



EXAMEN NATIONAL D'OBTENTION DU BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

SESSION : MAI 2013

Filière : Conception du Produit Industriel

Epreuve : E4

Durée : 6 heures

Coefficient : 50

Consignes: L'épreuve contient

- ✓ Un dossier technique comporte **14** documents
- ✓ Un dossier travail comporte **12** documents
- ✓ Un dossier réponse comporte **16** documents
- ✓ Barème :

49 questions	4pts/question	196 pts
présentation		4 pts
Total		200 pts

- ✓ Calculatrice scientifique non programmable autorisée



Filière:	Conception du Produit Industriel
Épreuve:	E4

Durée:	6 Heures
Coefficient:	50

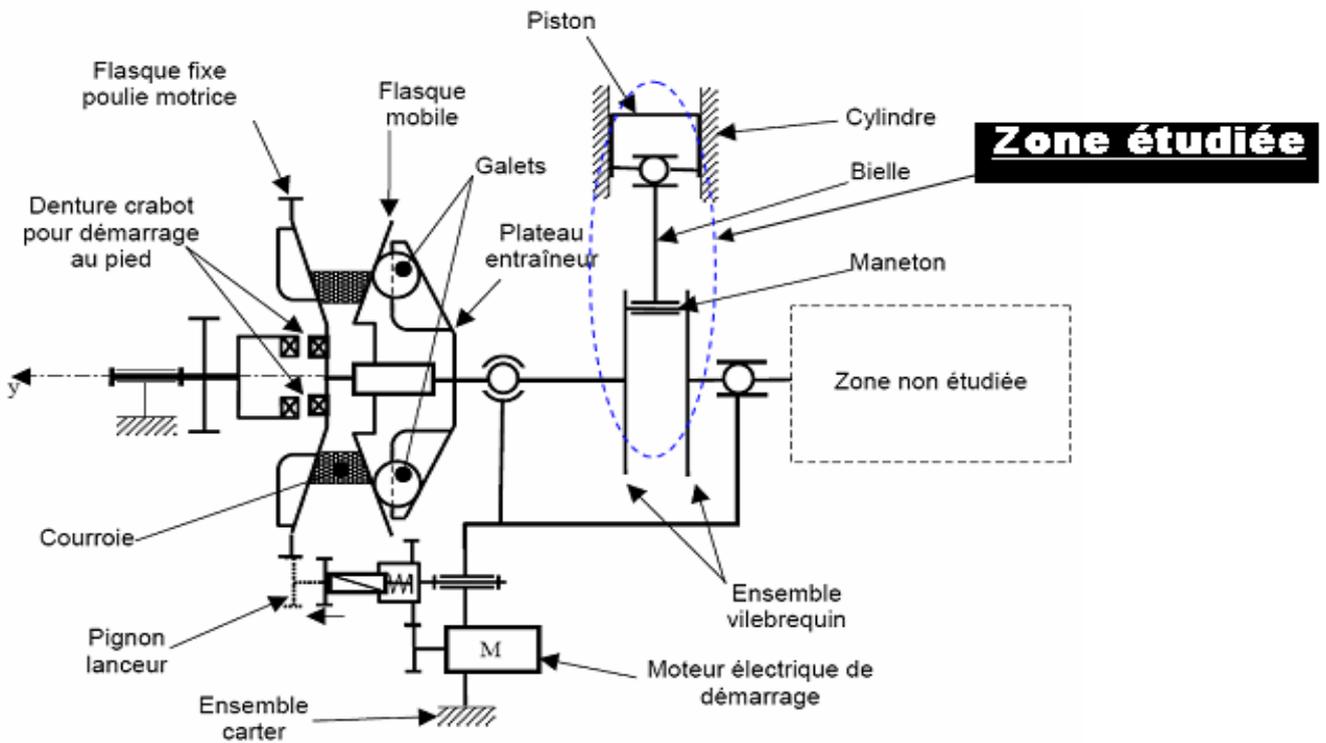
**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES
SYSTEMES INDUSTRIELS
&
ANALYSE ET SPECIFICATION DU PRODUIT**



SCOOTER LUDIX 50cm³

DOSSIER Travail

Modélisation et comportement de l'ensemble (vilebrequin+maneton+bielle+piston)



Expression analytique de vitesse et accélération du piston (3)

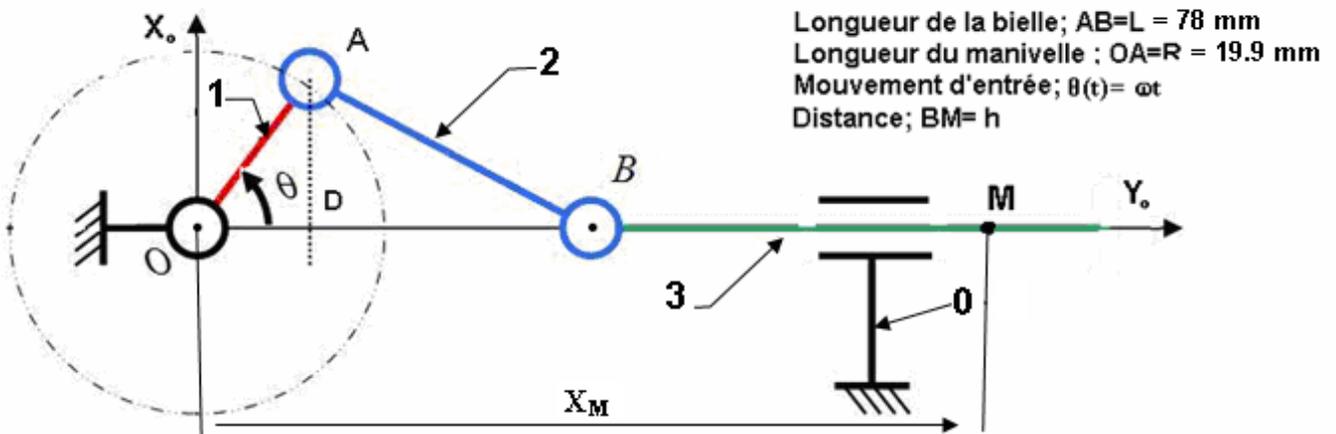


Schéma cinématique du système bielle manivelle

Question 1 :

Déterminer la loi entrée/sortie $X_M = f(\theta, L, R, h)$.

Question 2 :

Déduire la relation du course du piston.

Question 3 :

En posant $\lambda = R/L$.montrer que X_M peut se mettre sous la forme :

$$X_M = R. [\cos\theta + (1/\lambda).(1 - \lambda^2 \cdot \sin^2\theta)^{1/2}] + h$$

Question 4 :

Soit $\lambda = (R / L) < 1$; c'est **une condition de fonctionnement** du système bielle manivelle.

En tenant compte de cette condition et en exploitant que $\frac{(1-x)^{1/2}}{x \rightarrow 0} \rightarrow 1 - (x/2)$;

Montrer que ; $X_M = R. [\cos\theta + (1/\lambda) - (\lambda/4).(1 - \cos 2\theta)] + h$

Question 5 :

Déduire l'expression de la vitesse du piston $V_{(M\epsilon 3/0)}$.

Détermination Semi-Graphique de la vitesse du piston:

Soit I le centre instantané de rotation de la bielle (2) dans son mouvement dans le plan (O, X_o, Y_o) .

Question 6 :

En retraçant le schéma cinématique du système, déterminer le point I. (avec l'angle de rotation

$\theta \in]0, \pi/2[$), justifier votre réponse.

Question 7 :

Soit ω_1 le module de la vitesse angulaire de la bielle (2) par rapport au bâti (0) ; déterminer les modules $\|V_{(A\epsilon 2/0)}\|$ et $\|V_{(B\epsilon 2/0)}\|$ en fonction de ; ω_1 et les distances [AI] et [BI] .

Question 8 :

Donner la relation qui relie $\|V_{(A\epsilon 2/0)}\|$, $\|V_{(B\epsilon 2/0)}\|$ et les distances [AI] et [BI] .

Question 9 :

On note le point C, l'intersection de l'axe (O, X_o) et du prolongement de la bielle (AB) .

Vérifier la relation $\|V_{(B\epsilon 2/0)}\| = \|V_{(A\epsilon 2/0)}\| * (OC/R)$

Question 10 :

Après avoir noté l'expression de la vitesse $\|V_{(A\epsilon 2/0)}\|$ et $\|V_{(B\epsilon 3/0)}\|$; déduire l'expression du module $\|V_{(M\epsilon 3/0)}\|$.

Question 11 :

Quelle position(s) de θ qui permet d'avoir $V_{(M\epsilon 3/0)}$ maximale ?

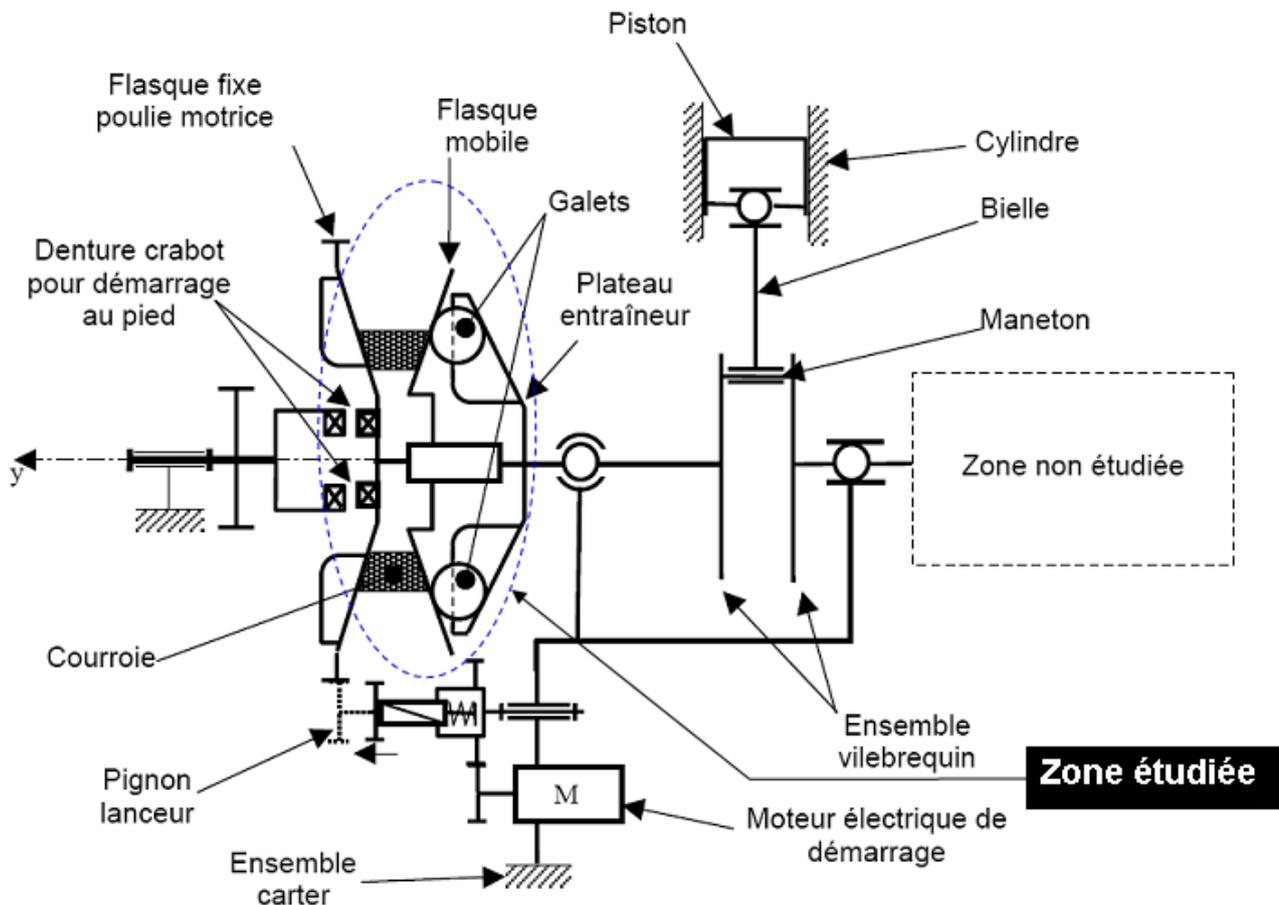
Question 12 :

Sachant que $N_{manivelle/support} = 6800$ tr/min, Calculer la vitesse $V_{(M\epsilon 3/0)}$ maximale .(voir schéma cinématique document travail 1).

Question 13:

Proposer une démarche (en quelques lignes), pour déterminer $V_{(M\epsilon 3/0)}$ maximale graphiquement.

Etude et dimensionnement du variateur



Adapter le rapport de réduction du variateur

L'objectif de cette partie est d'établir les relations entre les grandeurs géométriques utiles à la réduction de vitesse entre les arbres d'entrée et de sortie du variateur.

Paramètres et hypothèses

On note :

θ_{212} : l'angle d'enroulement de la courroie autour de la poulie motrice

θ_r : l'angle d'enroulement de la courroie autour de la poulie réceptrice

R_1 : le rayon d'enroulement de la courroie autour de la poulie motrice

R_2 : le rayon d'enroulement de la courroie autour de la poulie réceptrice

a : l'entraxe entre les deux poulies

α : l'angle d'inclinaison de la courroie par rapport à la droite

L : la longueur de la courroie

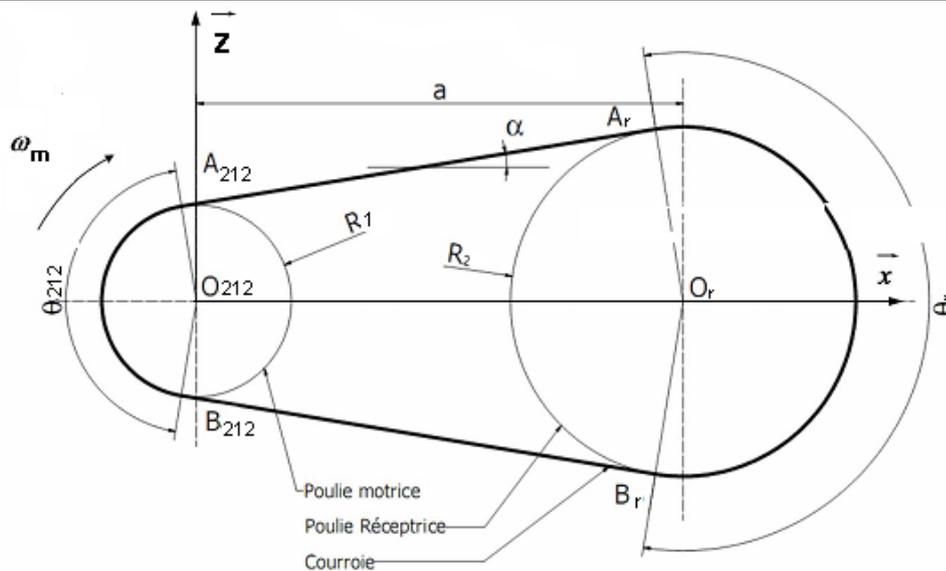
$\delta = 14^\circ$: l'angle de gorge de la poulie

$R_0(O, x_0, y_0, z_0)$: le repère associé au carter **110** du variateur

$\Omega_{212/110} = \omega_m \cdot \mathbf{y}$: La vitesse de rotation de la poulie motrice **212** par rapport au référentiel R_0

$\Omega_{\text{réceptrice}/110} = \omega_r \cdot \mathbf{y}$: la vitesse de rotation de la poulie réceptrice par rapport au repère R_0

On suppose que la courroie épouse parfaitement les poulies le long des arcs d'enroulement et que les brins $A_{212}A_r$ et $B_{212}B_r$ sont rectilignes.



Question 14 :

Déterminer le rapport de réduction entre l'entrée et la sortie $k = \omega_r / \omega_m$ du variateur en fonction des rayons primitifs R_1 et R_2

Question 15 :

Déterminer l'angle d'inclinaison des brins α et les angles d'enroulement θ_{212} et θ_r de la courroie autour des poulies en fonction des paramètres géométriques R_1, R_2 et a .

Question 16 :

Déterminer la longueur de la courroie L en fonction des paramètres Géométriques $\theta_{212}, \theta_r, R_1, R_2, \alpha$ et a .

Question 17:

Sachant que $L = R_1 \cdot (\pi - 2\alpha) + R_2 \cdot (\pi + 2\alpha) + 2 \cdot a \cdot \cos(\arcsin((R_2 - R_1)/a))$

Exprimer la longueur L de la courroie en fonction du rapport de réduction k et du rayon primitif R_2 .

Question 18 :

Le variateur simule une boîte séquentielle de 5 rapports comme suivant;

Vitesse	1	2	3	4	5
Rapport k	0.465	0.652	0.914	1.283	1.8

A Partir du **document technique 12**, donnant l'évolution de rayon primitif R_2 en fonction du rapport de réduction k et de la longueur de la courroie L

Déterminer, pour les 5 rapports de réduction du variateur définis ci-dessus, pour une longueur de courroie de **625 mm**, les rayons primitifs R_1 et R_2 .

Recopier le tableau ci-dessus et compléter le avec les valeurs obtenues

K	0,465	0,652	0,914	1,283	1,8
R₁ (mm)					
R₂ (mm)					

Question 19:

Sur la poulie motrice, **exprimer** le déplacement **d** du flasque mobile (211) par rapport au flasque fixe (212) de la poulie motrice, **document technique 5**, en fonction du rayon d'enroulement de la courroie R_1 et l'angle de gorge de la poulie δ . (**Les références sont prises telle que pour $d=0$, $R_1 = R_{\text{mini}}$**)

Question 20 :

En exploitant le document technique 12 et le Tableau de la question 18 .Calculer le déplacement **d pour obtenir un rapport de réduction **k =1.03** ; ($V_{\text{scooter}} = 100 \text{ Km/h}$)**

Transmettre la puissance entre l'entrée et la sortie du variateur

L'objectif de cette partie est limité dans la détermination des conditions du contact entre la courroie et les poulies.

