

td	td ST 1.4	TSI1 (Période 4)
	Modélisation des actions mécaniques Principe Fondamental de la statique	1h
	Cycle 9 : Statique	5 semaines

- ANALYSER** Isoler un système et justifier l'isolement.
- ANALYSER** Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
- ANALYSER** Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.
- MODELISER** Caractériser les grandeurs associées utiles à la modélisation.
- MODELISER** Proposer une modélisation des liaisons avec leurs caractéristiques géométriques.
- MODELISER** Modéliser une action mécanique.
- MODELISER** Simplifier un modèle de mécanisme.
- RESOUDRE** Proposer une démarche permettant la détermination d'une action mécanique inconnue.
- RESOUDRE** Déterminer les actions mécaniques en statique.
- CONCEVOIR** Dimensionner un composant des chaînes fonctionnelles.

Moteur 4 temps

Le moteur Honda GX31 étudié est un moteur thermique léger utilisé pour les appareils horticoles (désherbeuse, tronçonneuse...).

La cinématique du moteur est celle d'un système bielle-manivelle : la translation alternative du piston 3 est transformée en rotation continue du vilebrequin 1 (arbre de sortie du moteur) grâce à un système bielle 2 - manivelle 1 (la manivelle est le vilebrequin).

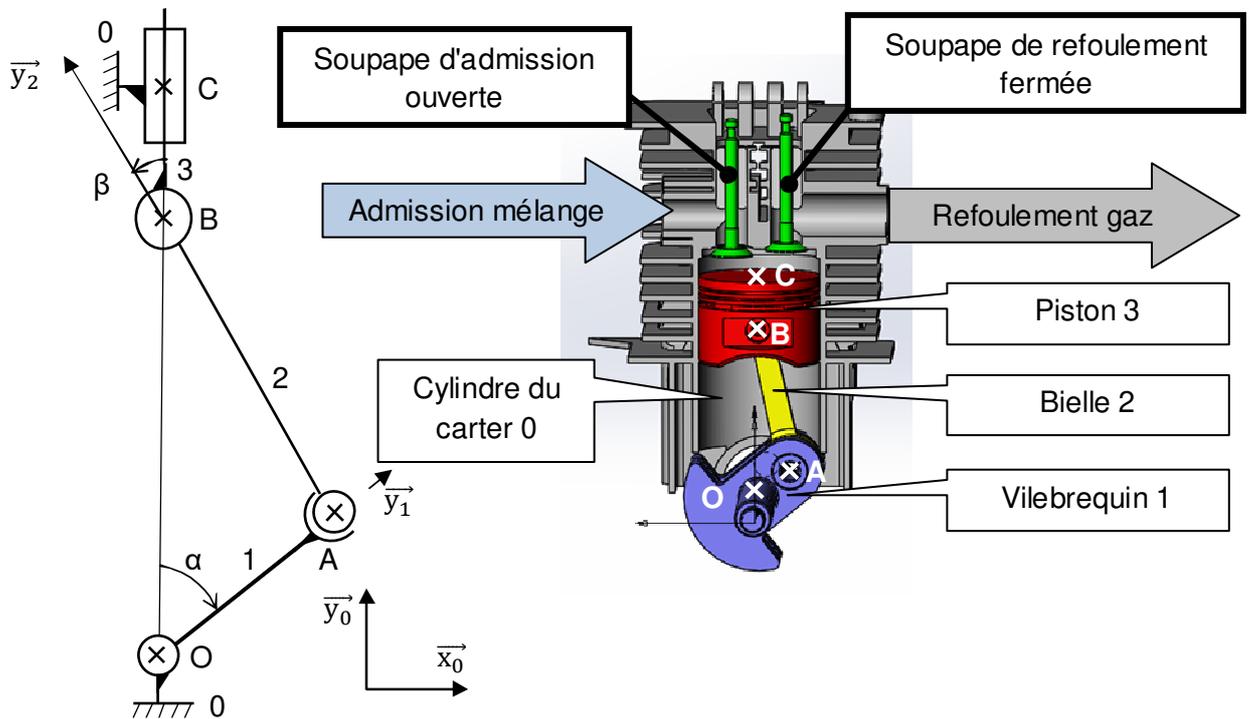


Figure 1 : Cinématique du moteur thermique.

