



Série de livres spécialisés
de la maison d'édition
EUROPA-LEHRMITTEL pour
la technologie des véhicu-
les à moteur

Technique automobile

Fiches de travail

Connaissances professionnelles

Titre original de l'édition allemande: Technische Kommunikation - Arbeitsplanung
Kraftfahrzeugtechnik, Fachkenntnisse, 5ème édition 2007

Auteurs :

Fischer, Richard	Studiendirektor	Polling-München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor	Winnenden-Stuttgart
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm-Oedheim
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor	München
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl., Studienrat	Schorndorf-Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Gaggenau-Rastatt
Wimmer, Alois	Oberstudienrat	Stuttgart

Traitement des images : Bureau de dessin de la maison d'édition Europa-Lehrmittel, Leinfelden-Echterdingen.

Comité de lecture : Rolf Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden-Stuttgart.

Tous droits réservés. L'ouvrage est protégé par droit d'auteur. Toute exploitation en dehors du cadre légal défini doit être autorisée par écrit par l'éditeur.

Jaquette réalisée avec l'aimable autorisation de la société Peugeot, Paris.

La traduction en langue française a été assurée par MeeTincS S.A., sur commande du Ministère de l'Education nationale et de la Formation professionnelle, Luxembourg.

1ère édition française 2008

Impression 5 4

Tous les tirages de la même édition sont utilisables en parallèle dans la mesure où ils sont identiques entre eux, à l'exception de la correction de fautes d'impression.

© 2008 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten, Allemagne
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Révision de traduction et composition : Clementis AG, 50677 Köln, Allemagne
Impression: Media Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn, Allemagne

N° Europa : 23612
ISBN 978-3-8085-2361-2

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselderger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten · Allemagne

Avant-propos

Les présentes fiches de travail en vue la planification du travail et de la communication technique en technique automobile, Connaissances professionnelles, ont été élaborées sur des bases pluridisciplinaires. Les exercices sont sélectionnés selon le niveau de la technique. En travaillant de façon autonome avec les fiches de travail, les apprentis acquièrent des connaissances de base approfondies dans les domaines suivants :

- Moteur Otto à quatre temps
- Transmission de la force
- Châssis
- Equipement électrique

Au plan du contenu, les fiches de travail sont conçues en fonction des objectifs d'apprentissage suivants :

- Identification et description des questions techniques
- Désignation et affectation de composants
- Explication d'illustrations de système, accompagnée de compléments
- Description de tâches, de modes d'action et de fonctionnement
- Calcul de grandeurs techniques et physiques fondamentales
- Création et lecture de dessins fonctionnels, de schémas et de représentations techniques.

Principes méthodologiques :

Les exercices sont constitués de sorte que, pour leur résolution, les apprentis doivent faire appel à des documents techniques, par ex. au livre d'enseignement professionnel « Technologie des véhicules à moteur », ou à des livres de tableaux. Cela développe les compétences techniques et pratiques des apprentis.

Technique automobile – Fiches de travail

Connaissances professionnelles

1. Moteur

Bases	5-7
Diagramme de travail	8, 9
Numérotage des cylindres, ordre d'allumage ..	10, 11
Mécanisme d'embellage	12
Vitesse des pistons	13
Forces sur le mécanisme d'embellage	14
Piston	15-17
Segments de piston, axe de piston	18
Bielle	19
Vilebrequin	20
Cylindre	21
Culasse du cylindre, joint de culasse	22
Contrôle de pression de compression	23
Contrôle de perte de pression	24, 25

Distribution du moteur

Bases	26-28
Éléments	29
Compensation du jeu des soupapes	30, 31
Distributions variables	32

Caractéristiques du moteur

Carburants

Système d'alimentation en carburant

Éléments	37
Installation d'accumulation de vapeur de carburant	38

Formation du mélange

Bases	39
Carburateur	40

Injection d'essence

Bases	41, 42
Capteurs, grandeurs de commande principales	43, 44
Capteurs, grandeurs de correction	45
Actionneurs	46, 47
LH-Jetronic	48-50
Injection centrale	51, 52
Motronic	53, 54
KE-Jetronic	55
Injection d'essence directe	56

Réduction des polluants dans les gaz d'échappement

Bases	57
Catalyseur, régulation λ	58-60
Recyclage des gaz d'échappement, système d'air secondaire	61
Analyse des gaz d'échappement, AGE, OBD ...	62, 63

Système d'échappement

Lubrification du moteur

Refroidissement du moteur

Moteur à 2 temps Otto

Bases	69
Fonctionnement	70

Distribution, remplacement de gaz	71
Types de distribution, comparaison	72

Moteur diesel

Bases	73
Formation du mélange, comportement des gaz d'échappement	74
Systèmes de purification des gaz d'échappement	75, 76
Procédés d'injection	77
Installations auxiliaires pour le démarrage, Installation de préchauffage	78
Pompe d'injection distributrice à piston	79
Dispositif d'avance à l'injection	80
Montage	81
Le contrôle électronique de l'injection Diesel .	82-84
Pompe d'injection distributrice à pistons radiaux	85
Injection Common-Rail	86
Système injecteur-pompe	87
Pompe d'injection en ligne	88

Suralimentation

Types d'entraînement alternatifs

Entraînement hydride	93
Pile à combustible	94

2. Transmission de force

Embrayage

Fonctions, types de construction	95
Embrayage monodisque	96
Embrayage à ressort diaphragme, disque d'embrayage	97
Actionnement hydraulique de l'embrayage ...	98
Défauts, essais de fonctionnement	99
Système d'embrayage automatique	100

Boîte de vitesses

Bases	101-104
Dispositif de synchronisation	105
Anomalies dans la boîte de vitesses	106
Diagramme de la boîte de vitesses	107
Graphique de marche	108

Boîte de vitesses automatique

Bases	109, 110
Engrenage planétaire, flux de forces	111, 112
Commande	113, 114
Schéma électrique	115

Boîte de vitesses automatique à variation continue

Articulations, arbres de transmission

Boîte d'essieu

Différentiels autobloquants

Traction intégrale

3. Châssis

Carrosserie

Bases	127, 128
Sécurité dans la construction des véhicules ...	129
Zone de sécurité intérieure	130
Sécurité dans la construction des véhicules, estimation des dégâts	131
Mesures	132
Evaluation des dégâts, réparation de la carrosserie	133-135
Protection contre la corrosion, peinture	136

