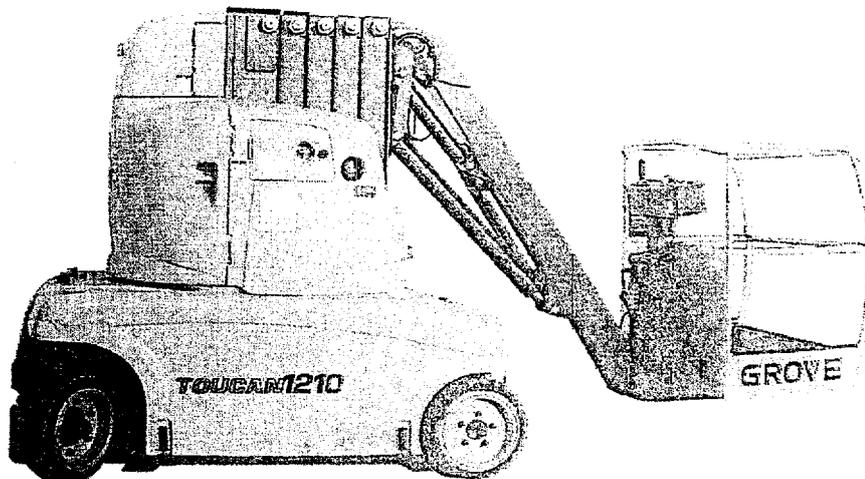


# **DOSSIER** **TRAVAIL DEMANDE**

- pages 1/7 à 3/7 : **PRESENTATION**
- page 4/7 : **1<sup>ère</sup> Partie : RECHERCHE DE SOLUTIONS**
- page 5/7 et 6/7 : **2<sup>ème</sup> Partie : AVANT PROJET D'UNE SOLUTION**
- page 7/7 : **3<sup>ème</sup> Partie : DEFINITION D'UNE SOLUTION**



**Sous - Epreuve U 42**

## Présentation de l'étude demandée

La nacelle élévatrice est composée de 5 sous-ensembles (voir documents techniques **DT1** et **DT2**) :

- chariot motorisé ;
- base rotative ;
- mâts coulissants ;
- bras télescopique ;
- plate-forme orientable.

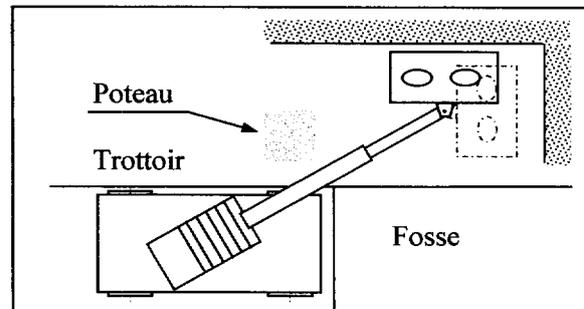
L'étude porte sur le sous-ensemble plate-forme orientable.

Le FAST de description (voir document DT 2) montre que la fonction technique FT3 : faciliter l'accès à la zone de travail, est scindée en 3 sous-fonctions

- **FT31** : orienter la plate-forme (dispositif de rotation d'axe vertical de la plate-forme seule).
- **FT32** : approcher la plate-forme (bras télescopique)
- **FT33** : faire pivoter l'ensemble (base rotative)

Proposée en option par le constructeur, la fonction FT 31 : orienter la plate-forme, permet à l'opérateur (ou aux 2 opérateurs) situé(s) dans la plate-forme de mieux accéder à la zone de travail et d'avoir une position plus ergonomique, notamment dans la situation suivante :

- Travail à deux opérateurs
- Obstacles en hauteur : poteau,...
- Obstacles au sol : trottoir, fosse...
- Passage d'une zone de travail à une autre.

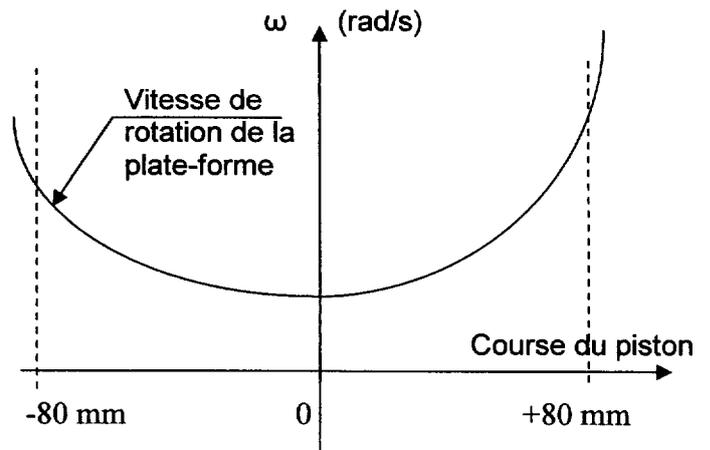


## Insatisfactions recensées pour la fonction technique FT31

Le mouvement de rotation de la plate-forme par rapport au bras télescopique est obtenu par une bielle (20) commandée par un vérin hydraulique (25) (voir document **DT4** et **DT5**). Pour une vitesse constante du piston du vérin, le mouvement de rotation de la plate-forme n'est pas uniforme.

