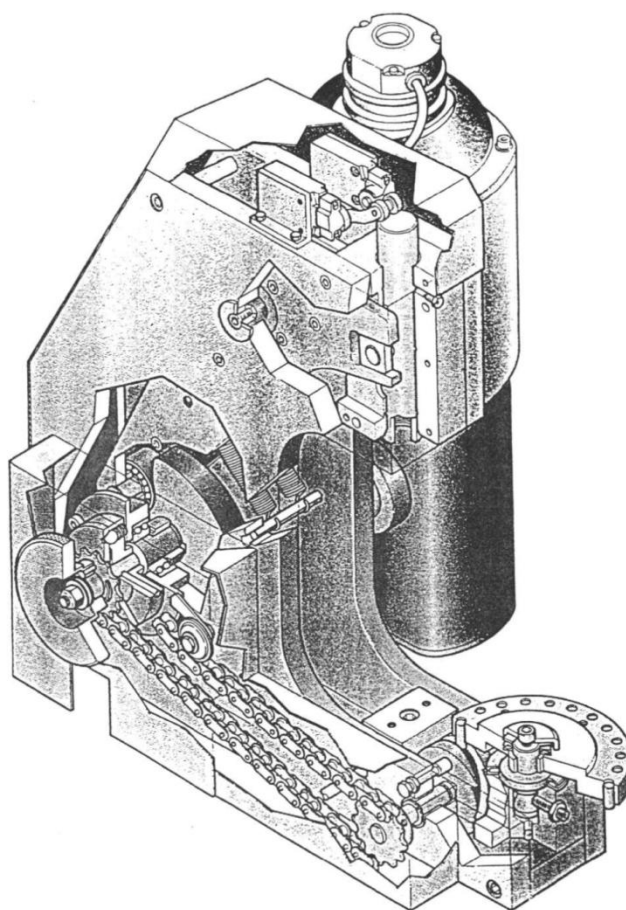


R2.05 - INGENIERIE DE CONSTRUCTION MECANIQUE

TP : SUJET 7 Presse mécanique



**IUT CLERMONT
AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay
Montluçon - Moulins - Vichy



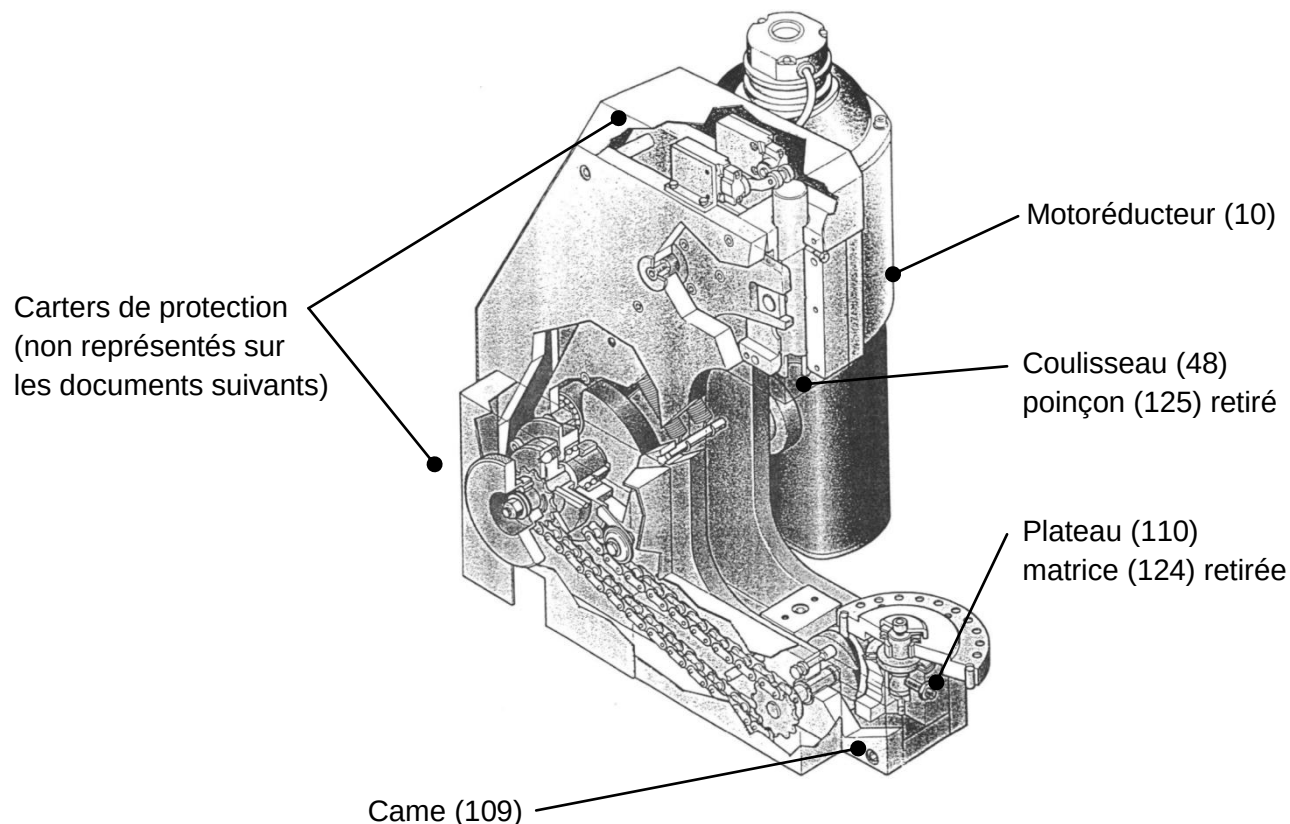
**Génie
Mécanique
Productique
Montluçon**

