

5. ETUDES DE CAS ENONCES + CORRIGES

Activité de revêtement de peinture sur cabine d'habitacle de camion



ANEAU RACK : ENONCE

Activité de revêtement de peinture sur cabines de camion

L'entreprise ANEAU RACK applique des revêtements sur des cabines d'habitacle de camion depuis 2003.

L'entreprise fonctionne en 3 x 8h, 7j/7 et 50 semaines par an.

La capacité de production est de 60 000 cabines / an. L'aire de la surface de revêtement électrophorétique d'une cabine est de 65 m².

L'usine possède :

- ❖ 2 lignes automatiques de peinture,
- ❖ 1 cabine de retouche de peinture manuelle,
- ❖ 1 cabine de traitement de surface.

L'entreprise consomme annuellement 1250 tonnes de peintures dont 845 tonnes de peintures A et 405 tonnes de peintures B et 150 tonnes de solvants de nettoyage à l'alcool isopropylique.

La peinture A est constituée de 75% Acétate de n-butyle et de 25% Extrait Sec (ES).

La peinture B est constituée de 82% n-butanol et de 18% ES.



ANEAU RACK : ENONCE

Les émissions des lignes de peinture sont entièrement canalisées et dirigées vers un oxydateur thermique dont le débit d'extraction est de 25 000 Nm³ / h. Les cabines de peintures sont étanches.

La moitié des quantités de solvant de nettoyage est envoyée en régénération, un quart est envoyé en déchet.

L'exploitant fait réaliser chaque année une mesure, effectuée par FID, des émissions en sortie de l'oxydateur :

Le rapport de mesure indique le résultat suivant :

COVNM sur gaz sec (CNPT*) en équivalent carbone mg / Nm ³	2,5
*Condition Normale de Pression et Température	

QUESTIONS :

1- Réaliser le PGS.

2- L'exploitant est-il conforme à l'art. 30-33 de l'AM 02/02/1998 ?

Art.30-33



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

Les entrées

La quantité de solvants utilisée correspond à :

Solvants contenus dans la Peinture A : $75\% \times 845 \text{ tonnes} = 634 \text{ tonnes}$

Solvants contenus dans la Peinture B : $82\% \times 405 \text{ tonnes} = 332 \text{ tonnes}$

Isopropanol (IPA) (100% solvant) : 150 tonnes

I1 : Solvants utilisés : $634 + 332 + 150 = 1116 \text{ tonnes}$

I2 = 0. Pas de régénération en interne.



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

Les sorties

Les données de l'énoncé permettent de déterminer rapidement les sorties suivantes :

O8 : Solvants envoyés en régénération : $\frac{1}{2} \times 150$ tonnes (solvants de nettoyage) = 75 tonnes

O6 : Solvants envoyés en déchet : $\frac{1}{4} \times 150$ tonnes (solvants de nettoyage) = 37,5 tonnes

O2 = 0

O3 = 0

O7 = 0

O9 = 0

La consommation

$C = I1 - O8 = 1116 - 75 = 1041$ tonnes



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

Nous cherchons à déterminer les émissions canalisées O1 et les émissions détruites O5. Les solvants dirigés vers l'oxydateur proviennent des peintures.

La détermination de O1 consiste en la traduction de la mesure exprimée en carbone, en masse de solvant à l'aide de la formule de conversion :

$$Q_{\text{solvant réel}} = Q_{\text{mesuré}} / \text{facteur de correction}$$

$$= Q_{\text{mesuré}} / (P_a \times mc_a \times FR_a / M_a + P_b \times mc_b \times FR_b / M_b)$$

Avec :

$Q_{\text{mesuré}}$: masse de solvant mesurée en eq C

$Q_{\text{solvant réel}}$: masse de solvant

a : acétate de n-butyle ; b : n-butanol

$P_{a/b}$: proportion de l'acétate/ n-butyle et n-butanol dans l'effluent (en % massique)

$mc_{a/b}$: masse de carbone dans l'acétate de n-butyle / n-butanol (12 x nombre de carbonnes)

$FR_{a/b}$: facteur de réponse de l'acétate de n-butyle / n-butanol

$M_{a/b}$: masse molaire de l'acétate de n-butyle / n-butanol



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

- ❖ Détermination des proportions de chaque solvant ($P_{a/b}$) :
Les quantités de solvant envoyées vers l'oxydateur proviennent des peintures : 634 tonnes d'acétate de n-butyle et de 332 tonnes de n-butanol soit un total de 966 tonnes. Cela représente en pourcentage massique : 66 % (634/966) d'acétate n-butyle et 34 % (332/966) de n-butanol.
- ❖ La formule chimique (obtenue par les FDS ou sur le site de l'INRS) :
acétate de n-butyle : $C_6H_{12}O_2$
n-butanol : C_4H_9OH
Les masses molaires correspondantes sont calculées :
La masse molaire de l'acétate n-butyle = $6 \times 12 + 12 \times 1 + 2 \times 16 = 116 \text{ g / mol}$
La masse molaire du n-butanol = $4 \times 12 + 10 \times 1 + 1 \times 16 = 74 \text{ g / mol}$



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

Calcul des facteurs de réponses du FID (qui ne sont pas fournis) :

