



DS 5

PTSI

Vendredi 4 février 2011

- **Partie 0 :**

Lecture du sujet (15 min)

- **Partie I :**

Analyse du fonctionnement du mécanisme (30 min)

Cette première partie vise à faciliter la compréhension du mécanisme. Il est donc recommandé de la traiter en premier.

- **Partie II :**

Etude de métallurgie (45 min)

(A rendre sur une copie séparée)

- **Partie III :**

Vérification de la tenue du palier 2 (45 min)

(étude statique de l'arbre secondaire)

- **Partie IV :**

Modification du guidage de l'arbre secondaire (45 min)

(dessin de conception)

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte dix documents numérotés de DT1/10 à DT10/10

DT1 à DT2 :	Introduction au démarreur.
DT3 à DT5 :	Le fonctionnement du démarreur.
DT6 :	Plan d'ensemble.
DT7 :	Nomenclature partielle.
DT8 :	Courbes énergétiques du démarreur.
DT9 :	Courbe de déplacement du pignon.
DT10 :	Documentation relative aux douilles à aiguilles et aux joints à lèvre.

INTRODUCTION AU DEMARREUR

Il était une fois... le démarrage à la manivelle, basé sur une accélération instantanée du piston, associée à une étincelle et à un remplissage au bon moment. Cette conjugaison n'était pas toujours facile à atteindre !!!

Désormais le rôle principal du démarreur est d'entraîner le moteur thermique en rotation pour lui faire atteindre son cycle de fonctionnement.

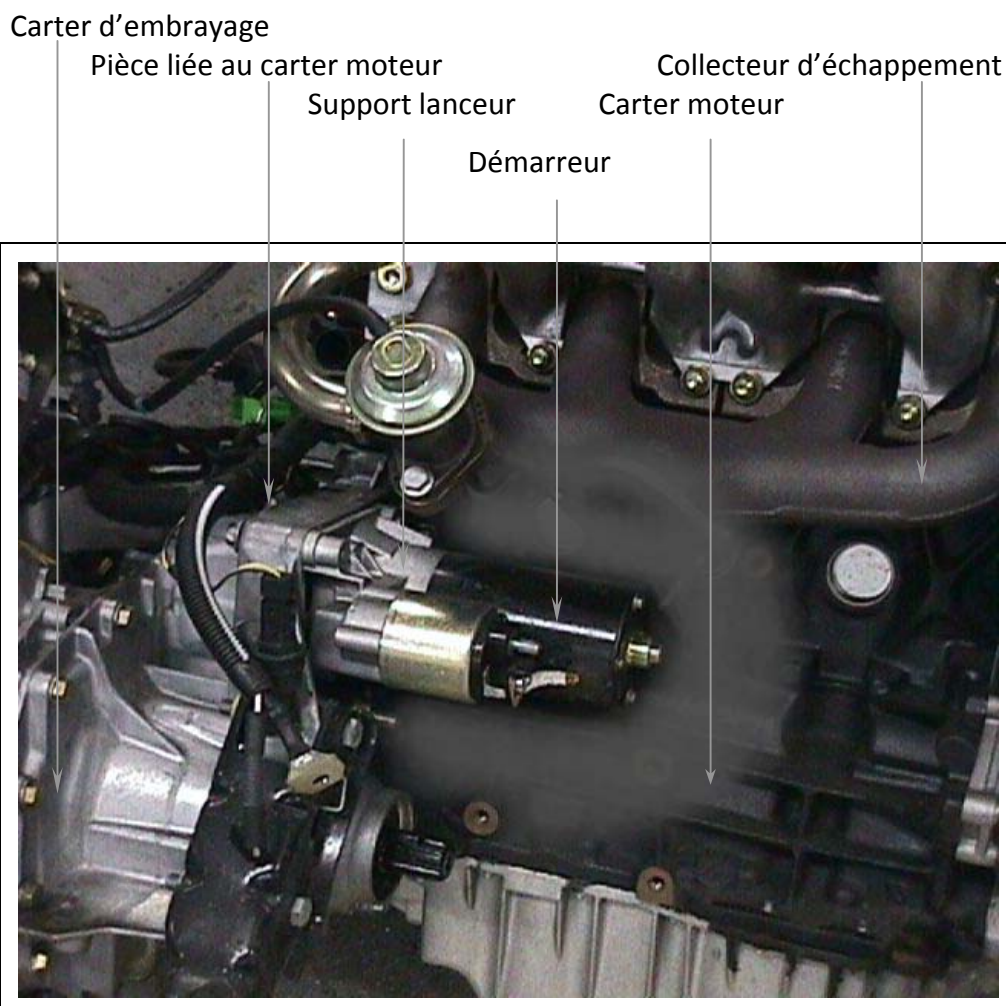
Le moyen choisi dépend de l'importance du moteur thermique et des contraintes présentes. En automobile le démarreur électrique satisfait pleinement la phase de démarrage.