Suspension, amortisseur de vibrations ...	137-139
--	---------

Suspension hydropneumatique	140, 141
--	----------

Stabilisation active du châssis (SAC)	142
--	-----

Active Body Control (ABC)	143
--	-----

Dynamique de marche	144
----------------------------------	-----

Régulation d'antipatinage à la traction (ASR)	145, 146
--	----------

Contrôle dynamique de la trajectoire (ESP)	147, 148
---	----------

Positions des roues	149-151
----------------------------------	---------

Suspension de roues	152-154
----------------------------------	---------

Direction

Montage, mécanisme de direction	155
Direction assistée	156

Freinage

Diagramme de la distance de freinage	157
Installation de freinage hydraulique, maître-cylindre tandem	158, 159

Structure d'une installation de freinage, distribution du circuit de freinage	160
Liquide de frein, Purge de l'installation de freinage hydraulique	161
Frein à tambour	162
Frein à disque	163, 164
Servofrein	165
Assistant de freinage (BAS)	166
Système antiblocage (ABS)	167-170
Installation de freinage à air comprimé	171-174

Roues, pneus	175-176
---------------------------	---------

4. Equipement électrique

Alternateur	177-180
--------------------------	---------

Démarrreur	181, 182
-------------------------	----------

Installations d'allumage

Structure à fonctionnement	183
Déclenchement de l'allumage	184
Bobines d'allumage	185
Termes, grandeurs	186
Réglage du point d'allumage	187
Optimisation du courant primaire	188
Installation d'allumage électronique	189, 190
Installation d'allumage entièrement électronique	191
Bougies d'allumage	192

Electronique de confort

Climatisation	193, 194
Verrouillage centralisé	195
Système antivol	196
Mesures et tests	197, 198
Bus système CAN	199-204
Système bus MOST	205, 206
Système bus LIN	207, 208

1. Qu'est-ce qui est représenté dans le diagramme de travail (diagramme p -Cyl) d'un moteur à combustion interne ?

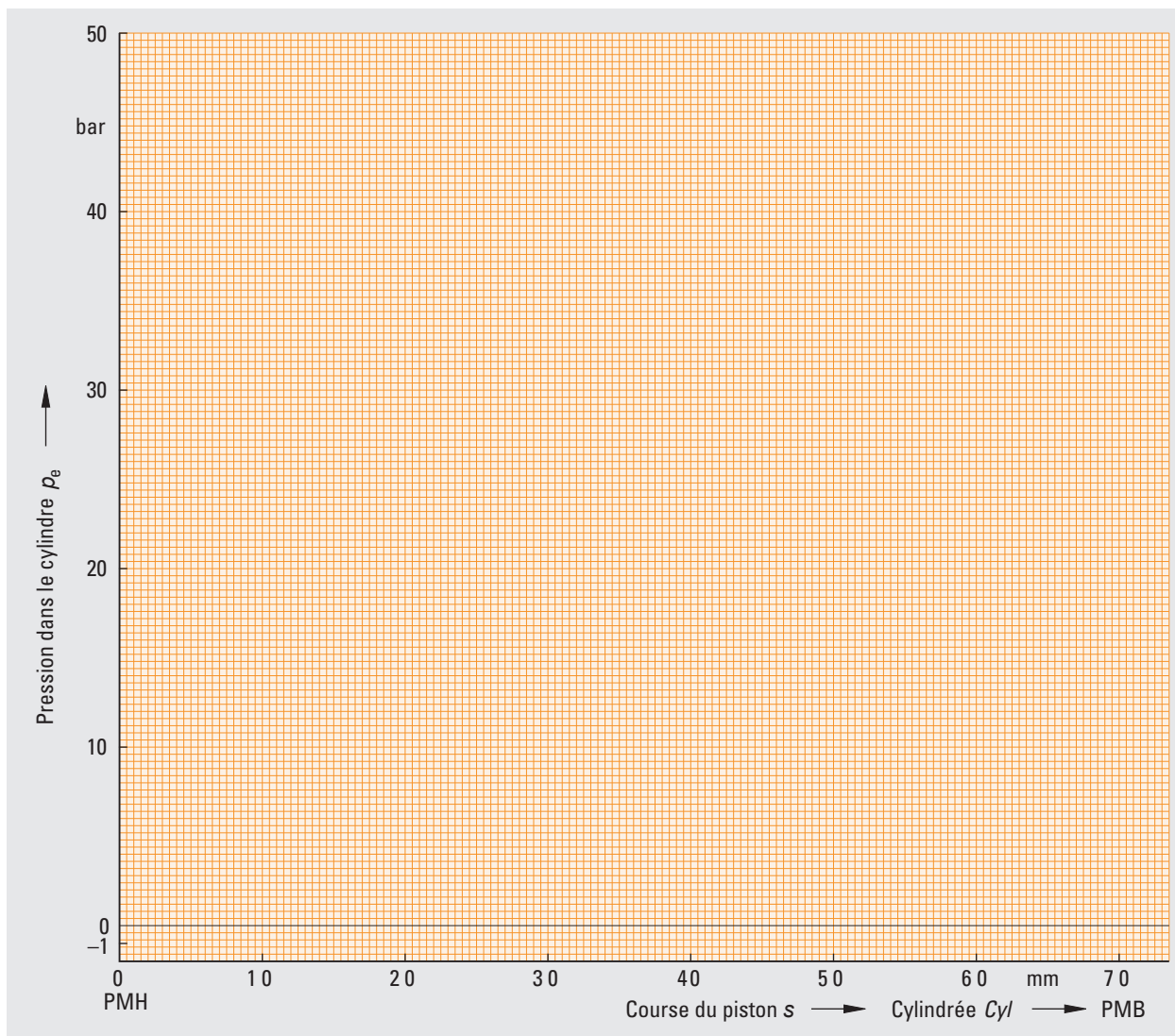
2. Du point de vue graphique, le diagramme de travail d'un moteur à quatre temps Otto est représenté du fait que l'on inscrit la pression dans le cylindre pendant les courses d'une phase de travail sur la course du piston.

- Répartissez les axes conformément aux échelles fixées et inscrivez les échelles. La pression dans le cylindre doit être reportée sur l'axe vertical, la course du piston sur l'axe horizontal. Echelle du graphique : échelle de pression 1 mm $\hat{=}$ 0,4 bar ; échelle de la course 1 mm $\hat{=}$ 0,5 mm de la course du piston.
- Inscrivez les points de la courbe conformément aux valeurs fixées et représentez le diagramme de travail d'un moteur Otto à quatre temps. Indiquez le travail obtenu par des hachures.
- Indiquez, dans le diagramme de travail, les points d'ouverture de la soupape. Utilisez les valeurs du tableau.

Course du piston en mm	Ao 5 mm av. PMH	Af 20 mm ap. PMB	Eo 10 mm av. PMB	Ef 6 mm ap. PMH
------------------------	-----------------	------------------	------------------	-----------------

- Tracez les courbes des 4 temps avec des couleurs différentes et désignez-les.
- A quel endroit du diagramme pourrait se trouver le point d'allumage ? Marquez ce point dans le diagramme par une flèche.

