BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2011

ÉPREUVE : ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

TREUIL ÉLECTRIQUE À CHAINE

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°99-186 du 16 novembre 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes

- **Dossier Technique** DT1 à DT6 ..... **jaune**
- **Dossier Travail demandé** TD1 à TD7 ..... **vert**
- **Dossier des « Documents réponses »** DR1 à DR4 ..... **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 "TRAVAIL DEMANDÉ"

Le sujet est composé de 4 parties indépendantes.

Ce dossier comporte 7 feuilles numérotées TD 1 à TD 7.

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

Lecture du dossier et des documents techniques	15 min
Partie A : détermination de deux critères de dimensionnement du moteur	40 min
A.1 détermination de la vitesse du moteur	
A.2 détermination du couple du moteur à charge maxi	
Partie B : étude du sous-ensemble frein à manque de courant	1 h 50 min
B.1 compréhension du fonctionnement de ce frein	
B.2 compréhension des réglages	
B.3 détermination de la hauteur de travail du ressort	
B.4 choix de l'électro-aimant	
Partie C : étude du mécanisme de détection de fins de course	55 min
C.1 compréhension du mécanisme de détection de fins de course	
C.2 détermination de la longueur maximale de chaîne	
Partie D : étude technologique d'une liaison complète	20 min
D.1 analyse de la solution existante	
D.2 proposition d'amélioration	

- Partie A : détermination de deux critères de dimensionnement du moteur

*Les caractéristiques utiles pour répondre aux questions de cette partie sont données dans le dossier technique (extrait du cahier des charges page **DT1**, schéma cinématique page **DT2**).*
Le terme « noix » désigne la roue autour de laquelle s'enroule la chaîne, roue ayant des formes saillantes permettant « d'engrener » avec les maillons de la chaîne.

A-1 : détermination de la vitesse du moteur

Le but de cette partie est de calculer la vitesse de rotation du moteur. La valeur de cette vitesse est un des critères importants à prendre en compte pour dimensionner le moteur.

Question A.1.a : à partir de la vitesse de levage de la charge V_c, calculer N_{noix}, vitesse de rotation de la noix en tr/min.

Question A.1.b : calculer le rapport de réduction $r = N_{noix}/N_{moteur}$ (N_{moteur} désigne la vitesse de rotation du moteur en tr/min).

Question A.1.c : calculer N_{moteur} en tr/min.

A-2 : détermination du couple du moteur à charge maxi

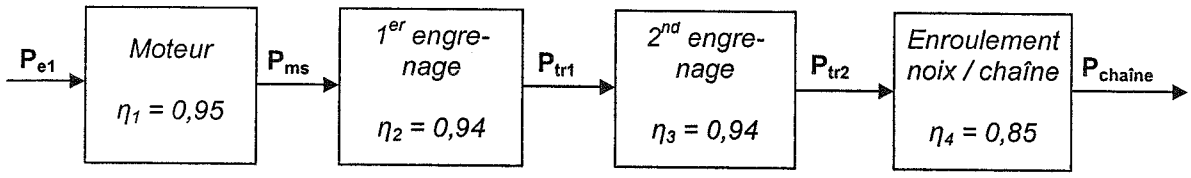
Le but de cette partie est de calculer à charge maxi le couple en sortie de moteur. La valeur de ce couple est un des critères importants à prendre en compte pour dimensionner le moteur.

Pour simplifier l'étude, on ne tiendra pas compte des phases de démarrage et de freinage.

Question A.2.a : à partir de la masse maximum de la charge à lever, calculer $T_{chaîne}$, tension de la chaîne. On prendra $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$.

Question A.2.b : calculer $P_{chaîne}$, puissance au niveau de la chaîne, avec la masse maximum de la charge à lever.

On donne les rendements de chaque étage de transmission de puissance dans le schéma bloc :



Question A.2.c : calculer P_{ms}, puissance ***mécanique en sortie*** du moteur.

Quel que soit le résultat de la question A.1.c, on prendra $N_{moteur} = 2900$ tr/min.

Question A.2.d : calculer C_{ms}, couple en sortie du moteur.

- Partie B : étude du sous-ensemble frein à manque de courant

La fonction de ce frein est d'éviter que la charge soulevée ne redescende en cas de coupure de courant. Ce frein assure donc une fonction de sécurité pour ce treuil.
Ce frein est placé en bout d'arbre moteur car c'est sur cet arbre que le couple de freinage est le plus faible (placer un frein sur l'arbre de la noix sur laquelle s'enroule la chaîne entraînerait l'utilisation d'un frein capable d'exercer un couple de freinage beaucoup plus important).

- Partie B.1 : compréhension du fonctionnement de ce frein

Sur le plan d'ensemble du frein à manque de courant (document **DT4**), le bâti du treuil est solidaire du flasque repère 3 et l'arbre moteur repère 14 n'est que partiellement dessiné : seule son extrémité coté frein est représentée (repère 14). Cet arbre est en liaison pivot avec le bâti du treuil grâce à deux roulements ; sur le plan d'ensemble, un seul de ces roulements est représenté (le roulement radial à une rangée de billes repère 4).
Les pièces repères 5, 12 et 14 tournent ensemble. Les pièces repères 6, 19 et 3 sont immobiles.

- En configuration freinage (position représentée sur le **DT4**), les disques repère 5 et repère 6 sont pressés grâce au levier repère 9. Grâce à la vis d'appui repère 8, le ressort repère 7 transmet son effort au levier repère 9, qui prend appui sur la vis repère 2.
- En configuration NON freinage, les disques repère 5 et repère 6 ne sont plus pressés grâce à l'action exercée par l'électro-aimant, formé des pièces 16, 17, 18, 20 (deux fois) et 21.

Dans cette partie B.1, on ne tient pas compte des réglages de ce frein.

Question B.1 : pour chacun des deux cas « Configuration électro-aimant NON alimenté » et « Configuration électro-aimant alimenté », compléter le bas du document réponse **DR1** : contacts en A, B,... , freinage de l'arbre moteur... entourer les bonnes réponses (oui ou non), puis indiquer le nombre de forces s'exerçant sur {8, 9, 10, 22}.

- Partie B.2 : compréhension des réglages

Dans cette partie B.2, on s'intéresse aux réglages de ce frein (voir **DT4**, plan du frein à manque de courant).

Selon les tolérances de fabrication des différents composants, le couple de freinage pourrait changer d'un treuil à l'autre. Pour remédier à ce problème et donc pour que tous les treuils aient le même couple de freinage, il faut pouvoir régler la hauteur de travail du ressort. Cette hauteur est indiquée par une cote « H ressort » sur la coupe A-A du plan du sous-ensemble frein à manque de courant.

Question B.2.a : décrire précisément la procédure de réglage de la hauteur de travail du ressort repère 7 :

- on ne décrira pas la mesure de H, on décrira seulement la procédure complète (H_1 bloqué à H_2 bloqué) pour régler la hauteur de travail du ressort,
- donner pour chaque pièce son nom et son repère,
- donner pour chaque outil son nom.

À cause des tolérances de fabrication des différents composants, le jeu entre le poussoir repère 21 de l'électro-aimant et l'ensemble levier {8, 9, 10, 22} doit pouvoir être réglé.

Question B.2.b : décrire précisément la procédure de réglage de ce jeu :

- on ne décrira pas la mesure du jeu, on décrira seulement la procéduer complète pour augmenter ou diminuer le jeu entre le poussoir et l'ensemble levier,
- donner pour chaque pièce son nom et son repère,
- donner pour chaque outil son nom.

- Partie B.3 : détermination de la hauteur de travail du ressort

Dans la phase de conception, il est nécessaire de déterminer la hauteur sous charge du ressort afin de définir les autres pièces participant à la fonction. Pour cette partie B.3, on se place dans la configuration où il y a freinage.
Ce but sera atteint en trois étapes :

- calcul de l'effort presseur axial subi par les disques (questions B.3.a à B.3.d),
- puis détermination de l'effort du ressort repère 7 (questions B.3.e à B.3.g),
- enfin, interprétation et détermination de « Hressort » (questions B.3.h et B.3.i).

Rappel : pour un frein multi-disques, moment de freinage = $M_f = n \times R_{moy} \times f \times F$

avec n : nombre de surfaces de frottement, en approximation $R_{moy} = (r_{mini} + r_{maxi}) / 2$,
f : coefficient de frottement,
F : intensité de l'effort presseur axial.

Question B.3.a : écrire l'expression mathématique littérale de F en fonction de M_f, n, R_{moy} et f.

