \overline{Y_{A_iB_j}} - (\overline{Y} + E_{Ai} + E_{Bj})$

➤ **Modèle mathématique. (notation de YATES)**

$$Y_{ij} = M + [E_{A1}; E_{A2}]_A + [E_{B1}; E_{B2}]_B + \begin{bmatrix} E_{A1B1} & E_{A1B2} \\ E_{A2B1} & E_{A2B2} \end{bmatrix}_{AB}$$

Le modèle mathématique exprime le résultat d'une solution en fonction de la variation des facteurs et de leur interaction. Il caractérise « LA REPONSE » du ou des facteurs testés.

La valeur optimum du modèle dépend de l'effet recherché (positif ou négatif)

Dossier documents réponses

1. Modélisation

1.1 Tracer le graphe des liaisons du mécanisme.

1.2 Donner la nature des mobilités des liaisons de centre D, E et F.

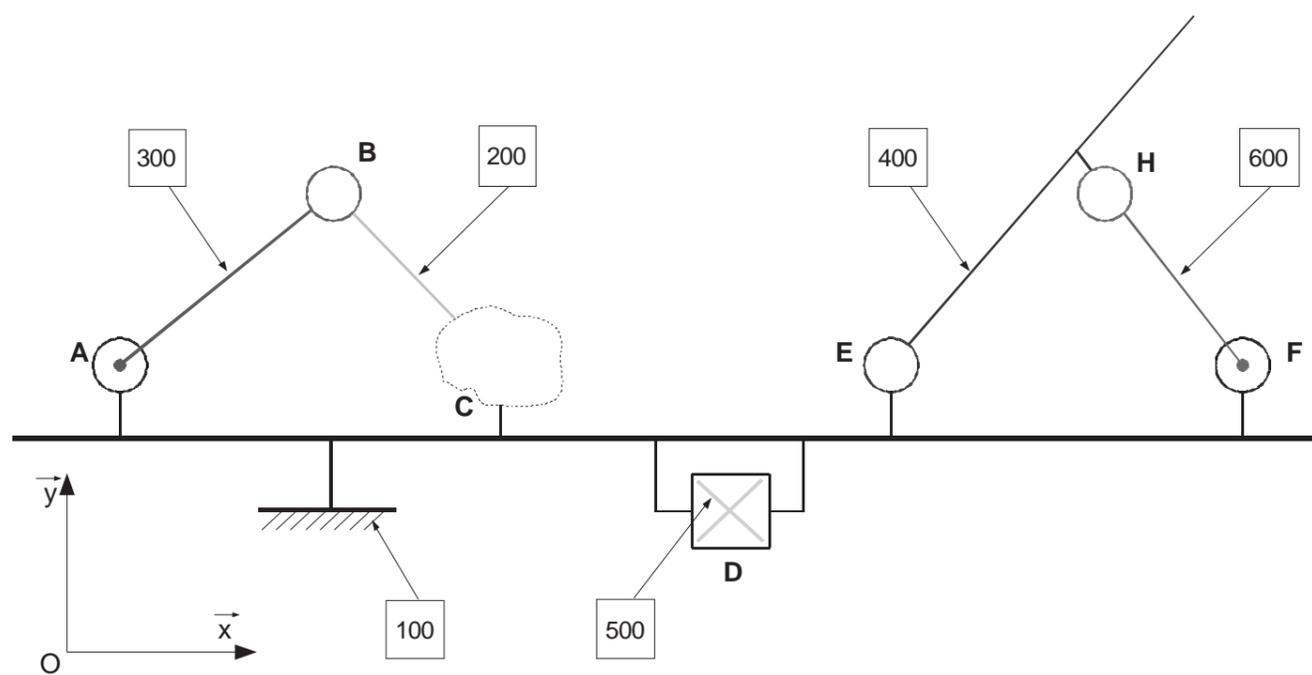
1.3 A partir du graphe des liaisons, déterminer le nombre cyclomatique correspondant.

1.4 Déterminer le degré d'hyperstatisme de la boucle 100 – 400 – 600.

1.5 Déterminer les liaisons élémentaires en justifiant vos choix puis représenter celles-ci avec un schéma cinématique spatial.

Justifications

1.6 Compléter le schéma cinématique plan en justifiant votre choix.



2. Étude de la liaison Assise / long pan

2.1 - Après avoir posé les hypothèses que vous jugerez nécessaires, proposer une schématisation plane du problème (géométrie, liaisons, actions mécaniques).