- ❖ pour l'acétate de n-butyle, les types de liaisons chimiques sont : 1 cétone, 4 aliphatiques et 1 éther

Facteur de réponse : $(0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0,5) / 6 = 0,75$

- ❖ pour le n-butanol, les types de liaisons chimiques sont : 3 aliphatiques et 1 alcool

Facteur de réponse : $(1 + 1 + 1 + 0,3) / 4 = 0,82$

Récapitulation des données nécessaires :

Solvant	formule	liaison	% du flux	Mmolaire	Facteur de réponse
Acétate n butyle	$C_6H_{12}O_2$	1 cétone 4 aliphatiques 1 éther	66	116	$(0+1+1+1+1+0.5)/6 = 0,75$
N-butanol	C_4H_9OH	3 aliphatiques 1 alcool	34	74	$(1+1+1+0,3)/4 = 0,82$



ANEAU RACK : CORRECTION

En appliquant la formule de conversion :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{solvant réel}} &= Q_{\text{mesuré}} / \text{facteur de correction} \\
 &= Q_{\text{mesuré}} / (P_a \times mc_a \times FR_a / M_a + P_b \times mc_b \times FR_b / M_b) \\
 &= Q_{\text{mesuré}} / (66\% \times (6 \times 12) \times 0,75 / 116 + 34\% \times (4 \times 12) \times 0,82 / 74)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{solvant réel}} &= Q_{\text{mesuré}} / (0,31 + 0,18) \\
 &= 2,5 / 0,49
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{solvant réel}} = 5,11 \text{ mg} / \text{Nm}^3$$

Flux horaire : concentration x débit horaire

$$5,11 \text{ mg} / \text{Nm}^3 \times 25\,000 \text{ Nm}^3/\text{h} = 128 \text{ g de solvant} / \text{h}$$

O1 : Flux annuel canalisé : Flux horaire x nb d'heures de fonctionnement

Fonctionnement annuel de l'installation : 50 semaines x 7 jours x 24 heures = 8400 heures

$$O1 : 128 \times 8400 / 1000 = 1\,075 \text{ kg de solvants} / \text{an}$$



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

O5 : solvants détruits :

quantité de solvants envoyée vers l'oxydateur – quantité de solvants émise
 $966\ 000 - 1\ 075 = 964\ 925$ kg de solvants

Remarque : Le rendement de l'oxydateur dépasse les 99 %.

Ce résultat est le fruit d'une maintenance efficace (surveillance accrue de la courbe de température, temps de séjour optimal dans la chambre de combustion pour la destruction des COV). Cette valeur est très difficile à atteindre.

Ne pas oublier de prendre en compte les périodes de dysfonctionnement de l'oxydateur.

$$\begin{aligned} \text{Ed} &= \text{I1} - \text{O1} - \text{O5} - \text{O6} - \text{O7} - \text{O8} = 1\ 116\ 000 - 1\ 075 - 964\ 925 - 75\ 000 - 37\ 500 \\ &= 37\ 500 \text{ kg} \end{aligned}$$

Provient de l'activité de nettoyage dont les émissions ne sont pas canalisées

Dans cet exemple, $\text{Ed} = \text{O4}$

Les émissions totales s'élèvent à :

$$\begin{aligned} \text{I1} - \text{O5} - \text{O6} - \text{O7} - \text{O8} &= 1\ 116\ 000 - 964\ 925 - 75\ 000 - 37\ 500 = 38\ 575 \text{ kg solvants} \\ &= \text{Ec} + \text{Ed} = \text{O1} + \text{O4} = 1\ 075 + 37\ 500 = 38\ 575 \text{ kg} \end{aligned}$$



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

Le bilan est le suivant :

I1	Solvants utilisés	1 116 000 kg
C	Consommation	1 041 000 kg
O1	Emissions canalisées	1 075 kg
O4	Emissions diffuses	37 500 kg
O5	Solvants détruits	964 925 kg
O6	Solvants envoyés en déchets	37 500 kg
O8	Solvants régénérés	75 000 kg

Les émissions totales s'élèvent à : $O1 + O4 : 1\ 075 + 37\ 500 = 38\ 575$ kg de solvants



ANEAU RACK : CORRECTION

Réalisation du PGS

Le site est soumis à l'art.30-33 de l'AM 02/02/1998. La consommation du site est supérieure à 15 t /an et sa production est supérieure à 5000 unités / an. L'usine fonctionne depuis 2003, donc sa valeur limite d'émission correspond à celle des installations autorisées après le 31 décembre 2000 ; celle-ci est de 55 g de COV / m².

Surface totale produite : $65 \text{ m}^2 \times 60\,000 \text{ véhicules} = 3\,900\,000 \text{ m}^2$

Emission indexée à la surface : $38\,575 \times 1000 / 3\,900\,000 = 10 \text{ g} / \text{m}^2$

VLE totale applicable : $55 \text{ g} / \text{m}^2 \Rightarrow$ l'installation est conforme.