Question B.3.b : en s'aidant du plan du sous-ensemble frein à manque de courant, calculer R_{moy}.

Question B.3.c : en s'aidant du plan du sous-ensemble frein à manque de courant, combien y a-t-il de surfaces de frottement ?

Pour les surfaces en frottement de ce frein, f = 0,15. Les conditions d'arrêt de la charge maximum du treuil en cas de coupure de courant imposent un couple minimum de freinage M_f = 2 Nm.

Question B.3.d : calculer F.

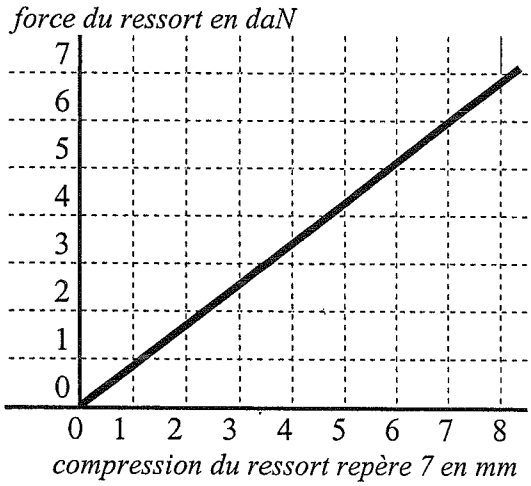
Isolement de {8, 9, 10, 22}. Pour toutes les questions suivantes, cet ensemble sera nommé « levier ». On négligera les poids des pièces devant l'intensité des autres efforts.
On rappelle qu'on se place pour cette partie B.3 dans la configuration où il y a freinage.

Question B.3.e : indiquer sur la vue située à gauche du document réponse **DR1** les efforts s'exerçant sur le levier. Chaque force sera modélisée par un vecteur, le nom de chaque force sera écrit à coté de chaque vecteur.

Question B.3.f : tracer proprement sur la vue située à gauche du document réponse **DR1** les bras de levier non nuls de ces forces autour du point B. Indiquer leurs valeurs en mm.

Question B.3.g : appliquer le théorème du moment du P.F.S. (Principe Fondamental de la Statique) au point B en projection sur l'axe z et en déduire l'intensité de l'effort du ressort repère 7.

La courbe de raideur du ressort repère 7 est fournie ci-contre. La hauteur libre du ressort repère 7 est égale à 30 mm. On rappelle que pour un ressort de compression, la compression est égale à la différence entre sa hauteur libre (hauteur au repos) et sa hauteur sous charge.



Question B.3.h : afin que le treuil fonctionne en sécurité tel que prévu par les conditions d'arrêt de la charge maximum du treuil en cas de coupure de courant, la hauteur de travail du ressort repère 7 « Hressort » est-elle un maximum ou un minimum ? Justifier la réponse.

Question B.3.i : déterminer Hressort, hauteur de travail du ressort repère 7.

- Partie B.4 : choix de l'électro-aimant

Le but de cette partie est de choisir l'électro-aimant.
On supposera que l'on a déjà pris en compte les critères de choix suivants : encombrement, fixation, type de courant (alternatif ou continu), tension, puissance consommée...
Seulement deux critères seront pris en compte dans cette partie :

- l'effort que l'électro-aimant doit fournir pour compenser l'action du ressort sur les disques du frein (moteur du treuil alimenté),
- le prix (on admettra que le prix croît avec l'effort disponible).

NOTA : pour cette partie B.4, on se place dans la configuration où le frein NE freine PAS.

Isolement de {8, 9, 10, 22}. Pour toutes les questions suivantes, cet ensemble sera nommé « levier ». On négligera les poids des pièces devant l'intensité des autres efforts.

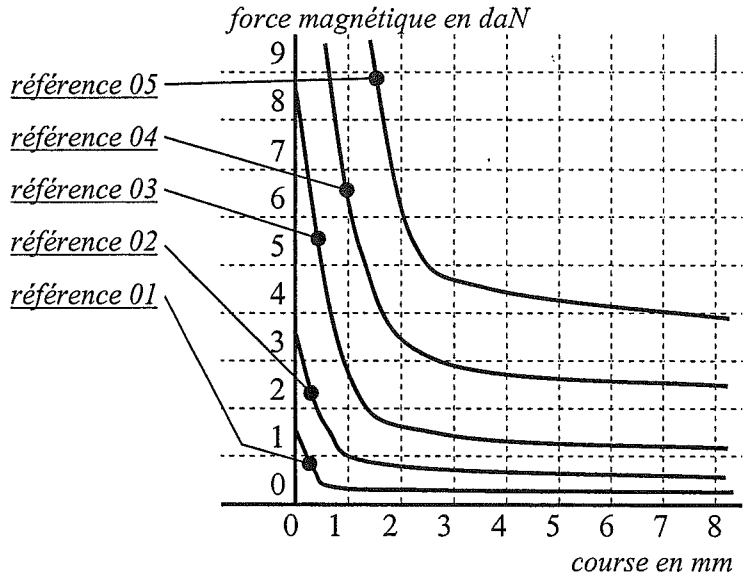
Question B.4.a : indiquer sur la vue située à droite du document réponse **DR1** les efforts s'exerçant sur le levier. Chaque force sera modélisée par un vecteur, le nom de chaque force sera écrit à coté de chaque vecteur.

Question B.4.b : tracer proprement sur la vue située à droite du document réponse **DR1** les bras de levier non nuls de ces forces autour du point B. Indiquer leurs valeurs en mm.

Quel que soit le résultat de la question B.3.d, on prendra F = 70 N pour l'intensité de l'effort du ressort repère 7.

Question B.4.c : appliquer le théorème du moment du P.F.S. (Principe Fondamental de la Statique) au point B en projection sur l'axe z et en déduire l'intensité de l'effort de l'électro-aimant dans cette configuration.

Après réglage du jeu entre l'électro-aimant et le levier, l'électro-aimant commence à exercer un effort sur le levier 3 mm avant que les deux armatures repère 20 ne soient en contact.
Pour cinq électro-aimants, on fournit ci-contre les courbes des efforts fournis en fonction de la position de l'armature mobile.



Question B.4.d : choisir la référence de l'électro-aimant en fonction de l'effort souhaité et du prix.

- Partie C : étude du mécanisme de détection de fins de course

*Le document **DT2** représente le schéma cinématique du treuil sur lequel on peut repérer la position du système de détection de fins de course haute et basse de la chaîne. Cette zone du schéma est volontairement incomplète.*
*Le plan d'ensemble de mécanisme de fin de course est présenté sur le **DT5** ; ainsi que la nomenclature associée sur le **DT6**.*
L'objectif de cette partie est d'étudier le fonctionnement de ce système de détection afin de déterminer la longueur utile de la chaîne.

- Partie C.1 : compréhension du fonctionnement du mécanisme de détection de fins de course

Le schéma cinématique page **DT2** représente le mécanisme étudié en phase de fonctionnement normal (les contacts fin de course repère 5 et repère 6 ne sont pas modélisés).

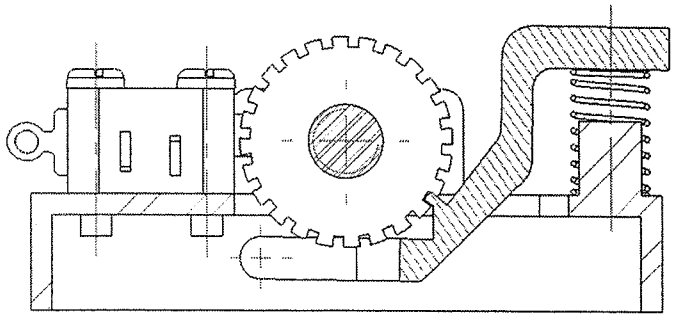
Remarque : certaines zones (entourées en pointillés) sont volontairement incomplètes car étudiées ultérieurement.

Question C.1.a : à l'aide des documents techniques, identifier les pièces constituant le système en complétant les repères du schéma sur le document réponse **DR2**.