Paramètres et hypothèses

On garde les notations définies précédemment et on note :

P_e : la puissance développée par l'arbre d'entrée (flasque fixe 212)

P_s : la puissance développée par l'arbre de sortie (poulie réceptrice)

C_m : le couple exercé sur la poulie motrice 212

C_r : le couple exercé sur la poulie réceptrice

T_A : la tension de la courroie dans le brin $A_{212}A_r$

T_B : la tension de la courroie dans le brin $B_{212}B_r$

$\mu = 0.6 \text{ kg/m}$: la masse volumique de la courroie

a_{212} : le coefficient d'adhérence entre la courroie et la poulie 212

a_r : le coefficient d'adhérence entre la courroie et la poulie réceptrice

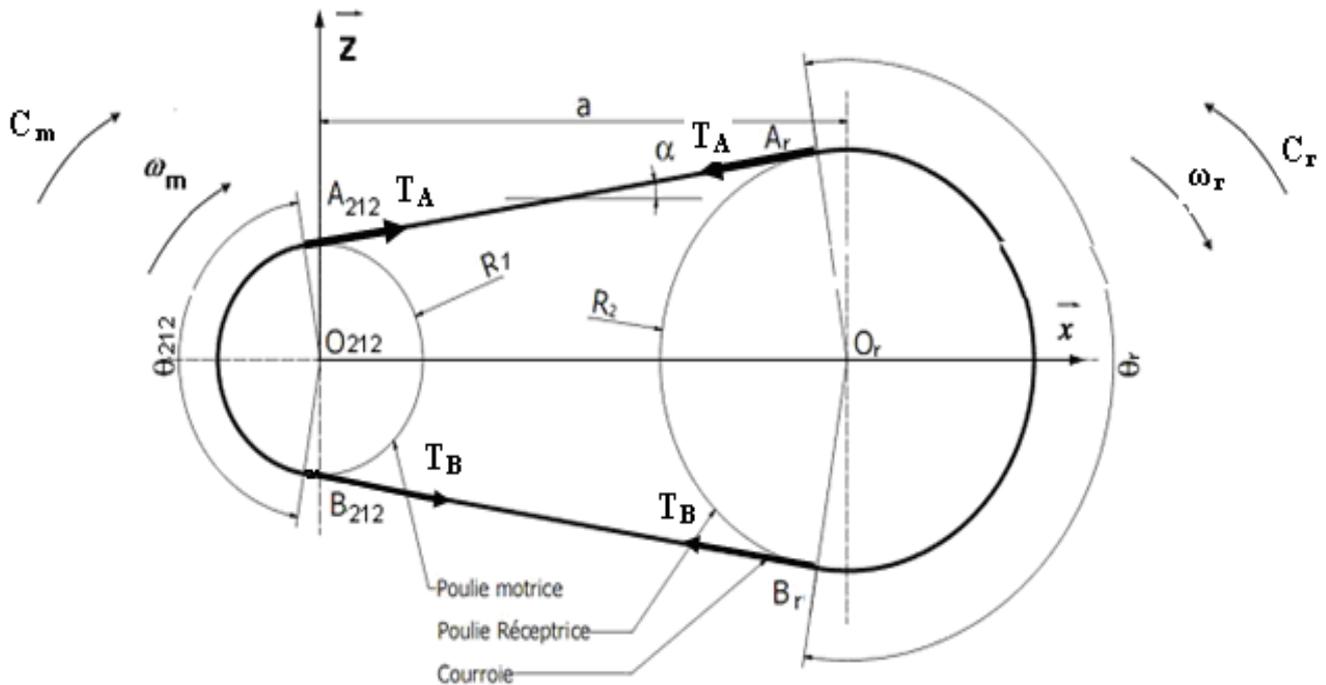
$f = 0.2$: le coefficient de frottement entre la courroie et les poulies. Il est supposé identique sur les deux poulies.

V : la vitesse linéaire de la courroie

NB : On supposera en première approximation que le rendement $\eta = 1$. Cela suppose que l'on néglige le glissement fonctionnel, l'énergie dissipée par la déformation de la courroie, le frottement parasite lors de l'engagement et du déengagement de la courroie sur les poulies ...etc

On rappelle la **formule d'Euler** appliquée à la poulie **i** tenant compte des effets dynamiques :

$$\frac{T_A - \mu V^2}{T_B - \mu V^2} = e^{\frac{a_i \theta_i}{\sin \delta}}$$

**Question 21 :**

Isoler la poulie motrice 212 et **déterminer** la relation entre le couple exercé sur la poulie motrice C_m et les tensions T_A et T_B dans les brins rectilignes de la courroie (**en régime établi**).

Question 22 :

Isoler la poulie réceptrice et **déterminer** la relation entre le couple exercé sur la poulie réceptrice C_r et les tensions T_A et T_B dans les brins rectilignes de la courroie (**en régime établi**).

Question 23 :

Appliquer la formule d'Euler sur les deux poulies en prenant en compte les effets d'inertie sur la courroie et **déterminer** la relation entre les coefficients d'adhérence a_{212} et a_r respectivement entre la courroie et les poulies motrice 212 et réceptrice.

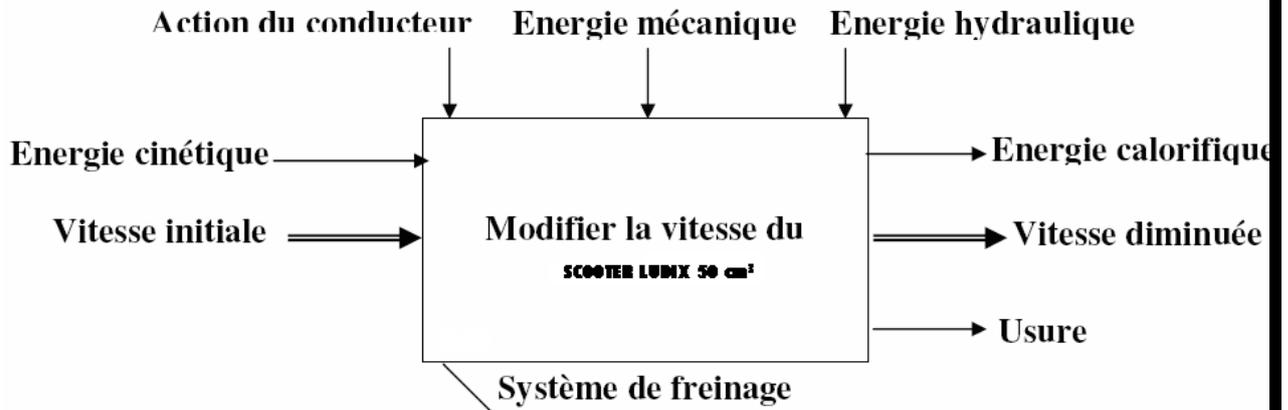
Question 24 :

Les courroies utilisées pour les variateurs de vitesse, **document technique 5**, sont spécifiques et différent des courroies à usage ordinaire .

Donner une des caractéristiques de ce type des courroies.

Étude du système de freinage du SCOOTER LUDIX 50cm³

Fonction globale :



Le frein hydraulique **document technique3** est celui que l'on trouve sur la roue avant du **SCOOTER LUDIX 50cm³**

Données : Diamètre du piston 1 = Φ_1 12mm, diamètres des pistons 2 et 2' = Φ_2 44mm
Poids à sec: **66 Kg** ; conducteur : **80 kg**

Question 25 :

Sachant qu'en moyenne un utilisateur peut exercer un effort F_1 sur le piston (1) de **150 Newtons**

Calculer la pression P_1 créée dans le circuit hydraulique.

Question 26:

La pression P_2 du circuit hydraulique, appliqué sur la surface des deux pistons (2) et (2') crée un effort

F_2 et F_2' . calculer la valeur de ces deux efforts.

Question 27 :

Lorsqu'on appuie sur le levier de frein, on déplace le piston de $L_1 = 10\text{mm}$. Calculer le volume d'huile déplacé dans le circuit.

Question 28 :

Sachant que l'huile est incompressible, calculer le déplacement du piston (2) L_2 .

Question 29:

Calculer l'énergie absorbée par le frein en calories sachant que la moto roulait à **60 km/h**.

Question 30 :

Expliquer pourquoi les disques ont des formes particulières (des trous, des ailettes....) voir la photo ci-dessus

Étude de l'engrènement du pignon lanceur avec la couronne dentée**Objectif : Identifier les solutions techniques utilisées.****Question 31 :**

- Compléter le diagramme FAST en précisant les solutions techniques adoptées pour réaliser les différentes fonctions techniques.

Question 32 :

- Repérer les surfaces fonctionnelles du palier rapporté relatives aux fonctions techniques:
 - FT 3131 : Assurer la mise en position du palier rapporté (en rouge).
 - FT 3132 : Assurer le maintien en position du palier rapporté (en bleu).

Analyse des spécifications complémentaires

Objectif : Choix d'un matériau pour le vilebrequin gauche.

Pour satisfaire la fonction technique Ft 30 : Résister aux sollicitations, une étude des contraintes par la méthode des éléments finis a été réalisée sur le vilebrequin gauche. Elle a pour but de vérifier le comportement des raccordements et surfaces de liaisons intervenant entre les surfaces fonctionnelles principales.

Ces raccordements sont définis sur les vues partielles du dessin de définition incomplet du vilebrequin gauche, document technique 10.

Les résultats de cette étude apparaissent sur le document technique 9.

Remarque: Le bureau d'étude retient un coefficient de sécurité $s = 10$ pour ce type de moteur.

Question 33 : À partir de ces résultats,

- Faire un choix de matériau dans le tableau fourni qui présente les matériaux envisagés lors d'une première recherche. Justifier votre choix.

Question 34 : on désire réaliser le brut du vilebrequin gauche par forgeage mécanique.

- ✓ Lopin de métal chauffé $T^\circ \approx 0.6 \times T^\circ \text{fusion}$
- ✓ Surépaisseur d'usinage 1,5mm
- ✓ Dépouille 5° sur le grand diamètre 2° partout ailleurs
- ✓ Perte au feu 15%
- ✓ Perte au fer 10%
- ✓ La perte à la bavure 12%
- ✓ Prix matière première - 42 Cr Mo 4 (55 Dh le Kg)

NB: le trou et les cannelures sont réalisées après forgeage.

- Compléter le dessin de définition pour avoir la pièce brut en précisant:
 - La surépaisseur d'usinage,
 - La dépouille,
 - Le (s) plan(s) de joint.

Question 35: Pour répondre aux contraintes fonctionnelles du vilebrequin.

- Quelles sont les critères jugés pertinents et objectifs conduisant au choix du forgeage comme procédé de fabrication du point de vue concepteur.

Question 36 :

- Donner la signification de la désignation du matériau choisi.
- Déterminer son point de chauffage pour l'opération de forgeage.
- Calculer le prix de la matière première nécessaire à la réalisation du brut.
- Déduire la cotation du lopin d'acier sachant que ce dernier a un $\varnothing = 45\text{mm}$.

Caractéristiques de certains matériaux métalliques

Matière	densité	Point de fusion °C
Fonte	7,3	1250
Acier	7,8	1400
Cuivre	9	1 084
Laiton	8,4	232
Bronze	8 à 9	1083
Etain	7,3	232
Aluminium	2,7	660
Plomb	11,37	327,5

Étude de la couronne dentée

Recherche d'un procédé de fabrication pour la forme générale

Objectif : Choix d'un couple matériau-procédé.

Recherche d'un procédé compatible avec la forme, l'intervalle de et l'importance de la série. le procédé d'obtention envisagé pour la couronne dentée est l'emboutissage.

Le matériau choisi devra posséder une propriété essentielle à l'état recuit pour pouvoir être embouti.

Question 37 :

- En se référant au dossier technique donner la matière choisie pour la couronne dentée, indiquer sa désignation normalisée.
- Quelle est cette propriété essentielle?
- Pourquoi a-t-on choisi ce procédé de fabrication pour l'ébauche de mise en forme générale.

Analyse des solutions techniques

Etude de la variation de vitesse

Un variateur de vitesse est un dispositif mécanique permettant de faire varier le rapport de démultiplication d'un moteur.

Le variateur de vitesses à courroie est composé d'une courroie et de deux poulies dont les gorges sont à écartement variable. En fonction de l'écartement des parois des poulies, la courroie pénètre plus ou moins près du centre, et change le rapport de démultiplication en conséquence.

Question 38 :

- Quel est le rôle d'un variateur?

Question 39 :

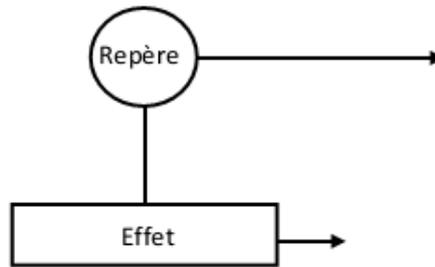
- Sur quelle grandeur physique agit-il ?

Question 40 :

- Expliquer le principe de variation de vitesse.

Question 41 :

- Représenter par un graphe la suite logique des pièces en mouvement pendant la variation de vitesse en citant l'effet provoquant le mouvement.



Analyse du système technique

Identification des éléments du système et leurs fonctions.

Question 42 :

Hypothèse de travail: Le positionnement axial de l'ensemble vilebrequin par rapport aux carters se fait par l'intermédiaire du roulement situé entre le vilebrequin gauche et le carter gauche, voir [Document réponse 11](#).

- Proposer des ajustements pour l'ensemble pignon lanceur.

Données: Les moyens de fabrication à disposition dans l'entreprise permettent de réaliser les usinages nécessaires sur les différentes pièces avec un intervalle de tolérance de **0,2 mm** sans difficulté donc sans surcoût.

Les tolérances des coussinets sont définies dans le [Document Technique 14](#).

Le [document technique 7](#) définit partiellement le pignon lanceur.

La largeur des roulements 108 est : $B = 14^{+0}_{-0,12}$

Question 43 : Sur le [Document réponse 12](#)

- Compléter la chaîne de cotes relative à la condition Ja par:
 - ✓ Sens des vecteurs et le repères des pièces
 - ✓ Écrire l'équation générale correspondante.
 - ✓ Calculer IT de a208

Question 44 : Sous l'effet dynamique et grâce à la liaison hélicoïdale, la denture mobile du pignon lanceur avance pour engrener avec la couronne dentée. Grâce à son extension le ressort de rappel permet à l'ensemble pignon lanceur de se désolidariser de la couronne dentée.

- Quelle autre solution technologique peut-on suggérer pour remplacer le ressort de rappel de l'ensemble pignon lanceur sans altérer la fonction remplie par ce dernier.

[Document technique 7](#).

Question 45 : Sur le [Document réponse 13](#)

Définir toute la géométrie palier rapporté pour assurer les fonctions techniques FT 3131 et FT 3131 dans les meilleures conditions de fonctionnement.

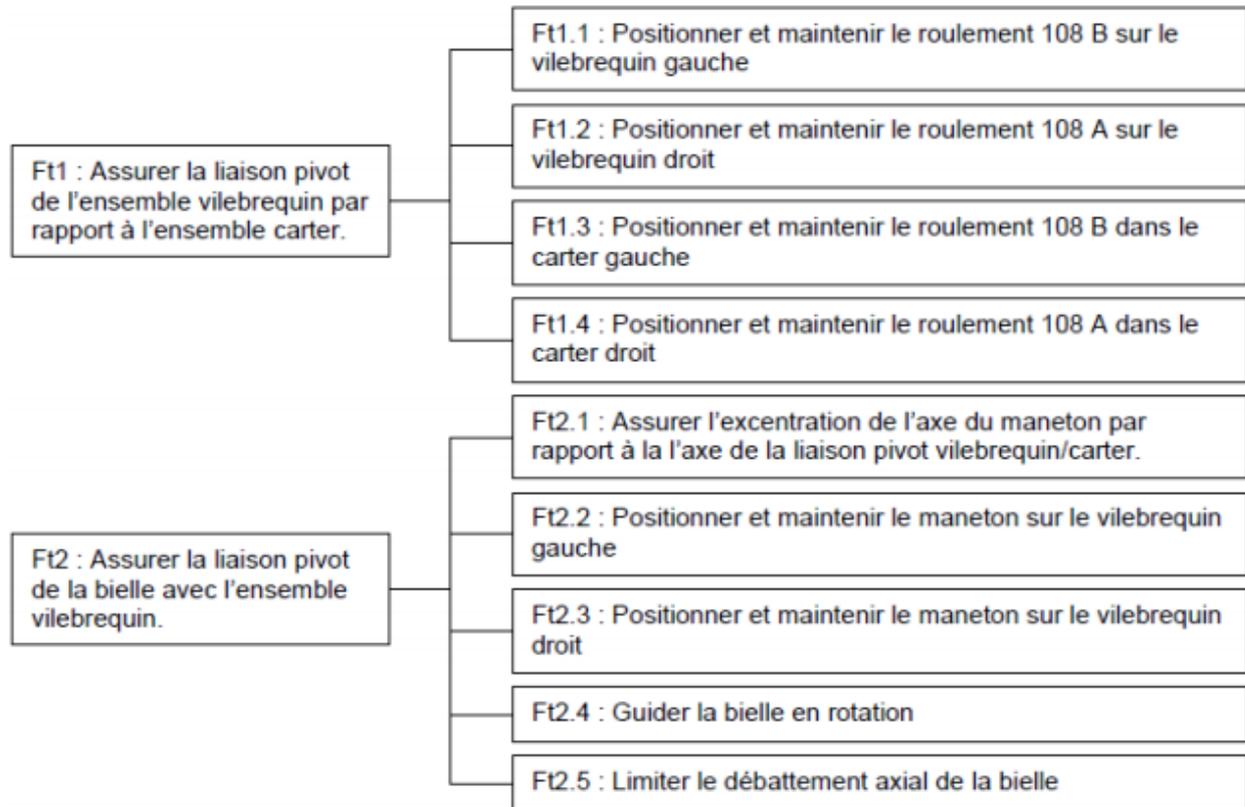
- Dessiner la vue de gauche du palier de pignon lanceur, en installant sur le dessin de définition les spécifications géométriques éventuelles relatives au montage de ce dernier par rapport au carter gauche, en respectant les normes en vigueur. Les valeurs des tolérances géométriques ne sont pas demandées, elles seront indiquées sous la forme :
 - ✓ t_f : tolérance de forme,
 - ✓ t_o : tolérance d'orientation,
 - ✓ t_p : tolérance de position,

Question 46 : Sur le [Document réponse 13](#)

- Justifier le choix de ces spécifications.