Pour atteindre son cycle d'auto-fonctionnement, un moteur thermique doit être entraîné à :

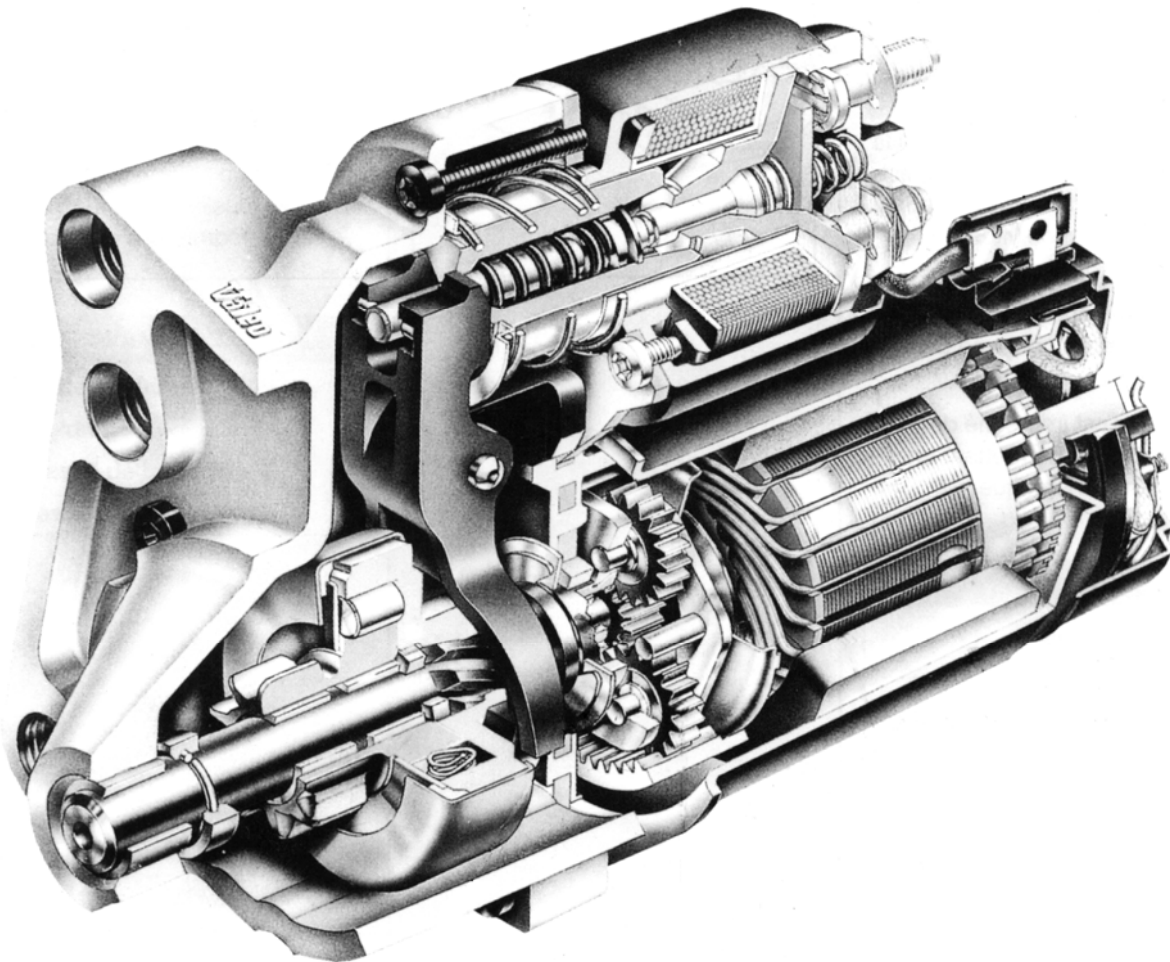
- 100 tr/min environ pour un moteur essence,
- 400 tr/min environ pour un moteur diesel.

MISE EN SITUATION

Le démarreur est fixé sur le carter moteur, il entraîne une couronne dentée liée au vilebrequin.



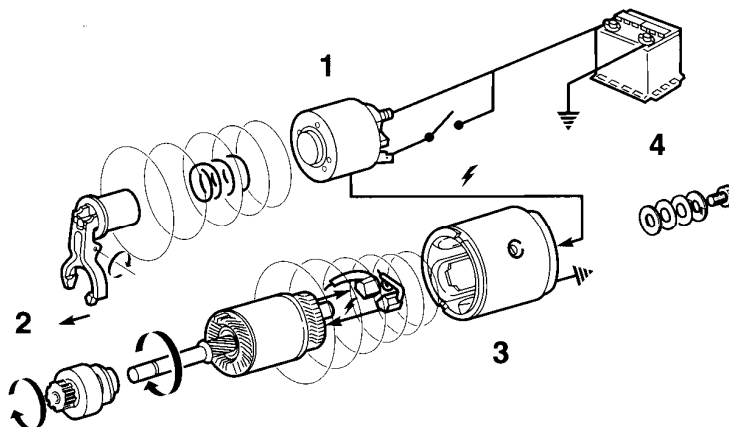
Parmi les multiples démarreurs existants, on se propose d'étudier le « **démarrreur réducteur D6RA** » (VALEO) qui répond en matière de nouvelles technologies aux contraintes imposées par l'évolution des véhicules.



