

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

SYSTEMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT

SESSION 2010

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
durée : 1 heure 30 min – coefficient : 1,5

Le sujet comprend 9 pages, numérotées de 1 à 9
Les deux problèmes sont indépendants

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.

CODE : SCE3SC

crdp Aquitaine

Le sujet comprend deux problèmes indépendants. Chacun d'entre eux est composé de sous parties largement indépendantes.

Problème 1. Etude du freinage d'un véhicule.

Une entreprise utilise une fourgonnette pour le transport des outillages et des personnes sur les chantiers. La masse totale en charge M vaut 2,1 tonnes. On étudie dans la première partie le freinage de ce véhicule dans différentes conditions et dans la seconde le dispositif de freinage.

Les deux parties sont indépendantes.

1) Distance de freinage et distance d'arrêt

La distance d'arrêt d'un véhicule dépend de plusieurs facteurs dont l'état de la chaussée et la "distance de réaction" du conducteur liée à la durée s'écoulant entre la vision de l'obstacle et l'action du pied sur la pédale de frein.

La distance d'arrêt D_A est la somme de la distance de réaction D_R et de la distance de freinage D_F . Pour la fourgonnette de chantier, les distances de réaction et de freinage sont données pour différentes vitesses initiales dans le tableau ci-dessous :

Vitesse v_0 (en km.h ⁻¹)	Distance de réaction D_R (en m)	Distance de freinage D_F (en m)	
		Route sèche	Route mouillée
45	12,5	13	26
90	25	52	104
130	36	123	246

- 1.1. Calculer le temps de réaction pour les deux vitesses extrêmes indiquées dans le tableau ci-dessus. Que peut-on en conclure ?
- 1.2. Indiquer des paramètres qui peuvent modifier les distances D_R et D_F .

On envisage le freinage jusqu'à l'arrêt total du véhicule sur une route horizontale rectiligne pour une vitesse initiale $v_0 = 90 \text{ km.h}^{-1}$. On négligera tous les frottements dus à l'air.

- 1.3 a) Calculer l'énergie cinétique initiale E_C de la voiture avant le freinage.
- 1.3.b) Que vaut-elle à l'arrêt du véhicule ?
- 1.3.c) En déduire la variation de l'énergie cinétique ΔE_C entre le début du freinage et l'arrêt total du véhicule (énergie cinétique finale – énergie cinétique initiale).

La fourgonnette est soumise à trois forces constantes : son poids \vec{P} , la composante normale \vec{R}_N de la réaction de la route et une force \vec{F} modélisant l'ensemble des forces de

freinage. La force \vec{F} est de même direction et de sens opposé au déplacement du véhicule.

- 1.4.a) Pourquoi les travaux du poids \vec{P} et de la composante normale \vec{R}_N de la réaction sont-ils nuls ?
- 1.4.b) Appliquer le théorème de l'énergie cinétique entre le début du freinage et l'arrêt du véhicule et en déduire l'intensité F de la force de freinage sur route mouillée. Effectuer l'application numérique.
- 1.5. Sur route sèche, le véhicule roulant à une vitesse $v_0 = 90 \text{ km.h}^{-1}$, le conducteur appuie sur la pédale de frein à l'instant $t = 0$, provoquant une force de freinage d'intensité $F = 12,6 \text{ kN}$.
 - 1.5.a) Appliquer le principe fondamental de la dynamique au système {fourgonnette} soumis aux trois forces constantes \vec{P} , \vec{R}_N et \vec{F} .
 - 1.5.b) Exprimer l'accélération de la fourgonnette en utilisant la projection de la relation précédente sur l'axe horizontal de la route. Le raisonnement conduit sera illustré par un schéma explicite. Calculer la valeur de l'accélération en précisant son unité.
 - 1.5.c) En déduire l'expression de la vitesse instantanée v , en fonction du temps puis calculer la durée de freinage t_f .

2) Dispositif de freinage

Le véhicule dispose d'un système de freinage hydromécanique à 2 états:

- un rapport d'amplification de 6 pour les freinages lents ;
- un rapport d'amplification de 23 pour les freinages d'urgence.