En effet, le diagramme ci-contre, issu d'une simulation informatique, montre que pour une vitesse constante piston / cylindre de vérin, la vitesse de rotation de la plate-forme, minimale pour la position de référence, s'accroît progressivement pour atteindre des valeurs deux à trois fois plus importantes pour les positions extrêmes limitées à  $\alpha = 60^\circ$  par le constructeur.

Dans ces positions extrêmes l'arrêt du mouvement ne peut se faire sans une décélération importante inconfortable pour l'opérateur.



D'autre part, la solution technologique utilisée pour la rotation de la plate-forme met en œuvre une bielle (20) (voir document **DT4**). Les efforts induits par la bielle sur la tige du vérin créent sur celui-ci des sollicitations de flexion ainsi qu'une augmentation des pressions de contact entre les surfaces de guidage piston-cylindre de vérin.

**Expression du besoin**

Pour mieux satisfaire les exigences des utilisateurs, le constructeur souhaite améliorer les performances de ce dispositif ; en particulier :

- ⇒ augmenter l'amplitude de rotation de la plate-forme jusqu'à une valeur de  $\alpha = \pm 90^\circ$  au lieu de  $60^\circ$  actuellement.
  - ⇒ uniformiser la vitesse de rotation de la plate-forme.
  - ⇒ minimiser les sollicitations parasites sur le vérin.
- ⇒ **Une étude de reconception de la fonction technique FT31 s'avère nécessaire pour définir un nouveau dispositif.**

**Cahier des charges fonctionnel de la fonction technique FT31**

fonction	critères	niveaux	flexibilité
<b>FT31 :</b> orienter la plate-forme	- angle de débattement $\alpha$	- $90^\circ < \alpha < + 90^\circ$ / position médiane	$\pm 2^\circ$
	- stabilité en position : jeu angulaire *	0,5 °	maxi
	- vitesse de rotation	constante	F1
	- temps de rotation	6 à 12 s entre positions extrêmes	F1
	- couple à transmettre	60 N.m	maxi
	- énergies disponibles :		
	- hydraulique pression p débit q	21 MPa 12 litres / mn	maxi F0
- électrique tension U intensité I	24 Volts courant continu 250 Ampères	F0	

\* l'absence de jeu améliore la sensation de confort et de sécurité de l'opérateur

L'analyse fonctionnelle a conduit à l'élaboration du F.A.S.T. de créativité présenté dans le document ressource **Dres1**.

### Choix du constructeur

- Eliminer les solutions **S5** et **S7** du FAST de créativité (**Dres1**) car les composants mis en œuvre ont un coût trop élevé.
- Etudier la faisabilité des associations constructives suivantes :
  - une solution avec vérin hydraulique à palette : **S1 + S6** (composant de coût élevé, construction simple)
  - une solution avec vérin hydraulique linéaire + pignon-crémaillère: (**S1 + S2 + S4a**) ou (**S1 + S2 + S4b**) (composants de coût faible , construction de complexité moyenne)

### Contraintes à respecter

- Utiliser les mêmes procédés de fabrication que ceux utilisés pour les composants existants.
- Surcoût le plus faible possible par rapport au coût de la solution existante.

### Conséquences

- ⇒ Conserver les composants principaux de la liaison pivot entre la plate-forme et le bras. Cependant , des modifications mineures peuvent être envisagées.
- ⇒ Dans le but de réduire les coûts de fabrication, rechercher des solutions isostatiques pour éviter la mise en place de spécifications géométriques à tolérances serrées.

### Recommandations générales

Les activités à réaliser sont des activités préparatoires à celles de CAO. Elles ont pour but de définir les éléments de solutions qui seront exploités lors de l'utilisation du modelleur volumique.

La représentation graphique des solutions sera adaptée au problème à résoudre : schémas cinématiques, schémas d'architecture, schémas technologiques, croquis, épures, dessins en perspective, éclatés, dessins normalisés en 2D, effectués à main levée dans le respect des proportions.