LE FONCTIONNEMENT DU DEMARREUR

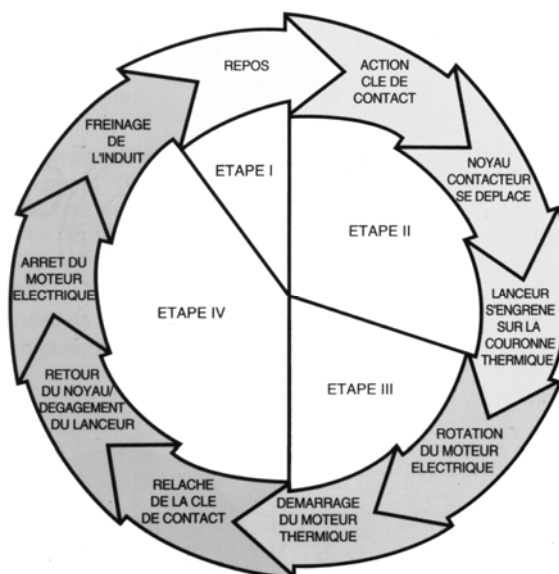
PRINCIPE GENERAL

- 1 - La **commande**, ou **contacteur électromagnétique**, permet d'envoyer le courant de forte puissance au moteur électrique par simple contact : c'est un relais. Elle assure, d'autre part, le déplacement du lanceur par l'intermédiaire de la fourchette.
- 2 - Le **lanceur** assure **l'entraînement mécanique** entre le moteur électrique et le moteur thermique. Il ne doit l'assurer que dans UN sens : le moteur thermique ne doit pas entraîner le démarreur.
- 3 - Le **moteur électrique** permet la **rotation** du lanceur et ainsi du moteur thermique.
- 4 - Le **frein d'induit** arrête le moteur électrique aussitôt après le démarrage et le maintient au **repos** tant que le démarreur n'est pas utilisé.



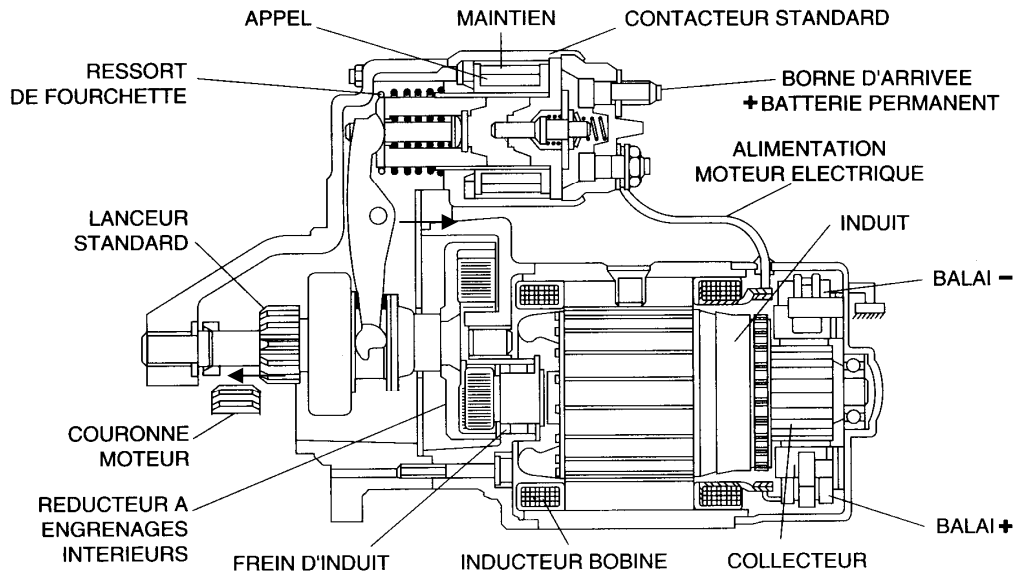
LES ETAPES DU DEMARRAGE

A ces 4 étapes correspondent 4 états électriques et mécaniques du démarreur.
Un cycle dure environ 3 secondes dans de bonnes conditions de fonctionnement du moteur thermique.

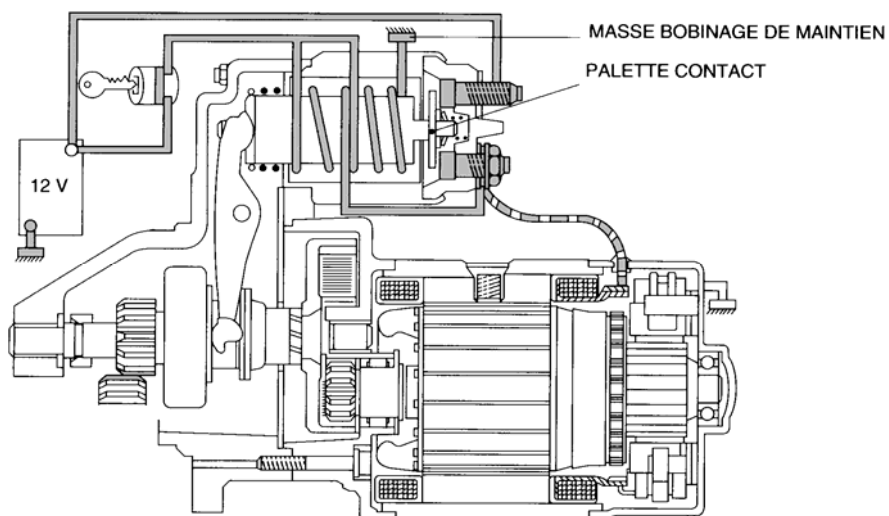


ETAPE 1 : REPOS

- L'ensemble fourchette -lanceur est maintenu au repos par le ressort de fourchette,
- Le frein d'induit empêche la libre rotation de l'induit par vibrations.

