

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

- **Dossier sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - **Mise en situation** Page 2
 - **PARTIE 1 (3 heures)** Pages 3 à 11
 - **PARTIE 2 (1 heure)** Pages 12 à 13
- **Dossiers techniques** Pages 14 à 21
- **Documents réponses** Pages 22 à 27

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

Les documents réponses DR1 à DR6 (pages 22 à 27) sont à rendre agrafés avec les copies.

Mise en situation

La Loi cadre sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE) reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à la santé. Il s'agit d'un enjeu de santé publique. Traduite dans le code de l'environnement, cette loi rend obligatoire, pour l'État, la surveillance de la qualité de l'air, la définition d'objectifs de qualité et l'information du public.

Depuis le 1^{er} janvier 2000, cette surveillance porte sur l'ensemble du territoire national. L'État délègue cette mission à 27 associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) regroupées au sein de la fédération ATMO.

Les AASQA exercent une surveillance permanente de l'air de leur région. Elles s'appuient pour cela sur :

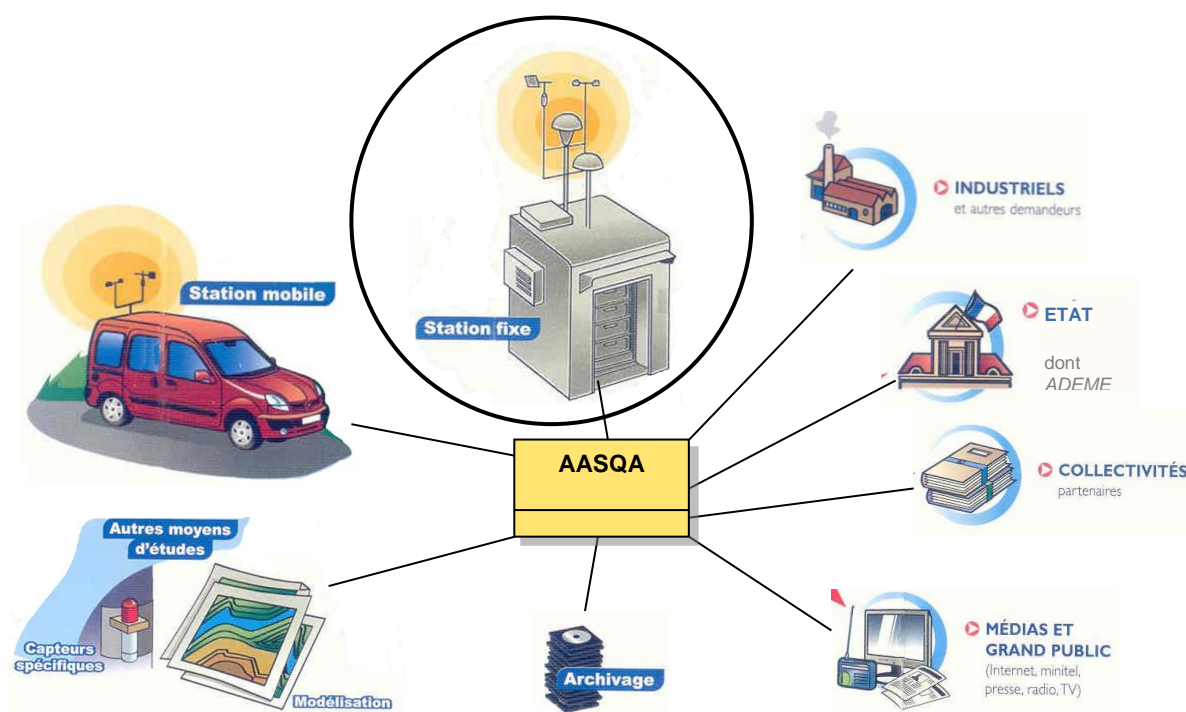
- des dispositifs de mesures en continu de polluants réglementés présents dans l'air ;
- des outils informatiques d'analyse et de simulation, pour cartographier la pollution dans l'atmosphère.

Les AASQA surveillent de nombreux polluants qui dépendent de spécificités locales. L'indice ATMO est cependant établi à partir de la surveillance de 4 polluants :

- PM₁₀ : particules en suspension de diamètre inférieur à dix micromètres
- O₃ : ozone
- SO₂ : dioxyde de soufre
- NO₂ : dioxyde d'azote

Les AASQA mettent à disposition des différents acteurs les résultats de ces mesures et de simulations. Elles disposent de stations d'analyse mobiles et de stations fixes

C'est une de ces stations fixes qui fait l'objet de notre étude.



PARTIE 1 - LA SURVEILLANCE DE L'AIR EXTÉRIEUR

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

La mission globale des AASQA répond à un enjeu de santé publique, car elle contribue à protéger la population.

Question 1.1
Voir DT1
Sur DR1

À l'aide du document technique DT1, **citer** deux exemples d'impacts de la pollution de l'air pour chacune des catégories décrites dans le tableau du document réponses DR1.
Expliquer sur le document réponses DR1 en quoi le contrôle de ces polluants constitue un enjeu de développement durable.

Question 1.2
Voir DT2
Sur feuille de copie

Relever les exigences fonctionnelles qui s'imposent aux AASQA dans leur mission de protéger la santé publique.

Une agglomération de 79 849 habitants réalise le relevé de trois polluants :

$$\text{NO}_2 = 3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}; \text{O}_3 = 121,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}; \text{PM}_{10} = 20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$$

Question 1.3
Voir DT3
Sur feuille de copie

À l'aide du document technique DT3, **déterminer** pour chaque polluant l'indice correspondant.
Justifier le choix de publier l'indice IQa plutôt que l'indice ATMO.
Déterminer l'indice IQa publié ce jour là.

On s'intéresse aux relevés de mesures du polluant NO_2 durant les journées du 3 au 5 avril 2017, donnés sur le document DR2. Le diagramme d'état du document technique DT4 permet de comprendre quand et comment informer la population.

Question 1.4
Voir DT4
Sur DR2

À partir des relevés journaliers de la concentration de NO_2 , **indiquer** les messages publiés ainsi que les heures correspondantes en complétant le document réponse DR2.

Conclusion

Question 1.5
Sur feuille de copie

Indiquer quelles exigences devraient encore être étudiées pour affirmer que la mission « protéger la santé publique » est totalement assurée par les AASQA.

ÉTUDE 2 - Quelle solution constructive adopter pour protéger les intervenants sur les toits des stations fixes ?

Les opérateurs doivent monter et circuler sur les toits des stations fixes pour effectuer des opérations de maintenance sur les têtes de prélèvement. La réglementation impose que des garde-corps soient installés pour éviter les chutes.

Cette étude est limitée au garde-corps arrière de longueur $L = 3 \text{ m}$ (voir DT6).

Extrait du cahier des charges d'une station fixe

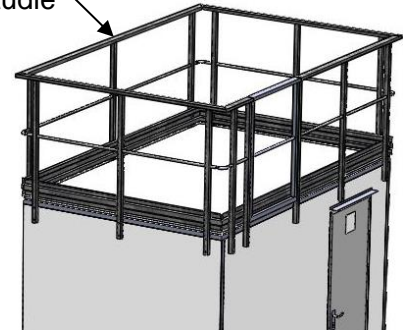
Exigences de dimensionnement du garde-corps arrière :

- résister à une charge linéique horizontale de $300 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ répartie sur la lisse supérieure (main courante);
- masse $< 20 \text{ kg}$;
- coefficient de sécurité $s = 2$.

Exigence environnementale:

- impact environnemental minimal.

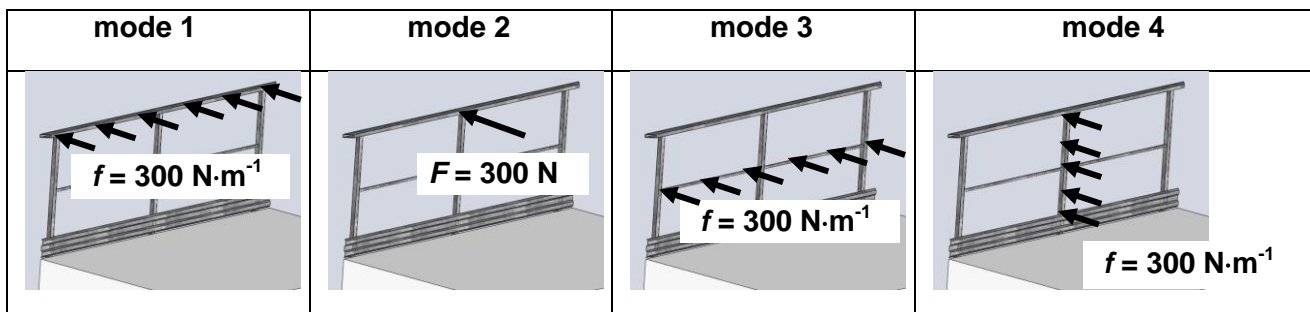
Garde-corps étudié



Trois matériaux ont été retenus pour réaliser le choix final de la solution de garde-corps : acier, alliage d'aluminium et composite.

Afin de réaliser les simulations mécaniques qui permettront de valider la résistance du garde-corps, il faut positionner et définir les actions mécaniques extérieures.

Plusieurs modes de chargement sont proposés ci-dessous :



Question 1.6

Sur feuille de copie

Choisir le mode de chargement à appliquer conformément au cahier des charges en justifiant le choix.

Les montants verticaux du garde-corps sont vissés sur la station au niveau de leur partie inférieure. La liaison mécanique ainsi réalisée est une liaison encastrement.

Question 1.7

Voir DT5

Sur feuille de copie

Indiquer le type de sollicitation mécanique (traction, compression ou flexion simple) auquel sont soumis les montants verticaux du garde-corps.

