

# EMBRAYAGE FREIN ET REDUCTEUR

## Description du mécanisme

### Mise en situation

Le mécanisme étudié fait partie de la transmission du mouvement d'avance d'une machine outil conventionnelle. Un moteur transmet son mouvement de rotation à ce mécanisme à l'aide d'une transmission par courroie trapézoïdale.

Ce mécanisme transmet ce mouvement lorsqu'on est en position embrayé ou freine l'arbre de sortie lorsqu'on est en position débrayé. C'est la fonction embrayage frein. En outre ce mécanisme permet également la sélection de deux rapports de transmission entre l'entrée et la sortie. C'est la fonction réducteur.

Ce mécanisme est décrit par son dessin au format A3 (Document technique DT1) ainsi que sa nomenclature au format A4 (Document technique DT2).

### Fonction embrayage frein

La commande de l'embrayage frein est électromagnétique. Elle est assurée par le bobinage électromagnétique 3. Lorsque celui-ci est alimenté il exerce un effort d'attraction sur le disque d'embrayage frein 21. Le mécanisme est en position embrayé. Lorsque le bobinage n'est plus alimenté, les quatre ressorts 17 repoussent le disque 21 contre la cloche 2. Le mécanisme est en position frein.

- Données :
- Effort d'attraction de la bobine 3 sur le disque 21 :  $F_B = 1\ 000\ \text{N}$
  - Effort de poussée de chaque ressort 17 sur le disque 21 :  $F_R = 50\ \text{N}$  (Effort constant)
  - Coefficient de frottement entre les garnitures 22 et la cloche 2 et le plateau 4 :  $f = 0,3$

### Fonction réducteur

Le réducteur a deux rapports de transmission. Cela permet deux vitesses à la sortie du mécanisme. En vitesse normale le rapport de transmission du mécanisme est de  $r_N = 1$ . En vitesse lente la vitesse de rotation est réduite par un train d'engrenage à deux engrenages cylindriques à dentures hélicoïdales. Les modules et nombres de dents des roues dentées de ces engrenages sont donnés dans la nomenclature du mécanisme.

Le dessin au format A3 représente le mécanisme dans la position point mort pour laquelle aucun des deux rapports (vitesse normale ou vitesse lente) n'est engagé.

La sélection des deux rapports se fait par une commande manuelle (non représentée sur le document DT1) qui permet la translation du crabot 46 vers la droite ou la gauche.

### Moteur et transmission par courroie

Le moteur qui transmet le mouvement à ce mécanisme est un moteur de 500W. Ce mouvement est transmis par une courroie trapézoïdale à la poulie 10.

- Données :
- Vitesse nominale de rotation du moteur :  $N_m = 1450\ \text{tr/min}$
  - Rapport de la transmission par courroie :  $r_C = \frac{N_{10}}{N_m} = 0,35$

## Travail demandé

### 1- Analyse du fonctionnement

Sur le schéma 1 du document réponse DR1 on donne le schéma cinématique de la partie embrayage frein du mécanisme en position frein. On donne également ci-dessous la composition de certaines classes d'équivalence du mécanisme :

Support :  $\{1\} = \{1,2,3,19,20,23,24,31,32,33,35,38,39,42,53\}$

Arbre d'entrée :  $\{6\} = \{6,7,11,12,36,47,48,49,51\}$

Poulie :  $\{4\} = \{4,5,9,10,13,14,15,16,18\}$

Arbre intermédiaire :  $\{26\} = \{26,27,28,29,34\}$

Roue de sortie :  $\{43\} = \{43,45\}$

Disque :  $\{21\} = \{21,22\}$

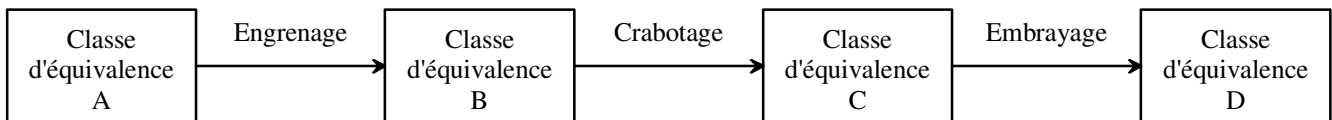
Arbre de sortie :  $\{40\} = \{40,41,44\}$

Crabot :  $\{46\} = \{46\}$

**1.1-** Compléter le schéma 1 du document réponse DR1 en réalisant le schéma cinématique du réducteur dans la position point mort.

