

Session 2017

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
Sciences et Technologies de l'Industrie et du
Développement Durable STI2D

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée



SURVEILLANCE
DE LA QUALITÉ
DE L'AIR
EXTÉRIEUR

CORRIGE

CORRIGÉ PARTIE 1

ÉTUDE 1 : l'exigence globale de protection de la santé publique est-elle respectée?

Q 1.1 2 réponses par type d'impact parmi :

Impact(s) sur l'environnement (écologique)	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de l'effet de serre. - Impact sur la couche d'ozone. - Pluies acides. - Salissures des bâtiments. - Effets néfastes sur la végétation
Impact(s) économique(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Coût > à 48 M€ pour la France. - Coût = 2,3% du PIB. - Pèse sur le budget de l'État. - Pèse sur le budget des ménages. - Impacte la productivité. - Salissures des bâtiments.
Impact(s) sur la santé (social)	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies cardio-vasculaires. - Maladies des voies respiratoires. - Maladies des muqueuses oculaires. - Augmentation significative des cancers. - Accidents vasculaires cérébraux.

Enjeu de développement durable : la pollution de l'air extérieur des pays européens (dont la France) impacte les **activités économiques, écologiques et sociales** (santé), qui sont les **3 piliers d'un développement durable**. Sa maîtrise constitue donc un enjeu essentiel en matière de développement durable.

Q1.2 Pour conduire leur mission de protection de la santé publique, les AASQA doivent :

SURVEILLER les pollutions pour détecter les dépassements des seuils réglementaires par les agents polluants,

PRÉVOIR pour déterminer les tendances d'évolution afin de produire les actions adaptées,

INFORMER pour communiquer les informations 24h/24, 365 jours par an.

ASSISTER à la demande, les entreprises et les collectivités pour les conseiller.

Q1.3 Indice NO₂ : 1 = très bon car < 29 $\mu\text{g.m}^{-3}$
 Indice O₃ : 5 = Moyen car 105 < 121,3 < 129 $\mu\text{g.m}^{-3}$

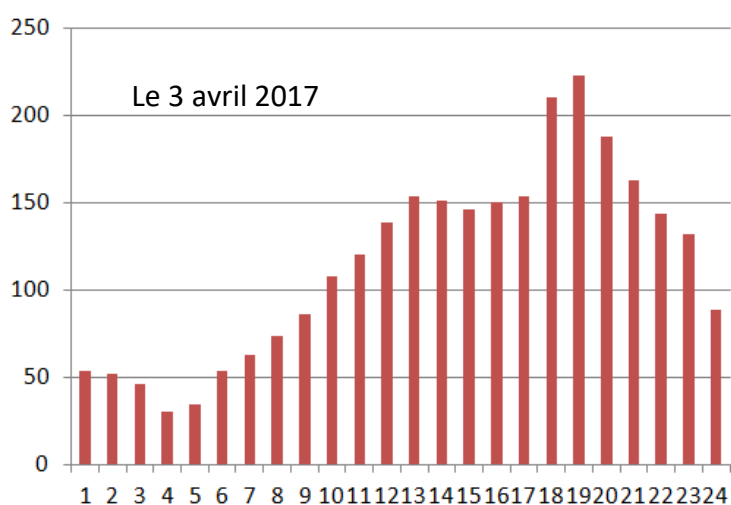
Indice PM₁₀ : 3 = bon car $19 < 20 < 29 \mu\text{g.m}^{-3}$

L'agglomération ayant moins de 100 000 habitants, la publication de l'indice ATMO n'est pas obligatoire. La commune a ici choisi de publier l'indice IQa et surveille 3 polluants.

Indice IQa publié ce jour est **5** ; il correspond à l'indice le plus élevé des trois polluants.

Q1.4

Concentration du polluant NO₂ en $\mu\text{g.m}^{-3}$ en fonctions de l'heure de la journée



Message publié au cours de la journée, à compléter

Un message a-t-il été déclenché le 3 avril ?

