

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GÉNIE ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2005

ÉPREUVE: ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée: 4 heures

Coefficient : 6

PINCE DU ROBOT RTX

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice électronique de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire N°99-018 du 1 février 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes

- **Dossier Technique** (DT1 à DT10)jaune
- **Dossier Travail demandé** (pages 1/10 à 10/10)vert
- **Dossier des « Documents réponses»** (DR1 à DR6) blanc

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les « documents réponses» prévus à cet effet.

Tous les documents "réponses" même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 11 documents numérotés de DT1 à DT10

| | |
|-----------|--|
| DT1 | 1- Introduction |
| 2- | Présentation du robot RTX |
| DT1 | 2.1- Structure générale du robot RTX |
| DT2 | 2.2- Schéma cinématique du robot RTX |
| DT2 | 2.3- Diagramme des interacteurs |
| DT3 | 2.4- Diagramme FAST partiel du robot RTX |
| 3- | Présentation de la pince du robot RTX |
| DT4 | 3.1 -Cahier des charges fonctionnel de la pince exprimé par le fabricant de boîtes en plastique |
| DT4 | 3.2- Représentation du poignet et de la pince serrant une boîte |
| DT5 | 3.3- Eclaté partiel de la pince |
| DT6 | 3.4- Eclaté du moto-réducteur de la pince |
| DT7 | 3.5- Eclaté du système de préhension de la pince |
| DT8 | 3.6- Dessin d'ensemble de la pince sans boîtier et capot |
| DT9 | 3.7-Nomenclature -Pince |
| DT10 | 3.8- Moteur électrique - Caractéristiques |

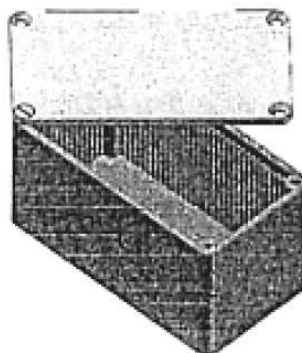
1- Introduction

Dans son unité de fabrication et d'assemblage, une société fabricant des boîtes plastiques en ABS destinées à des applications électroniques a pour projet de créer un nouveau poste de contrôle qualité.

Pour saisir et déplacer les boîtes de la chaîne de fabrication, vers ce poste de contrôle elle souhaite utiliser un robot RTX.

La société fabriquant les boîtes demande au bureau d'étude du constructeur du robot RTX de vérifier la compatibilité de certaines caractéristiques de la pince du robot RTX avec la gamme de boîtes à contrôler.

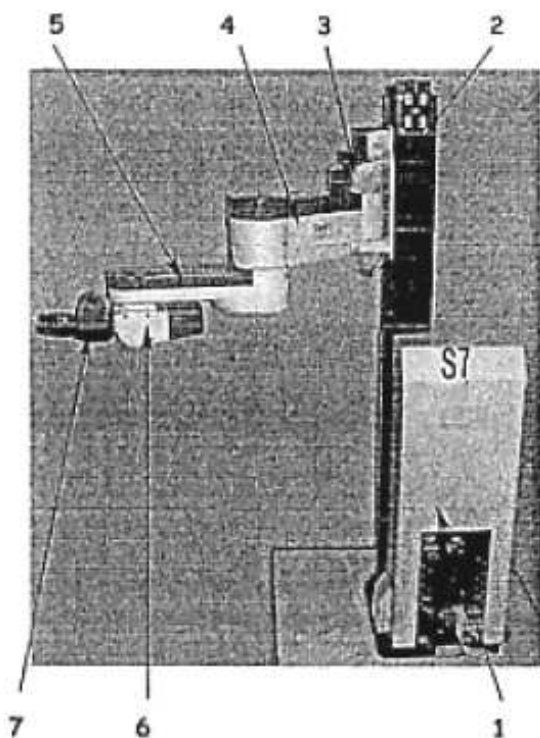
| Dimensions de la gamme de boîtes (en mm) | | | |
|--|---------|---------|-----------------|
| Longueur | Largeur | Hauteur | Epaisseur paroi |
| 45 | 25 | 30 | 3,2 |
| 55 | 40 | 30 | 3,2 |
| 85 | 55 | 40 | 3,2 |
| 115 | 60 | 40 | 3,2 |
| 125 | 65 | 50 | 3,2 |
| 135 | 80 | 60 | 3,2 |
| 145 | 85 | 75 | 3,2 |
| 155 | 85 | 40 | 3,2 |
| 155 | 85 | 90 | 3,2 |



2- Présentation du robot RTX

Le robot RTX est un équipement polyvalent contrôlé et piloté par un ordinateur. Compact, précis et possédant 6 axes de mobilité plus un préhenseur : la pince. Il est utilisé principalement dans l'industrie et les laboratoires.

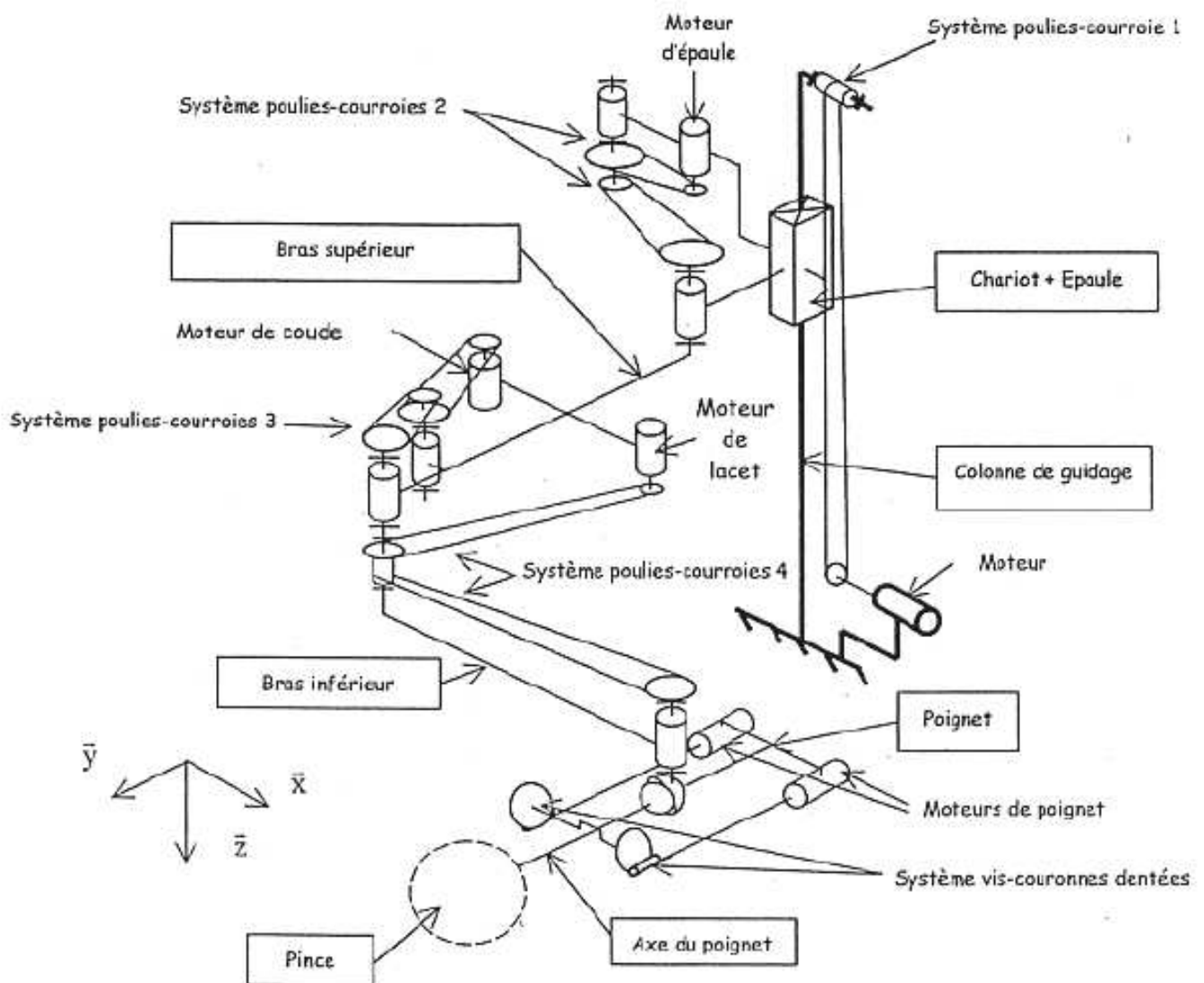
2.1 - Structure générale du robot RTX



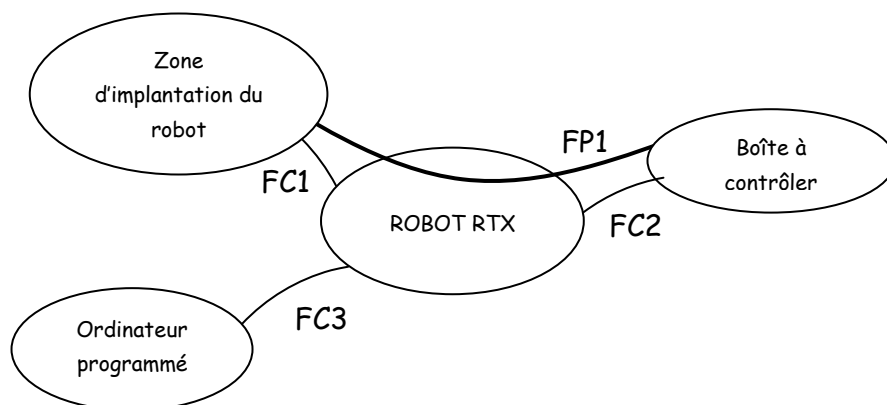
- 1 : Base RTX
- 2 : Colonne de guidage linéaire verticale
- 3 : Chariot +- Epaule
- 4 : Bras supérieur
- 5 : Bras inférieur
- 6 : Poignet
- 7 : Pince

2.2 Schéma cinématique du robot RTX

Remarque : La modélisation de la pince n'est pas représentée



2.3 - Diagramme des interacteurs



Fonction principale :

FP1 : Saisir et déplacer une boîte

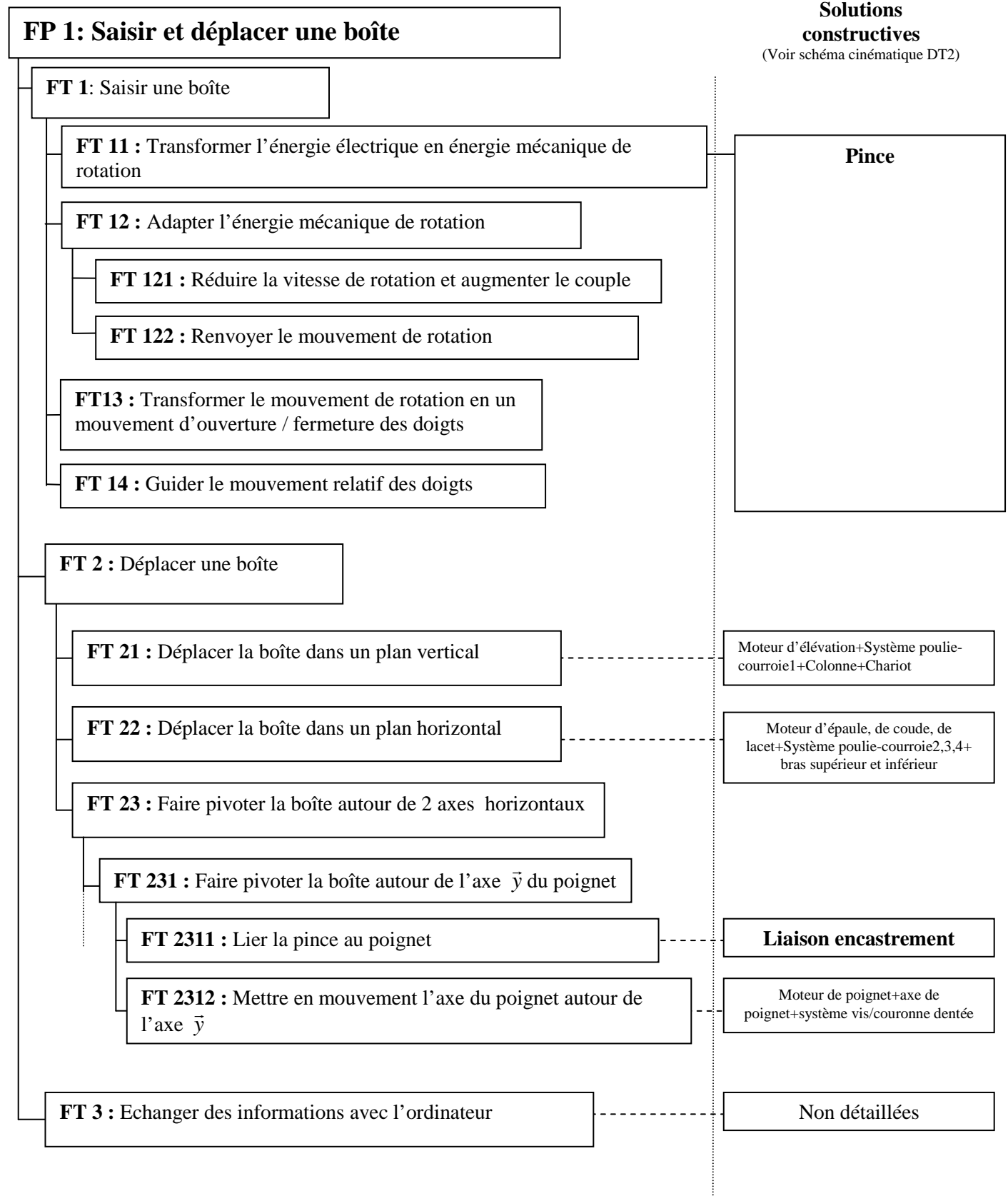
Fonctions complémentaires :

