

SESSION 2025

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : CONSTRUCTION

EPREUVE ECRITE DISCIPLINAIRE

Durée : 5 heures

Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.

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

Il est demandé au candidat d'utiliser des feuilles de copie distinctes pour chacune des parties traitées et d'insérer les documents réponses, complétés ou non, dans les copies relatives à la partie considérée. Le candidat pourra apporter tous les compléments qu'il souhaite sur ces mêmes copies. L'ensemble sera alors placé dans une copie servant de « chemise » pour toute la composition.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	4100J	101	9311

RECOMMANDATIONS

L'étude est composée de cinq parties indépendantes. Il est proposé au candidat de répartir son temps de travail sur les différentes parties de l'étude de la façon suivante :

Partie I	Mise en situation	10 min
Partie II	VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Assurer la fixation du portique au sol »	1h
Partie III	VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Assurer la précision de position du robot »	1h30
Partie IV	VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Mettre en mouvement le robot »	1h
Partie V	VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Assurer la polyvalence du support du robot »	1h20

Portique de robot

I. MISE EN SITUATION

I.1 Contexte de l'étude

L'entreprise LUCAS conçoit, fabrique, et distribue des axes linéaires, au sol ou sur poteaux. Cette étude concerne le produit de la Figure 1, composé de :

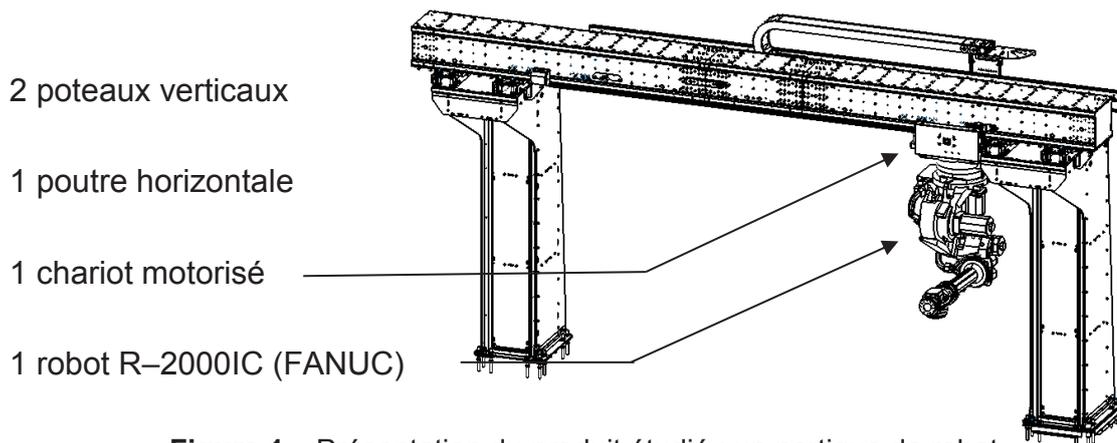


Figure 1 – Présentation du produit étudié : un portique de robot

Les applications industrielles sont nombreuses :

peinture	chargement / déchargement de machines de production	contrôle	palettisation
			

Toutes ces applications nécessitent vitesse et précision, garanties par une conception adaptée et soignée.

L'originalité du produit réside dans la conception des poutres et poteaux comme montré en Figure 2, en plaques d'acier découpées puis assemblées par des vis. Cela permet par exemple :

- pour des longueurs dépassant 12 m, de livrer la poutre en plusieurs tronçons qui peuvent facilement être assemblés sur le site du client ;
- de s'adapter plus rapidement à une évolution de la production en ajoutant un tronçon ou en changeant la position du robot sur le chariot qui le déplace ;

- de démonter, réutiliser ou recycler plus facilement les éléments d'un produit en fin de vie.

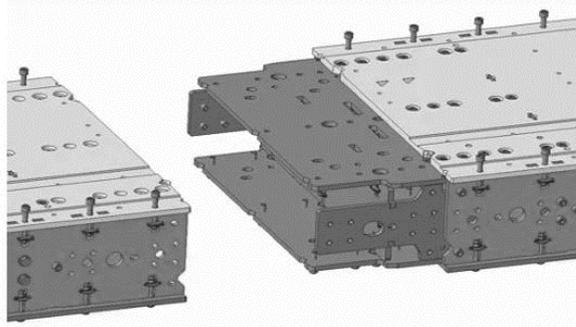


Figure 2 – Conception des poutres et poteaux

I.2 Objet de l'étude

Au fil de cette étude, vous vous intéresserez à la fixation au sol des poteaux, à la rigidité de la poutre, assurant la précision de l'ensemble, aux caractéristiques du moteur permettant d'atteindre les performances de déplacement envisagées. Dans une dernière partie, vous étudierez une évolution du produit qui doit lui permettre d'élargir ses possibilités d'actions.

Le diagramme d'exigences partiel du **DT1** vous sera utile tout le long de cette étude.

II. VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Assurer la fixation du portique au sol »

Objectif : établir les actions mécaniques sur le portique dans un état d'équilibre du système afin de dimensionner les chevilles de maintien au sol.

Q1. Calculer la masse totale de la poutre horizontale en se basant sur le descriptif de la poutre dans le **DT2**.

Q2. Calculer les coordonnées du centre de gravité $G1$ de la poutre horizontale dans le repère $R1 (O1, \vec{x}1, \vec{y}1, \vec{z}1)$ avec le **DT2**.

Indépendamment des résultats trouvés dans les questions précédentes, nous considérons les données du **DT3** à partir de maintenant.

Q3. Le **DT3** montre que l'étude va considérer le robot le plus à droite possible (\vec{x} positif), et avec ses bras déployés vers l'avant (\vec{z} positif). Expliciter les raisons quant à la position choisie pour l'étude de l'accroche au sol des platines.

Q4. Avec le **DT3**, exprimer les coordonnées Xg, Yg, Zg dans le repère R du centre de gravité G du portique, en fonction des masses et des centres de gravité des sous-ensembles. Calculer ces coordonnées Xg, Yg, Zg .

Q5. Expliquer le risque de basculement du portique (ou non) sans fixation au sol. Préciser les axes et les causes de ce basculement.

Hypothèses :

- aucun composant n'est en mouvement. Situation d'équilibre ;
- les solides sont indéformables ;
- le modèle est rendu isostatique en considérant une liaison sphère-plan (ponctuelle) entre le poteau de gauche et le sol en O de normale \vec{y} , et une liaison cylindre-plan (linéaire rectiligne) entre le poteau de droite et le sol de contact (A, \vec{z}) et de normale \vec{y} ;
- l'accélération de la pesanteur est $-g.\vec{y}$ avec $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Q6. Exprimer les différents torseurs d'actions mécaniques sur le portique.

Q7. Exprimer dans $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, en fonction des masses, des coordonnées de $G(Xg, Yg, Zg)$ et de la longueur $L1$ (voir **DT3**), les torseurs d'actions mécaniques du poteau gauche sur le béton en O , et celui du poteau droit en A . Faire l'application numérique des différentes résultantes et moments.

Indépendamment des résultats trouvés dans les questions précédentes, nous considérons que l'effort maximum sur une platine est de 53 kN.

Q8. Avec le **DT3**, et sans considérer de couple de serrage de fixation au sol, justifier que la surface de chaque platine est suffisante pour rester dans le domaine élastique du béton.

Q9. Grâce à la question précédente et le **DT1**, nommer l'exigence concernée.

L'entreprise LUCAS a demandé une étude plus complète à un fabricant de chevilles de maintien au sol. Dans cette étude, le fabricant considère une résultante agissant sur les platines, non seulement suivant \vec{y} , mais aussi une composante significative de 16kN suivant \vec{x} .

Q10. Expliquer qualitativement la cause de la résultante suivant \vec{x} . Aucune justification de la valeur numérique n'est attendue.

Q11. Les résultats de l'étude du fournisseur de chevilles au sol sont donnés dans le **DR1**. Sur la vue de dessus des chevilles du **DR1**, dessiner les axes \vec{x} et \vec{z} à l'origine O (direction et sens de chaque axe) en analysant les résultats donnés dans la colonne « traction ».

Q12. Proposer, en justifiant, un ajout technique mécanique au portique qui pourrait soulager le dimensionnement des chevilles, sans modifier ses dimensions hors-tout et ses mobilités.

III. VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Assurer la précision de position du robot »

Objectif : maîtriser la flèche de la poutre pour que la précision du robot soit acceptable, mais en optimisant la conception de la poutre horizontale.

Q13. En se basant sur les vues en coupe en 3D du **DT4**, donner le nombre de degré(s) de liberté supprimé(s) entre le poteau vertical et la poutre horizontale. Puis nommer la liaison entre le poteau vertical et la poutre horizontale.

Q14. Expliquer les raisons qui ont conduit les concepteurs à adopter cette solution pour la liaison poutre/poteau, et la nécessité de l'assemblage intermédiaire.

Q15. 4 tiges filetées verticales + des écrous sont montrés sur le **DT4**. Expliquer la raison qui a conduit les concepteurs à mettre ces 4 tiges pour chaque liaison, et non pas 2 tiges. Préciser la nature de la sollicitation.

Nous étudions la poutre horizontale sans cloison (représentée sur la Figure 3), que nous considérons comme déformable dans cette partie. Elle subit :

- l'action de la pesanteur suivant $-\vec{y}$ sur la poutre,
- et aussi une action mécanique extérieure, provenant du chariot portant le robot, représentée au niveau de l'interface entre le chariot et la poutre par le torseur suivant :

On rappelle que le point A1 est visible en **DT2**.

$$\{T_{\text{chariot} \rightarrow \text{poutre}}\} = \left\{ \begin{array}{c} -F \cdot \vec{y} \\ M \cdot \vec{x} \end{array} \right\}_{A1} = \left\{ \begin{array}{c} -16\,000 \text{ N } \vec{y} \\ 1\,711 \text{ N.m } \vec{x} \end{array} \right\}_{A1}$$

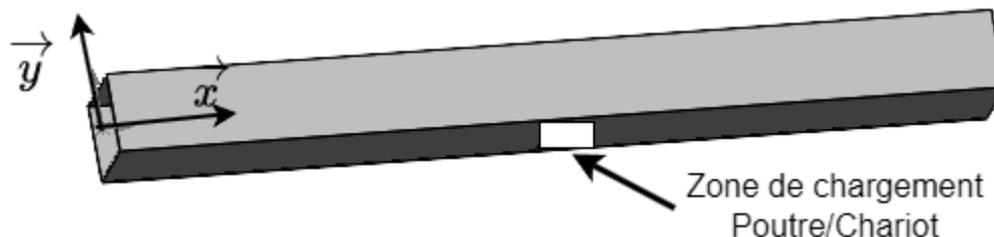


Figure 3 – Poutre horizontale sans cloison

Q16. Donner le(s) type(s) de sollicitation dans la poutre.

