

Remarques :  
Pour d'évidentes raisons d'encombrement,  
la vue F n'est pas disposée en correspondance  
avec la coupe A-A.  
Le bras 3 est représenté dans une position  
correspondant au milieu de sa course.

## Centrale - Supélec

Session de 1993

Epreuve : dessin d'organe  
mécanique - Option M P'

### Désileuse

Durée : 4 heures

#### Remarque préliminaire

Les candidats pourront utiliser à leur gré le **document 1** qui sera à leur disposition pendant toute la durée de l'épreuve. Seule la partie croquis à main levée, réalisée sur le format A3 fourni, sera retirée au bout de deux heures.

Les manuels édités en librairie sont autorisés.

#### Documents remis

- La présente notice comporte trois pages dactylographiées avec la mise en page, une vue d'ensemble de la désileuse (**figure 1**) et le schéma cinématique du système étudié (**figure 2**).
- Le **document 1**, plan d'ensemble à l'échelle 1 : 3, sur lequel ne figurent que les parties strictement nécessaires à la compréhension et à la réalisation du travail demandé.
- Un format A3 pour la partie "croquis".
- Un format demi-raisin pour la partie "dessin aux instruments" sera fourni à l'issue du temps imparti pour le "croquis".

#### FONCTIONNEMENT

L'objet de cette étude est le mécanisme d'entraînement du support de lame d'une

désileuse à fourrage dont la finalité est d'extraire un bloc parallélépipédique d'ensilage d'un silo de stockage.

Comme le montre la vue d'ensemble, la désileuse est attelée à l'arrière d'un tracteur agricole. Elle est formée d'une fourche, dont la position verticale est réglée par le vérin élévateur, et d'un mécanisme de découpe dont le boîtier à engrenages est fixé sur le mât de la fourche. Le chauffeur, en marche arrière, fait pénétrer les dents jusqu'en butée à une distance du haut du silo égale à la hauteur du bloc que l'on cherche à découper. Il enclenche alors la découpe ; le bras décrit un secteur angulaire de  $180^\circ$  autour de l'axe du boîtier à engrenages. La double lame découpe ainsi le fourrage sur trois des faces latérales du bloc. La quatrième est bien sur la face libre du silo. Par montée du vérin élévateur, le chauffeur dégage alors un parallélépipède d'ensilage qui peut être transporté jusqu'à l'étable.

#### Principe

Le mécanisme proposé permet, à partir de la translation rectiligne de la tige de vérin **46**, d'obtenir une trajectoire de forme quasi rectangulaire pour la tête porte-lame **47**. La double lame **59** découpe donc trois des faces d'un bloc parallélépipédique. Le mécanisme d'entraînement du porte-lame **47** (voir schéma cinématique **figure 2**) possède trois sous-ensembles :

— le système actionneur formé du vérin **9** avec sa tige **46** et la chaîne d'entraînement **2** ;

— le système de transformation de mouvement formé des pignons **7, 14** et **28** (en liaison totale avec le bras **3**) qui détermine la trajectoire du point **H** ;

— le parallélogramme **E, F, G, H** ainsi que la liaison linéaire annulaire en **D** qui assure l'orientation de la lame.

La tige de vérin se déplace à une vitesse  $v_{46/0}$  par rapport au bâti **0**. Ce déplacement provoque un mouvement de la chaîne de transmission **2**. Cette dernière engrène sur la roue dentée à chaîne **19** solidaire du porte-satellites **29**. L'axe du satellite **7** est donc entraîné en rotation par **29**. L'engrènement de **7** sur le pignon **14** (fixe par rapport au bâti **0**) engendre la rotation propre de **7**. Cette dernière provoque la rotation propre du pignon **28** solidaire du bras **3**.

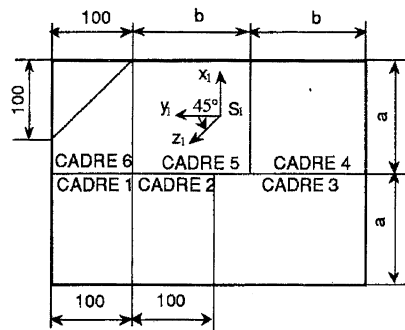
Le mouvement de coupe de la double lame est généré par un moteur hydraulique et transmis à la lame par un mécanisme de transformation adapté, non représenté sur le **document 1**.

#### CROQUIS À MAIN LEVÉE (durée 2 heures)

Cette partie de l'épreuve est à exécuter sur le format A3 horizontal à l'aide de crayons et d'une gomme - à l'exclusion de tout autre instrument de guidage ou de tracé. Les réponses écrites pourront éventuellement être fournies au stylo -encre bleue ou noire-. Les cadres **1, 4, 5** et **6** sont indépendants et peuvent être traités par les candidats

**Le document 1 est présenté  
sur nos plans-encarts**

dans l'ordre de leur choix. Les cadres 2 et 3 sont liés et doivent être traités dans cet ordre.



Croquis (297x420)  
Grand axe horizontal

### 1A - Cadre 1

Le schéma cinématique du mécanisme d'entraînement du porte-lame 47 indique aux points B, C et H (entre autres) le même symbole normalisé.

On se propose de comparer les solutions technologiques qui réalisent ces liaisons.

**1A.1-** Donner le nom des liaisons que l'on trouve entre le pignon 28 et le porte-satellites 29, entre le pignon 7 et le porte-satellites 29 et entre le porte-lame 47+48 et le bras 3.

Quels sont les degrés de liberté autorisés par ces liaisons ?

Préciser le torseur cinématique associé à chacune d'elles.

**1A.2-** Quelles sont les solutions technologiques (couples de surfaces, composants technologiques,...) retenues pour réaliser les liaisons entre le pignon 28 et le porte-satellites 29, entre le pignon 7 et le porte-satellites 29, entre le porte-lame 47+48 et le bras 3 ?

**1A.3-** Analyser brièvement les différences entre les solutions technologiques retenues pour chacune de ces trois liaisons.

### 1B - Cadre 2

Dans ce cadre les résultats seront d'abord donnés sous forme littérale puis sous forme numérique.

Lors de la découpe d'un bloc d'ensilage, le bras 3 décrit un secteur angulaire défini par l'angle  $\theta_{28/0}$  autour de  $\vec{z}$ . On se propose de déterminer le temps nécessaire à la découpe d'un bloc d'ensilage.

**1B.1-** En se plaçant dans le référentiel lié à la pièce 29, exprimer l'angle  $\theta_{28/29}$  en fonction de  $\theta_{14/29}$ . En déduire les angles  $\theta_{28/29}$  et  $\theta_{28/0}$  en fonction de  $\theta_{29/0}$ .

Faire les applications numériques avec  $Z_{14}=16$  dents,  $Z_7=15$  dents,  $Z_{28}=12$  dents.

