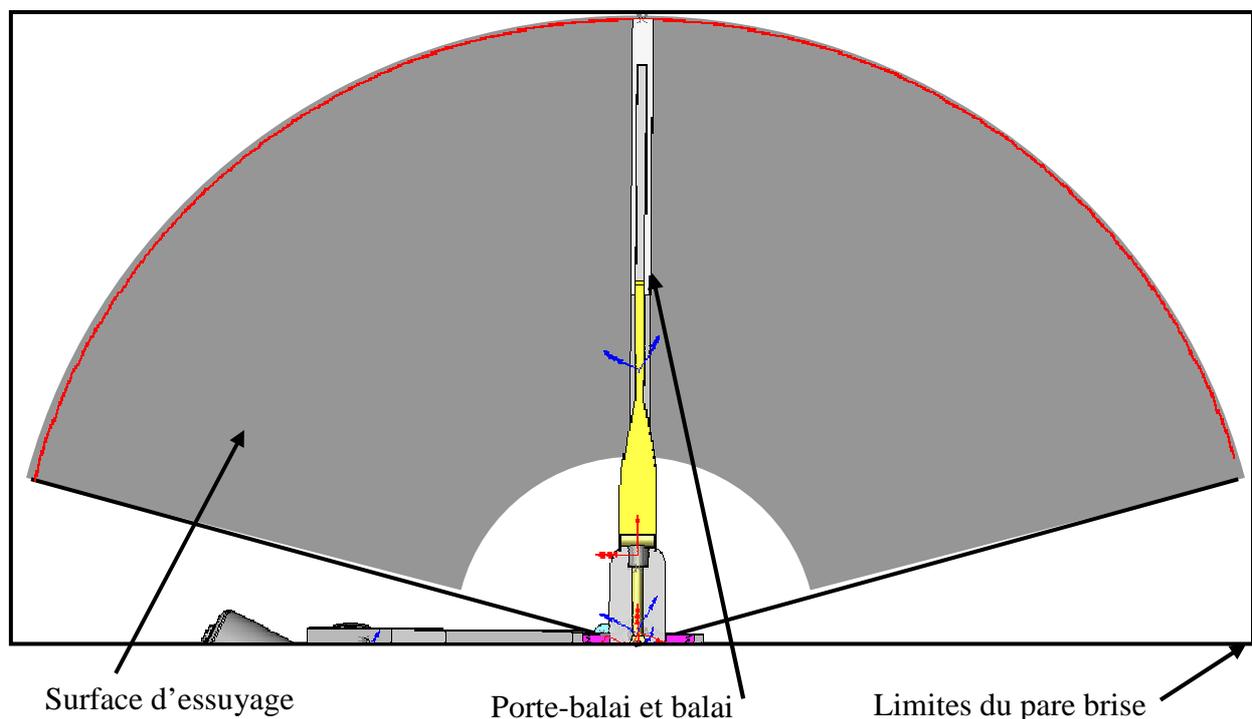


# Analyse cinématique du mécanisme d'essuie-glace Bosch

## 1. Présentation du support d'étude

Les essuies glace-centraux (un seul balai) existent depuis longtemps. Leur principal inconvénient est d'avoir une surface d'essuyage relativement réduite (voir ci-dessous) :

