



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

04-ENV-A5 GÉNIE DE LA QUALITÉ DE L'AIR ET DU CONTRÔLE DE LA POLLUTION**Question 1 : Rejets d'une papetière (12 points)**

Une papetière en milieu rural émet divers produits soufrés solubles : sulfure d'hydrogène (H_2S), diméthyl-sulfure ($\text{CH}_3)_2\text{S}$ et diméthyl-disulfure ($\text{CH}_3)_2\text{S}_2$, ainsi que des particules. Les émissions ont les caractéristiques suivantes :

Température de sortie des gaz de la cheminée	40	°C
Diamètre de la cheminée	0,6	m
Débit volumique ¹	15 000	Nm ³ /h
Concentration SRT ² à l'effluent	12	g/m ³
Concentration de particules	3	g/m ³
Hauteur de la cheminée	75	m
Cp des gaz	1,005	kJ/kgK
Mw	29	kg/kg-mole

Distribution de taille des particules :

Diamètre	Pourcentage massique cumulatif
2,5 µm	10 %
5 µm	40 %
10 µm	100 %

Particules sphériques

Densité des particules 1,2 g/cm³

Relevé de température de la journée considérée :

Altitude (m)	0	200	400	600	800	1000
Température (°C)	27,0	23,5	20,0	23,0	19,8	16,6

Vitesse du vent à 10 m : 6 km/h ;

Note : Température maximale normale de la surface du sol pour le mois considéré : 28°C

Contexte réglementaire (MDDEP):

SO ₂	900	µg/m ³
Particules	30	µg/m ³
SRT	6	µg/m ³

¹ N : Conditions normales

² Soufre Réduit Total (équivalent H_2S)



- a) Près du sol, à 500 m et à 800 m d'altitude, quelles sont les classes de stabilité atmosphérique (A-F) en fonction de l'élévation ? (Expliquez par des calculs) (0,75 point)
- b) Comment peut-on expliquer ce profil de température ? (0,5 point)
- c) Décrivez les conditions météorologiques lors de ces relevés. (0,5 point)
- d) D'après vous, vers quel moment de la journée le relevé météo a-t-il été fait (matin, midi, soir, nuit...) ? (Expliquez brièvement) (0,5 point)
- e) Dans ces conditions, quel type de turbulence prédomine au niveau du sol, à 500 mètres et à 800 mètres de hauteur ? (Expliquez brièvement) (0,75 point)
- f) Déterminez la hauteur maximale de mélange (HMM) pour ces conditions atmosphériques. (0,5 point)
- g) Selon le relevé de température vertical, est-ce une haute, basse ou moyenne pression atmosphérique ? (0,25 point)
- h) Ces conditions sont-elles propices à la formation de smog photochimique ? pourquoi ? (0,5 point)
- i) Jusqu'à quelle hauteur les contaminants peuvent-ils se disperser verticalement ? (0,5 point)
- j) Faire un schéma de l'allure probable du panache de la cheminée. (0,25 point)
- k) En quelle autre circonstance que celle que vous avez expliquée en c) peut-on retrouver des conditions avec $\Delta t/\Delta z$ négatif au sol et une inversion plus haut ? Comment peuvent-elles être formées ? (Expliquez brièvement) (0,5 point)
- l) En utilisant les modèles appropriés, déterminez si la concentration des SRT dépasse la norme du MDDEP à 500, 2000 et 3000 mètres de la source en direction du vent, à une élévation de 1,5 mètres. (3 points)
- m) En supposant que les gaz sont incinérés avec du propane pour diminuer le pouvoir odorant des SRT (supposez une efficacité de 100%), déterminez si les normes du MDDEP seraient alors respectées pour les gaz à 500, 2000 et 3000 mètres de la source en direction du vent, à une élévation de 1,5 mètres. (0,5 point)
- n) En supposant que les gaz sont incinérés avec du propane pour diminuer le pouvoir odorant des SRT (supposez une efficacité de 100%), expliquez brièvement, à l'aide d'un schéma et de 3 arguments, la technique que vous recommanderiez pour le traitement post-combustion des gaz résiduels de cet effluent. (1 point)
- o) Advenant le cas où vous devriez, en plus des gaz de post-combustion, réaliser un abattement moyen de 95% des particules émises à la cheminée, quelle technologie recommanderiez-vous ? (Expliquez brièvement à l'aide d'un schéma et donner 3 arguments relatifs aux caractéristiques du problème motivant votre recommandation) (1 point)
- p) Quelle autre approche que la combustion aurait pu être utilisée pour abattre les SRT et les particules? (Justifiez avec 3 arguments relatifs aux caractéristiques du problème). (1 point)

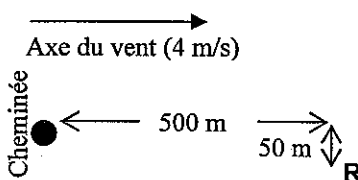
Question # 2 Stratégie de réduction de l'ozone troposphérique (2 pts)

On désire réduire la formation d'ozone troposphérique dans une région caractérisée par un rapport des concentrations molaires COV/NO_x de 4. Lequel des polluants suivants devrait-on prioriser dans une politique de contrôle et de réduction des émissions atmosphériques et pourquoi ? (NO_x, COV, CO, NH₃ ou particules fines). Donnez une justification succincte.