Notations :

- Diamètre du piston $d_3 = 39 \text{ mm}$
- Excentrique du vilebrequin $OA = e = 13 \text{ mm}$
- Longueur de la bielle $AB = L = 47 \text{ mm}$
- Les positions angulaires sont définies par $\alpha = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ et $\beta = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$

Performances annoncées par le constructeur du moteur :

GX31	
Code du Modèle	QXC
Cylindrée / HP	31cc / 1.5
Fonctionnement Horizontal/Vertical	•
P.T.O. Vilebrequin	1 1/4" x 5/8" dia.
Carburant	Type diaphragme
Régime Maxi. -sans charge	7 800
Démarrateur à rappel	•
Allumage électronique	•
Filtre à air	Filtre mousse
Capacité réservoir (L)	0.65
Poids à sec (kg/lb)	3.4/7.48

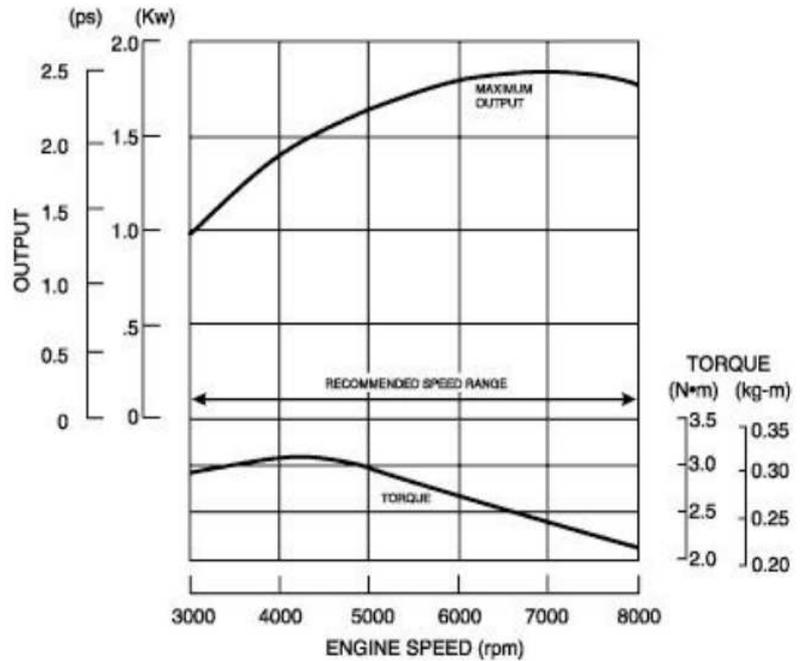


Figure 2 : Caractéristiques du moteur GX31.

1 Principe de fonctionnement du moteur thermique

Le moteur thermique fonctionne selon les 4 temps suivants :

Temps	Physique	Soupapes	Cinématique	Cycle thermodynamique (Figure 3)
1 ^{er} temps	Admission	Admission ouverte	Piston sort du cylindre	0 → 1
2 ^e temps	Compression	Fermées	Piston rentre dans le cylindre	1 → 2
3 ^e temps	Explosion - détente	Fermées	Piston sort du cylindre (phase motrice)	2 → 3 : explosion 3 → 4 : détente
4 ^e temps	Refoulement	Refoulement ouvert	Piston rentre dans le cylindre	4 → 5 → 0

L'évolution de la pression en fonction du volume mélange air-carburant peut-être représenté par la figure suivante. La position des points O, A et B sont précisés pour l'état 0.