**1B.2-** Quelle relation lie le déplacement  $u_{2/0}$  de la chaîne 2 à la rotation  $\theta_{29/0}$  de la

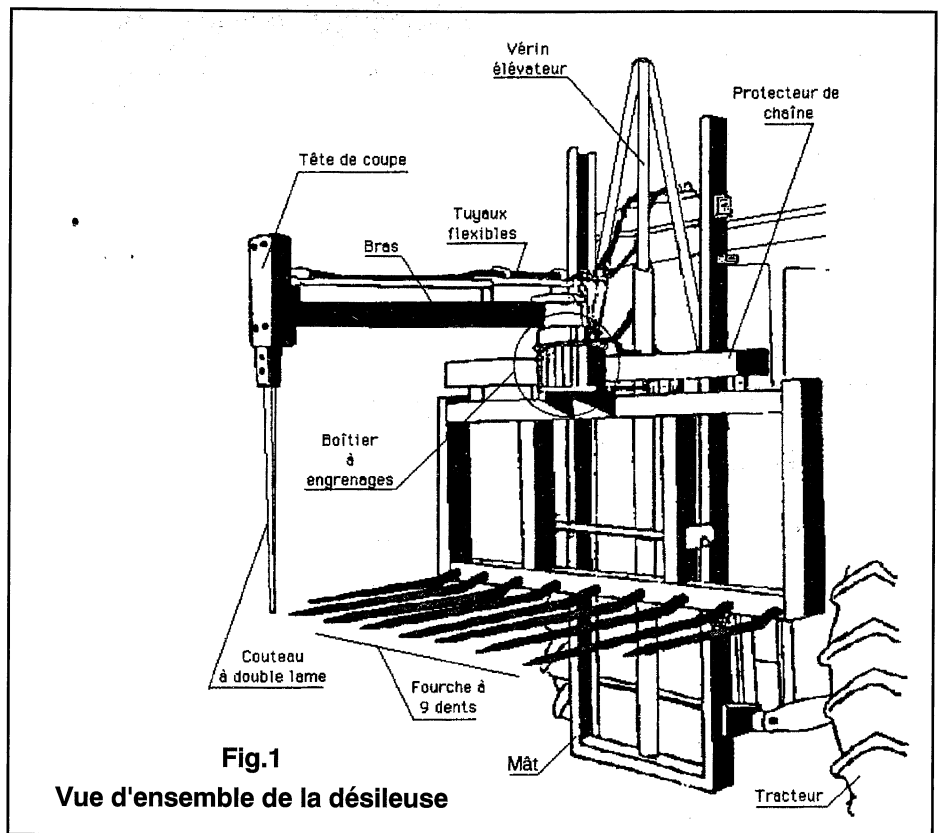


Fig.1  
Vue d'ensemble de la désileuse

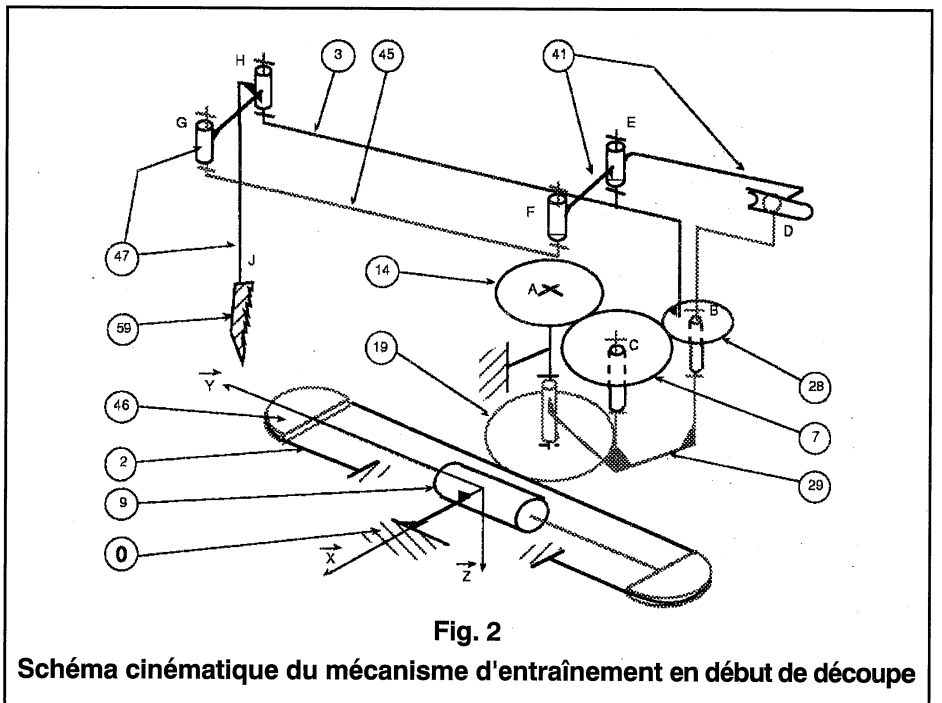


Fig. 2  
Schéma cinématique du mécanisme d'entraînement en début de découpe

pièce 29 ?

Préciser le sens ( $\pm y$ ) du déplacement  $u_{2/0}$ . En déduire la course  $c_{46/0}$  du piston 46 pour une rotation de  $+180^\circ$  du bras 3 autour de  $\vec{z}$ . Faire l'application numérique sachant que le diamètre primitif de la roue dentée à chaîne 19 vaut :  $D_{p19} = 168$  mm.

**1B.3-** Déterminer le module de la vitesse de translation  $v_{46/0}$  de la tige de vérin 46 par rapport au bâti 0 en fonction du débit d'alimentation  $Q$  du vérin et de la section utile  $S$  du piston. En déduire le temps  $T$  nécessaire pour la découpe d'un bloc d'ensilage.

Faire l'application numérique sachant que  $Q = 3$  l/mn et  $S = 4\,064$  mm<sup>2</sup>.

### 1C - Cadre 3

Dans ce cadre, pour des problèmes d'encombrement, les proportions entre les dimensions du parallélogramme et les dimensions du système de pignons ne seront pas nécessairement respectées.

Lors de la découpe d'un bloc d'ensilage, la double lame 59 doit rester parallèle à la tangente à la trajectoire du point H. On se

propose de déterminer une condition géométrique assurant cette propriété.

**1C.1-** Représenter, en traits fins et en vue suivant F, dans la position du **document 1** (les points H, E, A, B et D sont alignés), le cercle primitif de la roue **28** et les pièces suivantes modélisées par des segments de droite : le porte-satellites **29** (segment ABD), la coulisse **41** (segment DE), le bras **3** (segment BEH), le parallélogramme EFGH (l'angle FED est égal à  $90^\circ$ ), le porte-lame **47** (segment JH perpendiculaire à GH), la double lame **59** (perpendiculaire à JH).

**1C.2-** Représenter, sur la même figure, en surimpression et en traits forts, le même système lorsque le porte-satellites **29** a effectué une rotation  $\theta_{29/0} \approx -30^\circ$  autour de l'axe  $\vec{z}$ . Indiquer sur la figure les angles  $\theta_{28/0}$  et  $\theta_{28/29}$ .