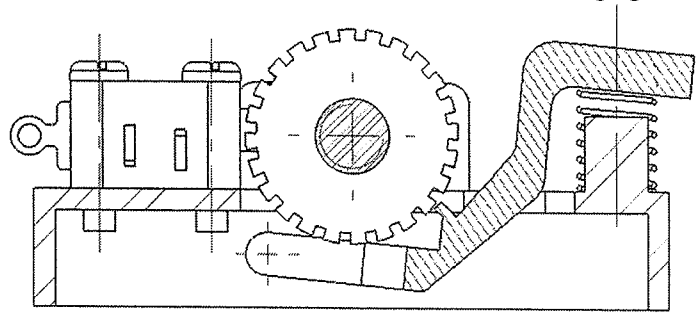
Le système de détection de fins de course du mécanisme réalise deux fonctions :

- *coupure de l'alimentation du moteur en positions haute et basse lorsque les butées repères 3 et 4 actionnent respectivement les contacts repères 5 et 6,*
- *réglage des positions extrêmes haute et basse qui s'effectue manuellement à l'aide du levier de réglage repère 8 et des deux roues dentées repères 3 et 4.*

Levier en position « repos » : fonctionnement normal



Levier en position « appuyé » : position de réglage



Question C.1.b : à l'aide des formes définies sur le plan d'ensemble page **DT5** et de la nomenclature, expliquer brièvement la procédure de réglage de la position des butées repères 3 et 4.

Question C.1.c : donner le nom de la liaison mécanique existant entre la roue dentée repère 3 et la vis repère 2 d'une part, et le nom de la liaison mécanique existant entre la roue dentée repère 4 et la vis repère 2 d'autre part. Pour cela, sur le document réponse **DR2**, compléter le cadre réponse et le schéma cinématique avec les symboles normalisés de ces liaisons.

Question C.1.d : en phase de fonctionnement normal, expliquer le rôle des liaisons ponctuelles de centres A et B représentées sur le schéma cinématique. Sur la vue en perspective en bas du document réponse **DR2**, identifier en entourant les zones où sont réalisées ces liaisons.

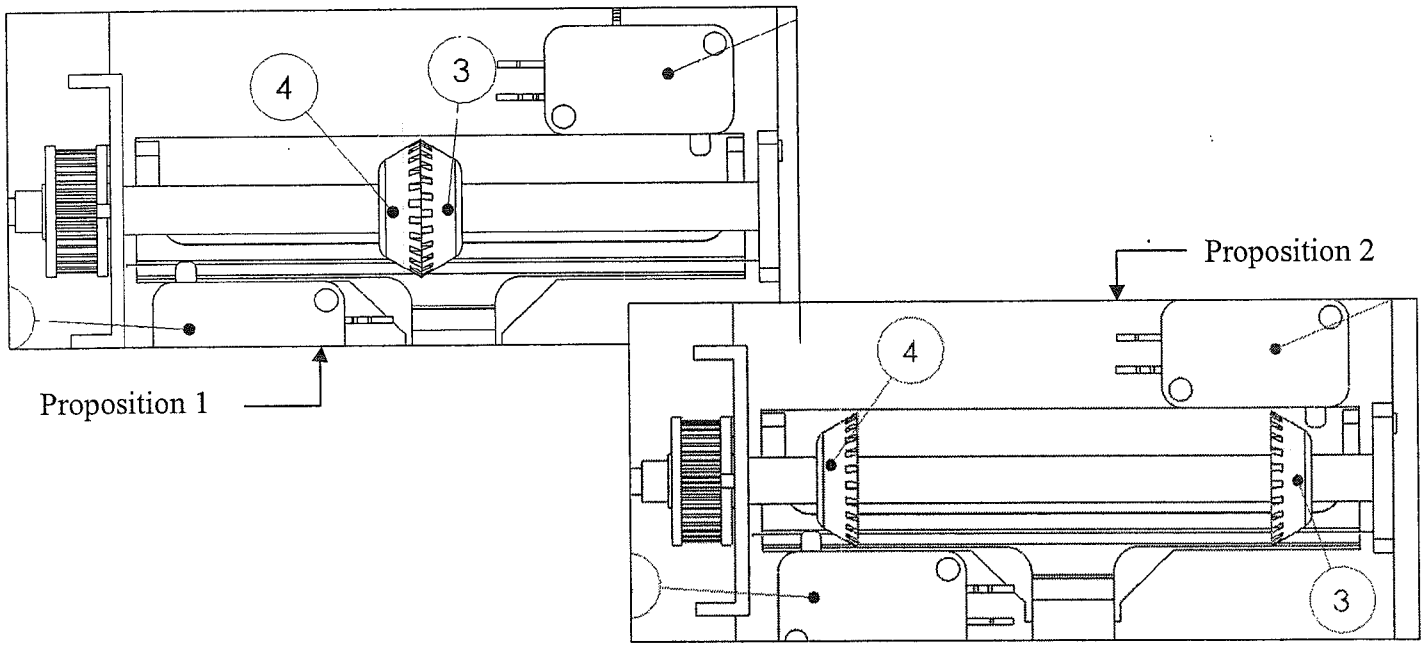
Question C.1.e : en déduire le rôle du levier repère 8 en phase de fonctionnement normal.

- Partie C.2 : détermination de la longueur maximale de chaîne

Le mécanisme de détection des fins de course permet également de modifier les positions extrêmes hautes et basses du treuil et donc, par conséquent, de régler la longueur de chaîne utile.

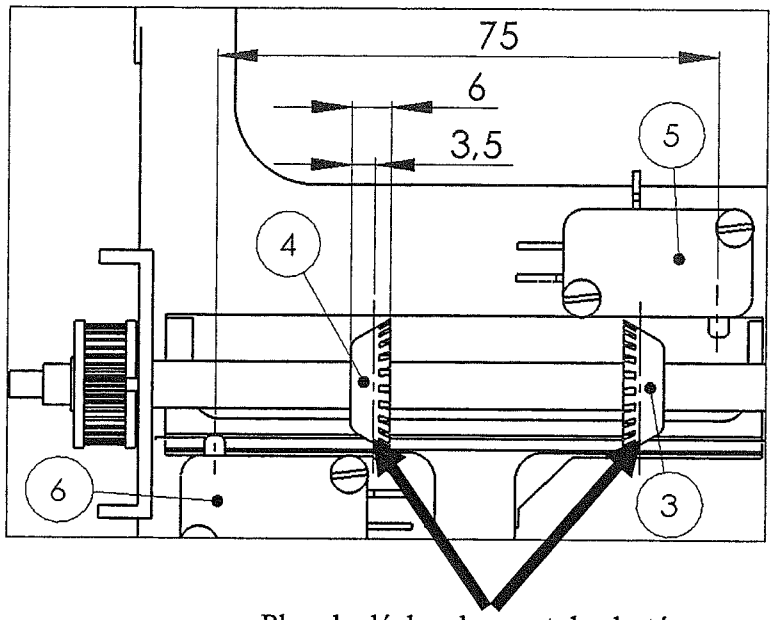
Question C.2.a : recenser trois paramètres du système agissant sur la longueur de chaîne déroulable.

Question C.2.b : les butées repères 3 et 4 ayant les mêmes dimensions, identifier ci-dessous la position relative entre ces deux pièces qui permet une course de chaîne maximale.



Question C.2.c : connaissant la position du plan de déclenchement défini sur la figure ci-dessous, calculer la course des butées notée C, entre la position haute et la position basse pour que la longueur de chaîne déroulée soit maximale.

Remarques :
- on négligera l'hystérésis des microcontacts (Rep. 5 et 6).
- la représentation page **TD6** ne correspond pas à la position permettant une course maximale de chaîne.



Plan de déclenchement des butées

Quel que soit le résultat trouvé à la question C.2.c, on prendra C =70 mm.

Question C.2.d : en utilisant les données des documents **DT2** et **DT6**, déterminer le nombre de tours de vis repère 2 correspondant. Déduire le nombre de tours de noix correspondant ainsi que la longueur de chaîne maximale.