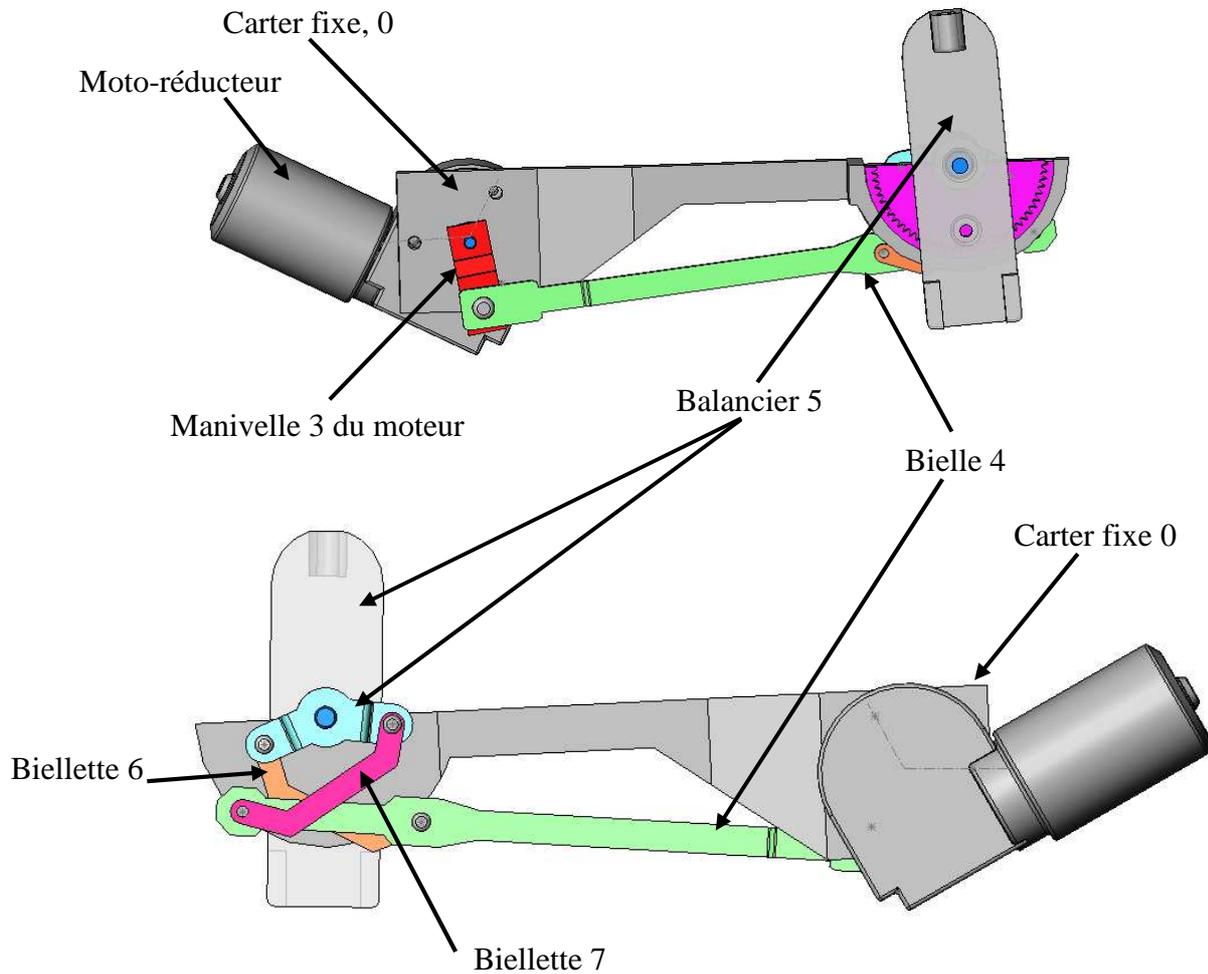


On constate qu'il réside de nombreuses zones non essuyées, ce qui réduit le champ de vision du conducteur. En 1988, le constructeur allemand Bosch propose alors un mécanisme d'essuie-glace à balai central permettant d'avoir une surface d'essuyage plus importante. Ce mécanisme équipera alors certaines Mercedes. Le principe est d'élaborer une surface d'essuyage « rectangulaire ». Le mécanisme, support de l'étude qui va suivre, est constitué de deux parties distinctes :

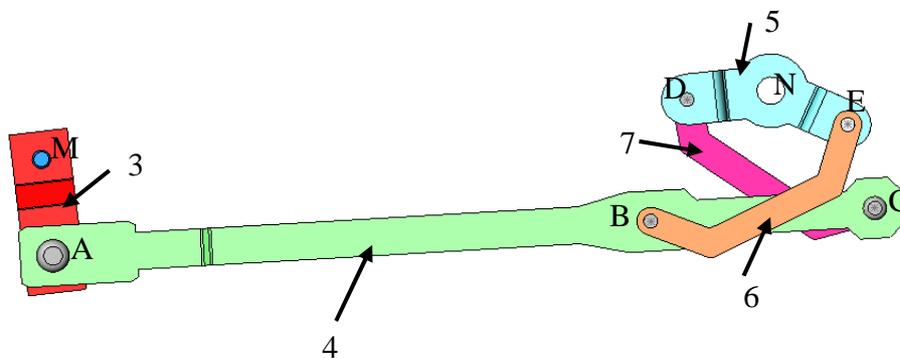
- Une première partie gérant la rotation alternative d'un balancier par rapport à la voiture, ce qui constituera notre première étude. Ce mécanisme est un mécanisme classique utilisé sur toutes les solutions à essuie-glace central. Dans le cas général, le balancier est alors directement le porte balai.
- Une partie supplémentaire, qui se rajoute au mécanisme traditionnel, et qui gère la sortie du porte balai et de son balai par rapport au balancier. Cette partie constituera notre deuxième étude.