Une étude préliminaire a permis de valider la résistance des garde-corps en acier et en composite (voir DR3). On souhaite maintenant étudier la résistance mécanique du garde-corps en alliage d'aluminium. Les résultats de la simulation sont indiqués sur le document technique DT5.

Question 1.8

voir DT5

Sur DR3

Sur feuille de copie

À partir du document technique DT5, **indiquer** sur votre copie les valeurs de la limite élastique R_e et de la contrainte maximale σ_{max} . Sur votre copie, **vérifier** si la condition de résistance est satisfaite. Sur le document réponses DR3, **entourer** la réponse correcte dans la ligne *condition de résistance mécanique*.

Les caractéristiques techniques et environnementales des trois solutions constructives de garde-corps sont résumées dans le document réponses DR3.

Question 1.9
Sur DR3
Sur feuille de copie

Déterminer la masse, la consommation d'énergie primaire et l'empreinte CO₂ du garde-corps en alliage d'aluminium (sur DR3).
Sur feuille de copie, **comparer** les impacts environnementaux des trois solutions.

Conclusion de l'étude

Question 1.10
Sur feuille de copie

Choisir la solution constructive permettant de protéger les intervenants sur le toit de la station tout en respectant les exigences du cahier des charges. **Justifier** votre réponse.

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

Extrait du cahier des charges d'une station fixe

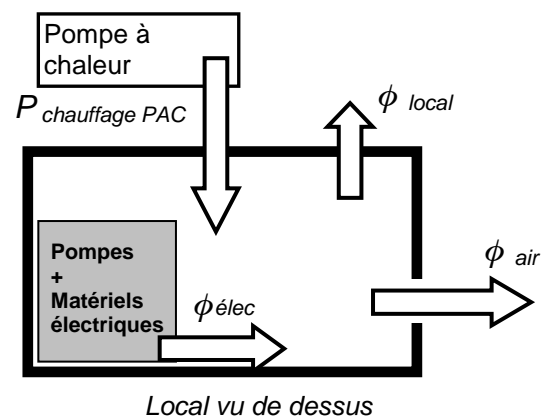
Fiabilité des mesures : Le local contenant les appareils de mesure de la pollution de l'air doit être maintenu à une température proche de 21°C.

Selon la période de l'année ou de la journée, le local de la station fixe est chauffé ou refroidi par une pompe à chaleur (PAC) air/air. Celle-ci doit être dimensionnée pour maintenir la température de fonctionnement requise, en mode chauffage et en mode réfrigération.

Mode chauffage

Le schéma ci-contre fait apparaître les différents flux thermiques (ϕ) intervenant dans le bilan thermique du local en mode chauffage.

$P_{\text{chauffage PAC}}$: flux de chauffage généré par la PAC
 $\phi_{\text{élec}}$: flux thermique dû aux apports de chaleur des matériels électriques dont les pompes (*par effet Joule*)
 ϕ_{local} : flux thermique dû aux déperditions des parois du local
 ϕ_{air} : flux thermique dû au renouvellement de l'air dans le local



Hypothèses dans le cas le plus défavorable :

- pas d'apport solaire (nuit) ;
- aucune présence humaine dans le local ;
- les résistances superficielles sont négligées.

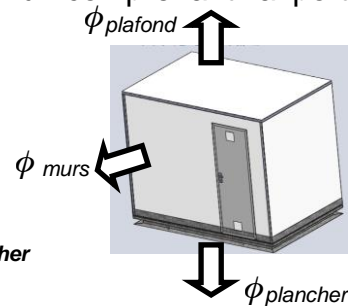
Le bilan thermique du système isolé {intérieur local} en régime permanent est modélisé par l'équation suivante :

$$P_{\text{calorique PAC}} + \phi_{\text{élec}} = \phi_{\text{local}} + \phi_{\text{air}}$$


Le local ne possède aucune fenêtre. La porte est de même composition que les parois des murs, elle est parfaitement étanche. Par conséquent, le mur comprenant la porte est assimilé à un mur sans ouverture.

La valeur du flux total des déperditions thermiques ϕ_{local} correspond à l'ensemble des pertes thermiques au travers des différentes parois du local :

$$\phi_{\text{local}} = \phi_{\text{murs}} + \phi_{\text{plafond}} + \phi_{\text{plancher}}$$



Les parois des murs et du plafond sont constituées d'un empilage de plaques de nature différentes, collées les unes aux autres comme décrit ci-après.

Composants des parois des murs et du plafond	Épaisseur e (mm)	Conductivité thermique λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Résistance thermique surfacique $R = e / \lambda$ ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)	Paroi mur et plafond 
Parement polyester	1,3	0,2	$6,5\cdot 10^{-3}$	
Polystyrène extrudé	40	0,035	<i>A calculer</i>	
Contre plaqué	3,6	0,13	$27,7\cdot 10^{-3}$	
Parement polyester	1,3	0,2	$6,5\cdot 10^{-3}$	

Question 1.11
Sur feuille de copie

Déterminer la valeur de la résistance thermique surfacique R de la plaque de polystyrène extrudé.
En déduire la valeur de la résistance thermique surfacique totale R_{mp} des parois des murs et du plafond.

Il faut à présent déterminer la valeur du flux de déperditions thermiques au travers des parois du local.

Les déperditions thermiques se calculent en prenant en compte l'écart entre la température souhaitée à l'intérieur du local ($T=21^\circ\text{C}$) et une température extérieure. L'installation étant installée dans le nord-est de la France, la température extérieure retenue ici est $T = -10^\circ\text{C}$.

Les dimensions des murs et du plafond sont indiquées sur le dessin d'ensemble du local (document technique DT6). Quels que soient les résultats trouvés précédemment, la valeur de la résistance thermique des murs et du plafond est fixée à : $R_{mp} = 1,2 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$.

Question 1.12
Voir DT6
Sur DR4

Vous traiterez entièrement cette question sur DR4.
Calculer la superficie extérieure des murs S_{mur} et celle du plafond S_{plafond} .
Calculer la différence de température ΔT entre l'intérieur et l'extérieur du local.
À l'aide de l'abaque du document réponse DR4, **déterminer** les valeurs des flux de déperdition thermique au travers des murs et au travers du plafond.
En déduire la valeur du flux total des déperditions thermiques du local ϕ_{local} sachant que : $\phi_{\text{plancher}} = 90 \text{ W}$.

On trouve dans le local, divers appareils électriques et des pompes permettant d'aspirer les échantillons d'air.

L'ensemble des pompes absorbe une puissance $P_{a_pompes} = 1525 \text{ W}$.

Le rendement des pompes est $\eta_{pompes} = 0,8$.

Question 1.13 | **Calculer** la puissance utile P_{u_pompes} en sortie des pompes.
Sur feuille de copie | **En déduire** la puissance perdue dans les pompes.

Question 1.14 | Sachant que les autres appareils électriques dissipent 385W sous forme de chaleur, **calculer** la valeur du flux ϕ_{elec} des pertes générées par l'ensemble des matériels électriques contenus dans le local.
Sur feuille de copie

La réglementation impose un renouvellement de l'air intérieur du local afin de maintenir une atmosphère saine et sans danger pour les techniciens amenés à intervenir sur les appareils. Le flux des pertes thermiques dû à cet apport d'air frais extérieur vaut :

$$\phi_{air} = 475 \text{ W}$$

Question 1.15 | À partir de l'équation du bilan thermique, **déduire** la valeur de la puissance calorifique $P_{calorifique PAC}$ que doit fournir la pompe à chaleur.
Sur feuille de copie

Mode réfrigération

Un bilan thermique réalisé en mode réfrigération a permis d'évaluer la puissance frigorifique utile maximale $P_{frigorifique PAC}$ à 1635 W.

Conclusion

L'extrait de la fiche constructeur de la pompe à chaleur (document technique DT7) donne les valeurs des puissances calorifique et frigorifique que peut restituer la pompe à chaleur.

Question 1.16 | **Conclure** sur la capacité de la PAC à maintenir en permanence, dans le local, la température de fonctionnement préconisée pour les appareils de mesure.
Voir DT7
Sur feuille de copie

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 ?

Extrait du cahier des charges

Caractéristiques de la mesure de teneur de SO₂ :

- la mesure doit être réalisée avec une précision d'au moins 0,15 µg·m⁻³;
- le volume de l'échantillon prélevé doit être d'au moins 250 ml;
- l'étendue de mesure doit permettre d'atteindre le seuil d'alerte.

Caractéristique de l'affichage sur l'écran de l'appareil :

- l'affichage doit pouvoir être réalisé en ppb^(*), à une décimale près.
- (*) ppb : concentration exprimée en parties par billion (milliard).

Fonctionnement de l'analyseur SO₂

La structure de l'analyseur est donnée en document réponse DR5.

Une pompe à membrane **P** permet d'aspirer un échantillon d'air au niveau de la tête de prélèvement et de l'acheminer dans la chambre à fluorescence où est effectuée l'analyse.

Avant d'analyser un échantillon d'air extérieur, l'analyseur doit être calibré : on envoie successivement de l'air zéro puis un gaz étalon dans la chambre à fluorescence. Cette procédure peut se faire automatiquement (on utilise alors des sources internes d'air zéro et de gaz étalon SO₂) ou manuellement (on utilise des bouteilles externes contenant le gaz étalon - acheminé via l'entrée repérée "Entrée étalonnage" - et l'air zéro - acheminé via l'entrée repérée "Entrée Air zéro")

Une fois les calibrages effectués, l'analyseur passe automatiquement en mode "Mesure échantillon d'air".