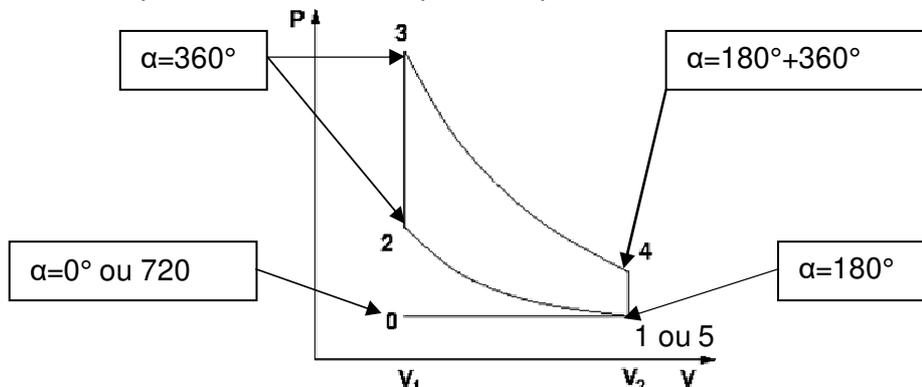


Figure 3 : Cycle de Beau de Rochas (moteur thermique).

- 1) Combien faut-il de tours du vilebrequin pour réaliser un cycle complet pour le moteur 4 temps ?

2 Loi entrée – sortie du système bielle - manivelle

Hypothèses et notations :

- la pression du mélange après combustion est constante pendant toute la phase de détente ($\alpha=0^\circ$ à $\alpha=90^\circ$) et vaut $p = 40\text{bar}$ (pression moyenne entre les points 3 et 4 du cycle Beau de Rochas ; la pression du mélange est négligeable pendant les autres temps du cycle) et le débit pendant cette phase est constant et vaut Q .
- Le couple moteur vaut en moyenne : $C_m = \frac{1}{4\pi} \int_{\alpha=2\pi}^{\alpha=3\pi} C_m(\alpha) \cdot d\alpha$ et la vitesse associée est constante et sera notée ω_m .
- L'action de la sortie sur le moteur est le couple : $\{\tau_{e \rightarrow 1}\}_O = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & -C_m \end{pmatrix}_{O,R_0}$
- Le rendement du moteur vaut $\eta_m = \frac{C_m \cdot \omega_m}{p \cdot Q} = 0,3$.
- β reste petit soit $\cos(\beta) \approx 1$ et $\sin(\beta) \approx 0$.
- Le problème admet une symétrie plane $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$,
- Le poids des pièces est négligeable devant les autres actions mécaniques,
- Les masses des pièces sont négligeables, ce qui permet de résoudre le problème par le principe fondamental de la statique.

2.1 Loi entrée-sortie en effort du système bielle manivelle

- Ecrire le torseur transmissible $\{\tau_{2 \rightarrow 1}\}_A$ associé à l'action mécanique de 2 sur 1.
- Simplifier ce torseur du fait de la symétrie plane et justifier que la résultante de l'action de 2 sur 1 soit de la forme $\vec{R}_{2 \rightarrow 1} = R_{21} \cdot \vec{y}_2$.
- Isoler le système {piston 3 ; bielle 2} et en déduire R_{21} en fonction de p .
- Ecrire l'équilibre du vilebrequin en projection sur l'axe de rotation (A, \vec{z}_0) et en déduire l'expression de C_m en fonction de α et R_{21} .
- En déduire par calcul de l'intégrale, la valeur moyenne du couple C_m pour un cycle complet du moteur (4 temps dont un seul temps moteur lorsque α varie de 0 à π rad).
- Comparer la valeur du couple ainsi obtenue aux valeurs annoncées par le constructeur et justifier les écarts éventuels.

Références:

Sciences industrielles pour l'ingénieur (MPSI PCSI) de Patrick Beynet, Edition Ellipses
<http://stephane.genouel.free.fr/>
<http://www.s2i-chateaubriand-joliotcurie.net>