Nom de la ressource	R2.05 - Ingénierie de construction mécanique		
Semestre	Semestre 2		
Compétence(s) ciblée(s)			
C1-Spécifier Spécifier les exigences technico-économiques industrielles	C2-Développer Déterminer la solution conceptuelle	C3-Réaliser Concrétiser la solution technique retenue	C4-Exploiter Gérer le cycle de vie du produit et du système de production
	X	X	
Apprentissages critiques			
• Formuler l'ensemble des attentes du client • Exprimer les exigences techniques d'un produit existant • Vérifier la conformité d'un produit grand public par rapport à l'usage auquel il est destiné	• Situer les éléments d'un système simple et leurs interactions, dans l'espace, dans le temps • Interpréter les spécifications en fonction de leur représentation pour un système simple • Choisir des solutions appropriées pour des cas simples en étant accompagné/guidé	• Identifier les contraintes de réalisation à partir d'une pré-étude • Choisir des solutions techniques adaptées aux contraintes de réalisation • Mettre en œuvre les outils métiers pour produire une solution simple, réelle ou numérique, qui répond aux spécifications et à la pré-étude • Élaborer des documents métiers pour des pièces/systèmes simples en mettant en œuvre les outils ad hoc	• Décrire le fonctionnement du monde de l'entreprise et de ses services • Déterminer les objectifs de performance, les composants et les indicateurs de performance propres à chaque étape du cycle de vie d'un produit et du système de production
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.2, SAÉ 2.3, SAÉ 2.23		
Prérequis	R1.06 - Outils pour l'ingénierie et R1.05 - Construction mécanique S1		
Descriptif détaillé	Guidage en rotation par glissement : • Conception (croquis d'architecture et CAO) • Justifier et choisir les composants standards (critères de dimensionnement simple) Liaison encastrement démontable (dans un assemblage) : • Conception (croquis d'architecture et CAO) • Introduction au matage • Justifier et choisir les composants standards (critères de dimensionnement simple) Cotation fonctionnelle : • Chaînes de cotes uniaxiales • Choix des ajustements Transmissions par engrenages cylindriques droits : • Point de vue cinématique (vitesse, rapport de réduction) • Point de vue géométrique		
Mots clés	Besoin, fonctions techniques, mécanismes, choix de composants, CAO, modélisation, implantation, chaîne numérique		

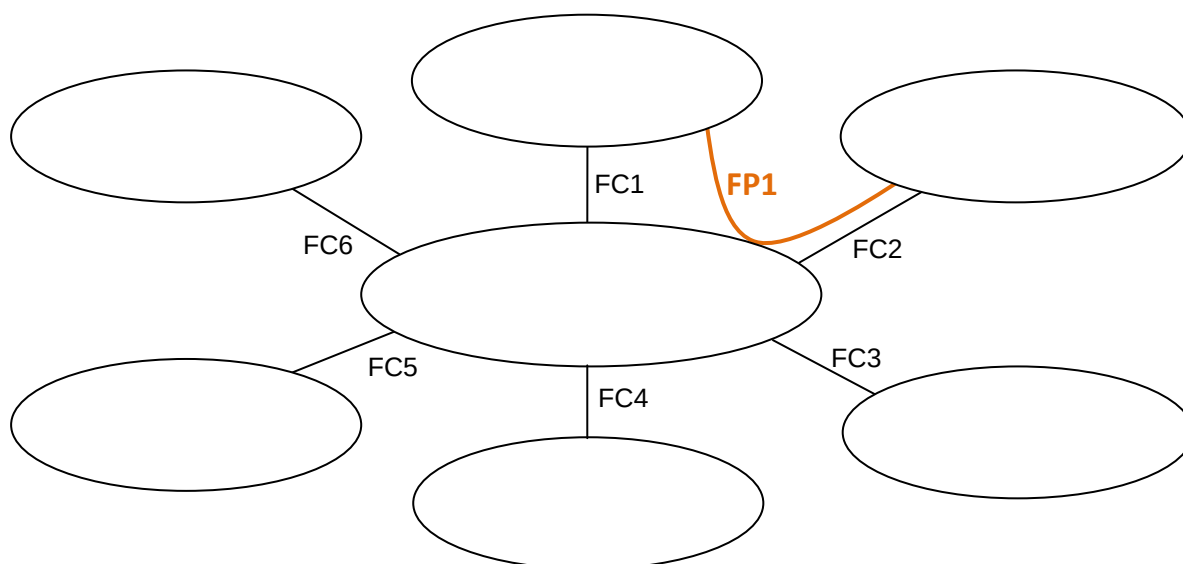
I. Expression du besoin

1) Mise en situation

Le sujet de l'étude est une presse mécanique fabriquée et exploitée par la société TELEMECANIQUE. Elle est utilisée lors de la réalisation de petites pièces d'emboutissage (lamelles de contacts électriques, caches et couvercles en tôle, etc. ...) au sein d'ateliers protégés destinés à l'emploi des personnes handicapées.