2.2 - Déterminer les actions mécaniques supportées par les tourillons.

2.3 - Plusieurs modèles de pression superficielle sont envisageables.

2.3.1. Le tourillon est enfoncé en force, la pression est alors répartie uniformément. Calculer la profondeur d'implantation du tourillon.

2.3.2. Dans l'hypothèse d'une répartition triangulaire de la pression superficielle, calculer la profondeur d'implantation du tourillon.

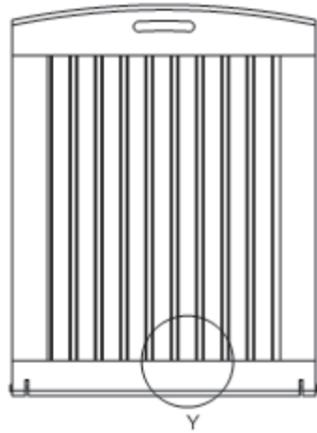
- 2.3.3. Le tourillon est monté juste (enfoncé à la main) la répartition des pressions est elliptique. Calculer la profondeur d'implantation du tourillon.
- 2.3.4. Pour les deux hypothèses de montages précédents (tourillon forcé ou tourillon avec jeu), quels sont les autres risques de rupture du châtaignier, tant sur le long pan (101) que sur l'assise (100).

2.4 - Vérifier le tourillon au cisaillement.

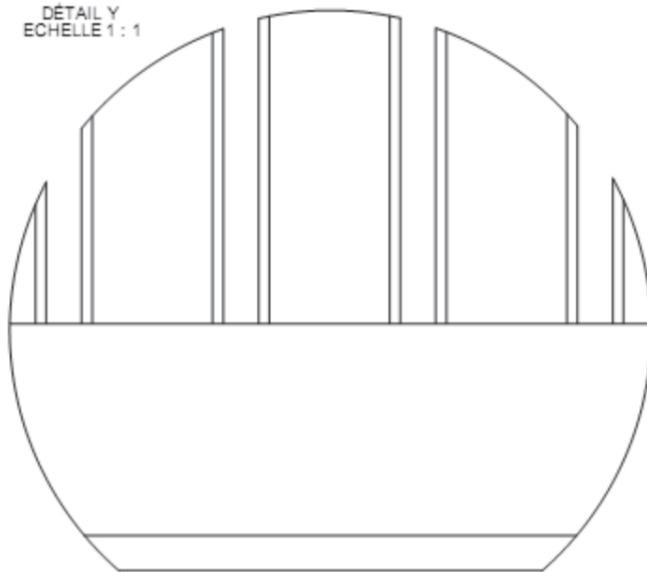
2.5 - Quelles solutions préconisez-vous pour satisfaire à la norme ?
Justifier votre réponse.

3. Étude du dossier

- 3.1 - La solution actuelle pose le problème de la rétention d'eau dans la rainure traversante de la traverse basse.
Proposer puis représenter, en fonction des contraintes définies par le bureau d'étude, une autre solution permettant de palier à cet inconvénient.



DÉTAIL Y
ECHELLE 1 : 1



- 3.2 - Après avoir déterminé le degré d'hyperstaticité, écrire les équations de la statique relatives à cette poutre modélisée.

3.3 - Déterminer les actions mécaniques de liaisons aux extrémités A et B de la latte.
Énoncer éventuellement des hypothèses simplificatrices cohérentes.

3.4- Déterminer les équations des efforts intérieurs de cohésion.

3.6 - Vérifier la résistance à la contrainte normale de flexion et de cisaillement longitudinale de la latte.

3.5 - Tracer les diagrammes de l'effort tranchant V_y et du moment fléchissant M_{fz} .

3.7 - Vérifier la tenue de l'assemblage existant.

4. Étude de la tablette

4.1 - Déterminer les actions mécaniques aux points D et E.

4.2 - Au regard de ces valeurs, quelles sont les défaillances possibles sur les pièces en présence.

4.3 - On considère maintenant que la liaison assurée par le tourillon reprend uniquement l'action mécanique que vous avez trouvée au point D.

4.3.1 - Quelles sont les détériorations possibles de cet assemblage ?

4.3.2 - A partir des caractéristiques mécaniques du hêtre et de la colle utilisée, vérifier l'assemblage.

4.3.3 - Proposer si nécessaire une solution améliorant la qualité de l'assemblage.