Course du piston en mm			0 (PMH)	5	10	20	30	40	50	60	65	70 (PMB)
Aspiration 0°... 180°	p_e en bar		0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Compression 180°... 360°	p_e en bar		20,0	10,0	7,2	4,2	2,4	1,2	0,6	0	-0,1	-0,2
Explosion 360°... 540°	p_e en bar		20,0	46,0	31,0	17,0	12,0	9,0	6,0	4,0	1,0	0,2
Echappement 540°... 720°	p_e en bar		0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

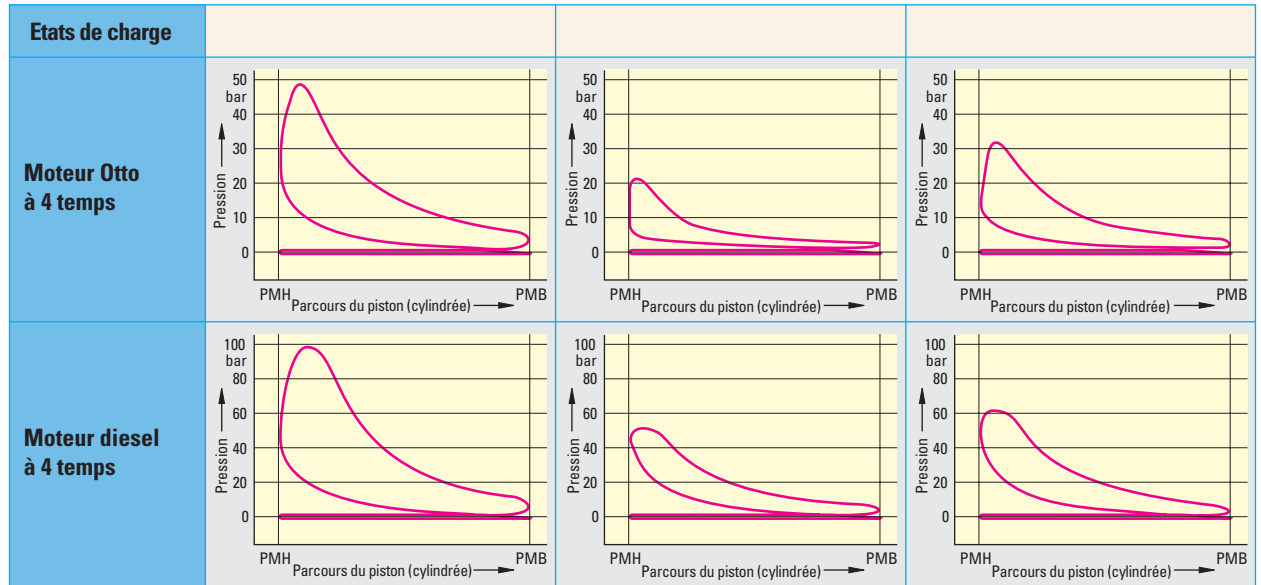


3. a) Quelles informations sont fournies par la surface comprise entre la courbe de compression et celle d'explosion dans le diagramme de travail d'un cylindre (diagramme *p-Cyl*) ?

b) Marquez dans le diagramme de travail (page 1) le travail obtenu et la perte de travail en hachuré.

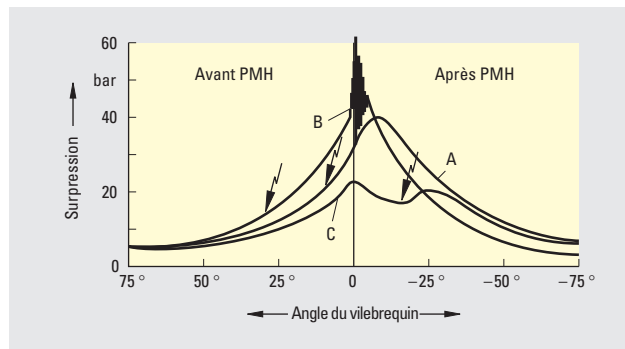
4. Ces diagrammes représentent trois états de charge d'un moteur Otto à 4 temps et d'un moteur diesel à 4 temps.

a) Attribuez les états de charge (totale, partielle et ralenti) aux diagrammes.



b) Quelle méthode de travail produit-elle un travail utile plus élevé ? Justifiez votre déclaration.

5. Le diagramme ci-dessous représente les évolutions de la pression qui se produisent dans 3 points d'allumage différents. Indiquez dans le tableau la position des points d'allumage. Décrivez brièvement leurs répercussions.



	Courbe A	Courbe B	Courbe C
Point d'allumage			
en kW			
Répercussion			

6. Indiquez le secteur du diagramme dans lequel la pression maximale du piston doit s'exercer lorsque le moteur fonctionne régulièrement.

7. Expliquez le processus d'une «combustion avec cliquetage» .

8. Quels sont les facteurs qui favorisent la combustion avec cliquetage ?

Nom : _____

Classe : _____

Date : _____

Feuille N° : _____

Le numérotage des cylindres est standardisé.

1. De quel côté du moteur le comptage des cylindres commence-t-il ?

2. Désignez le type de construction des moteurs et complétez le numérotage des cylindres.

Types des moteurs			
Numérotage des cylindres			

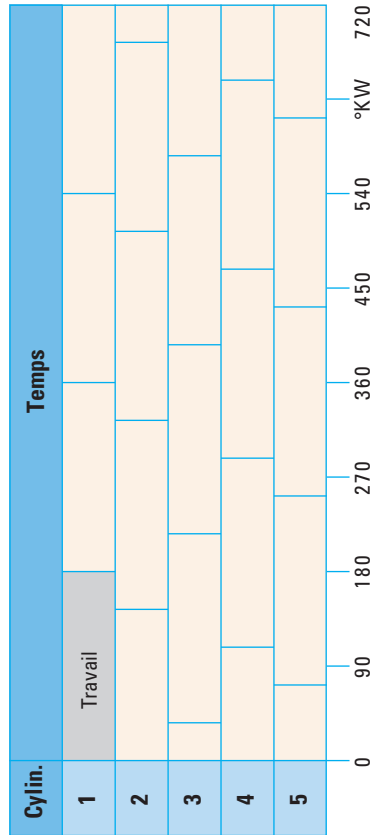
3. Expliquez le terme "intervalle d'allumage" pour un moteur à 4 temps et complétez la formule.