2) Diagramme des interacteurs à compléter



FP1 :

FC1 : Alimenter en pièces brutes en toute sécurité

FC2 : Etre adapté aux poinçons et matrices standards

FC3 : Permettre l'extraction des pièces embouties en toute sécurité

FC4 : Se raccorder au réseau électrique

FC5 : S'intégrer dans un atelier protégé

FC6 : Ne pas compromettre la sécurité de l'opérateur

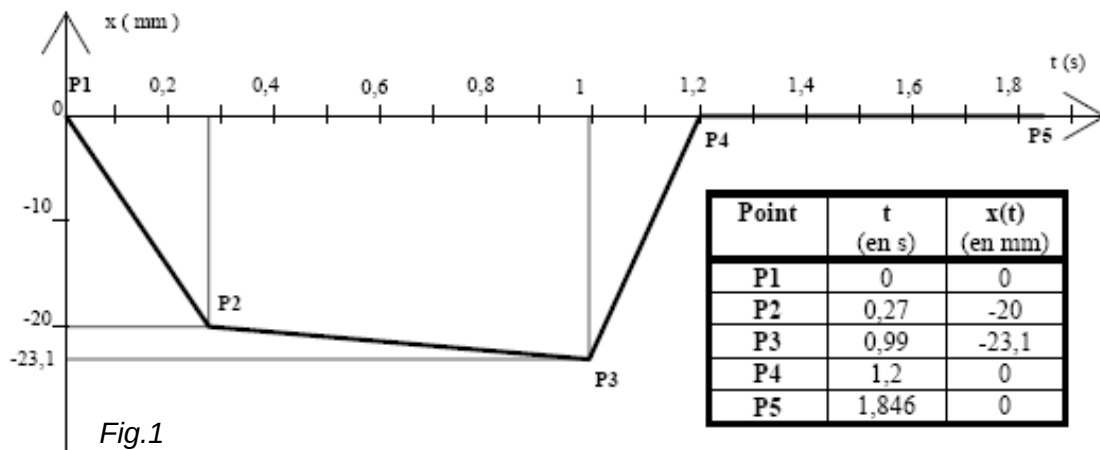
II. Fonctionnement

1) Fonction FP1 : Emboutir des pièces brutes à l'aide d'un poinçon et d'une matrice

La came **18**, solidaire de l'arbre moteur **14**, permet au levier **35 + 36**, par l'intermédiaire du galet **32**, d'effectuer un mouvement de rotation autour de l'axe **5**, ce qui va entraîner le coulisseau **48** en translation suivant l'axe x par le biais des patins **47**.

L'outil d'emboutissage, appelé poinçon **125** est en liaison encastrement avec le coulisseau **48**.

Graphe des positions du poinçon 125 en translation / axe x au cours d'un cycle d'emboutissage



2) Fonction FC1 : Alimenter en pièces brutes en toute sécurité

- Les pièces ne peuvent pas être amenées sous l'outil manuellement pour des raisons de sécurité.
- L'approvisionnement en pièces s'effectue par le plateau à mouvement intermittent **110** en liaison pivot d'axe x avec le bâti.
- Sur ce plateau est fixé un disque muni de 24 empreintes que l'opérateur remplit de pièces brutes au fur et à mesure de la rotation de **110** sous l'outil.
- L'opérateur a également en charge l'évacuation des pièces embouties, il les retire du disque à empreintes avant de les remplacer par de nouvelles pièces brutes.
- La came tambour **109** comporte une rainure dans laquelle viennent coulisser les goupilles **111** réparties autour du plateau **110**.
- Cette came, entraînée par l'arbre moteur **14** grâce à un système pignon/chaîne **101 + 102**, réalise à la fois l'entraînement et l'indexage du plateau **110**.

Principe d'indexage du plateau 110 par la rotation de la came 11

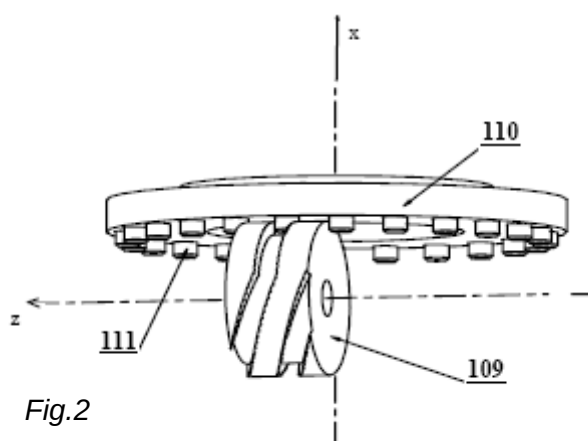


Fig.2

La fig.2 est une perspective partielle montrant les positions relatives des pièces **110**, **111** et **109**.

La rotation de la came **109** autour de l'axe z va entraîner un mouvement intermittent de rotation du plateau **110** autour de l'axe x.

III. Caractéristiques techniques

Effort de travail maxi : 30 000 N.

Cadence de fonctionnement : 32,5 pièces/min.

Motorisation : motoréducteur VASSAL Série D44 à deux étages d'engrenages comprenant un couple roue et vis sans fin, et un étage de pignons droits permettant des vitesses de 2 à 90 tr/min et des couples de 11 à 160 N.m.

De part son cadre d'utilisation (atelier protégé) et l'intensité des efforts mis en jeu dans son fonctionnement (30 000 N en emboutissage), il va de soit que la presse est entièrement carterisée.

