



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2010

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

PRODUCTIQUE BOIS

SESSION 2010

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures – coefficient : 1,5

Le sujet comprend 11 pages, numérotées de 1 à 11.
Les deux problèmes sont indépendants et chacun d'entre eux est composé de parties largement indépendantes.

Les documents réponses 1 et 2 sont à rendre avec la copie.

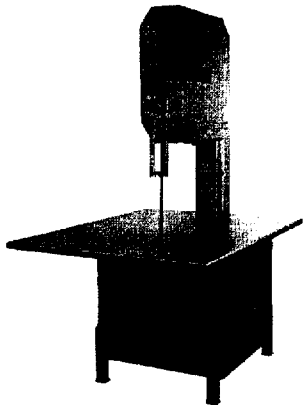
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.

PROBLÈME 1 : étude du système d'entraînement d'une scie à ruban (20 points)

Un atelier de sciage possède différentes scies dont une scie à ruban, référencée SA 36, pour laquelle une photo et quelques caractéristiques sont données ci-dessous.

On étudiera dans cette partie le moteur électrique d'entraînement de la scie, le système de transmission et l'adaptation de la vitesse de sciage à l'essence de bois coupé.

Le constructeur donne les caractéristiques et spécifications suivantes pour un régime nominal.

	Caractéristiques et spécifications	SA36
	Largeur de coupe (mm)	915 mm
	Diamètre du volant (mm)	910 mm
	Lame - longueur x largeur (mm)	6350 x 25
	Tension	Tensions triphasées générées par un onduleur
	Tension nominale aux bornes d'un enroulement du moteur	240 V
	Puissance du moteur (kW)	7,5 kW
	Régime du moteur	1400 tr/min
	Vitesse de lame standard (m/min) pour du sapin	2800 m/min
	Transmission	Système à poulie à haut rendement

L'arbre du moteur de diamètre d_1 entraîne par une courroie inextensible une poulie de diamètre d_2 (poulie menée) solidaire du volant de diamètre D d'entraînement de la lame. Le schéma est représenté ci-dessous figure 1.

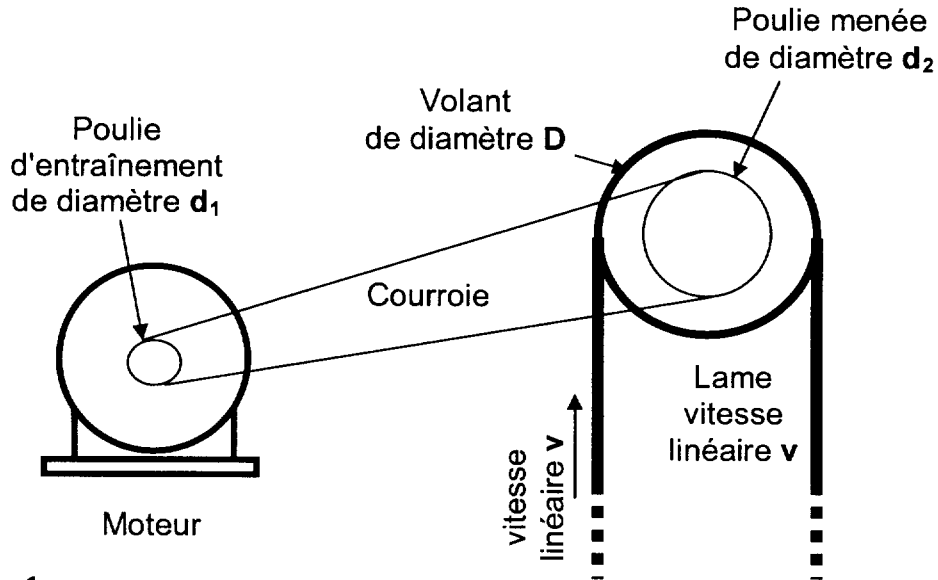


Figure 1

La transmission s'effectuant avec un haut rendement, les diamètres et les vitesses de rotation de l'arbre du moteur et de la poulie menée sont liées par la relation :

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2$$

en notant n_1 et n_2 les vitesses de rotation respectives de l'arbre du moteur et de la poulie menée.