## 2. Etude du mécanisme de rotation alternative du balancier

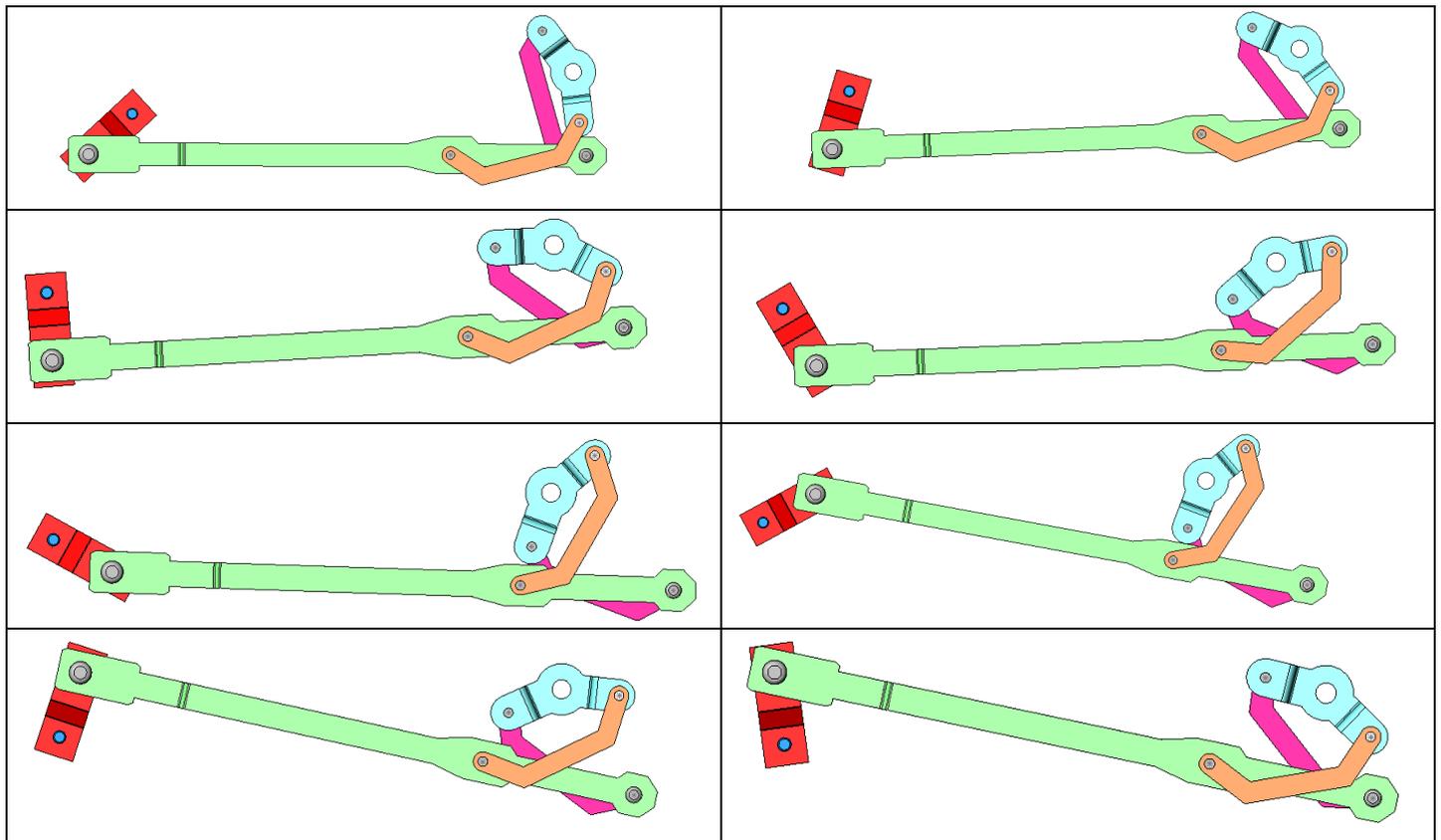
### a. Repérage



Vue avec une partie du balancier et le carter enlevés :



Les photos ci-dessous montrent le mécanisme de rotation dans différentes positions :



### b. Travail demandé

L'objectif de cette première partie est de comprendre le système de transformation de mouvement entre la manivelle 3 du moteur (rotation continue) et le balancier 5 (rotation alternative).