Question 1.17

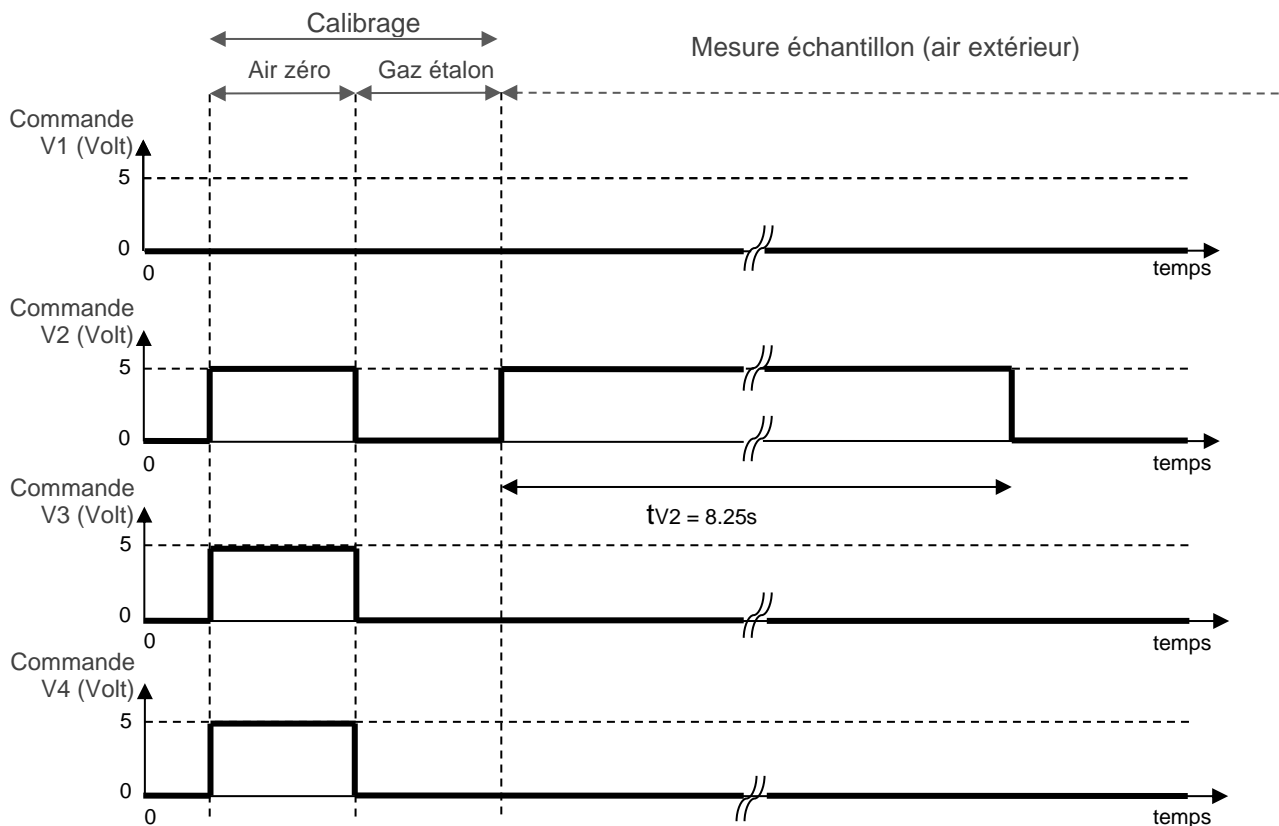
Sur DR5

On donne sur le document réponse DR5, le parcours suivi par l'échantillon d'air (de la tête de prélèvement vers la sortie d'air) lors d'une phase de mesure ainsi que le mode de commande des vannes.

Déterminer les états (0/1) des vannes trois voies V2 et V3, pour qu'elles autorisent ce parcours en complétant le tableau sur DR5.

Déroulement d'une mesure

On a relevé les signaux électriques de commande des vannes trois voies lors d'une mesure :



État des vannes trois voies lors des procédures de calibrage

Procédure	Calibrage	États des vannes			
		V1	V2	V3	V4
Manuelle	Air zéro	0	1	1	0
	Gaz étalon	1	0	0	0
Automatique	Air zéro	0	1	1	1
	Gaz étalon	0	0	0	0

Question 1.18
Sur feuille de copie

Indiquer, en justifiant votre réponse, quel mode (manuel/automatique) a été utilisé pour le calibrage de l'analyseur lors de cette mesure.

Question 1.19
Sur feuille de copie

D'après le chronogramme et sachant que la pompe P possède un débit de $2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, **calculer** le volume d'air extérieur qui a été prélevé lors de la mesure.

Numérisation du résultat de la mesure

L'analyseur est réglé sur l'intervalle de mesure [0; 200] ppb, c'est-à-dire [0; 524] $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

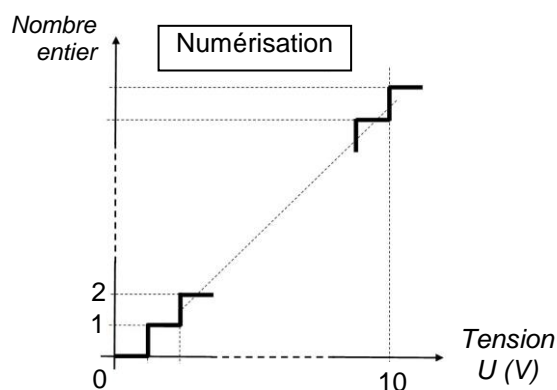
Question 1.20

Voir DT8
Sur feuille de copie

Vérifier que ce réglage permet de détecter une teneur en SO_2 qui atteint le seuil d'alerte.

La teneur en SO_2 mesurée sur l'intervalle [0 ; 524] $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ est convertie en tension 0-10 V, puis numérisée à l'aide d'un convertisseur analogique numérique (CAN) 12 bits.

La teneur en SO_2 est alors exprimée sous la forme d'un nombre entier.



Question 1.21

Sur feuille de copie

Calculer le nombre de valeurs distinctes que le CAN peut générer.
Déduire la précision (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) avec laquelle les teneurs mesurées sont alors exprimées.

Question 1.22

Sur feuille de copie

À la suite de la mesure, le CAN fournit la valeur 271.
Déterminer la concentration en SO_2 mesurée en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ puis en **ppb**.

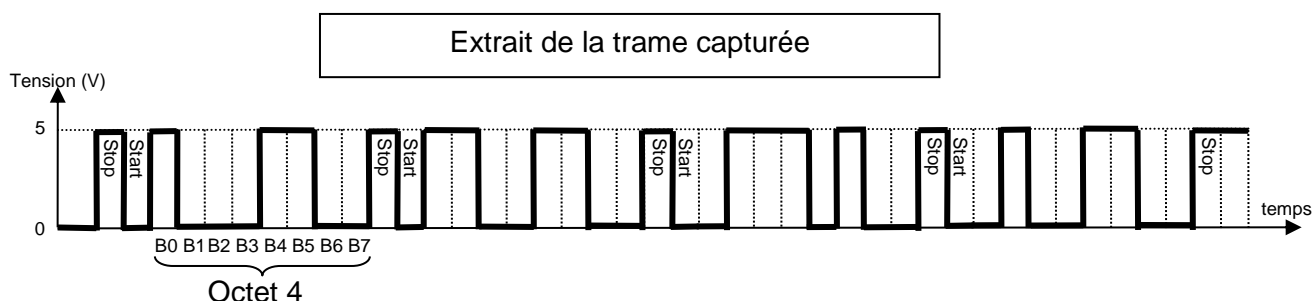
Affichage du résultat de la mesure sur l'appareil

Après mesure d'un échantillon d'air, la carte électronique transmet à l'afficheur la valeur de la concentration de SO_2 en ppb. Chaque symbole à afficher est directement codé en code ASCII.

On envoie ainsi une série de cinq octets par liaison RS232 dans l'ordre suivant :

Octet 5	Octet 4	Octet 3	Octet 2	Octet 1
---------	---------	---------	---------	---------

On donne ci-dessous un relevé des quatre derniers octets transmis pour l'affichage du résultat de la mesure précédente (dans ce cas l'octet 5 est égal à 0).



Les paramètres de transmission de la liaison série RS232 sont décrits sur le document technique DT9, et une table partielle du code ASCII est donnée sur le document technique DT10.

Question 1.23

Voir DT9, DT10
Sur DR6

Décoder l'extrait de la trame capturée, en complétant le tableau du document réponse DR6 pour **trouver** la valeur affichée.

Conclusion

Question 1.24

Sur feuille de copie

Conclure sur la capacité de l'analyseur à respecter les exigences du cahier des charges.

PARTIE 2 - LA CAPTURE DES PARTICULES PM10

L'objectif de cette partie est de vérifier que le système de capture des particules permet de réaliser une campagne de mesures selon les critères du cahier des charges.

Le fonctionnement de l'analyseur de particules MP101M est décrit dans le document technique DT11.

Extrait du cahier des charges

Capacité du filtre à particules :

- permettre de réaliser au moins 1200 mesures ;
- avoir une durée de vie d'au moins trois ans, sur la base d'un cycle de mesure de 24 h (une mesure effectuée par période de 24h).

Fiabilité des conditions de mesures :

- le dépôt de particules en cours doit être distant du précédent de $22 \text{ mm} \pm 5\%$, afin d'éviter de fausser la valeur de mesure.

Capacité du filtre à particules

Le filtre choisi, décrit dans le document technique DT11, se présente sous la forme d'un ruban de 30 m de longueur. Sa mise en place sur l'appareil neutralise 60 cm de longueur, non utilisables pour les mesures.

Question 2.1

Voir DT11

Sur feuille de copie

Déterminer le nombre de mesures réalisables sur un ruban.