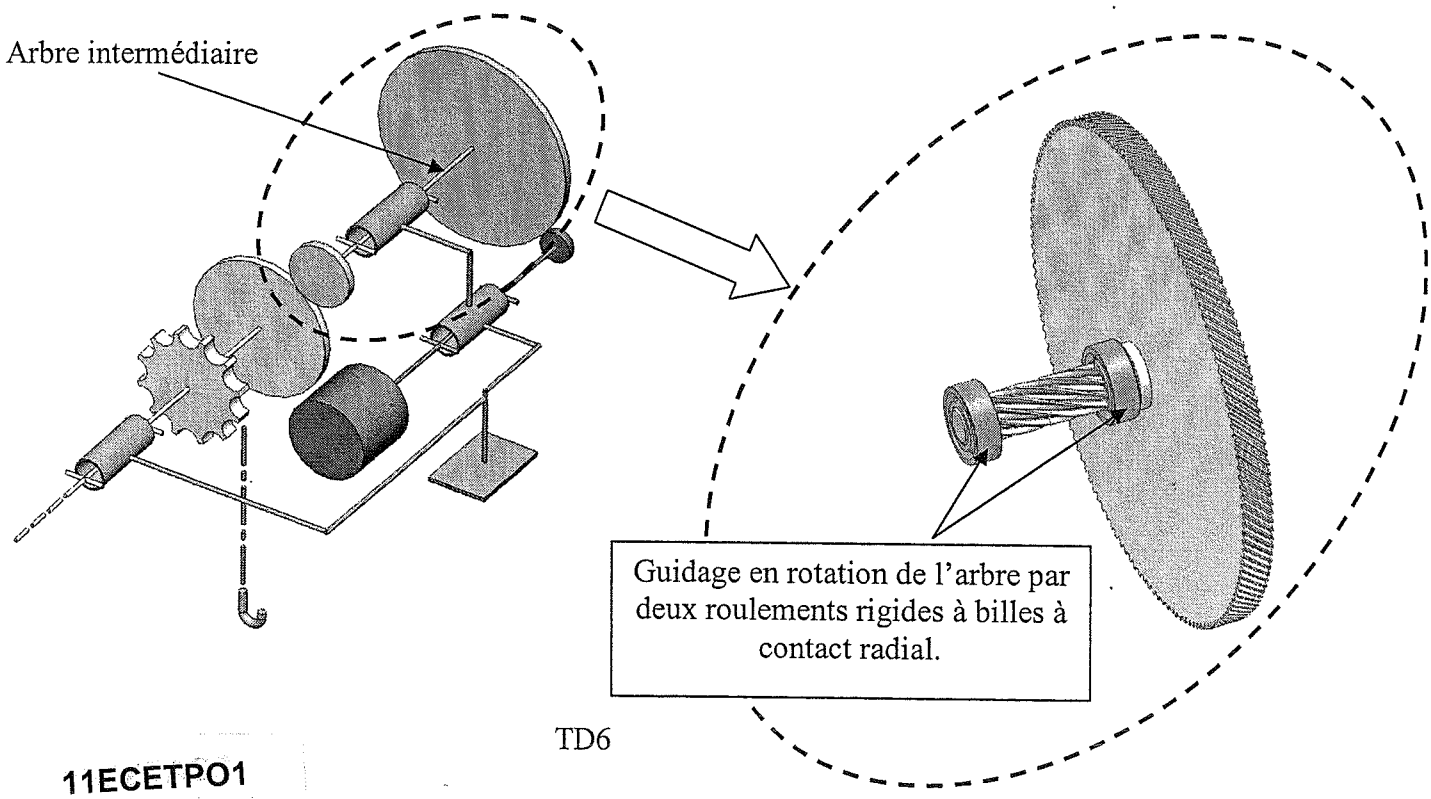
Question C.2.e : comparer cette valeur aux données techniques du constructeur.

Afin d'enrichir son catalogue produit, le constructeur souhaite proposer un treuil permettant de travailler avec une ***longueur de chaîne doublée*** *par rapport à la valeur précédente. Le tableau donné sur le document réponse DR3 recense les différentes solutions envisagées pour cette modification.*

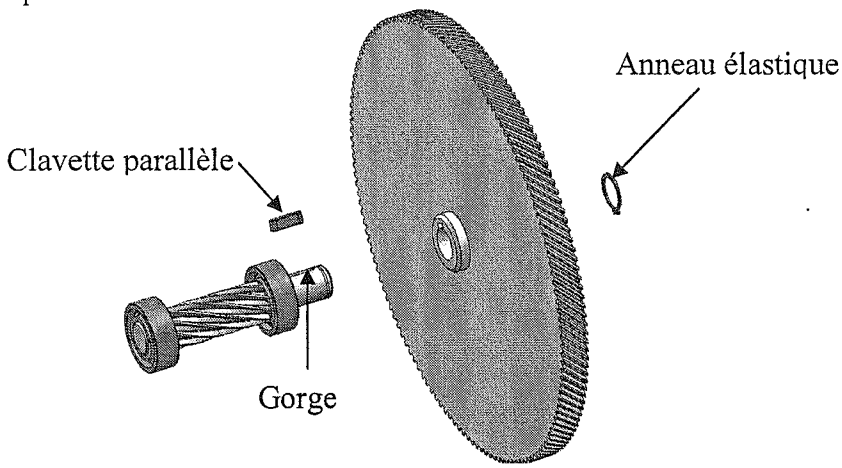
Question C.2.f : compléter le tableau du document **DR3** afin d'examiner la pertinence de chaque proposition en fonction du problème posé.

- Partie D : étude technologique d'une liaison complète

Dans cette partie, on s'intéresse à la réalisation technologique de la liaison complète entre la roue dentée de l'arbre intermédiaire et l'arbre intermédiaire (voir dossier technique page ***DT2*** *et figures ci-dessous).*



Solution constructive utilisée par le constructeur :

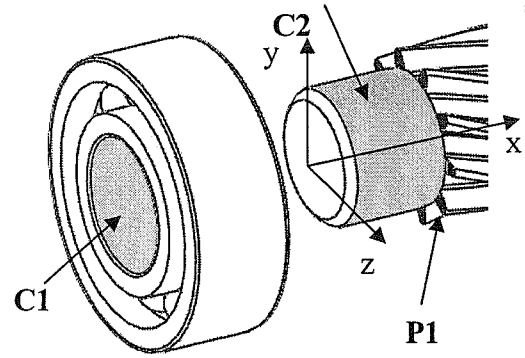
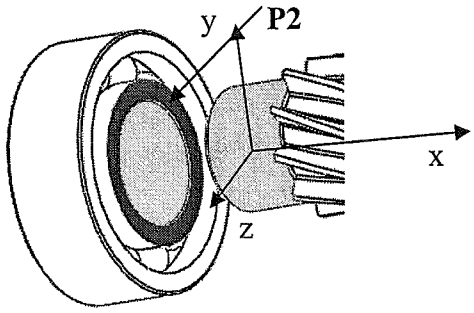


Problème technique : le constructeur a remarqué que certains modèles, utilisés en charge maximale, présentent un problème sur la liaison complète entre la roue dentée et l'arbre intermédiaire. En effet, sous l'effet de la charge, l'effort axial dans la roue dentée résultant de la denture hélicoïdale a tendance à chasser l'anneau élastique de sa gorge.

La suite du travail va permettre de proposer une nouvelle solution afin de palier au problème.

- Partie D.1 : analyse de la solution existante

Le tableau ci-dessous propose un exemple d'analyse de la liaison entre le roulement à billes gauche et l'arbre intermédiaire.

		Forme de la surface de contact	Degrés de liberté supprimés pour chaque contact	Liaison réalisée par les contacts associés	Maintien en position
Exemple : liaison entre le roulement entre le roulement à bille et l'arbre intermédiaire		**C1/C2 : surfacique cylindrique**	**Ty ; Tz** **Ry ; Rz**	**Pivot d'axe x**	**Assuré par ajustement serré au niveau de la bague intérieure du roulement.**
		**P1/P2 : surfacique plan**	**Tx** **Ry ; Rz**		

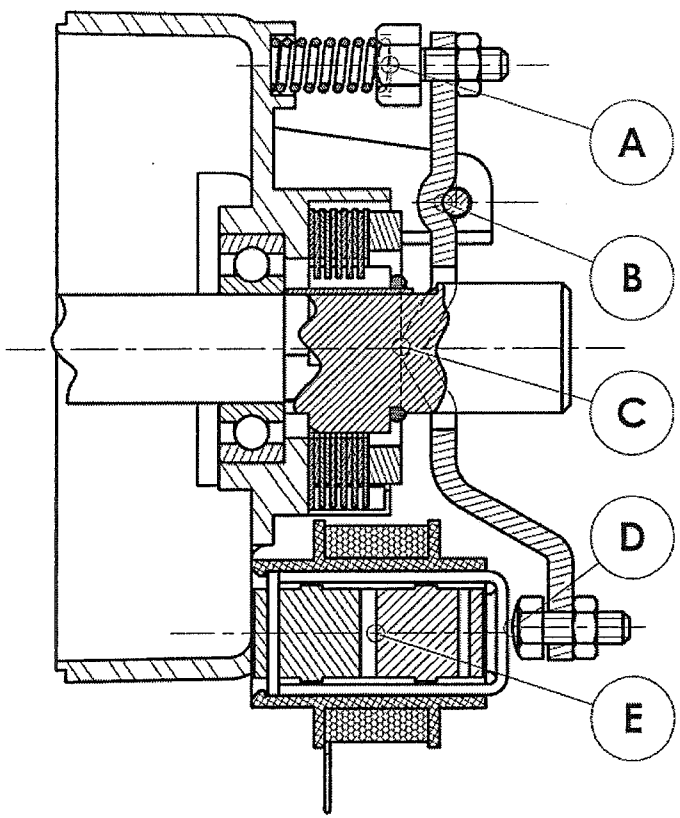
Question D.1.a : en s'inspirant de ce tableau, compléter le document réponse **DR4** en analysant les surfaces de contact entre les différentes pièces réalisant la liaison complète étudiée. Pour cela, colorier les surfaces de contact et identifier leur forme.