Les schémas ci-après représentent le dispositif de freinage et le schéma de principe de la transmission de la pression aux plaquettes de freins. Le liquide utilisé dans le système de freinage est incompressible. Le système modifiant le rapport d'amplification n'est pas représenté.

Schéma de principe du système de freinage

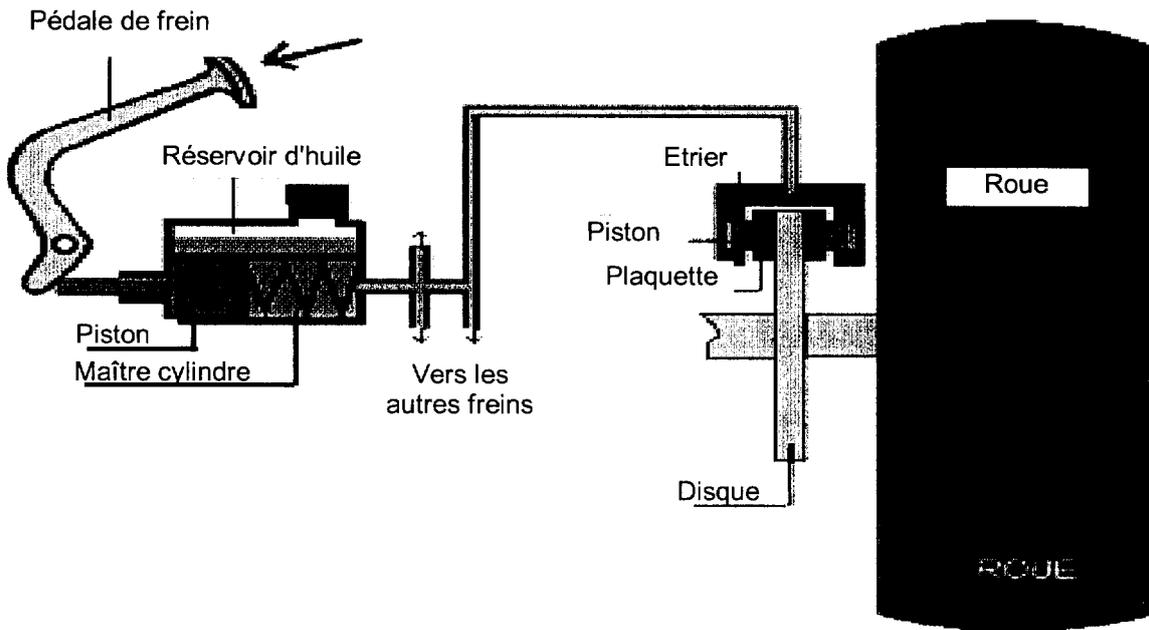
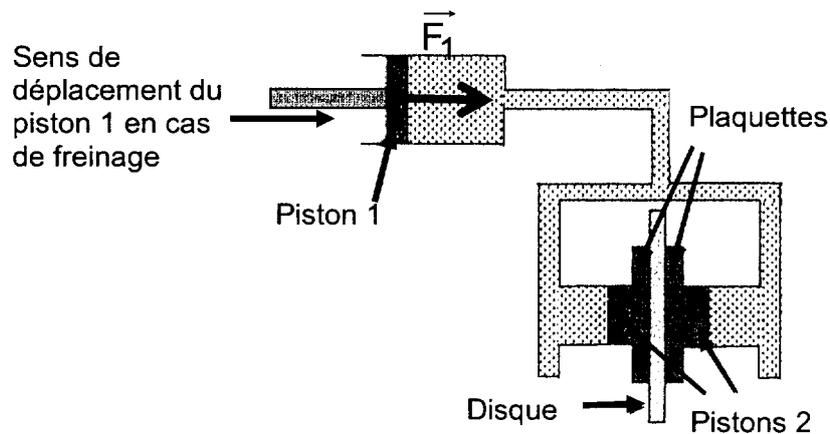


Schéma simplifié de la transmission de pression aux plaquettes Les pistons 1 et 2 sont cylindriques

