

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

Surfaces vitrées et système d'occultation dans un bâtiment résidentiel.

CORRIGE

- **sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - **mise en situation**..... page 2
 - **partie 1 (1 heure)** pages 3 à 5
 - **partie 2 (3 heures)** pages 6 à 12
- **documents techniques**..... pages 13 à 25
- **documents réponses**..... page 26

Le sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Tous les calculs devront être détaillés sur votre copie.

Préciser les unités des résultats.

Les documents réponses DR1 à DR3 (page 26) seront à rendre agrafés aux copies.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2012
Enseignements technologiques transversaux	Code : (V16_11_12) Page 1 / 11

Les surfaces vitrées d'un bâtiment résidentiel

Question 1.1 On donne les paramètres intervenant dans le calcul de E_t : conductance thermique ; cumul des degrés jour unifiés ; facteur solaire ; facteur d'ensoleillement ; cumul de l'ensoleillement. **Distinguer** les paramètres internes des paramètres externes.

Paramètres internes :

Conductance thermique, facteur solaire.

Paramètres externes :

Cumul des degrés jour unifiés, facteur d'ensoleillement, cumul de l'ensoleillement.

Question 1.2 **Calculer**, pour la seule période hivernale et pour la façade est, la valeur de E_t (arrondie au kWh) pour le simple vitrage dont les caractéristiques sont données dans le document DT5. **Préciser** s'il s'agit d'une valeur positive (gain) ou négative (perte).

Voir :

DT2 DT3

DT4 DT5

$$E_t = E_g - E_p$$

Avec :

$$E_g = (S) \times (A) \times (F_e) \times (C_1) \times (E)$$

$$= 0,87 \times 1 \times 1 \times 0,55 \times 467$$

$$= 223,46$$

$$E_p = (0,024) \times (U_g) \times (N_{DJU18}) \times (A)$$

$$= 0,024 \times 5,8 \times 2416 \times 1$$

$$= 336,31$$

$$E_t = 223,46 - 336,31$$

$$= -112,85 \text{ arrondi à } -113 \text{ kWh}$$

La valeur est négative, il s'agit donc d'une perte d'énergie.

Question 1.3 En vous aidant du tableau 1, **indiquer** le vitrage le plus performant d'un point de vue énergétique correspondant à chaque exposition.

Pignon nord : Triple vitrage

Façades est et ouest : Double vitrage N°2

Pignon sud : Double vitrage N°1

Question 1.4 **Calculer** le gain énergétique annuel engendré par l'utilisation de 1m² de triple vitrage comparé au double vitrage N°2. **En déduire** le gain économique correspondant pour une période de 1an puis pour une période de 30 ans. En tenant compte du surcoût lié à l'achat du triple vitrage, voir DT5, **citer** la solution la plus intéressante financièrement.

Voir :

Tableau 1 page 4

DT5

Gain énergétique annuel : 4 - (-12) soit 16 kWh.

Gain économique annuel : 16 x 0,1 soit 1,60 €

Gain économique sur 30 ans : 1,60 x 30 soit 48 €

Surcoût à l'achat : 135 - 85 soit 50 €

Le triple vitrage n'est pas rentabilisé sur une période de 30 ans ; la solution la plus intéressante financièrement est donc le double vitrage N°2.

Question 1.5 **Justifier** l'emploi des critères 'coulabilité', 'prix' et 'conductivité thermique' retenus dans cette analyse et **indiquer** la raison pour laquelle le critère 'indice de réfraction' semble ne pas permettre de faire un choix parmi les matériaux sélectionnés.

Voir DT1
Voir DT6

Coulabilité : en raison du procédé de fabrication des feuilles de verre.

Prix : pour des raisons économiques (compétitivité du produit).

Conductivité thermique : Le vitrage doit être le plus isolant possible

le critère 'indice de réfraction' semble ne pas permettre de faire un choix parmi les matériaux sélectionnés car les quatre familles de verre sélectionnées ont toutes des indices de réfraction voisins.

Question 1.6 A partir des diagrammes du document DT6, **identifier** le type de matériau le plus performant pour la fabrication d'un vitrage en justifiant votre choix.

Voir DT6

Le verre sodacalcique est à la fois le matériau le plus isolant, le moins cher et celui qui présente la meilleure aptitude à être coulé.

Question 1.7 Sur le cycle de vie complet, **calculer** les écarts d'énergie consommée et de rejets de CO2 entre les deux solutions et **donner** le nom de la solution la plus efficace d'un point de vue développement durable.

