**CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA**

**NIVEAU DE QUALIFICATION DEUX**

**GUIDE PÉDAGOGIQUE**

**SECTION 3**

# OCOM M232.03 – EXPLIQUER LES CYCLES D'UN MOTEUR À PISTONS À QUATRE TEMPS

Durée totale : 60 min

## PRÉPARATION

### INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans l'A-CR-CCP-802/PG-002, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant d'enseigner la leçon.

Faire des transparents ou photocopier les documents de cours, qui se trouvent aux figures A-1 à A-6, pour chaque cadet.

Faire des copies des documents de cours, qui se trouvent à la figure B-1, pour chaque cadet.

### DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

### APPROCHE

L'exposé interactif a été choisi pour les PE1 à PE4 afin de présenter les cycles du moteur à pistons à quatre temps et donner un aperçu de ceux-ci.

Une activité en classe a été choisie pour le PE5, parce qu'il s'agit d'une façon interactive de stimuler l'esprit et l'intérêt des cadets.

## INTRODUCTION

### RÉVISION

S.O.

### OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit être en mesure d'expliquer les cycles du moteur à pistons à quatre temps.

### IMPORTANCE

Il est important que les cadets apprennent les cycles du moteur à pistons à quatre temps pour comprendre la façon dont un aéronef fonctionne.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

**Point d'enseignement 1** **Expliquer les fonctions des courses d'un piston à quatre temps**

Durée : 15 min Méthode : Exposé interactif

## LES COURSES DU MOTEUR À PISTONS À QUATRE TEMPS

Les pièces d'un moteur fonctionnent ensemble dans un cycle pour faire tourner l'hélice d'un aéronef. Dans la plupart des moteurs d'aéronef, ce cycle comprend quatre étapes distinctes qui s'appellent des « courses » :

- l'admission aspire le carburant et l'air dans le cylindre;
- la compression force le carburant et l'air dans la chambre de combustion;
- la combustion transmet l'énergie de l'explosion de carburant au vilebrequin; et
- l'échappement nettoie le cylindre des gaz d'échappement et le prépare pour l'admission suivante.



Le piston fait quatre courses (deux vers le haut et deux vers le bas) pour effectuer un cycle. Pendant cette opération, le vilebrequin fait deux révolutions complètes.

### L'admission (induction)




Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur l'admission, qui se trouve à la figure A-1.

Pendant la première course (admission), la soupape d'admission s'ouvre pour laisser entrer le mélange d'essence et d'air dans le cylindre et le piston se déplace vers le bas pour aspirer le mélange dans le cylindre. La soupape d'échappement est fermée pendant cette course.

### La compression




Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur la compression, qui se trouve à la figure A-2.

Dans la deuxième course (compression), les deux soupapes sont fermées pendant que le piston se déplace vers le haut pour comprimer le mélange.

### La combustion (combustion)




Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur la combustion, qui se trouve à la figure A-3.

Dans la troisième course (combustion), les deux soupapes restent fermées pendant que la bougie d'allumage enflamme l'essence, qui brûle, se gonfle et force le piston à redescendre.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

**L'échappement**



Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur l'échappement, qui se trouve à la figure A-4.

Dans la quatrième course (échappement), la soupape d'échappement est ouverte pour laisser s'échapper les gaz brûlés pendant que la soupape d'admission est fermée. Le piston remonte à nouveau pour forcer les gaz brûlés à sortir par la soupape d'échappement ouverte.



Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur les quatre courses du moteur à pistons, qui se trouve à la figure A-5.

Après l'échappement, le processus complet est refait des milliers de fois par minute, ce qui permet au vilebrequin de faire tourner l'hélice de l'aéronef.

**CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1**

**QUESTIONS**

Q1. Que doit-il se produire entre la combustion et l'échappement?

Q2. Que doit-il se produire avant que la combustion puisse avoir lieu?

Q3. Combien y a-t-il de révolutions complètes du vilebrequin dans les quatre courses?