Toutes les parties mobiles sont isolées par des carters en tôle ou en matière plastique transparente.

Pour des raisons de simplification ces carters ne sont pas indiqués dans les nomenclatures et leurs contours sont représentés par des traits mixtes sur les dessins d'ensemble.

IV. Etude cinématique

L'étude suivante porte sur la **cinématique des éléments assurant FP1**. La cinématique des **autres éléments ne sont pas à traiter** (came (109), plateau (110), ...).

1) Sur les 2 plans fournis (format A3), colorier les pièces cinématiquement liées : une couleur par groupe de pièces. S'aider de la nomenclature.

2) En déduire les classes d'équivalence :

3) Etablir le graphe des liaisons :

4) Réaliser le schéma cinématique de la partie assurant FP1 dans le plan (x,y).

5) Réaliser ce schéma cinématique en perspective isométrique.

6) Etude du graphe des positions du poinçon (page 4 - fig.1)

Sur le graphe des positions (page 4 - fig.1), on distingue les quatre phases du cycle d'emboutissage imposé par la came **18** :

- Phase 1 : descente rapide du poinçon, accostage de la pièce.
- Phase 2 : emboutissage de la pièce.
- Phase 3 : remontée rapide du poinçon.
- Phase 4 : attente en position haute.

Ces quatre phases de déplacement seront considérées comme des mouvements rectilignes uniformes.

Répondre aux questions suivantes dans un fichier « Excel » nommé « Position_poincon.xlsx » :

a) Déterminer, pour chacune des quatre phases du cycle :

- Le déplacement en projection sur l'axe x.
- La durée de la phase et la vitesse du poinçon.

b) Tracer, d'après les résultats précédents, un graphique représentant la vitesse du poinçon en fonction du temps (sur un cycle).

c) Montrer par le calcul que la durée du cycle est compatible avec la cadence de fonctionnement proposée par le constructeur.

d) Durant quelle(s) phase(s) la rotation de l'ensemble plateau **110** + matrice **124** peut être réalisée ?

e) D'après la forme de la came **18**, combien de cycles d'emboutissage sont réalisés pour un tour de celle-ci ?

f) En déduire la fréquence de rotation $N_{18/1}$, de l'arbre de sortie du motoréducteur **14**.

V. Etude statique

1) Hypothèses générales

- Le problème est plan (O, x, y).
- Les actions mécaniques mises en jeu dans cette étude sont modélisables par des glisseurs.
- Le poids propre de chaque pièce est négligeable par rapport aux autres actions mécaniques.
- Le frottement dans les liaisons est négligeable.
- Les actions des ressorts **45** seront négligées devant les autres actions mécaniques. En effet leur rôle est de maintenir le contact entre le galet **32** et la came **18**.
- Il n'y a pas d'action mécanique due au système d'entraînement du plateau **110** durant la phase d'emboutissage.

2) Données

L'étude du mécanisme a permis de déterminer que la position de la came pour laquelle le couple moteur est le plus important est obtenue à $t = 0,63$ s.

A cette date le système se trouve dans la position représentée sur le document page suivante (**DR1**).

L'action mécanique due à l'emboutissage, exercée par la pièce sur l'ensemble poinçon **125** + coulisseau **48** à $t = 0,63$ sec, est égale à 30 000 N.

Nous admettrons que la totalité de cette action mécanique est répercutée sur le levier **35** au point B.

On a :

$$\{F_{48 \rightarrow 35}\} = \begin{Bmatrix} 3.10^4 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{B,R} \quad \text{avec coordonnées des points (en mm) : } \begin{array}{c|c} O & 0 \\ \hline A & -235 \\ \hline B & -235 \\ \hline C & -115 \\ \hline I & 50 \end{array}$$

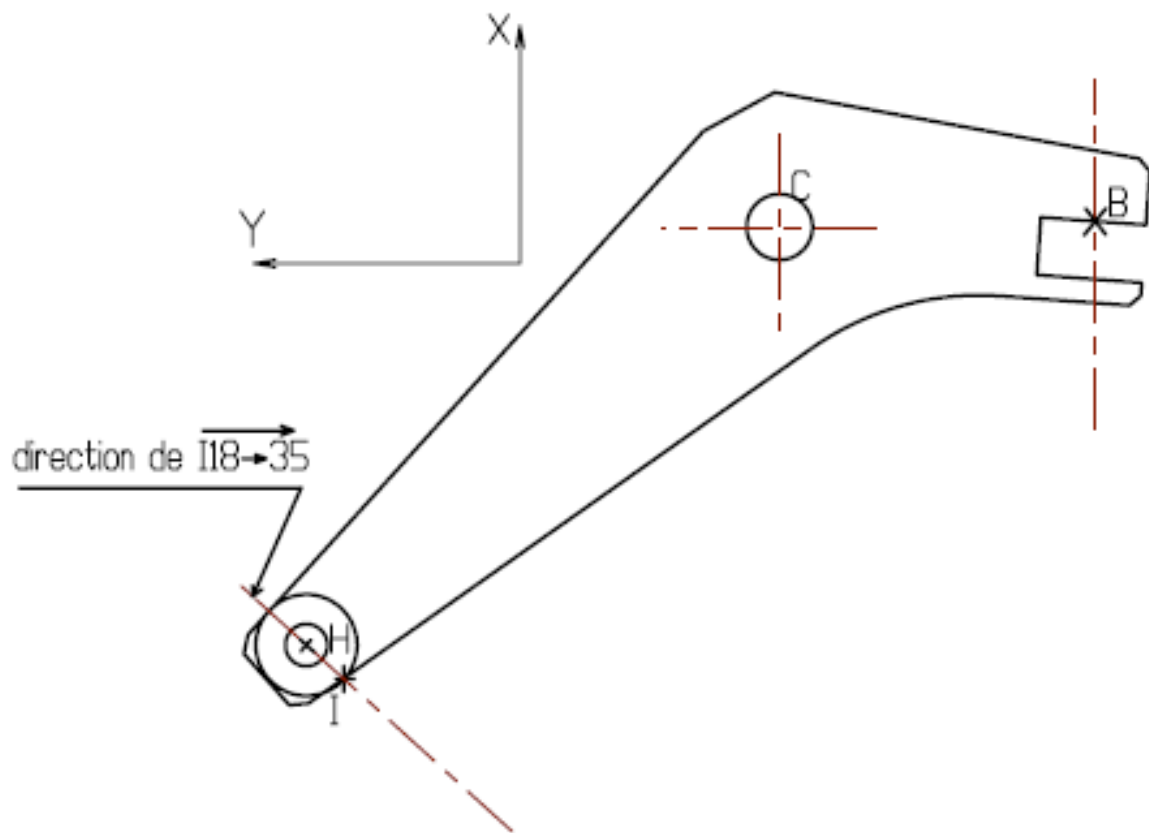
3) Equilibre du levier 35 : résolution graphique