**1C.3-** Déterminer les points  $I_{29/0}$  et  $I_{28/29}$  respectivement centre instantané de rotation (CIR) des mouvements de **29** par rapport à **0** et de **28** par rapport à **29**.

**1C.4-** Déterminer, par application du théorème des trois plans mobiles (ou théorème des trois CIR ou des trois plans glissants) la relation  $\vec{B}_{28/0} = f(\vec{A}B)_{28/0}$  est le CIR du mouvement de **28** par rapport à **0**.

**Remarque :** il est possible de retrouver ce résultat en exprimant les vitesses  $V(I_{28/29} \in 28/0)$  et  $V(I_{28/29} \in 29/0)$  en fonction des distances  $I_{28/29}I_{28/0}$  et  $I_{28/29}I_{29/0}$  et des taux de rotation  $\dot{\theta}_{28/0}$  et  $\dot{\theta}_{29/0}$ , et en développant  $V(I_{28/29} \in 28/29)$  en utilisant les deux termes précédents.

**1C.5-** Tracer la direction de  $V(H \in 28/0)$ . Montrer que la double lame **59** reste constamment perpendiculaire à la droite ED. Quelle condition doit vérifier la droite  $I_{28/0}H$  pour que la double lame **59** reste parallèle à la tangente à la trajectoire de H dans le repère lié à **0** ?

Quelle longueur doit-on donner à BD pour que la condition précédente soit vérifiée ? Faire l'application numérique avec  $BA = 132$  mm,  $BH = 1034$  mm,  $BE = 243$  mm.

## 1D - Cadre 4

On se propose de mettre en place la condition de jeu fonctionnel axial dans la liaison entre le porte-satellites **29** et le pignon **7** (voir coupe B-B).

**1D.1-** Tracer, en augmentant le jeu localisé entre le circlips **5** et la rondelle **6**, deux demi-vues représentant sous forme simplifiée l'assemblage des pièces **5**, **6**, **7**, **11**, **12** et **29**, respectivement dans les configurations de jeu maximum et de jeu minimum. Tracer les chaînes de cotes relatives aux jeux JM et Jm. **Notation :**  $a_i$  représente la cote relative à la pièce i. Les conditions extrémales sont notées  $a_{iM}$  et  $a_{im}$ .

**1D.2-** Exprimer littéralement  $a_{11M}$  et  $a_{11m}$

et faire l'application numérique pour obtenir un jeu  $J = 0,1^{+1,4}_0$  sachant que :

— le circlips et sa gorge sont standardisés :

$$a_5 = 2^{0}_{-0,1} \text{ et } a_9 = 2^{+0,1}_0;$$

— les rondelles antifriction sont standardisées :  $a_6 = a_{12} = 2 \pm 0,03$  ;

— le pignon **7** a une largeur  $a_7 = 30 \pm 0,05$  ;

— le fretage (ajustement serré) entre **11** et **29** est réalisé sur une longueur  $a_{29} = 60 \pm 0,1$ .

**1D.3-** Le jeu axial important de la liaison  $L_{7/29}$  peut conduire à remettre en cause le modèle de liaison pivot retenu. A partir de l'étude précédente, indiquer les dimensions à modifier pour réduire ce jeu. Quelle est la valeur mini du jeu maxi qu'il est possible d'obtenir avec une réalisation parfaite des pièces usinées (**7**, **11**, **29**) ? Compte tenu de cette valeur, quel modèle préconisez-vous pour la liaison  $L_{7/29}$  ?

## 1E - Cadre 5

Représenter la pièce **29** à la plus grande échelle possible, en perspective cavalière suivant la disposition proposée par la mise en page. Un coefficient de 1 sera choisi pour reporter les longueurs sur les fuyantes. Les congés et arrondis de faible rayon seront remplacés par des angles vifs.

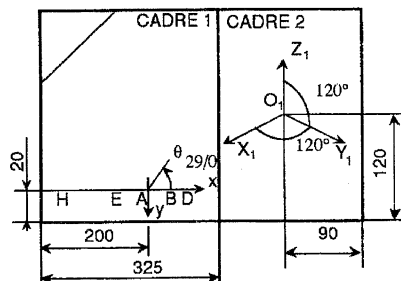
## 1F - Cadre 6

Les tuyaux flexibles qui arrivent sur le porte-lame **47** servent à amener et à évacuer de l'huile entraînant un moteur hydraulique. Ce dernier transforme cette énergie hydraulique en énergie mécanique délivrée sous la forme d'un mouvement de rotation continue associé à un couple d'entraînement. Le mouvement de la lame par rapport au porte-lame est rectiligne alternatif. On demande de proposer, en dehors du contexte du moteur hydraulique et sous la forme de schémas cinématiques minimaux, trois solutions pour transformer une rotation continue en une translation alternative.

## DESSIN AUX INSTRUMENTS

(durée 2 heures)

Cette partie sera traitée aux instruments sur le format demi-raisin fourni à la fin du croquis.



Dessin aux instruments (325x500). Grand axe horizontal

## Épure (durée conseillée : 1 h)

Le mécanisme se trouve dans la position où les points H, E, A et B sont alignés comme sur le **document 1**.

On donne :  $BA = 132$  mm,  $BE = 243$  mm,  $BH = 1034$  mm ;

$$BI_{28/0} = 3 \cdot AB; \theta_{29/0} = -3 \cdot \theta_{28/0}$$

**2A.1-** Représenter en traits fins, à l'échelle 1 : 5, en vue suivant F, le porte-satellites **29** limité au segment AB et le bras **3** limité au segment BH.

Déterminer les positions du point H correspondant aux angles :  $\theta_{28/0} = 15^\circ$  ;  $\theta_{28/0} = 30^\circ$  ;  $\theta_{28/0} = 45^\circ$ .

**2A.2-** Pour affiner le tracé de la trajectoire de H dans le repère lié à **0**, on se propose de déterminer les tangentes en ces quatre points. Pour cela on demande de :

— mettre en place la trajectoire du centre instantané de rotation  $I_{28/0}$  ;

— préciser les positions de  $I_{28/0}$  correspondant aux angles  $\theta_{28/0}$  ci-dessus ainsi qu'à l'angle  $\theta_{28/0} = 0^\circ$  ;

— tracer les tangentes à la trajectoire du point H pour les quatre positions ci-dessus.

**2A.3-** Écrire les équations paramétriques de la trajectoire de H en fonction du paramètre  $\theta_{28/0}$ .

Justifier que la trajectoire de H est une courbe qui admet comme axes de symétrie dans le 1/2 plan  $X < 0$ , l'axe  $\vec{AX}$  et dans le quadrant ( $X < 0, Y < 0$ ), l'axe incliné à  $45^\circ$  par rapport à  $\vec{AX}$  (ou  $\vec{AY}$ ). Tracer la trajectoire de H dans le repère lié à **0** correspondant à une évolution de  $\theta_{28/0}$  entre 0 et  $90^\circ$ .