**RÉPONSES ANTICIPÉES**

R1. Entre la combustion et l'échappement, la soupape d'échappement doit s'ouvrir.

R2. Le carburant et l'air doivent être aspirés, toutes les soupapes doivent être fermées et la bougie d'allumage doit s'allumer.

R3. Le vilebrequin effectue deux révolutions complètes dans les quatre courses (deux vers le bas et deux vers le haut).

**Point d'enseignement 2** **Identifier et expliquer le fonctionnement des soupapes et des arbres à cames**

Durée : 5 min Méthode : Exposé interactif

Les autres composants importants des moteurs à pistons à combustion interne à quatre temps sont les systèmes à cames qui assurent le fonctionnement des soupapes.



Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur le mécanisme à cames et à soupapes, qui se trouve à la figure A-6.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Puisque le vilebrequin tourne en même temps que les mouvements du piston, sa rotation sert à donner des signaux aux soupapes leur indiquant à quel moment s'ouvrir. La méthode courante est que le vilebrequin fasse tourner un arbre secondaire (arbre à cames) muni de cames ou de lobes élevés à sa surface. La came est d'une telle forme qu'elle force mécaniquement l'ouverture de sa soupape correspondante; il y a plusieurs façons de disposer mécaniquement cette configuration, c.-à-d. exactement à la bonne position au bon moment.



Le vilebrequin fournit l'information de calage aux soupapes en utilisant les cames de l'arbre à cames pour forcer l'ouverture des soupapes. L'arbre à cames est généralement relié au vilebrequin par des pignons.

**CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2**

**QUESTIONS**

Q1. De quel composant du moteur provient d'abord le calage des soupapes?

Q2. Qu'est-ce qui force l'ouverture des soupapes à la bonne position au bon moment?

Q3. De quelle façon l'information de calage se rend-elle généralement du vilebrequin à la came?

**RÉPONSES ANTICIPÉES**

R1. Le calage des soupapes provient d'abord du vilebrequin.

R2. Une came d'un arbre à cames en rotation force l'ouverture des soupapes à la bonne position au bon moment.

R3. Le vilebrequin fournit l'information de calage aux soupapes en utilisant les cames d'un arbre à cames pour forcer l'ouverture des soupapes. L'arbre à cames est généralement relié au vilebrequin par des pignons.

**Point d'enseignement 3** — **Expliquer le calage de la distribution de l'étincelle d'allumage électrique**

Durée : 10 min — Méthode : Exposé interactif

Un brûlage efficace et complet prend du temps. Bien qu'une explosion comme celle qui se produit dans le cylindre d'un moteur à pistons semble se produire instantanément, un certain temps est tout de même requis. Le moteur tourne très vite, des milliers de révolution par minute, alors le délai est très court. Pour s'assurer que le carburant est complètement brûlé et que toute l'énergie du carburant est récupérée, l'étincelle qui débute l'explosion doit être envoyée pendant que le piston est toujours en train de monter dans la compression. Si l'étincelle arrive pendant la combustion, il n'y a pas suffisamment de temps pour brûler le carburant complètement et le carburant non brûlé s'échappe. Cela entraîne donc une dépense inutile de carburant et contribue à la pollution de l'environnement sous forme de fumée bleue. Par conséquent, le calage du signal électrique de la bougie d'allumage doit être exact.



Les bougies d'allumage de chaque cylindre doivent recevoir le signal électrique pendant que le piston monte et avant la fin de la compression.

Le calage de la distribution de l'étincelle provient également du vilebrequin, par l'entremise d'un système de pignons qui fournit un calage brut ou approximatif. La précision est tellement importante qu'un technicien mesure généralement le calage de l'étincelle avec des outils électroniques pour assurer la précision pendant les mises au point du moteur.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

## CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

### QUESTIONS

Q1. Pourquoi l'étincelle est-elle envoyée au cylindre tôt, pendant la compression?