Dans un premier temps, nous allons simplifier l'étude pour pouvoir la résoudre analytiquement en considérant le modèle de la Figure 4. Indépendamment des résultats trouvés dans les questions précédentes, la poutre est considérée encastree des deux côtés, avec une charge ponctuelle F centrée au milieu de la poutre en C (sans considérer le moment M cité juste au-dessus).

Le modèle étant hyperstatique, une étude préalable statique a démontré que :

$$\|\vec{M}_B\| = F \cdot L/8 .$$

Cette étude a été résolue grâce aux conditions sur $y(x)$ et ses dérivées. $y(x)$ est l'équation de la déformée de la poutre.

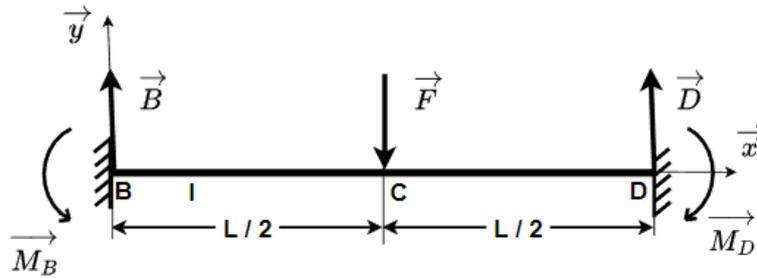


Figure 4 – Modèle poutre simplifié étudié

Q17. Donner 5 conditions sur $y(x)$ et ses dérivées.

Q18. Exprimer en justifiant $\|\vec{B}\|$, $\|\vec{D}\|$, et $\|\vec{M}_D\|$.

Q19. Donner l'expression du torseur de cohésion dans une section droite (S) de centre I(x, y) le long de la poutre entre B et D de la forme : $\{T_{cohésion}\} = \begin{Bmatrix} T_y \cdot \vec{y} \\ M_{fz} \cdot \vec{z} \end{Bmatrix}_I$.

Q20. Tracer l'allure du diagramme de l'effort tranchant $T_y(x)$ et du moment fléchissant $M_{fz}(x)$ en fonction de x .

Q21. Calculer le moment quadratique en m^4 de la poutre de section tubulaire rectangulaire (sans rail) dont les cotes et matériau se trouvent en DT2, et en s'aidant au besoin du tableau suivant.

Caractéristiques / section (S)		
I_{Gy}	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{\pi d^4}{64}$
I_{Gz}	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{\pi d^4}{64}$
I_0	$\frac{hb}{12}(b^2 + h^2)$	$\frac{\pi d^4}{32}$

Q22. L'équation de la déformée $y(x)$ pour la sollicitation est définie par la relation suivante. Exprimer la flèche f au milieu de la poutre.

$$EI_{G,z} \frac{d^2 y(x)}{dx^2} = M_{fz}(x) \quad \forall x \in [0, L]$$

Q23. Calculer la flèche f en mm en considérant une longueur de poutre de 4 800 mm, et conclure vis-à-vis de l'exigence de flèche maximale.

Dans ce second temps, nous exploitons une simulation numérique se rapprochant de la situation réelle, mais SANS cloison. Concernant les déplacements imposés, les extrémités (gauche et droite) de la poutre sont fixes.

Q24. Pour cette question, nous considérons les mêmes hypothèses que le calcul analytique à savoir un seul chargement externe d'une force de 16 000 N au milieu de la poutre (nommé chargement « F » sur le DT5). Comparer le résultat analytique de la flèche que nous prenons égal à 0,1 mm, avec les résultats de la simulation numérique du DT5. Proposer des explications aux écarts entre les résultats trouvés.

L'étude analytique précédente était en fait simplifiée par rapport à la situation réelle. En réalité, la poutre subit, en plus de cette charge, la gravité (G), ainsi qu'une force

(F) et un moment (M) dû à la position du centre de gravité de l'ensemble. Chacun de ces chargements a été simulé (« G », « F », ou « M »), et une autre simulation avec les 3 chargements en même temps (« G+F+M ») a été réalisée. Les résultats de simulation sont communiqués dans le **DT5**.

Q25. Expliquer pourquoi les résultats du chargement « G+F+M » étaient prévisibles grâce aux résultats de chacun des chargements (« G », « F », « M »). Justifier par le principe que l'on peut appliquer.

Q26. Calculer le coefficient de sécurité quant à la limite d'élasticité.

Q27. Conclure quant aux exigences de limite d'élasticité et de déformation maximum.

La solution constructive initiale envisagée pour rigidifier la poutre est de mettre 28 cloisons carrées internes verticales pour répondre aux exigences. Les questions suivantes étudient une solution constructive avec moins de cloisons, qui est évidemment plus intéressante, mais qui doit répondre aux exigences.

Le **DT5** et le **DT6** présentent les résultats de simulations numériques avec différents nombres de cloisons.

Q28. Justifier si l'évolution de la flèche en fonction du nombre de cloisons est linéaire ou pas.

Q29. Proposer un nombre de cloisons optimal afin d'obtenir une solution répondant aux exigences.

Q30. Citer les 3 piliers du développement durable. Faire un bilan de cette nouvelle solution constructive du nombre de cloisons, en donnant 1 amélioration ou 1 dégradation pour chaque pilier du développement durable.

IV. VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Mettre en mouvement le robot »

Objectif : Vérifier/ calculer la distance parcourue sur un demi-cycle du chariot. Vérifier le dimensionnement du moteur.

Q31. En s'aidant du DT8 et de la Figure 5, établir sur le DR2 le schéma cinématique minimal spatial de la transmission de mouvement du motoréducteur au chariot, correspondant à la vue en coupe. (Une couleur par classe d'équivalence)

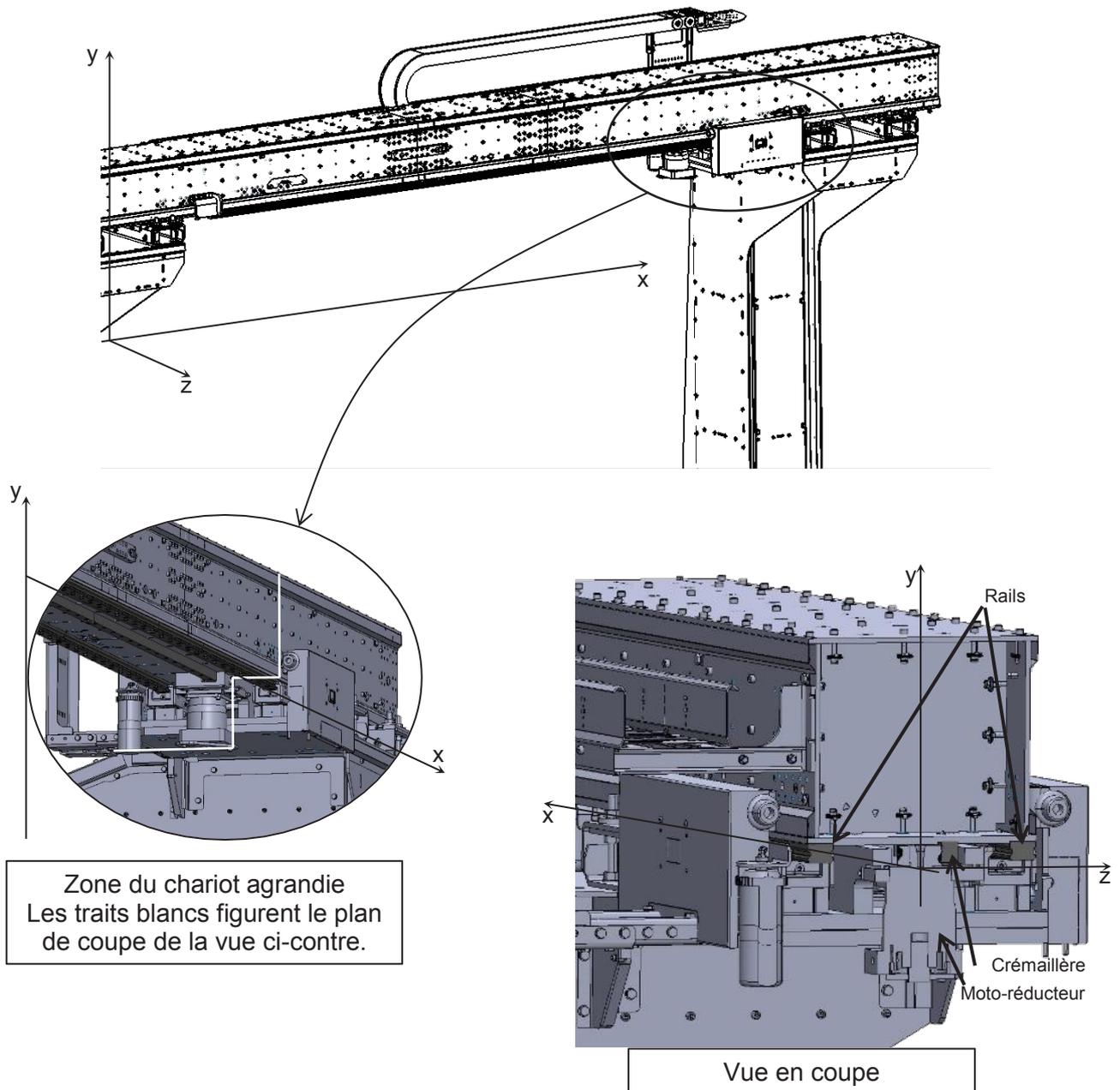


Figure 5 – Poutre et chariot

Vérifier / calculer la distance parcourue sur un demi-cycle du chariot

Données :

- Temps d'un demi-cycle (un aller comprenant les phases d'accélération, de déplacement à vitesse constante et de freinage) : 8,3 s ;
- Vitesse atteinte par le chariot : 0,5 m/s ;
- Accélération et décélération du chariot : 0,5 m/s².