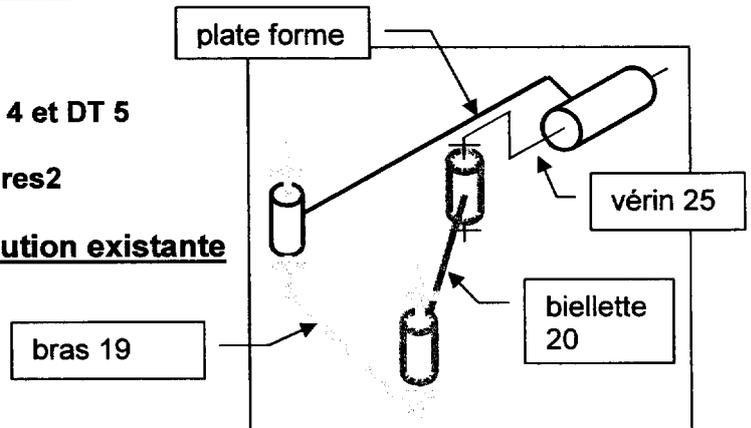
*Nota : le recours aux instruments (règles, compas ) sera limité aux constructions nécessitant un respect des dimensions.*

**I./ RECHERCHE DE SOLUTIONS**

**Objectif :** proposer une architecture de solution constructive avec vérin rotatif.

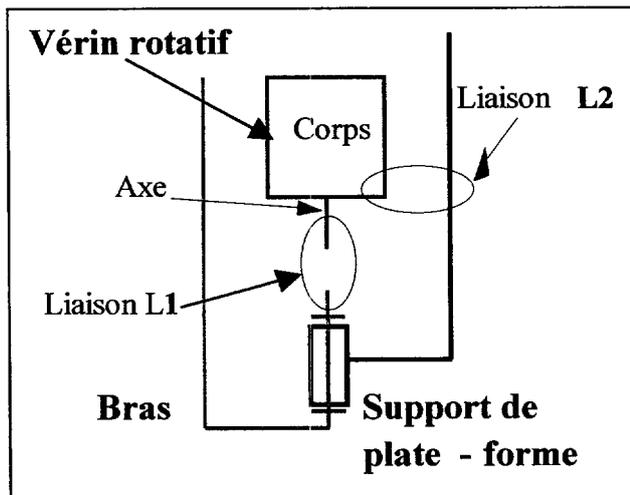
**Documents à consulter**

- ⇒ documents techniques : DT 3, DT 4 et DT 5
- ⇒ documents ressources : Dres1, Dres2

**Schéma cinématique minimal de la solution existante****TRAVAIL DEMANDE****Sur le document réponse DR1**

I.1./ A partir du schéma cinématique minimal de la solution existante (voir ci-dessus), retrouver dans le FAST de créativité (document **Dres1**) l'association des solutions mises en œuvre. Préciser cette association sur le document réponse DR1.

I.2./ On envisage de définir la chaîne cinématique résultant de l'association des solutions (**S1 + S6**) (voir le FAST de créativité **Dres1**).

**Schéma correspondant à cette association**

Liaisons à mettre en place :

- liaison L1 - entre l'axe moteur du vérin rotatif et le bras ;
- liaison L2 - entre le corps du vérin rotatif et le support de plate-forme.

I.2.1./ A partir du document **Dres2**, identifier les surfaces fonctionnelles qui participent à la liaison L1 d'une part et à la liaison L2 d'autre part. Les repérer par une légende et les colorier. (*prendre une couleur différente pour chacune des deux liaisons*).

I.2.2./ En vous inspirant de la représentation schématique d'une partie de la liaison existante entre le bras et la plate-forme, proposer un schéma légendé à main levée, d'une solution constructive pour chacune des liaisons L1 et L2.

**Sur feuille de copie**

I.2.3./ Modéliser par un schéma cinématique la solution d'implantation du vérin rotatif proposée en I.2.2.

I.2.4./ Déterminer le degré d'hyperstatisme de cette solution.

Dans le cas d'un résultat hyperstatique indiquer à l'aide d'un croquis légendé les incidences sur la cotation fonctionnelle des pièces de liaison.

## II / AVANT PROJET D'UNE SOLUTION

**Objectif** : développer une solution constructive avec vérin linéaire et système pignon-crémaillère.

### Contraintes à respecter

- Prendre en compte l'existant.
- Utiliser des composants du commerce.
- Respecter les choix imposés.

### Documents à consulter

- ⇒ documents techniques : DT3, DT4, DT5.
- ⇒ documents ressources : Dres1 , Dres3, Dres4, Dres5, Dres6.

Le constructeur a sélectionné deux associations de solutions définies ci-dessous :

**Avant-projet n°1** : association (S1+S2+S4a)

liaison pivot + vérin linéaire hydraulique + système pignon-crémaillère avec corps de vérin **lié** au support de plate-forme.

**Avant-projet n°2**: association (S1+S2+S4b)

liaison pivot + vérin linéaire hydraulique + système pignon-crémaillère avec corps de vérin **articulé** sur le support de plate-forme.