Q2. D'où provient le calage de l'étincelle?

Q3. Combien de révolutions par minute un moteur en marche fait-il?

### RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. L'étincelle est envoyée tôt, car le brûlage complet du carburant prend du temps.

R2. Le calage de l'étincelle provient du vilebrequin.

R3. Un moteur en marche effectue des milliers de révolutions par minute.

**Point d'enseignement 4** — **Expliquer que toutes les étapes de fonctionnement du moteur doivent se produire en ordre**

Durée : 10 min — Méthode : Exposé interactif

Les étapes de fonctionnement du moteur doivent se produire exactement en ordre. Plus d'une étape de fonctionnement doit souvent se produire simultanément. Par exemple, l'étincelle doit être envoyée au cylindre pendant que les deux soupapes sont fermées. Une étincelle envoyée à un cylindre chargé lorsqu'une soupape est ouverte causera un « retour de flamme ». La combustion sera perdue et la soupape sera brûlée ou même brisée.




Présenter aux cadets un transparent ou remettre un document de cours portant sur les quatre courses du moteur à pistons à quatre temps, qui se trouve à la figure A-5.

Le fonctionnement d'un moteur doit se produire de la façon suivante :

- Le mélange d'air et de carburant doit être disponible pour tous les cylindres, en même temps, dans un moteur à plusieurs cylindres.
- L'admission du piston doit se produire lorsque la soupape d'admission est ouverte et la soupape d'échappement est fermée.
- La compression du piston doit se produire lorsque les deux soupapes sont fermées.
- Les signaux électriques doivent être envoyés aux bougies d'allumage juste avant que le piston complète sa combustion, lorsque les deux soupapes sont fermées.
- La combustion du piston doit se produire lorsque les deux soupapes sont fermées.
- L'échappement du piston doit se produire lorsque la soupape d'échappement est ouverte et la soupape d'admission est fermée.
- L'arbre à cames doit forcer l'ouverture et la fermeture de chaque soupape au bon moment.



Pour un bon fonctionnement, le calage des soupapes et de l'étincelle doit être précis pour tous les cylindres.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.




Distribuer des copies de la figure B-1 et demander aux cadets d'inscrire le nom des courses montrées.

## CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 4

### QUESTIONS

Q1. Pendant quelles courses les deux soupapes sont-elles fermées?

Q2. Pendant quelles courses une soupape est-elle ouverte?

Q3. Qu'est-ce qui cause un retour de flamme?

### RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. Les deux soupapes sont fermées pendant la compression et la combustion.

R2. Pendant l'admission, la soupape d'admission est ouverte; pendant l'échappement, la soupape d'échappement est ouverte.

R3. Un retour de flamme est causé par une étincelle envoyée à un cylindre chargé lorsqu'une soupape est ouverte.

**Point d'enseignement 5** **Jouer le rôle d'un moteur à pistons à quatre temps**

Durée : 15 min Méthode : Activité en classe

## ACTIVITÉ

### OBJECTIF

L'objectif de cette activité est que les cadets mettent en pratique leurs connaissances au sujet des cycles du moteur à pistons à quatre temps en jouant le rôle des cycles en ordre.

### RESSOURCES

S.O.

### DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

S.O.

### INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

Diviser les cadets en équipes de six, composées de :

- Un cadet jouant le rôle du piston,
- Un cadet jouant le rôle du vilebrequin,
- Un cadet jouant le rôle de la soupape d'admission,
- Un cadet jouant le rôle de la soupape d'échappement,



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

- Un cadet jouant le rôle de l'arbre à cames, et
- Un cadet jouant le rôle de la bougie d'allumage.

Demander aux cadets de reproduire les cycles du moteur à pistons à quatre temps de la façon suivante :

1. Demander à cinq cadets de former un cercle debout autour du piston assis.

2. Pendant que le vilebrequin appelle les courses successivement (admission, compression, combustion et échappement), le piston baisse et lève les deux mains en conséquence.