**2A.4-** Sachant que le module de la vitesse  $V(B \in 29/0)$  est constant, déterminer graphiquement le module de la vitesse  $\vec{V}(H \in 28/0)$  pour les deux positions particulières du mécanisme repérées par  $\theta_{28/0} = 30^\circ$  et  $\theta_{28/0} = 45^\circ$ . On représentera  $\vec{V}(B \in 29/0)$  par un segment de 20 mm.

## Perspective

(durée conseillée : 1 h)

Représenter, suivant la disposition proposée dans la mise en page, la manivelle **38**, en perspective isométrique. Les dimensions mesurées sur le **document 1** seront reportées au double de leur grandeur sur les fuyantes.

Préciser l'échelle de la perspective sur votre dessin. Les congés et arrondis de faible rayon seront remplacés par des angles vifs.

Une erreur de 1 mm en plus ou en moins par rapport aux dimensions du sujet sera tolérée afin de permettre l'utilisation éventuelle de grilles trace-ellipses.

# Centrale - Supélec

Session de 1993

Le texte de cette épreuve a été publié dans le n° 49 de T&F.

## Désileuse

Épreuve : dessin d'organe  
mécanique - Option M P'

### 1A - Cadre 1

#### 1A.1-

$L_{28/29}$ ,  $L_{7/29}$ ,  $L_{47+48/3}$  : liaisons pivot qui ne permettent qu'un seul degré de liberté en rotation.

Dans la base  $[\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}]$ , les torseurs cinématiques associés à ces liaisons s'écrivent :

$$L_{28/29} \rightarrow \left\{ \tau_{c[28/29]} \right\}_B = \left\{ \begin{array}{l} \vec{\Omega}_{28/29} = \omega_{28/29} \cdot \vec{z} \\ \vec{V}_{[B \in 28/29]} = \vec{0} \end{array} \right\}_B$$

$$L_{7/29} \rightarrow \left\{ \tau_{c[7/29]} \right\}_C = \left\{ \begin{array}{l} \vec{\Omega}_{7/29} = \omega_{7/29} \cdot \vec{z} \\ \vec{V}_{[C \in 7/29]} = \vec{0} \end{array} \right\}_C$$

$$L_{47+48/3} \rightarrow \left\{ \tau_{c[47+48/3]} \right\}_H =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{\Omega}_{47+48/3} = \omega_{47+48/3} \cdot \vec{z} \\ \vec{V}_{[H \in 47+48/3]} = \vec{0} \end{array} \right\}_H$$

#### 1A.2- Solution technologiques retenues

$L_{28/29}$  : couple de surfaces cylindriques + deux roulements à rouleaux coniques + épaulement sur 30 + écrou 36 [ $L_{29/30}$  : encastrement].

$L_{7/29}$  : couple de surfaces cylindriques + une cage à aiguilles + épaulement sur 29 [6'] + circlips 5.

$L_{47+48/3}$  : montage en chape + goupilles 55 [certainement deux].

#### 1A.3- Analyse des différences entre les solutions

$L_{28/29}$  : 2 roulements à rouleaux coniques pour supporter des efforts radiaux et axiaux, pour augmenter la rigidité, pour diminuer le jeu dans la liaison.

$L_{7/29}$  : 1 cage à aiguilles pour supporter des efforts radiaux et pour un encombrement radial réduit.

$L_{47+48/3}$  : montage en chape car  $\omega_{47+48/3}$  faible.

### 1B - Cadre 2

#### 1B.1- Angle $\theta_{28/29}$

Roulement sans glissement au contact des surfaces primitives entre les roues 14 et 7, 7 et 28 :

$$\Rightarrow Z_{14} \cdot \theta_{14/29} = -Z_7 \cdot \theta_{7/29};$$

$$Z_7 \cdot \theta_{7/29} = -Z_{28} \cdot \theta_{28/29}.$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_{28/29}}{\theta_{14/29}} = + \frac{Z_{14}}{Z_{28}}.$$

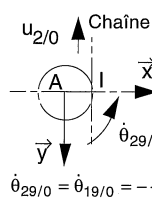
$$\theta_{14/29} = \theta_{14/0} - \theta_{29/0} = -\theta_{29/0} \text{ car } \theta_{14/0} = 0;$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_{28/29}}{\theta_{29/0}} = - \frac{Z_{14}}{Z_{28}} \text{ et } \frac{\theta_{28/0}}{\theta_{29/0}} = 1 - \frac{Z_{14}}{Z_{28}}.$$

A.N. :  $Z_{14} = 16$  dents ;  $Z_{28} = 12$  dents.

$$\frac{\theta_{28/29}}{\theta_{14/29}} = \frac{4}{3}; \quad \frac{\theta_{28/29}}{\theta_{29/0}} = -\frac{4}{3}; \quad \frac{\theta_{28/0}}{\theta_{29/0}} = -\frac{1}{3}.$$

#### 1B.2- Déplacement $u_{2/0}$ de la chaîne 2



$$\vec{V}_{I \in \text{chaîne}/0} = \vec{V}_{I \in 19/0}$$

$$\vec{V}_{I \in 19/0} = -\dot{\theta}_{19/0} \cdot \vec{z} \wedge + II \vec{A} II \cdot \vec{x}$$

$$\vec{V}_{I \in 19/0} = -\dot{\theta}_{19/0} \cdot II \vec{A} II \cdot \vec{y}$$

$$\dot{\theta}_{29/0} = \dot{\theta}_{19/0} = -\frac{1}{3} \cdot \dot{\theta}_{28/0}$$

$$\Rightarrow u_{2/0} = 2 \cdot c_{46/0} \text{ a lieu suivant } -\vec{y}. \text{ Donc :}$$

$$u_{2/0} = R_{p19} \cdot \theta_{29/0} \Rightarrow c_{46/0} = -3/2 \cdot \pi \cdot R_{p19}.$$

$$\text{A.N. : } R_{p19} = 84 \text{ mm} \Rightarrow c_{46/0} = -395,8 \text{ mm}.$$

#### 1B.3- Vitesse et durée de translation

$$V_{46/0} = Q/S \text{ et } T = \frac{c_{46/0}}{V_{46/0}}$$

$$\text{A.N. : } Q = 31/\text{min} ; S = 4064 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow V_{46/0} = 1,23 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} = 12,3 \text{ mm/s} ;$$

$$T \approx 32 \text{ s}.$$

### 1C - Cadre 3

1C.1 et 1C.2- Représentation du mécanisme dans la position du document 1 et après rotation de  $-30^\circ$  du porte-satellites 29.

Voir figure 1.

#### 1C.3- Détermination de $I_{29/0}$ et $I_{28/29}$

$L_{29/0}$  : liaison pivot en A  $\Rightarrow I_{29/0} \equiv A$  ;

$L_{28/29}$  : liaison pivot en B  $\Rightarrow I_{28/29} \equiv B$ .