4.4 - Déterminer la longueur minimale de guidage nécessaire, afin d'éviter le phénomène d'arc-boutement.

5. Étude de performance d'une solution technique

5.1 - Calculer et représenter graphiquement les effets des différents facteurs et les interactions [BC] et [BD].

Calcul des effets des facteurs et interactions

Modèle de l'étude : $Y = M + A + B + C + D + E + [BC] + [BD]$

N° expérience	Facteurs					Essai 1 (Rupture N.m)	Essai 2 (Rupture N.m)	Essai 3 (Rupture N.m)	Moyenne des essais
	A	B	C	D	E				
1	1	1	1	1	1	400	400	550	
2	2	1	1	2	2	500	650	650	
3	1	2	1	1	2	400	650	650	
4	2	2	1	2	1	700	500	500	
5	2	1	2	1	2	800	800	800	
6	1	1	2	2	1	450	550	550	
7	2	2	2	1	1	450	500	500	
8	1	2	2	2	2	500	650	650	

Moyenne M =

Moyenne N1					
Moyenne N2					

Effet N1					
Effet N2					

4.5 - Proposer une évolution de la solution de guidage actuelle.

Interactions :

Moyenne des réponses		Facteur C		Facteur D	
		N 1	N 2	N 1	N 2
Facteur B	N 1				
	N 2				

Effets des interactions		Facteur C		Facteur D	
		N 1	N 2	N 1	N 2
Facteur B	N 1				
	N 2				