Q32. Tracer l'allure du graphe de la vitesse du chariot en fonction du temps regroupant les informations pertinentes ci-dessus.

Q33. Exprimer et calculer la durée de la phase d'accélération.

Q34. Exprimer et calculer la distance parcourue pendant la phase d'accélération.

Q35. Exprimer et calculer la durée de la phase de déplacement à vitesse constante du chariot.

Q36. Exprimer et calculer la distance parcourue pendant la phase de déplacement à vitesse constante.

Q37. Déduire des questions précédentes la longueur totale parcourue par le chariot durant la course aller et comparer cette longueur à celle de la poutre (**DT9**).

Vérifier le dimensionnement du moteur / calcul de la vitesse de rotation

Données issues du **DT7 (1/2)**

On remarquera que les caractéristiques du motoréducteur sont données séparément pour la partie moteur et la partie réducteur.

- Rapport de réduction du réducteur : 10 ;
- Pignon de sortie : $m = 4$; $Z = 20$; diamètre primitif = 84,88 mm ; denture hélicoïdale.

Q38. A partir de la vitesse du chariot, calculer la fréquence de rotation (en tr/min) du pignon de sortie en contact avec la crémaillère.

Q39. En déduire la fréquence de rotation (en tr/min) de l'arbre du moteur.

Vérifier le dimensionnement du moteur / calcul du couple

E = Ensemble isolé pour les questions 37 à 46 : le chariot + motoréducteur + pignon + le robot + l'objet maintenu par le robot

Les études sont faites en phase d'accélération.

Données :

- Masse de l'ensemble isolé = 1 620 kg
- On néglige les frottements

Q40. Faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à E.

Q41. Appliquer le principe fondamental de la dynamique à E : en utilisant le théorème de la résultante sur l'axe du déplacement, déduire la valeur de l'effort tangentiel de la crémaillère sur le pignon $T_{c \rightarrow p}$.

Q42. En utilisant le résultat précédent, calculer le couple sur le pignon C_p .

Le calcul précédent a été réalisé avec l'hypothèse d'une transmission de rendement égal à 1, dans la suite nous allons prendre en compte les pertes par frottement. On donne les rendements suivants :

Rendement du réducteur : $\eta_r = 0,92$

Rendement de la transmission pignon crémaillère : $\eta_{pc} = 0,98$

Rendement de la liaison glissière : $\eta_{gliss} = 0,95$

Q43. En utilisant le résultat des questions précédentes, exprimer puis calculer la puissance utile (P_u) au déplacement de E.

Q44. Exprimer puis calculer le rendement global de la transmission η_g .

Q45. Exprimer puis calculer la puissance (P_m) que doit fournir le moteur pour déplacer l'ensemble E.

Q46. En déduire le couple moteur nécessaire dans ce cas.

Q47. En utilisant les différents résultats de calcul de cette partie, conclure sur le choix du moteur par rapport aux données du **DT7 (1/2)**.

V. VALIDATION DE L'EXIGENCE : « Assurer la polyvalence du support du robot »

Objectif : Concevoir un support permettant de faire travailler le robot dans une autre position et ainsi obtenir une zone de travail différente.

Actuellement, la base du robot est fixée dans un plan horizontal sous le chariot. L'entreprise qui fabrique la structure porteuse a décidé de monter la base du robot dans un plan vertical pour bénéficier d'une nouvelle zone d'intervention, sans modifier le chariot existant. Pour cela, un support doit être ajouté entre le chariot et la base du robot.

On vous demande de créer ce support.

Il a été décidé de conserver les surfaces fonctionnelles qui permettaient la mise et le maintien en position précédent du robot, afin d'y fixer le support.

- Le support devra donc comporter : les surfaces fonctionnelles lui permettant **d'être fixé sur le chariot** (surface horizontale prépondérante existante).
- les surfaces fonctionnelles permettant de **recevoir et maintenir le robot** (surface verticale prépondérante) ;

On vous demande de proposer une étude de ce nouveau support qui devra être conçu dans le même style que le reste de la structure, c'est-à-dire en utilisant des plaques d'acier assemblées (voir **DT8** et **DT9**), et d'épaisseur 20 mm.

Q48. Sur le **DR3** et en vous aidant du **DT7**, tracer, à la main levée, les zones d'intervention du robot dans la situation actuelle puis dans celle envisagée. Conclure quant à l'intérêt de l'utilisation du robot dans ces différentes positions.

Q49. Faire un croquis légendé, en perspective, de votre nouveau support en respectant le principe de conception utilisé pour la poutre et les poteaux.

Q50. Sur les **DR4 1/2** et **2/2**, mettre en place cette solution sur l'extrait de dessin d'ensemble.

Q51. Sur le **DR5 (1/2)** et **(2/2)**, réaliser le dessin de définition coté de votre support ; on attend une cotation fonctionnelle des surfaces qui réalisent les deux fonctions techniques énoncées et écrites en caractère gras dans le paragraphe ci-dessus.

Fin de l'épreuve

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

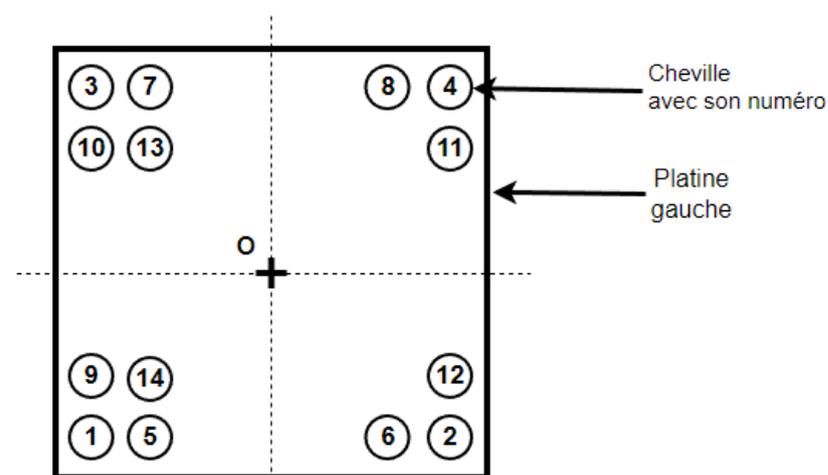
Document réponse DR1

Etude des chevilles solidarissant la platine avec le sol béton

Réactions des chevilles [daN]

Traction: (+Traction, -Compression)

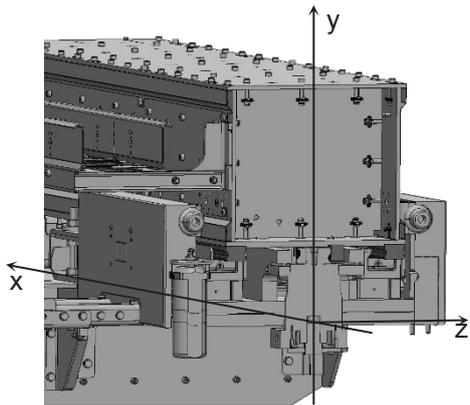
Cheville	Traction	Cisaillement
1	107,0	90,7
2	-4 133,8	223,3
3	3 078,6	70,6
4	-1 162,1	216,0
5	-599,8	105,9
6	-3 427,0	197,4
7	2 371,8	89,3
8	-455,3	189,1
9	701,3	66,4
10	2 484,3	49,7
11	-1 756,4	210,0
12	-3 539,4	214,6
13	1 791,8	74,2
14	-19,8	86,5



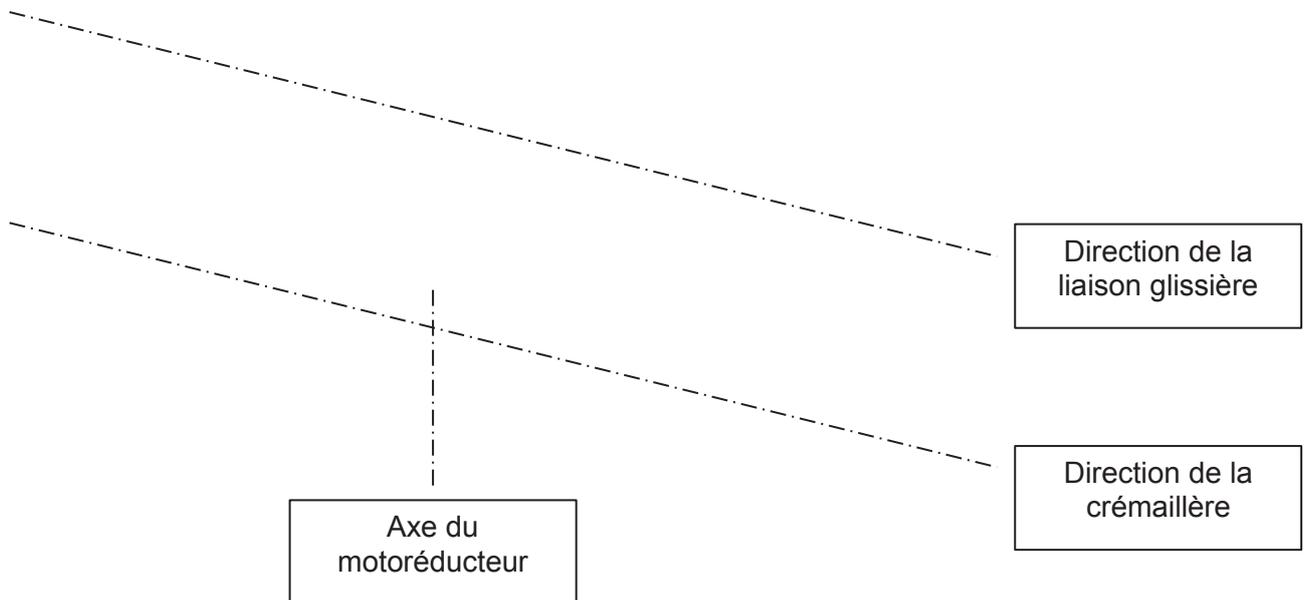
Vue de dessus de la platine gauche avec ses 14 chevilles