#### 1C.4- Théorème des trois plans mobiles

$$\dot{\theta}_{ij} \cdot I_{ijk} + \dot{\theta}_{jk} \cdot I_{jkl} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \dot{\theta}_{28/0} \cdot I_{28/0} + \dot{\theta}_{0/29} \cdot I_{29/0} = \vec{0}$$

$$[ \vec{V}_{I_{28/29} \in 28/29} ] = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \vec{V}_{I_{28/29} \in 28/0} = \vec{V}_{I_{28/29} \in 29/0}$$

$$\Rightarrow \dot{\theta}_{28/0} \cdot \vec{z} \wedge I_{28/0} = \dot{\theta}_{29/0} \cdot \vec{z} \wedge I_{29/0}$$

$$\Rightarrow \dot{\theta}_{28/0} \cdot I_{28/0} - \dot{\theta}_{29/0} \cdot I_{29/0} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow I_{28/29} = - \frac{\dot{\theta}_{29/0}}{\dot{\theta}_{28/0}} \cdot I_{29/0}$$

Or  $\dot{\theta}_{29/0} = -3 \cdot \dot{\theta}_{28/0}$  (cf question 1B.1).

$$\text{D'où : } I_{28/0} = 3 \vec{AB}.$$

$$(I_{28/0} \in \text{droite ABD et } I_{28/0} = 3 \cdot \vec{AB}.)$$

#### 1C.5- Direction de $\vec{V}(H \in 28/0)$

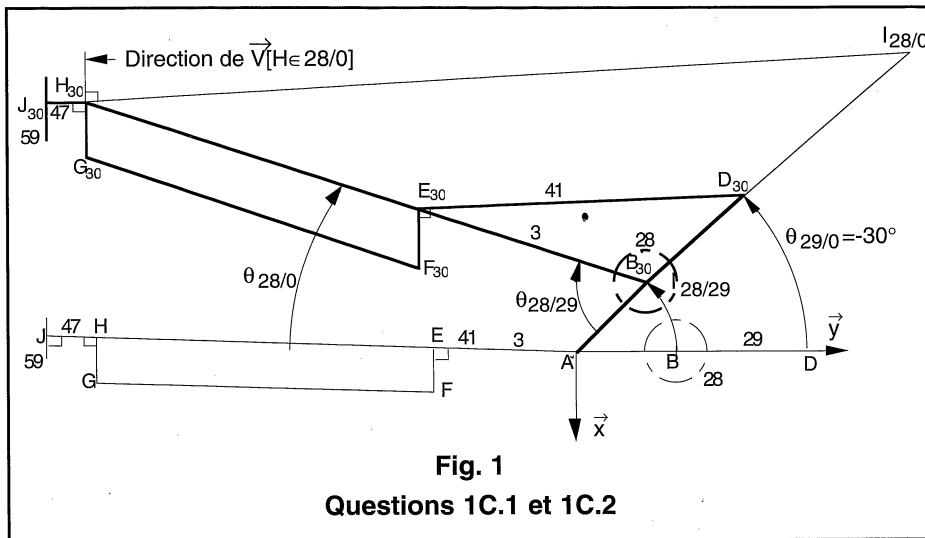
La direction de  $\vec{V}(H \in 28/0)$  est perpendiculaire à  $I_{28/0}$ .

Nous avons donc :  $59 // HG$  ;  $HG // EF$  ;  $EF \perp ED \Rightarrow 59 \perp ED$ .

Si 59 est parallèle à la trajectoire de H, alors 59 est parallèle à  $\vec{V}(H \in 28/0)$ .

$$\text{Comme } I_{28/0} \perp \vec{V}(H \in 28/0) \Rightarrow I_{28/0} \perp H // ED.$$

Les triangles BED et BHI<sub>28/0</sub> sont sembla



bles  $\Rightarrow BD \cdot BH = BI_{28/0} \cdot BE$  ;

$$\Rightarrow BD = \frac{BE}{BH} \cdot 3AB.$$

**A.N. :**  $BD = (243/1034) \cdot 3 \cdot 132 = 93 \text{ mm}.$

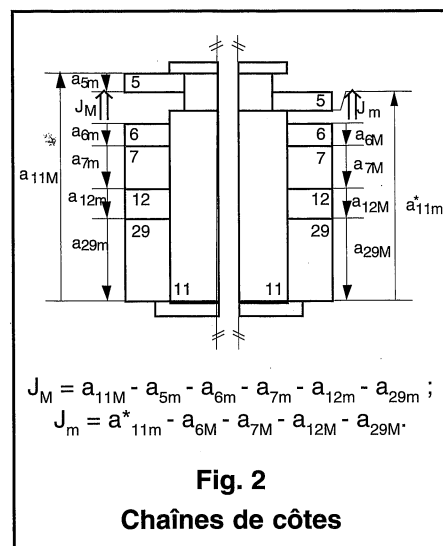
## 1D - Cadre 4

### 1D.1- Conditions fonctionnelles

29 étant montée serrée sur l'arbre, les deux configurations donnant les jeux maximum  $J_M$  et minimum  $J_m$  sont obtenues en fonction de la position du circlips dans sa gorge (voir **figure 2**). On a alors :

$$J_M = J_{1\max} \text{ et } J_m = J_{2\min}.$$

(La **figure 2** montre les chaînes de cotes relatives à ces conditions.)



$$J_M = a_{11M} - a_{5m} - a_{6m} - a_{7m} - a_{12m} - a_{29m} ;$$

$$J_m = a_{11m}^* - a_{6M} - a_{7M} - a_{12M} - a_{29M}.$$

### 1D.2- Calcul de $a_{11M}$ et $a_{11m}^*$

$$a_{11M} = J_M + a_{5m} + a_{6m} + a_{7m} + a_{12m} + a_{29m}$$

$$= 1,5 + 1,9 + 1,97 + 29,95 + 1,97 + 59,9$$

$$= 97,19 \text{ mm}.$$

$$a_{11m}^* = J_m + a_{6M} + a_{7M} + a_{12M} + a_{29M}$$

$$= 0,1 + 2,3 + 30,05 + 2,03 + 60,1$$

$$= 94,58 \text{ mm}.$$

On en déduit :  $a_{11m} = a_{11m}^* + a_{11\text{-gorge-m}}$

$$a_{11m} = 94,58 + 2,5 = 97,08 \text{ mm}.$$

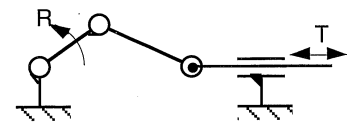
## 1E - Cadre 5

Voir **figure 3** la perspective cavalière de la pièce 29.

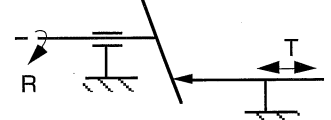
## 1F- Cadre 6

Exemples de solutions pour transformer une rotation continue en une translation alternative.