Déterminer la durée de vie du ruban. Vous exprimerez cette durée de vie en années.

Contrôle du déplacement du ruban

On souhaite contrôler le déplacement du ruban entre deux séries de mesure. Sur le document technique DT14 est schématisé le dispositif d'entraînement de la bobine réceptrice sur laquelle est enroulé le ruban.

Question 2.2

Voir DT12, DT14

Sur feuille de copie

À partir de la vitesse de rotation à la sortie du motoréducteur $N_{1/0} = 1,8 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ et des caractéristiques du système d'entraînement poulies et courroie, **déterminer** la vitesse de rotation de la bobine réceptrice $N_{3/0}$.

Le rayon d'enroulement du ruban augmente au fur et à mesure de la réalisation de mesures. Les valeurs extrêmes de ce rayon sont données dans le document technique DT13.

Question 2.3

Voir DT13

Sur feuille de copie

Déterminer les valeurs extrêmes de la vitesse linéaire d'avance V_{\min} et V_{\max} du ruban.

La vitesse d'avance du ruban varie en fonction du rayon d'enroulement du ruban. On souhaite obtenir un déplacement constant du ruban entre deux mesures, égal à 22 mm. Pour contrôler ce déplacement un codeur incrémental est implanté sur le galet d'entraînement du ruban (voir DT13).

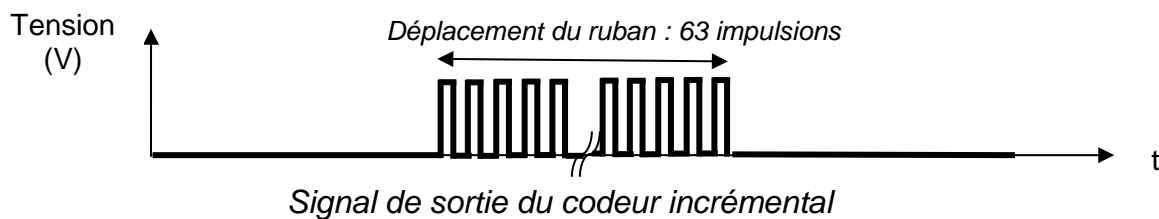
Question 2.4

Voir DT13, DT15
Sur feuille de copie

Le fonctionnement d'un codeur incrémental est décrit sur le document technique DT15. **Justifier** l'emploi d'un codeur incrémental pour contrôler le déplacement du ruban entre deux mesures. **Justifier** son implantation.

On fait l'hypothèse que le ruban ne glisse pas sur le galet d'entraînement.

Une expérimentation a été réalisée pour contrôler le déplacement du ruban. Au cours du mouvement, on a relevé le signal de sortie du codeur incrémental :



Question 2.5

Voir DT13
Sur feuille de copie

Le codeur choisi possède 180 fenêtres par tour. **Déterminer** le déplacement théorique du ruban.

Au cours de cette expérimentation, le déplacement réel du ruban a été mesuré avec précision. La valeur du déplacement mesuré est 22,5 mm.

Question 2.6

Sur feuille de copie

Déterminer l'écart relatif exprimé en pourcentage entre la valeur théorique déterminée à la question 2.5 et la valeur mesurée.

Conclusion

Question 2.7

Sur feuille de copie

À l'aide des résultats obtenus précédemment dans cette partie 2, **rédigier** une conclusion argumentée d'une dizaine de lignes maximum sur la capacité du système de capture des particules à réaliser une campagne de mesures conforme aux critères du cahier des charges.

DOCUMENT TECHNIQUE DT1

Les impacts de la pollution de l'air extérieur

Les quatre polluants constituant l'indice ATMO :



Les particules de taille inférieure à 10 micromètres pénètrent dans l'appareil respiratoire : altération de la fonction respiratoire, effets cardio-vasculaires, propriétés mutagènes et cancérigènes. Salissures des bâtiments et des monuments.



Gaz oxydant qui exerce une action irritante locale sur les muqueuses oculaires et respiratoires. Les effets sont amplifiés par l'exercice physique. Effet néfaste sur la végétation et sur certains matériaux (caoutchouc) ; contribue à l'effet de serre et aux pluies acides.



Gaz irritant qui peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant. Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, impactent la couche d'ozone et contribuent à l'effet de serre.



Gaz irritant qui agit avec les particules en suspension, et provoque des irritations oculaires, cutanées et respiratoires : augmentation du taux de mortalité par maladie respiratoire ou cardio-vasculaire. Participe au phénomène des pluies acides ; dégrade la pierre et les monuments.

Extrait du journal "Le Monde" du 30.04.2015 :

Plus de 1 600 milliards de dollars (1 400 milliards d'euros) : c'est ce que coûte chaque année aux économies européennes les quelque 600 000 décès prématurés et pathologies engendrés par la pollution de l'air ...

Une surmortalité provoquée par des maladies cardiaques et respiratoires, des maladies coronariennes, des accidents vasculaires cérébraux ou encore le cancer du poumon...

D'autant qu'à ce coût des décès prématurés s'ajoute celui du traitement des maladies provoquées par la pollution ...

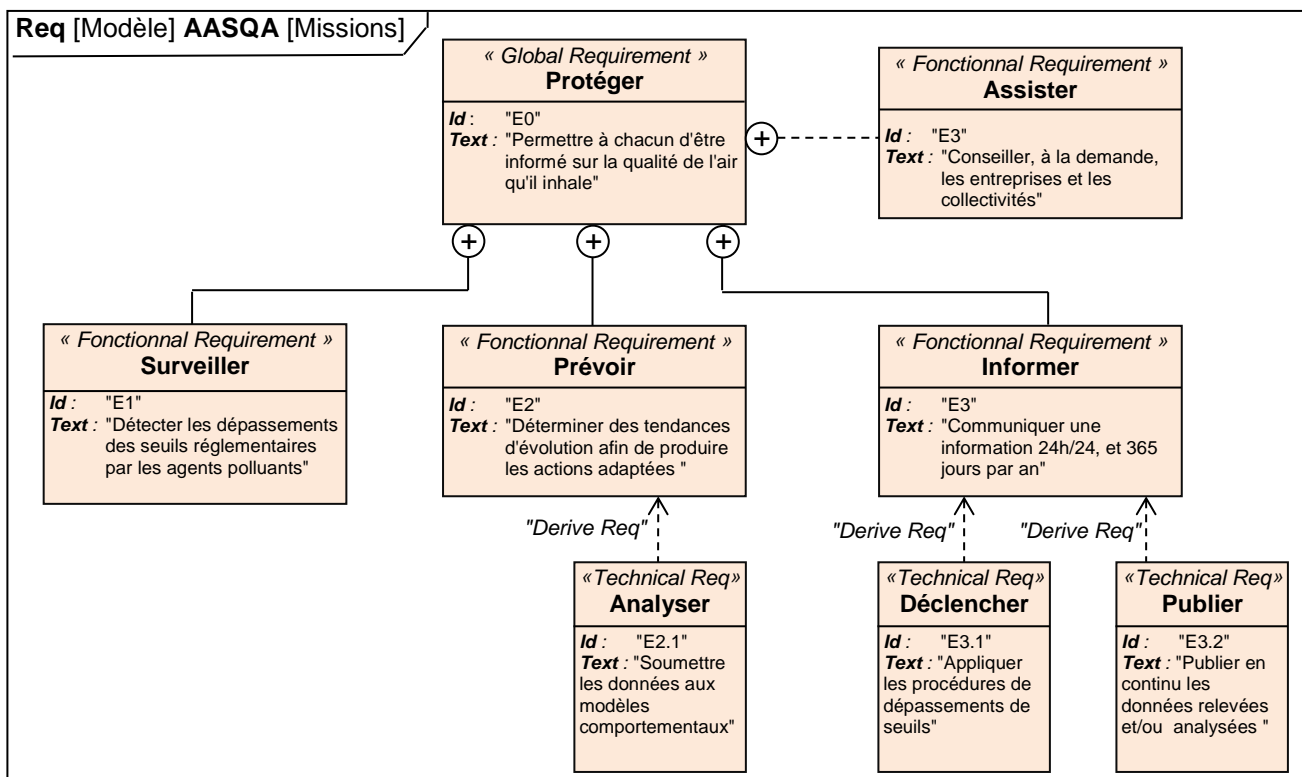
En France, ce montant, évalué à 53 295 millions de dollars (48 378 millions d'euros), s'élève à 2,3 % du PIB national ; au Royaume-Uni, à 3,7 %, et en Allemagne, à 4,5 % ...

« L'impact sanitaire de la pollution pèse aussi sur les budgets des administrations publiques, des hôpitaux et des ménages », soulignent les auteurs de l'étude, tout en rappelant que les conséquences de ce fléau ne se limitent pas à la santé mais ont aussi un impact sur la productivité agricole et l'environnement ...

LVE, journaliste au Monde.

DOCUMENT TECHNIQUE DT2

Missions des AASQA



DOCUMENT TECHNIQUE DT3

Directives réglementaires sur la surveillance de l'air

Calcul indice ATMO obligatoire pour une agglomération de plus de 100 000 habitants

La surveillance est faite pour 4 polluants (O_3 , SO_2 , NO_2 , PM_{10}). L'indice de chaque polluant est calculé à partir des concentrations mesurées dans l'air ambiant sur la zone géographique et pendant la journée de référence (voir tableau ci-dessous).

Calcul indice IQa pour une agglomération de moins de 100 000 habitants

La surveillance des 4 polluants de l'indice ATMO n'est pas obligatoire. On peut ne produire qu'un indice de qualité de l'air simplifié (IQa) à partir de la surveillance de 1, 2 ou 3 des 4 polluants, en fonction des spécificités locales et des moyens disponibles.