FC1 : Etre adapté aux caractéristiques (dimensions, température, hygrométrie...) de la zone d'implantation

FC2 : Pouvoir saisir des boîtes de masse inférieure à 2 kg

FC3 : Commander le robot

2.4 Diagramme FAST partiel du robot RTX

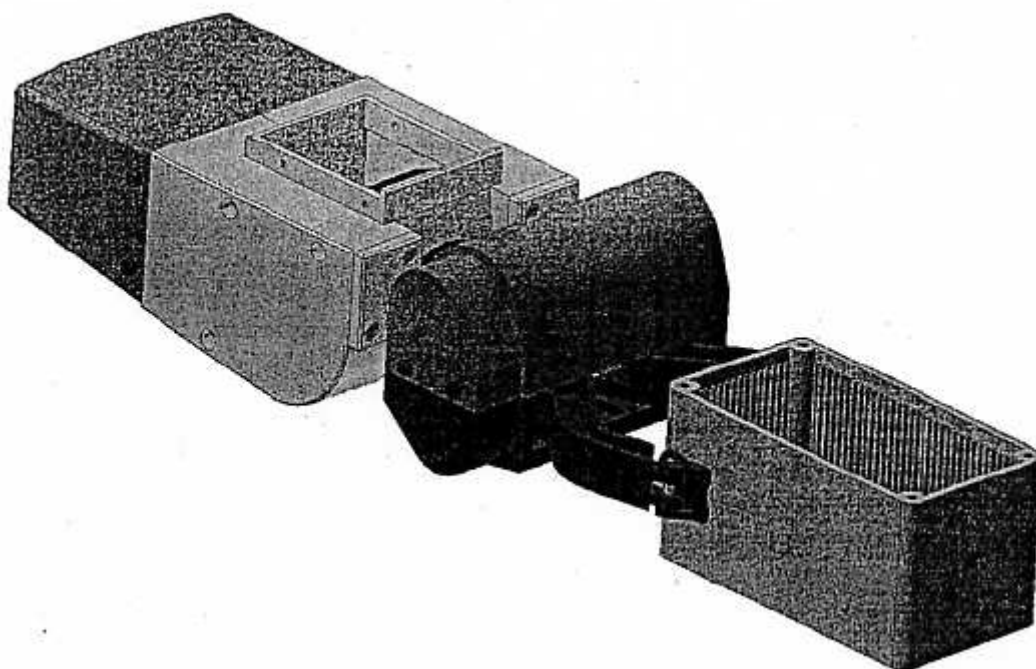


3 Présentation de la pince du robot RTX

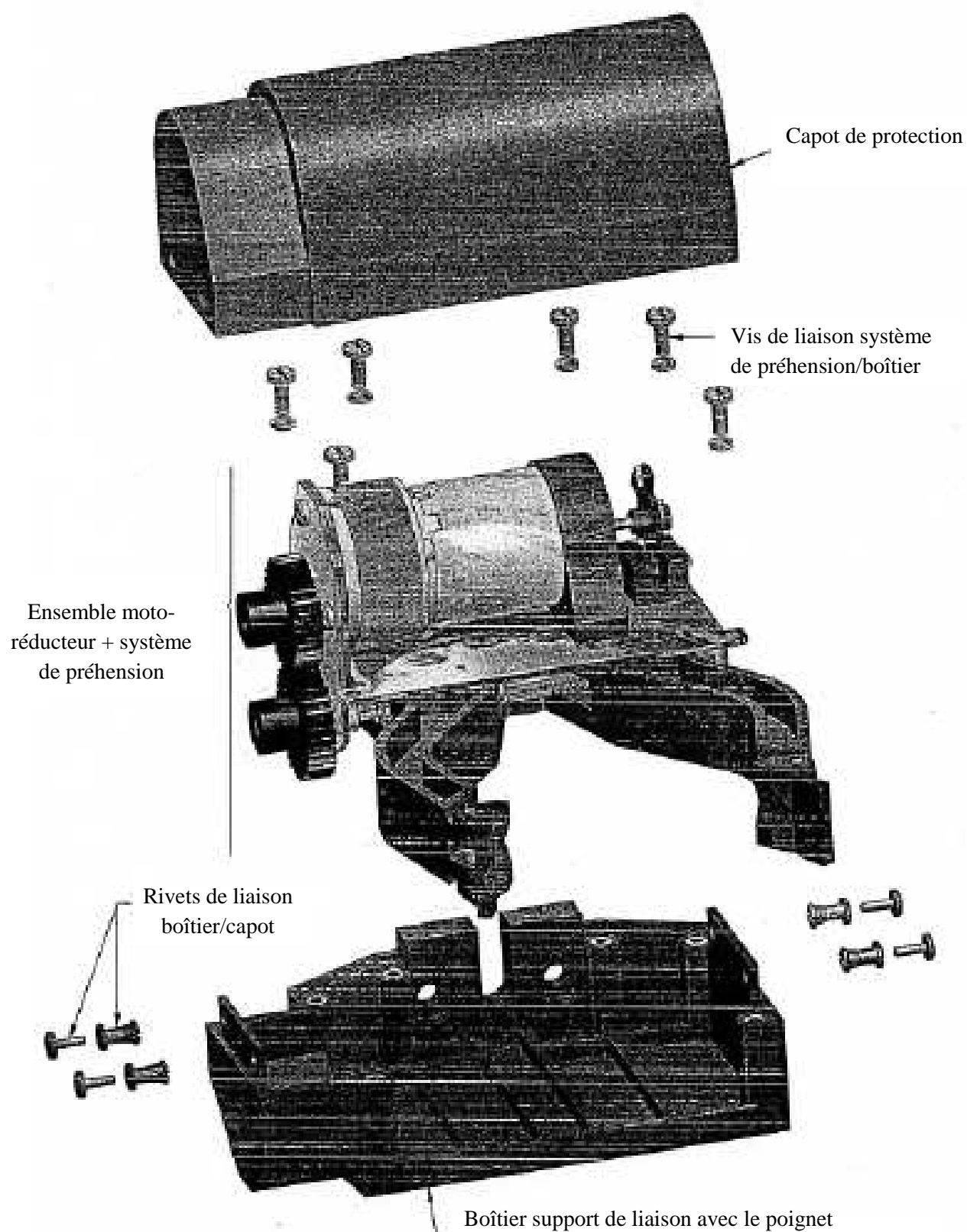
3.1 — Cahier des charges fonctionnel de la pince exprimé par le fabricant de boîtes en plastique

| Fonctions | Critères | Niveaux | Flexibilités |
|-----------------------------------|---|-----------------------|--------------|
| FT1 : Saisir une boîte | Capacité maximale de charge | <2 kg | aucune |
| | Vitesse d'impact admissible des doigts sur la boîte | 70 mm.s ⁻¹ | aucune |
| | Effort minimal de serrage des doigts de la pince pour des boîtes dont la largeur ou le diamètre est compris entre 20 mm, et 85 mm | 10 N | aucune |
| | Effort maximal de serrage des doigts de la pince pour des boîtes dont la largeur ou le diamètre est compris entre 20 mm, et 85 mm | 20 N | aucune |
| | Ecartement des doigts de la pince en position d'ouverture maximale | 85 mm mini | aucune |
| FT2311 : Lier la pince au poignet | Temps maxi de changement de pince | 3 minutes | aucune |

3.2 — Représentation du poignet et de la pince serrant une boîte :