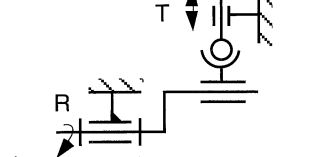
### 1- Mécanisme bielle -manivelle



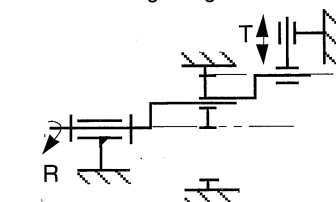
### 2- Moteur hydraulique à pistons axiaux



### 3- Moteur hydraulique à pistons radiaux



### 4- Train d'engrenage de La Hire



### 1D.3- Nature de la liaison $L_{7/29}$

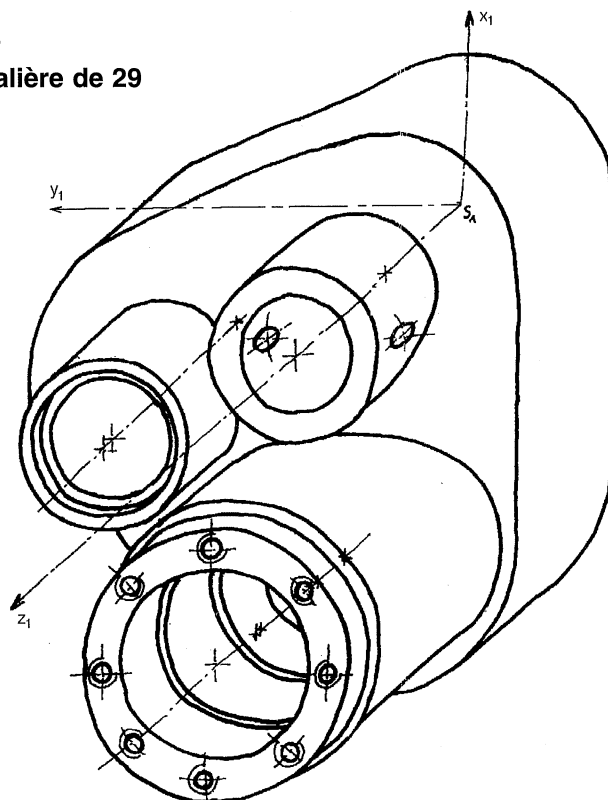
Les pièces 5, 6 et 12 étant des pièces manufacturées, les cotes  $a_5$ ,  $a_6$  et  $a_{12}$  ne peuvent être modifiées. Seules peuvent donc être modifiées les cotes usinées  $a_7$ ,  $a_{11}$  et  $a_{29}$ . Même en supposant leur réalisation parfaite, en adoptant pour les cotes  $a_7$ ,  $a_{11}$  et  $a_{29}$  leurs valeurs nominales  $a_7=30 \text{ mm}$ ,  $a_{11}=97 \text{ mm}$  et  $a_{29}=60 \text{ mm}$ , on aurait :

$$J_{1\min} = a_{11n} - a_{5M} - a_{6M} - a_{7n} - a_{12n} - a_{29M}, \text{ soit :}$$

$$J_{1\min} = 97 - 2 - 2,03 - 30 - 2,03 - 60 = 1,04 \text{ mm}.$$

Cette valeur élevée montre que le jeu important induit une mobilité non négligeable, rendant le modèle de liaison pivot pour  $L_{7/29}$  très limite : il serait donc plus juste de considérer la liaison comme une liaison pivot glissant.

**Fig. 3**  
**Perspective cavalière de 29**



# DESSINAUX INSTRUMENTS

## Épure (figure 4)

### 2A.1- Tracé des segments AB de 29 et BH de 3

$B \in$  cercle  $[A, AB]$ . Les trois positions  $H_i$  ( $i=1$  à 3) de H correspondent respectivement à  $\theta_{29/0} = -45^\circ, -90^\circ$  et  $-135^\circ$ , d'où se déduisent les points  $B_i$  ( $i=1$  à 3) : voir figure 4.

Le satellite 28 tourne sur lui-même, au cours du mouvement du porte-satellites 29, d'un angle  $\theta_{28/29} = \theta_{28/0} - \theta_{29/0}$ ; d'où  $B_i H_i$ , avec  $B_i H_i = BH$ .

### 2A.2- Tracé des tangentes en $H_i$ ( $i=0$ à 3)

Le théorème des trois plans glissants :

$$\begin{aligned} \omega_{ij} \cdot l_{ij} \vec{l}_{ik} + \omega_{jk} \cdot l_{jk} \vec{l}_{ik} &= \vec{0} \\ \Rightarrow \omega_{28/29} \cdot l_{28/29} \vec{l}_{28/0} + \omega_{29/0} \cdot l_{29/0} \vec{l}_{28/0} &= \vec{0} \\ \Rightarrow l_{29/0} \vec{l}_{28/0} &= - \frac{\omega_{28/29}}{\omega_{29/0}} \cdot l_{28/29} \vec{l}_{28/0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Or } A \equiv l_{29/0} ; B \equiv l_{28/29} ; \\ \omega_{28/29} = \omega_{28/0} - \omega_{29/0} = -4/3 \cdot \omega_{29/0} ; \end{aligned}$$

$$\Rightarrow A l_{28/0} = \frac{4}{3} \cdot B l_{28/0} \Rightarrow l_{28/0} \in \text{cercle}[A, 4AB].$$

D'où les points  $l_{28/0}$  à  $l_{28/03}$ . Les tangentes à la trajectoire en  $H_0$  à  $H_3$  sont donc respectivement perpendiculaires aux directions  $l_{28/0} H_0$ ,  $l_{28/01} H_1$ ,  $l_{28/02} H_2$  et  $l_{28/03} H_3$ .

### 2A.3- Équations paramétriques

De  $\vec{AH} = \vec{AB} + \vec{BH}$ , on tire :

$$\begin{aligned} X_H &= \overline{AB} \cdot \cos|\theta_{29/0}| - \overline{BM} \cdot \cos|\theta_{28/0}| \\ &= \overline{AB} \cdot \cos 3|\theta_{28/0}| - \overline{BM} \cdot \cos|\theta_{28/0}| ; \\ Y_H &= -\overline{AB} \cdot \sin|\theta_{29/0}| - \overline{BM} \cdot \sin|\theta_{28/0}| \\ &= -\overline{AB} \cdot \sin 3|\theta_{28/0}| - \overline{BM} \cdot \sin|\theta_{28/0}|. \end{aligned}$$

En remplaçant  $|\theta_{28/0}|$  par  $-|\theta_{28/0}|$  :

$$\begin{aligned} X_H &= \overline{AB} \cdot \cos 3|\theta_{28/0}| - \overline{BM} \cdot \cos|\theta_{28/0}| ; \\ Y_H &= +\overline{AB} \cdot \sin 3|\theta_{28/0}| + \overline{BM} \cdot \sin|\theta_{28/0}| ; \end{aligned}$$

$X_H$  est inchangé et  $Y_H$  devient  $-Y_H$  : la trajectoire de H est symétrique par rapport à l'axe  $\vec{Ax}$ .