La vitesse linéaire v de la lame (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), également appelée vitesse de coupe s'exprime en fonction de la vitesse de rotation n_2 (en $\text{tr} \cdot \text{s}^{-1}$) et du diamètre D (en m) du volant, par la relation :

$$v = \pi \cdot D \cdot n_2$$

1. Étude du moteur asynchrone

On se place dans les conditions nominales. On néglige l'ensemble des pertes dans le moteur.

Le moteur asynchrone triphasé est relié à un réseau 240 V / 416 V, 50 Hz, généré par un onduleur.

On note V la valeur efficace d'une tension simple du réseau, U la valeur efficace d'une tension composée et f la fréquence des tensions du réseau.

L'étude suivante est effectuée en régime nominal pour lequel le facteur de puissance du moteur est : $\cos\varphi_N = 0,85$.

À l'aide des informations fournies par le constructeur :

- 1.1. Justifier le couplage étoile des enroulements du moteur.

- 1.2. Comment nomme-t-on les tensions 240 V et 416 V délivrées par le réseau ?
- 1.3. Calculer l'intensité efficace I_N du courant de ligne et en déduire celle du courant à travers un enroulement du moteur. Justifier la réponse.
- 1.4. Déterminer la vitesse de synchronisme et le nombre de pôles.
- 1.5. Calculer le glissement g_N .
- 1.6. Calculer le couple utile T_{uN} (**on rappelle que toutes les pertes au niveau du moteur sont négligées**).
- 1.7. Dans sa partie utile, la caractéristique mécanique $T_{uN} = f(n_1)$ du moteur est une droite. Tracer cette caractéristique sur le **document réponse 1**.

2. Étude du système de transmission par poulies

On se place aux conditions nominales pour un sciage de sapin.

- 2.1. A l'aide des caractéristiques et spécifications de la scie, déterminer la valeur de la vitesse de rotation n_2 (en tr/min) de la roue d'entraînement de la lame.
- 2.2. Calculer le rapport de transmission : $r = \frac{n_2}{n_1}$
- 2.3. Justifier pourquoi la puissance reçue par le volant est égale à la puissance fournie par le moteur.
- 2.4. En déduire le moment du couple de forces T_v exercé par le volant sur la lame de scie.
- 2.5. Calculer l'intensité F_c de la force de coupe exercée par la lame sur le bois.

3. Étude de la variation de vitesse par onduleur

Le sciage doit s'effectuer tel que le moment du couple de force T_v exercé par le volant sur la lame de scie soit constant quelle que soit l'essence du bois, $T_v = 73 \text{ N.m}$, la vitesse v de la lame dépendant de la dureté du bois.

Deux exemples sont donnés dans le **document réponse 2**.

Un onduleur à V/f constant alimente le moteur pour permettre le réglage de sa vitesse de rotation.