Spécifications associées aux choix technologiques.

Objectif : Mettre en place les spécifications dimensionnelles et géométriques relatives à certaines fonctions du vilebrequin gauche. On s'intéresse à deux fonctions techniques déduites du graphe suivant:



Ces deux diagrammes FAST font ressortir certaines fonctions techniques qui se rapportent au vilebrequin gauche :

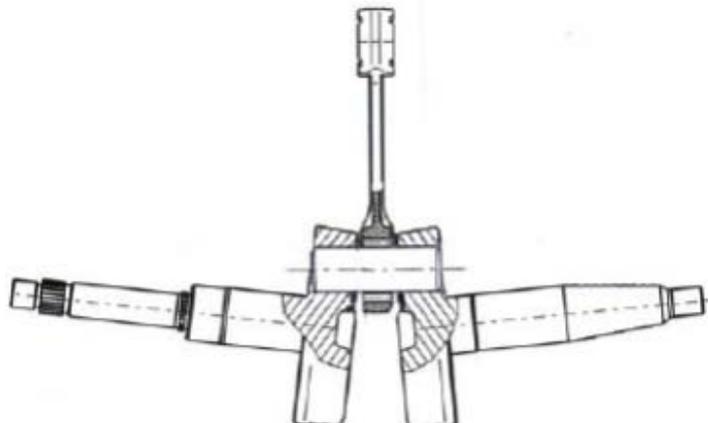
Ft2.1 : Assurer l'excentration de l'axe du maneton par rapport à la l'axe de la liaison pivot vilebrequin/carter.

Ft2.2 : Positionner et maintenir le maneton sur le vilebrequin gauche

Question 47 : Sur les Documents réponses 14&15

- compléter les fiches d'analyse des spécifications document réponse xx qui précisent par des extraits de dessin de définition, les surfaces du vilebrequin gauche qui sont concernées par ces fonctions.

En supposant la situation décrite sur le schéma ci-dessous, la liaison pivot de l'ensemble vilebrequin par rapport à l'ensemble carter ne pourrait être satisfaite dans de bonnes conditions.



Analyser et argumenter une solution technique

Question 48 :

Pour garantir les conditions fonctionnelles de la fonction technique qui se rapportent au montage de la bielle avec le piston.

Ft3 : Assurer la liaison pivot de la bielle avec le piston.

En se référant aux **documents techniques 13, 14 & 15** et après analyse du système.

- Compléter le montage bielle /piston.

Question 49 :

- Entourer sur les documents Techniques **13, 14 & 15** les éléments de votre choix.



Filière:	Conception du Produit Industriel
Épreuve:	E4

Durée:	6 Heures
Coefficient:	50

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES
SYSTEMES INDUSTRIELS
&
ANALYSE ET SPECIFICATION DU PRODUIT**



SCOOTER LUDIX 50cm³

DOSSIER REPONSE

Modélisation et comportement de l'ensemble (vilebrequin+maneton+bielle+piston)

Expression analytique de vitesse et accélération du piston

Question 1:

Question 2:

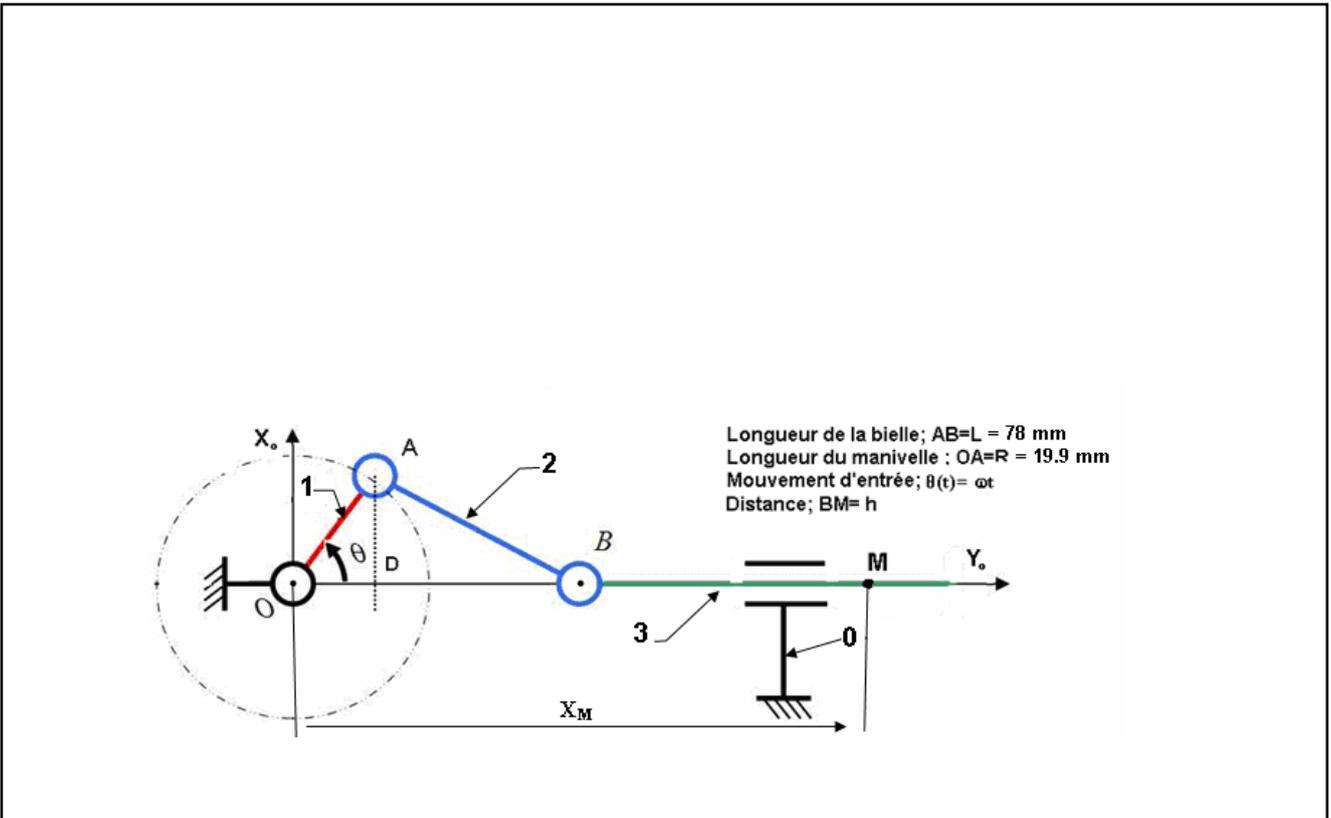
Question 3:

Question 4:

Question 5:

Détermination Semi-Graphique de la vitesse du piston:

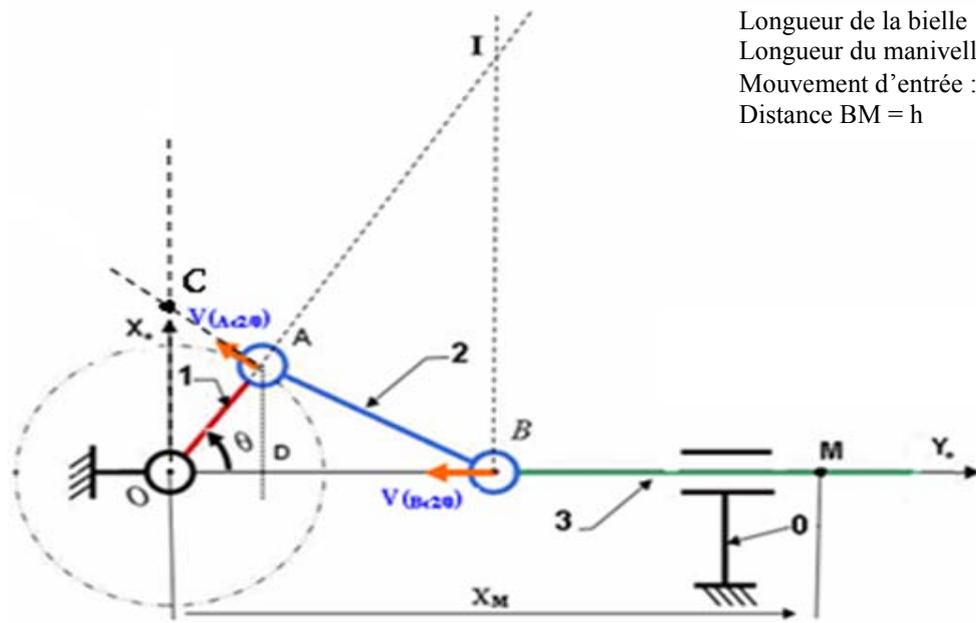
Question 6:



Question 7:

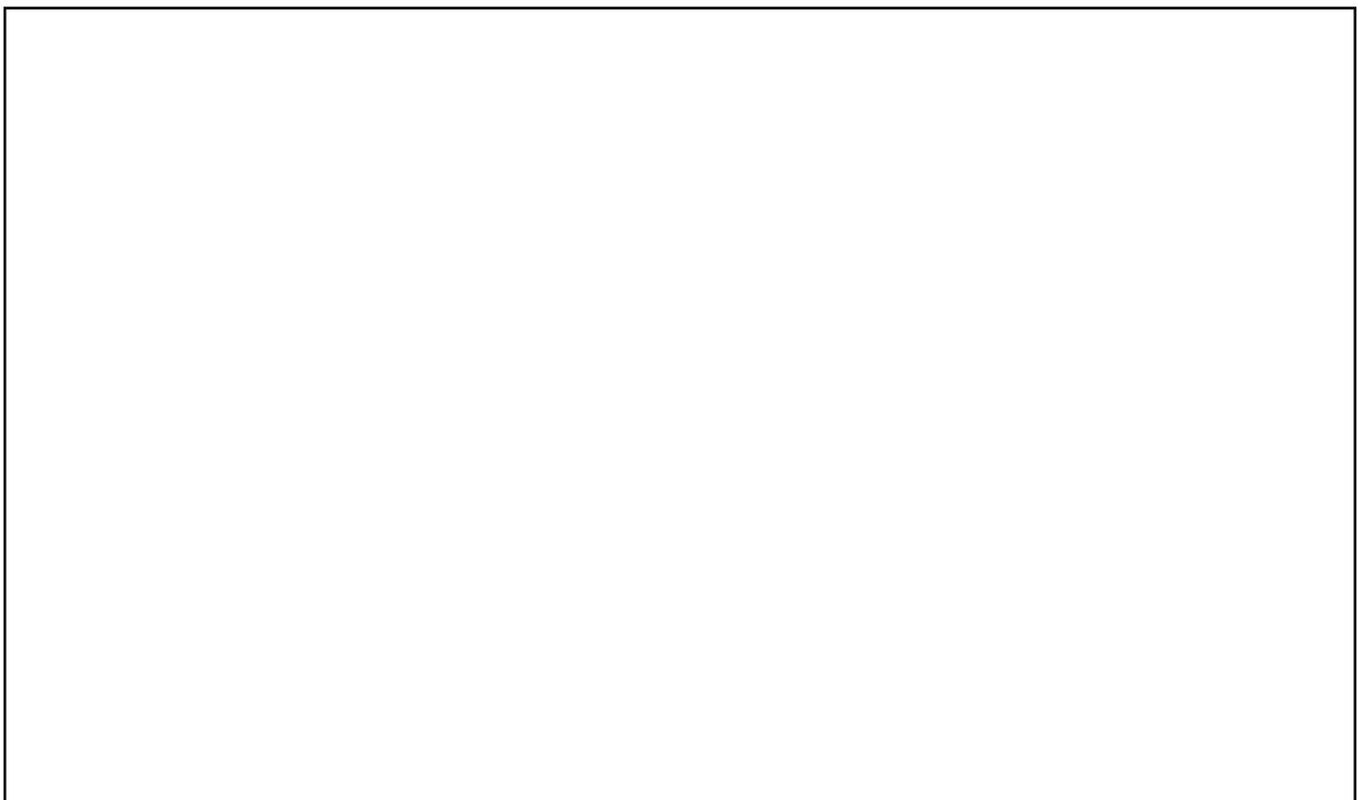
Question 8:

Question 9:



Longueur de la bielle : $AB = L = 78$
 Longueur du manivelle : $OA = R = 19,9$
 Mouvement d'entrée : $\theta(t) = \omega(t)$
 Distance $BM = h$

Question 10:



Question 11:

Question 12:

Question 13:

Etude et dimensionnement du variateur:

Question 14:

Question 15:

--

Question 16:

--

Question 17:

--

Question 18:

--

Question 19:

--

Question 20:

--

Question 21:

Question 22:

Question 23:

Etude du système de freinage du SCOOTER LUDIX 50cm³

Question 24:

Question 25:

Question 26:

Question 27:

Question 28:

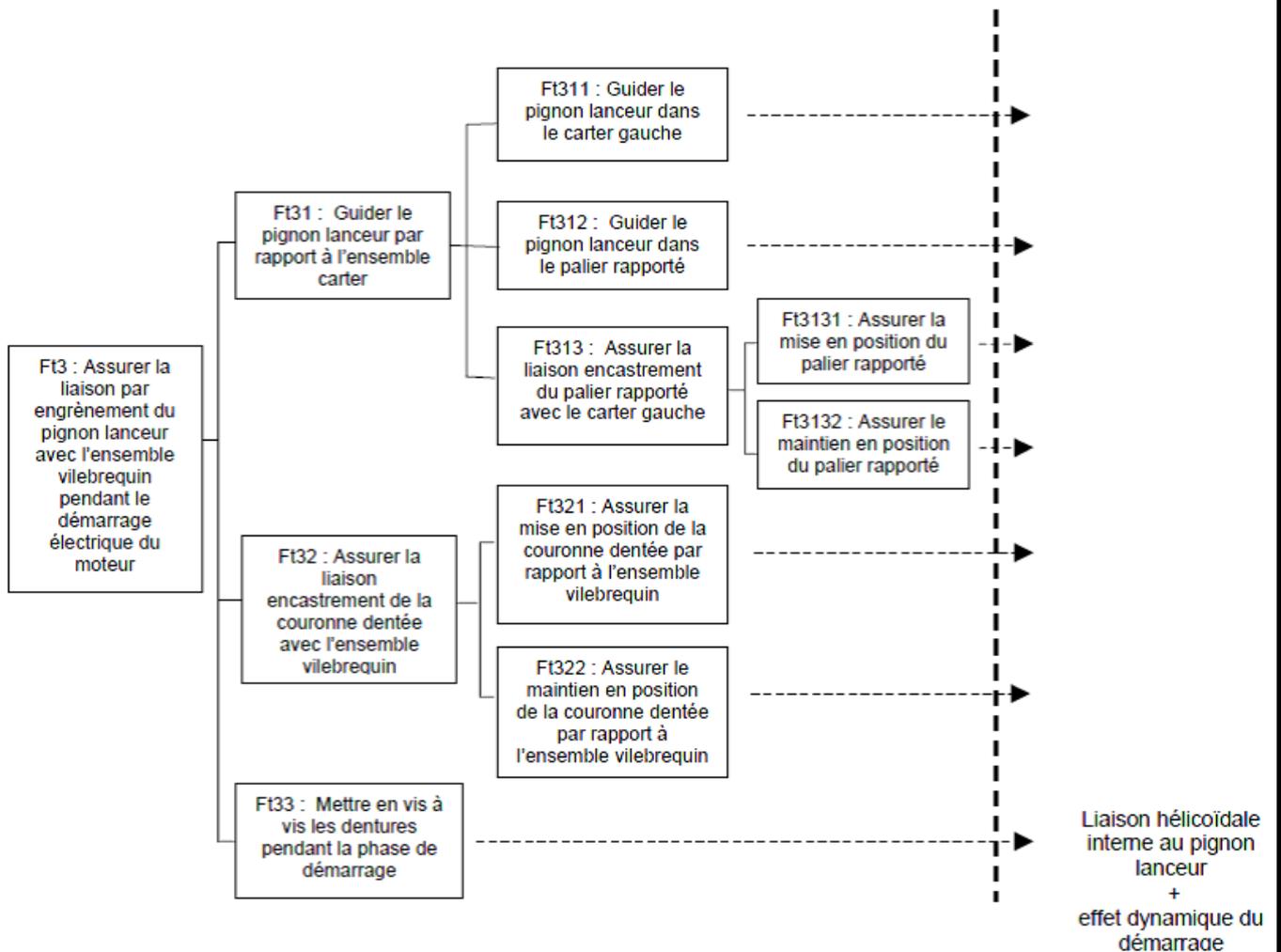
Question 29:

Question 30:

Étude de l'engrènement du pignon lanceur avec la couronne dentée
Question 31: compléter le diagramme FAST

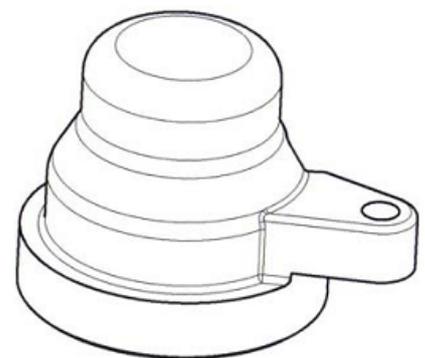
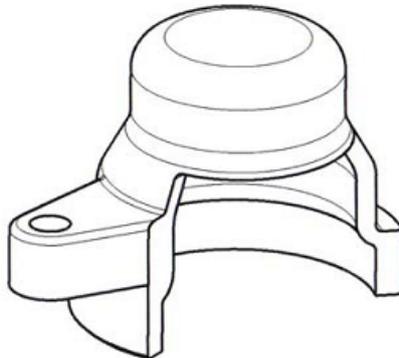
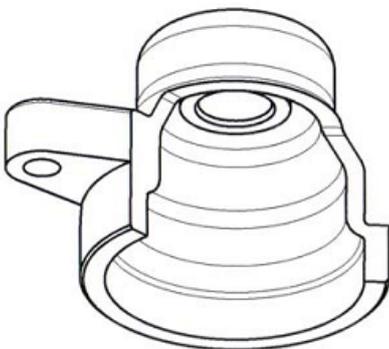
Fonctions techniques

Solutions constructives



Question 32 : Repérage des surfaces fonctionnelles relatives à :

- FT 3131 : Assurer la mise en position du palier rapporté (en rouge)
- FT 3132 : Assurer le maintien en position du palier rapporté (en bleu)



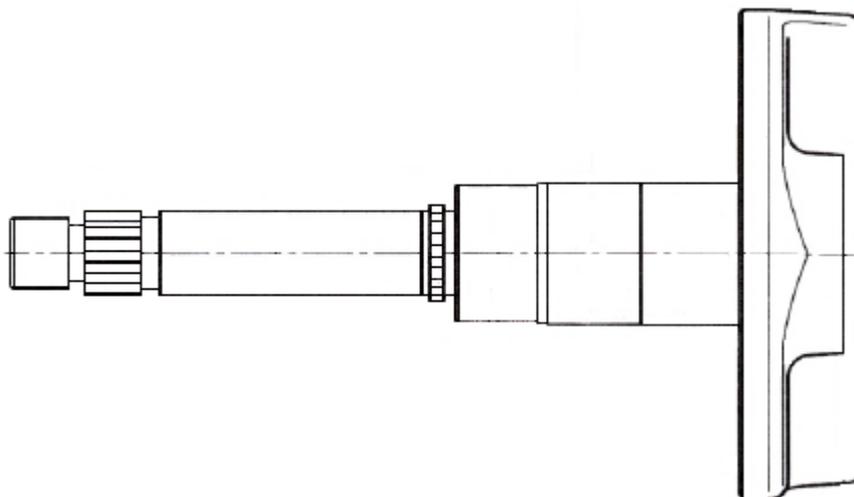
Question 33 :

Choix du matériau du vilebrequin

Blank area for the answer to Question 33.