En remplaçant  $|\theta_{28/0}|$  par  $\pi/2 - |\theta_{28/0}|$  :

$$\begin{aligned} X_H &= -\overline{AB} \cdot \sin 3|\theta_{28/0}| - \overline{BM} \cdot \sin|\theta_{28/0}| ; \\ Y_H &= +\overline{AB} \cdot \cos 3|\theta_{28/0}| - \overline{BM} \cdot \cos|\theta_{28/0}| ; \end{aligned}$$

$X_H$  et  $Y_H$  commutent : la trajectoire de H est symétrique par rapport à un axe incliné à  $45^\circ$  vis-à-vis de l'axe  $\vec{Ay}$ , dans le quadrant ( $X < 0, Y < 0$ ).

Le tracé de la trajectoire de  $H_3 H_4$  se fait en utilisant cette propriété.

Exemples :  $H_i \rightarrow H_j$  ;  $H_i \rightarrow H_m$ .

### 2A.4- Module de la vitesse $\vec{V}(B \in 29/0)$

$$B \equiv l_{28/29} \Rightarrow \vec{V}[B \in 28/0] = \vec{V}[B \in 29/0].$$

$\vec{V}[B_i \in 28/0]$  est perpendiculaire à  $AB_i$  en  $B_i$ .

$\vec{V}[H_1 \in 28/0]$  et  $\vec{V}[H_2 \in 28/0]$  sont obtenus par équiprojectivité, respectivement à partir de  $\vec{V}[B_1 \in 28/0]$  et  $\vec{V}[B_2 \in 28/0]$ .

$\vec{V}[H_0 \in 28/0]$  et  $\vec{V}[H_3 \in 28/0]$  sont obtenus respectivement à partir de  $\vec{V}[B_0 \in 28/0]$ ,  $l_{28/00}$ ,  $\vec{V}[B_3 \in 28/0]$ ,  $l_{28/04}$ .

## Perspective

La manivelle 38 est représentée en perspective isométrique figure 5.

Le fichier de génération de "manivelle 38" pour DMT3D version 3,5 est donné ci-après.

Fichier de commande "manivelle 38".

```

CYL (57.0000, 30.0000)
(*formes extérieures sans nervures*)
NET
CYL (14.0000, 12.0000)
TX (62.0000)
TZ (-7.0000)
DEF ('ma2')
NET
CYL (13.0000, 10.0000)
TX (62.0000)
TZ (-17.0000)
DEF ('ma3')
NET
ADI ('ma2','ma3','ma4')
NET
ADI ('ma1','ma4','ma5')
NET
CYL (52.0000, 12.0000) (*évidement central*)
TZ (5.0000)
DEF ('ma6')
NET
CYL (54.0000, 17.0000)
TZ (17.0000)
DEF ('ma7')
NET
ADI ('ma6','ma7','ma8')
NET
SOU ('ma5','ma8','ma9')
NET
    
```

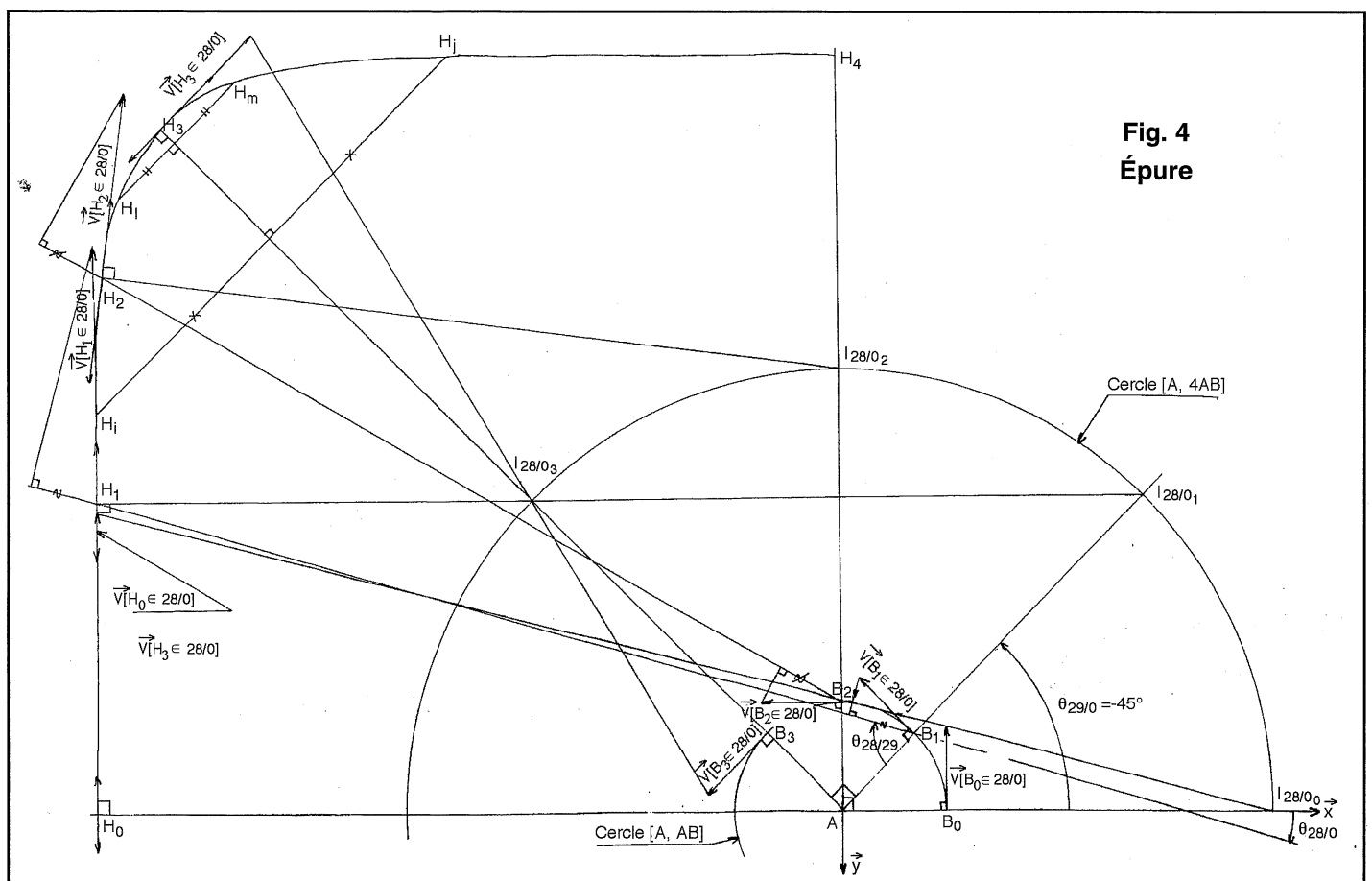
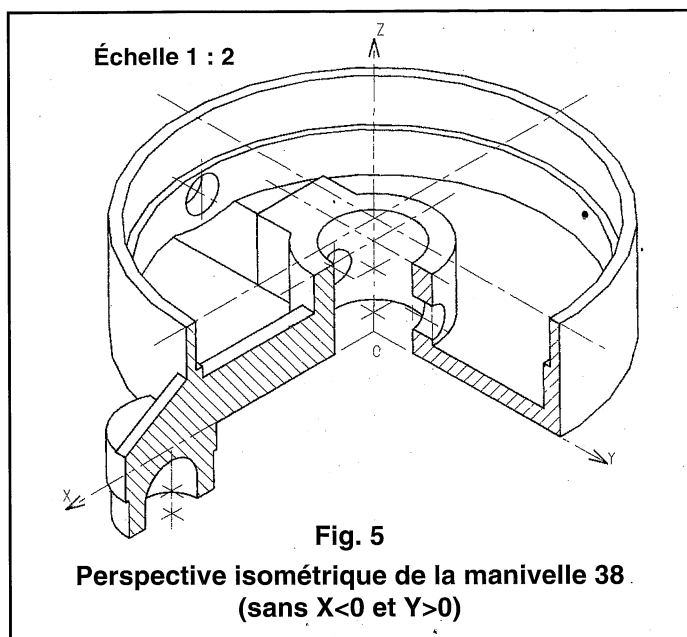