## TRAVAIL DEMANDE :

### Sur document réponse DR2

#### II.1./ Tableau comparatif

A partir des critères définis dans le tableau, comparer les avant-projets 1 et 2 :

- **avant-projet n°1** avec vérin **lié** au support de plate-forme
- **avant-projet n°2** avec vérin **articulé** sur le support de plate-forme  
(on utilise une butée élastique en A).

Compléter le tableau et conclure sur le choix de l'avant-projet qui répond le mieux au cahier des charges de la fonction étudiée (FT31).

#### II.2./ Développement de la solution constructive retenue : avant-projet n°2

Choix technologiques imposés

- roue dentée : module  $m = 3 \text{ mm}$  ; nombre de dents  $Z = 21$  dents
- vérin linéaire: alésage  $\varnothing 32 \text{ mm}$  , Course = 100 mm  
.liaison du corps par tourillons mâles intermédiaires
- Jeu angulaire réduit par :
  - butée élastique en A
  - faible défaut de coaxialité du cylindre primitif du pignon par rapport à l'axe de rotation du support de plate-forme.

Définir sur le document réponse DR2 la longueur de la crémaillère qui permettra d'obtenir la rotation souhaitée : 180 °.

### II.3./ Vérification de l'amplitude de rotation de la plate-forme

Le vérin a une course de 100 m. Cette course permet-elle de satisfaire l'exigence du cahier des charges page 2/7 ?

### Sur document réponse DR3

II.4./ Etudier et représenter, au crayon, à main levée, à l'échelle approximative 1:1 :

- ⇒ les solutions constructives relatives à cet avant projet n°2 ;
- ⇒ l'intégration des composants du commerce aux composants existants conservés (bras, support de plate-forme,...).
- ⇒ le doc Dres6 propose la silhouette du vérin

Ce sous-système sera représenté en position médiane de la plate-forme ( $\alpha = 0^\circ$ ) dans les vues suivantes :

vue de face en coupe A-A

vue de dessous en coupe B-B : montrant le système pignon crémaillère et la butée élastique .  
*le plan B-B est le plan médian du pignon et de la crémaillère .*

Vue partielle G : montrant la liaison de la butée élastique .

Vue partielle F : montrant la liaison du vérin.

Toutes vues jugées nécessaires à la définition locale des liaisons.

*Les éléments de fixation (vis,...) pourront être représentés par leur axe et seront désignés.*

### Démarche conseillée

- Situer, par rapport aux composants existants conservés : la roue dentée, la crémaillère, le vérin, la butée élastique.
- Etudier les liaisons suivantes et les représenter :
  - liaison roue dentée – bras ;
  - liaison crémaillère - tige de piston de vérin ;  
*Nota : Cette liaison assurera la coïncidence de l'axe du piston de vérin avec la ligne primitive de la crémaillère.*
  - liaison corps de vérin - support de plate-forme, montage sur tourillons ;
  - butée élastique.

### Sur feuille de copie

II.5 / Indiquer, pour le sous-système étudié en II.4/, l'ordre de montage des différentes pièces.  
(Enumération succincte)

**III / DEFINITION D'UNE SOLUTION**

**Objectif :** définir la solution constructive de la liaison pivot entre le bras et le support de plate-forme.

La liaison pivot existante donne satisfaction et sera donc conservée quelle que soit la solution motorisée étudiée précédemment.

**Documents à consulter**

⇒ le dossier technique, en particulier les documents **DT4** et **DT5**.

**TRAVAIL DEMANDE****Sur document réponse DR4**

Les solutions techniques permettant la réalisation d'une liaison pivot par paliers lisses (frottement de surfaces) peuvent se classer en deux familles :

- . famille 1 ⇒ centrage court + appui plan
- . famille 2 ⇒ centrage long + appui ponctuel (butée)

**III.1./** Dans quelle famille peut-on classer la solution retenue et dessinée document DT4 ?

**III.2./** Les surfaces assurant cette liaison sont repérées dans le dessin partiel du document réponse DR4.

Compléter le tableau :

- en précisant les surfaces concernées ;
- en définissant les conditions géométriques à respecter entre ces surfaces .

*Nota :* les coussinets (**10**) sont montés avec serrage dans le support (**18**).

**III.3./** Tracer (document **DR4**) la chaîne de cotes relative au jeu axial **Ja**

*Nota :* le bras et le support de plate-forme, réalisés en éléments mécano-soudés, seront considérés comme des pièces monobloc pour le tracé de cette chaîne de cotes ; les cotes seront notées  $a_1, a_2, \dots$

**Sur document réponse DR5**

**III.4./** Inscrire, dans le respect des normes de tolérancement ISO, les spécifications dimensionnelles et géométriques relatives à la fonction technique suivante : guider en rotation le support de plate-forme.

*Nota :* Les tolérances géométriques ne seront pas chiffrées mais notées :

- $t_f$  pour une tolérance de forme,
- $t_o$  pour une tolérance d'orientation,
- $t_p$  pour une tolérance de position.