Intervalle d'allumage =

4. Expliquez le terme "ordre d'allumage".

5. Complétez le tableau par le type de moteur, l'ordre d'allumage et l'intervalle d'allumage.

Symbole	Type de moteur	Intervalle d'allumage	Ordre d'allumage

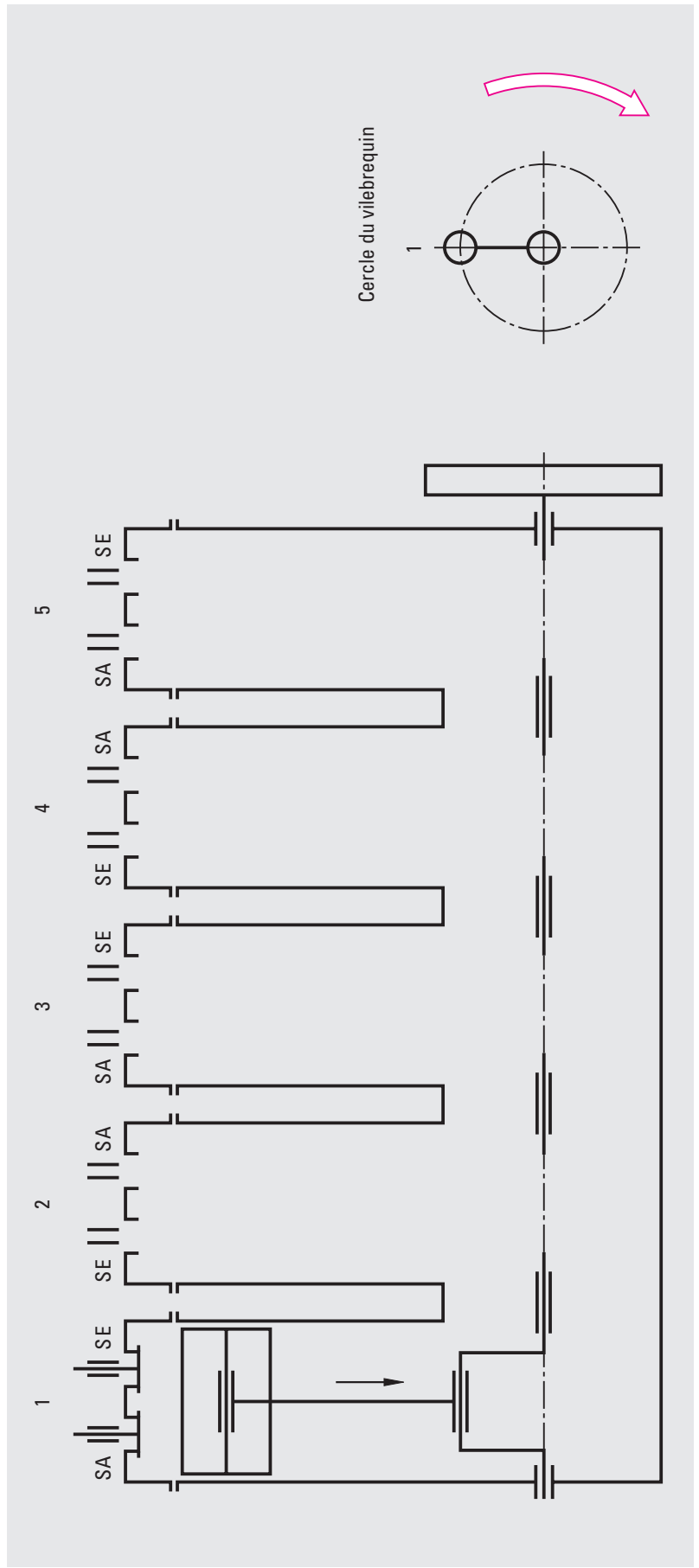


- Déterminez l'intervalle d'allumage et inscrivez le résultat.
- Sur le cercle du vilebrequin, indiquez les coudes du vilebrequin pour les cylindres de 2 à 5 ; numérotez les pivots du vilebrequin selon l'ordre d'allumage.
- Complétez le vilebrequin pour les cylindres de 2 à 5 ; indiquez les pistons et les bielles selon la position du vilebrequin.
- Indiquez la direction du mouvement des pistons par une flèche.
- Complétez le tableau en inscrivant les cycles de travail dans chaque cylindre ; indiquez également les cycles de travail en couleurs.
- Indiquez les soupapes d'admission et celles d'échappement dans leur position exacte (les soupapes doivent être indiquées clairement, ouvertes ou fermées).

Distribution

Soupape d'admission, ouverture 6° avant PMH Soupape d'échappement, ouverture 40° avant PMB
 Soupape d'admission, fermeture 44° après PMB Soupape d'échappement, fermeture 10° après PMH

Ordre d'allumage 1-2-4-5-3 **Intervalle d'allumage =** _____

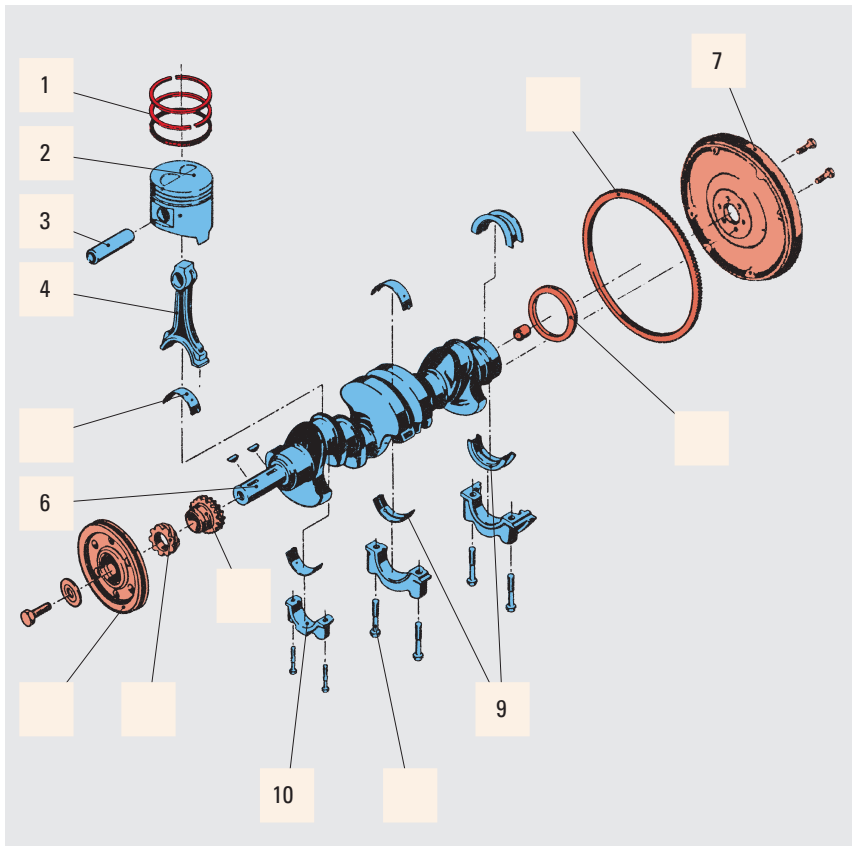


Nom : _____

Classe : _____ Date : _____ Feuille N° : _____

1. Quelles sont les fonctions du mécanisme d'embellage pendant le cycle de travail ?

2. Désignez les parties numérotées du mécanisme d'embellage et inscrivez les numéros d'affectation dans la figure.



- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 **Coussinet de bielle**
- 6 _____
- 7 _____
- 8 **Joint radial pour arbre**
- 9 _____
- 10 _____
- 11 **Vis du coussinet principal**
- 12 **Couronne dentée de démarrage**
- 13 **Poulie**
- 14 **Roue dentée (entraînement de la pompe à huile)**
- 15 **Pignon de chaîne (contrôle du moteur)**