Voir :
Tableau 2 page 5

Quantification des écarts du triple vitrage comparé au double vitrage N°2 en termes d'énergie consommée :

*Energie consommée toutes phases sauf utilisation : $(835,94-526,22)*0,278$ soit +86,10 kWh arrondi à 86 kWh*

Energie gagnée phase d'utilisation : 480 kWh

Bilan : le TV permet d'économiser 480-86 soit 394 kWh par rapport au double vitrage N°2 sur l'ensemble du cycle de vie.

Quantification des écarts du triple vitrage comparé au double vitrage N°2 en termes de rejets en CO2 :

Rejets de CO2 toutes phases sauf utilisation : 49,72-31,91 soit 17,81 kg

Rejets de CO2 gagnés sur la phase d'utilisation : 144 kg

Bilan : le TV permet d'éviter le rejet de 144-17,81 soit 126,19 kg de CO2 par rapport au double vitrage N°2 sur l'ensemble du cycle de vie.

Le triple vitrage semble être la solution la plus efficace d'un point de vue DD.

Question 1.8 On se propose de comparer, pour le pignon nord, le double vitrage N°2 et le triple vitrage sur les critères énergétique, économique et environnemental. **Indiquer** pour chaque critère la solution la plus efficace en se référant aux résultats précédents.

Citer trois aspects de l'étude non pris en compte susceptibles d'influer sur le choix final.

Vitrage Nord :

- ✓ *critères énergétiques => Triple vitrage*
- ✓ *critères économiques => Double vitrage N°2*
- ✓ *critères environnementaux => Triple vitrage*

Exemples d'aspects non pris en compte :

- ✓ *le poids et l'encombrement du triple vitrage comparés à ceux du double vitrage impliquent des modifications importantes dans le cadre de la fenêtre donc des répercussions sur les impacts environnementaux liés au cycle de vie de ces composants.*
- ✓ *double vitrage économiquement plus rentable que le triple vitrage mais l'augmentation prévisible du coût de l'énergie risque de remettre cette hiérarchie en question à moyen terme.*
- ✓ *présence de volets extérieurs*
- ✓ *la propreté du vitrage*
- ✓ *qualité de la pose de la fenêtre*
- ✓ *'les effets de bord' à la périphérie de la surface vitrée*
- ✓ *.....*

DEUXIEME PARTIE

Question 2.1 A l'aide des documents techniques DT7, DT9 et DT10, **identifier** les solutions technologiques qui assurent les fonctions décrites sur le document réponse DR1.

Voir :DT7 DT9
DT10 DR1

DOCUMENT REPONSE DR1

Fonctions à assurer	Solutions technologiques
Stocker le volet	tambour
Guider le volet	rainures
Déplacer le volet	étoile
Assurer une tension pour un enroulement correct	ressort
Maintenir le volet en position lorsque le moteur n'est pas alimenté	train épicycloïdal

Question 2.2 A l'aide du document technique DT10, **Préciser**, sur le document réponse DR2, le sens de rotation, positif ou négatif, des sous-ensembles cinématiques 1 à 5 lors d'une phase de descente du volet.

Voir DT10
Voir DR2

DOCUMENT REPONSE DR2

Question 2.2 :

		Solution avec réducteur	Solution sans réducteur
Sens de rotation des sous-ensembles : + ou -	<u>1</u>	-	-
	<u>2</u>	+	+
	<u>3</u>	-	-
	<u>4</u>	+	+
	<u>5</u>	+	+

Question 2.3 Sachant que l'on déroule 26 lames lors d'une descente de volet, **déterminer** le nombre de tours effectués par le sous-ensemble cinématique 1 auquel fait partie l'étoile.

$$Z_{\text{étoile}} = Z_1 = 5$$

$$N_{\text{étoile}} = N_1 = 26/5 = 5,2 \text{ tours}$$

Question 2.4 Le sous-ensemble cinématique 4 réalise 3,6 tours lors d'une phase de descente. A l'aide du document technique DT10, **donner** la démarche permettant d'aboutir à ce résultat.