3. L'arbre à cames pointe vers chaque soupape lorsqu'elle doit être ouverte.

4. Chaque soupape ouvre grand les bras lorsqu'elle est ouverte et remet ses bras de chaque côté lorsqu'elle est fermée.

5. La bougie d'allumage serre la tête du piston juste avant la fin de la compression (avant que les tiges du piston soient complètement levées), lorsque les deux soupapes sont fermées.

6. La séquence complète est recommencée aussi rapidement que possible jusqu'à ce qu'il y ait une erreur.

**MESURES DE SÉCURITÉ**

S.O.

## CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 5

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

## CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

**QUESTIONS**

Q1. Quelle est la première course d'un moteur à pistons à quatre temps et qu'est-ce qu'elle fait?

Q2. Quelle est la deuxième course d'un moteur à pistons à quatre temps et qu'est-ce qu'elle fait?

Q3. Quelle est la troisième course d'un moteur à pistons à quatre temps et qu'est-ce qu'elle fait?

Q4. Quelle est la quatrième course d'un moteur à pistons à quatre temps et qu'est-ce qu'elle fait?

**RÉPONSES ANTICIPÉES**

R1. L'admission aspire le carburant et l'air dans le cylindre.

R2. La compression force le carburant et l'air dans la chambre de combustion.

R3. La combustion transmet l'énergie de l'explosion de carburant au vilebrequin.

R4. L'échappement nettoie le cylindre des gaz d'échappement et le prépare pour la course d'admission suivante.

## CONCLUSION

**DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE**

S.O.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

**MÉTHODE D'ÉVALUATION**

S.O.

**OBSERVATIONS FINALES**

Le moteur à pistons à quatre temps est celui dont le fonctionnement est le plus complexe de tous les moteurs qui sont étudiés dans le programme des cadets de l'Air. Ce type de moteur est de loin le type le plus commun que les cadets rencontreront dans le domaine de l'aviation, ainsi qu'à plusieurs autres endroits, comme les tondeuses, les automobiles et les bateaux.

**COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR**

Si l'escadron dispose d'un ordinateur et d'un projecteur, il peut se servir du logiciel qui permet de faire la démonstration du fonctionnement du moteur et qui se trouve au site Web indiqué sous C3-086 dans la section Documents de référence.

**DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE**

C3-086 NASA Glenn Research Center. *Engines 101.* Extrait le 21 février 2007 du site http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/icengine.html.

C3-087 NASA Glenn Research Center. *Propulsion Index.* Extrait le 21 février 2007 du site http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/shortp.html.

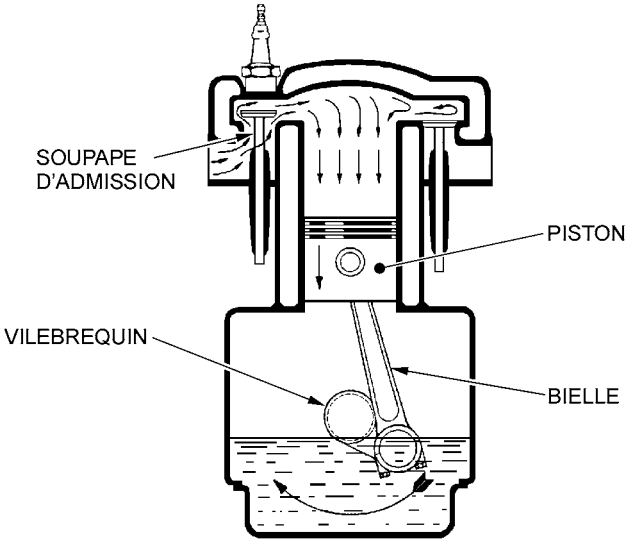
C3-116 A-CR-CCP-263/PT-001/(ISBN 0-9680390-5-7) MacDonald, A. F. et Peppler, I. L. (2000). *Entre ciel et terre : édition du millénaire.* Ottawa, ON, Aviation Publishers Co. Limited.