**Centre
Interprofessionnel
Technique d'Etudes de
la Pollution Atmosphérique**



Activité d'impression par flexographie



PRINT'EMB : ENONCE

Activité d'impression sur plastiques

Flexographie

L'entreprise PRINT'EMB réalise des travaux d'impression par flexographie sur surface plastique. Le site dispose de 2 lignes d'impression : CASSIOPEE et NEBULEUSE.

Les quantités de produits achetées sont les suivantes :

ENCRE	Qté achetée en kg
Flexo APF Rouge	1380
WA0413AB-Quadri	1200
Flexo APF Violet	580
Quadri SP Bleu	670

SOLVANTS DE DILUTION ET DE NETTOYAGE	Qté achetée en kg
Ethanol	4500
Acétate d'éthyle	1680
Ethoxy propanol	4372

Les variations de stocks sont nulles pour l'ensemble des produits excepté pour l'éthanol. Un déstockage de 500 kg sur l'exercice annuel est considéré.

Les FDS sont fournies et le fournisseur des produits est disponible pour tout renseignement complémentaire.



PRINT'EMB : ENONCE

Activité d'impression sur plastiques

Les encres Flexo APF rouge et la WA0413AB-Quadri ainsi que le solvant ethoxy-propanol sont utilisés sur la ligne CASSIOPEE.

Les encres Flexo APF violet et la quadri SP Bleu ainsi que les solvants éthanol et acétate d'éthyle sont utilisés sur la ligne NEBULEUSE.

5% des quantités de chaque type d'encre sont envoyées en déchet.

4000 kg d'éthanol sont régénérés en externe.



PRINT'EMB : ENONCE

Activité d'impression sur plastiques

Chaque unité d'impression possède sa cheminée permettant les rejets vers l'atmosphère. Une seule mesure annuelle est réalisée au niveau de chaque cheminée. Les résultats sont les suivants :

CASSIOPEE	Concentration mg C / Nm ³	Débit Nm ³ / h
Mesures	74	5000

NEBULEUSE	Concentration mg C / Nm ³	Débit Nm ³ / h
Mesures	187	5000

Produits employés	Qté employée pendant la mesure en kg/h
Flexo APF Rouge	1,9
WA0413AB-Quadri	2,7
Ethoxy propanol (dilution)	1,2

Produits employés	Qté employée pendant la mesure en kg/h
Flexo APF Violet	1,9
Quadri SP Bleu	2,3
Ethanol	1,2
Acétate d'éthyle	1,3



PRINT'EMB : ENONCE

Activité d'impression sur plastiques

Le facteur de réponse du FID, fourni par le constructeur, est donné pour l'éthanol (0,82) et l'acétate d'éthyle (0,7).

QUESTIONS :

- 1- Réaliser le PGS de l'installation.
- 2- L'installation est-elle conforme à l'AM du 02/02/1998 ?



PRINT'EMB : ENONCE

Détermination de la teneur exacte en solvants :

L'examen des FDS ne permet pas de connaître précisément les teneurs en COV de chaque composé.

Après avoir contacté les fournisseurs, les données sur la teneur en %m de COV sont connues :

	Taux de COV en %m	part dans l'encre en %m	
Flexo APF Rouge	69	45	Ethanol
		5	Acétate d'éthyle
		9	Alcool Isopropylique IPA
		10	Méthoxy-2-propanol
WA0413AB-Quadri	70	45	Ethanol
		10	Acétate d'éthyle
		15	Etoxy propanol
Flexo APF violet	75	40	Ethanol
		5	Acétate d'éthyle
		10	IPA
		20	Méthoxy-2-propanol
Quadri SP Bleu	68	44	Ethanol
		4	Acétate d'éthyle
		20	Etoxy propanol





PRINT'EMB : CORRECTION

Réalisation du PGS

Les flux entrants

I1 : les quantités de solvants utilisées

SOLVANTS DE DILUTION ET DE NETTOYAGE	Quantité achetée en kg	Variation de stock (stock année n - stock année n-1) en kg	% COV (données fournisseur)	Qté de COV en kg utilisée
Flexo APF Rouge	1380	0	69%	952
WA0413AB-Quadri	1200	0	70%	840
Flexo APF Violet	580	0	75%	435
Quadri SP Bleu	670	0	68%	456
TOTAL ENCRE	3830			2683

SOLVANTS DE DILUTION ET DE NETTOYAGE	Quantité achetée en kg	Variation de stock (stock année n - stock année n-1) en kg	% COV (données fournisseur)	Qté de COV en kg utilisée
Ethanol	4500	+ 500 kg	100%	5000
Acétate d'éthyle	1680	0	100%	1680
Ethoxy propanol	4372	0	100%	4372
TOTAL SOLVANTS	10552			11 052

Les stocks doivent être pris en compte pour la détermination de la quantité de solvants utilisée. Total des solvants utilisés : 2 683 + 11 052 = 13 735 kg de solvants



PRINT'EMB : CORRECTION

Réalisation du PGS

Les flux sortants

Les flux connus à la lecture de l'énoncé sont déterminés. Il s'agit des déchets (O6) et du solvant envoyé en régénération (O8).