Publication de l'indice

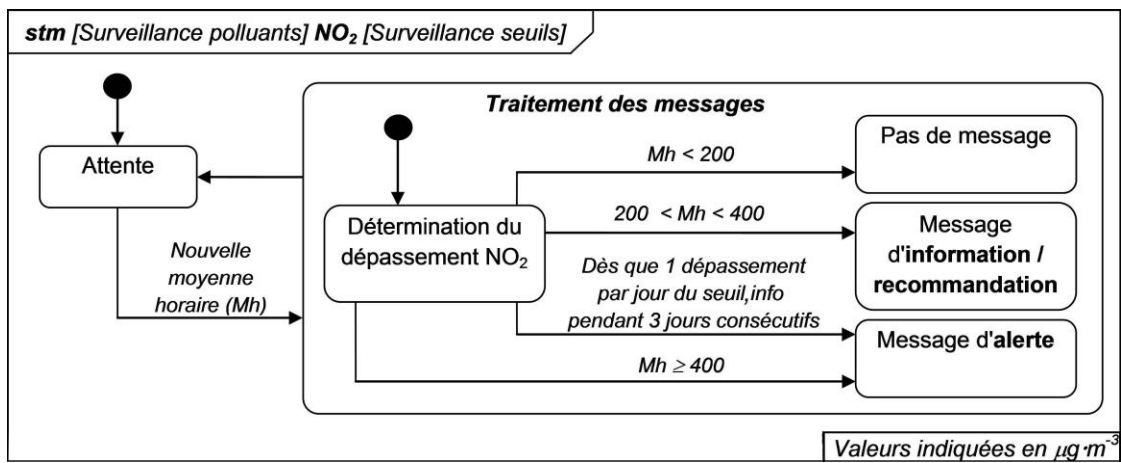
L'indice publié (ATMO ou IQa) correspond au plus grand des indices des polluants mesurés.

Indice	Qualificatif	O_3	SO_2	NO_2	PM_{10}
1	Très bon	0 à 29	0 à 39	0 à 29	0 à 9
2	bon	30 à 54	40 à 79	30 à 54	10 à 19
3	Bon	55 à 79	80 à 119	55 à 84	20 à 29
4		80 à 104	120 à 159	85 à 109	30 à 39
5	Moyen	105 à 129	160 à 199	110 à 134	40 à 49
6	Médiocre	130 à 149	200 à 249	135 à 164	50 à 64
7		150 à 179	250 à 299	165 à 199	65 à 79
8	Mauvais	180 à 209	300 à 399	200 à 274	80 à 99
9		210 à 239	400 à 499	275 à 399	100 à 124
10	Très mauvais	≥ 240	≥ 500	≥ 400	≥ 125

Les concentrations sont indiquées en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

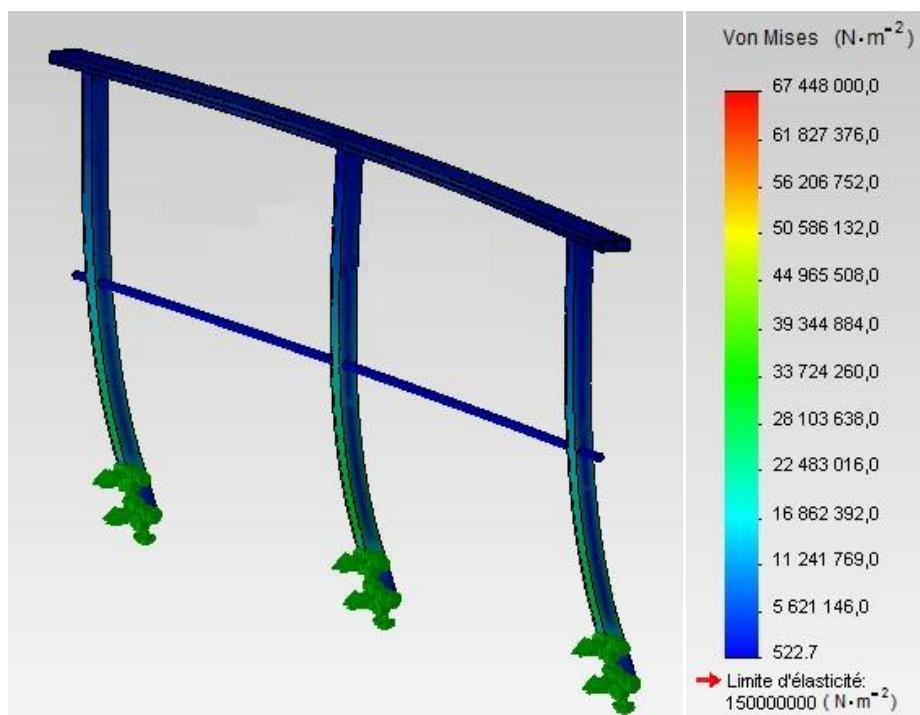
DOCUMENT TECHNIQUE DT4

Diagramme d'état de la surveillance du polluant NO₂



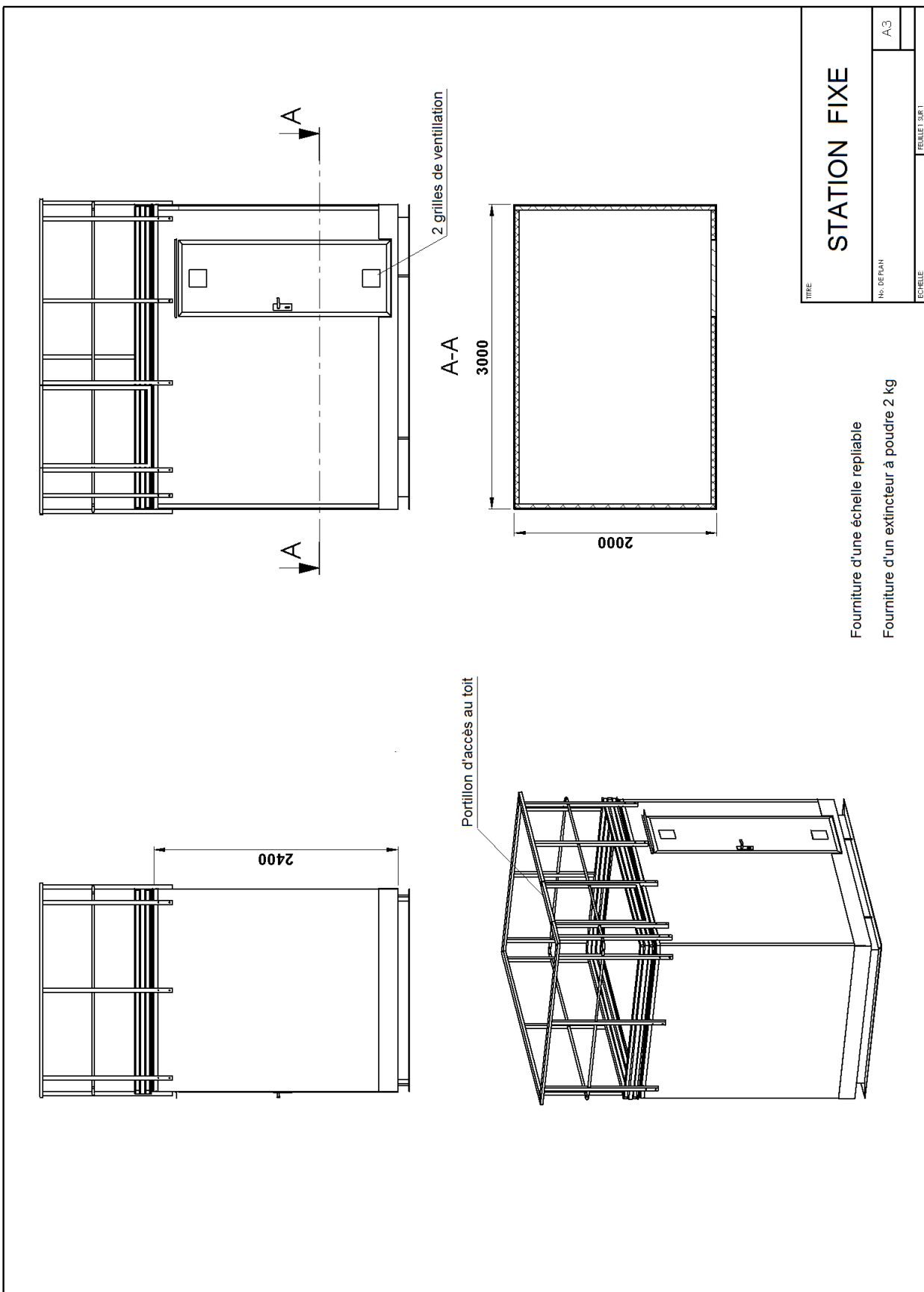
DOCUMENT TECHNIQUE DT5

Répartition des contraintes σ (en $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$) dans la structure



DOCUMENT TECHNIQUE DT6

Plan d'une station fixe



DOCUMENT TECHNIQUE DT7

Caractéristiques techniques de la Pompe à Chaleur FTX R28EV189



FTXR-EV Unités intérieures - Type Ururu Sarara

Références

FTXR28EV



Puissance maximale restituée	Calorifique à +7°C	5,0 kW
	Calorifique à -5°C	2,7 kW
	Calorifique à -10°C	2,3 kW
	frigorifique	3,6 kW
Puissance absorbée	chaud	1,4 kW
	froid	0,8 kW

Tableau réalisé à partir des données du tableau des caractéristiques techniques du fabricant

DOCUMENT TECHNIQUE DT8

Seuils d'information et d'alerte pour les différents polluants mesurés

Polluant	Message	Seuils	Mode de calcul	Période
O ₃	Alerte	240	Moyenne horaire	3h consécutives (seuil 1)
		360	Moyenne	1h
	Information	180	Moyenne	1h
SO ₂	Alerte	500	Moyenne horaire	3h consécutives
	Information	300	Moyenne	1h
NO ₂	Alerte	400	Moyenne	1h
		200	Moyenne horaire	Pendant 3 jours consécutifs
	Information	200	Moyenne	1h
PM ₁₀	Alerte	80	Moyenne glissante	24h
		50	Moyenne horaire	Pendant 3 jours consécutifs
	Information	50	Moyenne glissante	24h

Les seuils sont indiqués en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

DOCUMENT TECHNIQUE DT9

Paramètres de la liaison série RS232

Le début de la transmission est marqué par un bit Start au niveau 0 (tension=0V), suivi des 8 bits de données dont le bit de poids faible est le premier transmis.