Document réponse DR2

Schéma cinématique

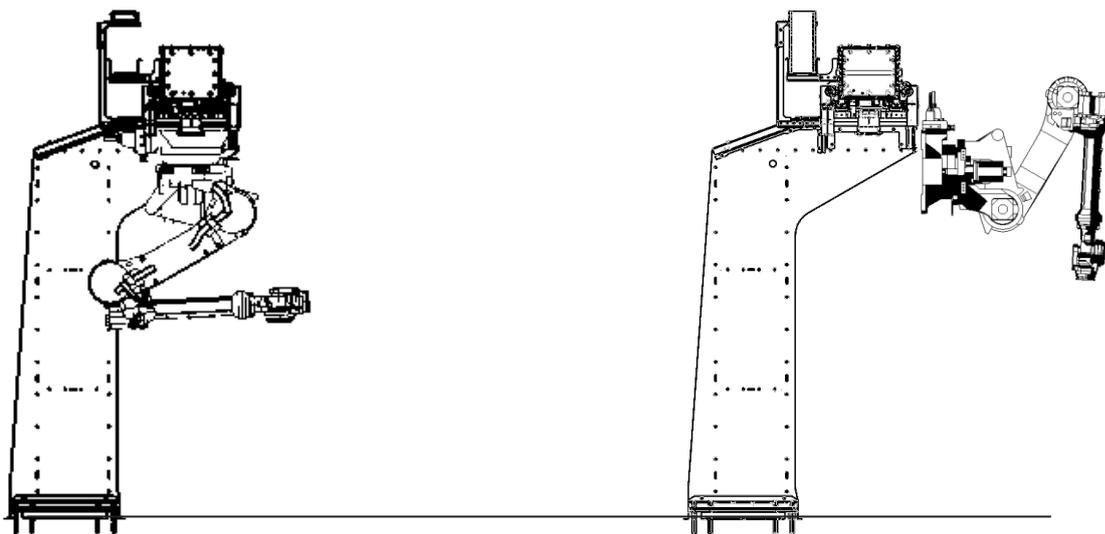


Vue en coupe



Document réponse DR3

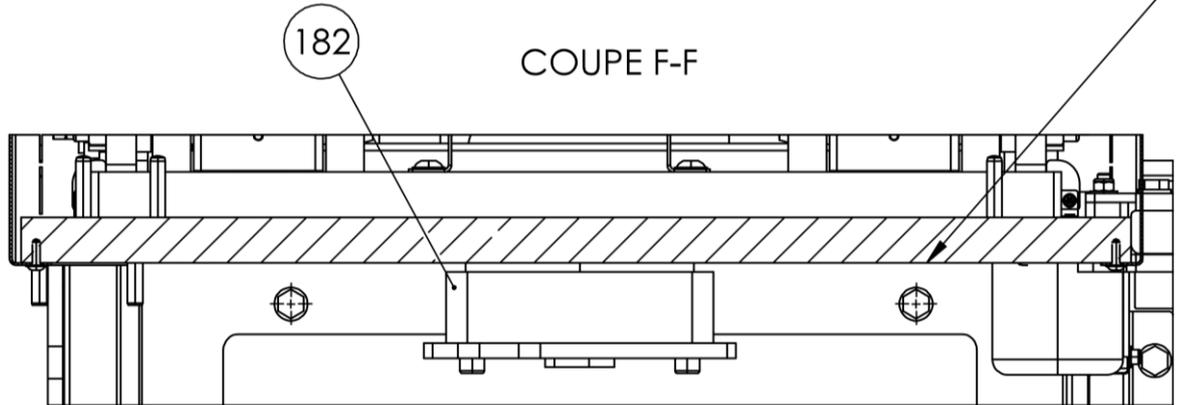
Zone d'intervention du robot



COUPE A-A

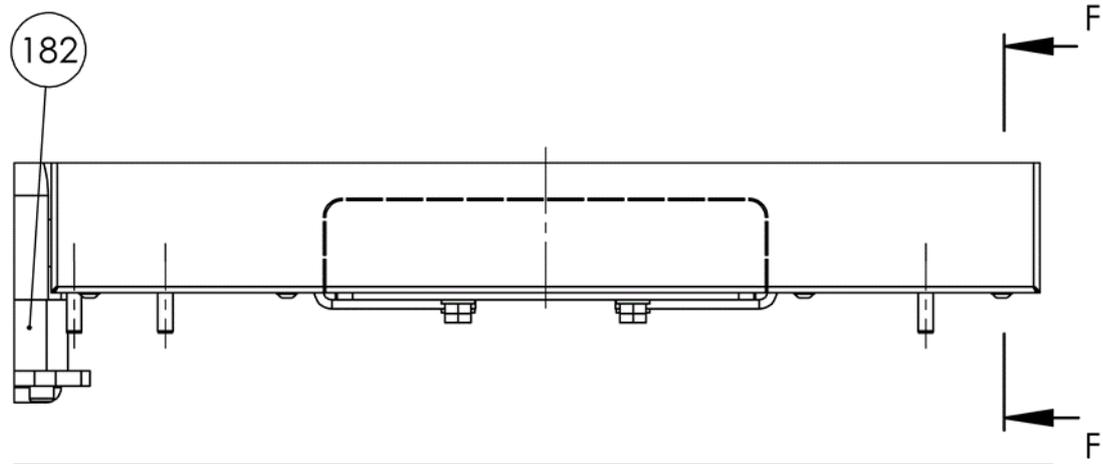
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

surface du chariot utilisée par l'entreprise pour fixer le support du robot



DR4 1/2 - format A4 - échelle 1:5

Produit d'éducation SOLIDWORKS - A titre éducatif uniquement.



Le plan de coupe F-F est situé quelques centimètres devant le plan de coupe A-A du DT8

DR4 2/2 - format A4 - échelle 1:5

Produit d'éducation SOLIDWORKS – A titre éducatif uniquement.

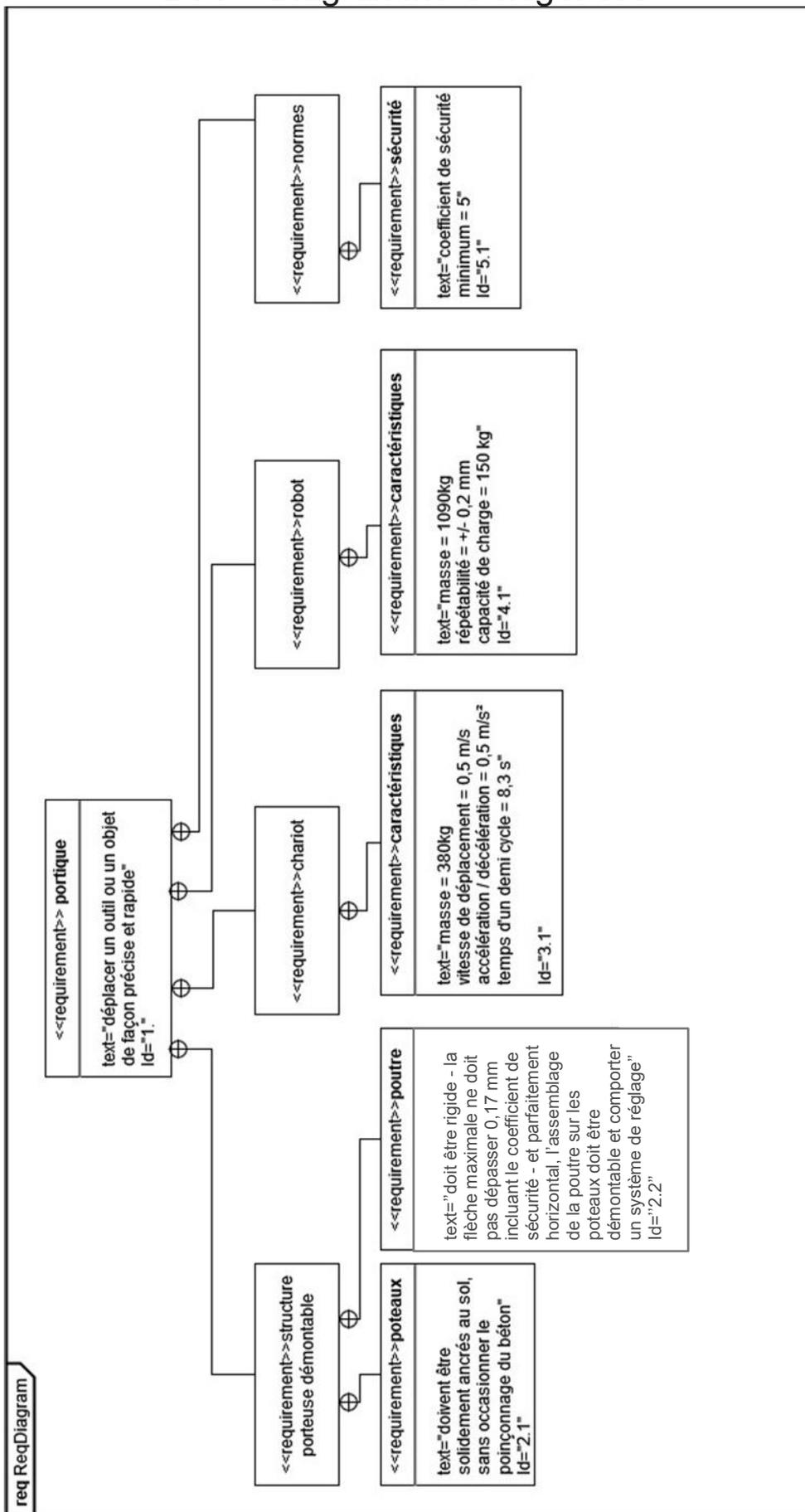
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE





DOSSIER TECHNIQUE

DT1 – Diagramme d'exigences



DT2

Modèle de la poutre simplifiée sur toute sa longueur

Le repère $R1 (O1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est le repère lié à la poutre. $A1$ est le centre géométrique du tube carré (sans le rail et sans les cloisons).