Question # 3 Atelier de fabrication de piscines (6 pts)

Un atelier implanté en zone rurale utilise principalement du styrène comme solvant pour l'application de fibres de verre servant dans la production de piscines. Une fois l'ensemble des rejets gazeux canalisés, le débit réel global est de 1 500 m³/min. L'atelier est en activité 24 heures par jour du mois de février au mois de juin, puis cesse ses opérations.

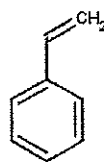
- a) Compte tenu des caractéristiques des rejets et des conditions météorologiques suivantes, déterminez la concentration en styrène au niveau du sol, au point récepteur R. Ce dernier est localisé à 500 m en aval du vent par rapport à la cheminée, et à 50 m à droite par rapport à l'axe du vent. Sachant que les limites d'exposition en air ambiant ont été fixées à 150 µg/m³, déterminez le pourcentage de réduction requis pour rencontrer la norme du MDDEP.

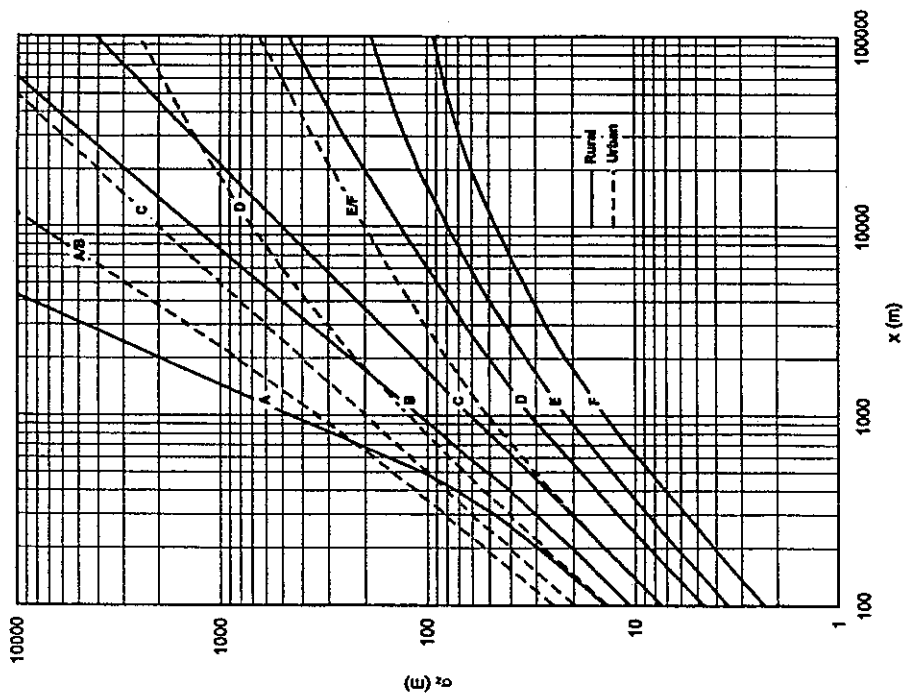
Température de sortie des gaz de la cheminée	25	°C	
Concentration de styrène à l'effluent	2500	mg/m ³	
Hauteur effective de la cheminée	25	m	
Vitesse du vent	4	m/s	
Température extérieure	18	°C	
Classe de stabilité atmosphérique	B		

- b) Compte tenu des caractéristiques des émissions 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. Appuyez vos recommandations avec 6 arguments relatifs aux caractéristiques du problème.

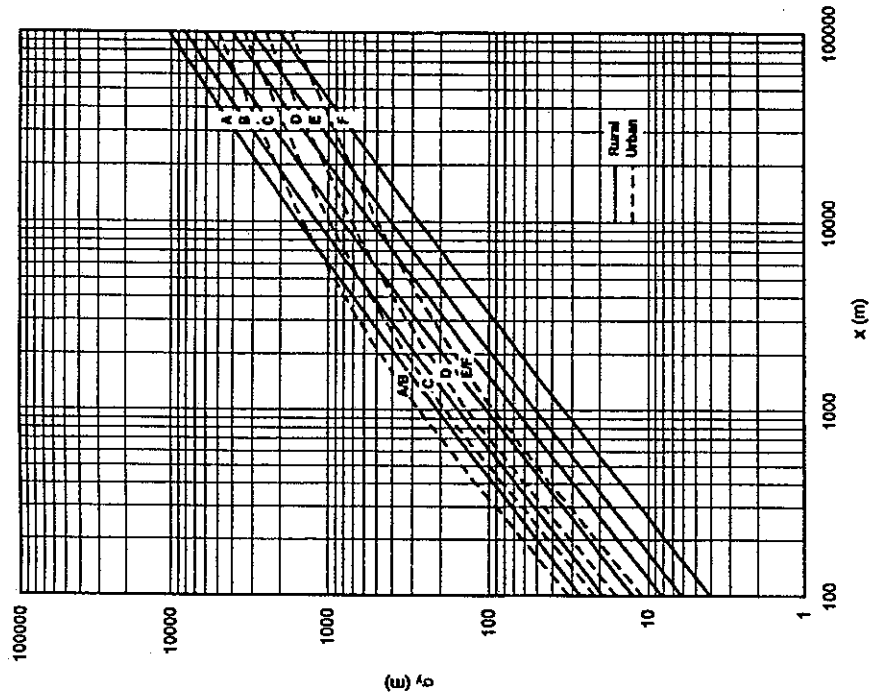
Notes :

Styrène : C₆H₅CH=CH₂
Masse molaire : 104,15
Point de fusion : -30,6 °C
Point d'ébullition : 145 °C





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].]