O6 : 5 % des quantités de chaque encre

O6	Qté d'encres envoyée en déchets en kg	Teneur en COV en % massique	Qté de COV correspondante en kg	
Flexo APF Rouge	5 % x 1380 =	69	69%	48
WA0413AB-Quadri	5 % x 1200 =	60	70%	42
Flexo APF Violet	5 % x 580 =	29	75%	22
Quadri SP Bleu	5 % x 670 =	33,5	68%	23
TOTAL		192		134

Les quantités de solvants envoyées en déchets s'élèvent à 134 kg.

O8 : 4 000 kg d'éthanol sont envoyés en régénération



PRINT'EMB : CORRECTION

O1 : Emissions annuelles canalisées

La détermination des émissions canalisées est basée sur la mesure annuelle réalisée au niveau de chaque ligne de production. Afin d'exploiter ces résultats pour déterminer les émissions canalisées, il faut procéder par les étapes suivantes :

- ❖ Caractériser les flux de solvants entrants au niveau de chaque unité de production lors de la campagne de mesures.
- ❖ Déterminer les paramètres nécessaires à la conversion des mesures en eq C en eq solvant (Masse molaire, formule chimique des produits, liaison chimique, facteur de réponse du FID).
- ❖ Déterminer le flux horaire de solvant sortant de chaque unité de production.
- ❖ Déterminer les proportions de solvants émises de manière canalisée pour chaque unité de production.
- ❖ Déterminer la part des consommations annuelles d'encres et solvants pour chaque unité de production.
- ❖ Déterminer les émissions annuelles canalisées (en masse de solvants) en appliquant le taux des émissions canalisées aux consommations annuelles de chaque unité de production.



PRINT'EMB : CORRECTION

Caractérisation des flux entrants de solvants lors de la mesure pour la ligne d'impression de CASSIOPEE :

<i>Produits employés</i>	Qté employée pendant la mesure en kg / h	% massique COV (pour mémoire)	% massique dans le produit par type de solvant		Qté de COV en kg
Flexo APF Rouge	1,9	69	45	Ethanol	0,86
			5	Acétate d'éthyle	0,10
			9	IPA	0,17
			10	Méthoxy-2-propanol	0,19
WA0413AB-Quadri	2,7	70	45	Ethanol	1,22
			10	Acétate d'éthyle	0,27
			15	Ethoxy propanol	0,41
Ethoxy propanol (dilution)	1,2	100		Ethoxy propanol	1,20
TOTAL					4,40

Caractérisation des proportions de solvants dans les encres diluées (encres + solvants)

Ethanol	47,0%
Acétate d'éthyle	8,3%
IPA	36,5%
Méthoxy-2-propanol	3,9%
Ethoxy propanol	4,3%



PRINT'EMB : CORRECTION

Caractérisation des flux entrants de solvants lors de la mesure pour la ligne d'impression de NEBULEUSE :

<i>Produits employés</i>	Qté employée pendant la mesure en kg / h	% massique COV (pour mémoire)	% massique dans le produit par type de solvant		Qté de COV en kg
Flexo APF violet	1,9	75	40	Ethanol	0,76
			5	Acétate d'éthyle	0,10
			10	IPA	0,19
			20	Méthoxy-2-propanol	0,38
Quadri SP Bleu	2,3	68	44	Ethanol	1,01
			4	Acétate d'éthyle	0,09
			20	Etoxy propanol	0,46
Ethanol	1,2	100		Ethanol	1,20
Acétate d'éthyle	1,3	100		Acétate d'éthyle	1,30
TOTAL					5,49

Caractérisation des proportions de solvants dans les encres diluées (encres + solvants)

Ethanol	54,1%
Acétate d'éthyle	27,1%
IPA	3,5%
Méthoxy-2-propanol	6,9%
Etoxy propanol	8,4%



PRINT'EMB : CORRECTION

FORMULE DE CONVERSION

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{solvant réel}} &= Q_{\text{mesuré}} / (\text{facteur de correction}) \\
 &= Q_{\text{mesuré}} / (P_a \times mc_a \times FR_a / M_a \\
 &\quad + P_b \times mc_b \times FR_b / M_b \\
 &\quad + P_c \times mc_c \times FR_c / M_c \\
 &\quad + P_d \times mc_d \times FR_d / M_d \\
 &\quad + P_e \times mc_e \times FR_e / M_e)
 \end{aligned}$$

Avec :

$Q_{\text{mesuré}}$: masse de solvants mesurée en eq C et $Q_{\text{solvant réel}}$: masse de solvants

a : Ethanol; b : Acétate d'éthyle; c : Ethoxy propanol; d : Alcool Isopropylique; e : Méthoxy-2-propanol

$P_{a/b/c/d/e}$: proportion du composé (a,b,c,d et e) dans l'effluent (% massique)

$mc_{a/b/c/d/e}$: masse de carbone dans le composé (a,b,c,d et e) (12 x nombre de carbones)

$FR_{a/b/c/d/e}$: facteur de réponse du composé (a,b,c,d et e)

$M_{a/b/c/d/e}$: masse molaire du composé (a,b,c,d et e)



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination des paramètres nécessaires à la conversion des mesures exprimées en eq C en eq solvant :

❖ Ethanol

Formule chimique : C_2H_6O

Masse molaire : $2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46 \text{ g / mol}$

Facteur de réponse : 0,82 (donnée constructeur)