oui

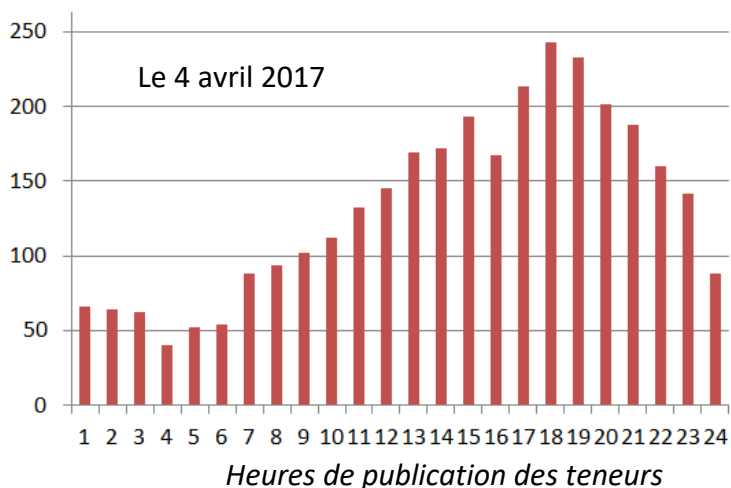
non

Si oui, quel est le type de message déclenché ?

Information/recommandation

Alerte

À quelle(s) heure(s) ? **18 et 19h**
ou plage horaire de **18h à 20h**



Un message a-t-il été déclenché le 4 avril ?

oui

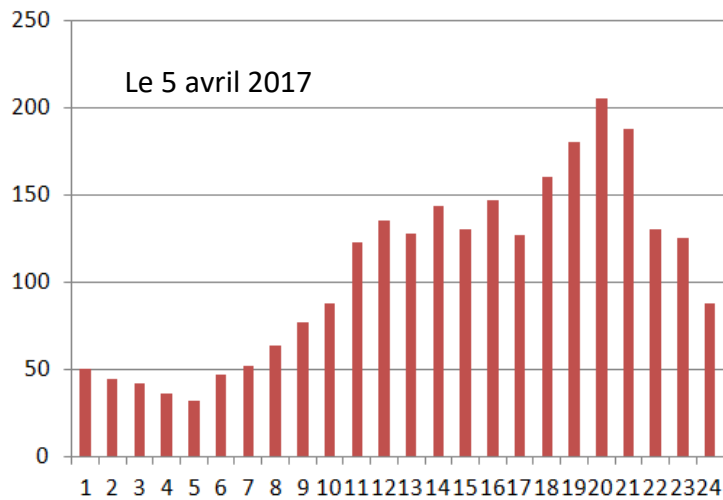
non

Si oui, quel est le type de message déclenché ?

Information/recommandation

Alerte

À quelle(s) heure(s) ? **17, 18 19 et 20h**
ou plage horaire de **17h à 21h**



Heures de publication des teneurs

Conclusion

Q1.5 Les missions **Assister et Prévoir** restent à être étudiées afin de valider la mission *Protéger la santé publique*.

ÉTUDE 2 : quelle solution constructive adopter pour protéger les intervenants sur les toits des stations fixes ?

Q1.6 Choix du mode 1 car il s'agit d'un effort réparti linéique de $300\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ et appliqué sur la barre horizontale la plus haute (main courante).

Paramétrage 2 : exclu, car même si on considère une équivalence effort linéique / effort ponctuel l'effort vaudrait 900N .

Paramétrage 3 : exclu, car il s'agit de la lisse intermédiaire pas de la main courante.

Paramétrage 4: exclu, car la lisse est verticale et non horizontale.

Q1.7 Les montants verticaux du garde-corps sont sollicités en **flexion**

Q1.8 Pour la solution constructive en alliage d'aluminium :

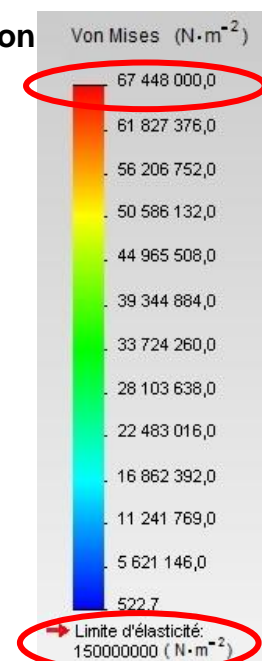
Sur la capture écran de la simulation :

Limite d'élasticité = $150000000\text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ = **150 000 000 Pa**
= 150 MPa , $R_e = 150\text{ MPa}$

$\sigma_{\max} = 67,45\text{ Mpa}$

donc $R_e/s = 150 / 2 = 75\text{ MPa} > 67,45\text{ MPa}$

Par conséquent la condition de résistance est **respectée**.



