

# LMECA1210 - Projet en construction mécanique 1

## Dimensionnement d'une bielle

année académique 2014-2015



Groupe 1

CHANDELLE François, 3673-13-00

DISPAS David, 7189-12-00

PAQUET Arnaud, 3668-13-00



ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE  
DE LOUVAIN

# Chapitre 1

## Réponse aux questions

Le fonctionnement d'un moteur à explosion repose sur la conversion du mouvement alternatif du piston en rotation du vilebrequin. Cela se fait par l'intermédiaire d'une bielle. Cette pièce, répétant un cycle à raison de plusieurs milliers de fois par minute, subit des forces conséquentes. Il est donc primordial d'en faire l'analyse afin de prévoir sa forme optimale et les efforts maximaux à devoir supporter.

### 1.1 Mesures

Le mécanisme qui nous intéresse est un système regroupant piston, bielle et manivelle (voir figure 1.1). Notre groupe ayant reçu le vilebrequin d'une Audi A4 lors des séances de mesures, nous traiterons ici en particulier du moteur de cette voiture. De nos mesures, nous avons pu déduire la longueur  $R$  de la manivelle. Cette distance est égale à la moitié de la course du piston. Les groupes 12 et 16 nous ont donné respectivement la longueur de la bielle,  $L$ , et celles des axes du piston (celui-ci a en effet une forme elliptique dans notre cas). Le grand axe du piston est égal à l'alésage  $D$  des cylindres. Il est possible de trouver la cylindrée unitaire  $V_c$  grâce à la formule suivante :

$$V_c = \frac{\pi D^2 R}{2}$$

En multipliant ce volume par quatre, le nombre de cylindres, nous obtenons la cylindrée du moteur. Les valeurs réelles de  $R$ ,  $D$  et  $V_c$  nous ont été fournies dans un document annexe. Nous utiliserons ces données pour bénéficier d'une plus grande précision.

Pour finir, ne connaissant pas précisément le modèle de la voiture, nous ne pouvons qu'estimer le taux de compression, qui désigne le rapport du volume de la chambre de combustion lorsque le piston est au point minimum (en bas) sur le volume au point maximum (en haut). Une voiture dont le moteur fonctionne au diesel, a un taux de compression assez haut. Pour une Audi A4, il avoisine 19.5 dans le cas d'une cylindrée égale à 1896 (comme pour la série B5<sup>1</sup>). Le résumé des mesures se trouve dans le tableau ci-dessous (voir figure 1.2).

---

1. [http://www.auto-data.net/en/?f=showCar&car\\_id=4416](http://www.auto-data.net/en/?f=showCar&car_id=4416)

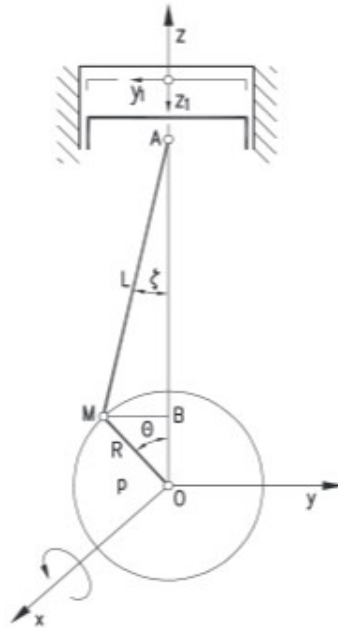


FIGURE 1.1 – Piston, bielle et manivelle

Longueur mesurée	Abréviation	Mesure	Distance réelle
Grand axe du piston	D	79.4mm	79.5mm
Rayon de manivelle	R	47mm	47.75mm
Longueur de la bielle	L	/	199.5mm
Cylindrée unitaire	$V_c$	465cc	474cc
Taux de compression	$\tau$	/	19.5