3.3 Eclaté partiel de la pince :



3.4 Eclaté du moto-réducteur de la pince :

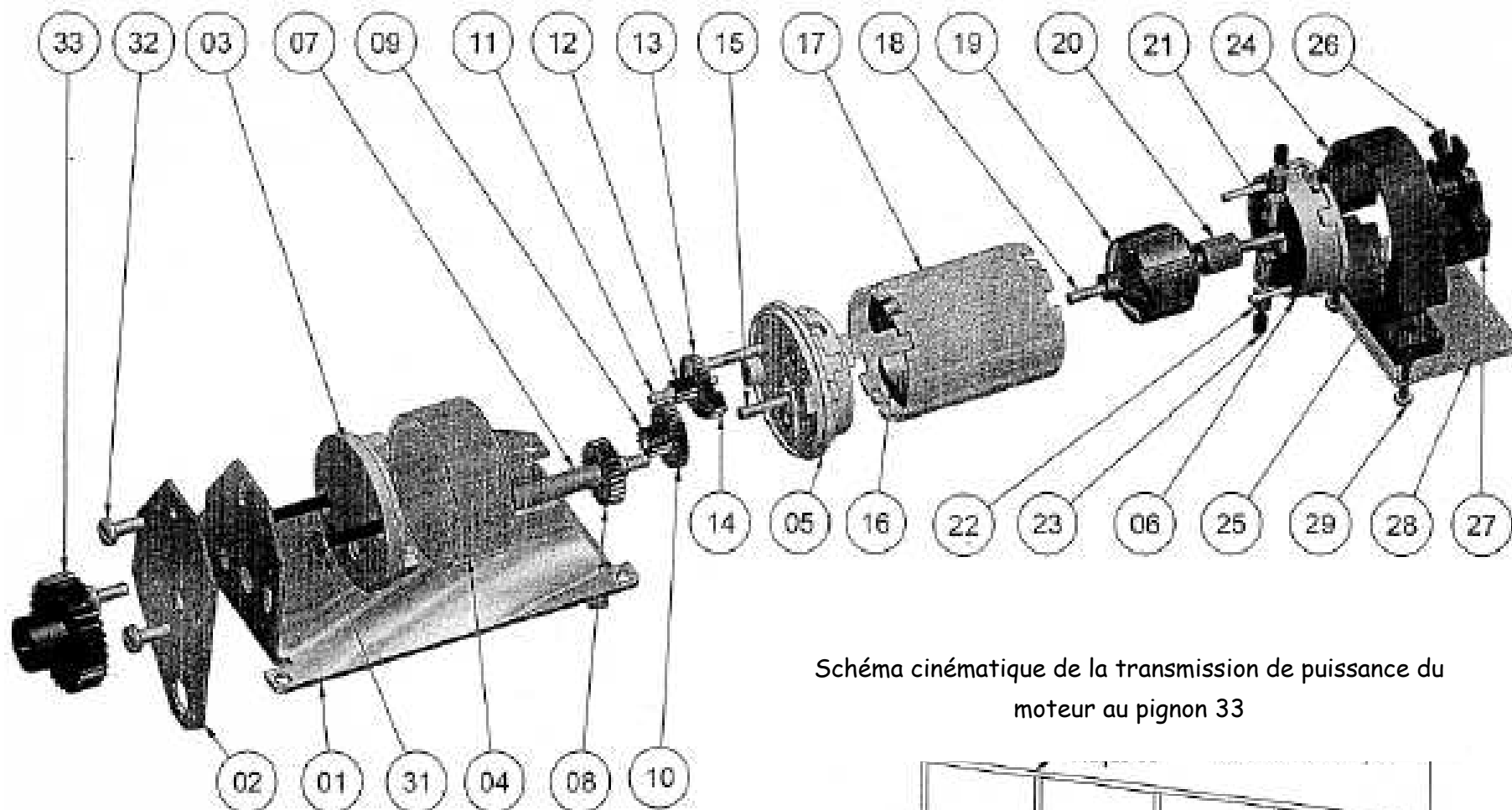
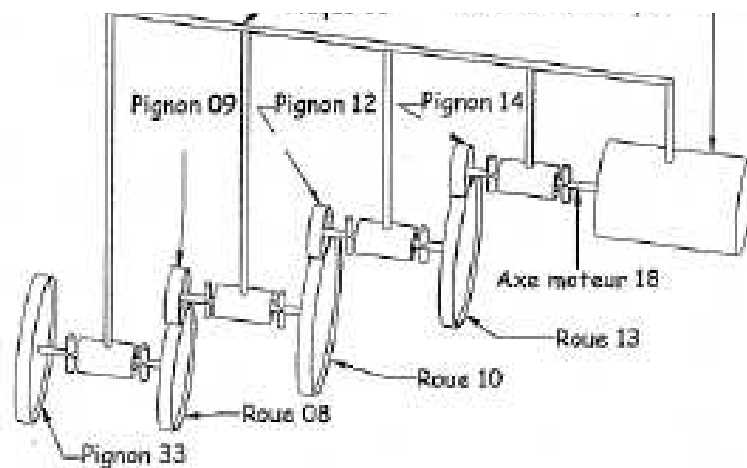
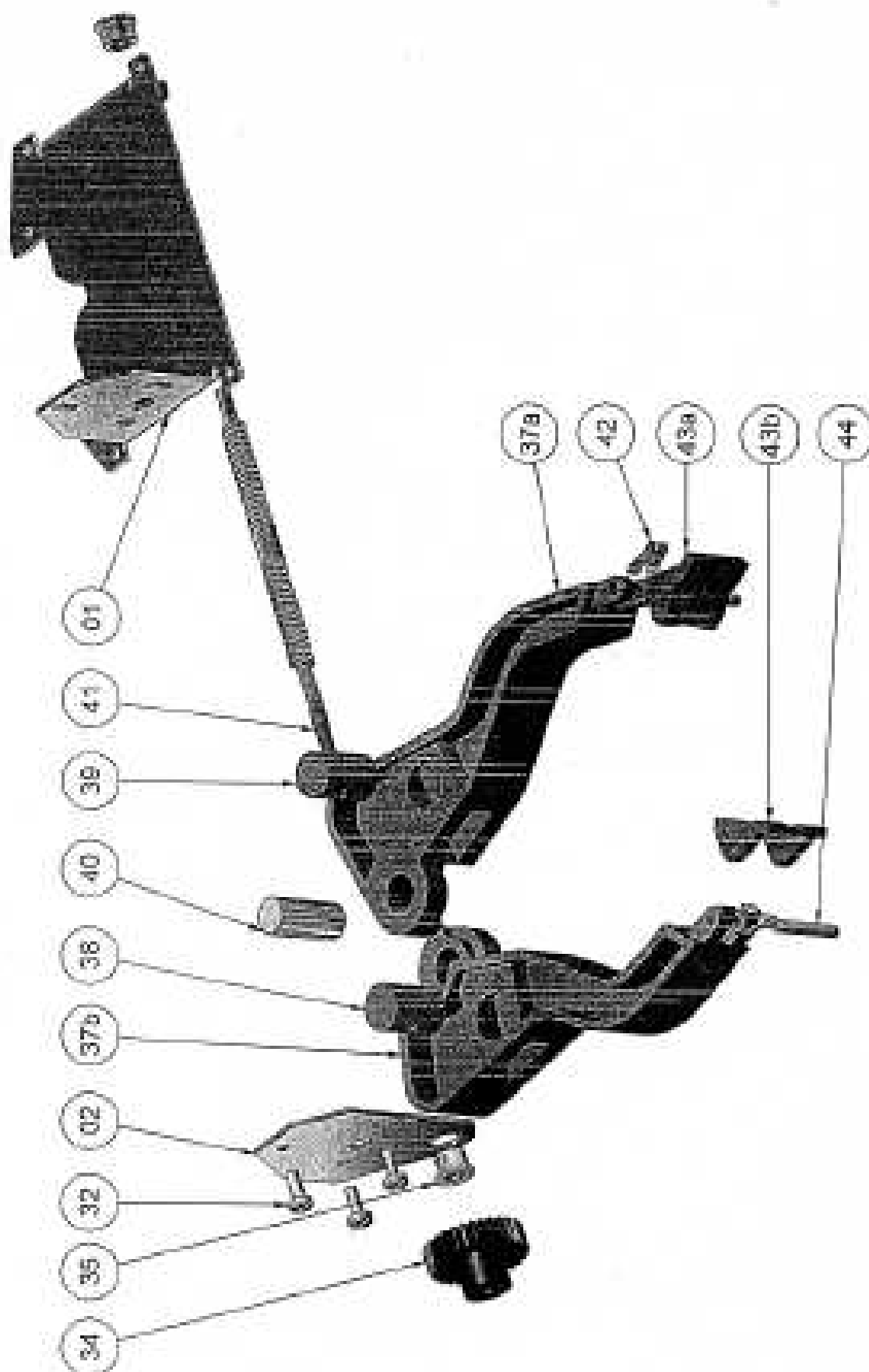
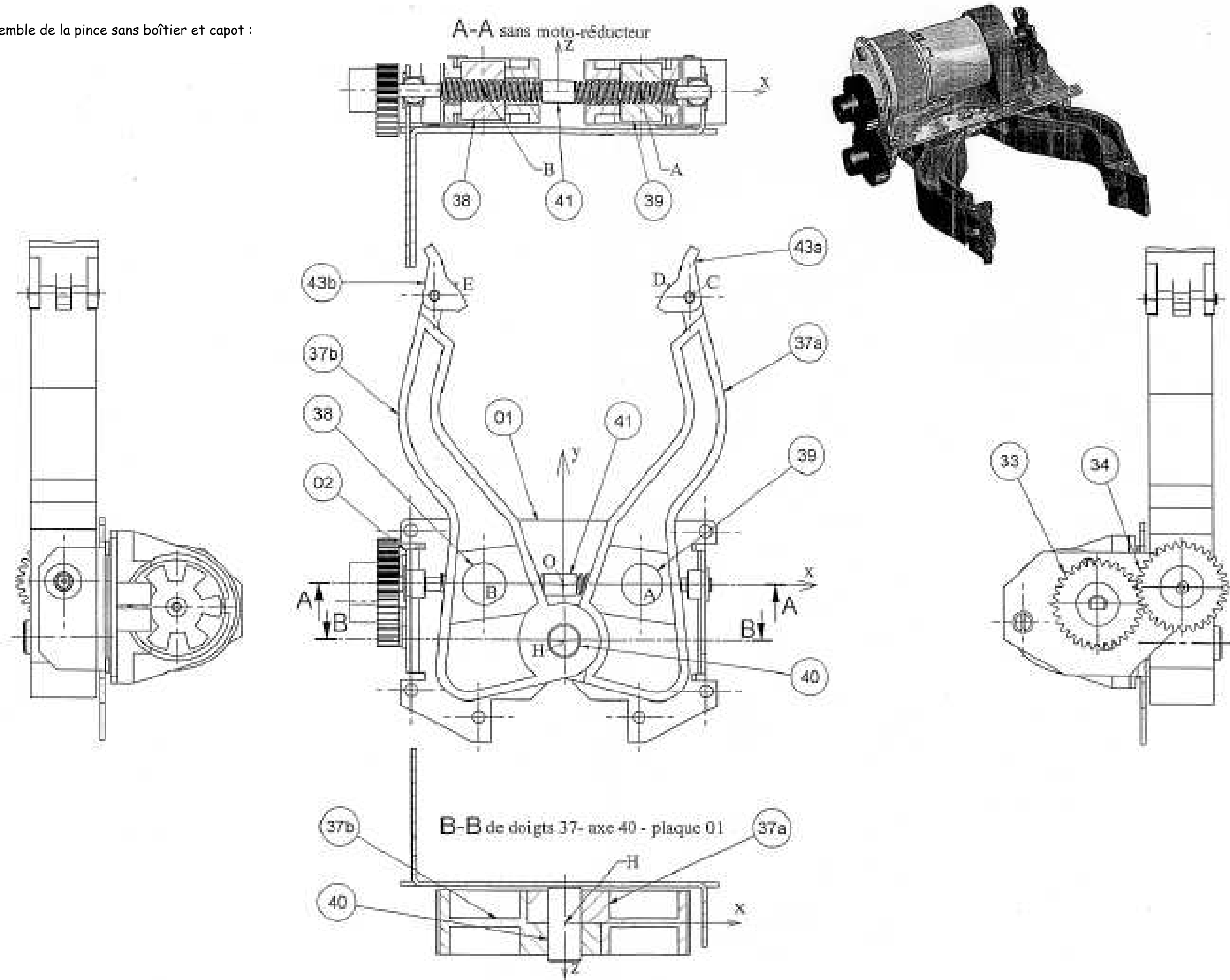


Schéma cinématique de la transmission de puissance du moteur au pignon 33



3.4 Eclaté du système de préhension de la pince :

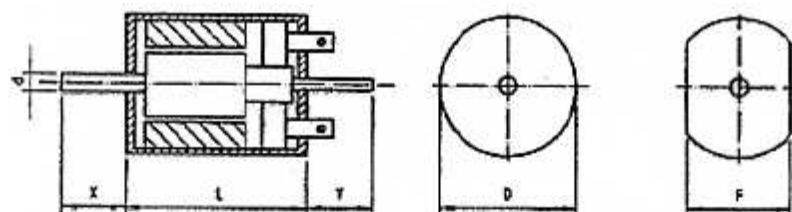




3.7 Nomenclature - Pince :

| | | | |
|------------|-----------|--|---------------------------------|
| 50 | 2 | Rotule frittée pour diamètre 2.5 | |
| 49 | 2 | Anneau de maintien de rotule | |
| 48 | 1 | Boîtier porte balai | |
| 47 | 1 | Coussinet fritté 3x6x3.25 | |
| 46 | 1 | Coussinet fritté 5x9x3.75 | |
| 45 | 2 | Coussinet fritté 2x4x3.25 | |
| 44 | 2 | Axe de mors | |
| 43 | 2 | Mors rapporté | |
| 42 | 2 | Ressort de mors | |
| 41 | 1 | Axe fileté à pas inverses | p = 16 spires/ pouce =1.5875 mm |
| 40 | 1 | Axe de doigts | |
| 39 | 1 | Axe taraudé à droite | p = 16 spires/ pouce ~1.5875 mm |
| 38 | 1 | Axe taraudé à gauche | p = 16 spires/ pouce ~1.5875 mm |
| 37 | 2 | Doigt | |
| 36 | 2 | Rotule fritte pour diamètre 3.5 | |
| 35 | 2 | Palier à rotule | |
| 34 | 1 | Pignon | Z = 31 dents |
| 33 | 1 | Pignon | Z = 31 dents |
| 32 | 3 | Vis à tête cylindrique large fendue ISO 1580 - M3x8 | |
| 31 | 2 | Vis à tête fraisée à empreinte cruciforme ISO 7046 M3x18 | |
| 30 | 2 | Rondelle plate ISO 10673 Type S - 2 | |
| 29 | 2 | Vis à tête cylindrique large fendue ISO 1580 - M2x10 | |
| 28 | 1 | Circuit imprimé | |
| 27 | 2 | Capteur Optique | |
| 26 | 1 | Roue codeuse | |
| 25 | 1 | Plaque de bride | |
| 24 | 1 | Bride | |
| 23 | 2 | Ressort | |
| 22 | 2 | Balai | |
| 21 | 2 | Porte balai | |
| 20 | 1 | Collecteur | |
| 19 | 1 | Rotor | |
| 18 | 1 | Axe moteur | |
| 17 | 1 | Stator | |
| 16 | 2 | Aimant | |
| 15 | 1 | Axe des voues dentées 9-11 | |
| 14 | 1 | Pignon sortie moteur | Z = 11 dents |
| 13 | 1 | Roue dentée | Z = 32 dents |
| 12 | 1 | Pignon | Z = 11 dents |
| 11 | 1 | Axe des roues dentées 12-13 | |
| 10 | 1 | Roue dentée | Z = 34 dents |
| 9 | 1 | Pignon | Z = 12 dents |
| 8 | 1 | Roue dentée de sortie réducteur | Z = 27 dents |
| 7 | 1 | Arbre sortie réducteur | |
| 6 | 1 | Flasque arrière moteur | |
| 5 | 1 | Flasque avant moteur | |
| 4 | 1 | Corps réducteur | |
| 3 | 1 | Flasque réducteur | |
| 2 | 1 | Plaque de fixation moto-réducteur | |
| 1 | 1 | Plaque support | |
| Rep | Nb | Désignation | Observations |

3.8 Moteur électrique - Caractéristiques :



| | Ten- sion nomi- nale | Couple nomi- nal | Vitesse nomi- nal | Courant nomi- nal | Cotes D | Cotes F | Cotes L | Cotes d | Dépas- sment d'arbre X | Dépas- sment d'arbre Y | livrable avec codeur |
|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | V | N.mm | tr/min | A | mm | mm | mm | mm | mm | mm | |
| 16.011.545-24V | 24 | 4 | 4600 | 0,175 | 23,5 | 18,0 | 30,6 | 2,0 | - | - | - |
| 13.021.046-24V | 24 | 4,5 | 6250 | 0,5 | 31,0 | - | 42,0 | 2,5 | 15,0 | - | X |
| 13.021.701-24V | 24 | 15 | 6200 | 0,65 | 31,0 | - | 42,0 | 2,5 | 12,5 | - | - |
| 13.021.344-24V | 24 | 20 | 3000 | 0,5 | 31,0 | - | 51,0 | 2,5 | 17,0 | - | - |
| 13.021.318-24V | 24 | 21 | 4000 | 0,54 | 31,0 | - | 51,0 | 2,5 | 12,5 | - | - |
| 13.021.606-24V | 24 | 32 | 3000 | 0,6 | 31,0 | - | 75,5 | 3,0 | 17,0 | 8,0 | - |
| 13.055.221-24V | 24 | 40 | 3000 | 1,0 | 35,0 | - | 60,0 | 4,0 | 20,0 | - | - |
| 13.046.404-24V | 24 | 60 | 3000 | 1,2 | 40,0 | - | 78,0 | 4,0 | 20,0 | 15,0 | X |
| 13.018.078-24V | 24 | 80 | 3000 | 1,7 | 48,0 | - | 64,5 | 5,0 | 16,0 | - | - |
| 13.018.102-24V | 24 | 80 | 3000 | 1,7 | 48,0 | - | 64,5 | 5,0 | 23,0 | - | - |
| 13.044.236-24V | 24 | 150 | 3000 | 3,1 | 51,6 | - | 88,6 | 6,0 | 25,0 | 15,0 | X |
| 13.044.414-24V | 24 | 180 | 3000 | 3,5 | 51,6 | - | 103,6 | 6,0 | 25,0 | 15,0 | X |
| 13.075.016-24V | 24 | 200 | 3500 | 4,0 | 76,0 | - | 102,5 | 8,0 | 30,0 | - | - |
| 13.075.214-24V | 24 | 250 | 3500 | 5,1 | 76,0 | - | 123,0 | 8,0 | 30,0 | - | - |

DOSSIER "TRAVAIL DEMANDE"

Le sujet est composé de 3 parties indépendantes.