La poutre horizontale est composée d'un tube carré, de 28 cloisons internes réparties uniformément et symétriquement par rapport au plan $(A1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$, ainsi que de 2 rails rectangulaires. Le tube carré et les 2 rails sont considérés sur toute la longueur totale de 7 000 mm du tube carré. Les cloisons sont coïncidentes à l'intérieur du tube carré. Le tube carré, les cloisons, ainsi que les rails sont tous considérés être en acier de construction E295 (cf. la fiche technique ci-dessous).

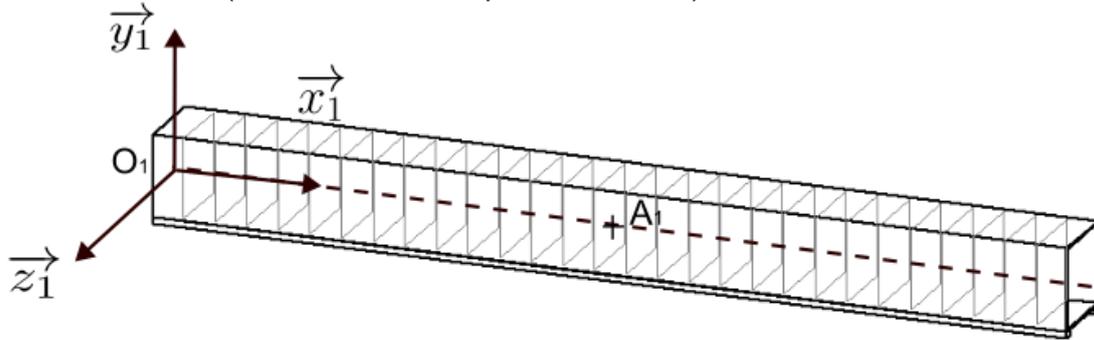


Figure 1 : Vue 3D de la poutre

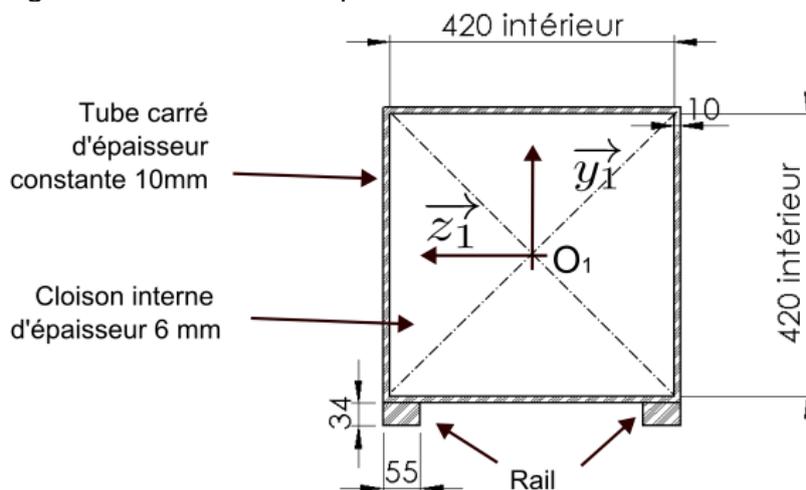


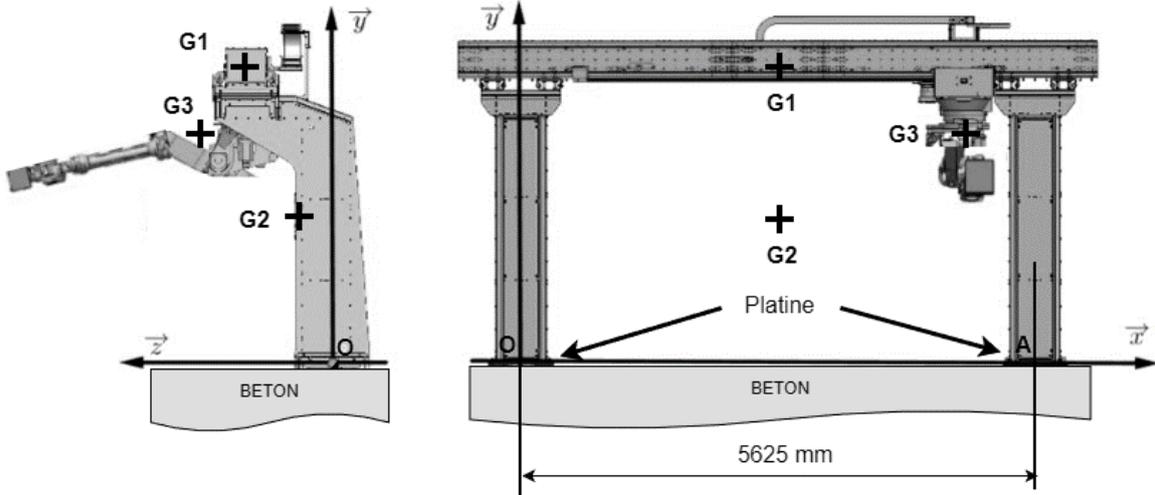
Figure 2 : Vue en coupe de la poutre (en mm)

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	2.100000031e+11	N/m ²
Coefficient de Poisson	0.28	S.O.
Module de cisaillement	7.9e+10	N/m ²
Masse volumique	7800	kg/m ³
Limite de traction	470000000	N/m ²
Limite de compression		N/m ²
Limite d'élasticité	275000000	N/m ²
Coefficient de dilatation thermique	1.1e-05	/K
Conductivité thermique	14	W/(m.K)
Chaleur spécifique	440	J/(kg.K)
Rapport d'amortissement du matériau		S.O.

Figure 3 : Fiche technique du matériau acier de construction E295

DT3

Sous-ensemble du portique



$$\vec{OA} = L1. \vec{x}$$

$$\vec{OG} = Xg. \vec{x} + Yg. \vec{y} + Zg. \vec{z}$$

Le portique a pour centre de gravité G. Il est décomposé en 3 sous-ensembles (1, 2, 3) pour masses (m_1 , m_2 , m_3) et centres de gravité respectifs $G_1(X_{g1}, Y_{g1}, Z_{g1})$, $G_2(X_{g2}, Y_{g2}, Z_{g2})$, $G_3(X_{g3}, Y_{g3}, Z_{g3})$. Les valeurs numériques sont données ci-dessous dans le repère $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$:

		Centre de gravité, coordonnées dans R			
	Sous ensemble	Masse (kg)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
1	Poutre + porte-câbles	1 695	2 842	3 334	943
2	Poteau gauche + poteau droite	2 066	2 813	1 808	312
3	Chariot à droite + robot + outil	1 620	4 810	2 379	1 250
TOTAL :		5 381			

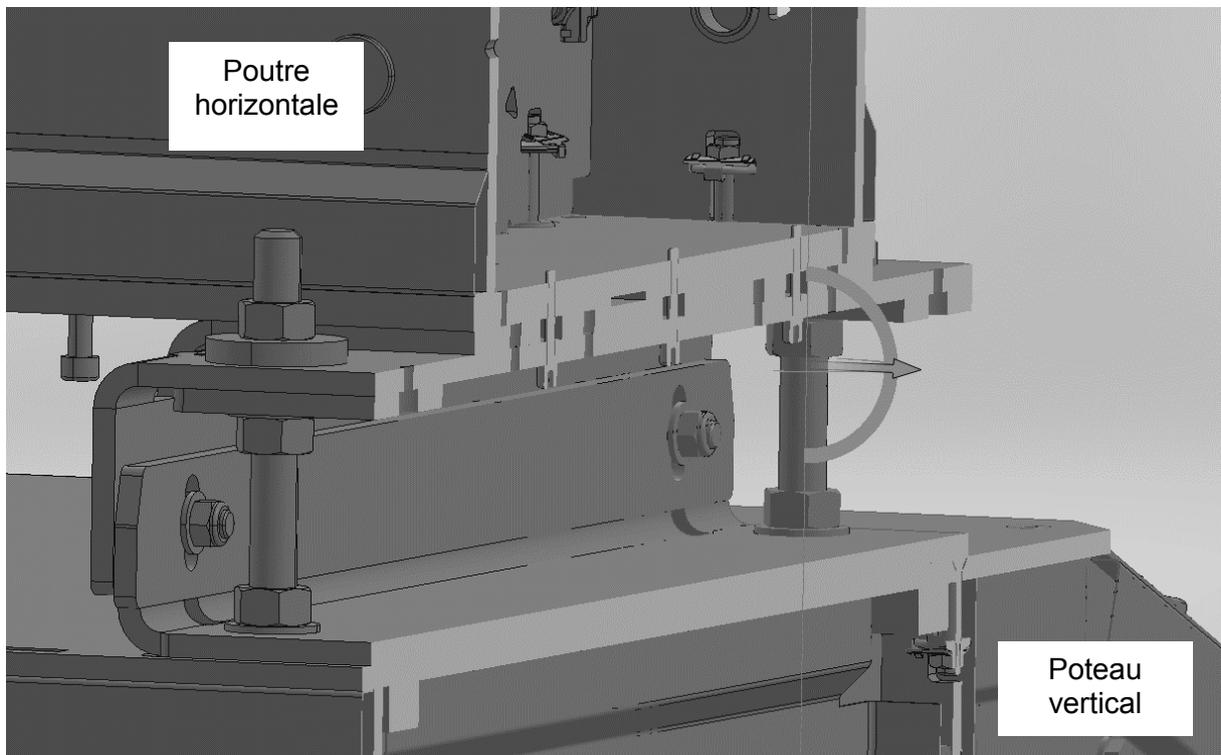
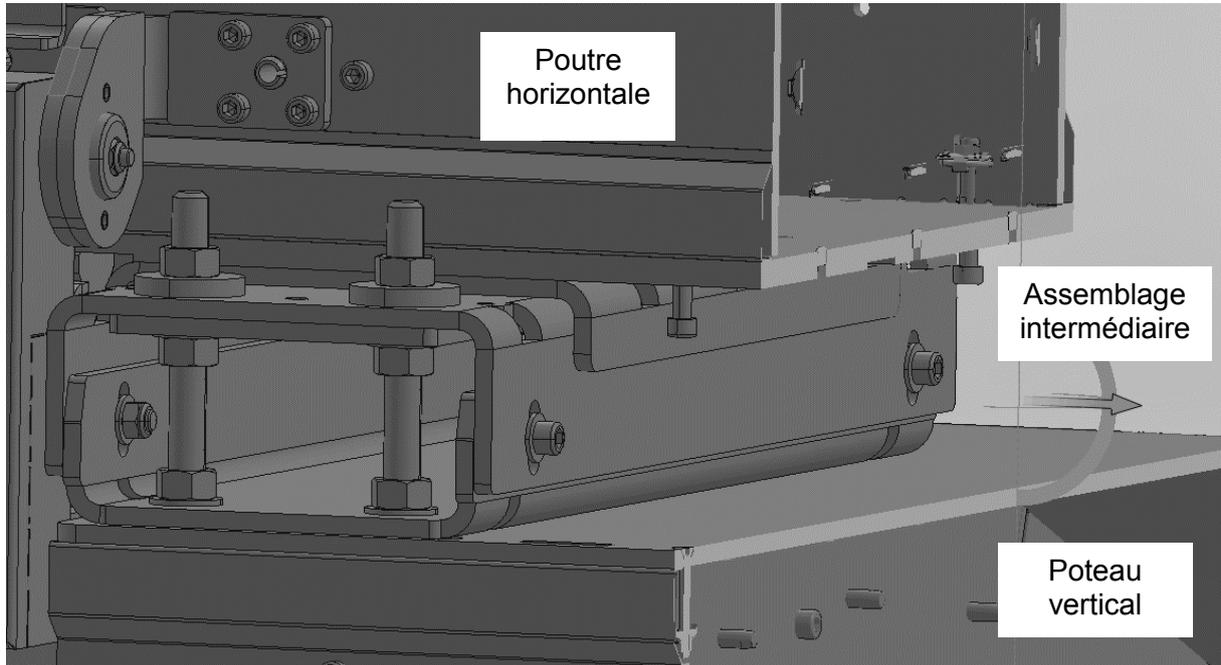
Le portique repose au total sur 2 platines, respectivement centrées sur O et A (partie intégrante de chaque poteau vertical).