3. Combien de cylindres a le moteur représenté dans la figure ?

4. Combien de fois le vilebrequin représenté dans la figure est-il supporté sur les coussinets ?

5. De quelle grandeur dépend la vitesse des pistons ?

6. Donnez la formule servant au calcul de la vitesse moyenne des pistons v_m et du rapport course-alésage k .

$v_m =$ _____

$k =$ _____

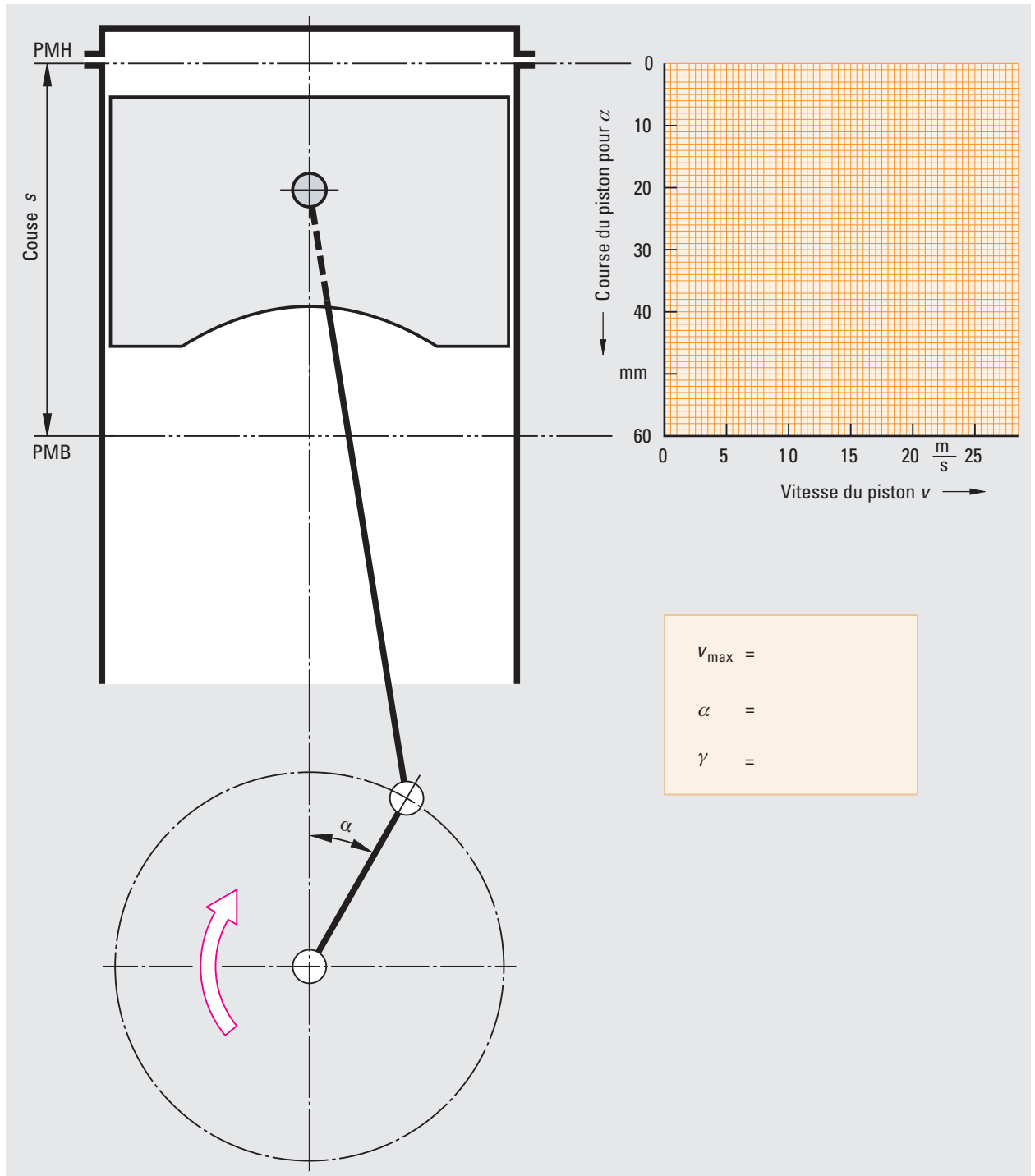
7. Complétez ce tableau par les données du moteur suivantes pour un nombre de tours de 4500 min⁻¹.

Diamètre du cylindre d en mm	Course s en mm	Rapport course-alésage k	Vitesse moyenne des pistons v_m en m/s	Différenciation des moteurs selon leur rapport course-alésage
81	88,4			
92		0,899		
		1,000	13,2	