Connaissant la vitesse de rotation de la manivelle 3, nous allons chercher (dans la configuration du document réponse 1), la vitesse de rotation du balancier 5.

Une étude graphique est envisagée dans un premier temps. Elle se fera dans le plan de mouvement.

Le document réponses 1 fournit le schéma cinématique plan du mécanisme de rotation. Ce mécanisme transforme le mouvement de rotation continue de la manivelle 3 en mouvement de rotation alternative du balancier 5. Dans le cadre de l'étude plane, toutes les liaisons entre les pièces sont considérées comme des liaisons pivot.

On sait que l'arbre de sortie 3 du moto-réducteur a une vitesse de rotation de 114 tr/min.

Le dessin est donné à l'échelle  $1/\sqrt{2}$ .

1- **Montrer** que  $\|\vec{V}(A \in 3/0)\| \approx 0,5 \text{ m/s}$ .

L'échelle pour la construction des vitesses adoptée sera de 100 mm pour 0,5 m/s.

2- **Tracer** sur le document réponses 1,  $\vec{V}(A \in 3/0)$ . On considérera pour cela que la rotation de 3/0 se fait dans le sens trigonométrique.

L'objectif est maintenant de trouver la vitesse du point D appartenant à 5 dans son mouvement par rapport au bâti 0 :  $\vec{V}(D \in 5/0)$  afin d'évaluer par la suite  $\|\vec{\Omega}(5/0)\|$ .

Pour cela :

3- **Déterminer** une droite sur laquelle se trouve  $I_{40}$ . Une justification sur la copie est attendue.

- 4- En s'intéressant au solide 6, **déterminer** une droite sur laquelle se trouve  $I_{54}$ . Une justification sur la copie est attendue.
- 5- En s'intéressant au solide 7, **déterminer** une autre droite sur laquelle se trouve  $I_{54}$ . Une justification sur la copie est attendue. En déduire alors la position exacte de  $I_{54}$ .

Nous connaissons désormais  $I_{54}$ .

- 6- Déterminer une seconde droite sur laquelle doit se trouver  $I_{40}$ . Cette droite est bien sûr différente de celle déterminée à la question 5.
- 7- A l'aide des questions précédentes, en déduire la position de  $I_{40}$ .

On connaît définitivement  $I_{40}$  et  $I_{54}$ .