Question 34 :

Dessin de brut du vilebrequin gauche



Question 35 :

Question 36 :

Désignation du matériau choisi.

Point de chauffage pour l'opération de forgeage.

Calculer le prix de la matière première nécessaire à la réalisation du brut.

Dimensions du lopin d'acier

Etude de la couronne dentée

Question 37 :

Analyse des solutions techniques

Question 38 :

Rôle d'un variateur

Question 39 :

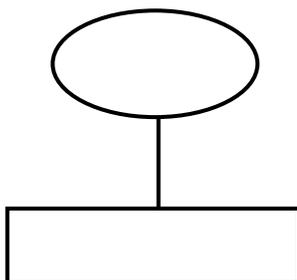
Grandeur physique

Question 40 :

Principe de variation de vitesse.

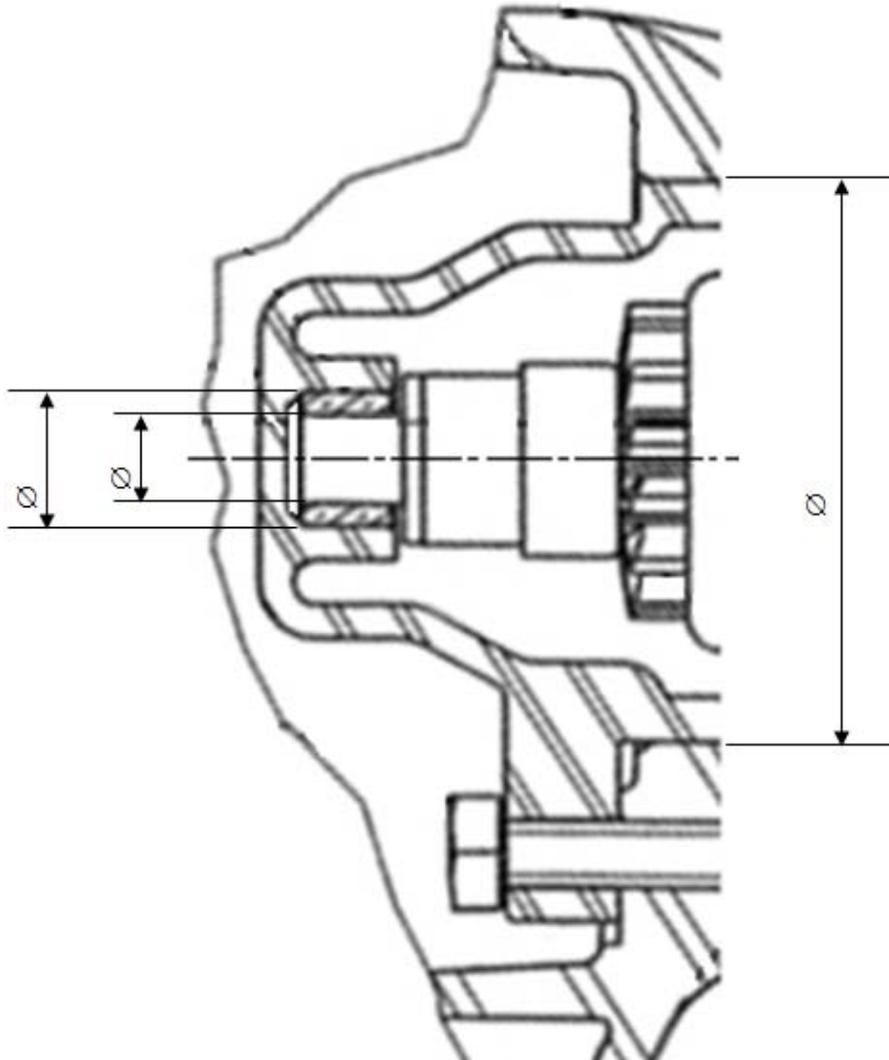
Question 41 :

Graphe logique des pièces en mouvement pendant la variation de vitesse & l'effet provoquant le mouvement.



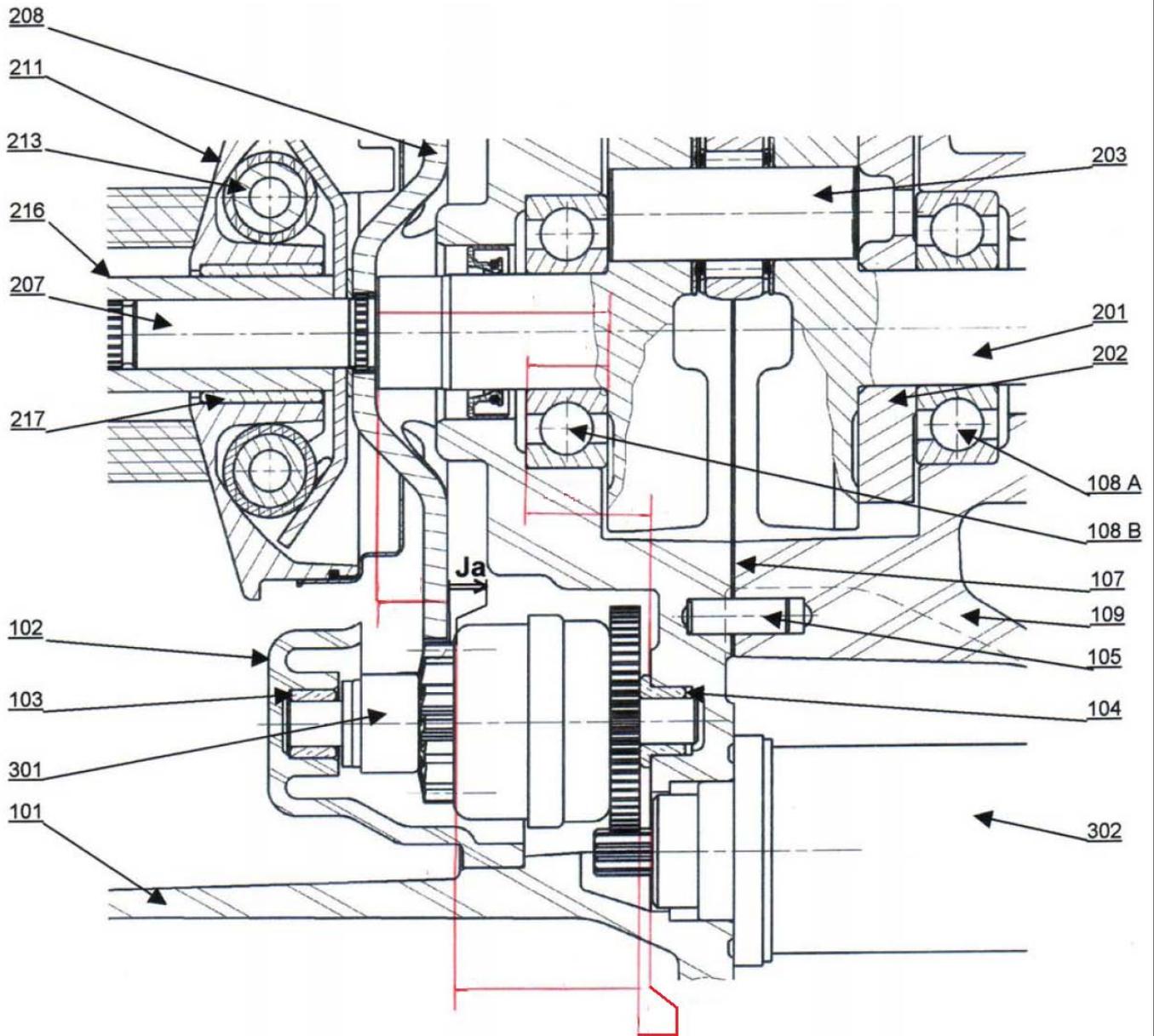
Analyse du système technique

Question 42 : Ajustements de l'ensemble pignon lanceur



Question 43 : chaîne de cotes relative à la condition **Ja** :

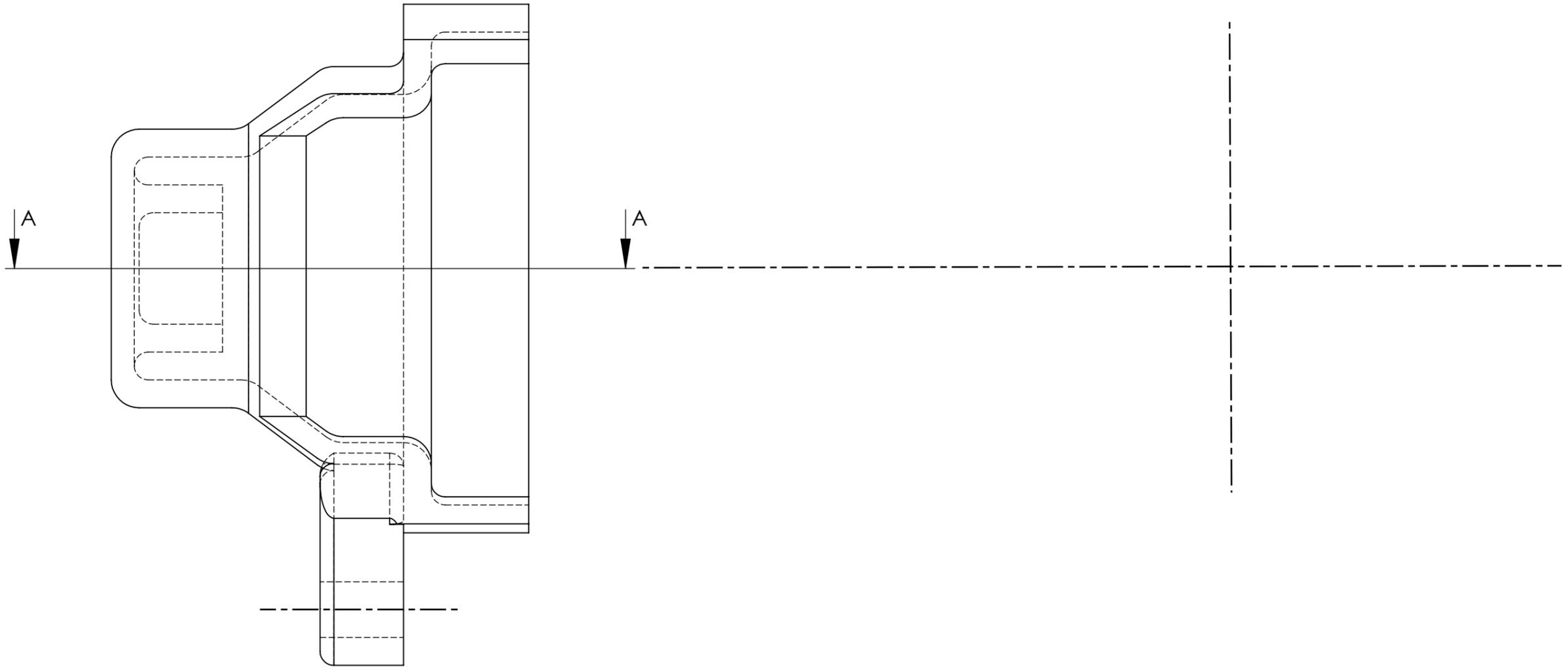
- Sens des vecteurs et le repères des pièces



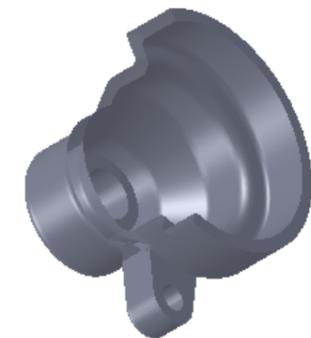
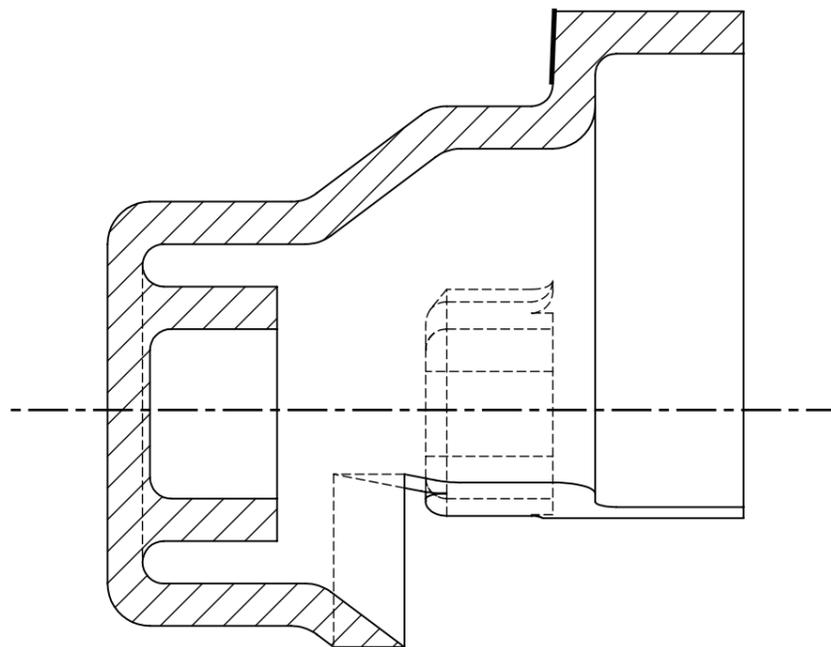
- Equation générale correspondante.

- Calculer IT de a208.