a) En isolant le galet **32**, justifier la direction de $\parallel \overrightarrow{I_{18 \rightarrow 35}} \parallel$

b) Isoler le levier **35** et établir le bilan des actions mécaniques. En déduire graphiquement la direction de $\parallel \overrightarrow{C_{5 \rightarrow 35}} \parallel$ à l'aide du CIR (Centre Instantané de Rotation).

c) A l'aide des réponses précédentes déterminer graphiquement sur le **DR1** la valeur de $\parallel \overrightarrow{I_{18 \rightarrow 35}} \parallel$.

DR1



$$\| \overrightarrow{I18 \rightarrow 35} \| =$$

ECHELLE : 10mm pour 5000N

4) Détermination du couple moteur maximum.

Pour la suite nous admettrons que l'action de l'ensemble levier **35** sur la came **18** est modélisée par :

$$\{F_{35 \rightarrow 18}\} = \begin{Bmatrix} -10500 & 0 \\ -11500 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{I,R}$$

et que l'action mécanique du motoréducteur sur **18** au point O (couple moteur) et modélisée par :

$$\{F_{\text{motoreducteur} \rightarrow 18}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & Cm \end{Bmatrix}_{O,R}$$

L'action mécanique de la chaîne **106** sur **18** au niveau du pignon **101** sera négligée devant les autres actions en présence.

a) Enoncer le principe fondamental de la statique appliqué sur **18** au point **O** sous forme d'une somme de torseurs.

b) Connaissant le type de liaison entre le bâti et la came **18**, déterminer le torseur de l'action mécanique

$$O\{\mathcal{S}_{\text{bati} \rightarrow 18}\} :$$

c) Réduire le torseur $\{\mathcal{S}_{35 \rightarrow 18}\}$ au point O.

d) D'après les réponses précédentes, déterminer le couple moteur C_m .

4) Vérification par la méthode énergétique

Données : à $t = 0,63\text{s}$:

$$\|\vec{V}_{48/1}\| = 3,4 \text{ mm/s} \quad \|\vec{A}_{48 \rightarrow \text{pièce}}\| = 3 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \eta_g = 0,65 \quad N_{18/1} = 32,5 \text{ tr/min}$$

a) Calculer P_u la puissance développée par le poinçon **125** à l'instant $t = 0,63 \text{ s}$.

b) Calculer P_m la puissance développée par le motoréducteur en tenant compte du rendement global de la presse.

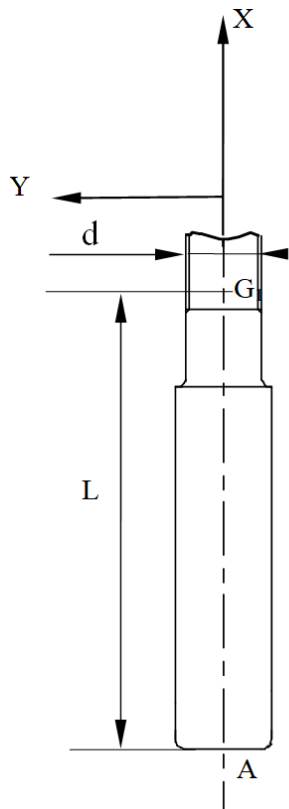
c) Calculer le couple moteur réel **C_m réel** développé par le motoréducteur.

d) Comparer les valeurs trouvées pour le couple moteur théorique **C_m** et **C_m réel**. Expliquer.

e) A l'aide du document ci-dessous, déterminer quel est le motoréducteur VASSAL série D44 qui convient le mieux pour cette application en indiquant le ou les montages possibles en courant alternatif. Justifier.