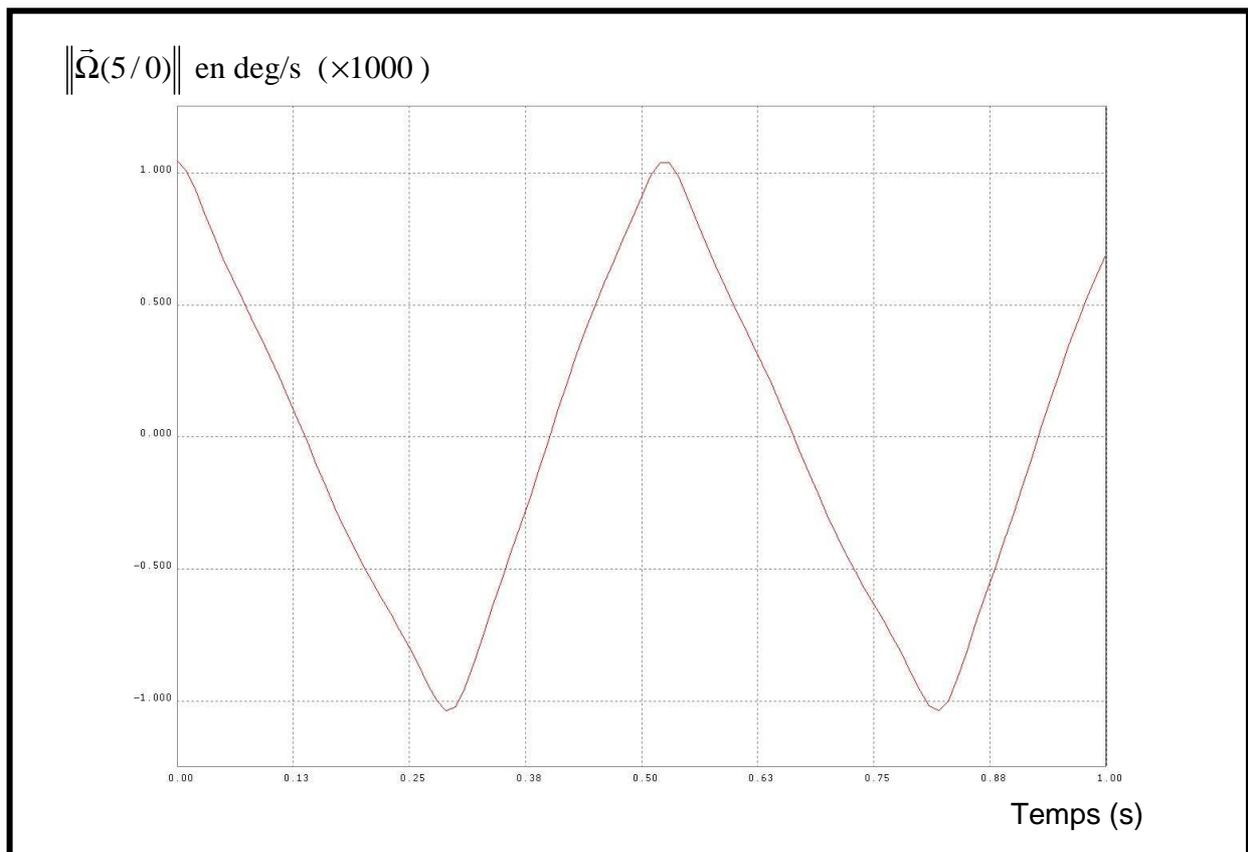
- 8- Déterminer graphiquement  $\vec{V}(D \in 4/0)$ .
- 9- Déterminer graphiquement, en justifiant sur la copie,  $\vec{V}(D \in 5/0)$ . **Trouver** sa norme en m/s.

### c. Résultats simulés

Le modèle numérique du mécanisme est simulé grâce à **Motionworks**. La construction graphique précédente correspond à une position particulière alors que la simulation prend en compte l'ensemble des positions atteignables ce qui permet de vérifier le cas particulier.

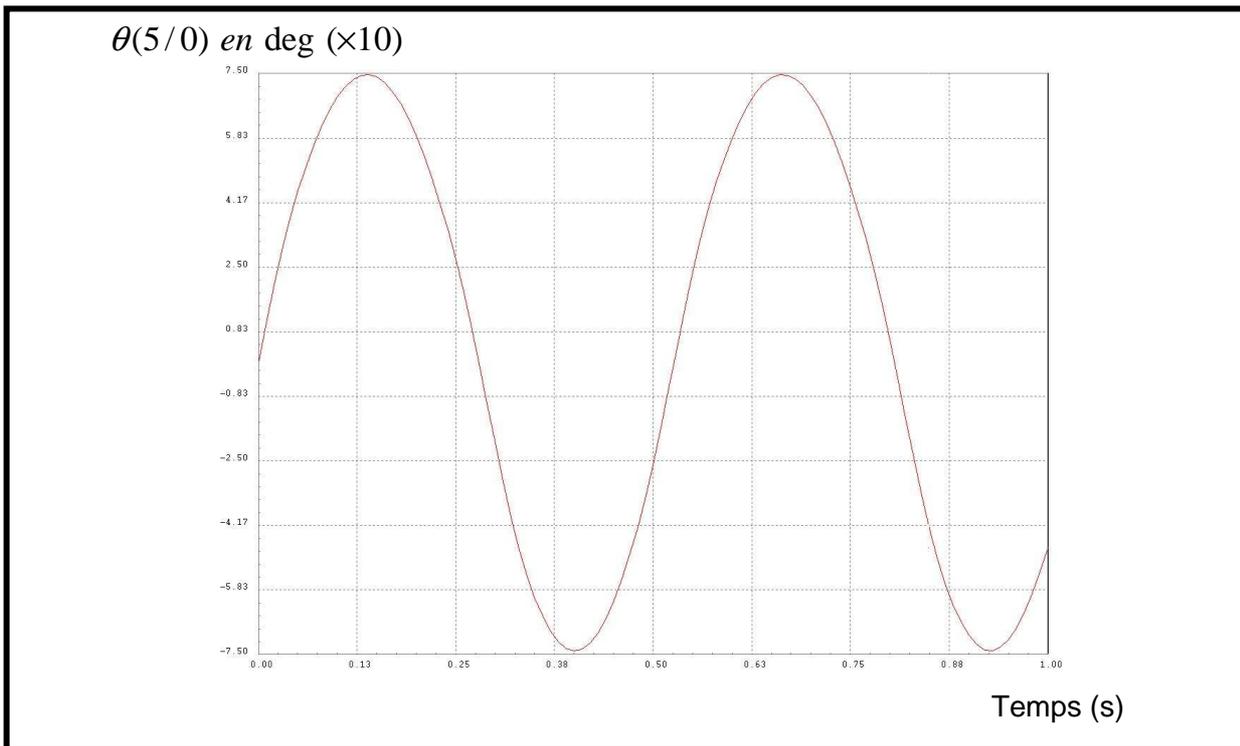
On obtient ainsi :