Chaque platine est de forme parallélépipédique, de dimensions : 715 mm suivant \vec{x} , 25 mm suivant \vec{y} , et 840 mm suivant \vec{z} .

Chaque platine est en contact avec un sol en béton. Le béton a une résistance caractéristique à la compression de 25 MPa.

DT4

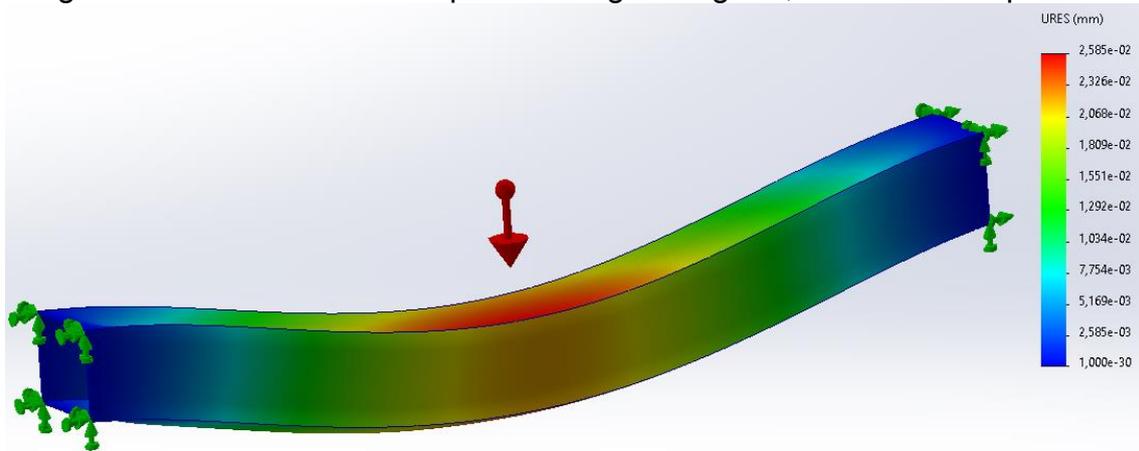
Vues en coupe de la liaison entre la poutre horizontale et un poteau vertical



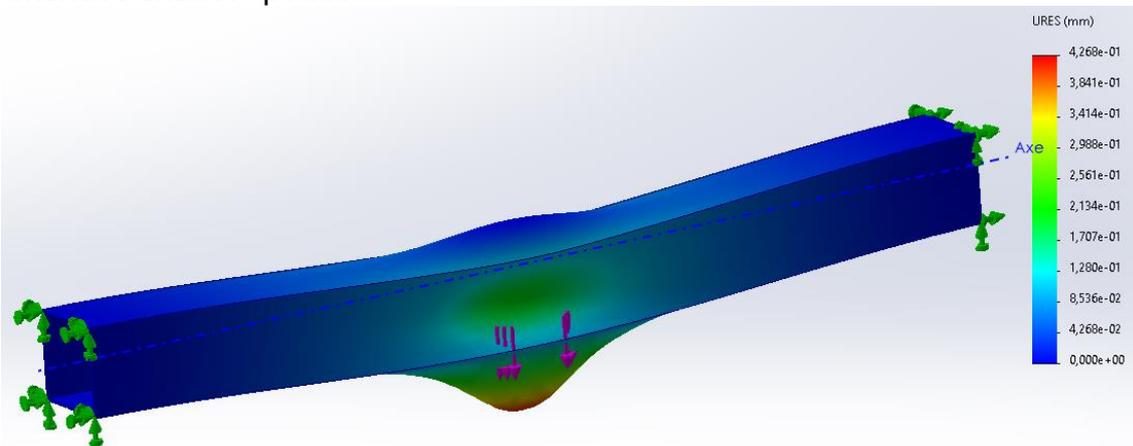
DT5 (1/2)

Simulation numérique de la poutre SANS cloison.
Les déformations ne sont pas à l'échelle.

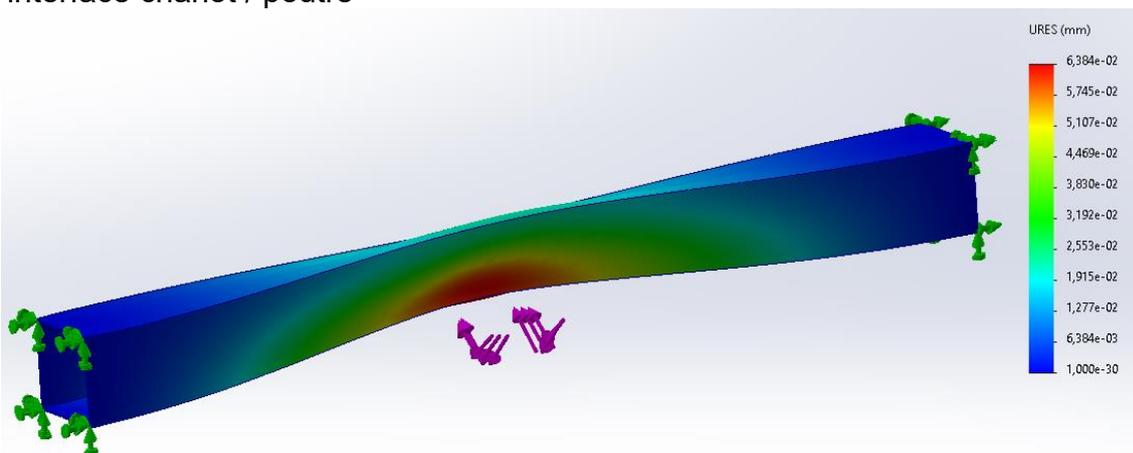
Chargement nommé « G » : uniquement la gravité $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ sur la poutre



Chargement nommé « F » : uniquement la résultante $F = 16\,000 \text{ N}$ au niveau de l'interface chariot / poutre



