

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2016

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures
Total : 20 points

14-EN-A5 GÉNIE DE LA QUALITÉ DE L'AIR ET DU CONTRÔLE DE LA POLLUTION

Question # 1 **Deux usines et un village** (15 pts)

La nuit du 8 mars dernier, entre 1h et 5h du matin, une usine a relâché des particules en quantité importante lors d'un incident de production. Cependant, aucune des deux usines n'a déclaré un tel événement.

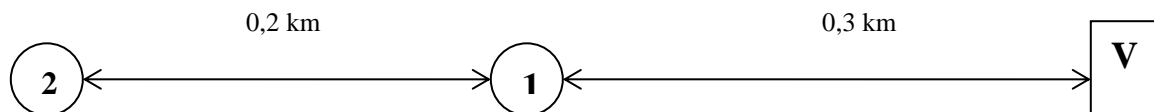
Considérez le relevé des conditions météorologiques suivantes :

Altitude (m)	0	100	200	300	400	500
Température (°C)	-10	-9	-8	-7	-6	-5

- Vitesse moyenne du vent 15 km/h soufflant vers le village.
- Cp l'air : 1,005 kJ/kgK
- a) Quelle était la classe de stabilité atmosphérique? Expliquer par des calculs.
- b) Décrire les conditions météorologiques qui devaient avoir lieu lors de ce relevé.
- c) Sous ces conditions, quel type de turbulence prédomine au niveau du sol et à 300 mètres de hauteur ? Expliquer.
- d) Déterminer la hauteur maximale de mélange.
- e) Faire un schéma de l'allure probable du panache.
- f) En tant qu'ingénieur responsable de l'environnement vous êtes chargé d'inspecter et de déterminer par des calculs quelle usine a nécessairement dépassé la limite permise d'émission de particules (6 kg/h). Au centre du village (V), les analyses granulométriques des particules vous ont donné les résultats suivants :
 - Densité moyenne des particules : 2 g/cm³
 - Diamètre moyen des particules : 200 µm
 - Dépôt total de particules au sol : 150 mg/m²

Dans les registres de la ville vous avez trouvé les infos suivantes :

	Usine 1	Usine 2	(unité)
Hauteur de la cheminée	85	115	m
Diamètre de la cheminée	2,5	2	m
Vitesse de sortie des gaz de la cheminée	13	17	m/s
Température de sortie des gaz de la cheminée	500	900	K



- g) Afin d'éviter ce genre d'évènement à l'avenir, en fonction du niveau de réduction requis et des caractéristiques du problème, quel type de technologie d'abattement recommanderiez-vous ? Appuyez vos recommandations avec au moins 4 arguments relatifs aux caractéristiques du problème.

Note : Température maximale moyenne à la surface du sol pour le mois considéré : -3°C

Question #2 **Usine de fabrication de bande de polymères** (3 pts)

L'entreprise Ça Colle inc. opère à Montréal une usine de fabrication de bandes de polychlorure de vinyle (PVC) pour des moulures. Le processus de fabrication consiste à déenrouler des bandes de PVC ayant quelques centimètres de large et des centaines de mètres de longueurs, de les enduire avec des adhésifs, encres et peintures, puis de les enrouler à nouveaux. Les solvants et les stabilisants utilisés s'évaporent dans l'air de l'usine et sont émis à l'atmosphère par le système de ventilation. Une ligne de traitement de surface comporte plusieurs points d'applications soit d'adhésifs, d'encres ou de peintures en multicouches selon le produit fini désiré. Ça Colle inc. possède 40 lignes qui constituent des sources d'émissions diffusent à l'intérieur du bâtiment. Ils opèrent en continu 24h par jour et 7 jours par semaine.