Fig. 4  
Épure





PAR (20.0000, 20.0000, 19.0000)  
 ("bossage" central\*)  
 TX (-10.0000)  
 TY (-25.0000)  
 TZ (5.0000)  
 DEF ('ma10')  
 NET  
 CYL (18.0000, 19.0000)  
 TZ (5.0000)  
 DEF ('ma11')  
 NET  
 ADI ('ma10', 'ma11', 'ma12')  
 NET  
 ADI ('ma9', 'ma12', 'ma13')  
 NET  
 CYL (58.0000, 70.0000) (\*évide-  
 ment au fond de la manivelle pour  
 le passage)  
 DEF ('ma14')

NET  
 CYL (52.0000, 75.0000)  
 TZ (-3.0000)  
 DEF ('ma15')  
 NET  
 CYL (21.2000, 28.0000)  
 RX (90.0000)  
 TY (-25.0000)  
 TZ (24.0000)  
 DEF ('ma16')  
 NET  
 PAR (56.0000, 56.0000,  
 56.0000)  
 TX (-28.0000)  
 SOU ('ma14', 'ma15', 'ma18')  
 NET  
 SOU ('ma16', 'ma18', 'ma19')  
 NET  
 SOU ('ma19', 'ma17', 'ma20')

NET  
 SOU ('ma13', 'ma20', 'ma21')  
 NET  
 PAR (40.0000, 8.0000, 9.0000)  
 (\*nervures\*)  
 TX (15.0000)  
 TY (-4.0000)  
 TZ (5.0000)  
 DEF ('ma22')  
 NET  
 PAR (22.0000, 6.0000, 11.5000)  
 DEF ('ma23')  
 NET  
 PAR (42.0000, 14.0000, 10.0000)  
 TX (-42.0000)  
 TY (-7.0000)  
 RY (30.0000)  
 TX (22.0000)  
 DEF ('ma24')  
 NET  
 SOU ('ma23', 'ma24', 'ma25')  
 NET  
 VOL ('ma25')  
 TX (54.0000)  
 TY (-3.0000)  
 TZ (5.0000)  
 DEF ('ma26')  
 NET  
 ADI ('ma21', 'ma22', 'ma27')  
 NET  
 ADI ('ma27', 'ma26', 'ma28')  
 NET  
 NS =30  
 (\*car augmentation intempestive  
 de NS ; problème non résolu par  
 MECASOFT\*)  
 CYL (12.0000, 28.0000) (\*alé-  
 sage pour "bossage" central\*)  
 TZ (-2.0000)  
 DEF ('ma29')  
 NET  
 CYL (4.5000, 56.0000) (\*trous de  
 passage pour la goupille 37\*)  
 RX (90.0000)  
 TY (28.0000)

TZ (11.0000)  
 DEF ('ma30')  
 NET  
 CYL (5.0000, 14.0000)  
 RX (90.0000)  
 TZ (11.0000)  
 TY (-48.0000)  
 DEF ('ma31')  
 NET  
 SPH (8.0000, 8.0000) (\*évide-  
 ment de la partie qui reçoit le  
 roulement 35)  
 DEF ('ma32')  
 NET  
 CYL (8.0000, 10.0000)  
 TZ (-10.0000)  
 DEF ('ma33')  
 NET  
 ADI ('ma32', 'ma33', 'ma34')  
 NET  
 VOL ('ma34')  
 TX (62.0000)  
 TZ (-11.0000)  
 DEF ('ma35')  
 NET  
 SOU ('ma28', 'ma29', 'ma36')  
 (\*manivelle\*)  
 NET  
 SOU ('ma36', 'ma30', 'ma37')  
 NET  
 SOU ('ma37', 'ma31', 'ma38')  
 NET  
 SOU ('ma38', 'ma35', 'manivelle')  
 TEMP0 (10)  
 NET  
 PAR (85.0000, 85.0000, 85.0000)  
 (\*manivelle au un quart\*)  
 TZ (-42.5000)  
 DEF ('ma39')  
 NET  
 SOU  
 ('manivelle', 'ma39', 'maniquart')  
 TEMP0 (10)  
 NET  
 fin

## LOGICIEL DE CLIMATISATION DIDAC-CLIM

**D**idac-Clim est un logiciel de simulation dynamique du comportement thermique des locaux spécialement adapté aux besoins de l'enseignement.

Sa conception particulière (utilisation des méthodes impulsives à la résolution du régime thermique variable) permet son utilisation sur micro-ordinateur IBM PC, AT, PS ou compatibles, conduit à des temps de calcul réduits et donne une bonne précision des résultats (erreurs d'arrondis réduites, stabilité du schéma de calculs, passage immédiat au régime périodique établi).

Moins onéreux que le logiciel Eco-Clim employé dans les bureaux d'études, son utilisation est plus restrictive en ce qui concerne la diversité architecturale des locaux étudiés.

Appliqué à l'étude de certains locaux de référence, Didac-Clim permet de résoudre les problèmes suivants : calcul des apports, détermination de l'évolution de la température intérieure d'un local non climatisé, calcul du flux énergétique à fournir pour climatiser un local à température constante ou variable (dérive de la température intérieure, modulation de celle-ci en fonction de la température extérieure), calcul de la surpuissance à pré-

voir en régime intermittent quotidien compte tenu du temps de remise en régime thermique, calcul des besoins énergétiques sur une séquence de plusieurs jours où les conditions climatiques sont connues.

D'un prix modique, Didac-Clim est comme le logiciel Combust diffusé dans l'enseignement technique en France et en Suisse.

### ADRTB

Association pour le Développement de la Recherche en Thermique du Bâtiment.  
 6, rue Alsace-Lorraine - 78530 Buc.  
 Tél. : (1) 39 56 34 39.