Remarque : nous considérerons que la clavette est montée serrée dans la rainure de l'arbre intermédiaire.

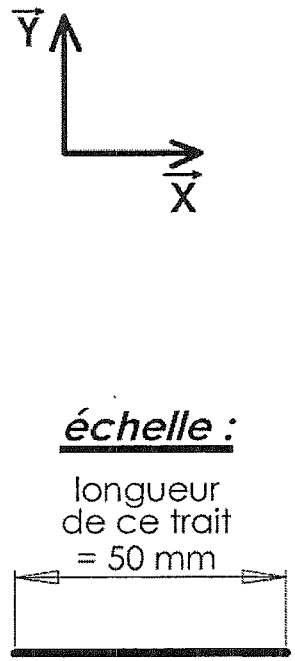
- Partie D.2 : proposition d'amélioration

Question D.2.a : en vous appuyant sur votre culture technologique, proposer une nouvelle solution constructive pour la réalisation du maintien en position de la roue dentée sur l'arbre intermédiaire.

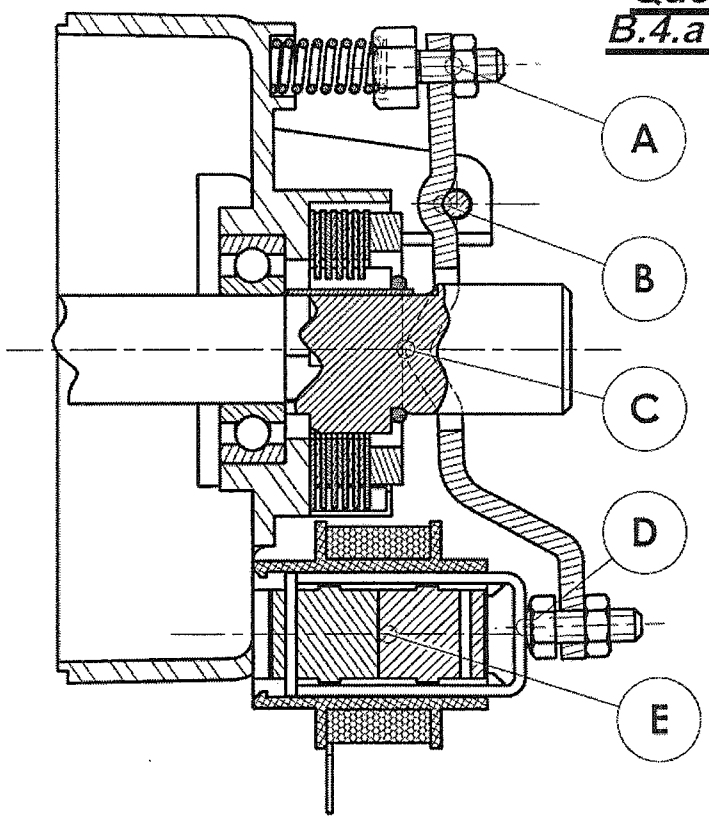
SOUS-ENSEMBLE FREIN A MANQUE DE COURANT



Questions B.3.e & B.3.f



Questions B.4.a & B.4.b



Configuration électro-aimant NON alimenté

Question B.1, début

contact en A : oui / non
contact en B : oui / non
contact en C : oui / non
contact en D : oui / non
contact en E : oui / non
freinage de l'arbre moteur repère 14 : oui / non
nombre de forces sur {8,9,10,22} = ... forces

Configuration électro-aimant alimenté

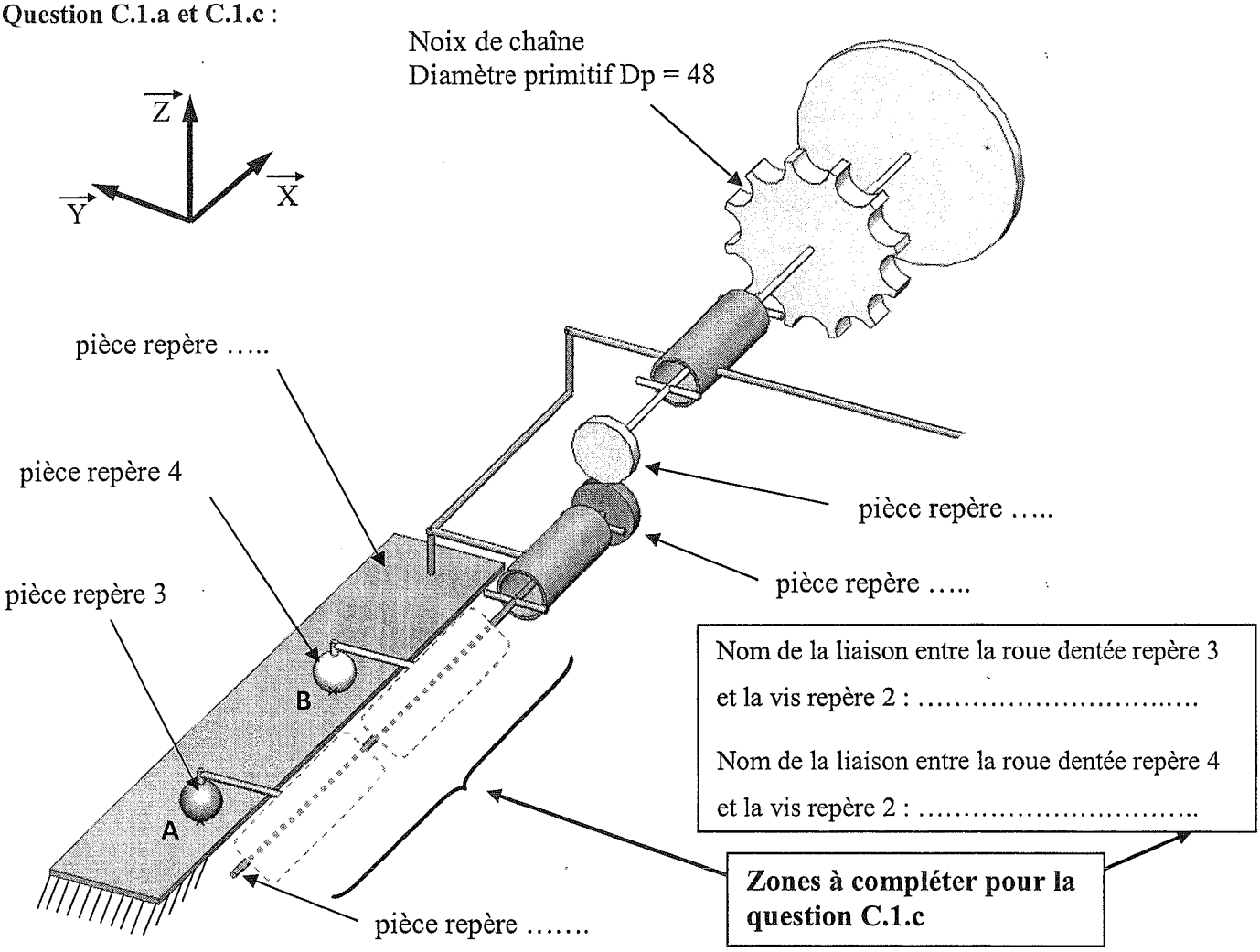
Question B.1, suite et fin

contact en A : oui / non
contact en B : oui / non
contact en C : oui / non
contact en D : oui / non
contact en E : oui / non
freinage de l'arbre moteur repère 14 : oui / non
nombre de forces sur {8,9,10,22} = ... forces