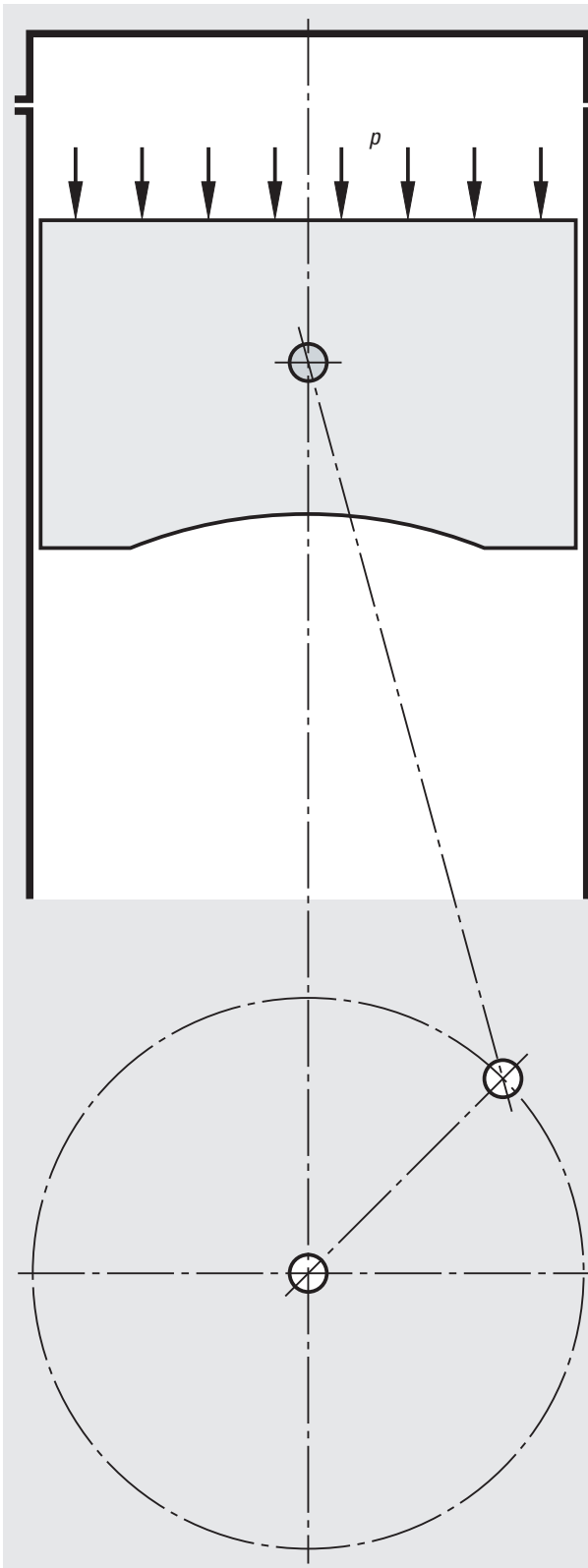
8. Pourquoi ne faut-il pas dépasser une vitesse moyenne des pistons de 16 m/s pour les moteurs en série ?

- Déterminez, dans le mécanisme d'embellage représenté, la course de piston et l'angle de vilebrequin correspondant α ; complétez ces deux valeurs dans le tableau.
- Tracez le diagramme de la vitesse du piston v en fonction de la course du piston.
- Représentez le mécanisme d'embellage dans la position dans laquelle le piston atteint sa vitesse maximale ; pour cette position, déterminez la vitesse maximale du piston v_{\max} à partir du diagramme, l'angle de vilebrequin α et l'angle γ formé par la bielle et la joue de vilebrequin.

Angle de vilebrequin α en °	0 (PMH)	15		45	65	80	100	120	150	180 (PMB)
Vitesse du piston v en m/s	0	6,5	12,2	16,5	19,6	19,7	17,5	13,6	6,8	0
Course du piston en mm	0	1,4		11,5	21,5	29,8	40,0	48,7	57,2	60,0



- Déterminez la force du piston F en N à partir de la pression de combustion p et du diamètre du piston d . Déterminez sa longueur en mm conformément à l'échelle des forces.
- Inscrivez la force du piston F au milieu de l'axe du piston comme flèche de force et, à l'aide du parallélogramme des forces, déterminez la force de la bielle F_b et la force latérale du piston F_N .
- Déplacez la force de la bielle F_b vers le milieu du tourillon de vilebrequin et déterminez, à l'aide d'un autre parallélogramme, la force de rotation F_{rot} et la force radiale F_{rad} .
- Déterminez les longueurs des flèches des forces en mm et calculez les forces en N à l'aide de l'échelle des forces.



Pression de combustion $p = 35$ bar
 Diamètre du piston $d = 72$ mm
 Echelle des forces $1 \text{ mm} \hat{=} 250 \text{ N}$