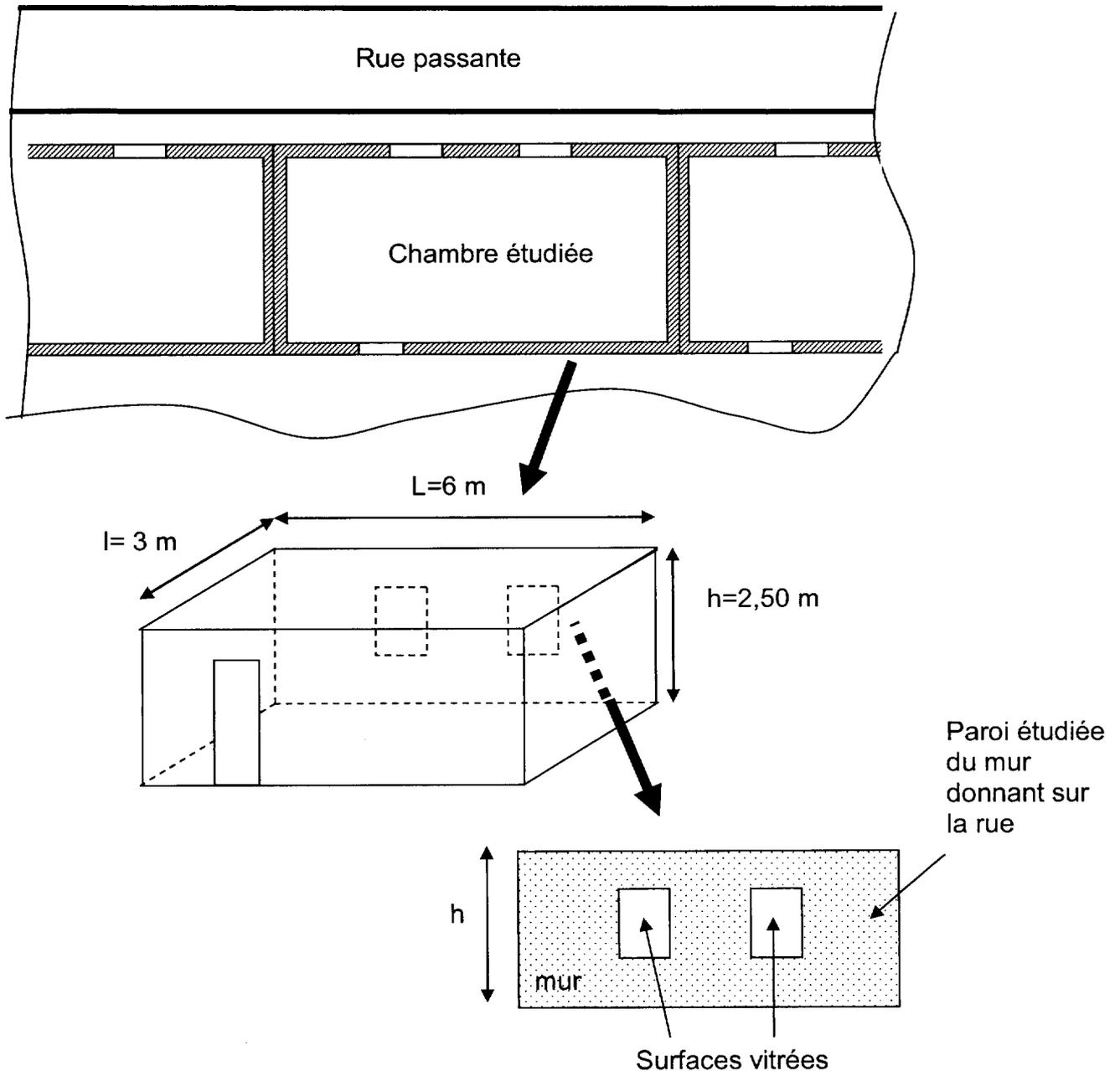


Face à un obstacle sur la chaussée, l'automobiliste effectue un freinage d'urgence en exerçant sur la pédale de frein une force de 3,0 daN.

- 2.1 Calculer l'intensité de la force amplifiée \vec{F}_1 , au niveau du maître cylindre.
- 2.2 Calculer la pression p exercée sur le liquide au niveau du maître cylindre par le piston 1 de diamètre 3,0 cm.
- 2.3 Le diamètre des pistons 2 des étriers est de 5,0 cm. En déduire l'intensité de la force \vec{F}_2 exercée par l'un des pistons 2 sur une plaquette de frein.