**1.2-** Compléter le schéma 2 du document réponse DR1 en réalisant le schéma cinématique du mécanisme en position embrayé en vitesse lente.

**1.3-** Faire les deux synoptiques de la transmission de puissance au travers du mécanisme en positions : Embrayé en vitesse lente et embrayé en vitesse normale. Les synoptiques seront réalisés comme l'exemple ci-dessous :



### 2- Etude de l'embrayage et du frein

**2.1-** En position débrayé, déterminer l'effort de contact entre les garnitures 22 du disque 21 et la cloche 2. En déduire, en vous aidant de votre livre aux pages 399, 400 et 401,  $C_F$  le couple de freinage du mécanisme d'embrayage frein.

**2.2-** En position débrayé, déterminer l'effort de contact entre les garnitures 22 du disque 21 et le plateau 4. En déduire,  $C_E$  le couple transmissible par l'embrayage du mécanisme d'embrayage frein.

### 3- Etude cinématique

**3.1-** Déterminer  $N_{10}$  la vitesse de rotation de la poulie 10 en tr/min.

**3.2-** En vous aidant de votre livre à la page 339, déterminer le rapport de transmission entre l'arbre de sortie de l'embrayage et l'arbre intermédiaire :  $r_1 = \frac{N_{27}}{N_{36}}$ . En déduire la vitesse de rotation de l'arbre intermédiaire.

**3.3-** En vous aidant de votre livre à la page 339, déterminer le rapport de transmission entre l'arbre intermédiaire et la roue 45 :  $r_2 = \frac{N_{45}}{N_{29}}$ . En déduire la vitesse de rotation de la roue 45.

**3.4-** Calculer le rapport de transmission du mécanisme en vitesse lente :  $r_L = \frac{N_{40}}{N_{10}}$  (Remarque : en vitesse lente :  $N_{40} = N_{45}$ ). En déduire une relation entre les trois rapports :  $r_1$ ,  $r_2$  et  $r_L$ .

## **4- Etude du dimensionnement des engrenages du réducteur**

Etudier le chapitre sur le dimensionnement des engrenages cylindriques à denture hélicoïdale de votre livre aux pages 345,346 et 347.

**4.1-** Sachant que le pignon 36 a un angle d'hélice de  $\beta_{36} = 36,87^\circ$ , déterminer les diamètres primitifs  $D_{36}$  et  $D_{27}$  du pignon 36 et de la roue 27 ainsi que l'entraxe  $a$  entre l'arbre d'embrayage 12 et l'arbre intermédiaire 29. (Les nombres de dents des roues 36 et 27 ainsi que leur module sont donnés dans la nomenclature )

**4.2-** Sachant que l'entraxe entre l'arbre intermédiaire 29 et l'arbre de sortie 40 est identique à l'entraxe entre l'arbre d'embrayage 12 et l'arbre intermédiaire 29, déterminer l'angle d'hélice  $\beta_{29}$  du pignon de l'arbre intermédiaire 29 et de la roue de sortie 45. (Les nombres de dents des roues 29 et 45 ainsi que leur module sont donnés dans la nomenclature )

**4.3-** En déduire  $D_{29}$  et  $D_{45}$  les diamètres primitifs du pignon de l'arbre 29 et de la roue 45.

## **5- Calcul des efforts sur l'arbre intermédiaire**

Etudier le chapitre sur les efforts sur les dentures des engrenages cylindriques de votre livre aux pages 366, 367 et 368.

On suppose que le couple transmis par l'embrayage est de  $C_{10} = 15$  N.m. L'angle de pression (normal) des différents engrenages est de :  $\alpha_n = 20^\circ$  .

**5.1-** Déterminer, pour un tel couple  $C_{10}$  transmis,  $F_{T1}$   $F_{R1}$  et  $F_{A1}$  , les composantes tangentielle radiale et axiale de l'effort du pignon 36 sur la roue 27.