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

**CYCLES D'UN MOTEUR**

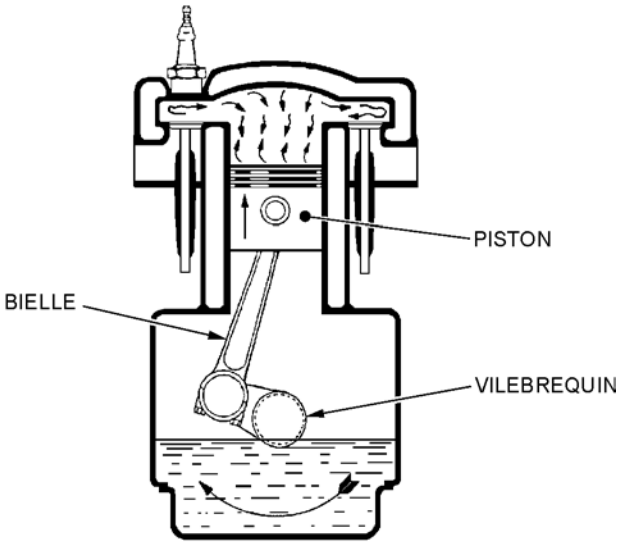
# ADMISSION




*Cadets Canada : URSC Pacifique, 2007, Plans de leçon principal des cadets de l'Air. Extrait le 7 mars 2007 du site http://www.regions.cadets.ca/pac/aircad/resources/mlp_air_e.asp*

Figure A-1 Admission

# COMPRESSION



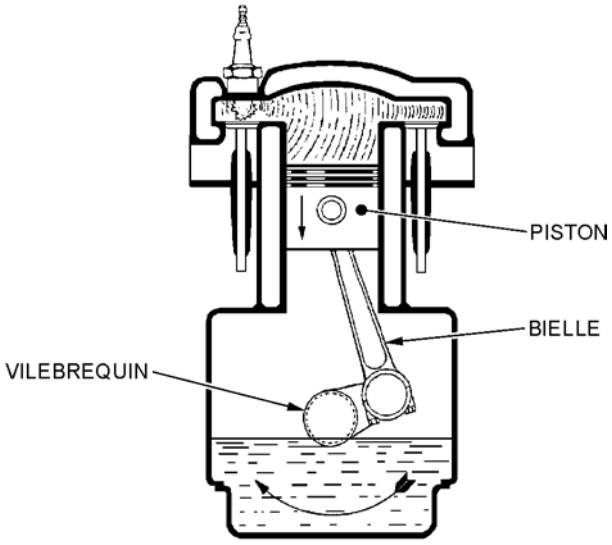

*Cadets Canada : URSC Pacifique, 2007, Plans de leçon principal des cadets de l'Air. Extrait le 7 mars 2007 du site http://www.regions.cadets.ca/pac/aircad/resources/mlp_air_e.asp*

Figure A-2 Compression



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

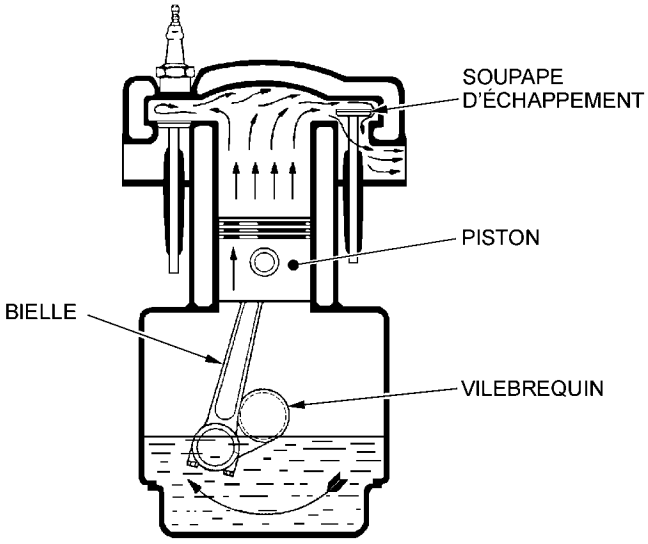
# COMBUSTION




*Cadets Canada : URSC Pacifique, 2007, Plans de leçon principal des cadets de l'Air. Extrait le 7 mars 2007 du site http://www.regions.cadets.ca/pac/aircad/resources/mlp_air_e.asp*