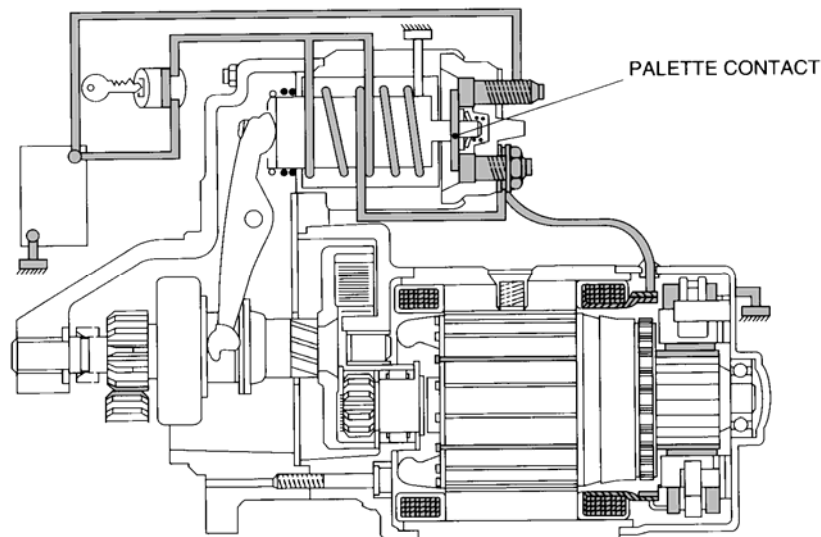
**ETAPE 2 : ENGAGEMENT DU LANCEUR SUR LA COURONNE**

- A la fermeture de la clef de contact, les bobinages d'appel et de maintien sont alimentés. Le champ magnétique créé attire le noyau vers l'arrière. Le lanceur avance par l'intermédiaire de la fourchette. Il effectue une rotation d'une dent environ et vient s'engrener sur la couronne.
- En fin de course du noyau, la palette vient en contact avec les deux bornes électriques et le moteur peut être alimenté.