Force du piston $F =$

$F =$

$F \hat{=}$

Force de la bielle $F_b \hat{=}$

$F_b \hat{=}$

Force latérale du piston $F_N \hat{=}$

$F_N \hat{=}$

Force de rotation $F_{rot} \hat{=}$

$F_{rot} \hat{=}$

Force radiale $F_{rad} \hat{=}$

$F_{rad} \hat{=}$

Nom : _____

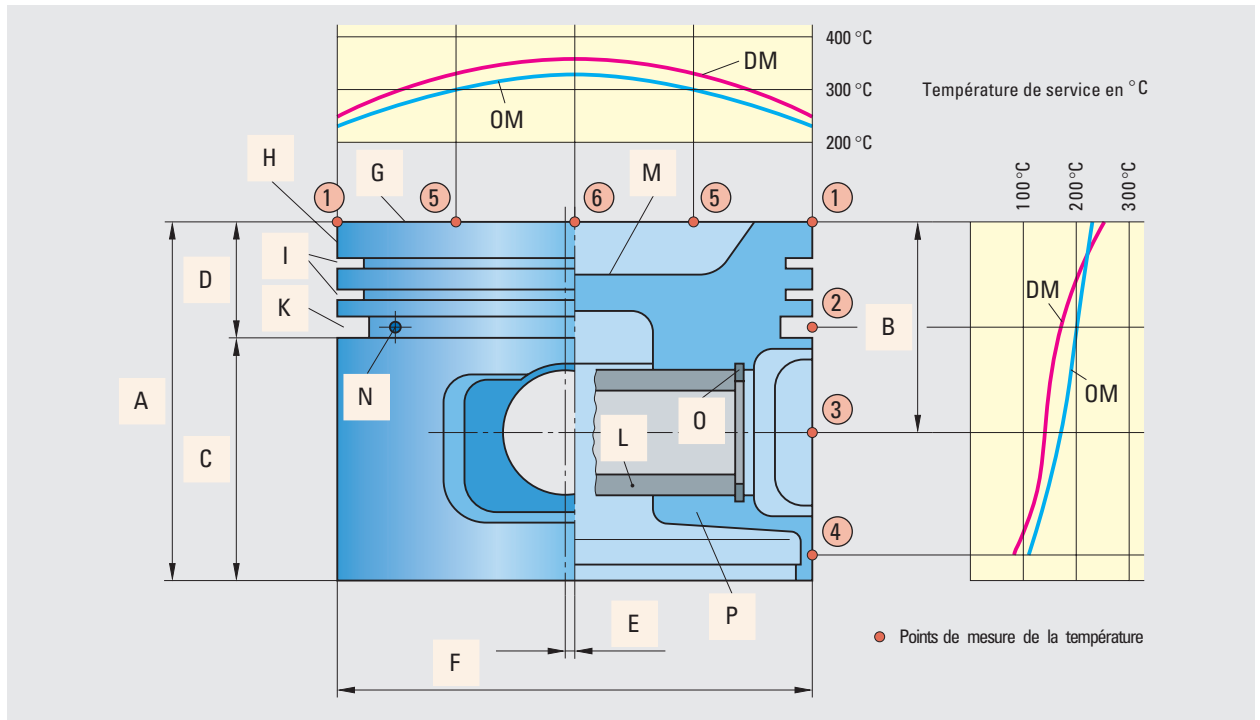
Classe : _____ Date : _____

Feuille N° : _____

1. Quelles sont les fonctions du piston ?

2. Comment le piston est-il sollicité ?

3. Faites correspondre les lettres aux termes.



- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Longueur totale | <input type="checkbox"/> Rainure pour segments de compression | <input type="checkbox"/> Diamètre du piston |
| <input type="checkbox"/> Longueur de la tige | <input type="checkbox"/> Zone de segment de piston | <input type="checkbox"/> Circlip |
| <input type="checkbox"/> Fond du piston | <input type="checkbox"/> Rainure pour segment racleur | <input type="checkbox"/> Alésage de l'axe de piston |
| <input type="checkbox"/> Zone de feu | <input type="checkbox"/> Cavité de combustion | <input type="checkbox"/> Désaxage |
| <input type="checkbox"/> Axe du piston | <input type="checkbox"/> Trou du retour d'huile | <input type="checkbox"/> Hauteur de compression |

4. Prenez dans les deux diagrammes les valeurs des températures de service sur le piston d'un moteur Otto et d'un moteur diesel et reportez-les dans ce tableau.

Points de mesure sur le piston	1	2	3	4	5	6
Température de service en °C - moteur Otto (OM)						
Température de service en °C - moteur diesel (DM)						

5. Où le diamètre du piston est-il mesuré ?

Nom : _____

Classe : _____

Date : _____

Feuille N° : _____

6. Comment le diamètre du piston est-il modifié lorsque la température augmente ? Donnez la formule servant à calculer la modification de la longueur due à la température.

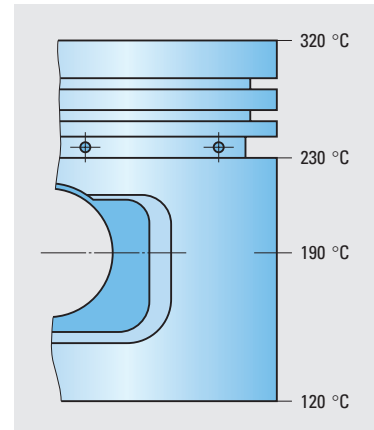
7. Sur quoi le coefficient de dilatation linéaire $\alpha = 0,0000238$ 1/K renseigne-t-il ? De quel matériau s'agit-il ?

8. A l'aide du livre des tableaux, déterminez le coefficient de dilatation linéaire des matériaux suivants.

Porcelaine (céramique)	Cuivre	Fonte	Acier non allié	Polyéthylène

9. Le diamètre d'un piston en aluminium est de 90 mm à la température de service. Complétez ce tableau avec les valeurs manquantes.

Températures du piston	Diamètre du piston à la température de service	Modification du diamètre en fonction de la temp.	Diamètre du piston à 20°C
320°	90 mm		
230°	90 mm		
190°	90 mm		
120°	90 mm		



10. Tracez en rouge, à l'échelle 5 : 1, la forme du piston froid (20°C) de telle sorte que le diamètre du piston mesure exactement 90 mm à la température de service.

11. Indiquez les types de construction des pistons représentés dans le tableau. Complétez celui-ci.

Type de construction du piston			
Caractéristiques			

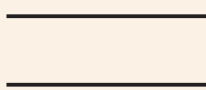
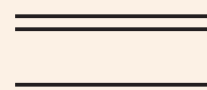
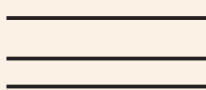
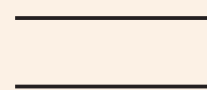

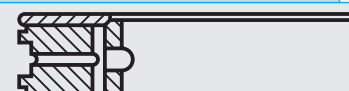
12. Quel est l'avantage de l'effet du bimétal pour les pistons à dilatation thermique contrôlée ?

Nom : _____

Classe : _____ Date : _____ Feuille N° : _____




1. Quelles sont les fonctions des segments de piston ?

2. Esquissez la section transversale de chaque segment de piston du piston et complétez le tableau.

Segments du piston			
			
Segment rectangulaire	Abréviation	Segment trapézoïdal	Abréviation
			
Segment en L	Abréviation	Segment à talon	Abréviation
			
_____	Abréviation	_____	Abréviation

3. Quelles répercussions peut avoir un jeu axial (vertical) trop grand entre le segment du piston et la rainure de segment de piston?

4. Le tableau ci-après représente différentes formes de construction d'axes de piston. Par quoi sont-elles caractérisées ? Complétez le tableau.

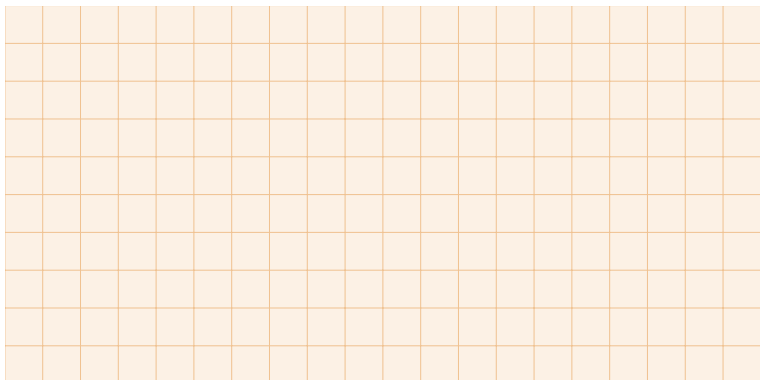
Formes de construction			
Caractéristique	_____	_____	_____
Utilisation	_____	_____	_____

5. Représentez un axe de piston entièrement traversé par un trou cylindrique, en section entière et à l'échelle 1 : 1, avec les données suivantes :

Diamètre extérieur 20 mm, diamètre intérieur 10 mm, longueur d'axe 50 mm.

La qualité superficielle du diamètre extérieur doit atteindre $Ra = 0,1 \mu m$.