Voir DT10

On détermine le rapport de réduction du réducteur qui permet de déterminer le nombre de tours du sous-ensemble cinématique 4 connaissant le nombre de tours que réalise le sous-ensemble cinématique 1.

$$N_4 = (30/43) * N_1 = 3,6 \text{ tours}$$

Question 2.5

Voir DR3

Sur le document réponse DR3, pour la position finale des 2 solutions :

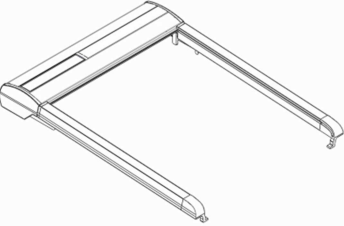
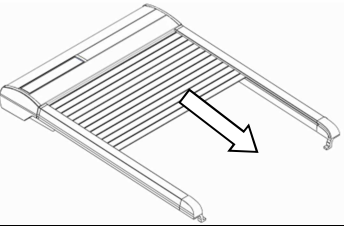
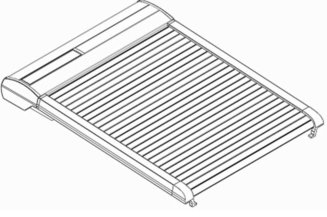
- **Déterminer** la valeur, en nombre de tours, de la position de l'extrémité A du ressort pour la solution avec réducteur ;
- **En déduire** le nombre de tours du ressort.

Calculer en pourcentage la variation du nombre de tours de la solution "avec réducteur" par rapport à la solution "sans réducteur" selon la formule suivante :

$$\text{écart en \%} = \frac{|n_{\text{final ressort "avec réducteur"}} - |n_{\text{final ressort "sans réducteur"}}|}{|n_{\text{final ressort "sans réducteur"}}|} \times 100$$

Conclure quant au rôle joué par le réducteur dans la variation de la tension du ressort.

DOCUMENT REPOSE DR3

		Solution avec réducteur	Solution sans réducteur
	Position initiale : Volet enroulé	$n_i(4)$	0
		$n_i(5)$	15 (*)
	Nombre de tours du ressort : $n_i(5) - n_i(4)$	15 (*)	15 (*)
	Phase de descente du volet	$\Delta n(4)$	0
		$\Delta n(5)$	5
Question 2.5 	Position finale : Volet déroulé	$n_f(4) = n_i(4) + \Delta n(4)$	0
		$n_f(5) = n_i(5) + \Delta n(5)$	20
	Nombre de tours du ressort : $n_f(5) - n_f(4)$	16,4	20

(*) : Ces 15 tours en position initiale correspondent à la pré-charge dans le ressort

Remarque : le tambour **5** et l'étoile **1** réalisent respectivement le même nombre de tours pour les 2 solutions.

$$\% \text{ écart} = \frac{|16,4| - |20|}{|20|} \times 100 = -18\%$$

Le réducteur permet de réduire de 18% la tension dans le ressort.

Question 2.6 A l'aide du graphe du document technique DT12 et des explications fournies, **Expliquer**, au vu du signe de la puissance moteur pour les 2 solutions, si le couple moteur est un couple à fournir ou un couple reçu.

Voir DT12

La puissance moteur pour les 2 solutions est toujours positive
→ le couple moteur est à fournir.

Question 2.7 A partir du graphe du document technique DT12 et de la chaîne d'énergie du document technique DT10, **Expliquer** pourquoi, malgré la présence du ressort et des actions mécaniques qu'il impose dans les 2 solutions, le couple moteur est nul lors de l'arrêt.

Voir DT10

Voir DT12

Le train épicycloïdal, irréversible, bloque l'étoile lorsqu'il n'y a pas d'alimentation. Le moteur n'est donc pas sollicité et son couple est nul.

Question 2.8 A partir du graphe du document technique DT12, **Déterminer** les couples maximums, **en valeur absolue**, sur le cycle pour les solutions avec et sans réducteur.

Voir DT12

Evaluer en pourcentage la variation du couple de la solution "avec réducteur" par rapport à la solution "sans réducteur" selon la formule suivante :

$$\text{écart en \%} = \frac{|C_{\text{max "avec réducteur"}}| - |C_{\text{max "sans réducteur"}}|}{|C_{\text{max "sans réducteur"}}|} \times 100$$

$$|C_{\text{max "avec réducteur"}}| = 22 \text{ Nmm}$$

$$|C_{\text{max "sans réducteur"}}| = 36 \text{ Nmm}$$

$$\text{écart en \%} = \frac{22 - 36}{36} \times 100 = -38,9\%$$

Question 2.9 Sachant que la solution avec réducteur réduit la consommation d'énergie de 5,8% en comparaison de la solution sans réducteur et en fonction des résultats de la question précédente, conclure sur l'intérêt de la mise en place de la solution "avec réducteur" en termes de couple et d'énergie consommée.