Q1.8 et Q1.9**Caractéristiques des solutions constructives de garde-corps :**

Solution constructive critère	Acier	Alliage aluminium	Composite (fibre verre polyester)
Condition de Résistance mécanique $\sigma_{\max} < (Re/s)$	Respectée Non respectée	Respectée Non respectée	Respectée Non respectée
Masse volumique (kg/m ³)	7800	2700	2000
Volume garde-corps (m ³)	$4,87 \cdot 10^{-3}$	$5,69 \cdot 10^{-3}$	$6,28 \cdot 10^{-3}$
Masse garde-corps (Kg)	38	15,4	12,6
Impact environnemental			
Energie absorbée production primaire par unité de masse (MJ / kg)	27	200	160
Energie absorbée production primaire (MJ) du garde-corps	1026	3080	2016
Empreinte CO ₂ production primaire par unité de masse (kg / kg)	1,9	13	10
Empreinte CO ₂ production primaire (kg) du garde-corps	72,2	200,2	126

(*) Données issues de CES Edupack 2013

La solution aluminium a l'impact environnemental le plus élevé.

La solution la moins impactante sur l'environnement est la solution acier, qu'il s'agisse de l'empreinte CO₂ (environ 1/3 de la solution aluminium) ou de l'énergie intrinsèque de production primaire (1/3 de la solution aluminium).

La solution composite a un impact environnemental se situant entre les deux autres solutions.

Conclusion de l'étude**Q1.10**

D'après le cahier des charges et les données du tableau :

Les trois solutions constructives respectent la condition de résistance.

La solution la moins impactante sur l'environnement est la solution acier mais elle ne respecte pas l'exigence de masse minimale.

La solution aluminium respecte l'exigence de masse mais a un impact environnemental plus important que la solution composite.

Donc le choix de la solution composite s'impose afin de satisfaire toutes les exigences du cahier des charges.

ÉTUDE 3 : la température de fonctionnement des équipements d'une station fixe est-elle garantie toute l'année ?

$$\mathbf{Q1.11} \quad R = e/\lambda = 40 \times 10^{-3} / 0,035 = 1,143 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_{mp} = R_{polyester} + R_{polystyrene} + R_{contre\text{ plaqué}} + R_{polyester}$$

$$R_{mp} = 6,5 \times 10^{-3} + 1,143 + 27,7 \times 10^{-3} + 6,5 \times 10^{-3}$$

$$R_{mp} = \underline{1,184 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}}$$