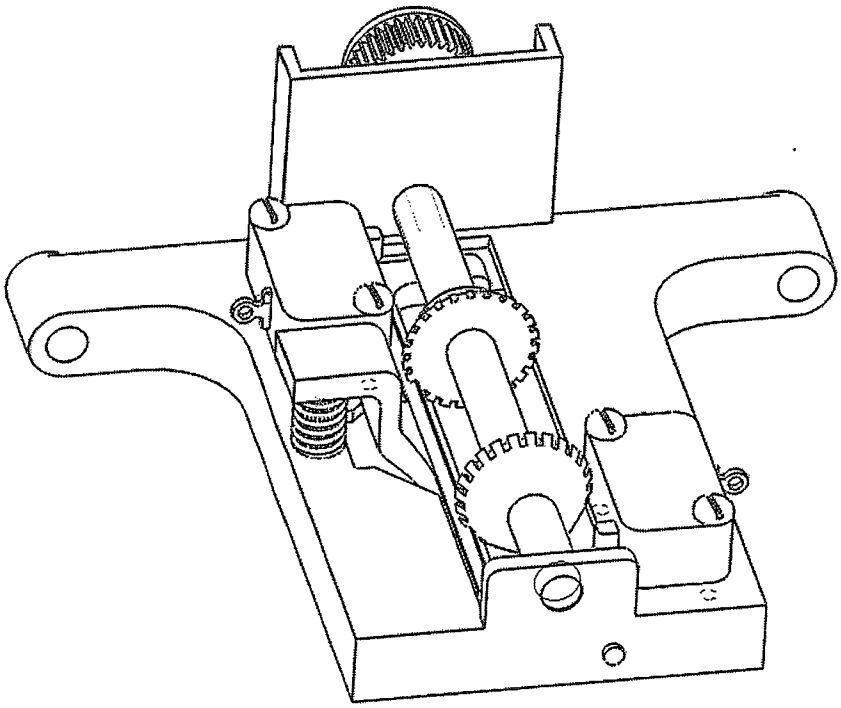
DR1

DR1

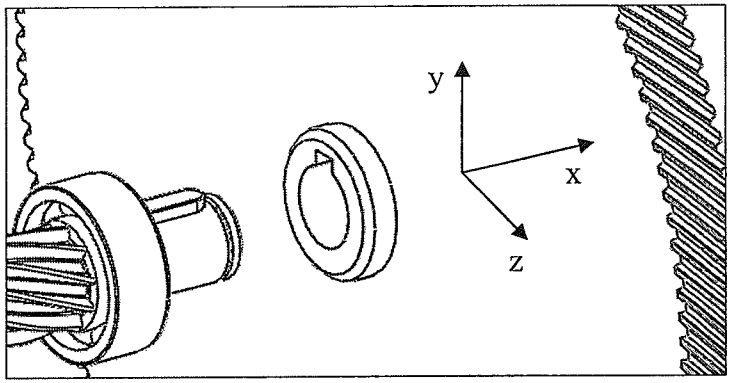
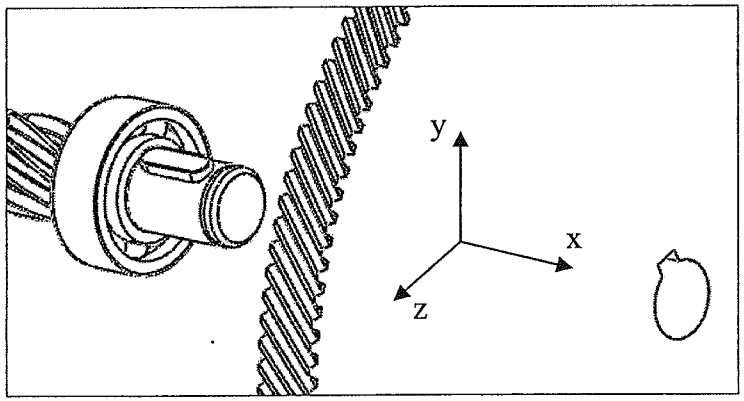
Question C.1.a et C.1.c :



Question C.1.d :

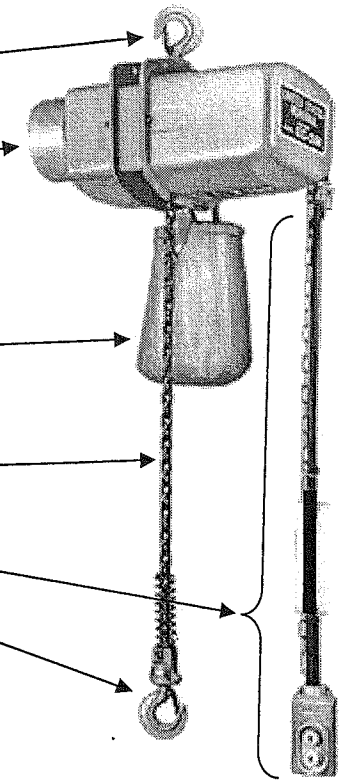


Modification	*Répond au problème technique*	*Critères d'évaluation si elle répond au problème technique*		*Solution retenue ?*
		encombrement	*faisabilité*	
Longueur de la vis repère 2 multipliée par deux.	Oui / Non			
Longueur de la vis repère 2 divisée par deux.	Oui / Non			
Pas de la vis repère 2 multiplié par deux.	Oui / Non			
Pas de la vis repère 2 divisé par deux.	Oui / Non			
Diamètre de la vis repère 2 multiplié par deux.	Oui / Non			
Diamètre de la vis repère 2 divisé par deux.	Oui / Non			
Rapport de réduction ω_7/ω_{10} de l'engrenage entre la roue repère 10 et la roue repère 7 multiplié par deux.	Oui / Non			
Rapport de réduction ω_7/ω_{10} de l'engrenage entre la roue repère 10 et la roue repère 7 divisé par deux.	Oui / Non			
	Rayer la mention inutile	*Compléter par ++ (très bon) ou + ou – ou - - (très mauvais)*		*Remplir une seule case dans cette colonne*

	Forme de la surface de contact	Degrés de liberté supprimés pour chaque contact	Liaison réalisée par les contacts associés	Maintien en position
				
				

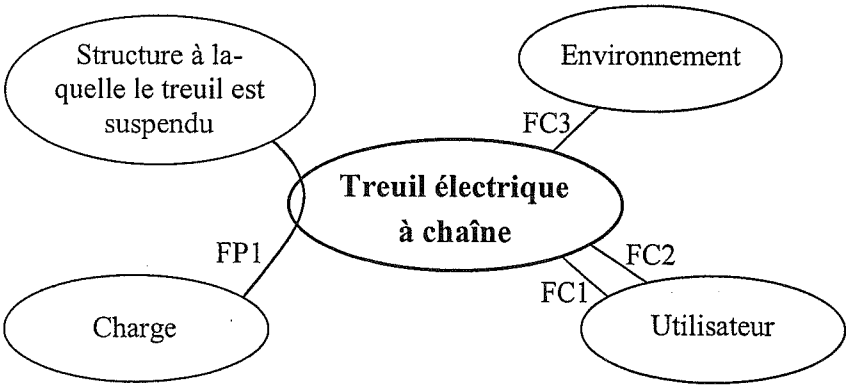
1. Introduction

Le treuil étudié a pour fonction de soulever des charges, par exemple un moteur dans un garage automobile, ou par exemple des poutrelles dans l'atelier d'une entreprise de charpente métallique.
Il est alimenté en courant électrique (câbles non présents sur la photo).



2. Présentation du treuil électrique à chaîne

2.1. Diagramme des interacteurs du treuil électrique à chaîne



Fonction principale
FP1 : lever ou baisser une charge

Fonctions complémentaires
FC1 : respecter les normes de sécurité
FC2 : recevoir les ordres de l'utilisateur
FC3 : résister à l'environnement

2.2. Extrait du cahier des charges fonctionnel

Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilités
FP1 : lever ou baisser une charge	Masse maximum soulevée	250 kg	Aucune
	Vitesse de déplacement de la charge soulevée	8 m/min	± 10 %
		valeur à retenir pour le travail à effectuer : 8 m/min	
	Hauteur de levage (longueur utile de la chaîne)	22 m	± 10 %
		valeur à retenir pour le travail à effectuer : 22 m	
FC1 : respecter les normes de sécurité	Conditions d'immobilisation de la charge soulevée en cas de chute	Non détaillées dans ce tableau	Aucune