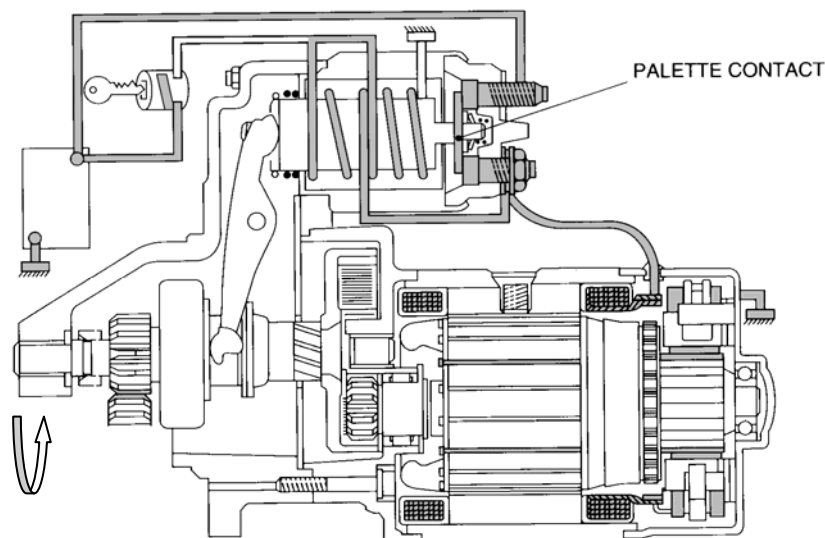


ETAPE 3 : ROTATION ET DEMARRAGE

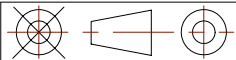
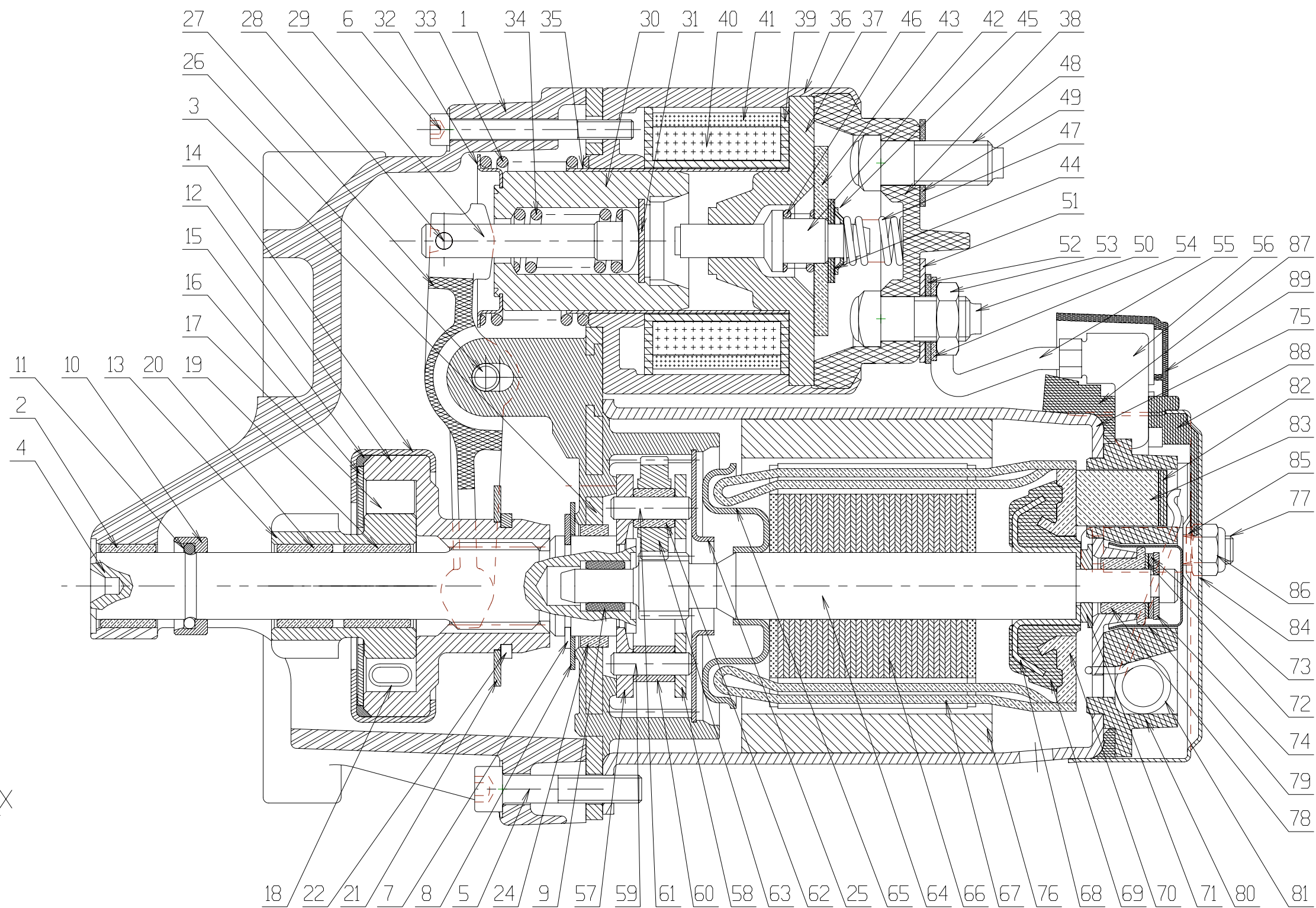
- La palette en contact avec les bornes électriques permet l'alimentation du moteur sous forte puissance. Il y a rotation de celui-ci et démarrage du moteur thermique.
- Les bobinages du contacteur électromagnétique sont toujours alimentés et maintiennent le lanceur engrené et la palette en contact.
- Dès le démarrage du moteur thermique, la roue libre rentre en action jusqu'au relâchement de la clef de contact.

**ETAPE 4 : COUPURE DU CONTACT**

- Lors du relâchement de la clé de contact, la circulation du courant électrique dans les bobinages est modifiée.
- Le flux du bobinage d'appel s'oppose maintenant au flux du bobinage de maintien.
- La somme des flux étant nulle, le champ magnétique disparaît et le ressort de fourchette ramène le noyau à sa position initiale (*Etape 1 : repos*).



D-D



Format : A3
Ech. 1.5 : 1

Dessiné par :