Les intérêts de la mise en place de la solution avec réducteur en comparaison de la solution sans réducteur sont :

- Une diminution du couple moteur max de 38,9%
- Une diminution de l'énergie consommée de 5,8%

Question 2.10 **Analyser** les courbes du document technique DT13 (en termes d'amplitude des oscillations, de fréquence des oscillations et de valeur moyenne) et **conclure** quant à la validité du modèle théorique.
Voir DT13

On regardera les analyses suivantes :

- Même nombre d'oscillations
- Amplitude des oscillations identique
- Valeurs moyennes identiques
- ...

Question 2.11 D'après les caractéristiques de la batterie, données dans la chaîne d'énergie (document technique DT8), et de la valeur de Q_{tot} , **Calculer** le nombre de cycle de montée/descente que l'on pourrait effectuer en considérant une décharge totale de celle-ci.

Voir DT8

Conclure quant au dimensionnement de la batterie au regard de ce seul critère et du scénario retenu.

$C_{batterie} = 2100 \text{ mAh}$

Nombre de cycles de montée/descente possibles = $C_{batterie} / Q_{tot} = 2100 / 20 = 105$ cycles.

En considérant que la batterie puisse être rechargée quotidiennement, la batterie paraît largement surdimensionnée vis-à-vis des 2 cycles moyens retenus nécessaires.

Question 2.12 A l'aide du tableau 3, **calculer** le nombre de cycles de montée/descente journalier que peut assurer le panneau photovoltaïque dans le cas le plus défavorable (en termes de quantité d'électricité équivalente à ce que devrait fournir la batterie). En comparant ce nombre au scénario retenu, **conclure** quant au dimensionnement du panneau photovoltaïque.

Cas le plus défavorable : mois de décembre. Quantité d'électricité journalière équivalente à ce que fournirait la batterie = 79 mAh, soit $79/20$ cycles = 4 cycles environ.

Vis-à-vis du scénario retenu, le panneau photovoltaïque permet la recharge de la batterie dans les conditions extrêmes (2 cycles requis par le scénario, 5 possibles par le panneau), et est donc bien dimensionné pour cela.

Question 2.13 A l'aide du document DT12 et de ce tableau, **Expliquer** pourquoi il est nécessaire de coupler le panneau photovoltaïque à un élément de stockage d'énergie (raisonner en termes de puissance).
Voir DT12

La quantité d'énergie journalière nécessaire peut être correctement fournie par le panneau, mais en terme de puissance instantanée nécessaire on est très loin du compte. En effet, la puissance max nécessaire est de 10 W (voir DT11), alors qu'au mieux le panneau n'en fournit que 0,320 W.

Cela vient du fait que l'énergie acquise par le panneau nécessite un ensoleillement durant toute la journée, alors que l'énergie nécessaire à l'alimentation du système doit être restituée dans un temps très court (36 s pour un cycle de montée ou de descente)

Question 2.14 A l'aide du tableau 3 page 10 (quantité d'électricité fournie par le panneau PV), **calculer** la valeur C de capacité minimale qu'il est nécessaire pour maintenir la batterie en état de charge permanente. **Conclure** quant au dimensionnement global des éléments de la chaîne d'énergie (dimensionnements de la batterie et du panneau PV au regard de la capacité minimale et de la quantité d'électricité minimale nécessaire pour le maintien en charge permanente).

Calcul de C :
 $79 * 20 = 1580 \text{ mAh}$.

Conclusion :
On est donc dans l'ordre de grandeur de la valeur C retenue pour la batterie (2100 mAh) et on peut donc conclure que la batterie et le panneau PV sont bien dimensionnés, puisque la batterie permet de fournir l'énergie tout en restant maintenue en charge permanente et satisfaire ainsi l'autonomie de durée de vie du système, le panneau PV fournissant lui largement l'énergie moyenne consommée dans le cadre d'un scénario d'utilisation classique.

Question 2.15 A l'aide du chronogramme page 11, **mesurer** la période moyenne du signal obtenu en ms (être le plus précis possible, arrondir au $1/10^{\text{ème}}$).
Remarque : une division temporelle = 1 cm.