FIGURE 1.2 – Les différentes mesures

## 1.2 Evolution de la pression dans le cylindre

Nous pouvons à présent analyser l'évolution de la pression dans le cylindre lors des différentes phases du moteur. Il est judicieux d'utiliser l'angle du vilebrequin  $\theta$  comme variable de la fonction de pression, qui sera alors périodique de période  $4\pi$  (deux tours de vilebrequin). En partant de l'équation bien connue du premier principe de la thermodynamique nous pouvons la diviser par la différentielle de l'angle du vilebrequin,  $d\theta$ , et arriver sous forme simplifiée à

$$\frac{dp}{d\theta} = -\gamma \frac{p}{V} \frac{dV}{d\theta} + (\gamma - 1) \frac{1}{V} \frac{dQ}{d\theta}$$

Nous avons choisi d'utiliser une méthode de Runge Kutta d'ordre 2 pour intégrer numériquement cette équation. Cela ne se révèle utile que pour la phase de combustion, la seule où il y a un apport de chaleur non négligeable. Celui-ci est égal à  $1650[kJ/kg] * V_{max} * \rho_{O_2}$ . Les autres transformations sont considérées adiabatiques et la pression est trouvée simplement en considérant  $PV^\gamma$  constant. L'échappement se

fait avec un terme de relaxation  $\frac{dp}{d\theta} = -k(p - p_{atm})$  où  $k=1.65$  pour que la pression retombe à 1 bar après une rotation du vilebrequin d'approximativement  $30^\circ$ .

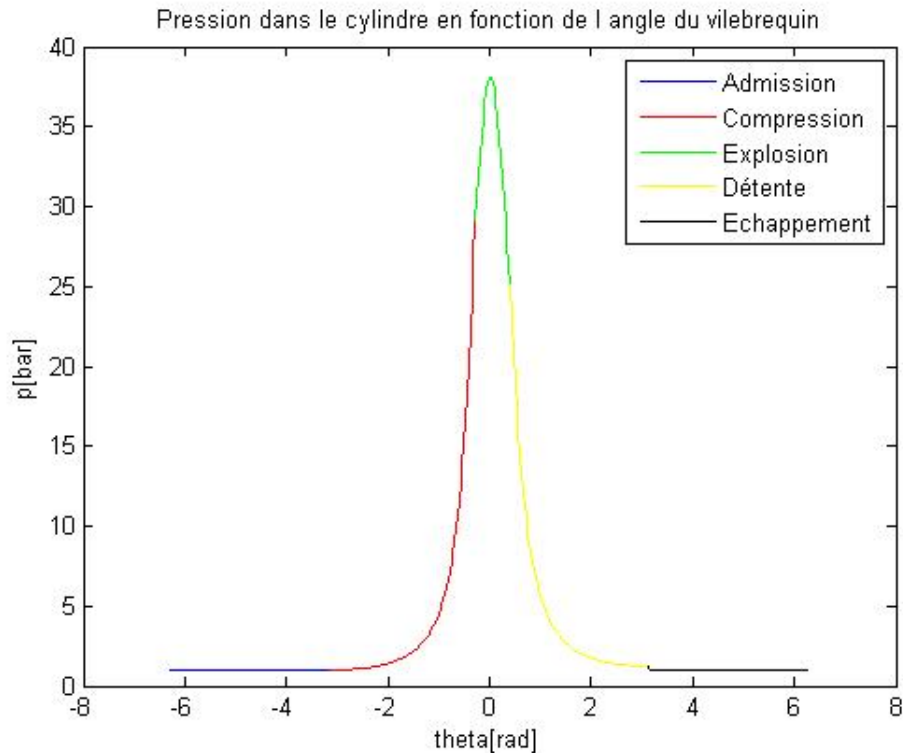


FIGURE 1.3 – Pression lors d'un cycle

### 1.3 Efforts sur la bielle

### 1.4 Justification de la forme de la bielle

4. Justifiez la forme en "I" du corps de la bielle

### 1.5 Dimensionnement de la bielle

5. Dimensionnez la section de la bielle (efforts de flambage). A nouveau, une recherche personnelle sera nécessaire pour faire le lien entre les forces évaluées et la forme de la bielle. Comparez vos calculs aux mesures faites sur les pièces réelles.

# Chapitre 2

## Annexe

Code matlab  
Optionnel