TRIPHASE 50 Hz 3 ~				MONOPHASE 50 Hz 1 ~								CONTINU =			
Tension standard 220/380 V Réalizable de 24 à 500 V				Tensions standard 220 V Réalizable de 110 à 380 V Les moto-réducteurs en monophasé sont livrés avec leur condensateur								Tensions standard 220 V Réalizable de 12 à 220 V			
Service permanent (S1)				Schéma 4 bornes n°22 Service permanent (S1)				Schéma 4 bornes n°22 Service intermittent périodique (S3)				Shunt ou Série			
Série	A sous 220 V	tr/mi n N	N.m C	Série	A sous 220 V	tr/mi n N	N.m C	Série	A sous 220 V	tr/mi n N	N.m C	Série	A sous 220 V	tr/min N	N.m C
4D ⁴⁴ 15	1,2	91	17	4D ⁴⁴ NJ 15	1,5	90	11	4D ⁴⁴ KJ 15	1,8	90	15	4D ⁴⁴ U 15	2	93	17
4D ⁴⁴ 18	1,2	76	22	4D ⁴⁴ NJ 18	1,5	75	13,5	4D ⁴⁴ KJ 18	1,8	75	17	4D ⁴⁴ U 18	2	78	22
4D ⁴⁴ 22	1,2	62	27	4D ⁴⁴ NJ 22	1,5	61	16	4D ⁴⁴ KJ 22	1,8	61	20	4D ⁴⁴ U 22	2	64	27
4D ⁴⁴ 25	1,2	55	30	4D ⁴⁴ NJ 25	1,5	54	18	4D ⁴⁴ KJ 25	1,8	54	24	4D ⁴⁴ U 25	2	56	29
4D ⁴⁴ 30	1,2	46	35	4D ⁴⁴ NJ 30	1,5	45	23	4D ⁴⁴ KJ 30	1,8	45	28	4D ⁴⁴ U 30	2	47	36
4D ⁴⁴ 35	1,2	39	40	4D ⁴⁴ NJ 35	1,5	38	26	4D ⁴⁴ KJ 35	1,8	38	34	4D ⁴⁴ U 35	2	40	40
4D ⁴⁴ 42	1,2	32,5	50	4D ⁴⁴ NJ 42	1,5	32,5	32	4D ⁴⁴ KJ 42	1,8	32,5	40	4D ⁴⁴ U 42	2	32,5	60
4D ⁴⁴ 52	1,2	26,5	60	4D ⁴⁴ NJ 52	1,5	26	40	4D ⁴⁴ KJ 52	1,8	26	50	4D ⁴⁴ U 52	2	27	60
4D ⁴⁴ 60	1,2	23	60	4D ⁴⁴ NJ 60	1,5	22,5	40	4D ⁴⁴ KJ 60	1,8	22,5	50	4D ⁴⁴ U 60	2	23	60
4D ⁴⁴ 70	1,2	19,5	80	4D ⁴⁴ NJ 70	1,5	19	50	4D ⁴⁴ KJ 70	1,8	19	65	4D ⁴⁴ U 70	2	20	80
4D ⁴⁴ 88	1,2	15	90	4D ⁴⁴ NJ 88	1,5	15	75	4D ⁴⁴ KJ 88	1,8	15	70	4D ⁴⁴ U 88	2	15,5	90
4D ⁴⁴ 105	1,2	13	110	4D ⁴⁴ NJ 105	1,5	13	65	4D ⁴⁴ KJ 105	1,8	13	85	4D ⁴⁴ U 105	2	13	110
4D ⁴⁴ 125	1,2	11	100	4D ⁴⁴ NJ 125	1,5	11	70	4D ⁴⁴ KJ 125	1,8	11	90	4D ⁴⁴ U 125	2	11	100
4D ⁴⁴ 146	1,2	9,5	120	4D ⁴⁴ NJ 146	1,5	9,5	85	4D ⁴⁴ KJ 146	1,8	9,5	95	4D ⁴⁴ U 146	2	9,5	120
4D ⁴⁴ 175	1,2	8	130	4D ⁴⁴ NJ 175	1,5	8	90	4D ⁴⁴ KJ 175	1,8	8	100	4D ⁴⁴ U 175	2	8	130
4D ⁴⁴ 210	1,2	6,5	160	4D ⁴⁴ NJ 210	1,5	6,5	110	4D ⁴⁴ KJ 210	1,8	6,5	120	4D ⁴⁴ U 210	2	6,5	160
4D ⁴⁴ 265	1,2	5	130	4D ⁴⁴ NJ 265	1,5	5	100	4D ⁴⁴ KJ 265	1,8	5	120	4D ⁴⁴ U 265	2	5,5	120
4D ⁴⁴ 315	1,2	4,3	140	4D ⁴⁴ NJ 315	1,5	4,3	120	4D ⁴⁴ KJ 315	1,8	4,3	140	4D ⁴⁴ U 315	2	4,5	140
4D ⁴⁴ 210	0,8	3,2	90	4D ⁴⁴ N 210	1	3,2	70	8D ⁴⁴ KJ 210	1,2	3,2	70	8D ⁴⁴ U 210	1	3,3	90
4D ⁴⁴ 265	0,8	2,5	90	4D ⁴⁴ N 265	1	2,5	65	8D ⁴⁴ KJ 265	1,2	2,5	65	8D ⁴⁴ U 265	1	2,6	90
4D ⁴⁴ 315	0,8	2,1	110	4D ⁴⁴ N 315	1	2,1	80	8D ⁴⁴ KJ 315	1,2	2,1	80	8D ⁴⁴ U 315	1	2,2	110

VI. Résistance des matériaux : Dimensionnement du poinçon 125



On souhaite déterminer la section du filetage du poinçon **125**.

