

## Formules utiles en hygiène du travail

La liste de formules est donnée pour vous aider lors de l'examen de certification. Il n'y a pas de garantie sur l'exhaustivité de la liste ou que l'utilisation de cette liste vous assure le succès à l'examen. Les variables utilisées sont celles telles que trouvées dans la documentation de référence des formules. Aucune tentative de standardisation n'a été effectuée

### Ventilation

$$Q = V A \quad P_t = P_s + P_v \quad V = 1.289 (P_v/d_{\text{air}})^{1/2} \quad V = 1.3 \sqrt{P_v}$$

$$Q = 1.3 A_c C_e \sqrt{P_{S_H}}$$

Pertes de charge  $\Delta P = C_p P_v$

$$\text{Hotte } P_{S_H} = P_v + \Delta P_H \quad P_{S_H} = P_v (1 + C_p)$$

$$C_e = \sqrt{P_v/P_{S_H}} \quad C_e = \sqrt{1/(1 + C_p)}$$

$$C_p = (1 - C_e^2) / C_e^2$$

$$\text{hotte à fente : } \Delta P_H = 1.78 P_v \quad \text{conduit } \Delta P = C_p \cdot P_v \cdot L \cdot C_r \cdot d_{\text{air}}$$

$$\text{Coude } C_p = f(R/D) \quad \text{Branche } C_p = f(\text{angle d'entrée})$$

### Ventilateur

$$P_{tv} = P_t \text{ sortie} - P_t \text{ entrée} \quad P_{tv} = P_s \text{ sortie} + P_v \text{ sortie} - P_s \text{ entrée} - P_v \text{ entrée}$$

$$P_{sv} = P_{tv} - P_{vsortie} \quad P_{sv} = P_s \text{ sortie} - P_s \text{ entrée} - P_v \text{ entrée}$$

$$Q_2/Q_1 = N_2/N_1 \quad P_{S_2}/P_{S_1} = (N_2/N_1)^2 \quad P_{a_2}/P_{a_1} = (N_2/N_1)^3$$

Puissance

$$P = Q P_{tv} d_{\text{air}} \quad P_f = P / \eta \quad P_a = P_f \times C_{pe} \quad P_n > P_a \cdot 1.33$$

$\eta$  = rendement mécanique,  $C_{pe}$  = coefficient de perte énergétique

### Débits

$$\text{Fente libre : } Q = 3,7 L X V_c$$

Hotte latérale à fente avec collerette / Hotte latérale à fente sans collerette appuyée sur un plan :

$$Q = 2,8 L X V_c$$

Fente aspirant dans un volume limité par deux plans : (sur un bac par exemple)

$$Q = 1,6 L X V_c \quad L X = A = \text{aire du bac à ventiler en m}^2$$

$$Q = 1,6 A V_c$$

$$\text{Hotte à dôme : } Q = 1,4 P H V_c$$

$$\text{Bouche d'aspiration circulaire ou carrée: } Q = 12,5 X^2 V_c$$

$$\text{Bouche d'aspiration à collerette circulaire ou carrée, bouche circulaire évasée: } Q = 9,4 X^2 V_c$$

$$\text{Encoffrement à conduit linéaire ou caréné, hotte enveloppante... } Q = A V_f$$

Hotte rectangulaire :  $H/L < 5$

$$\text{Sans collerette : } Q = V_c (10X^2 + A)$$

$$\text{Avec collerette : } Q = 0,75 V_c (10X^2 + A)$$

$$\text{Sans collerette et reposant sur un plan : } Q = V_c (5X^2 + A)$$

$$\text{Avec collerette et reposant sur un plan : } Q = 0,75 V_c (5X^2 + A)$$

Temps de ventilation pour débit  $Q$  concentration de  $C_1$  à  $C_2$  dans un volume  $V$

$$t = -\ln(C_2/C_1) / (Q/kV) \quad \text{ou } t = -kV/Q \times \ln(C_2/C_1)$$

Concentration au bout d'un temps  $t$ , pour un débit  $Q$  à partir de  $C_1$  dans un volume  $V$