Ce dossier comporte feuilles numérotées de 1/10 à 10/10.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

| | |
|---|-----------------|
| Lecture du dossier et des documents techniques | 0h30 min |
|---|-----------------|

| | |
|---|-----------------|
| 1^{ère} Partie : Etude du fonctionnement de la pince | 0h30 min |
|---|-----------------|

| | |
|---|-----------------|
| 2^{ème} partie : Vérification des caractéristiques de la pince | 2h 15min |
|---|-----------------|

| | |
|---|---------|
| 2.A Vérification de L'écartement des doigts | 0h30min |
|---|---------|

| | |
|--|---------|
| 2.B Vérification de la vitesse d'impact des doigts avec la boîte | 0h45min |
|--|---------|

| | |
|---|---------|
| 2.C Vérification de l'effort de serrage de la pince | 1h00min |
|---|---------|

| | |
|--|-----------------|
| 3^{ème} partie : Etude de la fonction FT2311 : Lier la pince au poignet | 0h45 min |
|--|-----------------|

| | |
|---|---------|
| 3 .A Analysé de la liaison encastrement entre le boîtier et la pièce de liaison | 0h20min |
|---|---------|

| | |
|---|---------|
| 3.B Conception de la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet | 0h25min |
|---|---------|

1^{ère} Partie : Etude du fonctionnement de la pince

Cette première partie n'a pour objectif que de présenter au candidat le fonctionnement et l'architecture du système étudié dans ce sujet : la pince du robot RTX

A l'aide des documents techniques DT4 à DT9

Question 1.1- Compléter le diagramme FAST du document DR1 en nommant les éléments (actionneur, système de transformation de mouvement, pièces,) qui réalisent les fonctions techniques suivantes : FT11 -FT121 -FT122-FT13

Question 1.2- Compléter le tableau des liaisons et des mobilités réalisant les fonctions techniques FT13 et FT14 sur le document DR1

Pour chaque liaison, on définira :

- son nom, son centre et sa direction principale (axe ou normale) dans le repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$
- ses mobilités par un « 0 » si elles sont bloquées et par un « 1 » si elles sont permises

2^{ème} Partie : Vérification des caractéristiques de la pince

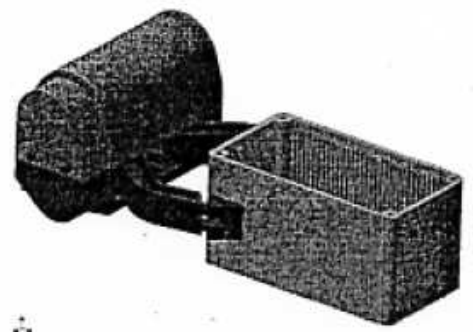
A la demande du fabricant de boîtes, le concepteur du robot RTX doit valider des éléments du cahier des charges fonctionnel exprimés par le fabricant de boîtes :

- Ecartement suffisant des doigts de la pince ----- > PARTIE 2.A
- Vitesse d'impact des mors sur la boîte ----- > PARTIE 2.B
- Effort de serrage des mors sur la boîte ----- > PARTIE 2.C

2.A- Vérification de l'écartement des doigts de la pince

On souhaite vérifier que l'écartement des doigts de la pince est compatible avec la valeur imposée par le cahier des charges. Cette valeur d'écartement correspond à la largeur maximale des boîtes à prélever (85 mm).

L'étude suivante consiste à partir de la géométrie et des caractéristiques dimensionnelles de la pince à déterminer la valeur de l'écartement des doigts et à vérifier la compatibilité de cette valeur avec la valeur imposée par le cahier des charges.



- Hypothèses :

- Le repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est un repère fixe lié à la plaque 1 ;
- On admet les plans (O, \vec{x}, \vec{y}) et (O, \vec{y}, \vec{z}) comme plans de symétrie de la pince ;
- La trajectoire $T_{H,37a/1}$ du point H appartenant au doigt 37a dans son mouvement par rapport à la plaque support 1 est une droite d'axe (O, \vec{y}) ;
- Les centres des liaisons entre 39 et 41 d'une part et 39 et 37a d'autre part sont des points coïncidents et seront définis par le point A ;
- La trajectoire $T_{A,39/1}$ du point A appartenant à l'axe taraudé 39 dans son mouvement par rapport à la plaque support 1 est identique à la trajectoire $T_{A,39/41}$;
- La liaison entre la vis 41 et la plaque 1 sera définie comme étant une liaison pivot d'axe (O, \vec{x}) .

Question 2.A.1- Tracer en rouge la trajectoire $T_{H,37a/1}$ sur la figure du document réponse DR2

Question 2.A.2- Quelle est la nature de la trajectoire $T_{A,39/1}$?

Tracer en vert sur la figure du document réponse DR2 la trajectoire $T_{A,37a/1}$, sachant que cette trajectoire est identique à la trajectoire $T_{A,39/1}$

Question 2.A.3- Quelle est la nature du mouvement du doigt 37a par rapport à la plaque support 1 ? Justifier.

Question 2.A.4- En position d'ouverture maximale du doigt 37a, la position du point A est repérée par le point A_{0m} - Tracer dans cette configuration les points H et C qui seront appelés respectivement H_{0m} et C_{0m} sur la figure du document réponse DR2.

Question 2.A.5- La distance entre C et D étant constante d'une part et la surface d'appui des mors sur la boîte étant toujours verticale d'autre part, tracer le point D_{0m} correspondant à la position du point D lorsque les doigts sont en position d'ouverture maximale sur le document réponse DR2.

Question 2.A.6- Tracer le point E_{0m} sachant qu'il est le symétrique du point D_{0m} par rapport à l'axe (O, \vec{y}) sur la figure du document réponse DR2.

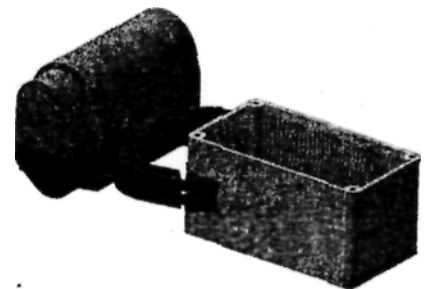
Question 2.A.7- Tracer sur la figure du document réponse DR2 la cote représentant l'écartement maximal d'ouverture des doigts et indiquer la valeur obtenue.

Conclure quant à la compatibilité de cette valeur avec celle imposée par le cahier des charges fonctionnel exprimé par le fabricant de boîtes. (Voir document technique DT4)

2.B- Vérification de la vitesse d'impact des doigts avec la boîte

On souhaite vérifier que la vitesse d'impact des doigts de la pince avec la boîte est compatible avec la valeur imposée par le cahier des charges. Cette vitesse d'impact des doigts prend en compte la fragilité des boîtes et permet d'éviter toute détérioration.

L'étude suivante consiste à partir des caractéristiques du moteur électrique de la pince à déterminer la valeur de cette vitesse d'impact et de vérifier la compatibilité de cette valeur avec la valeur maximale admissible-imposée par le cahier des charges.



- Hypothèses :

- Au moment de l'impact du mors 43a avec la boîte, le doigt 37a et le mors rapporté 43a sont sans

mouvement relatif : l'ensemble sera noté 37a ;

- On admet les plans (O, \vec{x}, \vec{y}) et (O, \vec{y}, \vec{z}) comme plans de symétrie de la pince

- Les centres des liaisons entre 39 et 41 d'une part et 39 et 37a d'autre part sont des points coïncidents et seront définis par A ;

- Le support du vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{H37a/1}}$ du point H appartenant au doigt 37a dans son mouvement par rapport à la plaque support 1 est une droite d'axe (O, \vec{y}) ;

- Données :

- Référence du moteur actionnant la pince : **13.021.046-24V**

- Pas du système vis à pas inversés 41 / axe taraudé 39 : **pas = 1.5875 mm**

- Rappel :

- Relation entre vitesse de translation, fréquence de rotation et pas pour un système vis/écrou :

$$V = (N/60) \times \text{pas}$$

Question 2.B.1 - A partir des caractéristiques du moteur données sur le document DT 10, indiquer la fréquence de rotation de l'arbre moteur N_{moteur} .

Question 2.B.2 – Vérifier que le rapport de réduction global K_{global} de la transmission entre l'axe moteur 18 et la vis à pas inversés 41 est égal à **1/20,23**. L'architecture et les caractéristiques des roues dentées sont données dans les documents techniques DT 6 à DT 9.

Remarque : Le rapport de transmission entre les pignons 33 et 34 est égal à 1

Question 2.B.3- Déterminer la fréquence de rotation $N_{\text{vis}/1}$ de la vis 41 par rapport à 1

Question 2.B.4- Déterminer complètement (point d'application, support, sens et norme) le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{A39/1}}$ en phase de fermeture des doigts.

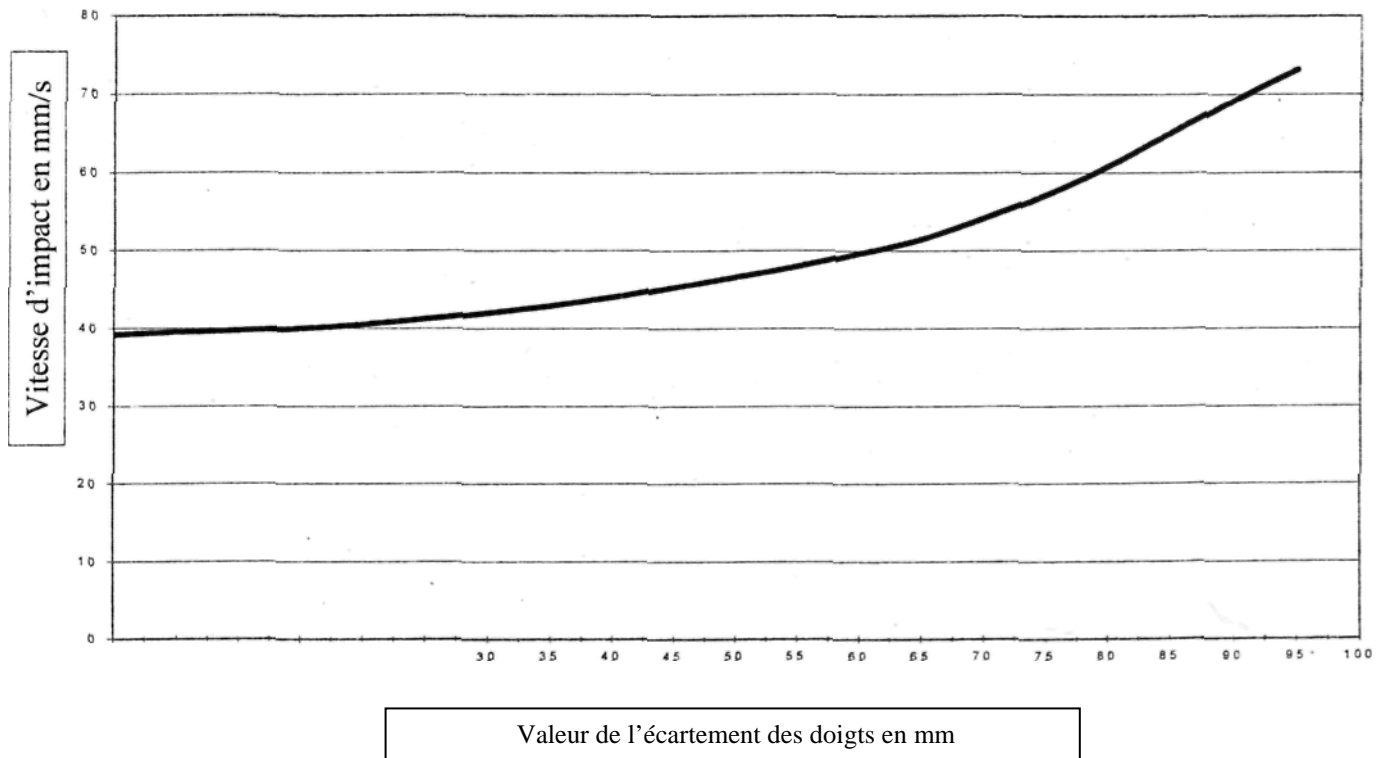
Question 2.B.5- Justifier que $\overrightarrow{V_{A39/1}} = \overrightarrow{V_{A37a/1}}$. Tracer le vecteur $\overrightarrow{V_{A37a/1}}$ sur la figure du document réponse DR3.

Question 2.B.6- Connaissant les directions de $\overrightarrow{V_{A37a/1}}$ et de $\overrightarrow{V_{H37a/1}}$, déterminer le centre instantané de rotation de 37a/1 (CIR $_{37a/1}$) et tracer le support du vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{D37a/1}}$ sur la figure du document réponse DR3.