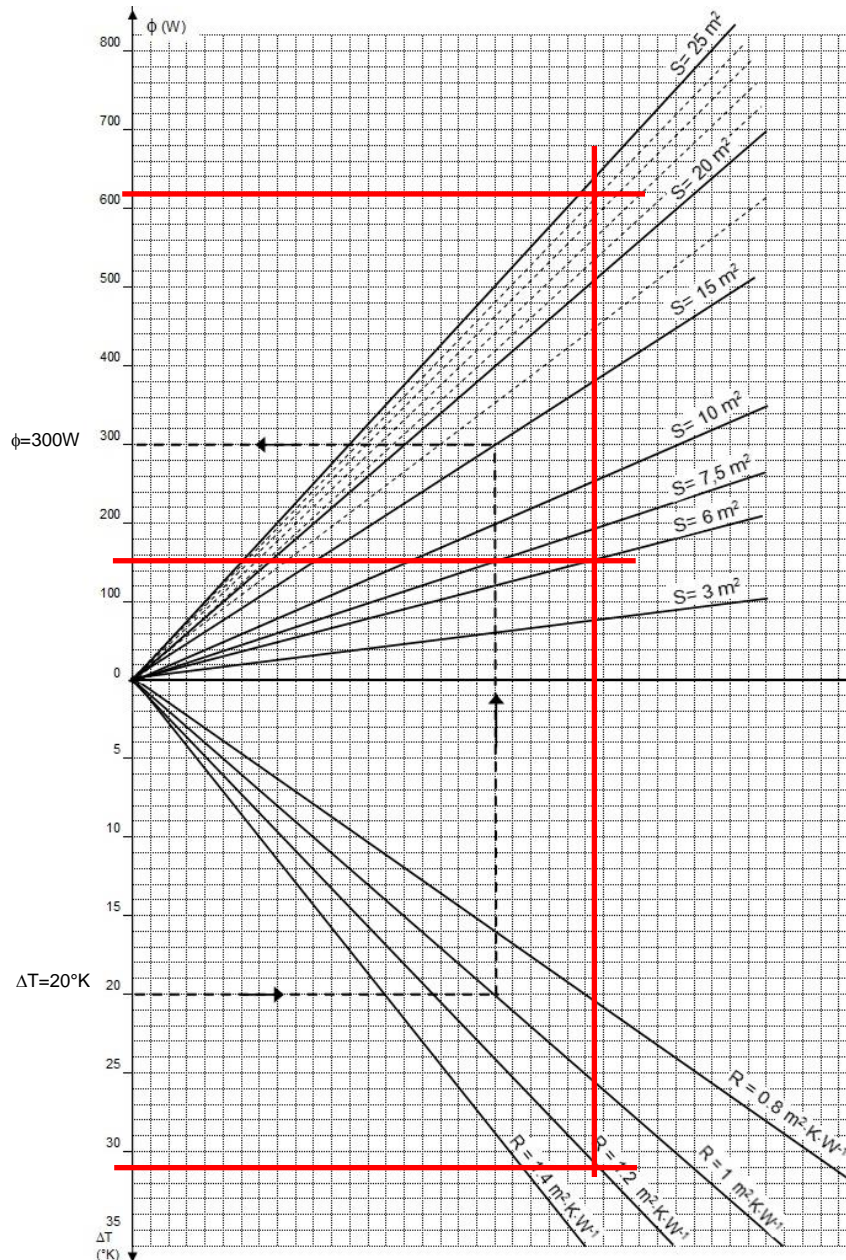
Q1.12

$$S_{\text{mur}} = (3+ 3+ 2+2) \times 2,4 = 24 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{plafond}} = 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 31 \text{ }^\circ\text{C}$$

Lecture sur abaque des deux valeurs :

**Exemple traité :**

Cas d'une paroi de 15 m^2
possédant une résistance
thermique surfacique
 $R = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Pour un écart de température
 $\Delta T = 20^\circ\text{K}$ la valeur du flux
traversant cette paroi vaut
 $\phi = 300 \text{ W}$.

$$\phi_{\text{plancher}} = 90 \text{ W}$$

$$\phi_{\text{plafond}} = 155 \text{ W}$$

$$\phi_{\text{mur}} = 620 \text{ W}$$

$$\phi_{\text{local}} = 620 + 90 + 155 = \underline{865 \text{ W}}$$

Q1.13 $P_{u_pompes} = \eta_{pompes} * P_{a_pompes} = 0.8 * 1525 = \underline{1220W}$
 Puissance perdue = $P_{a_pompes} - P_{u_pompes} = 1525 - 1220 = \underline{305W}$

Q1.14 $\phi_{elec} = 305 + 385 = \underline{690W}$

Q1.15 $P_{calorifique\ PAC} = \phi_{local} + \phi_{air} - \phi_{elec} = 865 + 475 - 690 = \underline{650W}$

Q1.16 : $P_{calorifique\ PAC} = 650\ W$

Dans le tableau DT7 :

La puissance calorifique que peut restituer la PAC $P_{calorifique\ PAC}$ vaut 2,3 kW à -10°C donc la PAC satisfait largement à l'exigence maintenir le local à 21°C en mode chauffage.

$P_{frigorifique\ PAC} = 1635\ W$

Dans le tableau DT7:

La puissance frigorifique que peut restituer la PAC $P_{frigorifique\ PAC} = 3,6kW$ maxi dans le tableau donc l'exigence est respectée.

La pompe à chaleur permet donc de satisfaire à l'exigence de maintenir une température dans le local de 21°C en mode chauffage et en mode refroidissement, dans les conditions définies dans l'étude.

ÉTUDE 4 : l'appareil de mesure de la teneur en SO₂ respecte-t-il les contraintes de précision et d'affichage du résultat de la mesure ?

Fonctionnement de l'analyseur SO₂

Q1.17 : États des vannes trois voies

États des vannes			
V1	V2	V3	V4
0	1	0	0

Déroulement d'une mesure

Q1.18 : D'après le chronogramme, lors de la phase de calibrage, l'injection d'air zéro est obtenu par commande des vannes V2, V3 et V4 ; l'injection de gaz étalon est obtenu par la commande d'aucune vanne. D'après DT9, cela correspond à une **procédure automatique**.

Q1.19 : volume d'air = débit * $t_{v2} = 2 * 8.25/60 = 0.275L = 275mL$

Numérisation du résultat de la mesure

Q1.20 : La détection du seuil d'alerte est possible car l'analyseur peut mesurer des concentrations jusqu'à $524\ \mu g \cdot m^{-3} > 500\ \mu g \cdot m^{-3}$ (seuil d'alerte).