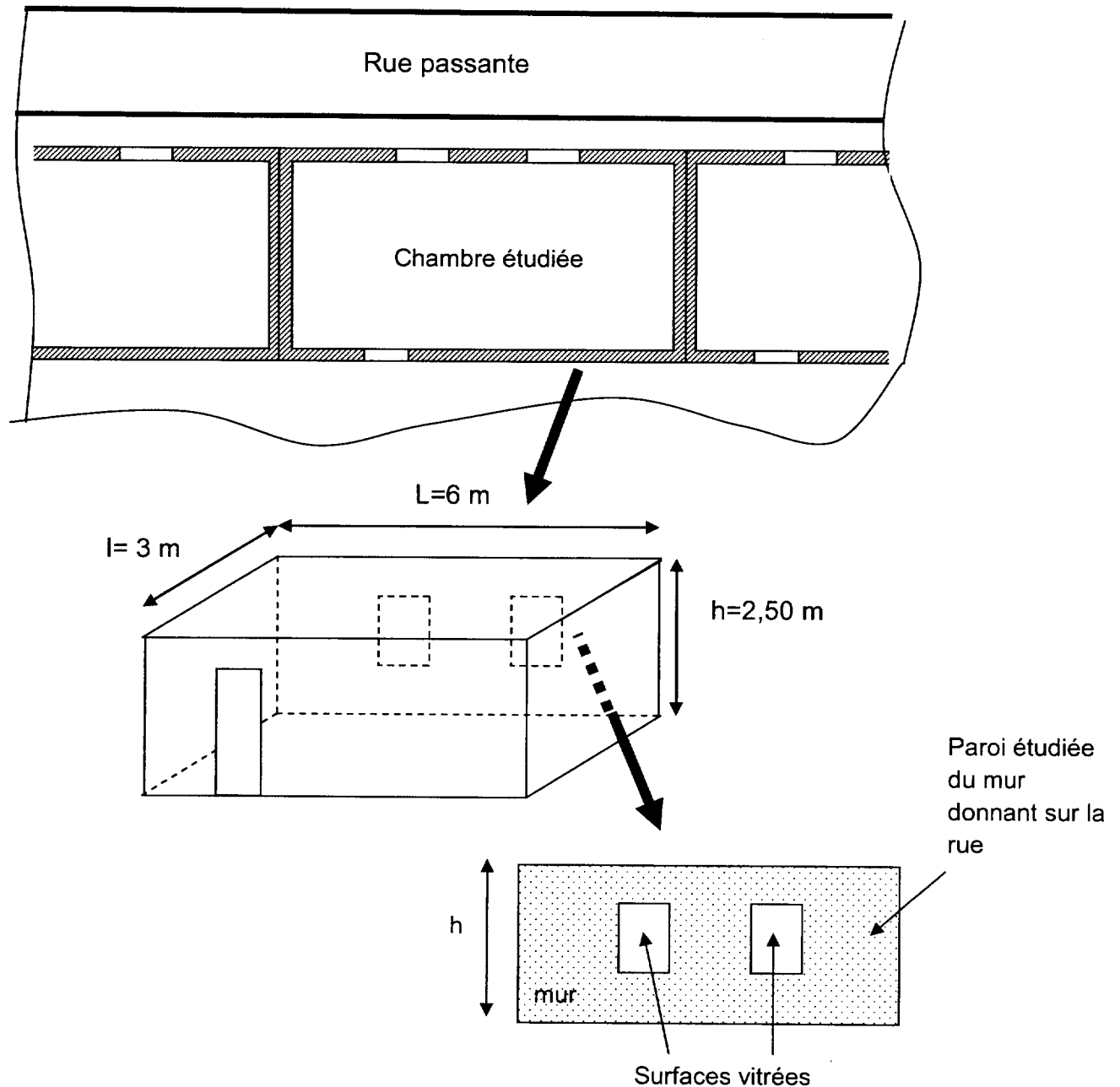
- 3.1. Calculer le rapport V/f en précisant son unité.

Toute la suite du problème concerne le sciage du chêne.

- 3.2. Compléter le **document réponse 2** en calculant les vitesses de rotation n_2 et n_1 . Justifier les réponses.
- 3.3. Quel est le moment du couple utile T_u fourni par le moteur ?
- 3.4. Sur le **document réponse 1**, placer le point de fonctionnement pour du chêne et tracer la caractéristique $T_u = f(n_1)$ correspondante.
- 3.5. En déduire la vitesse de synchronisme, la fréquence et la tension simple de l'onduleur.

PROBLÈME 2 : isolation acoustique d'une chambre (20 points)

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})	$39,8 \times 10^{-6}$	$31,6 \times 10^{-6}$	$12,6 \times 10^{-6}$		$6,31 \times 10^{-6}$	$1,58 \times 10^{-6}$

- 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. Prévion 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 m^3 et S_p la surface totale en m^2 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.