**5.2-** Tracer sur le document DR2 les trois composantes de cet effort. On prendra comme échelle des efforts : 1cm  $\Leftrightarrow$  200 N. Pour les sens de ces efforts on remarquera que :

- Pour  $F_{T1}$  : le pignon 36 entraîne la roue 27
- Pour  $F_{R1}$  : le pignon 36 pousse la roue 27
- Pour  $F_{A1}$  : le trait pointillé entre 36 et 27 indique la ligne de contact entre 36 et 27.

**5.3-** Montrer que le couple sur l'arbre intermédiaire est de  $C_{29} = 41,47$  N.m. Pour cela on reprendra l'effort tangentiel  $F_{T1}$  .

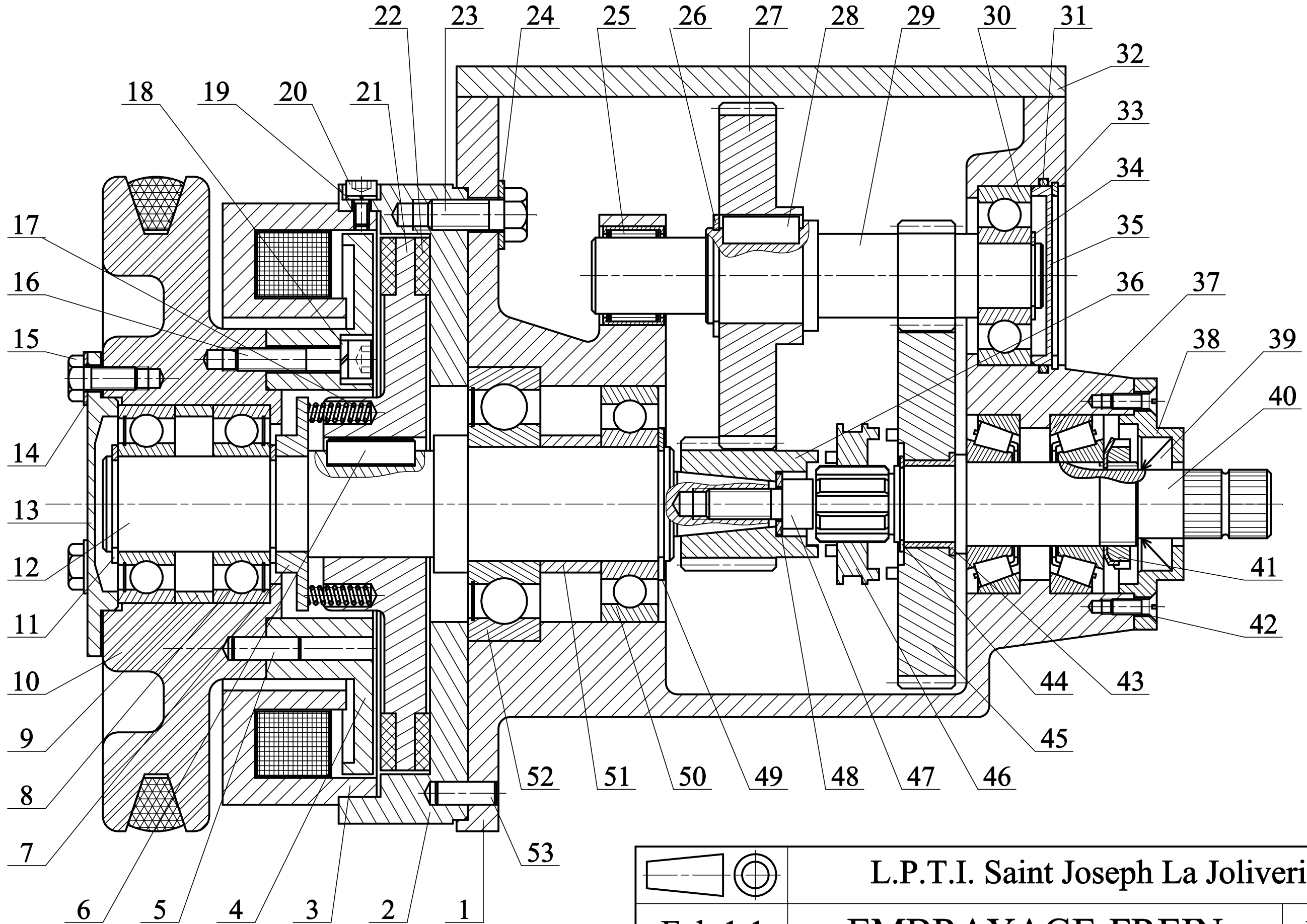
**5.4-** En déduire, dans ce cas,  $F_{T2}$   $F_{R2}$  et  $F_{A2}$  , les composantes tangentielle radiale et axiale de l'effort de la roue 45 sur le pignon 29.