❖ Acétate d'éthyle

Formule chimique : $C_4H_8O_2$

Masse molaire : $4 \times 12 + 8 \times 1 + 2 \times 16 = 88 \text{ g / mol}$

Facteur de réponse : 0,70 (donnée constructeur)

❖ Ethoxy propanol

Formule chimique : $C_5H_{12}O_2$; formule développée : $CH_3CH_2OCH_2CH(OH)CH_3$

Masse molaire : $5 \times 12 + 12 \times 1 + 2 \times 16 = 104 \text{ g / mol}$

Réponse théorique du FID :

3 liaisons aliphatiques, 1 liaison éther et 1 liaison alcool soit : $(3 \times 1 + 1 \times 0,5 + 1 \times 0,3) / 5 = 0,76$



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination des paramètres nécessaires à la conversion des mesures exprimées en eq C en eq solvant :

❖ Alcool isopropylique

Formule chimique : C_3H_8O ; formule développée : $CH_3CH(OH)CH_3$

Masse molaire : $3 \times 12 + 8 \times 1 + 16 = 60 \text{ g / mol}$

Réponse théorique du FID :

1 liaison alcool et 2 liaisons aliphatiques soit : $(1 \times 0,3 + 2 \times 1) / 3 = 0,77$

❖ Methoxy-2-propanol

Formule chimique : $C_4H_{10}O_2$; formule développée : $CH_3OCH_2CH(OH)CH_3$

Masse molaire : $4 \times 12 + 10 \times 1 + 2 \times 16 = 90 \text{ g / mol}$

Réponse théorique du FID :

1 liaison éther, 1 liaison alcool et 2 liaisons aliphatiques soit :

$(1 \times 0,5 + 1 \times 0,3 + 2 \times 1) / 4 = 0,70$



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination des paramètres nécessaires à la conversion des mesures exprimées en eq C en eq solvant :

CASSIOPEE	P (%)	mc	FR	M	Facteur de correction
a Ethanol	47,0%	24	0,82	46	0,43
b Acétate d'éthyle	8,3%	48	0,70	88	
c Ethoxy propanol	36,5%	60	0,76	104	
d IPA	3,9%	36	0,77	60	
e Méthoxy-2-propanol	4,3%	48	0,70	90	

$$Q_{\text{solvant réel}} = Q_{\text{mesuré}} / \text{facteur de correction}$$

$$Q_{\text{solvant réel}} = 74 / 0,43$$

$$= 173 \text{ mg de solvants} / \text{Nm}^3$$



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination des paramètres nécessaires à la conversion des mesures exprimées en eq C en eq solvant :

NEBULEUSE	P (%)	mc	FR	M	Facteur de correction
a Ethanol	54,1%	24	0,82	46	0,41
b Acétate d'éthyle	27,1%	48	0,70	88	
c Ethoxy propanol	8,4%	60	0,76	104	
d IPA	3,5%	36	0,77	60	
e Méthoxy-2-propanol	6,9%	48	0,70	90	

$$Q_{\text{solvant réel}} = Q_{\text{mesuré}} / \text{facteur de correction}$$

$$Q_{\text{solvant réel}} = 187 / 0,41$$

$$= 452 \text{ mg de solvants} / \text{Nm}^3$$



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination de flux horaire de solvants sortant de chaque unité de production et de la proportion des émissions de solvants canalisées pour chaque unité de production :

CASSIOPEE	Concentration mg C / Nm ³	Ratio correctif	Concentration mg de solvants / Nm ³	Débit Nm ³ /h	Flux en kg de solvants/h
Mesures	74	0,43	173	5000	0,87

Les quantités entrantes de solvants sur la ligne CASSIOPEE sont de 4,4 kg/h.

La part des émissions canalisées représente 0,87 / 4,4 soit 20 % des émissions totales.

La part de diffus est donc de 80 %.

NEBULEUSE	Concentration mg C / Nm ³	Ratio correctif	Concentration mg de solvants / Nm ³	Débit Nm ³ /h	Flux en kg de solvants/h
Mesures	187	0,41	452	5000	2,26

Les quantités entrantes de solvants sur la ligne NEBULEUSE sont de 5,5 kg/h.

La part des émissions canalisées représente 2,26 / 5,5 soit 41 % des émissions totales.

La part de diffus est donc de 59 %.



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination de la part des consommations annuelles d'encre et solvants pour chaque unité de production et des émissions annuelles canalisées et diffusées (en masse de solvants) :

CASSIOPEE	Qté de solvants utilisée (I1) kg	Qté à soustraire : déchets (O6) et régénération O8) kg	Qté de solvants consommée kg	Qté solvants émise kg	Rejets canalisés (O1) kg	Rejets diffus (O4) kg
ENCRES (Solvants provenant des encres)					20 % x 6075	80 % x 6075
Flexo APF Rouge	952	48	905	905		
WA0413AB-Quadri	840	42	798	798		
SOLVANT					1215	4860
Ethoxy-propanol	4372	0	4372	4372		
TOTAL				6 075		



PRINT'EMB : CORRECTION

Détermination de la part des consommations annuelles d'encres et solvants pour chaque unité de production et des émissions annuelles canalisées et diffusées (en masse de solvants) :