- Norme de la vitesse de rotation du balancier 5 par rapport au repère carter fixe 0 :



- 10- Compte tenu du fait que la construction graphique a été effectuée à l'instant **0,1s**, vérifier graphiquement la valeur déterminée pour la norme de  $\vec{V}(D \in 5/0)$ . On rappelle que le document réponses 1 est donné à l'échelle  $1/\sqrt{2}$ .

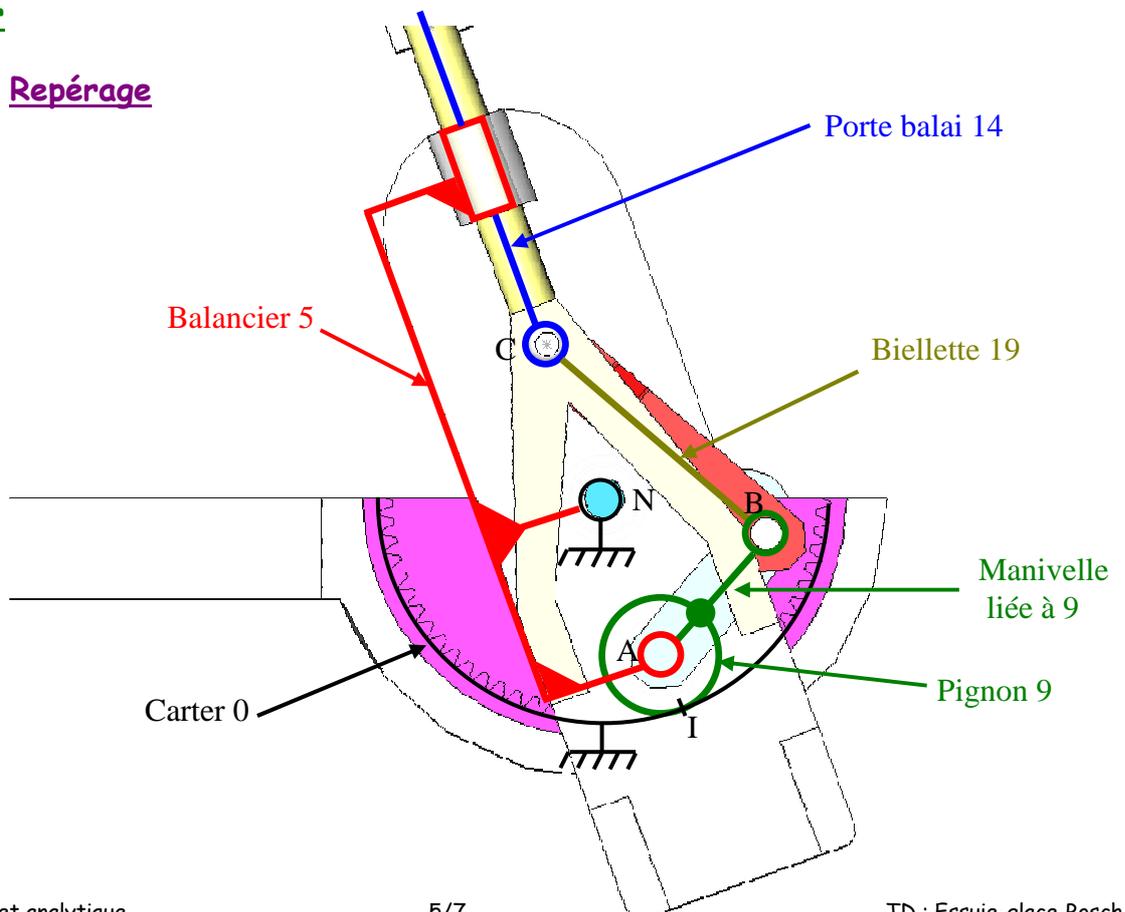
- Position angulaire du balancier 5 par rapport au repère carter fixe 0 :