Question 2.B.7 - Connaissant la direction de $\overrightarrow{V_{D37a/1}}$, déterminer par la méthode de votre choix (de préférence la distribution des vitesses) la norme de ce vecteur vitesse. Tracer ce vecteur sur la figure du document DR3 .

Cette vitesse correspond à la vitesse d'impact d'un doigt lorsqu'il rentre en contact avec la boîte.

Le graphe suivant issu d'un logiciel de simulation donne les valeurs de $\overrightarrow{V_{D37a/1}}$ en fonction de la valeur de l'écartement des doigts .

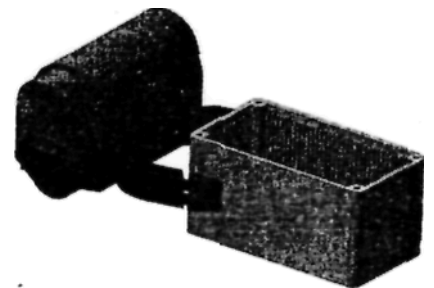


Question 2.B.8- Déterminer à l'aide du graphe ci-dessus, la valeur de la vitesse d'impact des mors lorsque la pince saisit des boîtes de largeur maximale (85 mm). Cette vitesse est-elle compatible avec la vitesse d'impact maximale admissible imposée par le cahier des charges ?

2.C- Vérification de l'effort de serrage de la pince

On souhaite vérifier que l'effort de serrage des boîtes à déplacer est compatible avec les valeurs imposées par le cahier des charges. Cet effort prend en compte la fragilité d'une part et la masse d'autre part de ces objets.

L'étude suivante consiste à partir des caractéristiques du moteur électrique à déterminer l'effort de serrage d'une boîte entre les doigts de la pince et de vérifier la compatibilité de cet effort avec les valeurs imposées par le cahier des charges.



2.C.1- Détermination de la puissance dans la vis à pas inverses 41

Données :

- Référence du moteur électrique : **13.021.046-24V**.

- Rendement de chaque engrenage de la transmission de l'axe moteur 18 à la vis à pas inverses 41 $\eta_{\text{engrenage}} = 0,98$

Rapport de réduction global de la transmission de l'axe moteur 18 à la vis à pas inverses 41 $k_{\text{global}} = 1/20,23$

Question 2.C.1.1- A partir du document DT 10, indiquer la valeur du couple fourni par le moteur.

Question 2.C.1.2- Sachant que la fréquence de rotation du moteur est de 6250 tr/min, calculer la puissance fournie par le moteur : P_{moteur}

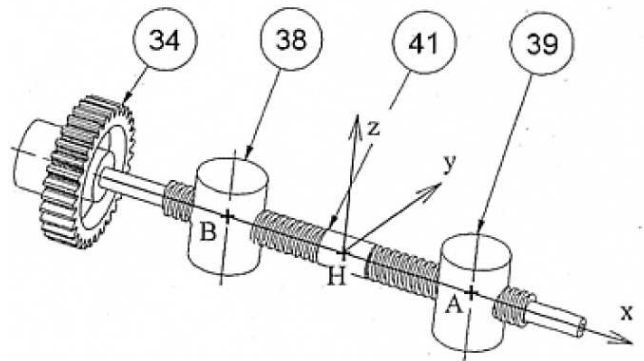
Question 2.C. 1.3- Calculer le rendement global de la transmission de puissance entre l'axe 18 du moteur électrique et la vis à pas inverses 41.

Question 2.C.1.4- Déduire la puissance P_{41} fournie à la vis à pas inverses 41.

2.C.2- Détermination de l'effort axial dans l'axe taraudé 39

La vis à pas inverses 41 transmet un effort axial à chacun des axes taraudés 38 et 39. Ces efforts dépendent de la valeur de la puissance dans la vis à pas inverses 41.

Nous allons déterminer l'effort axial qu'exerce 41 sur 39 (la démarche serait la même pour la détermination de l'effort axial qu'exerce 41 sur 38 pour des raisons de symétrie).



Données :

- Rendement du système vis à pas inverses /axes taraudés : $\eta_{\text{vis41/écrou38}} = \eta_{\text{vis41/écrou39}} = 0,5$

- Vitesse de translation pour le point A de l'axe taraudé 39 par rapport à la vis à pas inverses 41 :

$$\|\vec{V}_{A39/41}\| = 8.17 \text{ mm/s}$$

- Puissance fournie la vis à pas inverses 41 : $P_{41} = 2,7 \text{ W}$

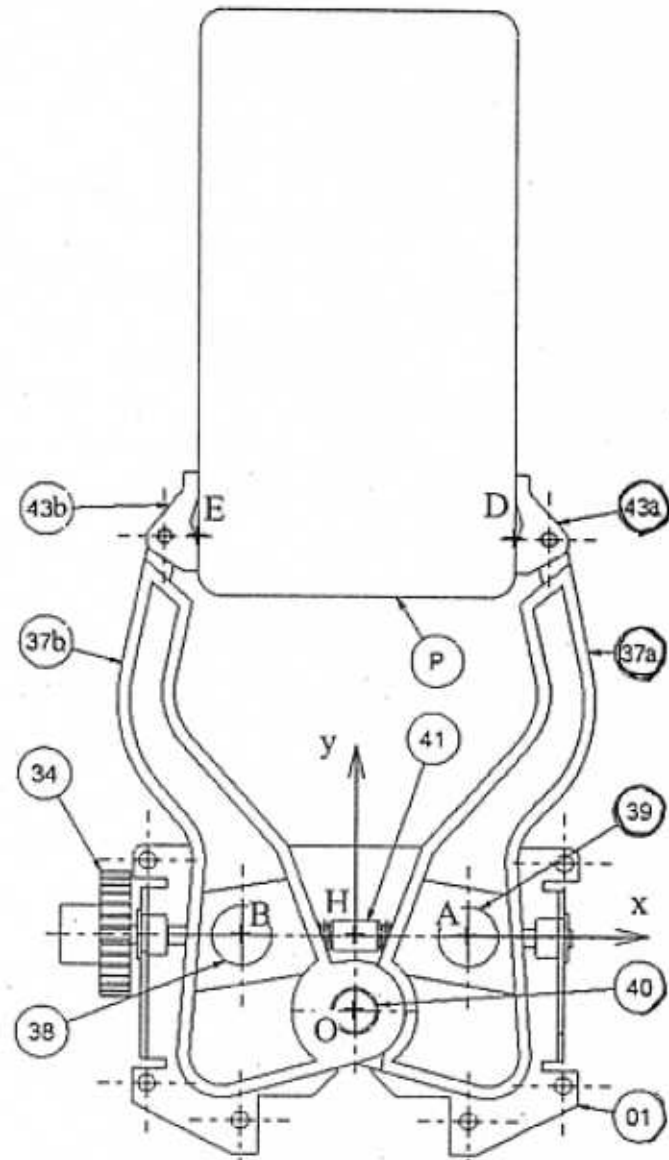
Question 2.C.2.1- On rappelle que la vis 41 transmet sa puissance aux deux axes taraudés 38 et 39. Calculer la puissance P_{39} que transmet la vis à pas inverse 41 à l'axe taraudé 39.

Question 2.C.2.2- Calculer alors la norme de l'effort axial qu'exerce la vis 41 sur l'axe 39 noté $\|\vec{A}(41 \rightarrow 39)\|$

2.C.3 Etude de l'équilibre d'un doigt de la pince :

Hypothèses :

- On se place au cours de la phase serrage d'une boîte désignée par pièce P et la pince occupe la position ci-contre :
- L'ensemble composé du doigt 37a et du mors rapporté 43a sera considéré comme rigide et sera noté 37a
- La pince admet le plan (\bar{x}, \bar{y}) comme plan de symétrie
- Les liaisons sont toutes considérées comme parfaites (frottement négligé) sauf entre la vis à pas inverses 41 et les axes taraudés 38 et 39 et entre les mors 43 et la boîte P
- Les solides sont considérés comme indéformables.
- Les zones de contact entre la pièce P et les mors 43a et 43b sont concentrées aux points D et E respectivement et une étude a permis de retenir pour modèle d'action mécanique entre ces pièces des torseurs glisseurs dont les résultantes ont pour support dans le plan (\bar{x}, \bar{y}) une normale aux surfaces de contact.

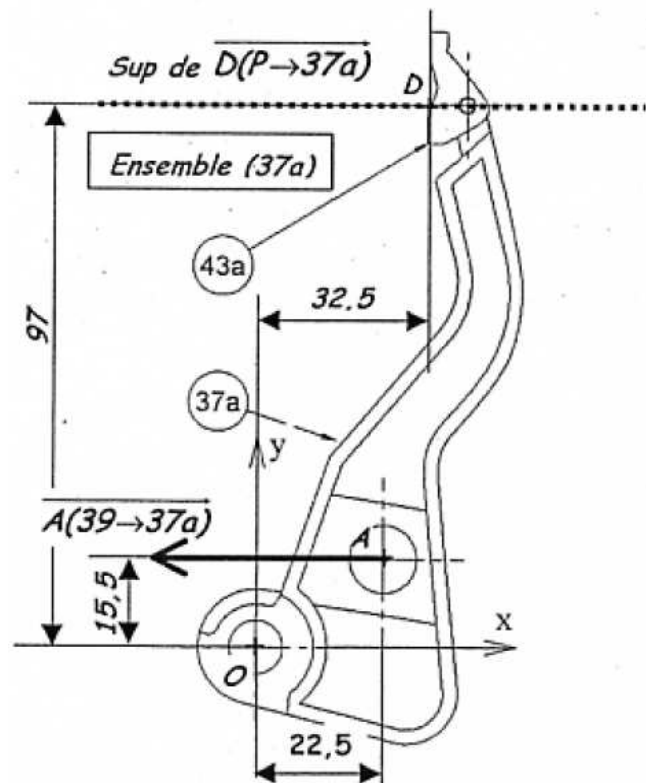


2.C.3.1- Etude de l'équilibre de l'ensemble composé du doigt 37a et du mors rapporté 43a désigné par 37a

Bilan partiel des actions mécaniques qui s'exercent sur (37a) :

- Action mécanique en A de l'axe taraudé 39 sur le doigt 37a : cette action se modélise par un torseur glisseur dont la résultante notée $\overrightarrow{A(39 \rightarrow 37a)}$ a pour support une droite horizontale passant par A et pour intensité 80 N
- Action mécanique en D de la pièce P sur le mors 43a : Cette action se modélise par un torseur glisseur dont la résultante notée $\overrightarrow{D(P \rightarrow 37a)}$ a pour direction une droite horizontale passant par D et une intensité inconnue.

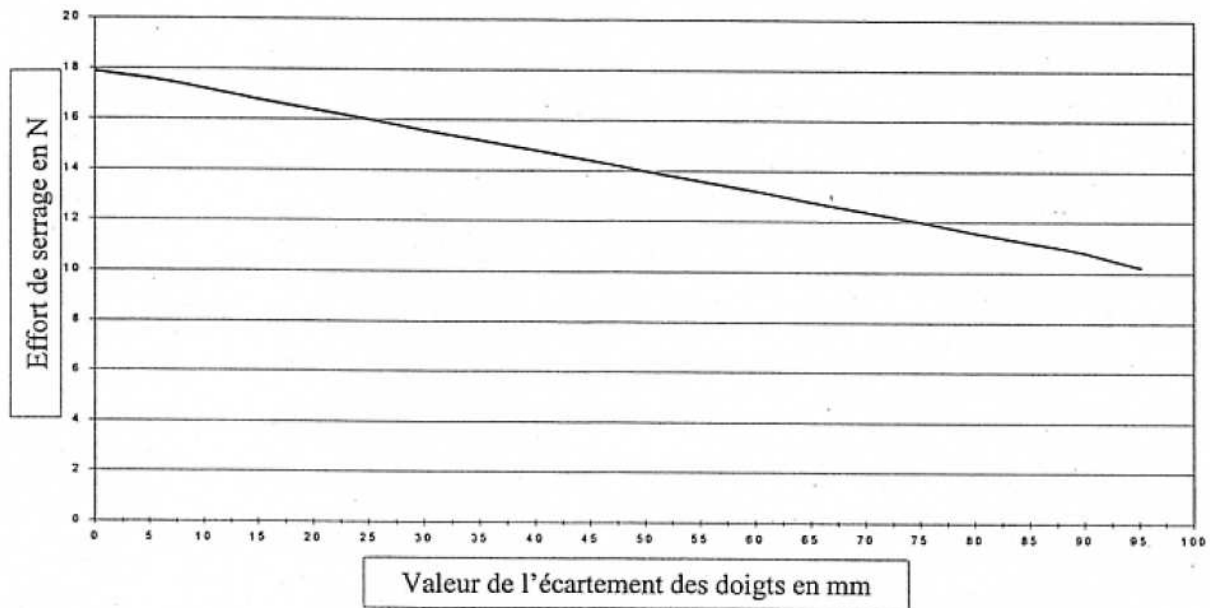
Nota : Le poids de 37a est négligé devant les efforts mis en jeu



Question 2.C.3.1 - Etudier l'équilibre de 37a, afin de déterminer complètement la résultante de l'action mécanique $\overrightarrow{D(P \rightarrow 37a)}$. Une méthode de résolution analytique est vivement conseillée. Les dimensions nécessaires aux calculs sont données sur la figure de la page 6. On rappelle que le bilan des actions mécaniques défini auparavant n'est pas complet.