4 périodes sur 11.3 divisions : période = $10.3 * 4.6647 / 4 = 12.01 \text{ ms} \approx 12 \text{ ms}$

Question 2.16 Sachant que le moteur tourne à une vitesse moyenne de 5000 tour/min, **en déduire** la durée d'un tour du moteur. **En déduire** à combien de tour du moteur correspond une période de ce signal (donner une valeur entière).

vitesse du moteur = $5000 / 60 \text{ tour/s} = 83.33 \text{ tour/s}$
1 tour est donc effectué en $1/83.33 \text{ s} = 12 \text{ ms}$.
Les deux valeurs étant sensiblement égales, on en déduit qu'une période du signal de sortie du capteur correspond à un tour moteur.

Question 2.17 A l'aide des documents techniques DT15 et DT16, **expliquer** comment le microcontrôleur peut distinguer le sens de rotation.

Voir DT15
Voir DT16

C'est le microcontrôleur lui-même qui commande le sens de rotation du moteur, au moyen des signaux A1 et A2. Il sait donc en permanence dans quel sens tourne le moteur et comptera/décomptera en conséquence selon le cas.

Question 2.18 Durant la phase 2, **Identifier** à quoi est due l'augmentation de courant d'induit.

Voir DT14

Comme la vitesse de rotation n'évolue sensiblement pas, l'explication est la compression des lames qui génère un couple nécessaire de plus en plus important, et donc un courant d'induit de plus en plus important.

Question 2.19 A l'aide des documents techniques DT14 et DT17, **Identifier** à quel état du diagramme d'états/transitions correspond La phase 3.
Voir DT14
Voir DT17
De même, **Expliquer**, par une phrase, de quelle manière s'effectue la transition entre la phase 4 et la phase 5.

Etat « BLOCAGE DE L'ETOILE EN COURS »

Si durant 0.2s la position n'a pas évolué, le blocage est avéré et on va phase 5.

Question 2.20 Au regard de la courbe de courant asymptotique obtenue en l'absence de dispositif de détection de blocage (moteur restant alimenté par une tension fixe en permanence), **conclure** quant à l'utilité d'un tel dispositif d'un point de vue (raisonner en termes d'amplitude et de durée du phénomène) :

- de la durée de vie du moteur électrique ;
- de celle de la structure mécanique ;
- du maintien en charge de la batterie.

- de la durée de vie du moteur électrique ;

On limite le courant d'induit en intensité (2 A au lieu des 6 A obtenus lors d'un blocage sans protection) et en durée (on arrête le moteur au bout d'un certain temps si la situation n'évolue pas) qui pourrait être destructeur pour le moteur en lui-même. On s'assure bien ainsi que le moteur ne risque pas d'être endommagé dans une telle situation.

- de celle de la structure mécanique ;

On limite le couple lors de la compression des lames, et la dernière phase de relâchement des lames permet de ne pas les maintenir contraintes en permanence à ce couple lors de l'arrêt du moteur. On s'assure bien ainsi que la structure du volet ne risque pas d'être endommagée.

- du maintien en charge de la batterie.

La limitation du courant d'induit et l'arrêt du moteur permettent de ne pas décharger totalement la batterie, et donc de s'assurer que le système reste opérationnel. En effet, la quantité d'électricité consommée en plus peut être évaluée à 1 A pendant 1 s approximativement, soit 0.0278 mAh et donc très négligeable vis à vis de la capacité de la batterie ; alors qu'en cas de blocage non géré (courbe asymptotique), le moteur resterait soumis à un courant de 6 A permanent (non arrêt du moteur en situation de blocage final), ce qui provoquerait la décharge de la batterie en approximativement 21 minutes (2.1 A * 60 minutes / 6 A).

Question 2.21 En supposant que la solution avec réducteur réduit le couple maximal de 40 % environ et rend le couple demandé sensiblement identique lors d'une montée et d'une descente, **conclure** sur l'intérêt d'une telle solution en termes :

Voir DT17

- de courant maximal consommé ;
- du seuil d'intensité à paramétrer dans l'algorithme permettant la détection d'un blocage (voir DT17).

- de courant maximal consommé ;

Le courant étant proportionnel au couple demandé, on réduit le courant maximal de 40 % environ.

- du seuil d'intensité à paramétrer dans l'algorithme permettant la détection d'un blocage (voir DT17).

Le fait d'avoir un comportement identique en montée comme en descente permet de n'appliquer qu'un seul et même seuil de détection quel que soit le sens de fonctionnement (simplicité de l'algorithme à mettre en oeuvre).