Question 44 :



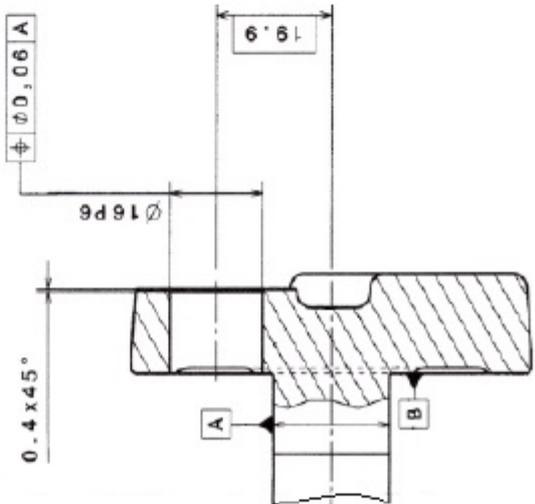
COUPE A-A



9I Ua Yb`bUh]cbU`XfëVhYbh]cb`Xi`'6fyj Yh'XY`HYW`b]WjYb`Gi`df]Yi`f`!GYgg]cb`A`U]`&\$%
 :`],`fY`!`7cbWdh]cb`Xi`'DfcXi`]h`bXi`ghf]Y`.....vdfYi`j`Y.`9(

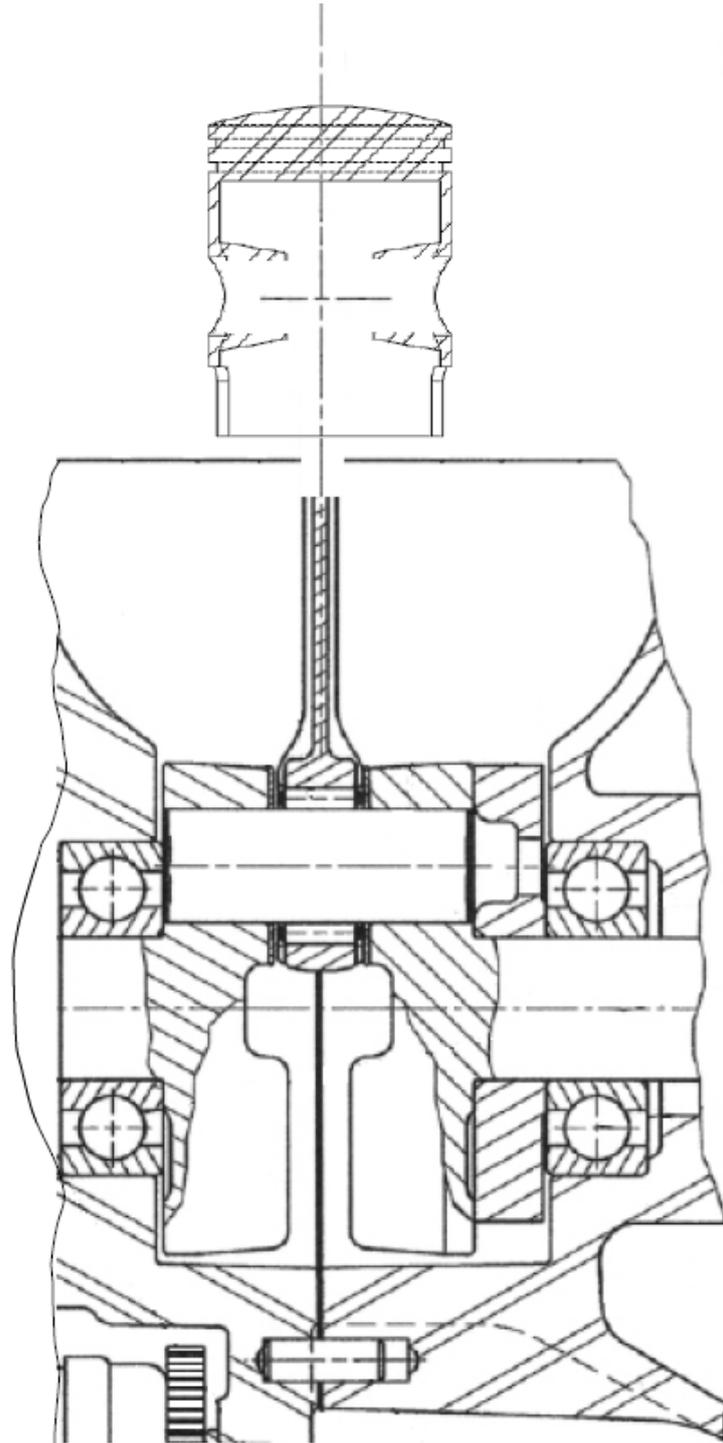
DU[Y`
 ..%/`
%`

Question 47 : Spécifications associées aux choix technologiques

TOLÉRANCEMENT NORMALISÉ		ANALYSE D'UNE SPÉCIFICATION PAR ZONE DE TOLÉRANCE			
Symbole de la spécification		Eléments non idéaux (réel) (points, lignes ou surfaces réelles)		Eléments idéaux (modèle) (points, droites ou plans associés)	
Forme	Position	Elément(s) tolérancé	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	//     	Unique-Multiples	Simple Commune Système	Simple composée
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Condition de conformité :					
					
Justification :					

TOLÉRANCEMENT NORMALISÉ		ANALYSE D'UNE SPÉCIFICATION PAR ZONE DE TOLÉRANCE			
Symbole de la spécification		Éléments non idéaux (réel) (points, lignes ou surfaces réelles)		Éléments idéaux (modèle) (points, droites ou plans associés)	
<input type="checkbox"/> Forme	<input type="checkbox"/> Position	Élément(s) tolérancé	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance
<input type="checkbox"/> Orientation	<input type="checkbox"/> Battement	Unique-Groupes	Unique-Multiples	Simple Commune Système	Simple composée
<input checked="" type="checkbox"/> //	<input checked="" type="checkbox"/> ⊥				
<input checked="" type="checkbox"/> ⊕	<input checked="" type="checkbox"/> ↗				
Condition de conformité :					Contrainte Orientation-Position Par rapport à la référence spécifiée
<p>Technical drawing of a stepped shaft. The shaft has a diameter of 28 mm in the middle section and 69.2 mm in the wider section. The length of the wider section is 14.5 mm. A tolerance of 0.05 B is specified for the diameter of the wider section.</p>					
Justification :					

Analyse et argument d'une solution technique
Question 48





Filière:	Conception du Produit Industriel
Épreuve:	E4

Durée:	6 Heures
Coefficient:	50

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES
SYSTEMES INDUSTRIELS
&
ANALYSE ET SPECIFICATION DU PRODUIT**

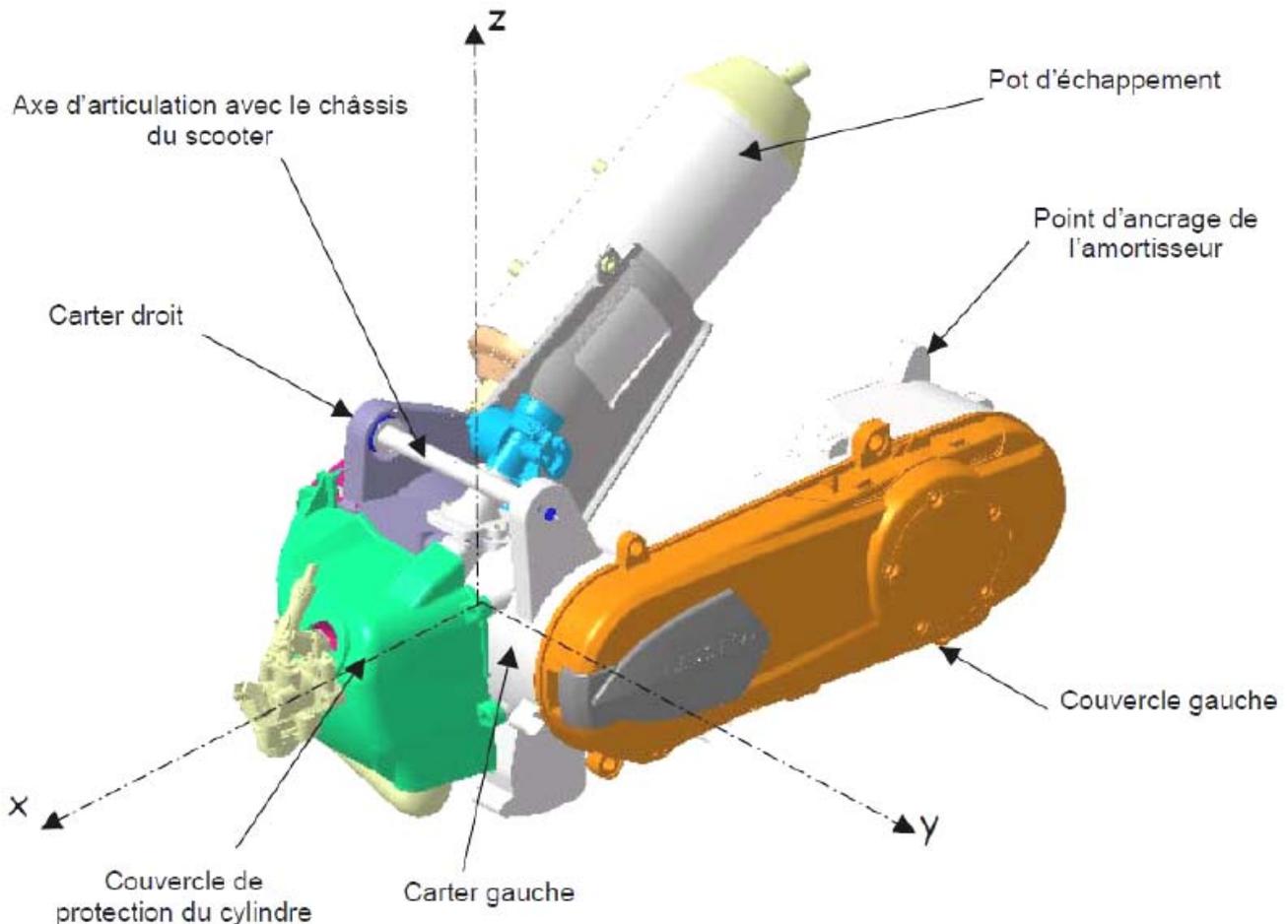


SCOOTER LUDIX 50cm³

DOSSIER TECHNIQUE

Présentation :

La société Peugeot Motorcycles est spécialisée dans la conception et la réalisation de scooters, différentes versions sont proposées avec en entrée de gamme des motorisations de 50 cm³. La concurrence sur le marché international impose une innovation permanente et nécessite de proposer aux utilisateurs futurs de nouveaux produits au meilleur rapport qualité/prix. L'étude concerne le groupe motopropulseur du scooter 50 cm³, produit à 3500 exemplaires par mois.

**Convention d'axes pour l'étude :**

Axe **x** : axe de déplacement du scooter, orienté vers l'avant de celui-ci
Axe **y** : axe orienté vers le côté gauche du scooter (correspondant à l'axe de rotation du moteur)
Axe **z** : axe orienté suivant la verticale ascendante

Fonctions de service du groupe motopropulseur

FP1 : Convertir l'énergie du mélange air essence en énergie mécanique sur la roue arrière.

FC1 : Permettre le démarrage par l'utilisateur.

FC2 : Prendre en compte les consignes de l'utilisateur.

FC3 : Être articulé sur le châssis du scooter.

FC4 : Être en liaison avec l'amortisseur.

FC5 : Évacuer les gaz brûlés.

FC6 : Respecter le milieu ambiant.

FC7 : Fournir de l'énergie aux accessoires électriques du scooter.

FC8 : Supporter le frein arrière.

FC9 : Garantir la sécurité de l'utilisateur.

Présentation de la solution ancienne

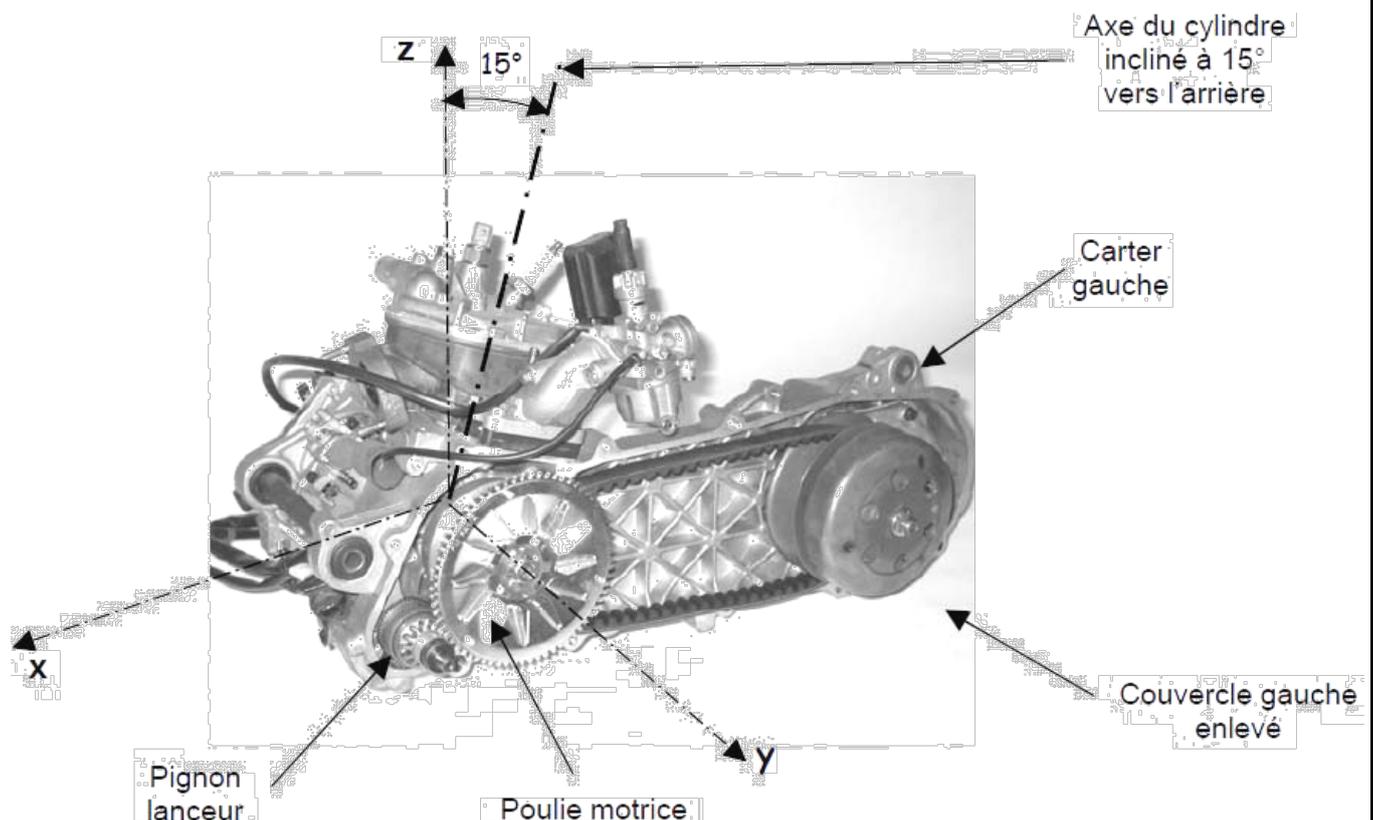
La société Peugeot Motocycles souhaite diminuer l'encombrement du groupe motopropulseur du scooter 50 cm^3 afin de pouvoir intégrer un coffre de rangement sous l'assise de l'utilisateur. Les documents techniques 1 à 4 présentent le groupe motopropulseur et les différents éléments de la transmission de puissance.

L'ancienne motorisation comporte un cylindre vertical incliné de 15° vers l'arrière, on modifie le moteur en déplaçant le cylindre en position horizontale avant ce qui libère l'espace supérieur du carter.

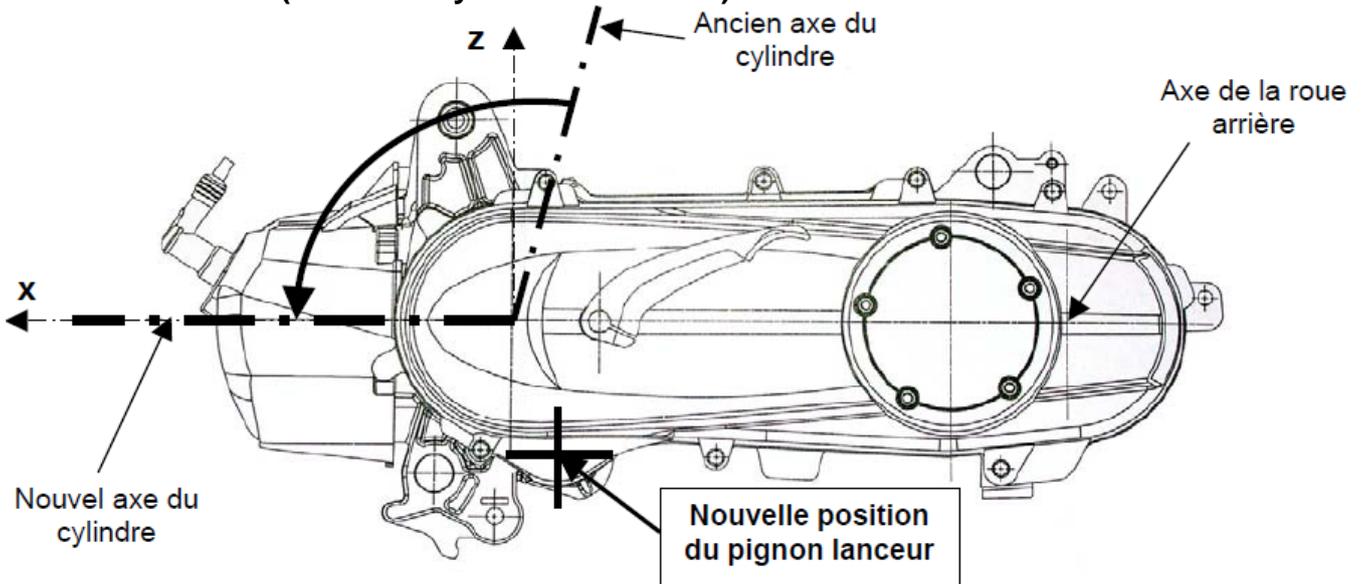
Cette amélioration nécessite la modification des principaux carters ; on en profite ainsi pour revoir certaines solutions techniques concernant la transmission de puissance.

L'étude proposée concerne uniquement la partie avant du groupe

L'une des modifications importantes sera le déplacement du pignon lanceur. En effet, le pignon lanceur nécessaire au démarrage électrique du scooter est placé vers l'avant du carter gauche. Le nouvel emplacement du cylindre impose un déplacement du pignon lanceur vers l'arrière de la poulie motrice (voir nouvelle solution ci-dessous).