Représentation graphique

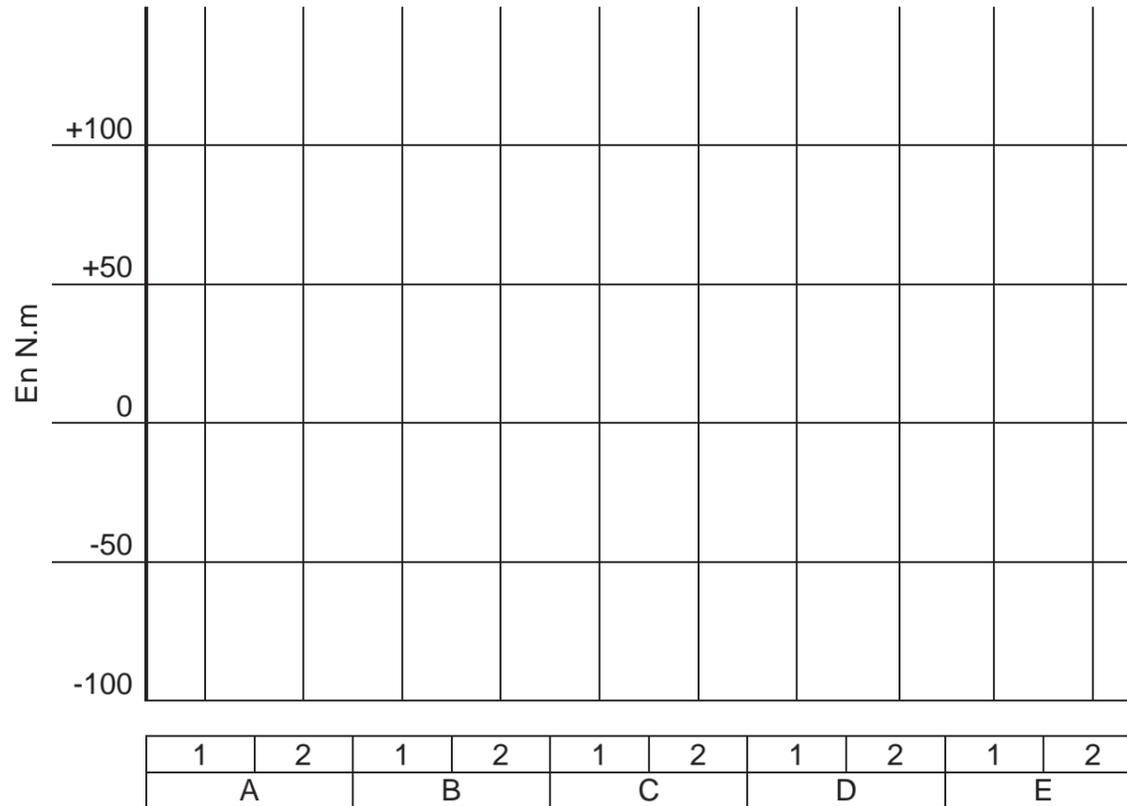


Diagramme des Effets des facteurs

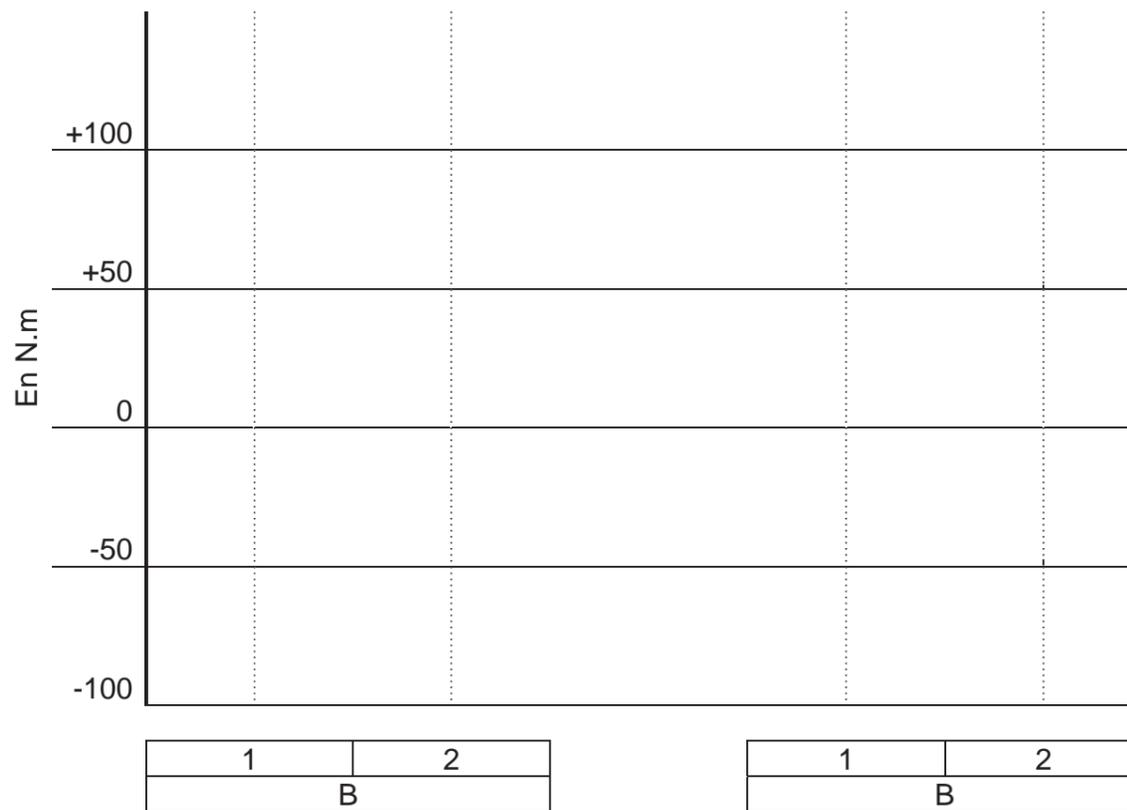


Diagramme des Interactions

5.2- Déterminer la ou les combinaisons la ou les plus adaptée(s) à la problématique : résistance la plus élevée.

5.3- Donner la configuration optimale ainsi que la réponse théorique conformément à la contrainte minimale de rupture attendue, dans un souci économique le plus juste. Justifier la réponse.

5.4 - Représenter schématiquement le principe de positionnement des tourillons selon le modèle retenu.

6. Ecoconception

6.1 - A partir de la stratégie d'écoconception présentée ci-dessus, établir une étude comparative avec le produit étudié et, proposer des pistes de solutions répondant aux critères.

Analyse du cycle de vie du produit dans la démarche d'écoconception			
Critères	Composants du produit	Correspond O/N	Solution envisagée
Choix de matériaux peu impactant (origine, nature, ...)			
Choix de matériaux renouvelables			
Amélioration des procédés de production (assemblages, usinage, transformation, ...)			
L'allongement de la durée d'utilisation du produit, par exemple en améliorant la solidité			
la prévention de la pollution (traitement, préservation, ...)			
Inciter l'utilisateur à améliorer ses pratiques (informer des acheteurs pour qu'ils utilisent mieux le produit au moyen par exemple d'une notice d'utilisation)			
Permettre un désassemblage facilité			