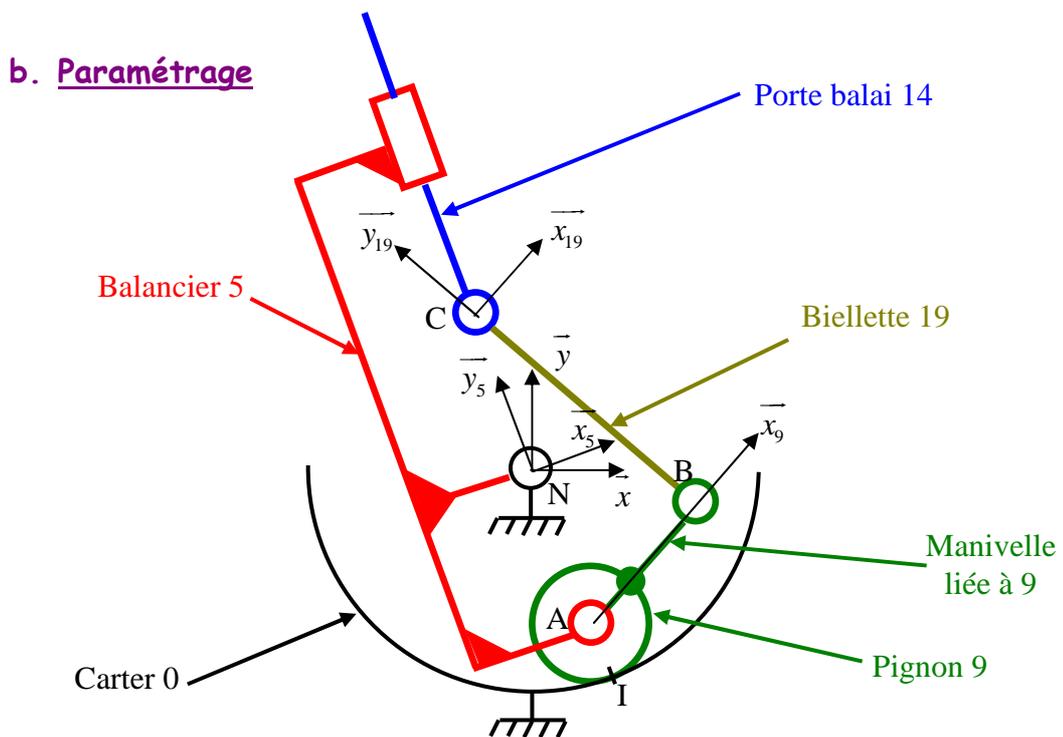


- 11- **Déterminer** la valeur de l'amplitude de l'angle de rotation du balancier 5 par rapport au carter en expliquant votre démarche. Représenter qualitativement sur la copie les limites droite et gauche de la surface balayée du pare-brise.

**3. Etude du mécanisme de translation alternative du porte balai par rapport au balancier**

a. Repérage





Au bâti 0 est associé le repère  $(N, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ .

Au balancier 5, on associe le repère  $(N, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z})$ , avec  $\beta = (\vec{x}, \vec{x}_5) = (\vec{y}, \vec{y}_5)$ . La loi temporelle de  $\beta(t)$  a été déterminée dans la partie précédente.

Au pignon 9, on associe le repère  $(A, \vec{x}_9, \vec{y}_9, \vec{z})$ , avec  $\gamma = (\vec{x}_5, \vec{x}_9) = (\vec{y}_5, \vec{y}_9)$ .