La fin de la transmission est marquée par un bit Stop au niveau 1 (tension=5V).

Caractéristiques de transmission :

- 9600 bauds ($\text{bit}\cdot\text{s}^{-1}$)
- 1 bit de départ (Start)
- 8 bits de données
- pas de bit de parité
- 1 bit d'arrêt (Stop)
- pas de contrôle de flux

DOCUMENT TECHNIQUE DT10

Table partielle du code ASCII

DEC	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
HEX	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F
ASCII	SP	!	«	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/	

DEC	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
HEX	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	3A	3B	3C	3D	3E	3F
ASCII	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?

DOCUMENT TECHNIQUE DT11

Analyseur de particules PM10

Principe de mesure

L'analyseur MP101M d'Environnement SATM détermine la **concentration en particules** d'un échantillon d'air. Le principe de mesure consiste à quantifier l'énergie absorbée par cet échantillon, lorsqu'il est exposé à une source radioactive.

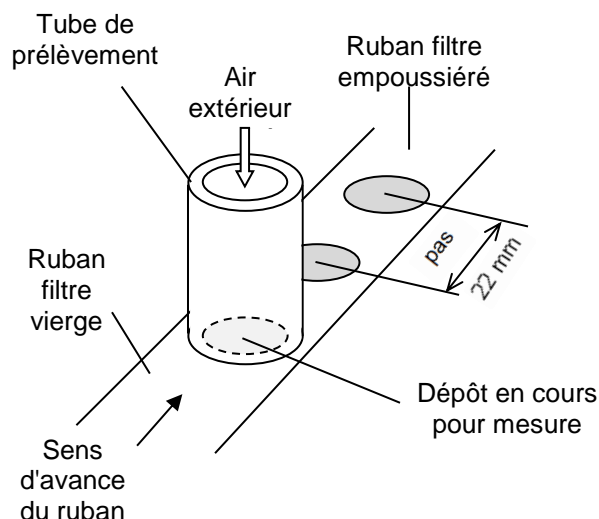


Analyseur MP101M

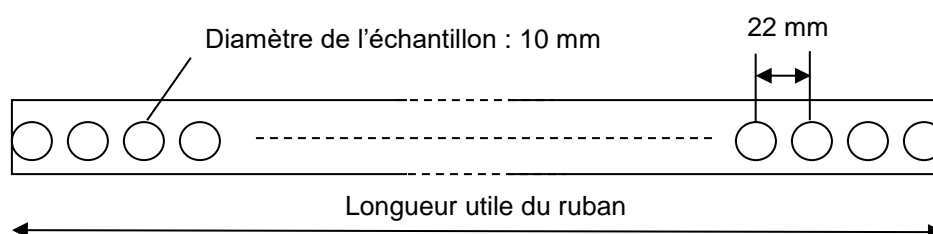
Fonctionnement

Une pompe à vide aspire en continu l'air ambiant extérieur, à travers un papier filtre. L'air traverse le papier filtre, alors que les particules qu'il contient y sont piégées. L'appareil mesure alors la masse volumique des particules (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Cette mesure peut durer jusqu'à 24h. Ensuite, un dispositif d'entraînement déplace le ruban d'un pas permettant un nouveau cycle de mesure.

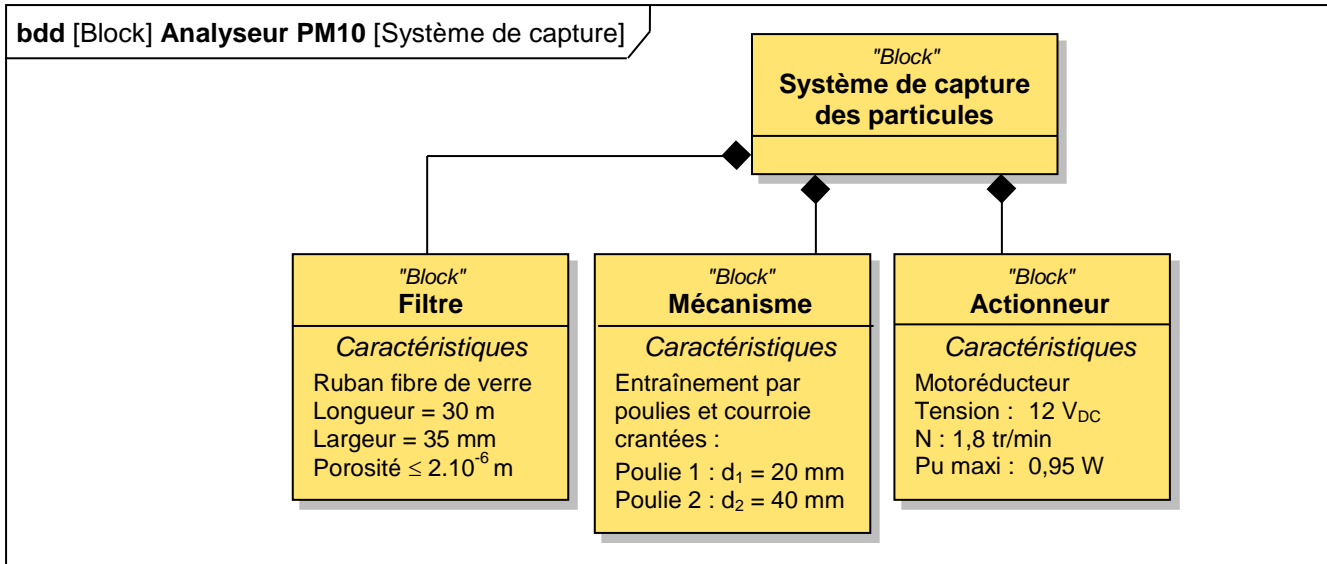
Structure de l'appareil



Vue de dessus du ruban déroulé après analyse



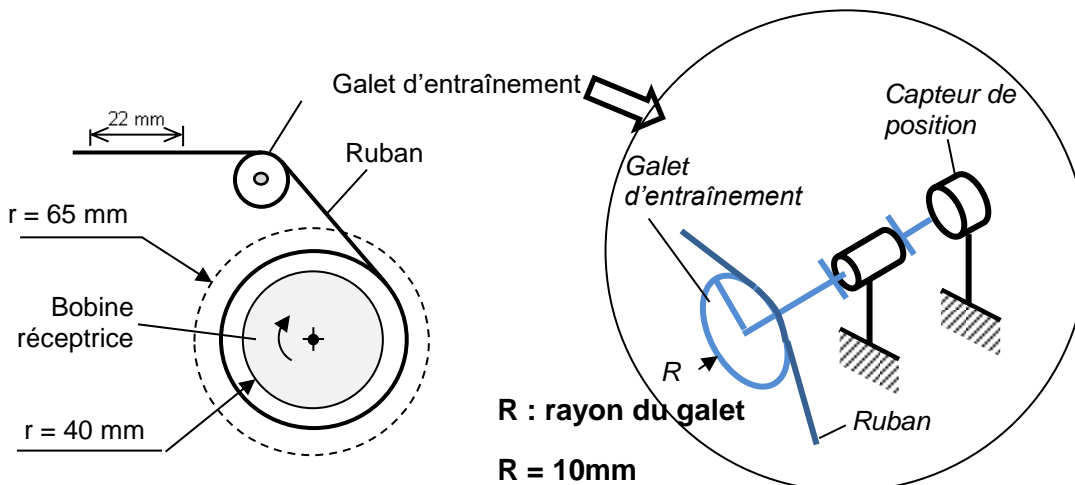
DOCUMENT TECHNIQUE DT12



DOCUMENT TECHNIQUE DT13

Analyseur de particules PM10

Avance du ruban filtre à particules à chaque cycle



Le ruban, tracté par la bobine réceptrice, s'enroule autour d'un cylindre de rayon 40 mm. Lorsque la totalité du ruban est enroulée, le rayon de la bobine est de 65 mm.