$$C_2 = C_1 \times e^{-(QT/kP)}$$

Débit de ventilation pendant un temps  $t$ , concentration de  $C_1$  à  $C_2$  dans un volume  $V$

$$Q = -kV / t \times \ln(C_2/C_1)$$

## Bruit

Fréquence

$$\text{Octave: } F_h = F_c \times 2^{1/2} \quad F_b = F_c / 2^{1/2} \quad F_h = F_b \times 2$$

$$1/3 \text{ d'octave: } F_{1/3} = F_b \times 2^{1/3} = F_c / 2^{1/6} \quad F_{2/3} = F_b \times 2^{2/3} = F_h / 2^{1/3} = F_c \times 2^{1/6}$$

$$\text{Amplitude ou niveau sonore en décibel (dB)} \quad N = 20 \log P/P_0 = 10 \log I/I_0 = 10 \log W/W_0$$

$$\text{Addition de décibels} \quad N = 10 \log (10^{N1/10} + 10^{N2/10} + \dots + 10^{Nn/10})$$

(approximatif – règle de l'art)

différence entre 2 niveaux sonores      correction à ajouter au niveau le plus élevé

0 à 1	+ 3
2 à 3	+ 2
4 à 8	+ 1
9 à 10	+ 0.5
> 10	+ 0

$$\text{Effet de la distance} \quad L_{p2} = L_{p1} - 10 \log (r_2/r_1)^2 = L_{p1} - 20 \log(r_2/r_1)$$

$$\text{Directivité d'une source: } Q L_p = L_w + 10 \log (Q/4\pi r^2) \quad L_p = L_w + 10 \log Q - 20 \log r - 11$$

$$\text{Relations intensité - puissance - pression acoustiques} \quad I = P^2 / \rho c \quad I = W / 4 \pi r^2$$

$$\text{Pression acoustique} \quad P(t) = P_{\max} \sin(\omega t + \phi)$$

$$\text{Période } T = 1/f \quad \text{Longueur d'onde } \lambda = c/f \quad c = \lambda f = \lambda/T$$

$$\text{Relation vitesse du son en fonction de la température} \quad c = 20.05 \Theta^{1/2} \quad \Theta \text{ en } ^\circ\text{K}$$

$$\text{Relation dose / niveau sonore} \quad N = 10 \log (D\%/100) + 87$$

Bruit cumulé

$$N = 10 \log [(T_1 \times 10^{N1/10} + T_2 \times 10^{N2/10} + \dots + T_n \times 10^{Nn/10}) / (T_1 + T_2 + \dots + T_n)]$$

$$\text{Exposition cumulée} \quad D/100 = C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots C_i/T_i \leq 1$$

Insonorisation, absorption, réverbération

$$\alpha = (I_i - I_r) / I_i = I_a / I_i \quad \alpha = \text{Coefficient d'absorption moyen des parois du local}$$

$$\text{TL = perte par transmission en dB : } TL = 10 \log (I_i / I_t) \quad L_p = L_w + 10 \log (Q/4\pi r^2 + 4/R)$$

$$R = S \cdot \alpha / (1 - \alpha) \quad s = S\alpha$$

$$\text{T durée de réverbération} \quad T = 0.161V / s = 0.161V / S\alpha \quad R = S / (TS/0.161 V - 1)$$

Fréquences centrales des octaves (Hz)

	16	31.5	63	125	250	500	1000	2K	4K	8K	16K
"A" (dB)	-56.7	-39.4	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0	-1.1	-6.6
"B" (dB)	-28.5	-17.1	-9.3	-4.2	-1.3	-0.3	0	+1.2	+1.0	-1.1	-8.4
"C" (dB)	-8.5	-3.0	-0.8	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.8	-3	-8.5

## Sciences fondamentales, statistiques, standards

Loi des gaz parfaits

$$PV = nRT \quad R = 0,0082021 \text{ l.atm /mole. } ^\circ\text{K} \text{ ou } 8,2 \text{ atm m}^3/\text{mole. } ^\circ\text{K}$$