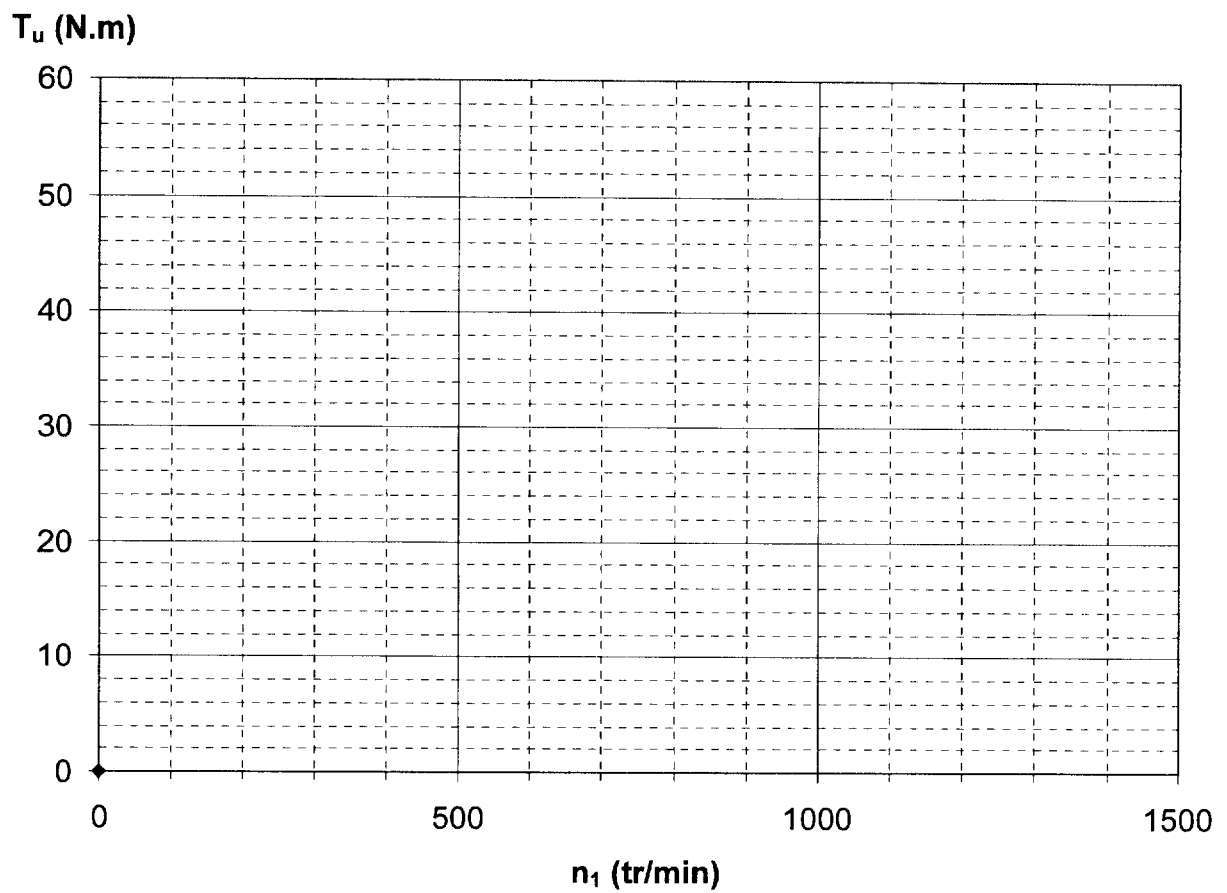
Facteur de transmission d'une paroi : $\tau = \frac{I_t}{I_i}$ où I_t est l'intensité transmise et I_i l'intensité incidente.

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

Document réponse 1 à rendre avec la copie**Document réponse 2 à rendre avec la copie**

	Sapin	Chêne
v	2800 m.min ⁻¹	1800 m.min ⁻¹
n_2		
n_1	1400 tr.min ⁻¹	