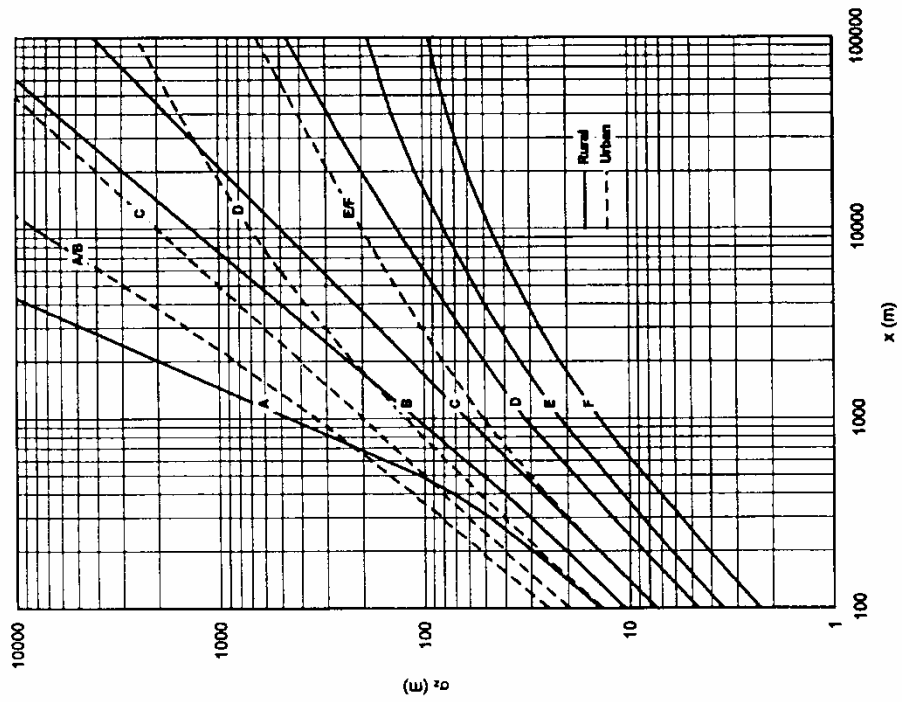
Des inventaires et caractérisations chimiques des émissions à la sortie du système de ventilation ont montré que les COV émis sont composés de cyclohexanone, d'acétate d'amyle, de styrène et de méthyl isobutyl cétone. Les concentrations sont de l'ordre de $0,5 \text{ g/m}^3$. Le débit de ventilation est de $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le directeur d'usine vous mentionne qu'il a besoin d'un système ayant une efficacité de réduction des COV de 96 % pour respecter le règlement municipal en regard des COV et des odeurs. Cependant, celui-ci a de très faibles budgets faute de quoi il devra cesser ses opérations. Autre contrainte, comme l'usine est en zone urbaine, il est limité dans l'espace disponible pour installer des équipements.

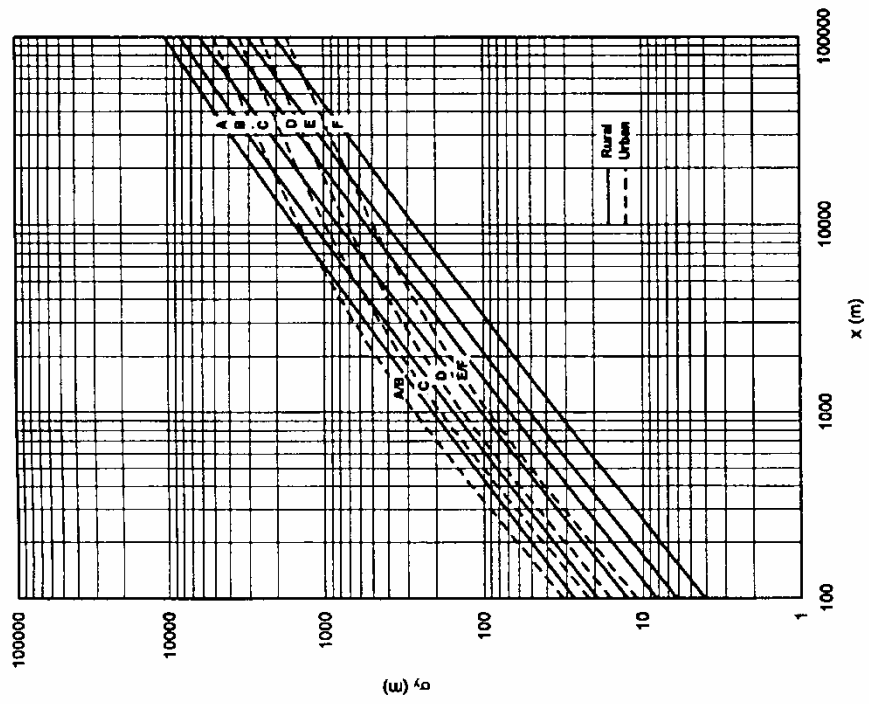
Compte tenu des caractéristiques des émissions, des contraintes techniques et du procédé, on vous demande d'émettre vos recommandations sur le choix d'une technologie ou d'une combinaison de technologies qui réduirait les émissions au niveau requis. Appuyer vos recommandations sur 6 arguments relativement aux caractéristiques du problème.

Question #3 **Ozone troposphérique** (2 pts)

On désire réduire la formation d'ozone troposphérique dans une région caractérisée par un rapport des concentrations molaires COV/NO_x de 5. Lequel des polluants suivants devrait-on prioriser dans une politique de contrôle et de réduction des émissions atmosphériques et pourquoi (NO_x , COV, CO, NH_3 , particules fines ou autres)? Donnez une justification succincte.



Rural and urban vertical dispersion coefficients (σ_z) as a function of stability category. (Graph prepared by S.M. Claggett [20].)



Rural and urban horizontal dispersion coefficients (σ_y) as a function of stability category. (Graph prepared by S.M. Claggett [20].)