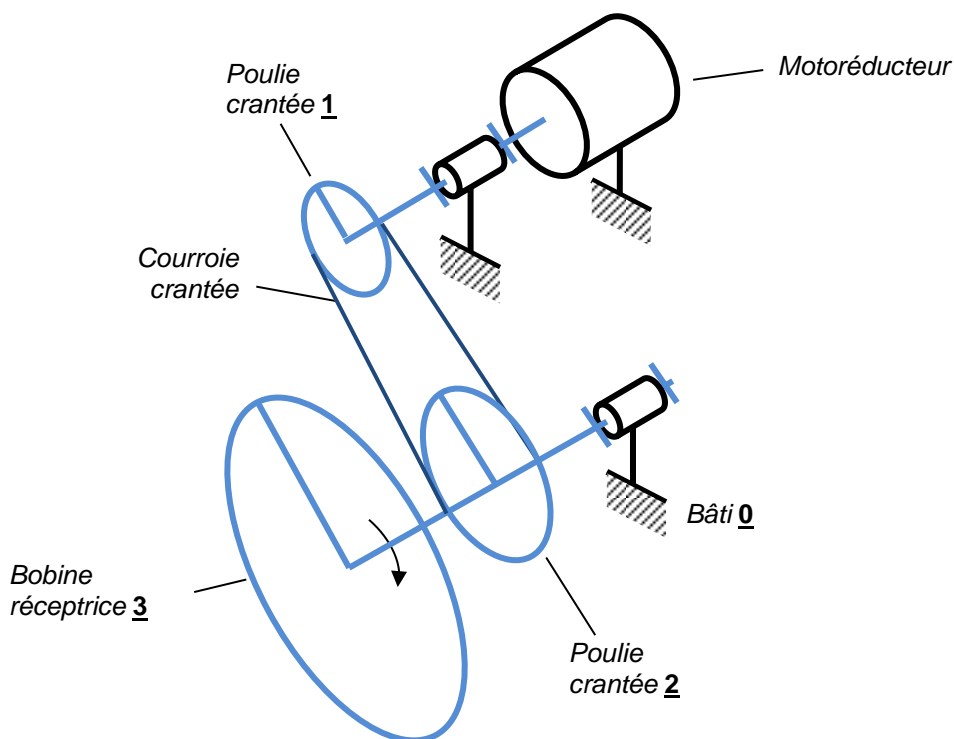
La vitesse linéaire d'avance V du ruban, la vitesse de rotation N de la bobine, et le rayon r d'enroulement du ruban sont liés par la relation :

$$V = \frac{\pi}{30} \cdot N \cdot r \quad (v \text{ en } m \cdot s^{-1}, N \text{ en } tr \cdot min^{-1}, r \text{ en } m)$$

Le déplacement d du ruban, l'angle θ de rotation de la bobine et le rayon R du galet sont liés par la relation : $d = 2\pi \cdot \theta \cdot R$ (d en m , θ en tr , r en m)

DOCUMENT TECHNIQUE DT14

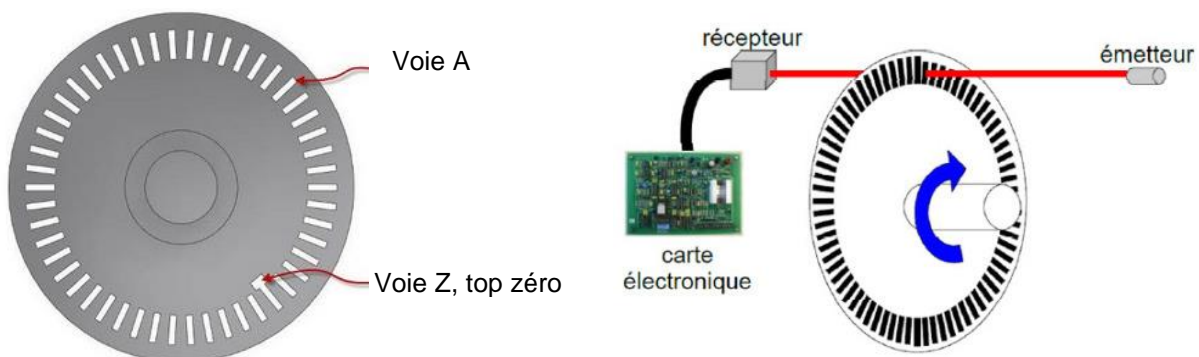
Dispositif d'entraînement de la bobine réceptrice



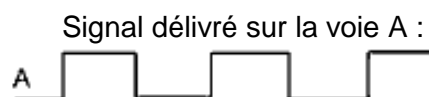
DOCUMENT TECHNIQUE DT15

Fonctionnement d'un codeur incrémental

Le codeur incrémental est un capteur de position angulaire. Lors d'une rotation de l'arbre sur lequel il est monté, le codeur délivre un train d'impulsions (voie A). Le nombre d'impulsions est proportionnel au déplacement.



Pour un tour complet, le codeur délivre autant d'impulsions qu'il y a de fenêtres.

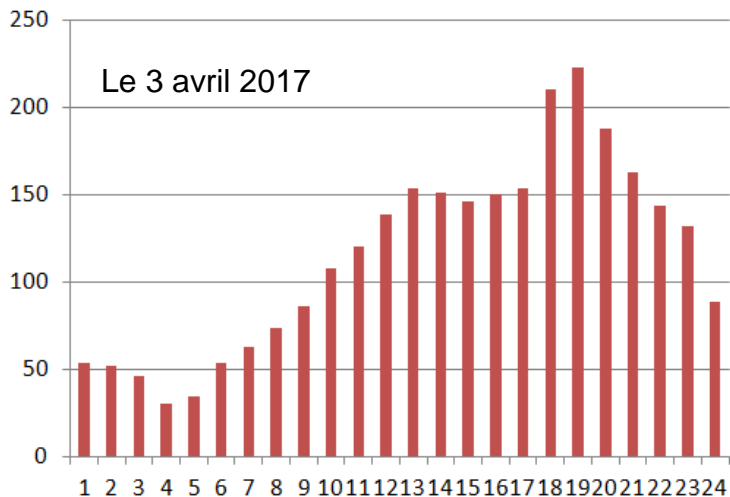


DOCUMENT RÉPONSES DR1

Question 1.1 : Impacts des polluants de l'air extérieur

Impact(s) sur l'environnement (écologique)	<ul style="list-style-type: none"> - Exemple : effets néfastes sur la végétation - -
Impact(s) économique(s)	<ul style="list-style-type: none"> - -
Impact(s) sur la santé (social)	<ul style="list-style-type: none"> - -

Expliquer en quoi le contrôle de ces polluants constitue un enjeu de développement durable :

DOCUMENT RÉPONSE DR2Question 1.4 : Traitement des messages NO₂**Concentration du polluant NO₂ en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en fonction de l'heure de la journée****Message publié au cours de la journée, à compléter**

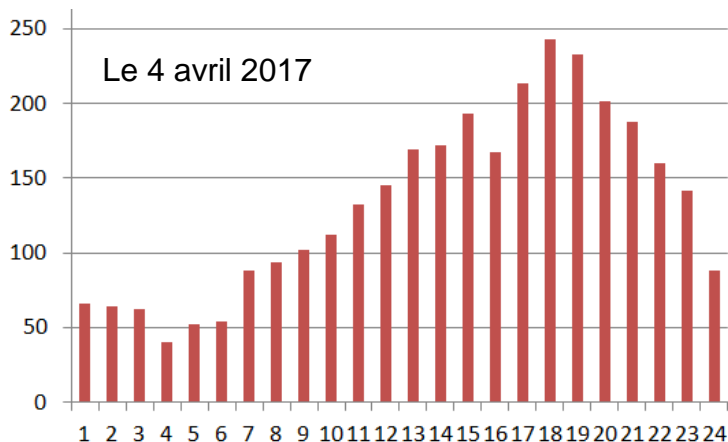
Un message a-t-il été déclenché le 3 avril ?

 oui non

Si oui, quel est le type de message déclenché ?

 Information/recommandation Alerte

À quelle(s) heure(s) ?



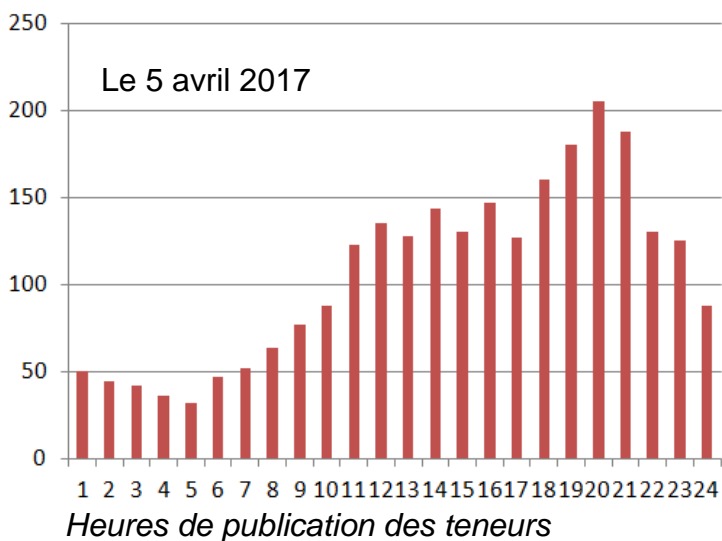
Un message a-t-il été déclenché le 4 avril ?

 oui non

Si oui, quel est le type de message déclenché ?

 Information/recommandation Alerte

À quelle(s) heure(s) ?



Un message a-t-il été déclenché le 5 avril ?

 oui non

Si oui, quel est le type de message déclenché ?

 Information/recommandation Alerte

À quelle(s) heure(s) ?