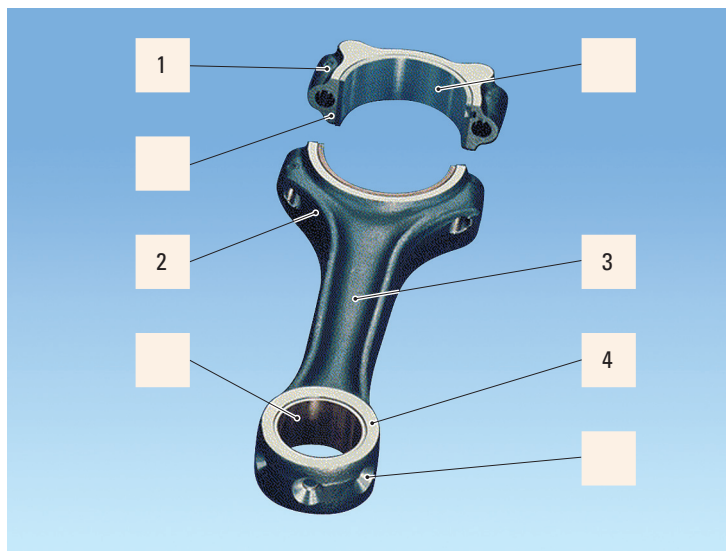
Indiquez les cotes de la pièce finie.



1. Comment un endommagement de la bielle est-il visible ?

2. Quelles sont les fonctions de la bielle ?

3. Indiquez les parties numérotées de la bielle et inscrivez les numéros attribués dans la figure.



- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- Coussinet de tête de bielle
- Surface de rupture
- Trous d'huile
- Coussinet de palier

4. Quelle sollicitation s'exerce-t-elle sur la bielle avec la charge indiquée ? Complétez le tableau.

Charge	Sollicitation
Ralentissement du piston au PMH et au PMB	
Absorber la force du piston et la transmettre	

5. Avec quels matériaux peut-on construire les bielles ?

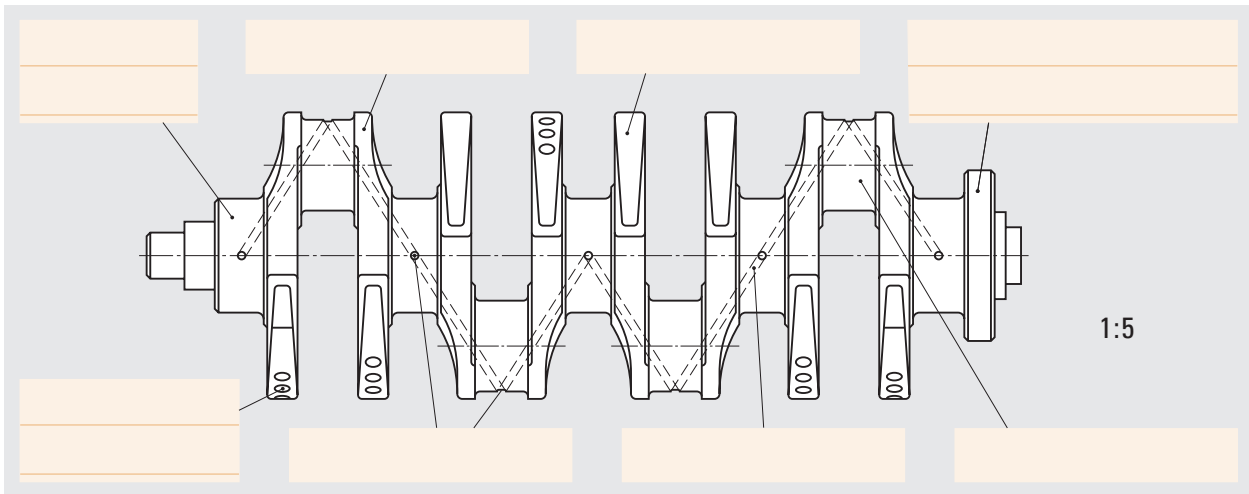
6. Pourquoi les pistons et les bielles, au moment de leur remplacement ou changement, doivent-ils se trouver dans des limites de poids autorisées ?

7. Un axe de piston avec accouplement bloqué forcé à chaud doit être incorporé dans la bielle. Mettez en ordre les étapes de travail et indiquez cet ordre par des chiffres croissants.

- Introduire l'axe d'un seul coup jusqu'à ce qu'il touche sa position finale sur le mandrin.
- Refroidir l'axe du piston afin de faciliter son montage.
- Poser le piston soigneusement centré sur son support avec le mandrin.
- Poser la bielle chauffée et bien centrée sur le trou inférieur de l'axe.
- Chauffer la bielle à environ 280 - 320°C.
- Introduire l'axe du piston froid à travers le trou de l'axe jusqu'à la bielle.

1. Quelles sont les fonctions du vilebrequin ?

2. Inscrivez les indications sur le vilebrequin. Marquez les tourillons et les manetons avec des couleurs différentes.



3. Indiquez le nombre de cylindres, le nombre de paliers et la course du piston de l'arbre à manivelle représenté ci-dessus.

Nombre de cylindres	Nombre de paliers	Course du piston en mm

4. Comment le vilebrequin est-il sollicité pendant son fonctionnement ?

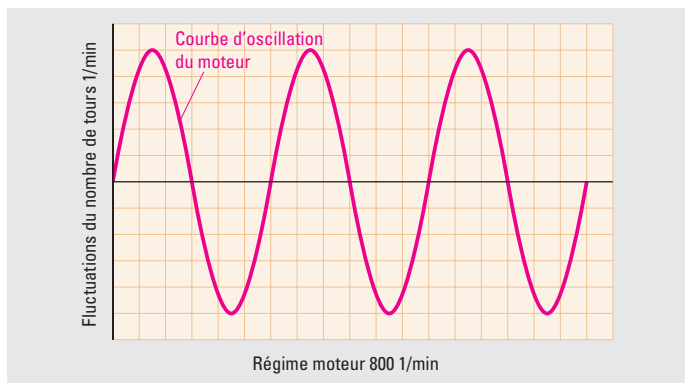
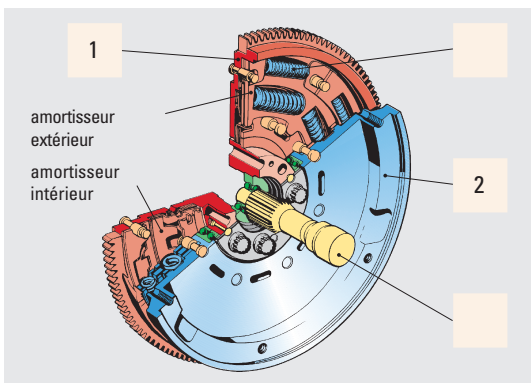
5. Désignez les parties numérotées du volant à double masse et inscrivez les numéros attribués dans la figure.

1 _____

2 _____

3 ressort amortisseur

4 arbre d'entraînement



6. Dessinez la courbe d'oscillation de l'arbre à prise directe dans le diagramme dès que les fluctuations du nombre de tours de la boîte de vitesses se réduisent à 1/5e de celles du moteur.

7. Quels sont les avantages du volant à double masse vis-à-vis du volant traditionnel ?