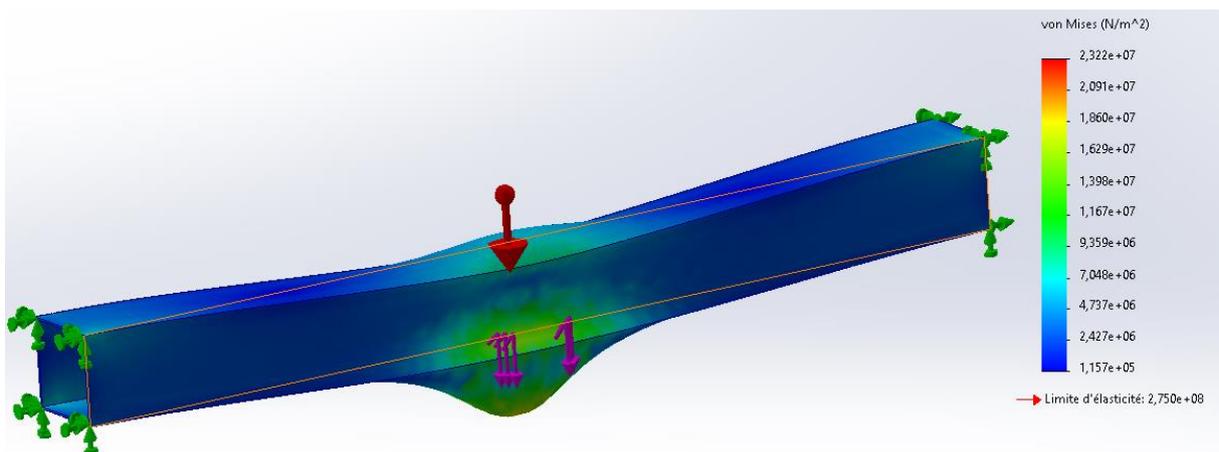
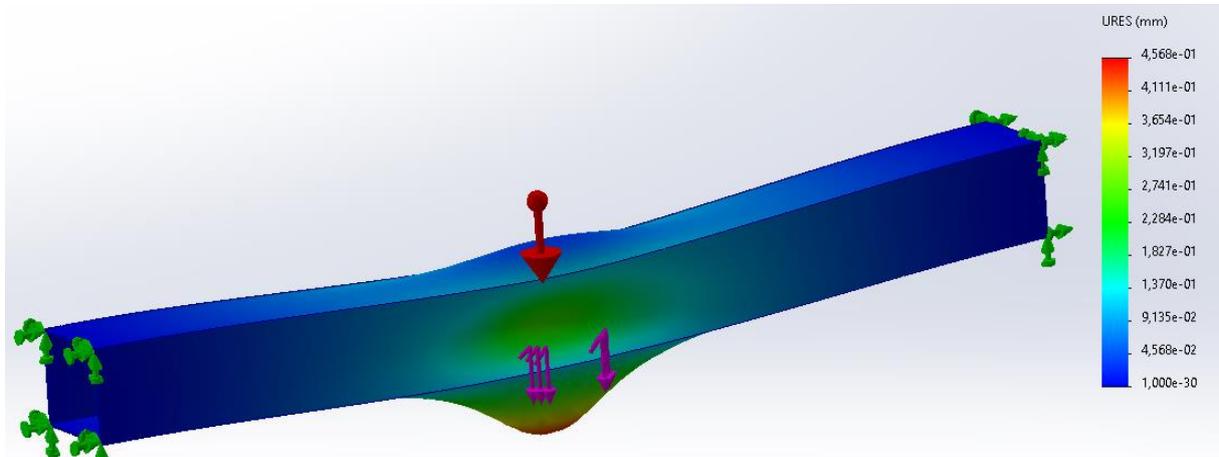
Chargement nommé « M » : uniquement le moment $M = 1\,711 \text{ N.m}$ au niveau de l'interface chariot / poutre



DT5 (2/2)

Simulation numérique de la poutre SANS cloison.
Les déformations ne sont pas à l'échelle.

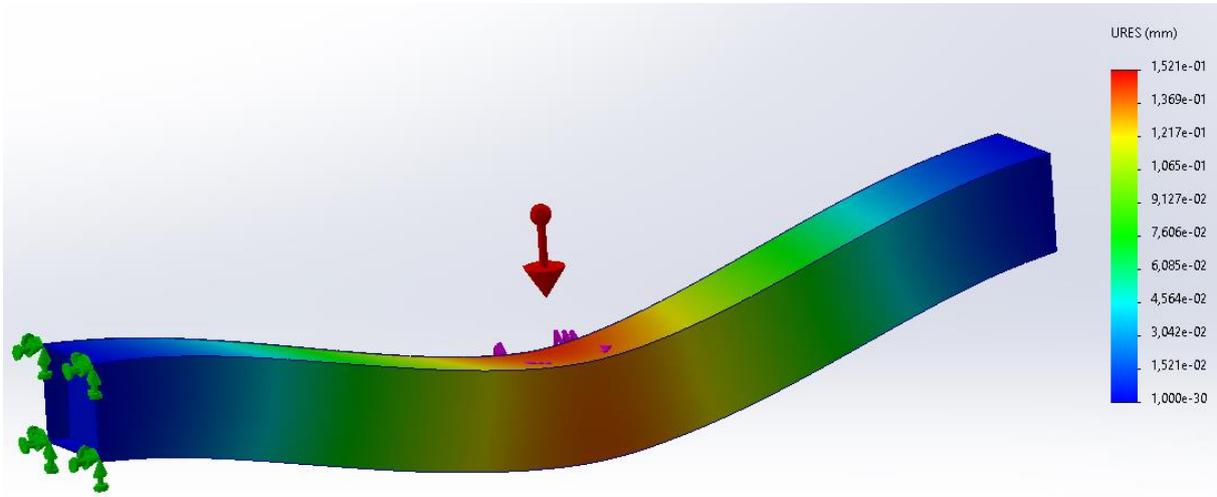
Chargement nommé « G+F+M » : simulation avec les chargements G, F et M en même temps



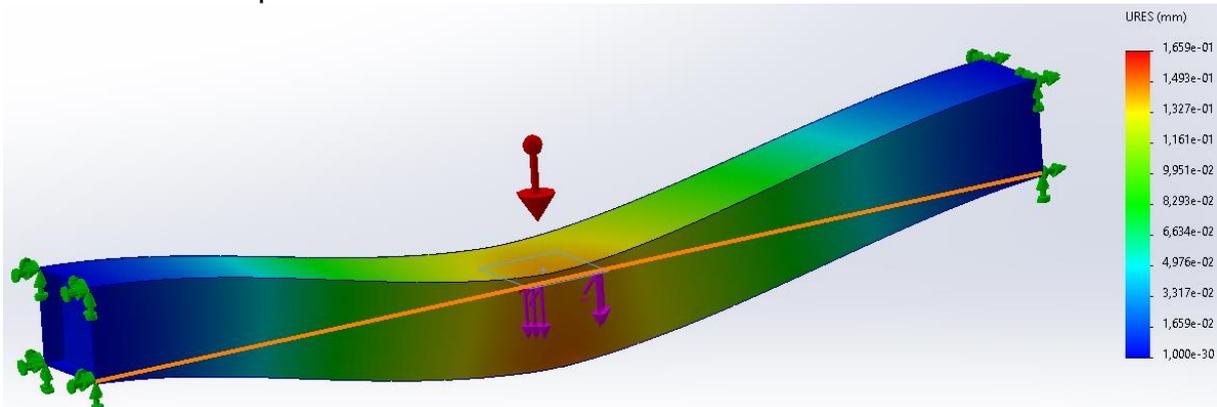
DT6

Simulation de la poutre AVEC cloisons. Chargement « G+F+M ».
Les déformations ne sont pas à l'échelle.

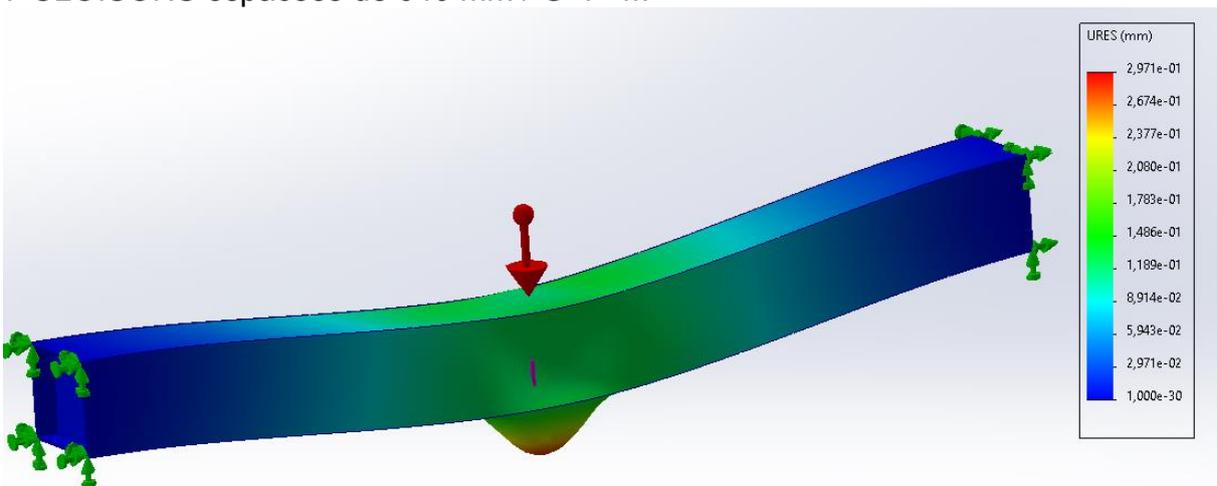
28 CLOISONS espacées de 160 mm / G+F+M



14 CLOISONS espacées de 320 mm / G+F+M



7 CLOISONS espacées de 640 mm / G+F+M



DT7 (1/2)

Extraits des documents constructeurs

DONNÉES MOTEUR CHOISI

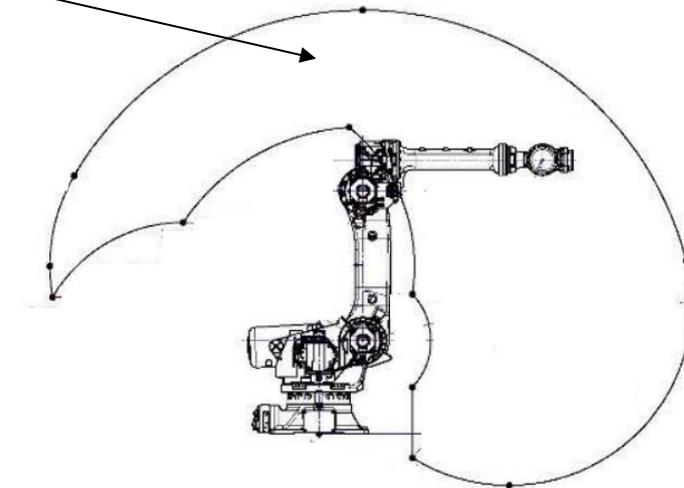
Marque	FANUC	
Référence	αi F 12/4000-B	
Arbre	Lisse	
Clavette	Sans	
Couple max moteur	35,00	Nm
Couple max du frein	35,00	Nm
Vitesse max moteur	4 000	tr/min
Inertie moteur	68,00	kg.cm ²