PROBLÈME 2 : isolation acoustique d'une chambre

On étudie l'isolation acoustique d'une chambre d'un appartement séparée de l'extérieur par un mur en brique creuse recouvert de polystyrène. Ce mur possède deux surfaces vitrées.



Le test consiste à générer depuis la rue un bruit routier aux caractéristiques acoustiques connues et à mesurer le niveau sonore obtenu à l'intérieur de la chambre. On estime que seule la paroi en contact avec l'extérieur transmet le bruit routier.

Pour toutes les parties de cet exercice vous pourrez utilement vous aider du formulaire reproduit en annexe.

1. Caractéristiques du bruit routier

Le bruit généré possède un spectre en fréquence riche de plusieurs composantes dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Fréquence f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau sonore N (dB)	76	75	71	70	68	62
Intensité sonore I (W.m ⁻²)	39,8x10 ⁻⁶	31,6x10 ⁻⁶	12,6x10 ⁻⁶		6,31x10 ⁻⁶	1,58x10 ⁻⁶

- 1.1 Le bruit routier est-il plus riche en sons graves ou en sons aigus ? Justifier la réponse.
- 1.2 La célérité du son dans l'air étant de 340 m.s⁻¹, calculer la longueur d'onde d'un son de fréquence 1000 Hz.
- 1.3 Quel est le nom de l'appareil utilisé pour mesurer un niveau sonore ?
- 1.4 Plusieurs corrections sont proposées sur ces appareils de mesures, notamment celle intitulée dBA. Quel est l'intérêt d'une telle correction ?
- 1.5 Calcul du niveau sonore global du bruit généré.
 - 1.5.1. Calculer l'intensité sonore de la composante de fréquence 1000 Hz.
 - 1.5.2. Vérifier que le niveau sonore global est de 80,1 dB.

2. Niveau sonore à l'intérieur de la pièce avant travaux d'isolation

Le niveau sonore global à l'intérieur de la chambre mesuré avant des travaux d'isolation s'élève à 49 dB.

- 2.1. Quelle est la valeur de l'isolement brut **D** ?
- 2.2. Le temps de réverbération **T** représente la durée nécessaire à l'affaiblissement de 60 dB du niveau sonore d'une source, après extinction de celle-ci.
Que peut-on faire pour diminuer cette durée ?
- 2.3 Déterminer la valeur de l'isolement normalisé **D_n** sachant que pour la pièce le temps de réverbération vaut 0,3 s.

3. Prévision du niveau sonore global après les travaux d'isolation

Afin d'améliorer l'isolation acoustique de la pièce, on prévoit d'effectuer des travaux. L'architecte envisage de remplacer le mur précédent par un mur de surface **S** donnant sur la rue, en utilisant des briques creuses d'épaisseur 20 cm et un doublage intérieur par des plaques de polystyrène de 8 cm d'épaisseur. Les surfaces vitrées du mur représentent 10% de la surface totale de celle-ci. Il est demandé de prévoir l'isolement normalisé de cette paroi.

- 3.1 Calculer la valeur des surfaces vitrées et non vitrées **S_v** et **S_m**.
- 3.2.1. A l'aide du **document technique 1**, déterminer l'indice d'affaiblissement acoustique **R_m** de la surface non vitrée vis-à-vis des bruits routiers.
- 3.2.2. En déduire le facteur de transmission **τ_m** de la surface non vitrée de ce mur.
- 3.3.1. La surface vitrée est réalisée par un double vitrage acoustique 10(12)4 dont les caractéristiques acoustiques sont données dans le **document technique 2**. Déterminer son indice d'affaiblissement **R_v** vis-à-vis des bruits routiers selon la norme EN717-1.
- 3.3.2. Vérifier que le facteur de transmission **τ_v** de la surface vitrée vaut $6,3 \times 10^{-4}$.
- 3.4.1. Déduire des questions précédentes la valeur du facteur de transmission global **τ_g** de la paroi et la valeur de l'indice d'affaiblissement global **R_g**.
- 3.4.2. Estimer le nouvel isolement normalisé **D'_n** en dB, sachant qu'il peut s'exprimer en fonction de **R_g** par la relation :

$$D'_n = R_g + 10 \cdot \log(0,32 \cdot V/S_p)$$

où **V** est le volume du local en m³ et **S_p** la surface totale en m² de la paroi séparatrice.