DOCUMENT RÉPONSES DR3

Questions 1.8 et 1.9 : *caractéristiques des solutions constructives du garde-corps*

Critère \ Solution Constructive	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	12,6
Impact environnemental			
Energie absorbée production primaire par unité de masse (MJ·kg ⁻¹)	27 ^(*)	200 ^(*)	160 ^(*)
Energie absorbée production primaire (MJ) du garde corps	1026	2016
Empreinte CO ₂ production primaire par unité de masse (kg·kg ⁻¹)	1,9 ^(*)	13 ^(*)	10 ^(*)
Empreinte CO ₂ production primaire (kg) du garde corps	72,2	126

(*) Données issues de CES Edupack 2013

DOCUMENT RÉPONSE DR4

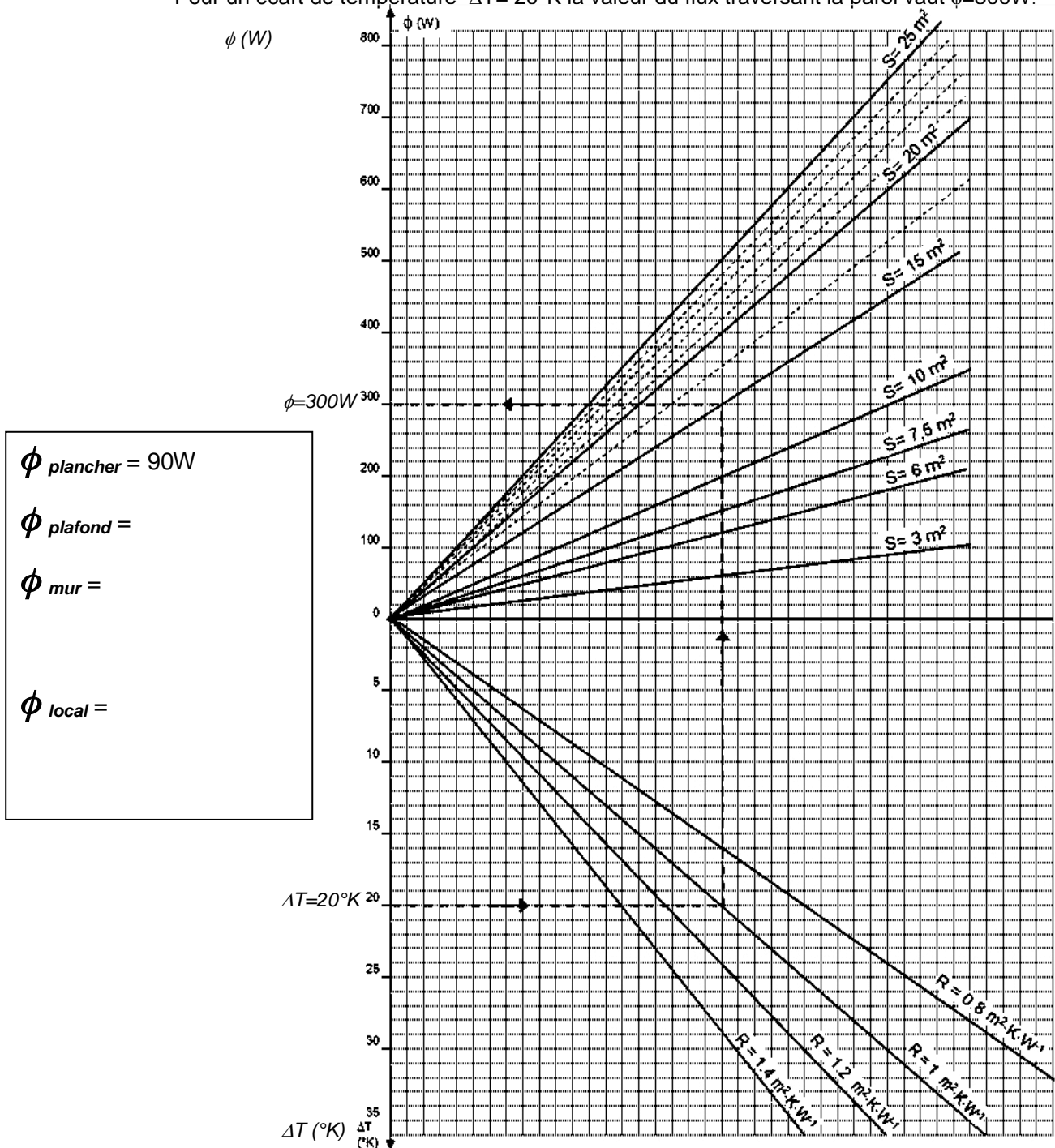
Question 1.12 : flux de déperdition thermique au travers des parois

$$S_{\text{mur}} =$$

$$S_{\text{plafond}} =$$

$$\Delta T =$$

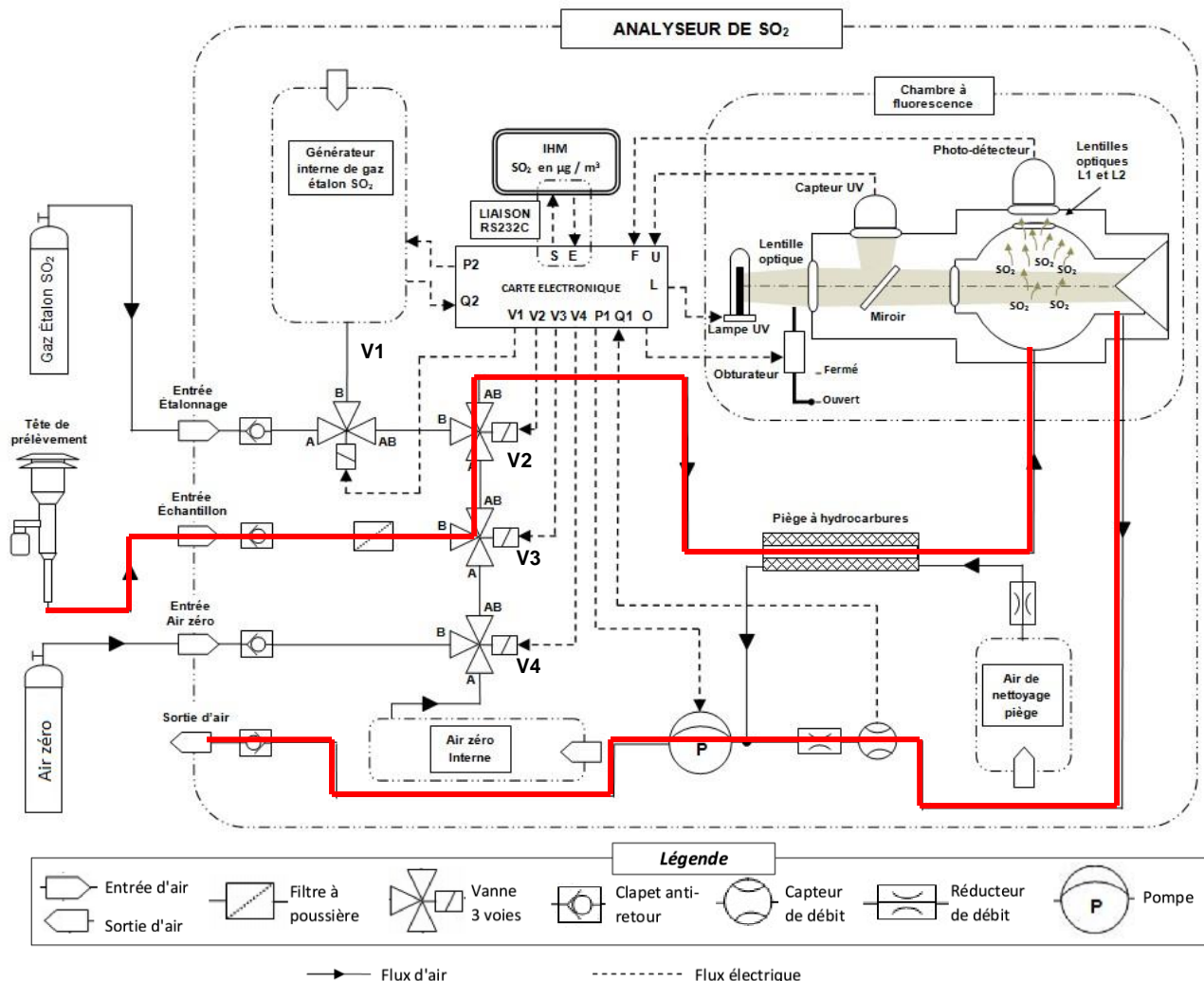
Exemple donné : cas d'une paroi de 15m^2 possédant une résistance thermique surfacique $R=1\text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$.
Pour un écart de température $\Delta T=20^\circ\text{K}$ la valeur du flux traversant la paroi vaut $\phi=300\text{W}$.



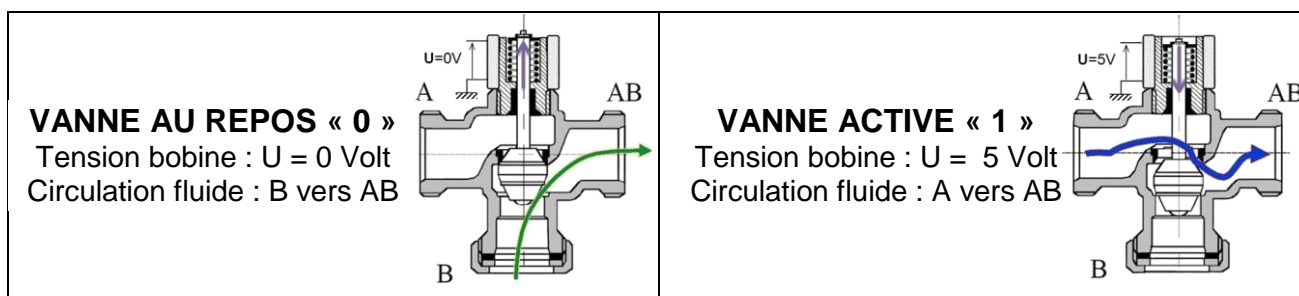
DOCUMENT RÉPONSE DR5

Question 1.17:

Structure de l'analyseur SO₂



Fonctionnement des vannes trois voies à commande électrique



États des vannes trois voies en mesure d'échantillon d'air (à compléter)

Phase du processus	États des vannes			
	V1	V2	V3	V4
Mesure échantillon d'air	0			0

DOCUMENT RÉPONSE DR6

Question 1.23: transmission série RS232

	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																																
Hexa																																
ASCII																																

Valeur affichée :
