

## Ceux qui ne croyaient pas à l'automobile en 1890, ceux qui ne croyaient pas à la publicité en 1965, ceux qui ne croient pas à la sécurité en 1987

par I. TIRASPOISKY,  
Les Jas, 13116 Vernègues.

Les manuels en couleur, les diapositives, les films, une évolution merveilleuse pour la pédagogie. Cependant, nous restons tous plus ou moins ignorants de la toxicité des produits que nous utilisons dans les classes. Les manuels ne donnent pas encore d'extraits des travaux aussi abondants qu'intéressants de l'Institut National de Recherche et de Sécurité. En distribuant des documents, notre collègue J. TONNELAT a rendu publics des renseignements que chaque professeur devrait avoir. Dans le B.U.P. n° 688, L. VAREILLE donne un tableau et des conseils d'un grand intérêt.

L'extrait que nous utilisons ici des 25 pages du tableau « Valeurs limites pour les concentrations des substances dangereuses dans l'air des locaux de travail » donne deux valeurs : L'une en volume le p.p.m. ou parties par million n'a pas d'unité. S'il vaut un, cela veut que le gaz pur est 1 million de fois la quantité toxique ou que 1 cm<sup>3</sup> de gaz suffit à polluer un mètre cube. L'autre, une masse par unité de volume : « Valeur Limite d'Exposition » pour une durée dépassant un quart d'heure ou VLE en milligramme par mètre-cube. La correspondance entre les deux est :

$$\text{valeur en p.p.m.} \times \frac{\text{masse molaire}}{24,45} = \text{VLE en mg/m}^3$$

ou :

$$\frac{\text{masse de 1 m}^3 \text{ de gaz pur en mg}}{\text{VLE en mg/m}^3} = \frac{10 \text{ exp}(6)}{\text{p.p.m.}}$$

cette dernière fraction est 1000 fois l'indice du tableau publié par L. VAREILLE. Ces valeurs permettent de calculer rapidement le volume d'air pollué.

$$\text{Volume d'air pollué en m}^3 = \text{Volume de gaz pur en cm}^3/\text{p.p.m.}$$

Premier exemple : une éprouvette de 20 cm<sup>3</sup> de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> (oxydation à l'air de NO après action de l'acide nitrique sur le cuivre) qui est à 3 p.p.m. pollue donc  $20/3 = 7$  m<sup>3</sup> d'air en dose à ne pas respirer plus d'un quart d'heure (le peroxyde d'azote réagit avec l'oxyhémoglobine pour former la méthémoglobine).

Les fumées rousses sont cependant très belles à voir et donnent de magnifiques photos dans les livres.

Il vaut mieux ne pas faire le calcul du volume d'air pollué lorsqu'on casse une bouteille contenant 100 ml de brome car cela donne 450 000 m<sup>3</sup> d'air pollué.

Autre exemple : la paratoluidine est à 2 p.p.m. ou 9 mg/m<sup>3</sup> et de plus cancérigène donc le ou les manuels qui conseillent ce corps pour étudier la fusion en classe de seconde devraient le signaler. Il est vraisemblable qu'en faisant manipuler une classe, on vaporise 3 g donc qu'on puisse polluer 300 m<sup>3</sup>, la salle de classe. Pour la même expérience, le naphthalène est à 10 p.p.m. (comme le benzène) ou 50 mg/m<sup>3</sup> donc ceux qui le font fondre par tous les élèves doivent le savoir et les manuels peuvent le préciser.

Troisième exemple : Certains ouvrages scolaires proposent de sublimer de l'iode à 0,1 p.p.m. (comme le brome) ou 1 mg/m<sup>3</sup> pour la dose à ne pas respirer plus d'un quart d'heure. Ils mettent visiblement quelques grammes dans un tube à essais ou un ballon sans signaler de précaution à prendre. Or il suffit de 0,3 gramme non recondensé pour polluer 30 m<sup>3</sup>. Bien sûr, avec une tension de vapeur de 0,2 atm à 20°, le brome n'a pas besoin d'être chauffé pour être dangereux.

Autre exemple : Un manuel conseille de mettre quelques gouttes d'huile dans un litre de benzène qui précipitent-ils s'évapore très rapidement (il s'agit d'obtenir une couche monomoléculaire d'huile sur de l'eau). Si 5 g de benzène se vaporisent, avec une valeur limite de 30 mg/m<sup>3</sup>, ils ont donc pollué 150 m<sup>3</sup> d'air.