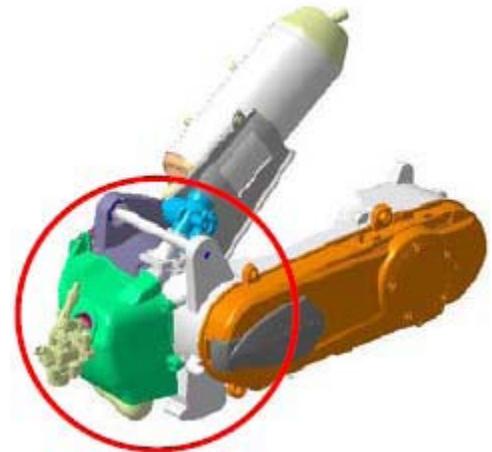
Nouvelle solution (moteur à cylindre horizontal)



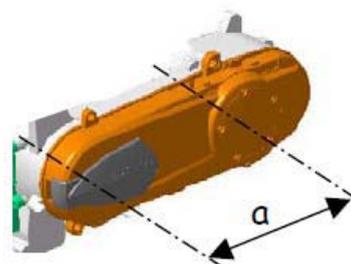
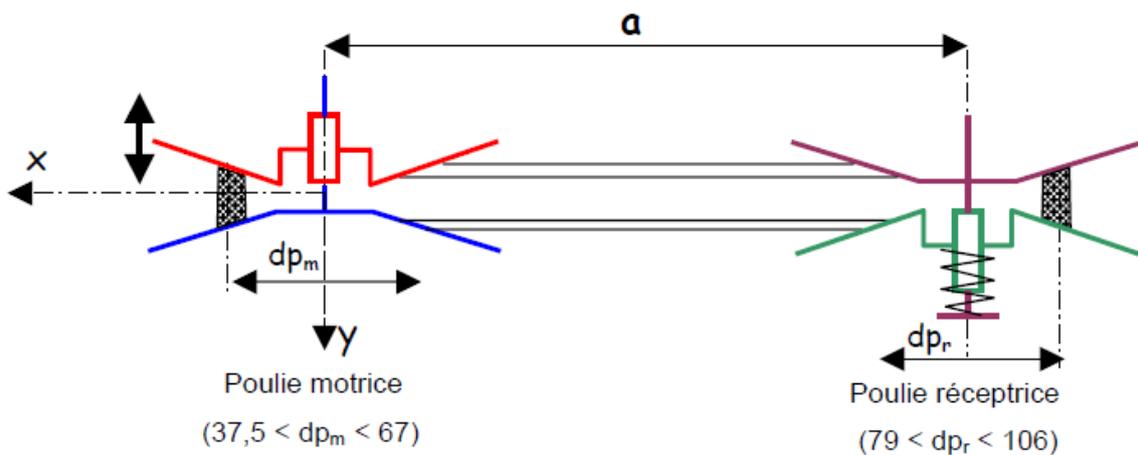
Éléments de la transmission de puissance

Le groupe motopropulseur comprend :

- Un moteur deux temps à allumage commandé
 Cylindrée : 49,13 cm³
 Alésage : 40 mm
 P_{maxi} = 3,1 kW à 7100 tr/min
 C_{maxi} = 4,2 N.m à 6800 tr/min
 Carburant : essence



- Un variateur à courroie trapézoïdale à entraxe fixe a

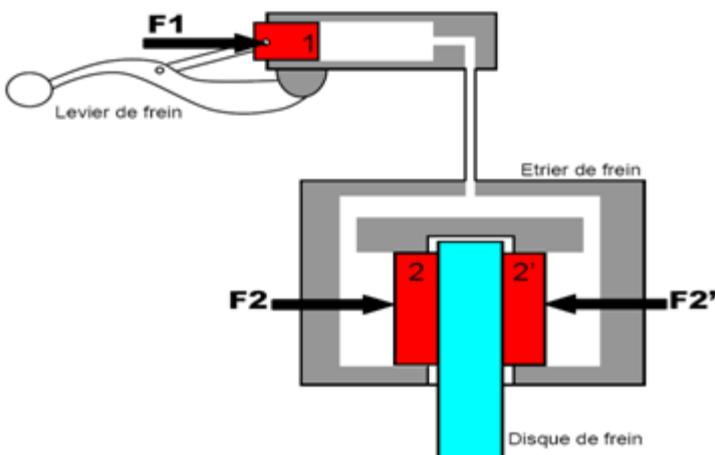
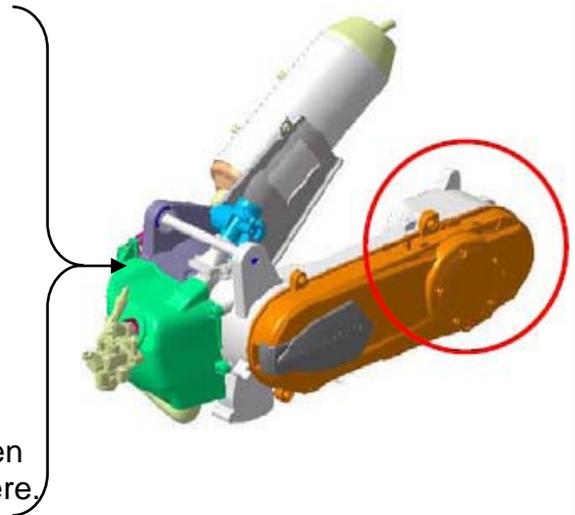


- Un embrayage centrifuge

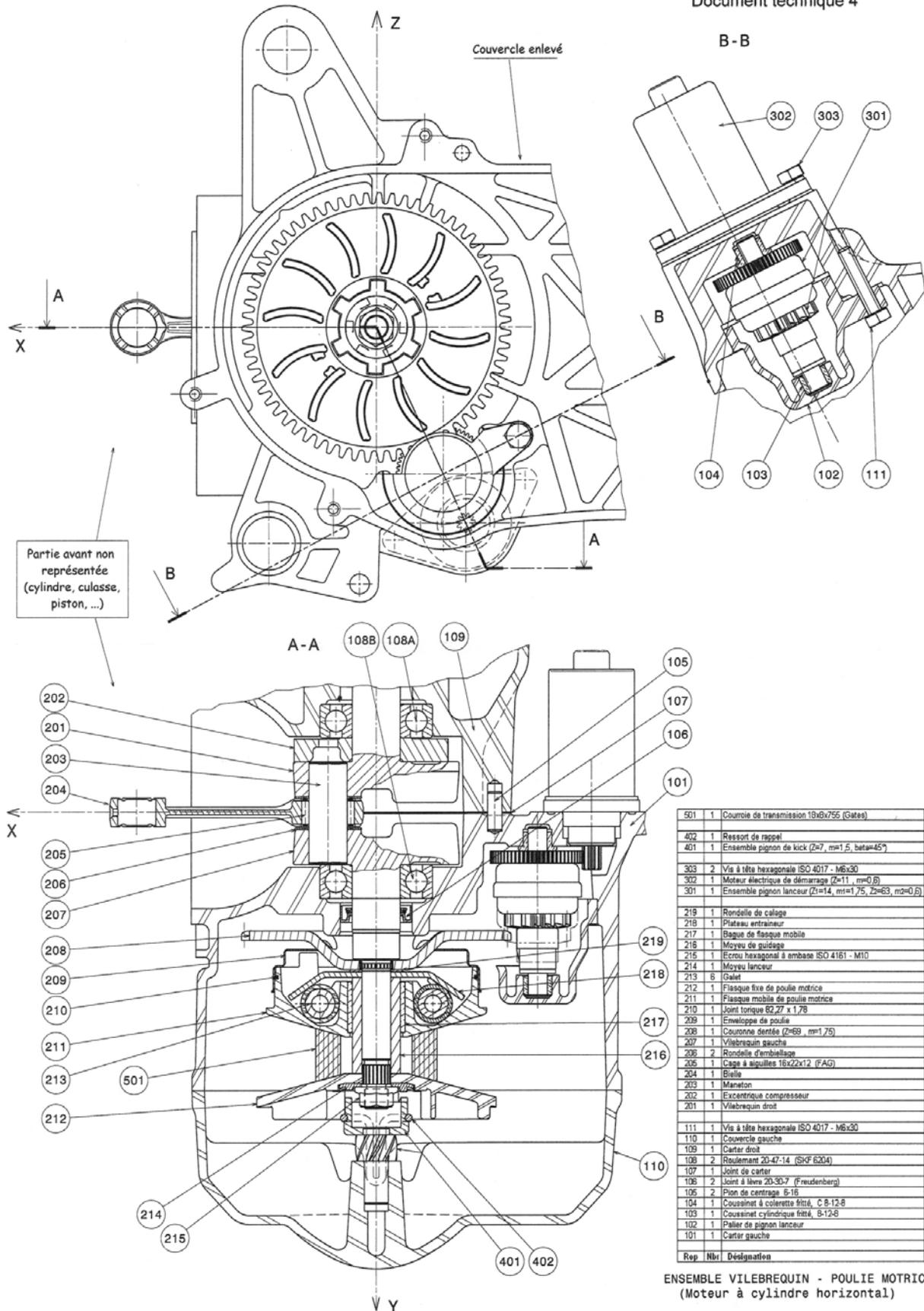
- Un réducteur à engrenages en sortie

- Un frein à mâchoires positionné sur le carter gauche en sortie, il permet d'effectuer le freinage sur la roue arrière

- Un frein à disque hydraulique pour le freinage de la roue avant du **SCOOTER LUDIX 50cm3**



Document technique 4



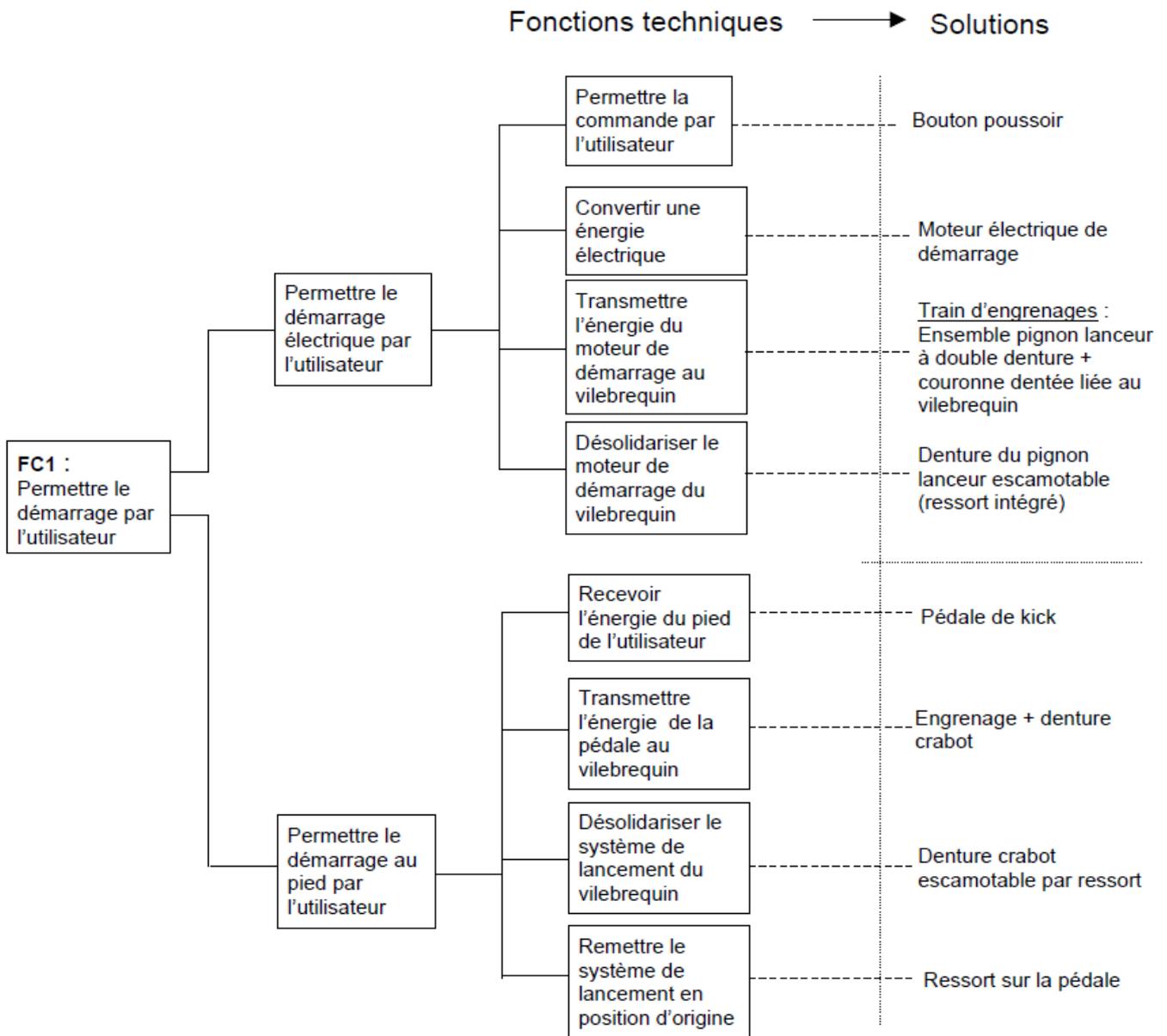
501	1	Courroie de transmission 18x6x755 (Gates)
402	1	Ressort de rappel
401	1	Ensemble pignon de kick (Z=7, m=1,5, beta=45°)
303	2	Vis à tête hexagonale ISO 4017 - M6x30
302	1	Moteur électrique de démarrage (Z=11, m=0,6)
301	1	Ensemble pignon lanceur (Z1=14, m1=1,75, Z2=63, m2=0,6)
219	1	Rondelle de calage
218	1	Platneau entraîneur
217	1	Bague de flasque mobile
216	1	Moyeu de guidage
215	1	Ectou hexagonal à embase ISO 4161 - M10
214	1	Moyeu lanceur
213	6	Galet
212	1	Flasque fixe de poulie motrice
211	1	Flasque mobile de poulie motrice
210	1	Joint torique 82,27 x 1,78
209	1	Enveloppe de poulie
208	1	Couronne dentée (Z=69, m=1,75)
207	1	Vilebrequin gauche
206	2	Rondelle d'embellissage
205	1	Cage à aiguilles 16x22x12 (FAG)
204	1	Bielle
203	1	Maneton
202	1	Excentrique compresseur
201	1	Vilebrequin droit
111	1	Vis à tête hexagonale ISO 4017 - M6x30
110	1	Couvercle gauche
109	1	Carter droit
108	2	Roulement 20-47-14 (SKF 6204)
107	1	Joint de carter
106	2	Joint à lèvre 20-30-7 (Freudenberg)
105	2	Pion de centrage 6-16
104	1	Coussinet à colerette fritté, C 8-12-8
103	1	Coussinet cylindrique fritté, B-12-8
102	1	Palier de pignon lanceur
101	1	Carter gauche
Rep	Nbr	Désignation

ENSEMBLE VILEBREQUIN - POULIE MOTRICE (Moteur à cylindre horizontal)

DÉMARRAGE DU GROUPE MOTOPROPULSEUR

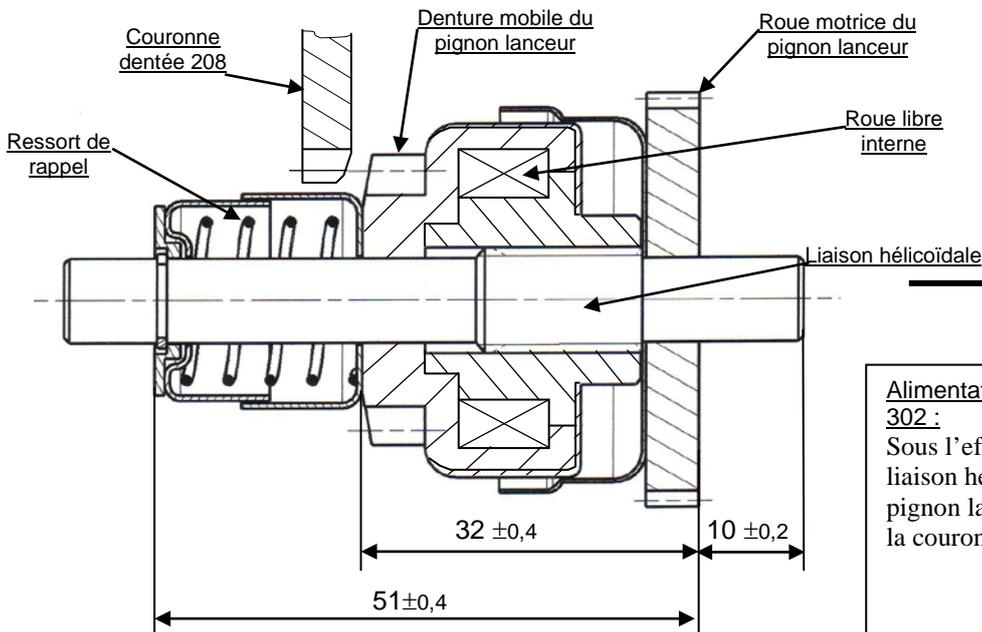
Le démarrage du scooter peut s'effectuer électriquement ou bien avec la pédale de kick, le diagramme FAST ci-dessous présente les solutions utilisées dans chacun des cas.

Diagramme FAST associé à FC1 : Permettre le démarrage par l'utilisateur



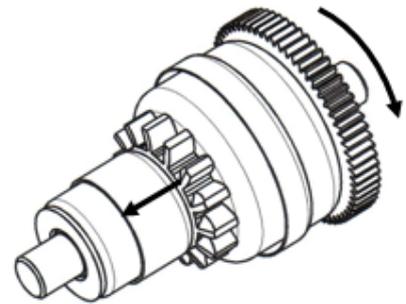
Fonctionnement du pignon lanceur

Ensemble pignon lanceur désolidarisé de la couronne dentée.