Figure A-3 Combustion

# ÉCHAPPEMENT



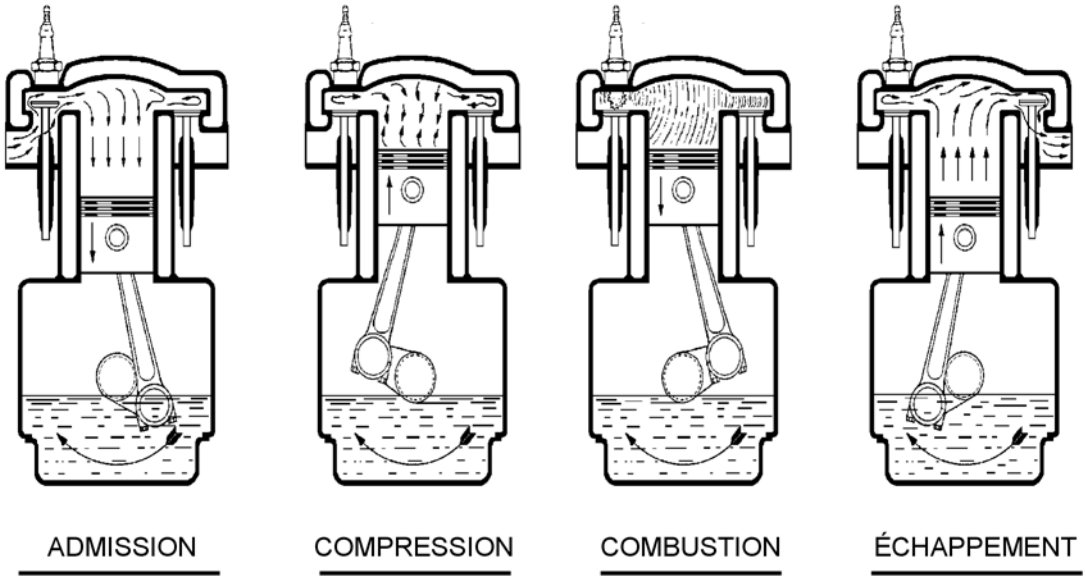

*Cadets Canada : URSC Pacifique, 2007, Plans de leçon principal des cadets de l'Air. Extrait le 7 mars 2007 du site http://www.regions.cadets.ca/pac/aircad/resources/mlp_air_e.asp*