Le

Démarrreur D6RA

Document DT6/10

VALEO

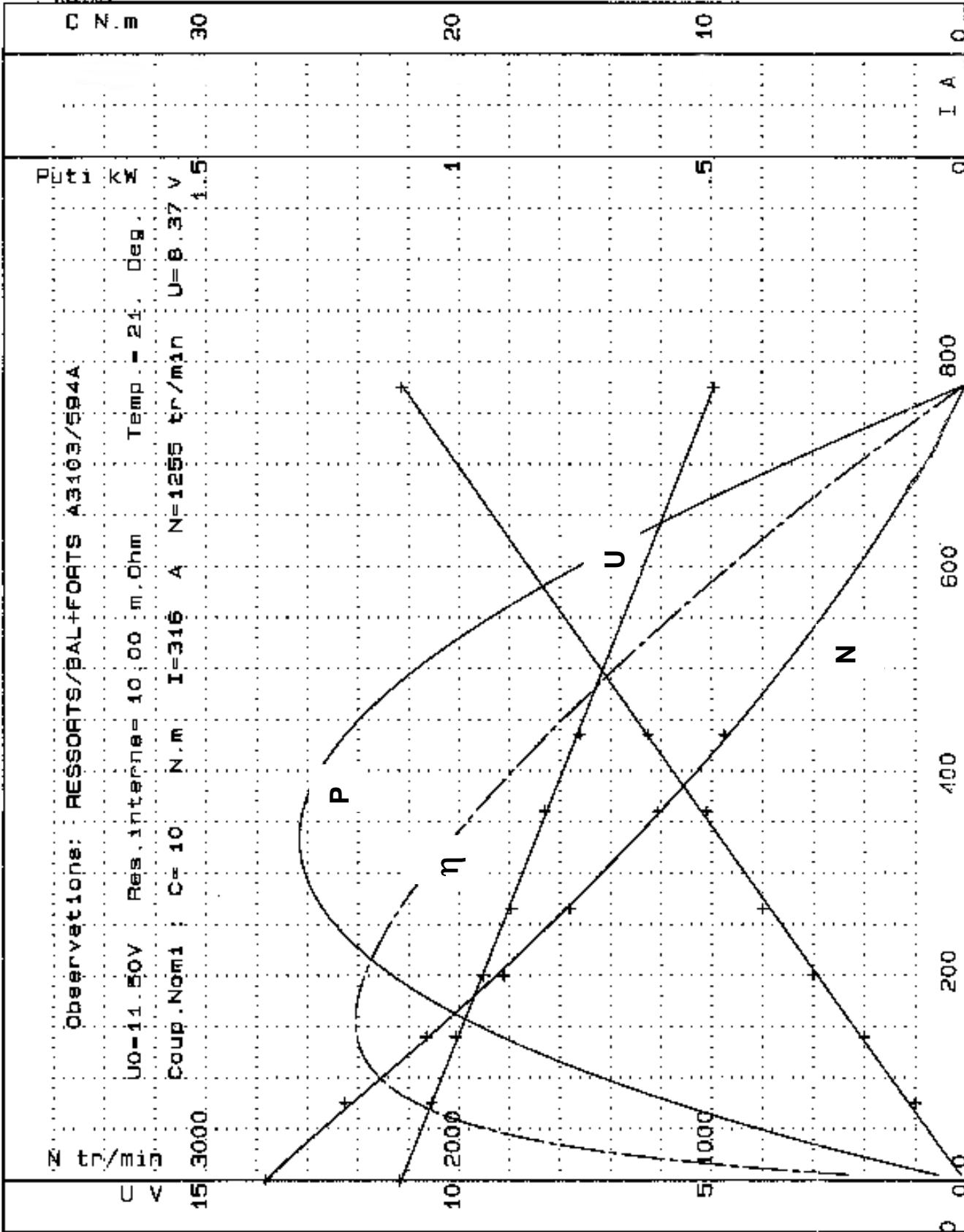
N°01



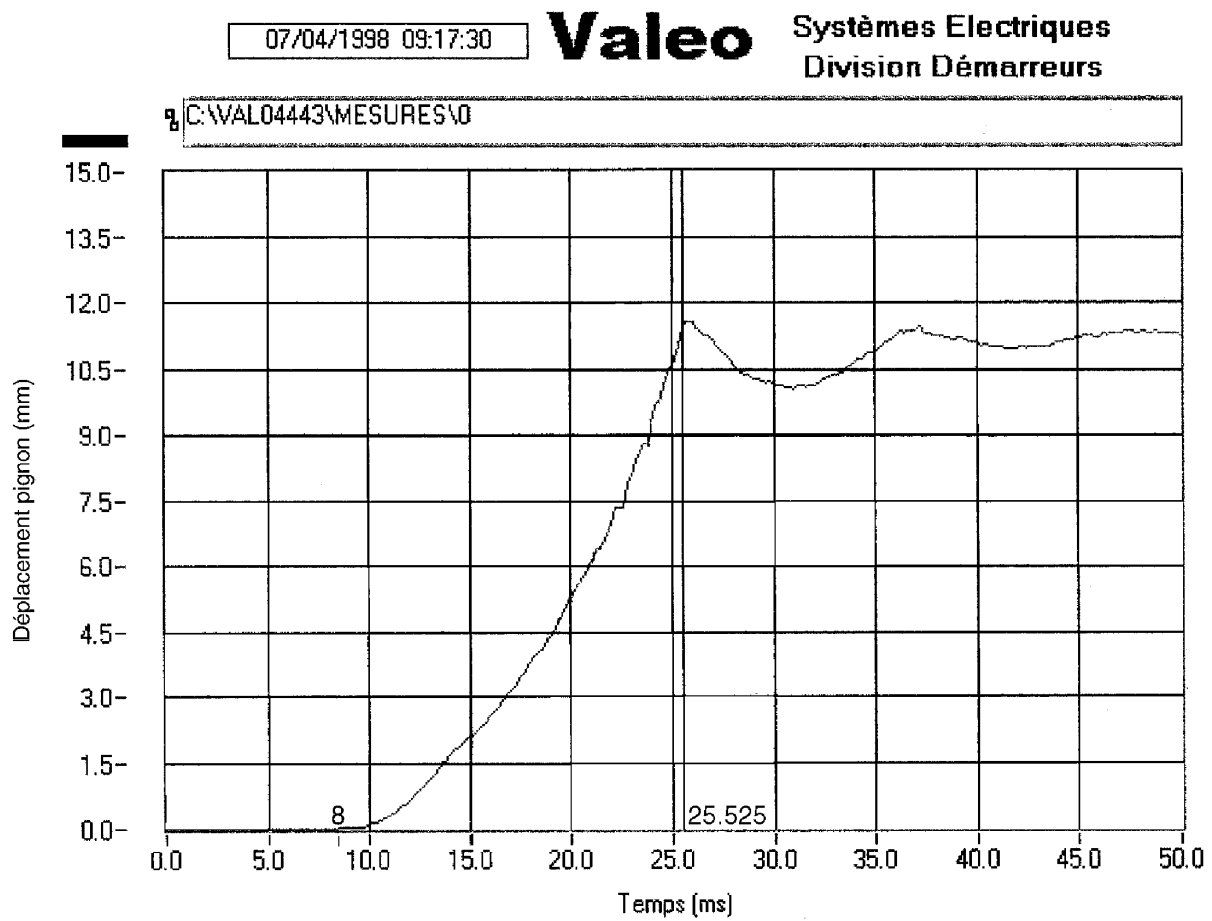
NOMENCLATURE (partielle) :