L'action mécanique exercée par la pièce emboutie sur le poinçon **125** au point **A** est modélisée par le torseur :

$$\{F_{48 \rightarrow 35}\} = \begin{Bmatrix} 3.10^4 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{A,R}$$

1) Isoler le tronçon de poinçon **125** compris entre les points **A** et **G** et déterminer le torseur de cohésion au point **G** centre de gravité de la section droite.

2) En déduire la nature de la sollicitation à l'intérieur du poinçon **125**.

3) Ecrire sous forme littérale la condition de résistance de la section droite de la partie filetée du poinçon **125** et déterminer la section résistante minimale du filetage, sachant que : **$R_e = 650 \text{ MPa}$** et que le coefficient de sécurité **$s = 5$** .

4) A l'aide du tableau ci-dessous, en déduire la valeur nominale du filetage.

S section résistante d'un filetage.

d (mm)	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22
S (mm²)	58	84,3	115	157	192	245	303

VII. Conception

1) Définition du palier de levier 40

Réaliser le dessin de définition du **palier de levier 40**, à l'échelle **1:1**, sur le document **DR2** (page suivante)

- **Vue de face en coupe A-A (correspondant au plan d'ensemble).**
- **Vue de droite en coupe à plans sécants F-F.**
- **Vue de dessus.**

2) Mécanisme d'entraînement de la matrice 124

a) Entraînement du pignon 101.

Le motoréducteur VASSAL entraîne le pignon **101** par l'intermédiaire d'un organe de sécurité composé des pièces {21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+101}.

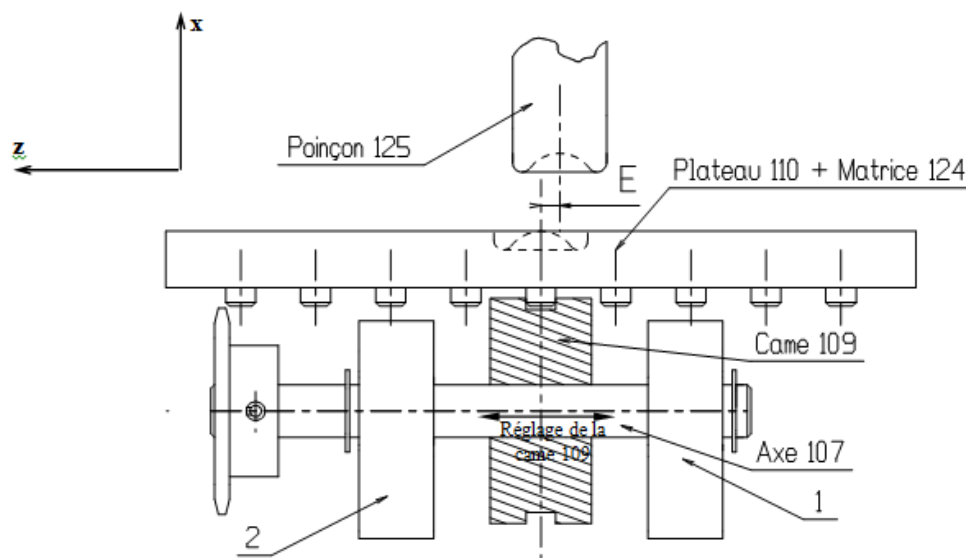
- Expliquer son rôle et son fonctionnement :

- Indiquer le nom d'un tel organe de sécurité :

b) Etude de solutions constructives.

Réaliser sur le document DR3 (page suivante), les deux liaisons suivantes :

- Liaison pivot entre l'axe **107** et le bâti **1+2** (S'aider du GDI : Guide du Dessinateur Industriel)
- Liaison encastrement entre l'axe **107** et la came **109** (S'aider du GDI : Guide du Dessinateur Industriel)