Autre calcul intéressant : Quel est le volume d'air pollué (par diffusion des vapeurs) lorsqu'on ouvre une bouteille de brome ou une bouteille de benzène dont les tensions de vapeur respectives à 20° sont : 0,2 atm et 0,1 atm. Supposons que chacune des bouteilles contienne 10 cm<sup>3</sup> d'air avec vapeurs au-dessus du liquide. Pour un ordre de grandeur, appliquons la loi des gaz parfaits :

$0,2 \times 10 \times 10 \exp(-6) = 0,1 \times 10 \exp(-6) \times V$  (en m<sup>3</sup>) soit,  $V = 20$  m<sup>3</sup> pour le brome. Cela donne 10 m<sup>3</sup> pour le benzène. Une bouteille de benzène de contenance un litre, presque vide, contient des vapeurs pour polluer un volume 90 fois plus grand

soit 900 m<sup>3</sup>. Heureusement la densité est 2,7. Nous ne tenons compte que de la diffusion des vapeurs déjà présentes dans la bouteille.

On peut se demander : Que risque-t-on en respirant assez souvent des vapeurs toxiques ?

Certainement pas plus qu'un gros fumeur et certains arrivent à l'âge de 80 ans sans gros problème de santé. Il y a cependant 3 fois plus de décès causés par des affections respiratoires que par les accidents de la route (35 300, statistiques 77 de l'I.N.S.E.R.M.). La fréquence de l'asthme est passée de 2 % en 1960 à 15 % en 1975 dans certaines régions, ce qui montre que la pollution de l'air ne peut plus être négligée dans notre enseignement.

#### **COMMENT REMPLACER LE p.p.m. PAR UN CHIFFRE SIGNIFICATIF POUR LES SOLIDES ET LES LIQUIDES ?**

Plus la tension de vapeur d'un corps est élevée, plus il est volatil donc dangereux. Il est intéressant de calculer pour les solides et liquides, le rapport entre la masse du corps saturant en vapeur un mètre cube d'air à la vapeur limite de la masse toxique. Cela permet par exemple de comparer de l'iode solide laissée à l'air libre, au benzène, au butanol ou au mercure, eux aussi laissés à l'air libre.

Pour calculer la tension de vapeur à 20°, nous traçons la droite  $\log P_v = f(T_c/T)$  pour le corps considéré.

Nous obtenons 3 500 pour l'iode à 20° mais si on la chauffe à 38°, cette valeur passe à 14 000 et 140 000 à 70°.

La conséquence de notre indifférence partielle ou totale vis-à-vis de la pollution est illustrée par le personnel d'une piscine couverte fumant quotidiennement dans un bureau en communication avec les bassins. C'est interdit de fumer pour les visiteurs et seulement par respect pour les non-fumeurs. Ils n'ont aucune idée de l'existence du phosgène (COCl<sub>2</sub>), 20 fois plus toxique que les cyanures. De même, professeurs et élèves fument devant la porte ouverte des laboratoires de chimie. Savoir qu'on ne met pas une bouteille d'eau en plastique vide dans sa cheminée (le PVC contient du chlore), qu'on ne fume pas en utilisant de l'eau de Javel ou qu'une bouteille de détachant laissée ouverte peut faire tout exploser... etc. ce sont des applications évidentes mais négligées par les manuels car sans utilité pour le baccalauréat.

Substance	p.p.m.	VLE en mg/m <sup>3</sup>	Tension de vapeur saturante en mm de Hg à 17-20°	Vapeur saturante/VLE	
				gaz	solide - liquide
Brome .....	0,1	0,7	160		1 870 000
Iode .....	0,1	1	0,25		3 500 1 400 à 38° et 14 000 à 70°
Mercure .....	0,01	0,05			400
Acide picrique .....		0,1			
Phosgène COCl <sub>2</sub> .....	0,1	0,4	gaz	10 000 000	
Chlore .....	1	3	gaz	1 000 000	
Nitrobenzène .....	1	5	0,1		200
Anhydride phtalique ..	1	6	effets allergisants		
SO <sub>2</sub> .....	2	5	gaz	500 000	
Aniline .....	2	10	0,1		100
Toluidine .....	2	9	0,2 fond à 44 °C		130 650
NO <sub>2</sub> .....	3	6	gaz	300 000	
H <sub>2</sub> S .....	5	7	gaz	200 000	
Benzène .....	10	30	80		10 700
Naphtalène .....	10	50	0,1 fond à 80 °C : 10		20 2 000 à 80 °C
NH <sub>3</sub> .....	25	18	gaz	40 000	
Butanol .....	50	150	10 (eau : 14) à 54° : 100		300 3 000 à 54°