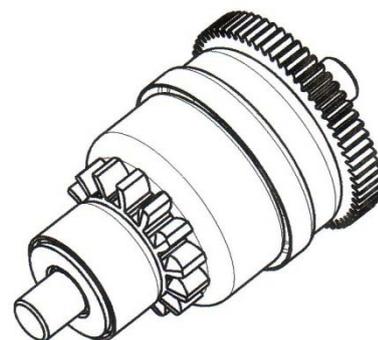
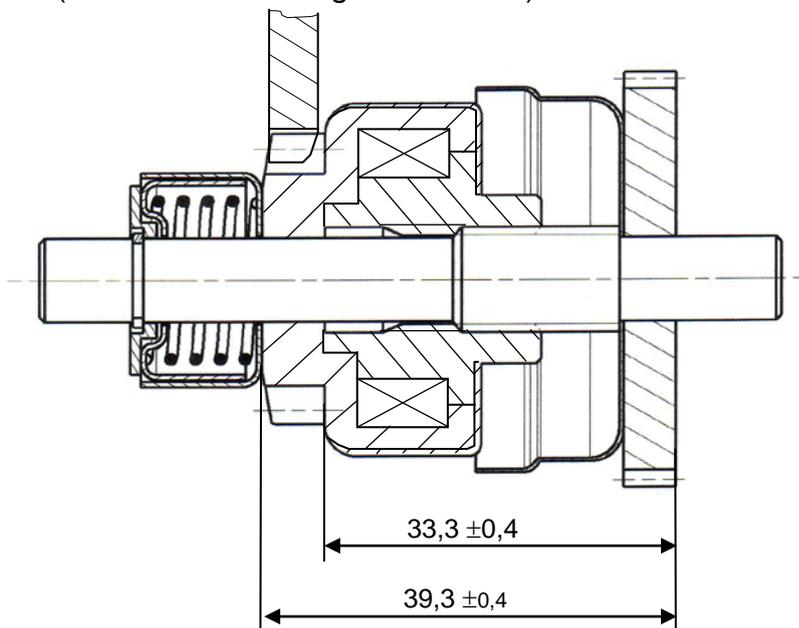


Alimentation du moteur de démarrage 302 :

Sous l'effet dynamique et grâce à la liaison hélicoïdale, la denture mobile du pignon lanceur avance pour engrener avec la couronne dentée

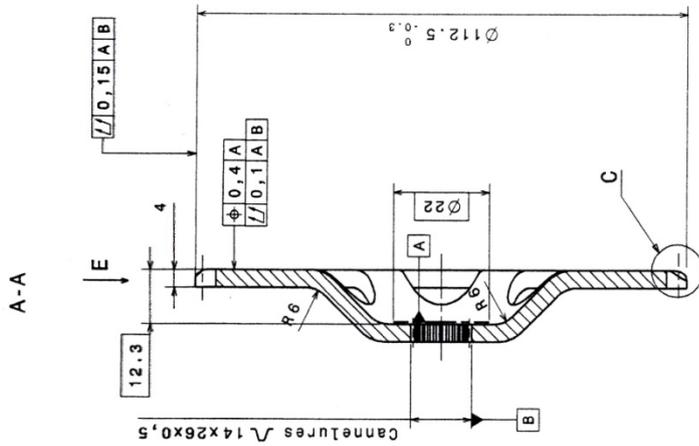


Ensemble pignon lanceur en prise avec la couronne dentée
(Phase de démarrage du scooter)

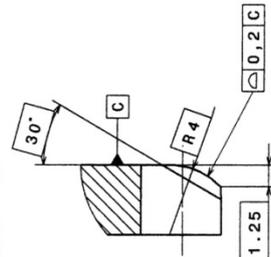


Le pignon lanceur transmet à la couronne dentée la puissance nécessaire à la mise en rotation du vilebrequin et permet ainsi le démarrage du moteur du scooter. L'utilisateur peut alors cesser son action sur le bouton de démarrage, le moteur électrique de démarrage 302 n'est plus alimenté.

Quand le moteur du scooter est lancé, la roue libre interne au pignon lanceur permet de désolidariser la denture mobile par rapport à la roue motrice du pignon lanceur, donc de ne pas détériorer le moteur de démarrage 302. Le ressort interne repousse la denture mobile vers l'arrière, le pignon lanceur se trouve ainsi désolidarisé de la couronne dentée.



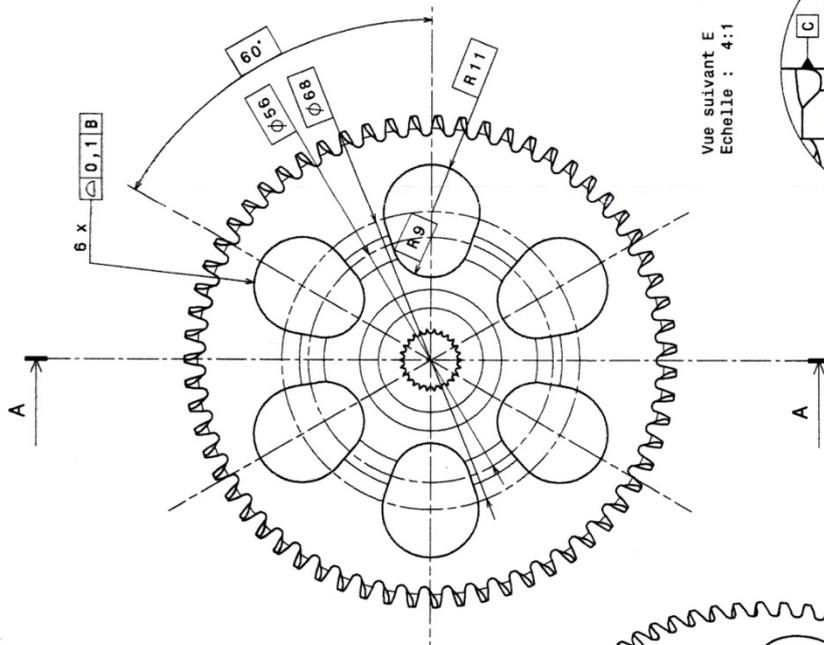
Détail C
Echelle : 4:1



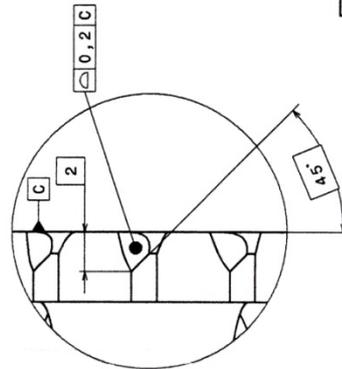
Tolérances générales : ISO 2768 m-K
Principe de tolérancement : ISO 8015

Rep	Nbr	Designation	C45	Carbotturé	Matière	Observations
206	1	Couronne dentée				

ENSEMBLE VILEBREQUIN - POULIE MOTRICE

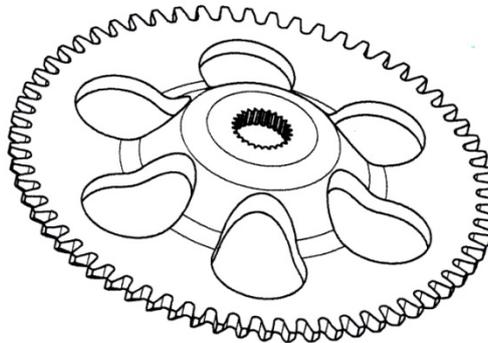


Vue suivant E
Echelle : 4:1

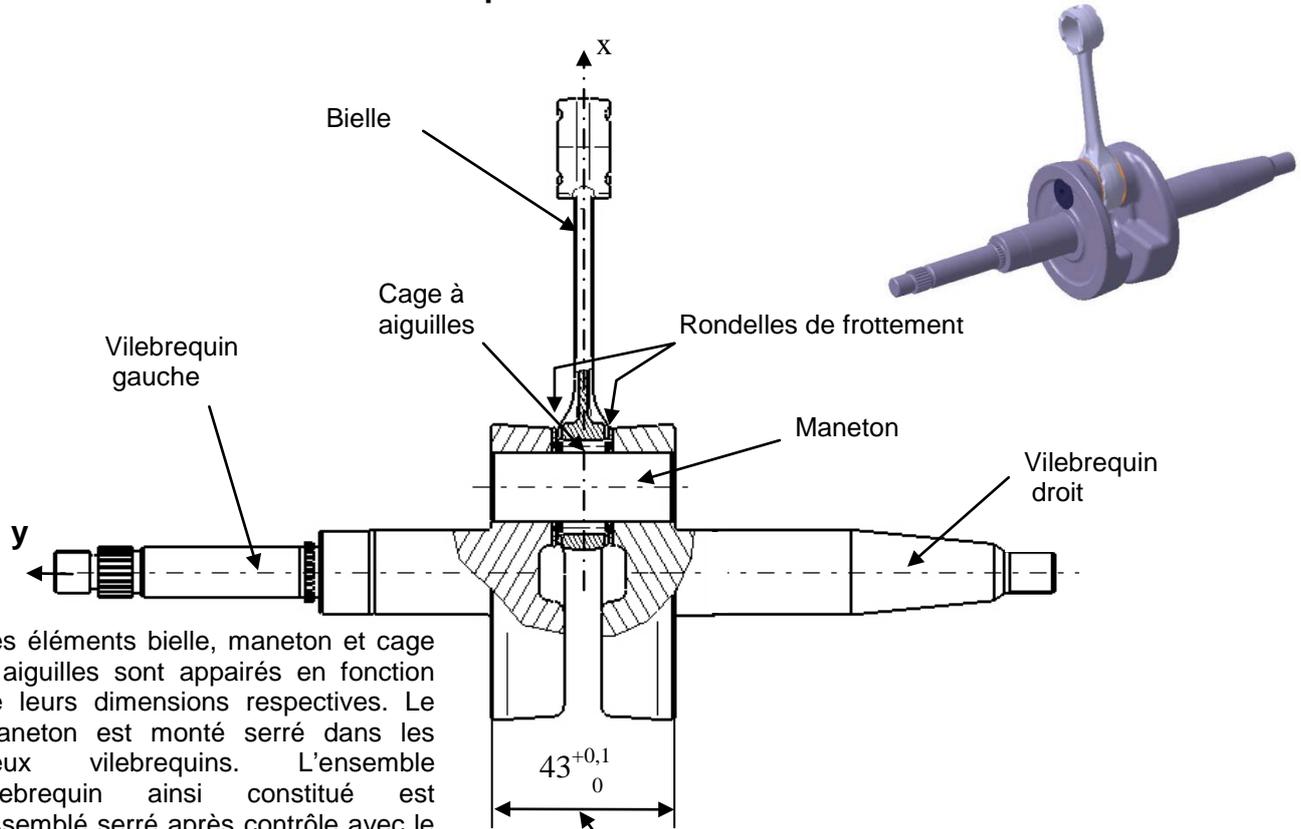


Définition des cannelures	
Cannelures en développante	20°
Angle de pression	26
Nombre de dents	0,5
Module	5 (11D)

Définition de la denture	
Couple d'engrènement	14 x 63
Entraxe de fonctionnement	67,375
Classe de précision (ISO 1328)	10 (117)
Nombre de dents	63
Module	1,75



Définition de l'ensemble vilebrequin

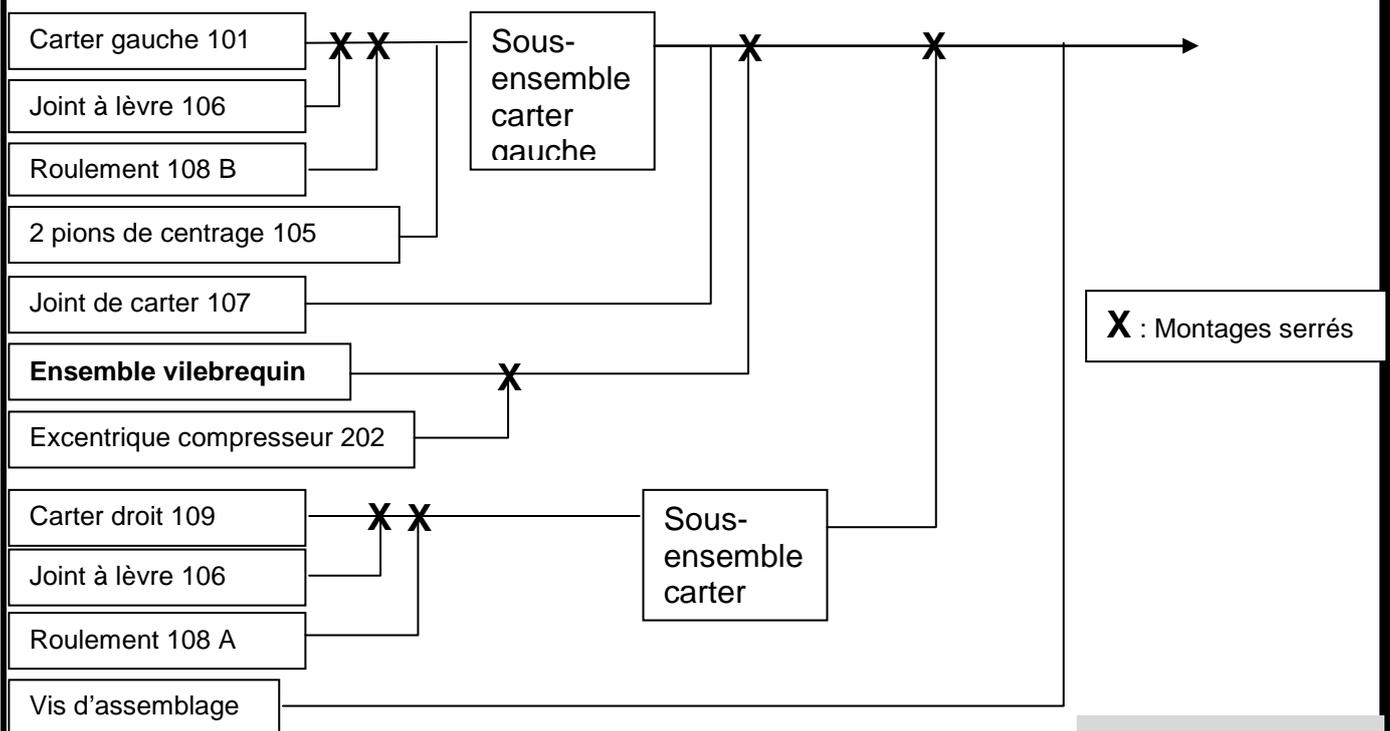


Les éléments bielle, maneton et cage à aiguilles sont appairés en fonction de leurs dimensions respectives. Le maneton est monté serré dans les deux vilebrequins. L'ensemble vilebrequin ainsi constitué est assemblé serré après contrôle avec le sous-ensemble carter gauche, puis serré avec le sous-ensemble carter droit.

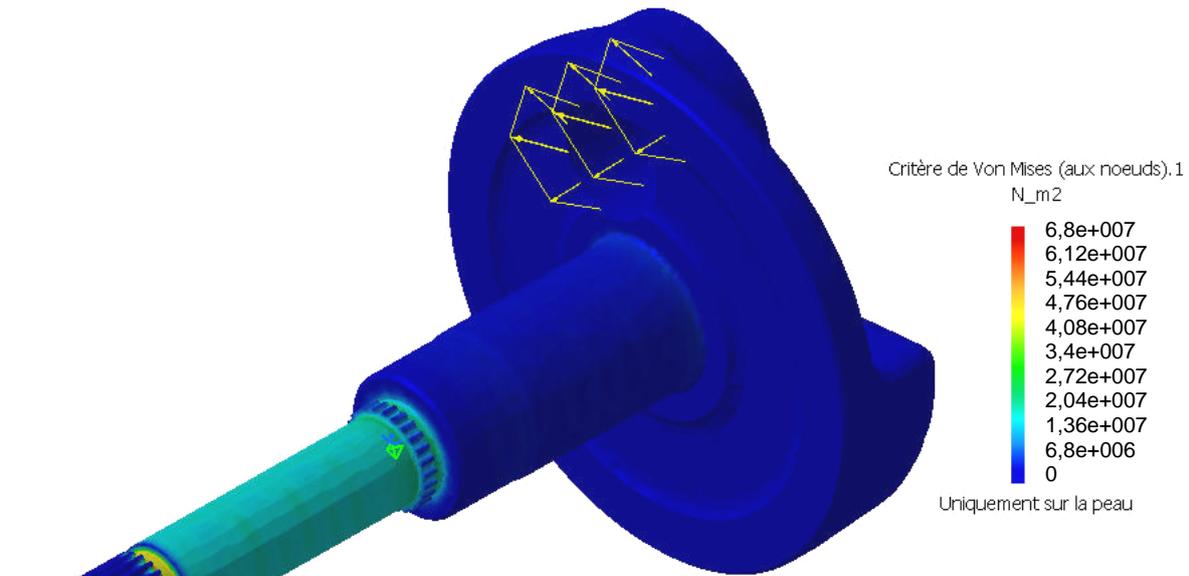
Dimension réglée lors du montage serré du maneton avec les deux vilebrequins, elle assure un jeu axial de la bielle entre les vilebrequins.

Organigramme de montage de l'ensemble vilebrequin dans les carters

La liaison pivot de l'ensemble vilebrequin par rapport aux carters est assurée par les deux roulements 108 qui sont montés serrés dans les carters gauches et droits, puis serrés sur les deux portées de l'ensemble vilebrequin.



Étude des contraintes sur le vilebrequin gauche



La zone la plus sollicitée lors du fonctionnement du moteur se trouve derrière les cannelures assurant la liaison encastrement avec le flasque fixe de la poulie motrice.