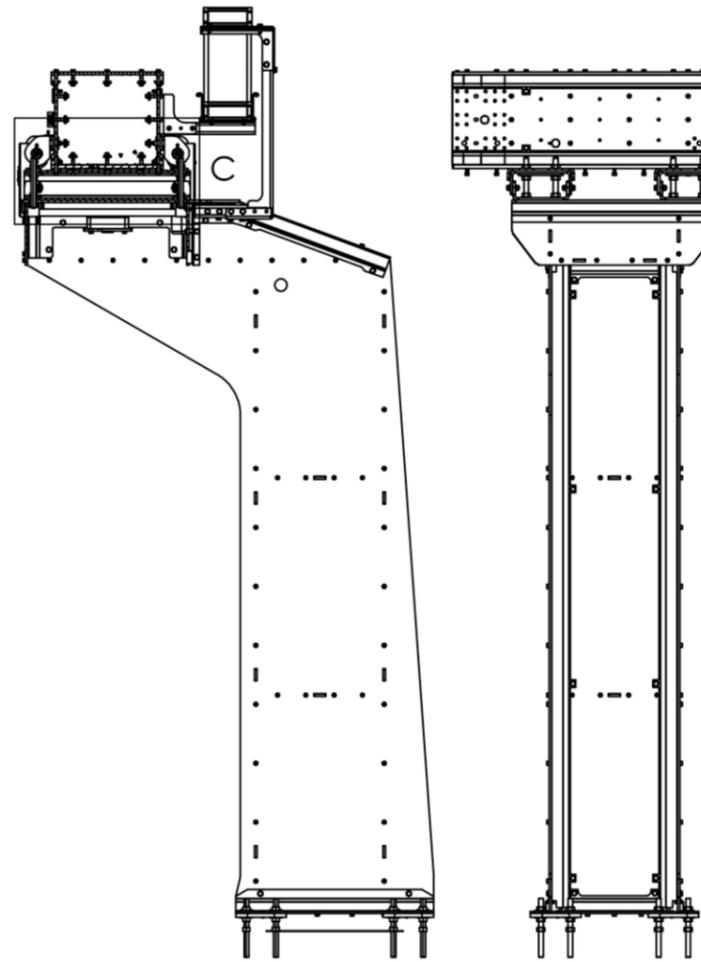
DONNÉES RÉDUCTEUR/PIGNON

Référence réducteur	X-TREME SQ-ST-140	
Rapport de réduction	10	
Référence pignon	M4 20 dents (hélic)	
Diamètre pignon	84,88	mm

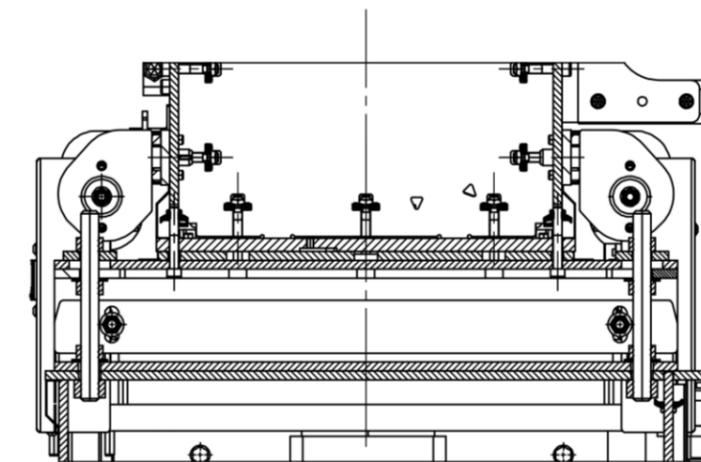
ROBOT FANUC R 2000 iC 220

Zone de travail

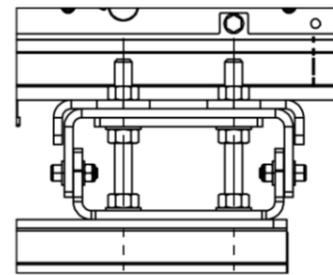




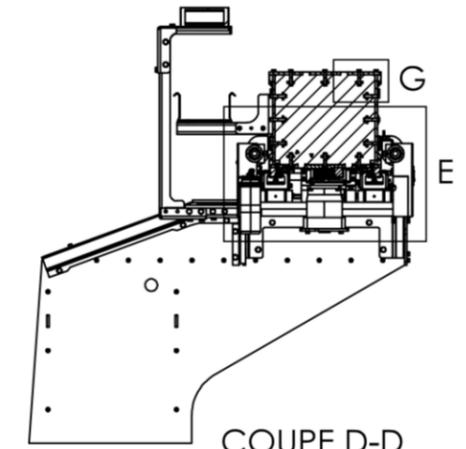
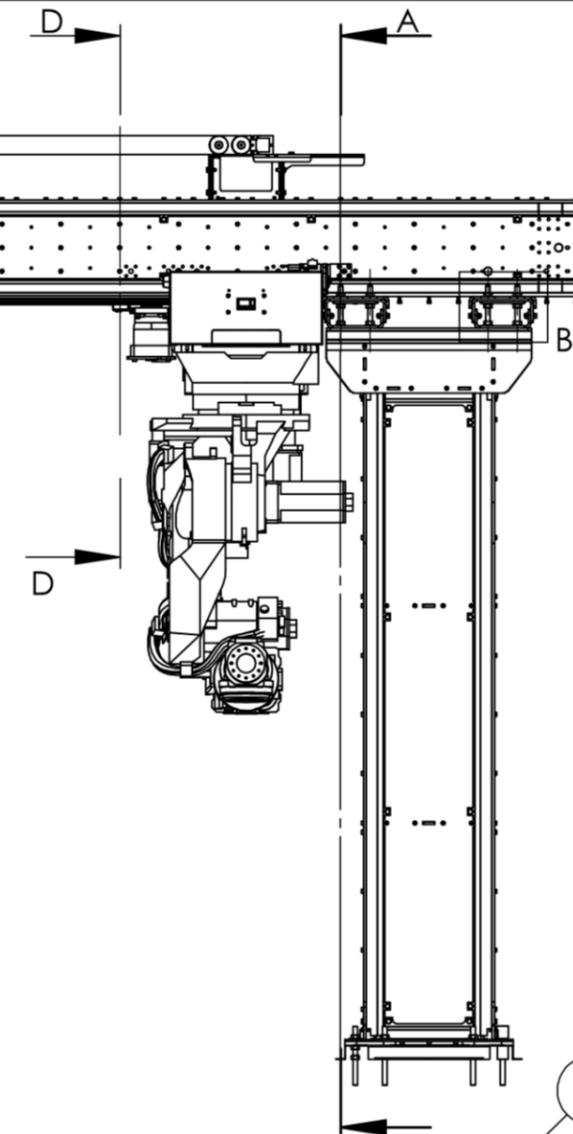
COUPE A-A



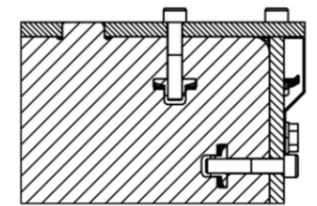
DÉTAIL C



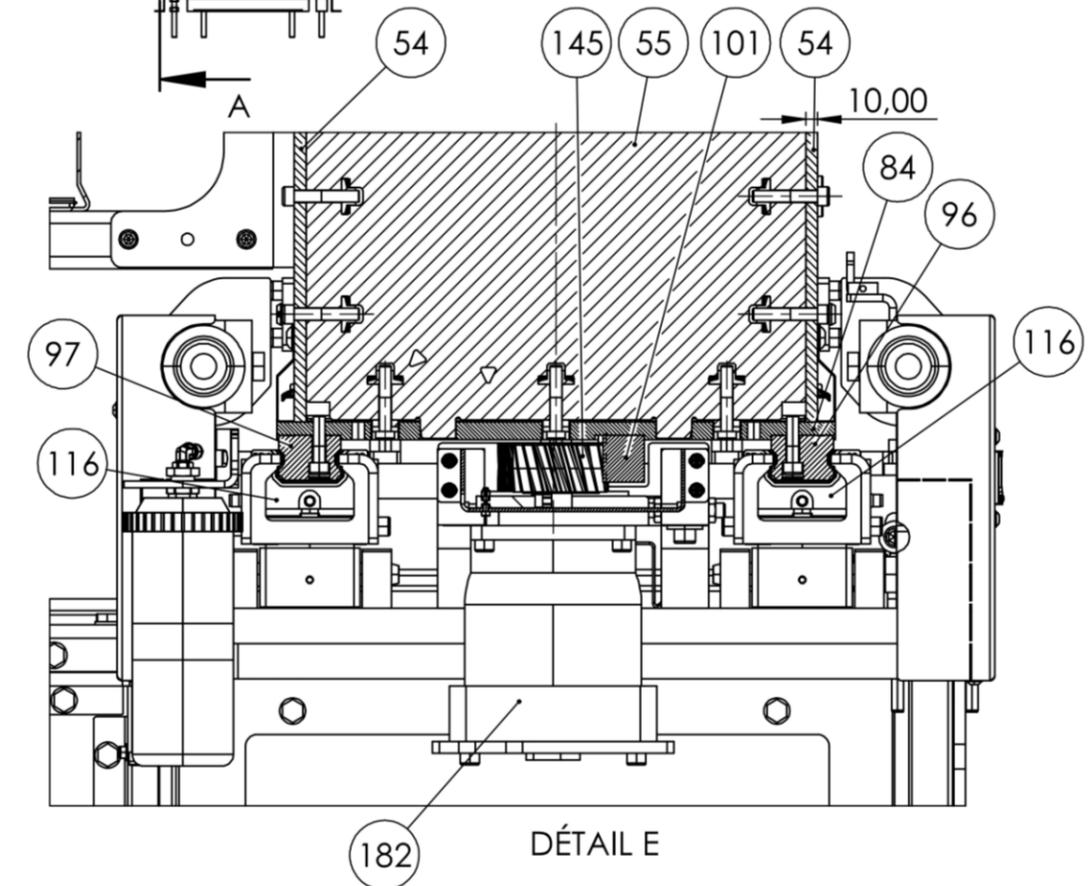
DÉTAIL B



COUPE D-D



DÉTAIL G



DÉTAIL E

182	1	motoréducteur
145	1	pignon de sortie
116	4	coulisseau
101	2	F0705042 crémaillère
97	1	OP2293-RAIL55-L4438-COC.stp
96	1	OP2293-RAIL55-L4438-CC.stp
84	1	plaque inférieure
55	29	intercalaire
54	2	plaque avant
No	nb	Nom