NEBULEUSE	Qté de solvants utilisée (I1) kg	Qté à soustraire : déchets (O6) et régénération O8) kg	Qté de solvants consommée kg	Qté solvants émise kg	Rejets canalisés (O1) kg	Rejets diffus (O4) kg
ENCRES (Solvants provenant des encres)					41 % x 3526	59 % x 3526
Flexo APF Violet	435	22	413	413		
Quadri SP Bleu	456	23	433	433		
SOLVANT					1446	2080
Ethanol	5000	4000	1000	1000		
Acétate d'éthyle	1680	0	1680	1680		
TOTAL				3 526		



PRINT'EMB : CORRECTION

Tableau récapitulatif des entrées et des sorties :

I1	Solvants utilisés	13 735 kg
O1	Emissions canalisées	1 215 + 1 446 = 2 661 kg
O4	Emissions diffuses	4 860 + 2 080 = 6 940 kg
O6	Solvants envoyés en déchets	134 kg
O8	Solvants régénérés	4 000 kg

La consommation de solvants est : $I1 - O8 = 13\,735 - 4\,000 = 9\,735$ kg.

Les émissions totales s'élèvent à : $I1 - O6 - O8 = 13\,735 - 134 - 4\,000 = 9\,601$ kg de solvants.



PRINT'EMB : CORRECTION

Le site est soumis aux prescriptions de l'art. 30-19 de l'AM du 02/02/1998.

La VLEc est de 75 mg C / Nm³ et la VLEd est de 25 % de la quantité de solvants utilisée pour les installations dont la consommation est inférieure à 25 tonnes de solvant /an.

Les émissions diffuses représentent $6940 / 13735 = 51 \%$

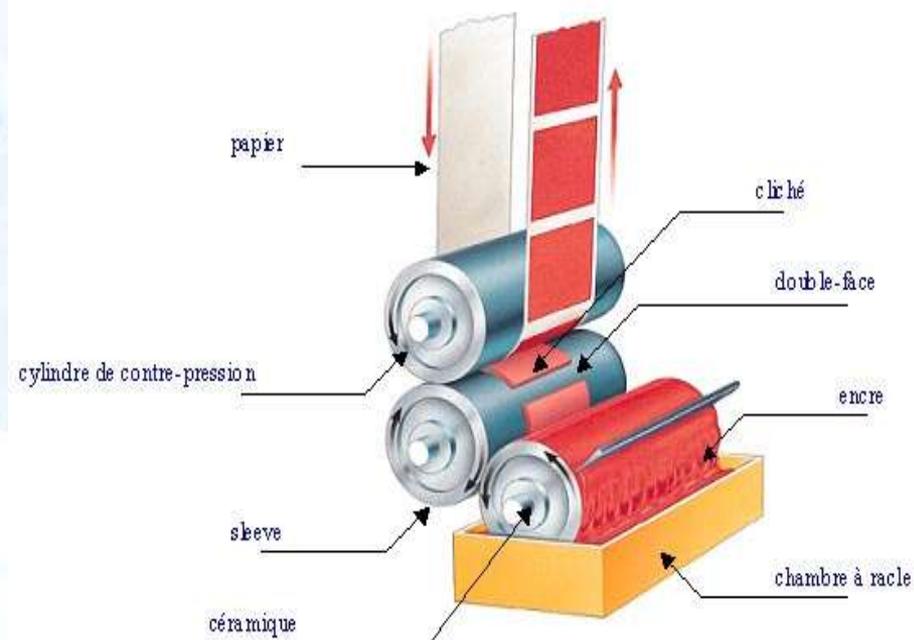
Les émissions diffuses sont supérieures à la VLEd et une des concentrations canalisées est supérieure à la VLEc. L'exploitant n'est donc pas conforme à la réglementation.

L'exploitant doit engager un plan de réduction des émissions en étudiant les options possibles. Il peut envisager soit une action de réduction à la source (réduction de la quantité de solvants de nettoyage, emploi d'encre à l'eau, etc.), dans ce cas la mise en place d'un Schéma de Maîtrise des Emissions serait adapté, soit un traitement des rejets gazeux avec, au préalable, une étude approfondie de la captation des émissions au niveau des machines.



PRINT'EMB : CORRECTION

Les groupes d'impression flexographique sont constitués d'une unité d'encrage, d'un cylindre porte-cliché et d'un cylindre de contre-pression. Le système d'encrage permet de contrôler et de régulariser l'apport d'encre sur le cliché. Il est généralement constitué d'un cylindre encreur tramé et d'une racle. L'encre est transférée de l'encrier au cylindre encreur : une racle négative, à contresens de la rotation, garantit une quantité d'encre constante quelle que soit la vitesse de la machine. Le cylindre tramé encre le cliché en relief qui transfère l'encre sur le support plastique grâce à une légère pression appliquée par le cylindre de contre-pression.