Q1.21 : Nombre de valeurs distinctes que le CAN peut générer :
 $N_{valeurs} = 2^{12} = \underline{4096\ valeurs\ distinctes}$

Résolution = $524 / (4096-1) = 0,128 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (On accepte 524/4096).
 Les teneurs mesurées sont exprimées avec une précision d'au moins $0,128 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Q1.22 : concentration en $\text{SO}_2 = 271 \cdot 0,128 = \underline{\underline{34.688 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}}}$
 concentration en $\text{SO}_2 = (34.688/524) \cdot 200 = \underline{\underline{13.2 \text{ ppb}}}$

Q1.23 : Concentration minimale et maximale

	Octet 4								Octet 3								Octet 2								Octet 1							
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Binaire	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Hexa	3				1				3				3				2				E				3				2			
ASCII	1								3								.								2							

Valeur affichée : C = 13.2 ppb

Conclusion

Q 1.24 :

L'analyseur permet de mesurer des concentrations en SO_2 supérieures au seuil d'alerte, avec une précision supérieure à celle exigée dans le cahier des charges (résolution < $0,15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

La commande des vannes permet bien d'aspirer un volume d'air supérieur au volume minimum du cahier des charges (250ml)

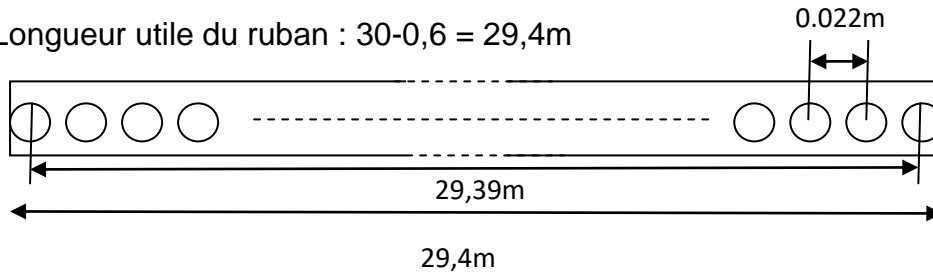
De plus, il affiche la teneur en SO_2 sous la forme d'une valeur exprimée en ppb à une décimale près, conformément au cahier des charges.

L'appareil respecte donc les exigences mentionnées dans le cahier des charges.

CORRIGÉ PARTIE 2

Q 2.1 :

Longueur utile du ruban : $30 - 0,6 = 29,4\text{m}$



Nombre d'intervalle = partie entière de $29,39/0,022 = 1335$

Nombre de mesures = Nombre d'intervalle + 1 = **1336**

Une mesure dure 24h. Le ruban va avoir une durée de vie de 1336 jours, soit **3,66 ans**.

Q 2.2 :

$$\frac{N_{3/0}}{N_{1/0}} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$N_{3/0} = \frac{d_1}{d_2} \times N_{1/0} = \frac{20}{40} \times 1,8 = \mathbf{0,9 \text{ tr/min}}$$

Q 2.3 :

$$V_{\min} = \frac{\pi}{30} \times N \times r_{\min} = \frac{\pi}{30} \times 0,9 \times 40 = 3,8\text{mm/s}$$

$$V_{\max} = \frac{\pi}{30} \times N \times r_{\max} = \frac{\pi}{30} \times 0,9 \times 65 = 6,1\text{mm/s}$$

Q 2.4 :

Le codeur permet de mesurer l'angle de rotation du galet et donc le déplacement du ruban connaissant le rayon du galet.

Placé sur le galet d'entraînement du ruban, la mesure du déplacement du ruban est indépendante du rayon d'enroulement.

Q 2.5 :

L'angle de rotation du galet est égal à $\frac{63}{180} = 0,35 \text{ tour}$

Le déplacement du ruban = $2\pi \times 0,35 \times 10 = \mathbf{22 \text{ mm}}$

Q 2.6 :

$$\varepsilon = \frac{|d_{\text{théo}} - d_{\text{réel}}|}{d_{\text{théo}}} \times 100 = \frac{22,5 - 22}{22} \times 100 = \mathbf{2,3\%}$$

Conclusion

Q 2.7 :

Le filtre à particules a une capacité et une longévité supérieures aux minimales exigées (1336 > 1200 mesures et 3,66 > 3 années), sur la base d'un entraxe minimal de 22mm entre les mesures.

De plus, l'espacement entre deux mesures de 22 mm $\pm 5\%$ est respecté. Le codeur incrémental implanté sur le galet nous permet de contrôler ce déplacement.