76	4	Aimant permanent		
75	1	Culasse		Embouti profond
66	1	Induit		
64	1	Arbre rotor		
50	1	Borne de contacteur		
48	1	Borne de contacteur		
43	1	Palette contact		
42	1	Poussoir		
41	1	Bobinage de maintien		
40	1	Bobinage d'appel		
39	1	Cadre de bobinage		
33	1	Ressort de fourchette		
32	1	Coupelle		
30	1	Noyau	Acier cuivré	
29	1	Tige de commande		
28	1	Goupille		
27	1	Fourchette	PA 6/6	
26	1	Axe de fourchette		
24	1	Palier	Bronze	Fritté
22	1	Anneau élastique		
21	1	Rondelle d'appui		
20	1	Palier	Bronze	Fritté
19	1	Palier	Bronze	Fritté
18	6	Ressort		
17	6	Rouleau		
16	1	Flasque de protection		
15	1	Joint d'étanchéité		
14	1	Tôle d'enveloppe		Bichromatée
13	1	Pignon		
12	1	Moyeu de fourchette		
11	1	Jonc		
10	1	Bague d'arrêt		
9	1	Palier	Bronze	Fritté
8	1	Rondelle d'appui		
7	1	Anneau élastique		
4	1	Arbre secondaire		
3	1	Plaque de base		
2	1	Palier 10x12x8 (dxDxL)	Bronze	Fritté
1	1	Support lanceur	Aluminium	
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observations

COURBES ENERGETIQUES DU DEMARREUR

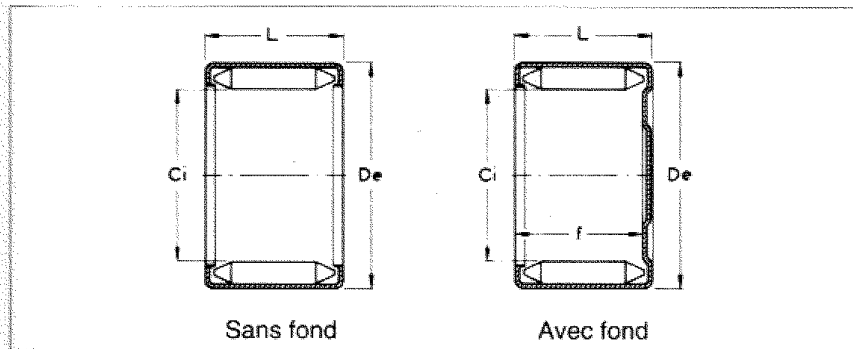


COURBE DE DEPLACEMENT DU PIGNON

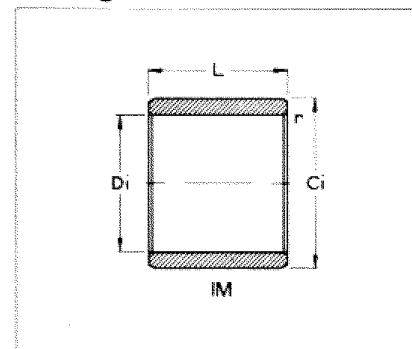


**DOCUMENTATION RELATIVE AUX DOUILLES A AIGUILLES
ET AUX JOINTS A LEVRE**

• **Douilles à aiguilles**



• **Bagues intérieures**

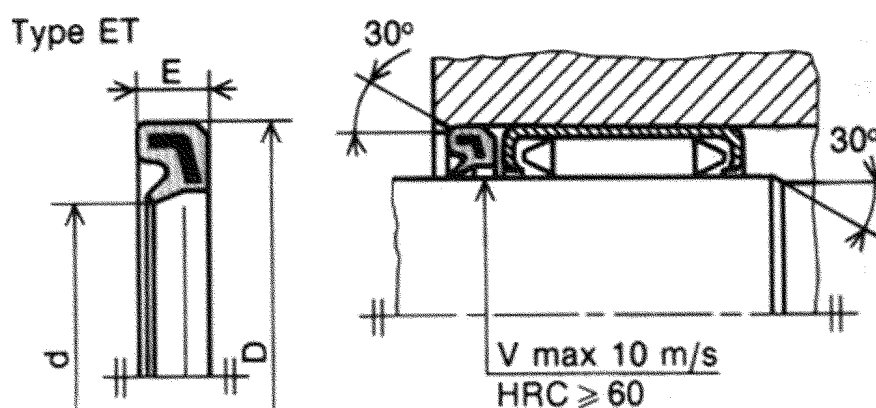


Dimensions des douilles à aiguilles

Arbre: ϕ mm	Ci mm	De mm	L mm	F mini mm	Charge de base N		Charges limites N	Vitesses limites tr/min
					Dyn.C	stat.Co		
8	8	14	10	7.7	4500	6500	2000	37500
9	9	14	12	9.7	6100	9200	2950	33000
10	10	14	12	9.7	7000	10900	3400	30000
12	12	18	10	7.7	6000	9700	2800	25000

Tolérances

	Arbre		Logement	
	Rotation	Oscillation	Acier	Non ferreux
Sans bague intérieure	H5(h6)	J5(j6)	H6(H7)	M6(M7)
Avec bague intérieure	H5(h6)	J5(j6)	H6(H7)	M6(M7)



Dimensions des joints à lèvre pour douilles à aiguilles

d	D	E	d	D	E
6	12	3	9	14	3
7	11	2	10	14	3
8	12	3	10	16	3
9	13	3	12	16	3

Exemple de désignation : Joint à lèvre, type ET, d x D

1. Analyse du fonctionnement du mécanisme :

Le noyau 30 est attiré vers l'arrière grâce au champ magnétique créé par les bobinages (étape 2, DT4/10).