Réf : <http://cerig.efpg.inpg.fr/tutoriel/flexographie/page02.htm>

Activité de nettoyage de surfaces



CLEAN'HIC : ENONCE

Activité de nettoyage de surfaces

L'entreprise Clean'hic réalise du nettoyage de surfaces. Elle possède 2 machines fermées, dont les consommations sont les suivantes :

Machine 1	700 litres de trichloréthylène
Machine 2	500 litres de perchloréthylène
Nettoyage manuel	1000 litres d'alcool isopropylique

Caractéristique de la machine 1

Recyclage interne de **25** kg/h

Caractéristique de la machine 2

Recyclage interne de **10** kg/h

❖ 18 litres de TRI et 29 litres de PER sont envoyés en déchet.

❖ 160 litres de TRI et 124 litres de PER sont envoyés en régénération externe.



CLEAN'HIC : ENONCE

Activité de nettoyage de surfaces

- ❖ Chaque machine fermée est dotée d'un filtre à charbon actif. Lorsqu'ils sont saturés, ces filtres sont envoyés en destruction. La quantité de solvants annuelle captée dans chaque filtre représente : 26 kg de TRI et 15 kg de PER.
- ❖ Des données établies précédemment donnent sans le détail :
12 kg de solvants TRI et 100 kg de solvants PER émis chaque année pour l'ensemble des 2 machines.
- ❖ L'entreprise fonctionne en 2 x 8, 5 jours par semaine. L'activité s'arrête deux semaines par an.



CLEAN'HIC : ENONCE

1 Bilan solvant

Quelle est la consommation globale de solvants de l'entreprise ?

- a 1832 kg
- b 2617 kg
- c 2182 kg
- d 2200 litres

Quelle est la quantité de solvants utilisée dans l'entreprise ?

- a 2 617 kg
- b 142 617 kg
- c 2 182 kg
- d 142 617 litres

Quelles sont les émissions diffuses ?

- a 1984 kg
- b 1256 kg
- c 1956 kg
- d 1000 kg

Y a-t-il des solvants à mentions de danger visés par l'AM du 02/02/1998 ? Si oui combien y en a-t-il ?

- a Oui, il y en a 1 Seul l'IPA
- b Oui, il y en a 2 Les deux solvants à mention de danger sont TRI : H350 (R45) et PER : H351 (R40)
- c Oui, il y en a 3 Les trois solvants à mention de danger sont TRI : H350 (R45) et PER : H35 (R41) et l'IPA
- d Non, il n'y en a pas



CLEAN'HIC : ENONCE

2 Respect de la réglementation

Quelles sont les valeurs réglementaires des émissions canalisées qui s'appliquent ?

- a < 75mg C / Nm³ pour l'ensemble des solvants
- b < 2 mg / Nm³ pour le TRI - Les émissions sont exprimées en masse de la somme des différents composés
- c < 20 mg / Nm³ pour PER - Les émissions sont exprimées en masse de la somme des différents composés
- d 50 mg C / Nm³ en sorties des 2 machines

Les émissions canalisées de l'industriel sont-elles conformes à la réglementation en vigueur ?

- a Oui pour tous les solvants
- b Oui pour le TRI seulement
- c Oui pour le PER seulement
- d Non, aucune VLE est respectée

Les VLEd sont-elles respectées ? Justifier votre réponse

- a Oui pour tous les solvants
- b Oui pour le TRI seulement
- c Oui pour le PER seulement
- d Non, aucune VLE est respectée



CLEAN'HIC : CORRECTION

Dans l'énoncé, les flux sont exprimés en kg et en litres. L'ensemble des flux doit être exprimé dans la même unité (masse de solvants).

La conversion en masse de solvants nécessite de connaître la densité des produits. (Cette information est disponible sur le site de l'INRS par exemple).

Densité du TRI : 1,46

Densité du PER : 1,62

Densité de l'IPA : 0,785

Cela permet de déterminer :

I1 : Solvants achetés

I1 : $700 \times 1,46 = 1022$ kg de solvant trichloréthylène (TRI)

$500 \times 1,62 = 810$ kg de solvant perchloréthylène (PER)

$1000 \times 0,785 = 785$ kg d'alcool isopropylique (IPA)

I1 : 2617 kg / an



CLEAN'HIC : CORRECTION

I2 : Solvants recyclés et réutilisés

L'usine fonctionne : 8h x 2 x 5j x 50 sem. soit 4000 h / an

- ❖ Machine 1 : Le taux de recyclage est de 25 kg/h soit une quantité annuelle recyclée de $25 \times 4000 = 100\ 000$ kg de TRI
- ❖ Machine 2 : Le taux de recyclage est de 10 kg/h soit une quantité annuelle recyclée de $10 \times 4000 = 40\ 000$ kg de PER

$I2 = 140\ 000$ kg / an

Quantités de solvants utilisées : $I = I1 + I2 = 142\ 617$ kg / an

O1 : Emissions canalisées de 12 kg de TRI et 100 kg de PER

O5 : 26 kg de TRI et 15 kg de PER soit 41 kg de solvants / an

O6 : 18 (litres de TRI) $\times 1,46 + 29$ (litres de PER) $\times 1,62 = 26 + 47 = 73$ kg / an

O8 : 160 (litres de TRI) $\times 1,46 + 124$ (litres de PER) $\times 1,62 = 234 + 201 = 435$ kg / an

Les consommations de solvants sont égales à : $I1 - O8 = 2617 - 435 = 2182$ kg /an

dont TRI : $1022 - 234 = 788$ kg et PER : $810 - 201 = 609$ kg



CLEAN'HIC : CORRECTION

Ed : Emissions diffuses

La totalité des quantités d'alcool isopropylique est émise à l'atmosphère.