2.C.3.2- Vérification du cahier des charges :

Une étude à l'aide d'un logiciel de calcul a permis de déterminer la norme de l'effort de serrage $\overrightarrow{D(37a \rightarrow P)}$ en fonction des dimensions de la pièce et donc de la valeur de l'écartement des doigts de la pince.



Question 2.C.3.2 - Quelles sont les valeurs mini et maxi d'effort de serrage de la pièce imposées par le cahier des charges ? Est-ce que le cahier des charges est vérifié ? Justifier votre réponse

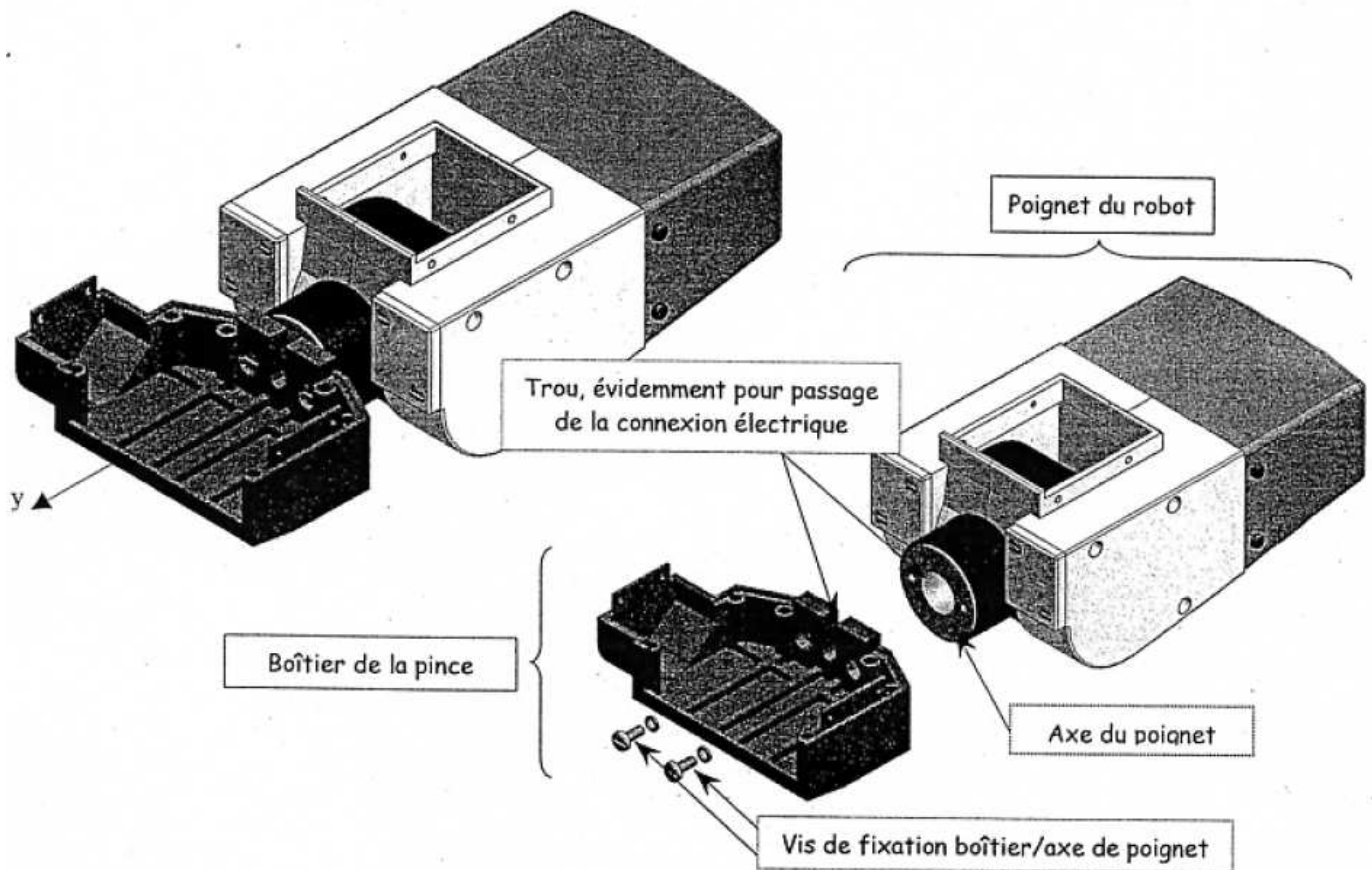
3ème Partie : Etude de la fonction FT2311 : Lier la pince au poignet

Présentation :

Le concepteur du robot RTX constate que le temps Maxi de changement de pince indiqué dans le cahier des charges est incompatible avec la solution actuelle de liaison pince/poignet. De plus le service après-vente a recensé des problèmes rencontrés par les clients (voir ci-après) au niveau de cette liaison.

L'étude suivante consiste à reconcevoir cette liaison pour la rendre compatible avec le cahier des charges et la demande du service après-vente.

La pince du robot est en liaison encastrement avec l'axe du poignet mobile en rotation par rapport au corps du poignet. Les figures ci-dessous indiquent comment cette liaison est actuellement réalisée



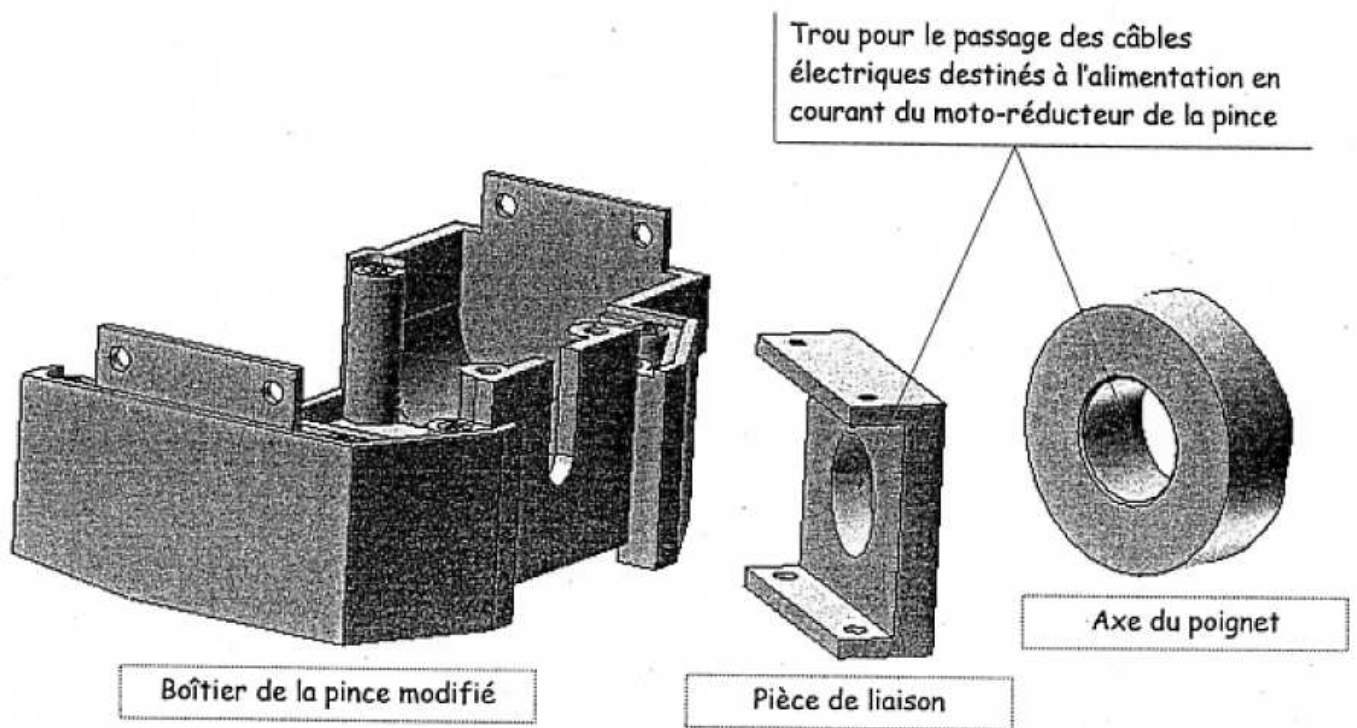
Cette liaison n'est pas satisfaisante car :

- *Elle impose le démontage des composants de la pince pour accéder aux vis de liaison boîtier/axe de poignet en cas de changement de pince.*
- *Elle n'assure pas une mise en position radiale correcte du boîtier par rapport à l'axe du poignet.*
- *Elle présente une fragilité du boîtier (en matière plastique) dans la zone des trous de passage des vis.*

Une analyse des solutions a permis de retenir le principe de l'implantation d'une pièce de liaison entre la pince et le poignet. Cette pièce de liaison devant être en liaison encastrement à la fois avec le boîtier de la pince et avec l'axe du poignet.

Une première étude a permis de concevoir la liaison encastrement entre le boîtier de la pince dont les formes ont été modifiées et la pièce de liaison intermédiaire et de définir les formes générales de cette dernière.

Il reste à concevoir la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet.



L'étude suivante consiste à analyser la liaison entre la pièce de liaison et le boîtier puis à concevoir la liaison entre cette pièce de liaison et l'axe du poignet.

3.A- Analyse de la liaison encastrement entre le boîtier et la pièce de liaison :

Question 3.A - Analyser sur le document réponse DR4 les solutions réalisant la mise en position et le maintien en position entre la pièce de liaison et le boîtier.

3.B- Conception de la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet

Concevoir une liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet.

Cahier des charges partiel :

- Mise en position entre la pièce de liaison et l'axe du poignet :
 - Appui plan entre la pièce de liaison et l'extrémité de l'axe du poignet.
 - Centrage nécessaire pour avoir une faible tolérance de coaxialité entre l'axe du poignet et le boîtier de la pince.
- Maintien en position entre la pièce de liaison et le poignet par 4 vis. Les têtes de ces vis doivent être entièrement noyées de façon à ne pas gêner la mise en position de la pièce de liaison par rapport au boîtier.

Le passage de la connexion électrique impose le perçage d'un trou dans la pièce de liaison dans son milieu d'un diamètre mini de 14 mm (voir présentation page précédente).

Les formes générales de l'axe du poignet ne doivent pas être modifiées. Le passage de la connexion électrique a nécessité le perçage d'un trou traversant cet axe dans son milieu d'un diamètre mini de 14 mm (voir présentation sur la page précédente) mais ce trou peut avoir localement un diamètre supérieur.

La pièce de liaison est incomplètement définie, pour réaliser la liaison demandée il est possible d'ajouter ou de retirer de la matière.

Question 3.B - Représenter cette liaison encastrement :

- **SOIT** par un dessin en perspective des pièces avant assemblage, à main levée en respectant les proportions, en complétant le document réponse DR5.

- **SOIT** par un dessin 2D à main levée en 2 vues minimum sur le document réponse DR6, faire toutes vues supplémentaires jugées utiles à la compréhension.

Nota : - *Les vis à employer sont imposées.*
 - *Il est possible d'employer des pièces supplémentaires de formes simples.*

DOSSIER "DOCUMENTS REPONSES"

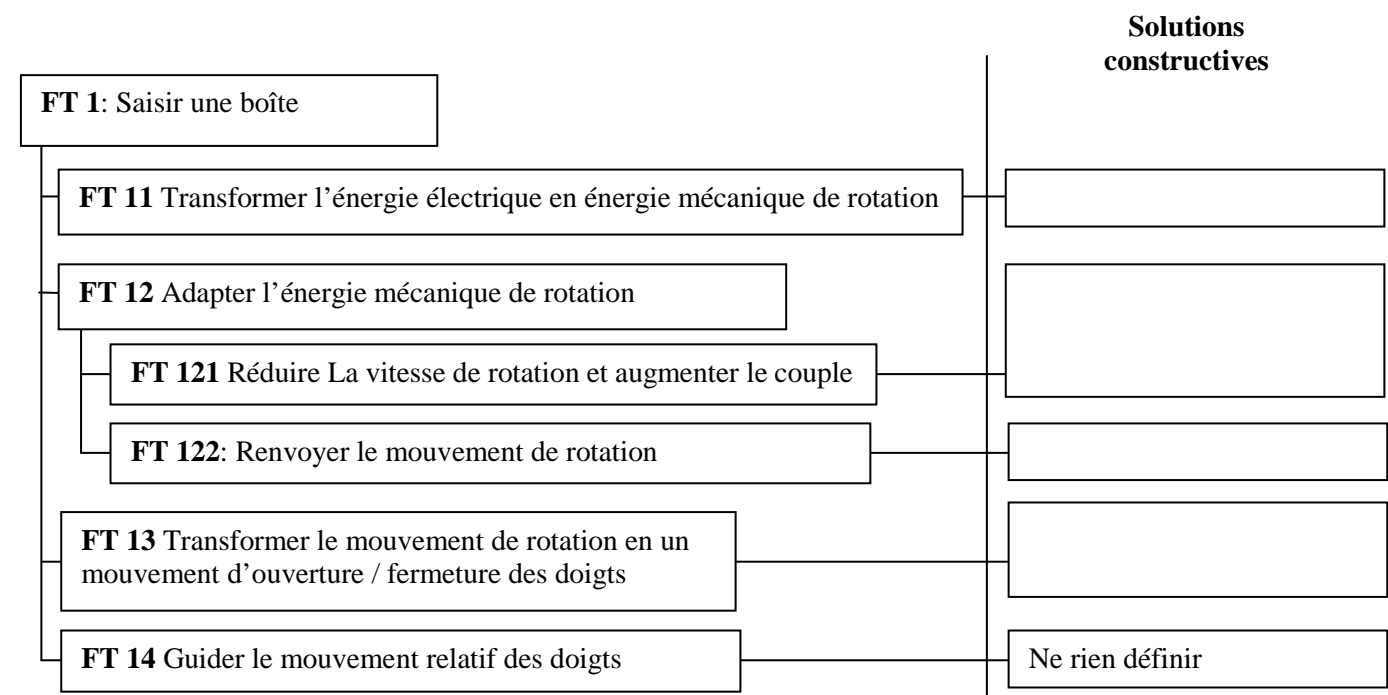
Ce dossier comporte 6 documents numérotés de DR1 à DR6.

| | |
|-----|---|
| DR1 | Etude du fonctionnement de la pince |
| DR2 | Vérification de l'écartement des doigts de la pince |
| DR3 | Vérification de la vitesse d'impact des doigts avec la pince |
| DR4 | Analyse de la liaison encastrement entre le boîtier et la pièce de liaison |
| DR5 | Conception de la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet (en perspective) |
| DR6 | Conception de la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet (en représentation plane) |

Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à la copie en fin d'épreuve.