**5.5-** Tracer sur le document DR2 les trois composantes de cet effort. On prendra comme échelle des efforts : 1cm  $\Leftrightarrow$  200 N. Pour les sens de ces efforts on remarquera que :

- Pour  $F_{T2}$  : la roue 45 freine le pignon 29
- Pour  $F_{R2}$  : la roue 45 pousse le pignon 29
- Pour  $F_{A2}$  : le trait pointillé entre 29 et 45 indique la ligne de contact entre 29 et 45.

**5.6-** A partir des composantes axiales  $F_{A1}$  et  $F_{A2}$  , et en étudiant leur sens, déterminer  $F_{A30}$  l'effort axial s'appliquant sur le roulement à billes 30.

**5.7-** Que se passerait-il pour cette effort axial  $F_{A30}$  si on modifiait le sens de l'hélice de l'engrenage 29-45 ? Que peut on en conclure les sens des hélices de la roue 27 et du pignon 29.



	<p>L.P.T.I. Saint Joseph La Joliverie</p>	
<p>Ech:1:1</p>	<p>EMBRAYAGE-FREIN</p>	<p>DT1</p>
<p>Format A3H</p>	<p>REDUCTEUR</p>	

				<b>26</b>	1	Anneau élastique pour arbre 25x1,5	
				<b>25</b>	1	Douille à aiguilles Ø20	
<b>53</b>	1	Goupille cylindrique 6x16		<b>24</b>	5	Rondelle M8	
<b>52</b>	1	Roulement à billes 30 BC 03		<b>23</b>	5	Vis H M8-20	
<b>51</b>	1	Entretoise extérieure 30x16	S 235	<b>22</b>	2	Garnitures d'embrayage-frein	Ferodo
<b>50</b>	1	Roulement à billes 30 BC 02		<b>21</b>	1	Disque d'embrayage-frein	46 Cr 2
<b>49</b>	1	Anneau élastique pour arbre 30x1,5		<b>20</b>	1	Vis CHC M4-8	
<b>48</b>	1	Rondelle M8		<b>19</b>	1	Rondelle W4	
<b>47</b>	1	Vis CHC M8-20		<b>18</b>	5	Rondelle W6	
<b>46</b>	1	Crabot	20 NiCrMo 2	<b>17</b>	4	Ressort	C 80
<b>45</b>	1	Roue d'arbre de sortie m=1,5 Z=61	20 NiCrMo 2	<b>16</b>	5	Vis CHC M6-30	
<b>44</b>	1	Anneau élastique pour arbre 20x1,2		<b>15</b>	3	Vis H M6-14	
<b>43</b>	1	Bague de frottement	Cu Sn 12 P	<b>14</b>	3	Rondelle M6	
<b>42</b>	4	Vis FS M4-12		<b>13</b>	1	Chapeau de poulie	S 235
<b>41</b>	1	Ecrou KM22		<b>12</b>	1	Arbre d'embrayage	36 NiCrMo 16
<b>40</b>	1	Arbre de sortie	36 NiCrMo 16	<b>11</b>	2	Anneau élastique pour arbre 25x1,5	
<b>39</b>	1	Joint à lèvres Ø18		<b>10</b>	1	Poulie	EN AC AlCu4MgTi
<b>38</b>	1	Chapeau de sortie	S 235	<b>9</b>	1	Entretoise intérieure 52x10	S 235
<b>37</b>	2	Roulement à rouleaux 22 KB 02		<b>8</b>	2	Roulement à billes 25 BC 02	
<b>36</b>	1	Pignon m=1,5 Z=17	20 NiCrMo 2	<b>7</b>	1	Défecteur	S 235
<b>35</b>	1	Bouchon	S 235	<b>6</b>	1	Clavette parallèle forme A 8x7x23	
<b>34</b>	1	Anneau élastique pour arbre 17x1		<b>5</b>	1	Goupille cylindrique 6x18	
<b>33</b>	1	Anneau élastique pour logement 47x1,5		<b>4</b>	1	Plateau	41 Cr Al Mo 7
<b>32</b>	1	Couvercle	S 235	<b>3</b>	1	Bobinage électromagnétique	
<b>31</b>	1	Joint torique 47x2,62		<b>2</b>	1	Cloche	EN GJL 350
<b>30</b>	1	Roulement à billes 17 BC 03		<b>1</b>	1	Carter	EN GJS 200
<b>29</b>	1	Arbre intermédiaire m=1,5 Z=17	20 NiCrMo 2	<b>Rep</b>	<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>28</b>	1	Clavette parallèle forme A 8x7x20		<b>Nomenclature</b>		<b>LPTI Saint Joseph La Joliverie</b>	
<b>27</b>	1	Roue d'arbre intermédiaire m=1,5 Z=47	20 NiCrMo 2	<b>Embrayage frein et réducteur</b>			<b>DT2</b>
<b>Rep</b>	<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>				