IPA : 1000 (litres) x 0,785 = 785 kg / an

Pour le TRI : I1 - O1 - O5 - O6 - O8 = 1022 - 12 - 26 - 26 - 234 = 724 kg / an

Pour le PER : idem : 810 - 100 - 15 - 47 - 201 = 447 kg / an

Total des émissions diffuses : 785 + 724 + 447 = 1956 kg / an

Récapitulatif :

I1	TRI	1022	kg	O1	TRI	12	kg	O5	TRI	26	kg
	PER	810	kg		PER	100	kg		PER	15	kg
	IPA	785	kg		TOTAL	112			TOTAL	41	kg
	TOTAL	2617									
I2	Machine 1 (TRI)	100 000	kg	O4	IPA	785	kg	O6	TRI	26	kg
	Machine 2 (PER)	40 000	kg		TRI	724	kg		PER	47	kg
	TOTAL	140 000			PER	447	kg		TOTAL	73	kg
					TOTAL	1956		O8	TRI	234	kg
									PER	201	kg
I1 + I2		142 617	kg	Emissions totales		2068	kg		TOTAL	434	kg



CLEAN'HIC : CORRECTION

Réglementation

L'installation est réglementée par l'art. 30-36 de l'AM du 02/02/1998 modifié.

Le TRI et le PER sont des solvants à mention de danger, respectivement H350 et H351.

Les VLEc, exprimées en masse de la somme des différents composés, qui s'appliquent sont respectivement 2 mg/Nm^3 et 20 mg/ Nm^3 .

La VLEd ne doit pas dépasser 15 % de la quantité de solvant utilisée (pour les installations dont la consommation $< 5 \text{ t}$).



CLEAN'HIC : CORRECTION

Machine 1 :

Flux annuel : 12 kg de TRI

Nb d'heures de fonctionnement : $2 \times 8 \text{ h} \times 5 \text{ jours} \times 50 \text{ semaines} / \text{an} = 4000 \text{ h} / \text{an}$

Flux horaire : $12 / 4000 \text{ h de fonctionnement} = 0,003 \text{ kg} / \text{h}$

Concentration de TRI = $0,003 \text{ (kg/h)} / 2000 \text{ (Nm}^3\text{/h)} \times 10^6 = 1,5 \text{ mg} / \text{Nm}^3$

Machine 2 :

Flux annuel : 100 kg de PER

Flux horaire : $100 / 4000 \text{ h de fonctionnement} = 0,025 \text{ kg} / \text{h}$

Concentration de PER = $0,025 \text{ (kg/h)} / 1500 \text{ (Nm}^3\text{/h)} \times 10^6 = 16,7 \text{ mg} / \text{Nm}^3$

Les VLEc sont respectées.

L'ensemble des émissions diffuses représente : $1956 / 142\,617 = 1,37 \%$

Les VLEd sont respectées.



CLEAN'HIC : CORRECTION

1 Bilan solvant

Quelle est la consommation globale de solvants de l'entreprise ?

- a 1832 kg
- b 2617 kg**
- c 2182 kg
- d 2200 litres

Quelle est la quantité de solvants utilisée dans l'entreprise ?

- a 2 617 kg
- b 142 617 kg**
- c 2 182 kg
- d 142 617 litres

Quelles sont les émissions diffuses ?

- a 1984 kg
- b 1256 kg
- c 1956 kg**
- d 1000 kg

Y a-t-il des solvants à phrases de risques visé par l'AM du 02/02/1998 ? Si oui combien y en a-t-il ?

- a Oui, il y en a 1 Seul l'IPA
- b Oui, il y en a 2** Les deux solvants à mention de danger sont TRI : H350 (R45) et PER : H351 (R40)
- c Oui, il y en a 3 Les trois solvants à mention de danger sont TRI : H350 (R45) et PER : H35 (R41) et l'IPA
- d Non, il n'y en a pas



CLEAN'HIC : CORRECTION

2 Respect de la réglementation

Quelles sont les valeurs réglementaires des émissions canalisées qui s'appliquent ?

- a $< 75\text{mg C} / \text{Nm}^3$ pour l'ensemble des solvants
- b $< 2\text{ mg} / \text{Nm}^3$ pour le TRI - Les émissions sont exprimées en masse de la somme des différents composés
- c $< 20\text{ mg} / \text{Nm}^3$ pour PER - Les émissions sont exprimées en masse de la somme des différents composés
- d $50\text{ mg C} / \text{Nm}^3$ en sorties des 2 machines

Les émissions canalisées de l'industriel sont-elles conformes à la réglementation en vigueur ?

- a Oui pour tous les solvants
- b Oui pour le TRI seulement
- c Oui pour le PER seulement
- d Non, aucune VLE est respectée

Les VLEd sont-elles respectées ? Justifier votre réponse

- a Oui pour tous les solvants
- b Oui pour le TRI seulement
- c Oui pour le PER seulement
- d Non, aucune VLE est respectée