1ère Partie: Etude du fonctionnement de la pince

Question 1.1- FAST de la fonction FT1



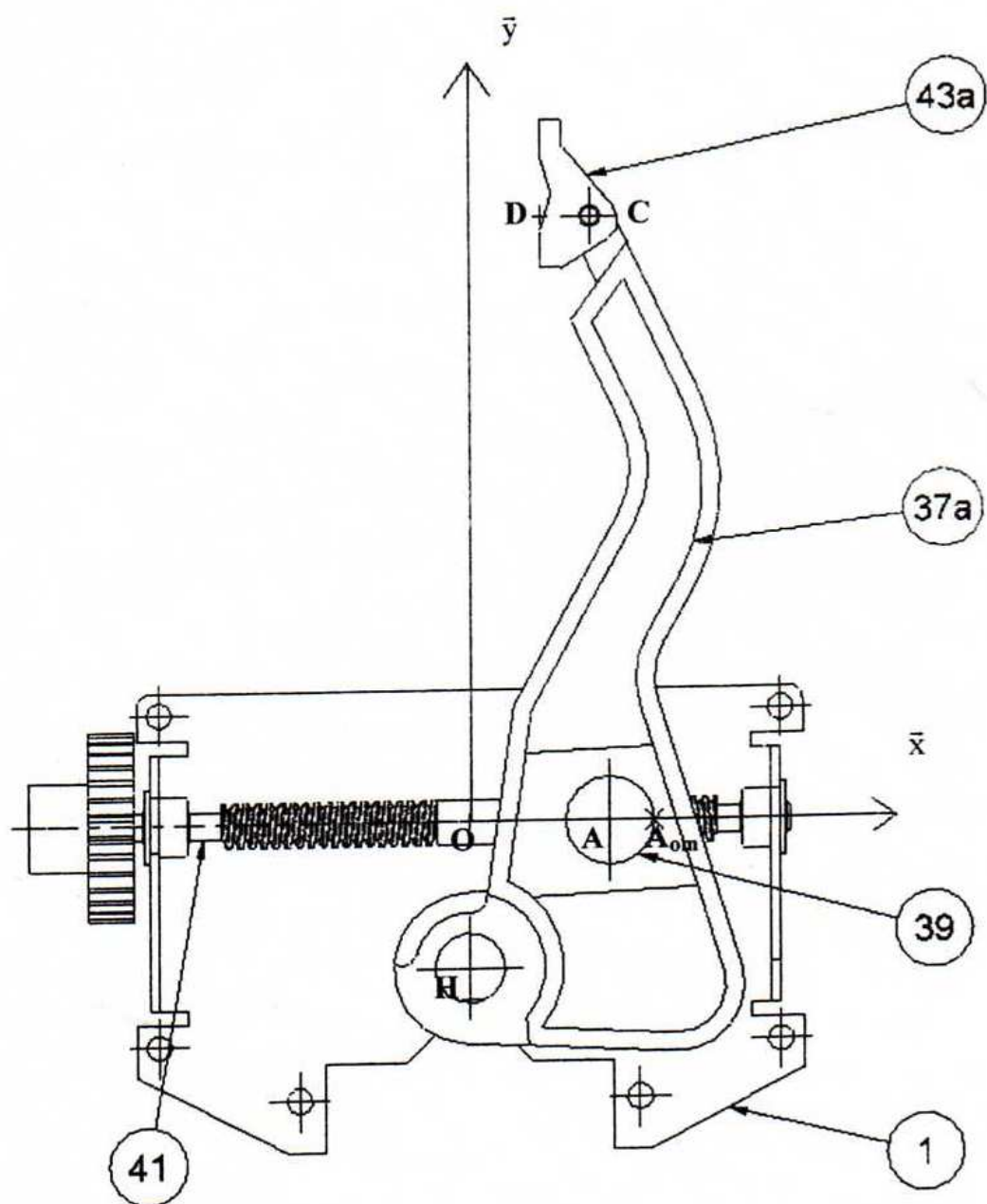
Question 1.2- Tableau des liaisons et des mobilités réalisant les fonctions techniques F113 et FT14

| Liaisons | Désignation des liaisons | Mobilités | | | | | |
|---------------|--------------------------|-----------|----|----|----|----|----|
| | | Tx | Ty | Tz | Rx | Ry | Rz |
| L41/38 | | | | | | | |
| L41/39 | | | | | | | |
| L38/(37b+40) | | | | | | | |
| L39/37a | | | | | | | |
| L37a/(37b+40) | | | | | | | |

2eme Partie : Vérification des caractéristiques de la pince

2.A- Vérification de l'écartement des doigts de la pince

Questions 2.A.1 - 2.A.2 - 2.A.4 - 2.A.5 - 2.A.6 - 2.A.7



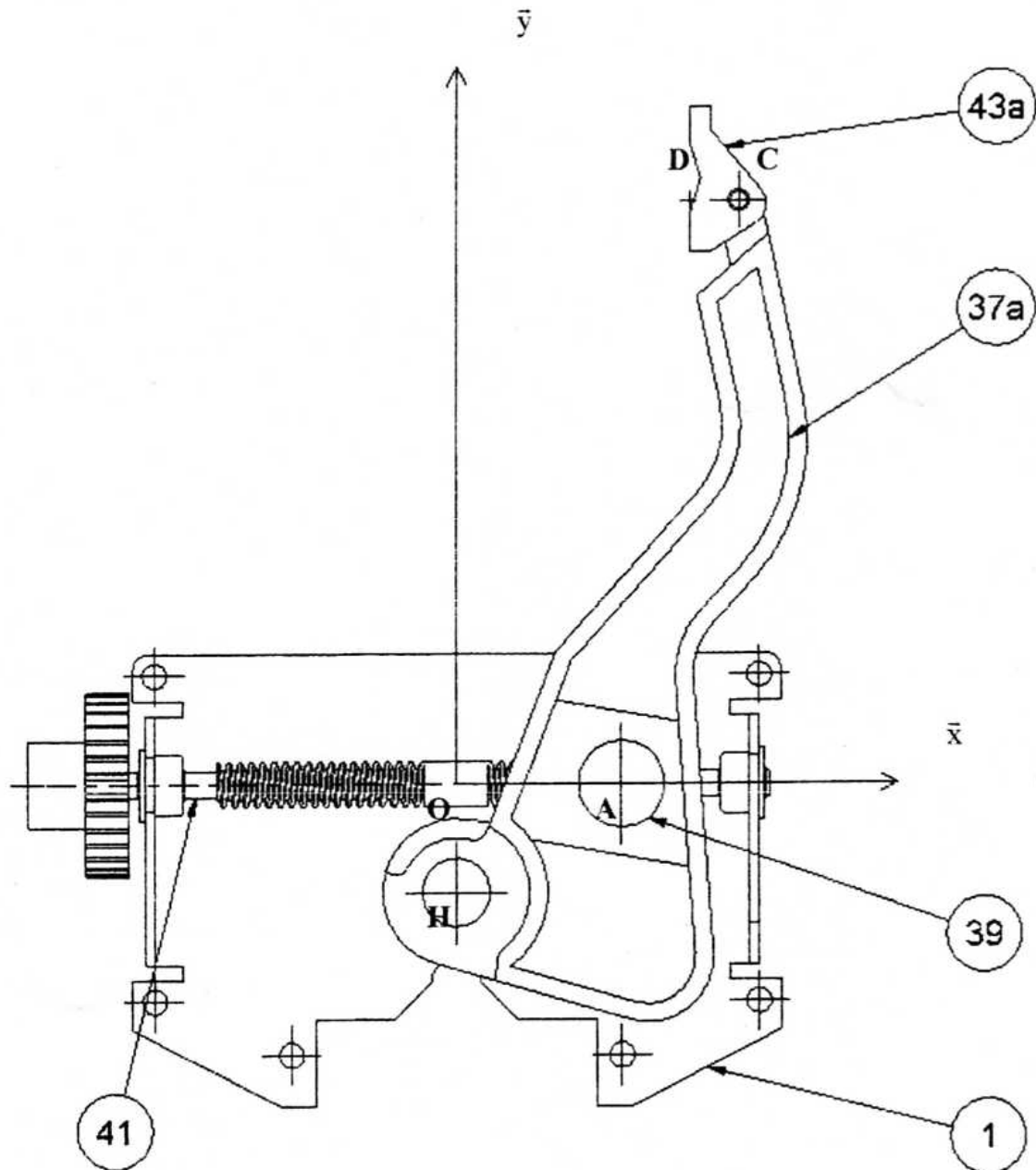
Echelle : 1 : 1

Remarque : Les pièces 37b, 38, 40 et 44 ne sont pas représentées

2eme Partie : Vérification des caractéristiques de la pince

2.B- Vérification de la vitesse d'impact des doigts avec la boîte

Questions 2.B.5 - 2.B.6 - 2.B.7



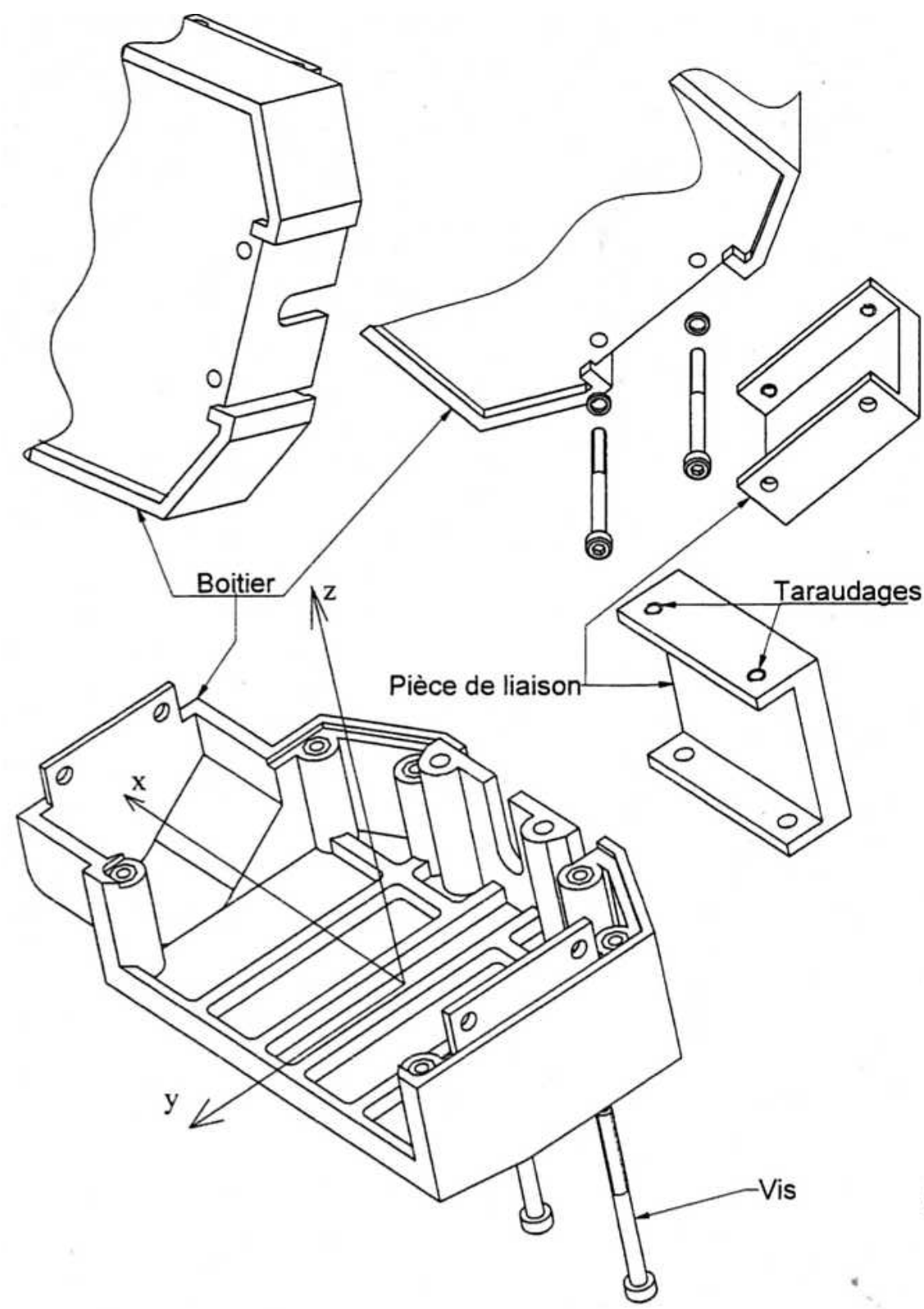
Echelle des vitesses : $2\text{mm} \rightarrow 1\text{mm.s}^{-1}$