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$$

Ppm, mg/m<sup>3</sup>      M = masse molaire

$$\text{Ppm} = \text{mg/m}^3 \times 24,45/M \quad \text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times M/24,45$$

Calcul d'erreurs

$$\text{Erreur relative entre valeur vraie et valeur expérimentale} \quad (\text{Val exp} - \text{Val vraie})/\text{val vraie}$$

$$\text{Erreur cumulée selon l'erreur des opérations successives} \quad E_c = +/- (E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + E_4^2)^{0,5}$$

$$\text{écart type} = s \quad \text{variance} = s^2 = (\sum (x_i - m)^2) / n$$

$$\text{Moyenne } m = \sum (x_i) / n$$

$$\text{Coefficient de variation} \quad C_v = m/s$$

$$\text{LOD} = 3s$$

$$\text{LOQ} = 10s$$

Exposition cumulée

$$EP = (C1T1 + C2T2 + C3T3) / \sum T \quad \text{ou} \quad (T1 \times C1 + T2 \times C2 + T3 \times C3) / (T1 + T2 + T3)$$

Exposition professionnelle (EP) à la silice cristalline

$$EP = Cns/VMEns + Cq/VMEq + Ct/VMEt + Cc/VMEc$$

Efficacité de barboteurs en série

$$Eff = 1 - ((1 - Eff1) (1 - Eff2))$$

Définition d'une fibre:

$$L \geq 3l$$

Calcul de la VME pour un mélange de liquides A, B, C de VME respectives VMEa, VMEb, VMEc exprimées en mg/m<sup>3</sup>, et dont les proportions dans le mélange sont f%a, f%b, f%c

$$VME = 1 / (f\%A/VMEa + f\%B/VMEb + f\%C/VMEc)$$

$$\text{Ou } VME = 1 / \sum (\text{fraction}(i) / VME(i))$$

Electricité

Loi d'Ohm  $U = RI$  Résistance  $R = \rho l/S$  Puissance  $P = UI = RI^2$

Loi de joule Énergie électrique  $W = RI^2t = Pt = UI t$

Fluides  $Q = \mu \Delta t = m c \Delta t$

Nombre de Reynolds  $Re = \text{vitesse} \times \text{diamètre} / \text{viscosité dynamique}$   $Re = vd/\mu$

## Ambiances thermiques

Bilan thermique

$$H = M \pm R \pm C - E$$

BTU/h	Tenue légère	Torse-nu	Watts	Tenue légère	Torse-nu
R =	$15(t_a - 95)$	$25(T_a - 95)$		$4,4 (35 - T_a)$	$7,3 (35 - T_a)$
C =	$0,65V^{0,6}(T_a - 95)$	$1,08(V^{0,6}(T_a - 95))$		$4,6 V^{0,6}(35 - T_a)$	$7,6 V^{0,6}(35 - T_a)$
E <sub>max</sub> =	$2,4V^{0,6}(42 - P_a)$	$4,0 V^{0,6}(42 - P_a)$		$7,0 V^{0,6}(56 - P_a)$	$11,7 V^{0,6}(56 - P_a)$
Indice de contrainte thermique: $ICT = E_{req} / E_{max}$				$T_w = T_g + 0,13V^{0,5} (T_g - T_a)$	

Equations utilisées dans le calcul de l'indice de contrainte thermique (HSI) et des durées d'exposition admissibles (AET)

		Vêtus	non vêtus
1) Déperdition par rayonnement (R)	$R = k1(35 - Tr) \text{ W/m}^2$	pour $k1 = 4,4$	7,3
2) Déperdition par convection (C)	$C = k2.V^{0,6}(35 - T_a) \text{ W/m}^2$	pour $k2 = 4,6$	7,6
3) Déperdition maximale par évaporation (E <sub>max</sub> )	$E_{max} = k3.V^{0,6}(56 - P_a) \text{ Wm}^2$ (limite supérieure de 390 Wm <sup>2</sup> )	pour $k3 = 7,0$	11,7
4) Déperdition requise par évaporation (E <sub>req</sub> )	$E_{req} = M - R - C$		
5) Indice de contrainte thermique (HSI)	$HSI = 100 \times E_{req} / E_{max}$		
6) Durées d'exposition admissibles (AET)	$AET \text{ min} = 2440 / (E_{req} / E_{max})$		