A la bielle 19 est associée le repère  $(C, \vec{x}_{19}, \vec{y}_{19}, \vec{z})$  avec  $\delta = (\vec{x}_5, \vec{x}_{19}) = (\vec{y}_5, \vec{y}_{19})$ .

Tous les angles sont des fonctions temporelles deux fois dérivables du temps.

On donne :

$$\overline{AB} = r \vec{x}_9 \text{ avec } r = 40 \text{ mm, } r \text{ est donc constant.}$$

$$\overline{BC} = L \vec{y}_{19} \text{ avec } L = 72 \text{ mm, } L \text{ est donc constant.}$$

Le rayon du pignon est noté  $R_9$  et celui de la couronne intérieure du carter 0 est choisi tel que  $R_0=48$  mm dans un souci d'encombrement fixé par le cahier des charges. Ils sont constants.

On donne enfin  $\overline{AC} = \lambda \vec{y}_5$ , avec  $\lambda$  fonction deux fois dérivable du temps.

**c. Travail demandé**

- 1- **Tracer** les trois figures planes de changement de base.
- 2- **Compléter** le schéma cinématique en 3D esquissé sur le document réponses 2, en utilisant une couleur par solide, en représentant les liaisons manquantes et en indiquant les points manquants.
- 3- A partir de l'hypothèse de roulement sans glissement en I du pignon par rapport au carter, **déterminer** la relation liant  $\dot{\gamma}$  à  $\dot{\beta}$ ,  $R_0$  et  $R_9$ .

Le cahier des charges impose que l'amplitude de variation de  $\beta$ , notée  $\Delta\beta$  (voir partie 2), soit de  $150^\circ$ .

- 4- Quel doit être, sur l'amplitude totale du mouvement, le nombre de tours réalisés par le pignon 9 par rapport au balancier 5 ?

- 5- Montrer alors qu'il faut nécessairement que  $R_9=10$  mm.
- 6- Lorsque  $\beta = 0^\circ$ , que doit alors valoir  $\gamma$ ? Déterminer alors l'équation de  $\gamma$  en fonction de  $\beta$ .
- 7- Déterminer les trois valeurs de  $\beta$ , notées  $\beta_0 < \beta_1 < \beta_2$ , pour lesquelles le porte balai est complètement rentré par rapport au balancier.
- 8- **Déterminer** les 2 valeurs de  $\beta$ , notées  $\beta_3 < \beta_4$ , pour lesquelles le porte balai est complètement sorti par rapport au balancier.
- 9- Par un bouclage géométrique, **déterminer** deux relations scalaires faisant intervenir  $\lambda$ ,  $r$ ,  $L$ ,  $\gamma$  et  $\delta$ .
- 10- **Déterminer** l'expression de  $\lambda$  en fonction de  $r$ ,  $L$  et  $\gamma$ .
- 11- **Donner** les deux valeurs extrêmes de  $\lambda$ , et faire les applications numériques.

Le balai est fixé en liaison encastrement avec le porte balai. Ses deux positions extrêmes selon l'axe  $(N, \overline{y_5})$  sont notées  $C_1$  et  $C_2$  telles que  $\overline{CC_1} = a_1 \overline{y_5}$  et  $\overline{CC_2} = a_2 \overline{y_5}$  avec  $a_1 = 52$  mm et  $a_2 = 652$  mm.

Sur le document réponses 3, on souhaite représenter la surface d'essuyage, dans le cas où il n'y a pas de mécanisme de sortie du porte balai par rapport au balancier puis dans le cas du mécanisme étudié ci-dessus. Seul le point N, important, est indiqué, avec les angles de  $15^\circ$  (à interpréter). L'échelle est de 1/10.

- 12- **Dessiner** la trajectoire des points  $C_1$  et  $C_2$  lors :
  - D'un mécanisme traditionnel sans mécanisme de sortie du porte balai par rapport au balancier (le porte balai, le balai et le balancier sont considérés dans ce cas en liaison encastrement).
  - Du mécanisme Bosch (dans ce cas les trajectoires ne seront que qualitatives, ne pas les tracer point par point !).
- 13- **Conclure** quant à la qualité d'essuyage avec le mécanisme BOSCH par rapport au mécanisme traditionnel.

. . . **FIN** . . .