2.3. Schéma cinématique en perspective de l'ensemble du treuil

Roue arbre intermédiaire
$Z_{roue\ arbre\ intermédiaire}$ = 144 dents

Pignon arbre intermédiaire
$Z_{pignon\ arbre\ intermédiaire}$ = 10 dents

Roue arbre de noix
$Z_{roue\ arbre\ de\ noix}$ = 45 dents

Noix (enroulement de la chaîne)
Diamètre primitif : Dp =48 mm

Pignon arbre moteur
$Z_{arbre\ moteur}$ = 12 dents

Arbre de noix

$\vec{Z}$ $\vec{Y}$ $\vec{X}$

Moteur électrique, incluant
le frein à manque de courant

Chaîne + crochet

Mécanisme de détection des fins de
course (non représenté ici)

2.4. Schéma cinématique en perspective du mécanisme de détection des fins de course

Noix de chaîne
Diamètre primitif : Dp = 48 mm

Mécanisme de détection des fins de
course

$\vec{Z}$ $\vec{Y}$ $\vec{X}$

pièce repère 4

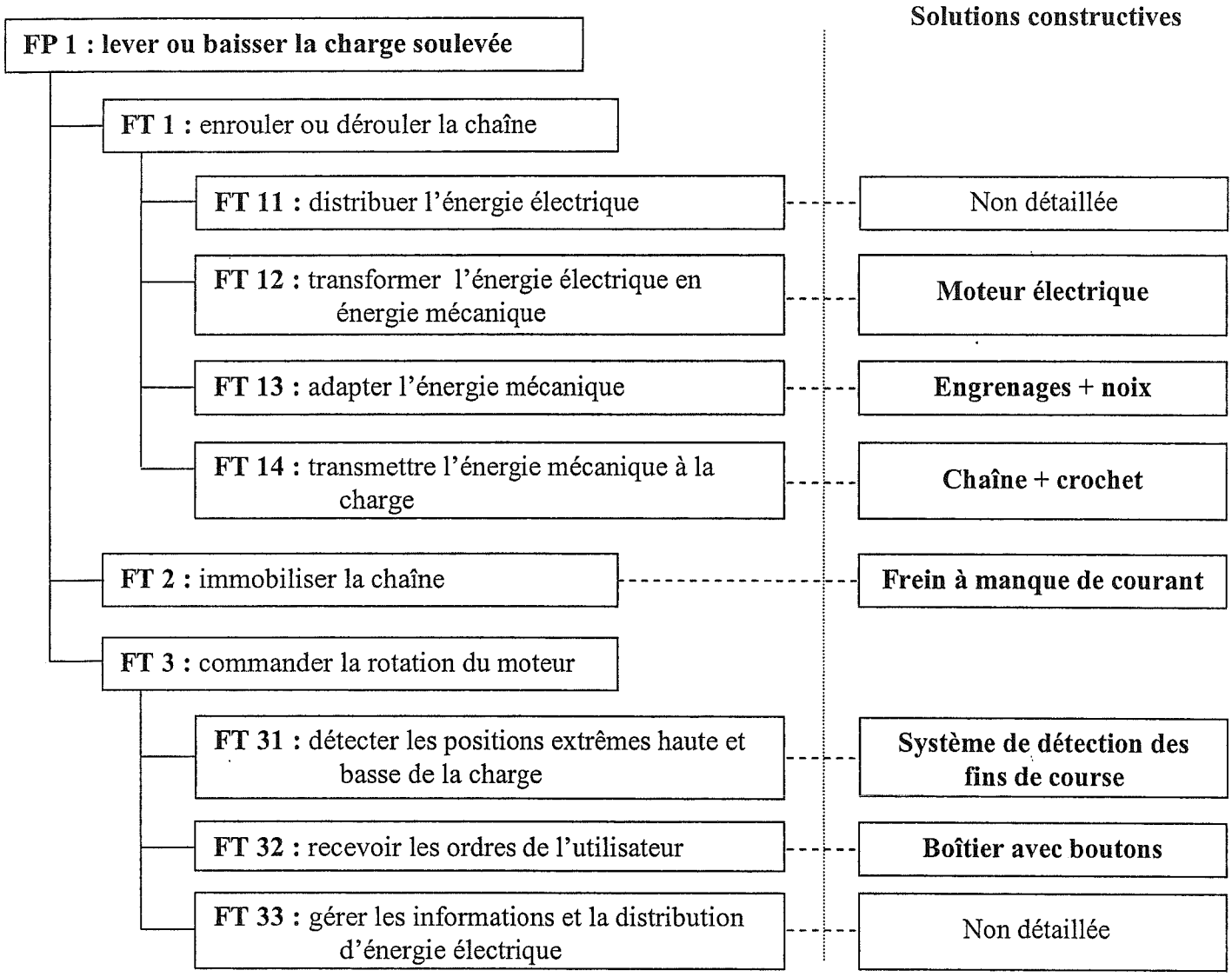
pièce repère 3

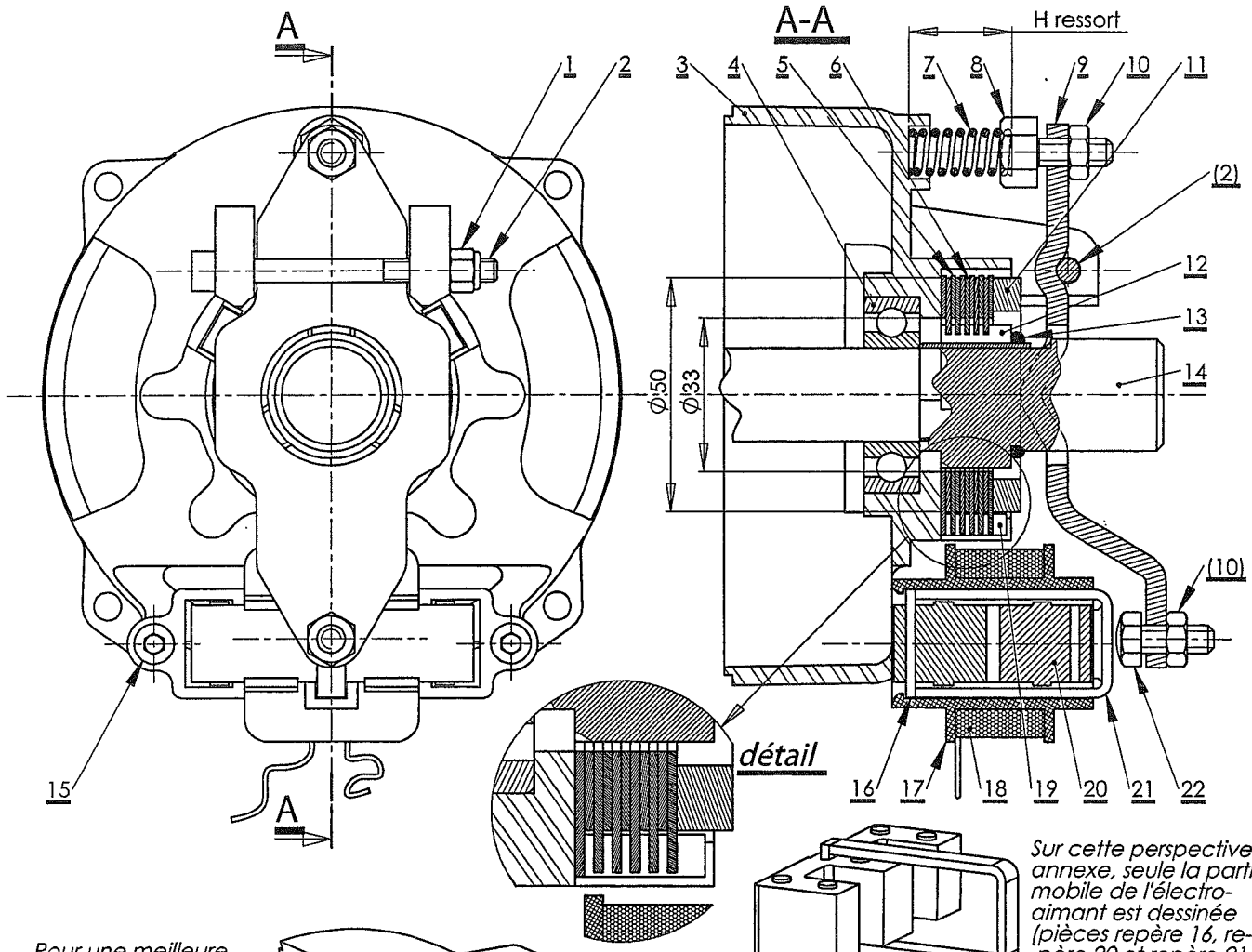
B

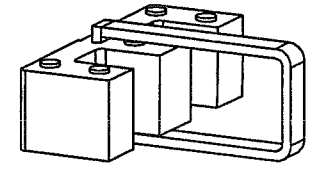
A

Zones volontairement
incomplètes

2.5. FAST partiel de l'ensemble du treuil

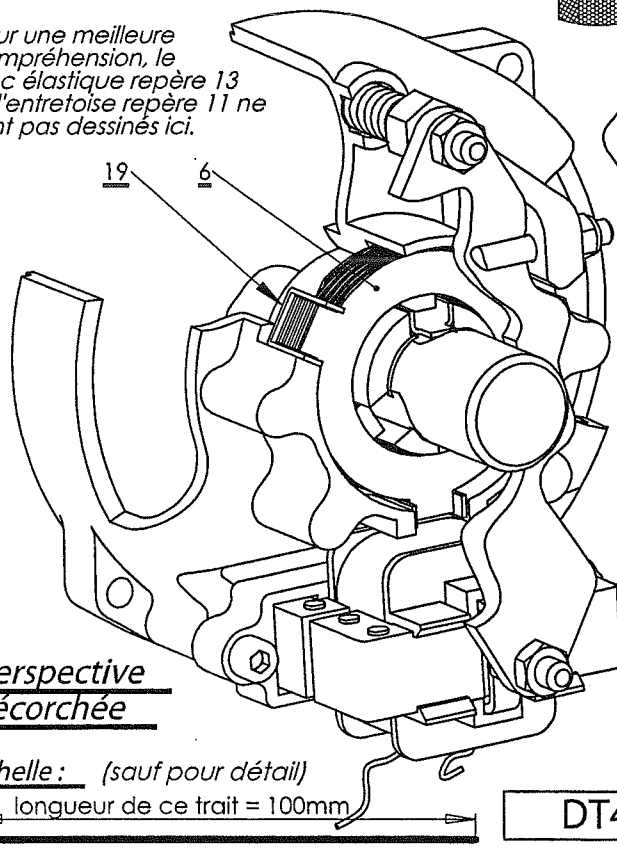






Sur cette perspective annexe, seule la partie mobile de l'électro-aimant est dessinée (pièces repère 16, repère 20 et repère 21).

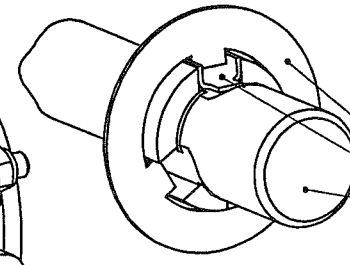
Pour une meilleure compréhension, le jonc élastique repère 13 et l'entretoise repère 11 ne sont pas dessinés ici.



Perspective écorchée

échelle : *(sauf pour détail)*

longueur de ce trait = 100mm

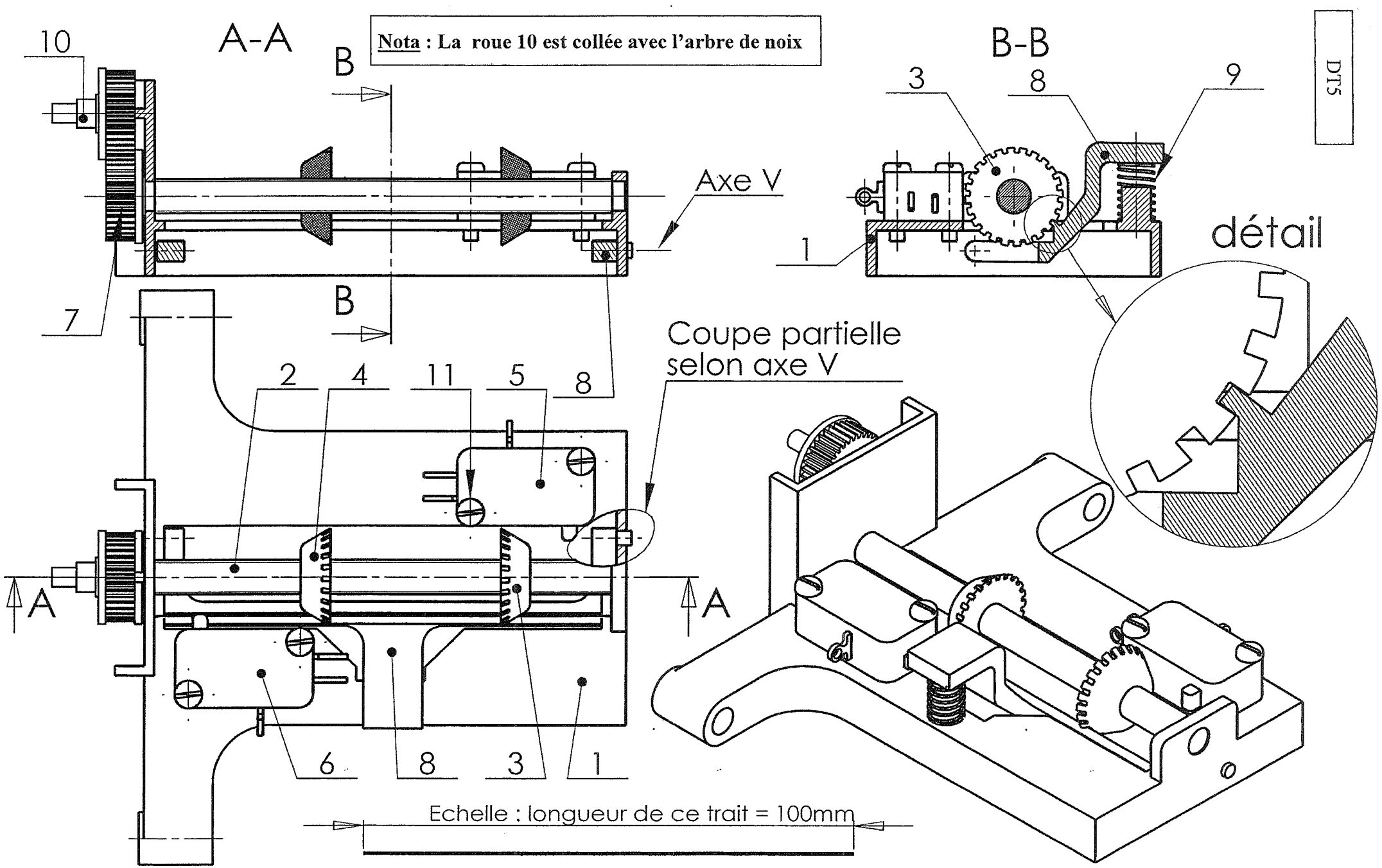