$$E_{req} = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R$$

$$W_{req} = E_{req} / E_{max} \quad SW_{req} = E_{req} / r$$

$$P4SR = P4SR + 0,37 I_{clo} + (0,012 + 0,001 I_{clo}) (M - 63).$$

## Rayonnements

Non ionisants

Loi de Ber  $A = a \times b \times c$

ionisants

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration/s} = 2,703 \cdot 10^{-11} \quad 1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rems}$$

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rads}$$

$$\text{Temps pour activité de } A_0 \text{ à } A_1 \quad t = -\ln A_1 / A_0 \times T_{1/2} / \ln 2$$

$$\text{Equation de Bragg} \quad n \lambda = 2d \sin \Theta$$

### Constantes et conversion

$$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times M/24,45 \quad \text{ppm} = \text{mg/m}^3 \times 24,45/M$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F}-32) \times 5/9 \quad ^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 9/5 + 32$$

$$\text{ppm} = p/P_o \times 10^6$$

$$\text{cal} = 4,1868 \text{ J}$$

$$W = \text{J/s}$$

$$\text{kcal/h} = 3,97 \text{ BTU/h}$$

$$\text{BTU} = 0,252 \text{ kcal} = 1055,06 \text{ J} \quad \text{kcal/h} = 1,16 \text{ W}$$

$$100 \text{ ft/min} = 0,508 \text{ m/s}$$

$$\text{m/s} = 196,85 \text{ ft/min}$$

$$1 \text{ pouce} = 2,54 \text{ cm} \quad 1 \text{ foot} = 12 \text{ pouces} = 30,48 \text{ cm} \quad 1 \text{ yard} = 3 \text{ feet} = 0,9144 \text{ m} \quad 1 \text{ mile} = 16093 \text{ km}$$

$$1 \text{ pouce}^3 = 16,3872 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ ft}^3 = 0,0283162 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ yd}^3 = 0,7647 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ US gallon} = 3,785 \text{ litres}$$

$$1 \text{ grain} = 0,0648 \text{ g}$$

$$1 \text{ oz} = 28,3495 \text{ g}$$

$$1 \text{ lb} = 0,4536 \text{ kg}$$

$$P_a = 760 \text{ mm Hg} = 29,92 \text{ "Hg} = 10330 \text{ mm CE} = 101325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mm CE} = 9,81 \text{ Pa} \approx 10 \text{ Pa}$$

$$\text{Surfaces : Rectangle } A = b h \quad \text{Cercle } A = \pi D^2 / 4 = \pi R^2$$

$$\text{Cylindre } A = \pi D l = 2\pi R l \quad \text{Sphère } A = 4\pi R^2 = \pi D^2$$

logarithmes

règle

exemple

$$a^x = y$$

$$10^2 = 100$$

$$x = \log_a y$$

$$2 = \log_{10} 100$$

$$\log_a x^n = n \log_a x$$

$$\log_{10} 3^2 = 2 \log_{10} 3$$

$$\log_a x/y = \log_a x - \log_a y$$

$$\log_{10} 3/4 = \log_{10} 3 - \log_{10} 4$$

$$\log x.y = \log x + \log y$$

$$\log (3 \cdot 4) = \log 3 + \log 4$$

$$\log 1 = 0$$

$$\log 2 = 0.3$$

$$\log 3 = 0.5$$

$$\log 4 = 0.6$$

$$\log 5 = 0.7$$

$$\log 6 = 0.8$$

$$\log 7 = 0.85$$

$$\log 8 = 0.9$$

$$\log 9 = 0.95$$

$$\log 10 = 1$$

$$\log 100 = 2$$

etc

$$\text{ex: } \log 0.0005 = \log(5 \cdot 10^{-4}) = -4 + \log 5 = -4 + 0.7 = -3.3$$

$$\log 5000 = \log 5 \cdot 10^3 = 3 + 0.7 = 3.7$$