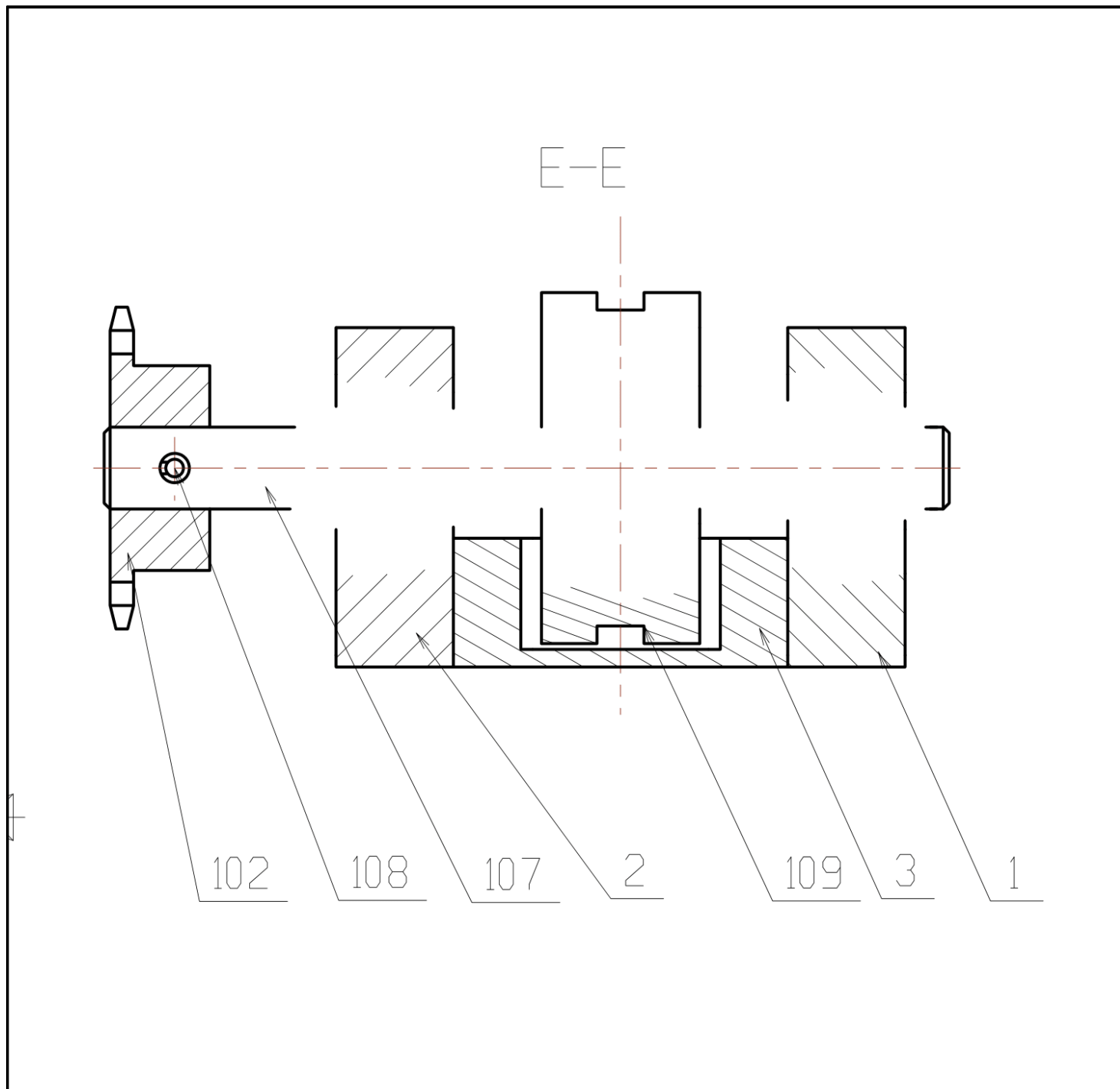
- Liaison pivot entre l'axe **107** et le bâti **1+2** : Cette liaison sera réalisée par deux bagues autolubrifiantes à collerette **C14x20x22** compte tenu de la faible vitesse de rotation de la came et des faibles efforts qui lui sont appliqués. Les arrêts en translation seront effectués grâce à **deux anneaux élastiques**.

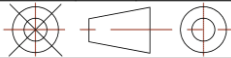
- Liaison encastrement entre l'axe **107** et la came **109** : Cette liaison encastrement démontable doit permettre un réglage de la came 109 en translation suivant l'axe z.

Le réglage doit permettre d'annuler l'écart d'alignement E entre la matrice **124** et le poinçon **125**.

La liaison sera assurée par l'association d'une clavette disque 3x6,5 qui réalisera l'arrêt en rotation de la came **109** autour de l'axe z.

L'arrêt en translation et le réglage suivant l'axe z seront réalisés par une vis de pression HC, M6X16 à bout plat implantée dans la came **109**.



Rep	Nb	Désignation	Mat i ère	Observation	Référence
		PRESSE MECANIQUE COUPE E-E			
Format : A4					
Ech. 1:1					
Dessiné par :		DR3			
		N°			

VII. CAO

A l'aide des fichiers disponibles sur « fonteniaud.fr » ou sur le « commun », réaliser le travail suivant :

1) Palier de levier 40

- **Dessiner le palier** de levier **40** d'après **DR2** (page 15). L'enregistrer-sous « P040.CATPart ».
- Réaliser une **mise en plan cotée** de cette pièce avec les 3 vues présentes dans le **DR2** + **une vue isométrique**. L'enregistrer-sous « Palier.CATDrawingt ».
- Réaliser l'assemblage de l'élément « P040.CATPart » dans le sous-ensemble n°3 « S03.CATProduct ». Les vis et le graisseur nécessaires sont disponibles dans le dossier sous les noms « *Prepere_pièce.CATPart* » avec *repère_pièce* à remplacer par le numéro disponible dans la nomenclature.

2) Mécanisme d'entraînement de la matrice 124

- Faire les modifications nécessaires sur les pièces des sous-ensembles n°1 « S01.CATProduct » et n°8 « S08.CATProduct » pour aboutir aux solutions techniques du **DR3** (page 17). Un assemblage de ces 2 sous-ensembles existe sous le nom « S01 + S08.CATProduct ».
- Réaliser une **mise en plan cotée de ce nouvel ensemble** (attention aux tolérances). L'enregistrer-sous « Solution_DR3.CATDrawingt ».

VIII. Travail à rendre

- Ce dossier complété avec NOM + Prénom sur la première de couverture
- Les fichiers suivants, dans un dossier « TP7-NOM-Prénom » déposé sur le « Commun » :
 - **Position_poincon.xlsx**
 - **Dossier « Presse » contenant tous les fichiers Catia**