Sur cette perspective annexe, seules les pièces suivantes sont dessinées :
- disque tournant repère 6,
- guide tournant repère 12,
- arbre moteur repère 14.

Rep.	Nb	Désignation
22	1	vis H M6 x 16 avec tête bombée
21	1	poussoir
20	2	armature de l'électro-aimant
19	1	guide fixe
18	1	fils enroulés en bobinage
17	1	corps de l'électro-aimant
16	1	barrette
15	1	vis CHC M5 x 24
14	2	arbre moteur (partiellement dessiné)
13	1	jonc élastique
12	3	guide tournant
11	1	entretoise
10	2	écrou H M6
9	1	levier
8	1	vis d'appui
7	1	ressort
6	5	disque fixe
5	5	disque tournant
4	1	roulement radial à une rangée de billes
3	1	flasque
2	1	vis CHC M5 x 60-24
1	1	écrou H M5 auto-freiné

DT4

SOUS-ENSEMBLE FREIN A MANQUE DE COURANT



SOUS-ENSEMBLE FINS DE COURSE

11ECETPO1

5. Nomenclature du système de détection des fins de course

Repère	Quantité	Désignation	Commentaires
1	1	Support fin de course	
2	1	Vis	pas : 0,5 mm à droite
3	1	Butée fin de course haut	rouge
4	1	Butée fin de course bas	vert
5	1	Contact fin de course haut	rouge
6	1	Contact fin de course bas	vert
7	1	Roue dentée secondaire	Z = 35 dents ; m = 0,5 mm
8	1	Levier de réglage	
9	1	Ressort hélicoïdal	
10	1	Roue dentée primaire	Z = 35 dents ; m = 0,5 mm
11	4	Vis à tête fendue M3 × 14	

NOTA : les pièces repères 3 et 4 sont de même nature et de même géométrie. Seule change la couleur du matériau : rouge pour la pièce repère 3 et verte, pour la pièce repère 4. On peut remarquer la même chose pour les pièces repères 5 et 6. Ceci afin d'identifier aisément la butée haute et la butée basse.