- 1.1. Lorsque le noyau recule, quelles sont les deux fonctions assurées ?
- 1.2. A l'aide du dossier technique et de l'éclaté, **définir** la classe d'équivalence cinématique constituant le lanceur $\{E_{\text{lanceur}}\}$.
- 1.3. Quelle est la fonction principale assurée par le lanceur ?

Le lanceur est soumis aux vibrations. S'il n'est pas immobilisé, il risque de battre et de toucher la couronne, causant de graves dommages aux dents.

- 1.4. Quel est l'élément qui assure son immobilisation, **et** dans quelle étape de fonctionnement joue-t-il son rôle ?

Si le contact n'est pas relâché immédiatement après le démarrage, le moteur thermique risque d'endommager le démarreur (*l'induit tournerait à très haute vitesse*).

- 1.5. Quel est le dispositif qui évite ce problème ?
- 1.6. **Citer** les éléments principaux assurant ce dispositif ?
- 1.7. **Nommer** la pièce réalisant la mise en position du démarreur sur le carter du moteur thermique.
- 1.8. Comment est réalisé l'assemblage entre la coupelle **32** et le noyau **30** ?

2. Etude de métallurgie :

Les documents nécessaires à cette partie sont fournis en annexe, les réponses sont à fournir sur une copie séparée.

3. Vérification de la tenue du palier 2 :

Le démarreur D6RA n'a pas cessé d'évoluer depuis sa première version. La dernière évolution de ce modèle est le D6RA-100. Ce modèle, le plus puissant de la série, est destiné aux moteurs diesel de moyenne cylindrée. Le couple maximum sur l'arbre secondaire est alors de $C_{\text{max}} = 120 \text{ N}\cdot\text{m}$. Ce couple, plus important que sur le précédent modèle, engendre une augmentation de la pression de contact exercée par l'arbre **4** sur les paliers **2** et **24**.

Afin de vérifier la tenue du palier 2, on demande de déterminer les torseurs d'actions mécaniques appliqués au système matériel {12+4}.

Données :

Pour les questions suivantes, on définit la classe d'équivalence **{12+4}**, avec **{12+4} = 12 + 4** (voir **DR1/4**).

Le schéma de modélisation statique est donné dans le document **DR2/4**, fig.3.

Les torseurs représentant les actions mécaniques appliquées au système matériel **{12+4}** sont les suivants :

$$\begin{aligned}
 {}_I \left\{ \mathcal{T}_{64 \rightarrow \{12+4\}} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} &= {}_I \begin{pmatrix} 0 & -120 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} & {}_I \left\{ \mathcal{T}_{1 \rightarrow \{12+4\}} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} &= {}_I \begin{pmatrix} X_I & 0 \\ Y_I & 0 \\ Z_I & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} \\
 {}_G \left\{ \mathcal{T}_{1 \rightarrow \{12+4\}} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} &= {}_G \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ Y_G & 0 \\ Z_G & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}
 \end{aligned}$$

${}_H \left\{ \mathcal{T}_{\text{moteur} \rightarrow \{12+4\}} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$ torseur modélisant les actions mécaniques exercées par la couronne dentée du moteur sur le lanceur.

3.1. **L'angle** de pression de l'engrenage couronne moteur / **{12 + 4}** est $\alpha = 20^\circ$.

Représenter, par un torseur, les actions mécaniques de la couronne du moteur sur **{12 + 4}**.

Écrire les composantes de ce torseur dans $(H; \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

3.2. **Enoncer** le Principe Fondamental de la Statique sur le système matériel **{12 + 4}**.

Peut-on déterminer les actions mécaniques inconnues ; justifier la réponse.

Un logiciel de calcul informatique a permis de déterminer $Z_G = 7\,880\text{ N}$ et $Y_G = -2720\text{ N}$. Calculer la norme de l'effort radial dans le palier Z à l'aide des composantes de

$${}_G \left\{ \mathcal{T}_{1 \rightarrow \{12+4\}} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} .$$

On considère que la surface de contact palier **2** / arbre **4** est égale au produit du diamètre intérieur du palier par sa longueur. Sachant que la pression maximum admissible par le palier est de 80 Mpa.

3.3. **Justifier** le remplacement ou non du palier **2**.

4. Modification du guidage de l'arbre secondaire :

La totalité de cette partie est à exécuter sur le document réponse DR3/4.

Dans la version D6RA-100, le palier **2** est incompatible avec la pression de contact générée par l'effort radial. Parmi les solutions techniques envisageables pour remédier à ce problème, le bureau d'étude de la société VALEO a décidé d'utiliser une douille à aiguilles avec fond et de placer un joint à lèvres type « ET ».

Zone 1 : Réalisation du guidage de l'arbre **4**.

- 4.1. **Mettre** en place la bague d'arrêt **10** associée au jonc **11**. L'épaulement ainsi créé devra limiter la course du lanceur à 14 mm.

Contrainte : sur le DR3/4, les dimensions fournies de la bague d'arrêt 10 et du jonc 11 ne doivent pas être modifiées.

- 4.2. **Déterminer** la douille à aiguilles ayant la charge limite la plus élevée. **Mettre** en place cette douille à aiguilles et le joint à lèvres.

Remarque : Ces éléments sont définis sur le document technique DT10/10.