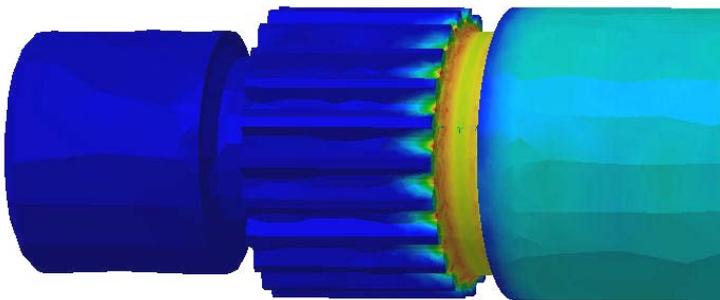
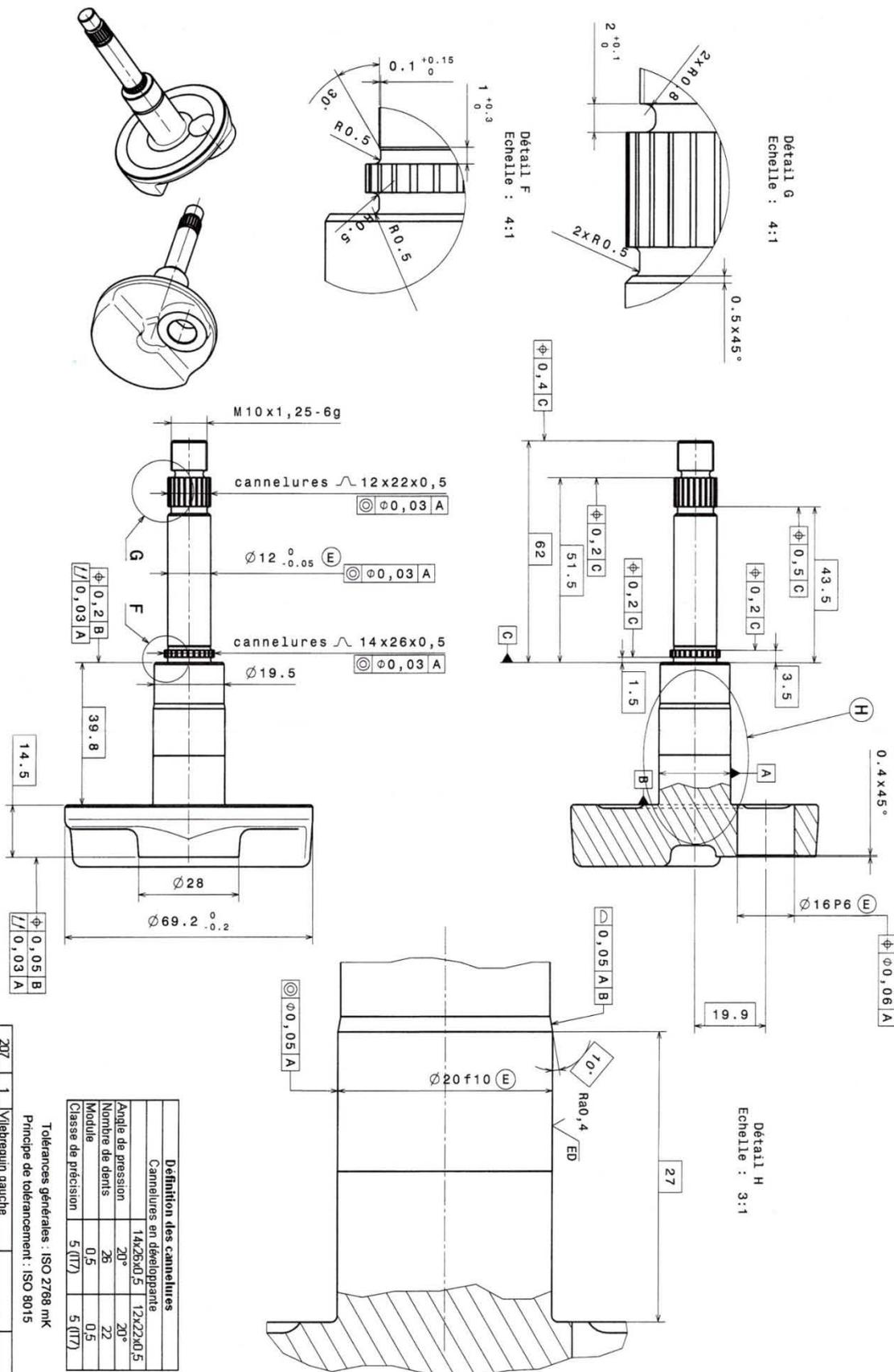


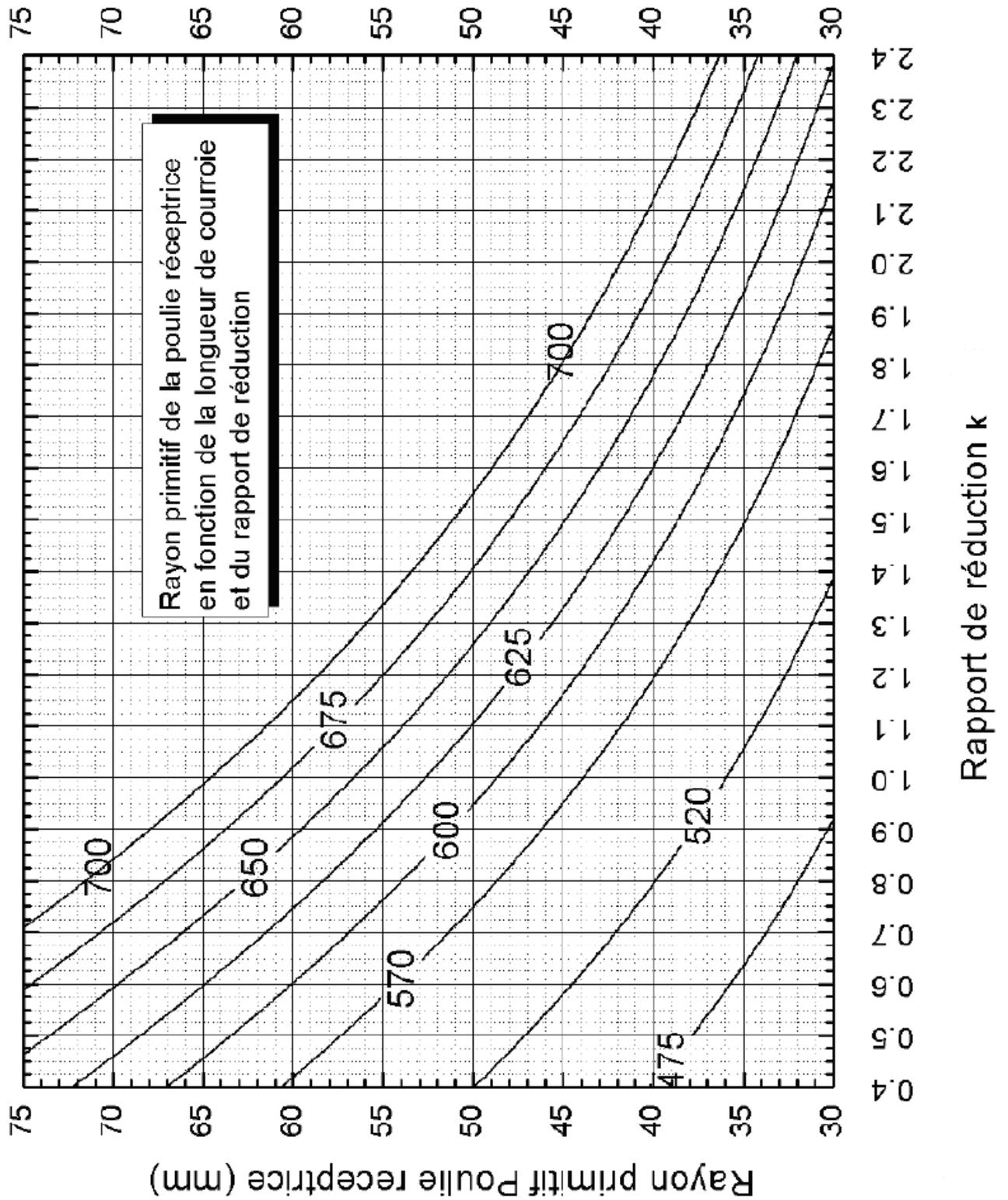
Tableau des matériaux

Matériaux	R _{m mini} (N/mm ²)	Re _{mini} (N/mm ²)	A% _{mini}
C 35	570	335	17
C 45	660	375	15
25 Cr Mo 4	880	600	14
42 Cr Mo 4	980	770	11
30 Cr Ni Mo 8	1030	850	12
EN-GJS 700-2	700	420	2
G 25 Cr Mo 4	750	550	12



ZU7	1	Vilebrequin gauche		
Rep	Mbr	Designation	Matière	Observations

ENSEMBLE VILEBROQUIN - POULIE MOTRICE



Cage d'embellage

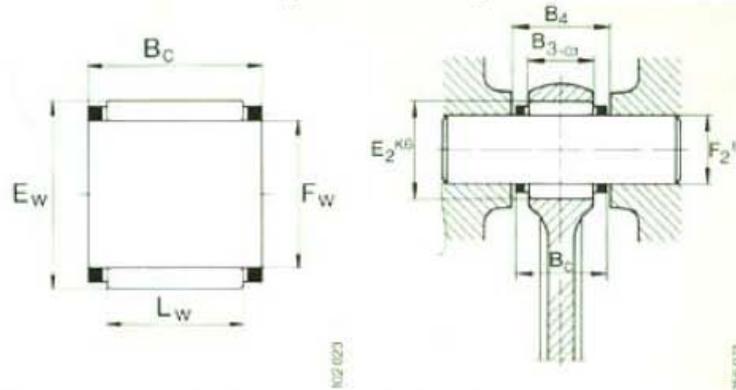


Tableau de dimensions (en mm)

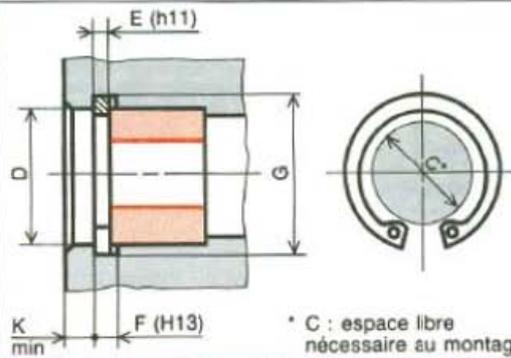
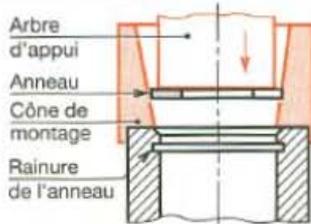
Axe de piston, diamètre	Désignation	Masse g	Dimensions				Cotes de montage				Charges de base		
			F _w	E _w	B _c	L _w	Guidage à la 10 ^{ème}		au pied		dyn. C N	stat. C _p N	
								B ₃	B ₄	B ₃	B ₄		
9	KBK 9 x 13 x 12,5	4,9	9	13	12,5	9,8	10	12,5 +0,4	12,5	12,5 +0,2	6 000	6 100	
10	KBK 10 x 13 x 14,5	5,1	10	13	14,5	10,8	12	14,5 +0,4	14,5	14,5 +0,2	5 400	6 600	
	KBK 10 x 14 x 13	5,9	10	14	13	9,8	-	13 +0,4	13	13 +0,2	6 000	6 200	
12	KBK 12 x 15 x 13	4,6	12	15	13	9,8	-	13 +0,4	13	13 +0,2	5 900	7 700	
	KBK 12 x 15 x 15	5,6	12	15	15	10,8	12	15 +0,4	15	15 +0,2	6 000	7 900	
	KBK 12 x 15 x 17,5	6,5	12	15	17,5	13,8	14	17,5 +0,4	17,5	17,5 +0,2	7 800	11 000	
	KBK 12 x 16 x 13	6,7	12	16	13	9,8	10	13 +0,4	13	13 +0,2	6 900	7 800	
12	KBK 12 x 16 x 16	8,5	12	16	16	11,8	-	16 +0,4	16	16 +0,2	8 000	9 500	
	KBK 13 x 17 x 14,5	7,1	13	17	14,5	11,8	-	14,5 +0,4	14,5	14,5 +0,2	8 500	10 400	
13	KBK 13 x 17 x 17,5	8,6	13	17	17,5	13,8	-	17,5 +0,4	17,5	17,5 +0,2	9 700	12 300	
14	KBK 14 x 18 x 13	7,6	14	18	13	9,8	10	13 +0,4	13	13 +0,2	7 300	8 700	
	KBK 14 x 18 x 14,5	8	14	18	14,5	9,8	-	14,5 +0,4	14,5	14,5 +0,2	7 300	8 700	
	KBK 14 x 18 x 17	10,1	14	18	17	12,8	14	17 +0,4	17	17 +0,2	9 600	12 400	
	KBK 14 x 18 x 21	10,8	14	18	21	17,8	18	21 +0,4	21	21 +0,2	12 500	17 400	

ANNEAUX ÉLASTIQUES POUR ALÉSAGES NF E 22-165

La forme des anneaux est étudiée afin d'obtenir une pression de serrage uniforme.

MONTAGE RECOMMANDÉ :

Voir figure ci-contre.



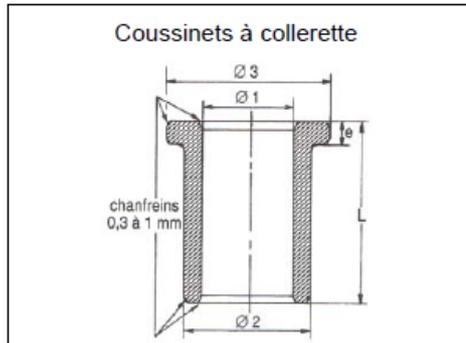
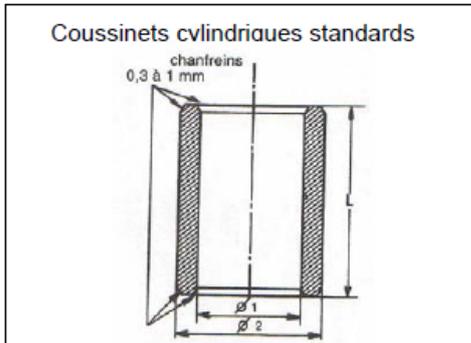
* C : espace libre nécessaire au montage

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

Anneau élastique pour alésage, D x E, NF E 22-165

D	E	C	F	G	Tol. G	K	Fa*	D	E	C	F	G	Tol. G	K	Fa*
8	0,8	3,2	0,9	8,4	+0,09	0,6	2	45	1,75	31,6	1,85	47,5	0 + 0,25	3,75	43,1
9	0,8	4	0,9	9,4	0	0,6	2	50	2	36	2,15	53	+0,30	4,5	60,8
10	1	3,7	1,1	10,4	+0,11	0,6	4	55	2	40,4	2,15	58		0	4,5
12	1	4,7	1,1	12,5	0	0,75	4	60	2	44,4	2,15	63	0	4,5	61
15	1	7	1,1	15,7	0	1,05	5	65	2,5	48,8	2,65	68		0	4,5
17	1	8,4	1,1	17,8	0 + 0,13	1,2	6	70	2,5	53,4	2,65	73	0	4,5	119
20	1	10,6	1,1	21		1,5	7,2	75	2,5	58,4	2,65	78		4,5	118
22	1	13,6	1,1	23	+0,21	1,5	8	80	2,5	62	2,65	83,5	+0,35	5,25	120
25	1,2	15	1,3	26,2		0	1,8	14,6	85	3	66,8	3,15		88,5	0
28	1,2	18,4	1,3	29,4	0	2,1	13,3	90	3	71,8	3,15	93,5	0	5,25	199
30	1,2	19,4	1,3	31,4		2,1	13,7	95	3	76,4	3,15	98,5		5,25	195
32	1,2	20,2	1,3	33,7	+0,25	2,55	13,8	100	3	81	3,15	103,5	0	5,25	188
35	1,5	23,2	1,6	37		0	3	26,9	105	4	86	4,15		109	+0,54
40	1,75	27,4	1,85	42,5	0	3,75	44,6	110	4	88,2	4,15	114	0	6	415

COUSSINETS METAFRAM



Tolérances

Coussinets à l'état libre

Ø intérieur - Ø 1 ≤ 50 mm	tolérance F7
Ø intérieur - Ø 1 > 50 mm	tolérance F8
Ø extérieur - Ø 2 ≤ 50 mm	tolérance s7
Ø extérieur - Ø 2 > 50 mm	tolérance s8
Longueur - L > 10 mm	tolérance ± 1 %
Longueur - L ≤ 10 mm	tolérance ± 0,1 mm

Défaut de coaxialité Ø2 Ø1
écart des lectures extrêmes au comparateur pour un tour complet du coussinet monté sur un mandrin

Ø int. ≤ 25	tolérance 50 µm
Ø int. > 25	tolérance 70 µm

Tolérances

Coussinets à l'état libre

Ø intérieur - Ø 1	tolérance..... F8
Ø extérieur - Ø 2	tolérance..... s8
Longueur - L > 10 mm	tolérance..... ± 1 %
Longueur - L ≤ 10 mm	tolérance..... ± 0,1 mm

Collerette

Ø ext. - Ø 3	tolérance..... js 13
Épaisseur - e	tolérance..... js 14

Défaut de coaxialité Ø2 Ø1
écart des lectures extrêmes au comparateur pour un tour complet du coussinet monté sur un mandrin

Ø int. ≤ 25	tolérance..... 60 µm
Ø int. > 25	tolérance..... 80 µm

Corps		Collerette		Longueur (L)
φ int. (φ1)	φ ext (φ2)	φ ext (φ3)	ép. (e)	
3 ± 0,01	6 ± 0,01	9	1,5	4 - 6 - 10
4 ± 0,01	8 ± 0,01	12	2	4 - 8 - 12
6 ± 0,01	10 ± 0,01	14	2	6 - 10 - 16
8 ± 0,01	12 ± 0,01	16	2	8 - 12 - 16
9 ± 0,01	14 ± 0,01	19	2,5	6 - 10 - 14
10 ± 0,01	13 ± 0,01	16	1,5	10 - 16 - 20
10 ± 0,01	15 ± 0,01	20	2,5	10 - 16 - 20
10 ± 0,01	16 ± 0,01	22	3	8 - 10 - 16

Exemple de désignation :

C10-16-10

Coussinet à collerette Øint 10, Øext 16, longueur 10

INTERVALLES DE TOLÉRANCES ET POSITION DES ÉCARTS FONDAMENTAUX

Paliers de dimensions en mm	Qualités									
	7	8	9	10	11	12	13	14*	15*	
≤ 3	10	14	25	40	60	100	140	250	400	
> 3 à 6	12	18	30	48	75	120	180	300	480	
> 6 à 10	15	22	36	58	90	150	220	360	580	
> 10 à 18	18	27	43	70	110	180	270	430	700	
> 18 à 30	21	33	52	84	130	210	330	520	840	
> 30 à 50	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	
> 50 à 80	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	
> 80 à 120	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	
> 120 à 180	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	
> 180 à 250	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	
> 250 à 315	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	

Dimensions nominales (mm)		Ecart supérieur (es) (µm)				ei = es	Ecart inférieur (ei) (µm)				
Au dessus de	Jusqu'à et y compris	e	f	g	h	js	k (IT4 à IT7)	k (> à IT7)	m	n	p
-	3	-14	-6	-2	0	Ecart = ± IT/2	0	0	+2	+4	+6
3	6	-20	-10	-4	0		+1	0	+4	+8	+12
6	10	-25	-13	-5	0		+1	0	+6	+10	+15
10	14	-32	-16	-6	0		+1	0	+7	+12	+18
14	18										
18	24	-40	-20	-7	0		+2	0	+8	+15	+22
24	30										
30	40	-50	-25	-9	0		+2	0	+9	+17	+26
40	50										