Figure A-4 Échappement



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

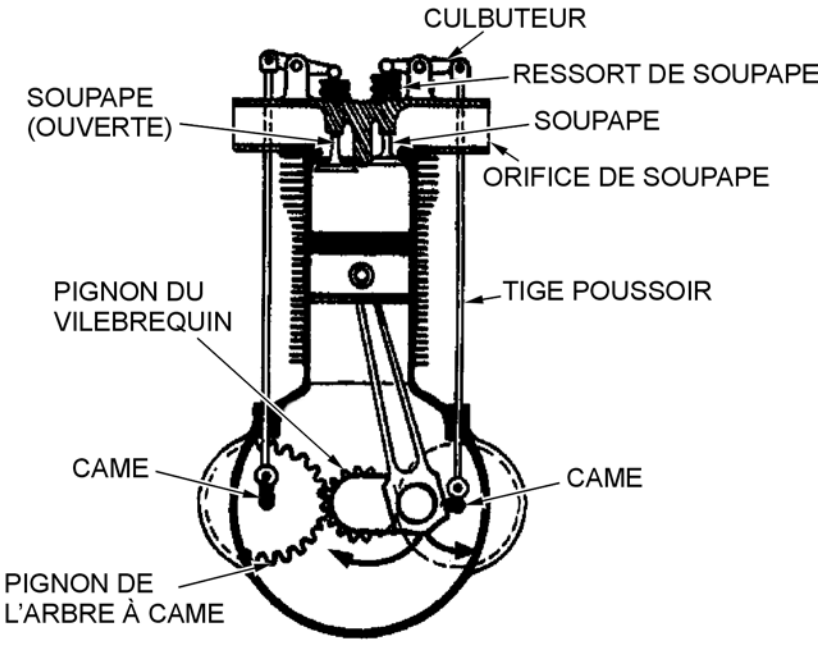
# CYCLES À QUATRE TEMPS




*Cadets Canada : URSC Pacifique, 2007, Plans de leçon principal des cadets de l'Air. Extrait le 7 mars 2007 du site http://www.regions.cadets.ca/pac/aircad/resources/mlp_air_e.asp*

Figure A-5 Cycles d'un moteur à pistons à quatre temps

# MÉCANISME DE SOUPAPES




*A-CR-CCP-263/PT-001 (p. 56)*

Figure A-6 Mécanisme de soupapes



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

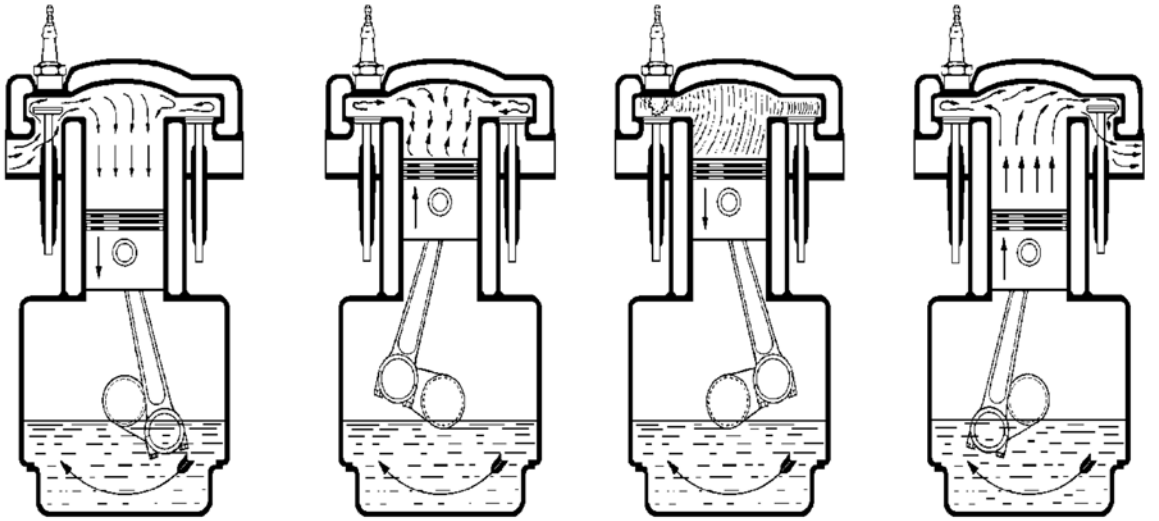


Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

## ACTIVITÉ POUR IDENTIFIER LES DIFFÉRENTS CYCLES

**INDIQUER LE NOM DE CHAQUE COURSE AU BON ENDROIT.**

NOM : _____



_____ _____ _____ _____

*Cadets Canada : URSC Pacifique, 2007, Plans de leçon principal des cadets de l'Air. Extrait le 7 mars 2007 du site http://www.regions.cadets.ca/pac/aircad/resources/mlp_air_e.asp*

Figure B-1 Identifier les temps



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC



Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-802/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-802-PF-002/A-CR-CCP-802-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.