# Document réponse DR1

Schéma 1

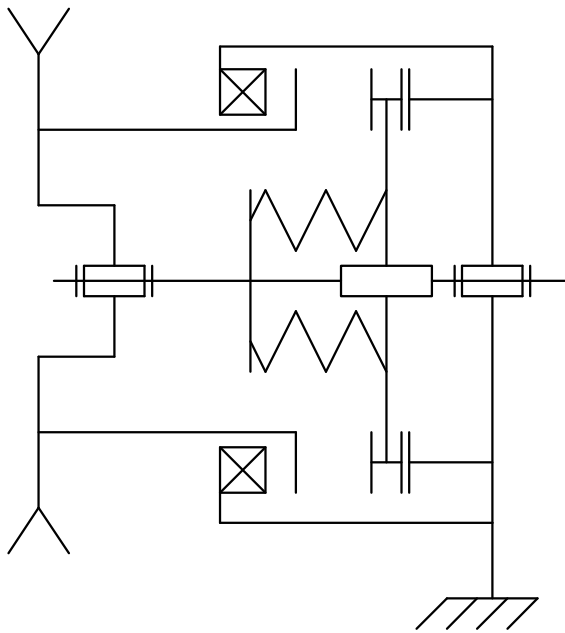
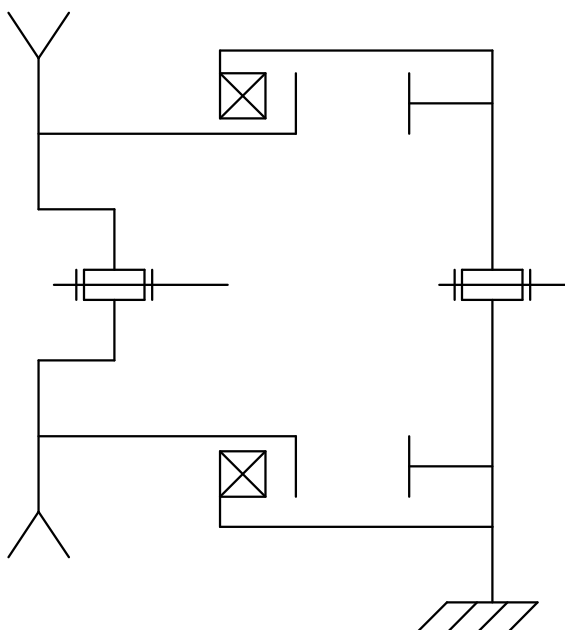


Schéma 2



# Document réponse DR2