Document technique 1

Valeurs d'indices d'affaiblissement acoustique R en dB
de quelques matériaux et systèmes constructifs.

Produit	Kg/m ²	R _m en dB	
		Bruit rose	Bruit routier
Béton de 10 cm	220	50	45
Béton de 15 cm	350	55	50
Béton de 20 cm	470	60	55
Béton de 25 cm	595	64	59
Béton cellulaire de 15 cm	130	39	36
Béton cellulaire de 20 cm	260	47	44
Briques pleines 11 cm	210	46	41
Briques pleines 22 cm	420	57	54
Briques creuses 16 cm	200	46	42
Briques creuses 20 cm	250	51	49
Briques creuses 25 cm	300	51	49
Parpaings creux de 10 cm	160	42	39
Parpaings creux de 15 cm	220	48	44
Parpaings creux de 20 cm (2 rangs d'alvéoles)	380	52	48
Parpaings creux de 20 cm (3 rangs d'alvéoles)	410	55	51
Parpaings pleins de 15 cm	320	53	50
Parpaings pleins de 20 cm	420	59	53
Béton de 16 cm + polystyrène 8 cm	385	53	50
Béton de 16 cm + laine 8 cm	385	57	52
Parpaings creux 20 cm (3 rangs d'alvéoles) + polystyrène 8 cm	380	52	48
Parpaings creux 20 cm (3 rangs d'alvéoles) + laine min.8 cm	380	59	55
Briques creuse 20 cm + polystyrène 8 cm	290	45	41
Briques creuse 20 cm + laine min.8 cm	290	51	47

Document technique 2

Valeurs d'indices d'affaiblissement acoustique de quelques vitrages
et norme EN717 – 1

D'après la norme EN717-1,
"L'affaiblissement face aux bruits routiers R_r est égal à la somme de l'indice d'affaiblissement pondéré R_w et du terme de correction de bruit routier C_{tr} ."

Composition des vitrages		Valeurs selon EN 717-1		
		Indice d'affaiblissement pondéré	Correction bruit rose	Correction bruit routier
		R_w	C_r	C_{tr}
Vitrage monolithique	6mm	31	-1	-2
	8mm	32	-1	-2
	10mm	33	-1	-2
Double vitrage	4(12)4	30	0	-3
	4(16)4	30	0	-3
	8(16)8	34	-1	-4
Double vitrage acoustique	4(12)6	33	-1	-4
	4(16)8	35	-1	-5
	10(12)4	35	0	-3
Double vitrage de sécurité renforcé	8(20)44,2	38	-1	-5
	8(20)44,4	40	-1	-4
Double vitrage acoustique et de sécurité	8(12)44,1A	40	-2	-5
	10(12)44,1A	41	0	-4
	64,2A(20)44,2A	47	-2	-7

Annexe : formulaire

Niveau sonore en dB : $N = 10 \cdot \log(I/I_0)$ avec $I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ et log représente la fonction logarithme décimal.

Isolement brut en dB : Différence entre les niveaux sonores de part et d'autre d'une paroi : $D = N_{\text{ext}} - N_{\text{int}}$

Isolement normalisé : $D_n = D + 10 \cdot \log(T/0,5)$ où T est le temps de réverbération en seconde, c'est-à-dire la durée nécessaire à l'affaiblissement de 60 dB du niveau sonore d'une source, après extinction de la source.

Facteur de transmission d'une paroi : $\tau = \frac{I_t}{I_i}$ où I_t est l'intensité transmise et I_i l'intensité incidente.

Indice d'affaiblissement d'un matériau : $R = 10 \cdot \log(1/\tau)$ où τ est le facteur de transmission.

Facteur de transmission global d'une paroi composée de deux matériaux différents ayant respectivement des facteurs de transmission τ_1 et τ_2 et des surfaces S_1 et S_2 .

$$\tau_g = (\tau_1 \cdot S_1 + \tau_2 \cdot S_2) / S_p$$

$S_p = S_1 + S_2$: Surface totale de la paroi