Echelle : 1 : 1

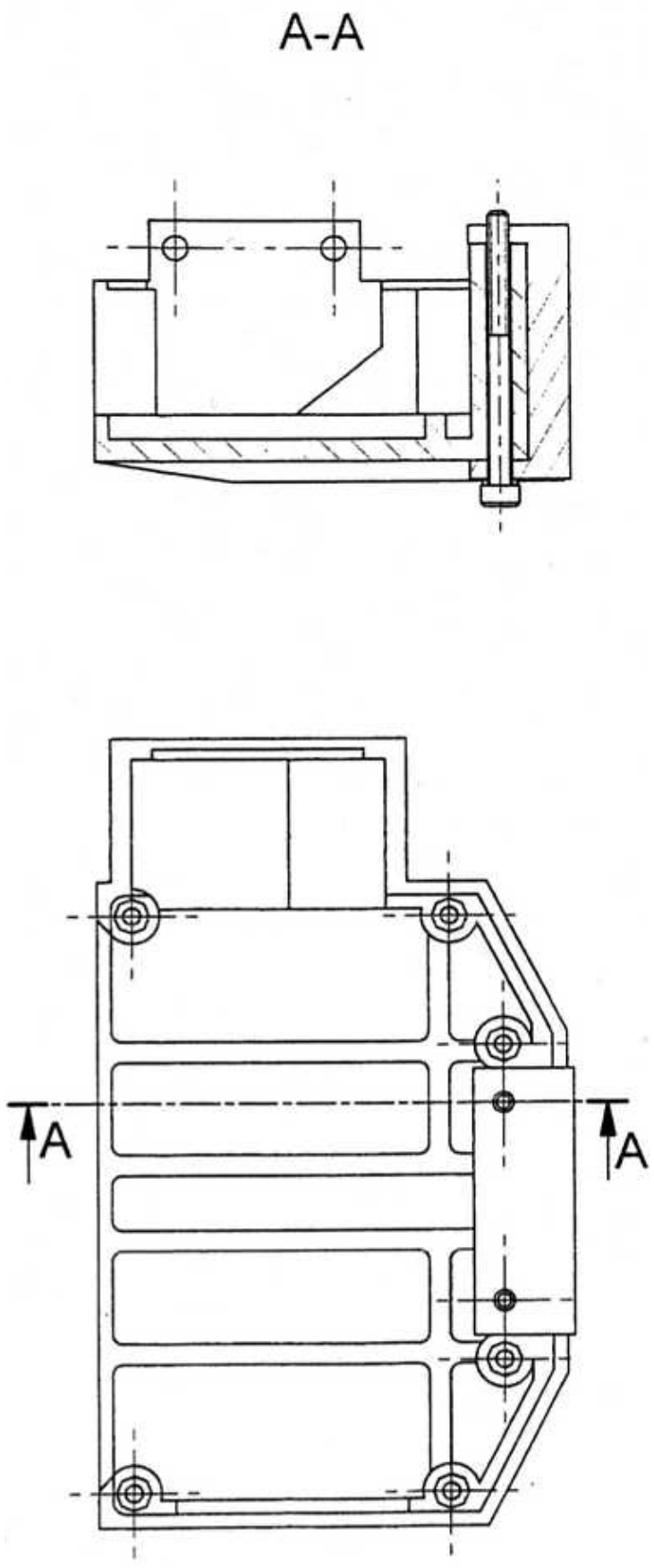
Remarque : Les pièces 37b, 38, 40 et 44 ne sont pas représentées

3ème Partie : Etude de la fonction FT2311 : Lier la pince au poignet

Question 3A: Analyser les solutions réalisant la mise en position et le maintien on position entre la pièce de liaison et le boîtier



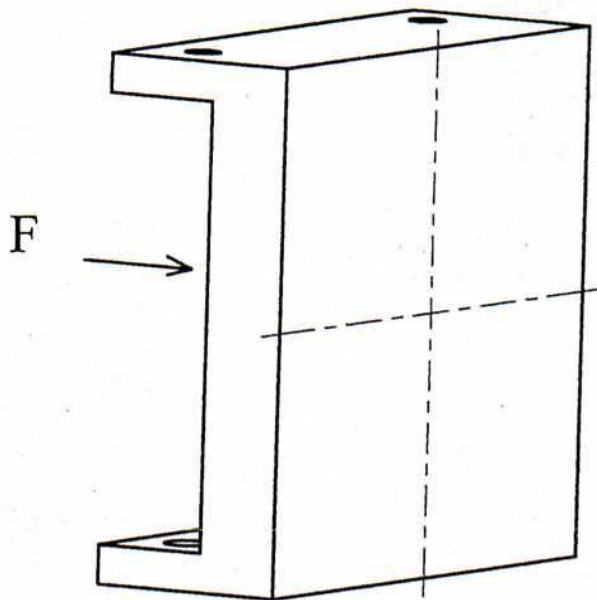
| | |
|---|--|
| MISE EN POSITION | Nature de la surface « principale » de contact (à colorier en bleu sur les vues à gauche en perspective et à repasser en bleu sur les vues à droite en représentation plane) : |
| | Nature de la surface « secondaire » de contact si elle existe (à colorier en vert sur les vues à gauche en perspective et à repasser en vert sur les vues à droite en représentation plane) : |
| | Nature de la surface « tertiaire » de contact si elle existe (à colorier en rouge sur les vues à gauche en perspective et à repasser en rouge sur les vues à droite en représentation plane) : |
| Indiquer quel(s) degré(s) de liberté n'est (ne sont) pas supprimé(s) par cet ensemble de surfaces de mise en position : | |
| MAINTIEN EN POSITION | Nature et nombre du (des) élément(s) de maintien en position (à entourer en noir sur les dessins à droite et à gauche): |
| La liaison est : démontable – non démontable | |



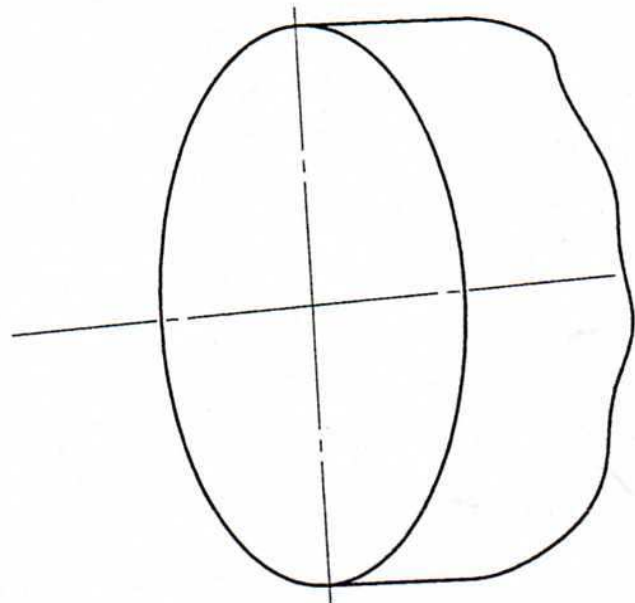
Nota : Les surfaces de contact sont classées en fonction de leur étendue par ordre croissant

3ème Partie : Etude de la fonction FT2311 : Lier la pince au poignet

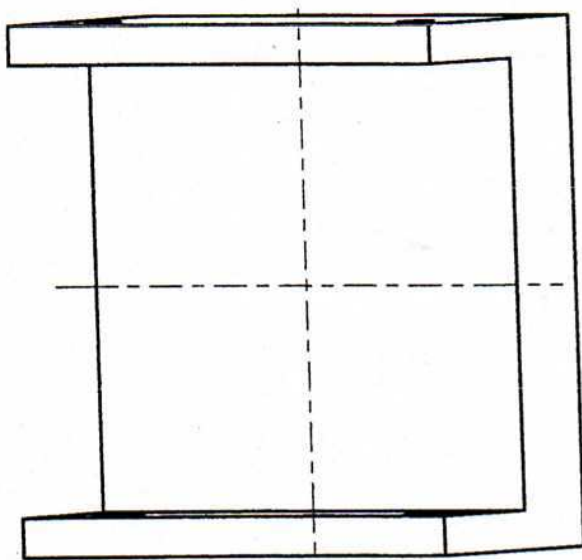
Question 3.B- Représenter la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet



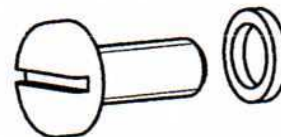
Pièce de liaison



Axe de poignet



Vue suivant F de la pièce de liaison



Vis et rondelle à employer

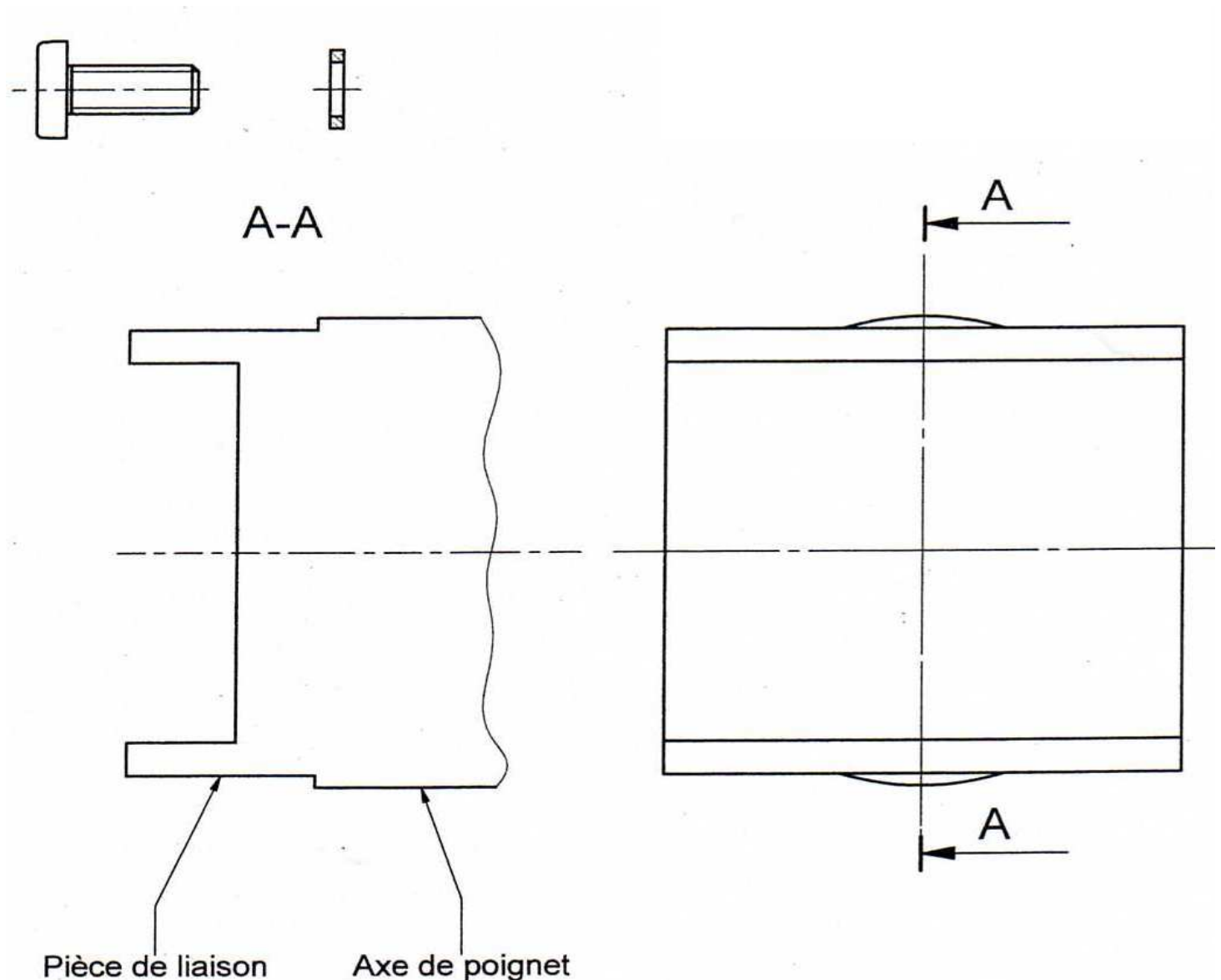
ECHELLE : 2:1

3ème Partie : Etude de la fonction FT2311 : Lier la pince au poignet

Question 3.B- Représenter la liaison encastrement entre la pièce de liaison et l'axe du poignet

Vis et rondelle à employer pour réaliser le maintien en position

Plan de coupe à compléter dans cette vue afin de définir entièrement la liaison dans la vue en coupe A-A



ECHELLE : 2:1