

Roger Cadiergues

MémoCad nE21.a

LA QUALITÉ DE L'AIR : LES GAZ

SOMMAIRE

- nE21.1.** La contamination gazeuse
- nE21.2.** Panorama des gaz contaminants
- nE21.3.** Les concentrations limites
- nE21.4.** L'oxygène
- nE21.5.** Le dioxyde de carbone



La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et d'autre part que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration «toute reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite».

nE21.1. LA CONTAMINATION GAZEUSE

LE CLASSEMENT DES ACTIONS

Les gaz plus ou moins toxiques ou gênants peuvent être classés dans l'une des quatre catégories suivantes, en fonction de leur nature et de leur concentration :

- . celle des **gaz toxiques**, essentiellement dangereux,
- . celle des **gaz nocifs**, pour la santé, sans être à proprement parler «toxiques»,
- . celle des **gaz gênants**,
- . celle des **gaz odorants**.

LES DEUX EXPRESSIONS DE LA CONCENTRATION

La concentration d'un gaz quelconque dans l'air se mesure de deux manières différentes.

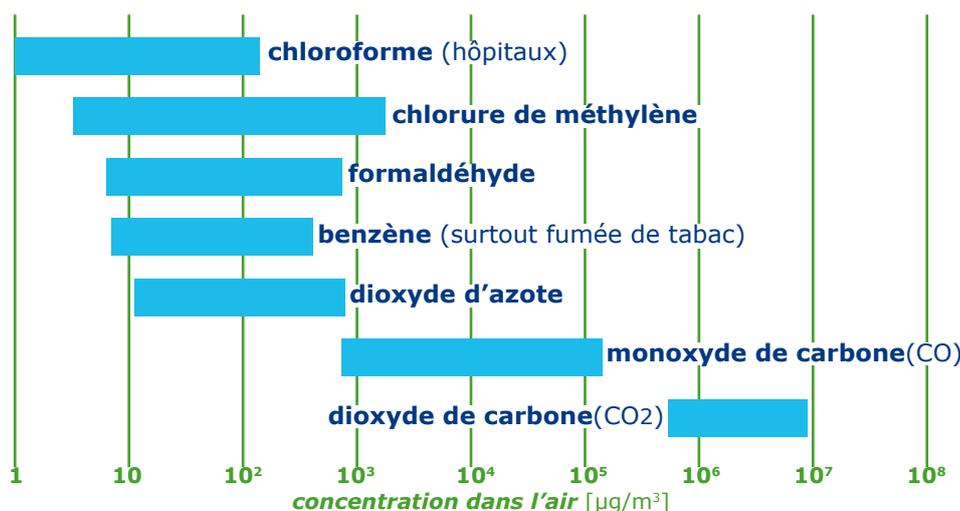
1. La concentration est souvent exprimée en **fraction molaire**, c'est à dire en rapport du nombre de molécules du gaz envisagé au nombre total de molécules (d'air) auquel il est mélangé. Ce rapport est couramment exprimé en **millionième**, ou **ppm** («partie par million»). Quand le gaz est très dilué on utilise également le **milliardième**, ou **ppb** (partie par billion, le billion étant le milliard anglais).

2. Cette concentration peut également être mesurée en masse par unité de volume, en fait la plupart du temps en **milligramme par mètre cube** (mg/m^3), parfois - quand la teneur est faible - en **microgramme par mètre cube** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pour les conversions éventuelles voir la fiche **nE20.3** du livret **nE20. La qualité de l'air**.

LES CONCENTRATIONS COURANTES

Les gaz les plus courants, ainsi que leurs domaines de concentrations, sont indiqués au schéma suivant.



CONCENTRATIONS LIMITES

Il existe, dans tous les pays développés, souvent avec des particularités nationales, des tables indiquant les concentrations limites de contaminants. La plupart de ces tables ont été établies dans le cadre de la réglementation du travail. Vous en trouverez un exemple à la fiche suivante, avec - pour chaque gaz - des limites différentes selon qu'il s'agit de seuil olfactif ou de seuils de toxicité (variables selon les durées d'exposition), avec deux nuances pour les seuils admissibles (code du travail) :

- . le seuil de toxicité VLE pour une exposition rapide pendant la journée de travail,
- . le seuil de toxicité VME pour une exposition quasi-continue pendant la journée de huit heures.

N.B. Cette table est un exemple, et ne fixe pas les valeurs utilisées dans chaque pays, la réglementation du travail étant assez variable d'un pays à l'autre.

ATTENTION. Beaucoup d'auteurs confondent les valeurs limites adoptées dans les ambiances de travail avec les valeurs à adopter dans les ambiances générales. Or il est quasi-systématique de prendre des limites maximales générales inférieures à celles du travail : attention donc aux valeurs limites, d'autant qu'elles peuvent faire l'objet de révisions, parfois même fortes.

nE21.2. PANORAMA DES GAZ CONTAMINANTS

LES POLLUANTS GAZEUX LES PLUS SIGNIFICATIFS

La table ci-dessous indique les polluants gazeux les plus fréquents. Attention : cette table est essentiellement informative, et il se peut que vous rencontriez d'autres exigences, en particulier lorsque les polluants ont des origines «externes» :

- . ceux émis par les *matériaux de construction*, en particulier les revêtements,
- . et ceux émis par les *produits d'hygiène ou de nettoyage*, plus ou moins mal contrôlés par l'occupant.

Acétaldéhyde	Chlorure de méthyle	NO2
Acétone	Chlorure de méthylène	Nonane
Acide nitrique	Chlorure de vinyle (mono)	Ozone
Acide sulfurique	Décane	Phénol
Alkane (C ₁₀ -)	Dichlorure d'éthylène	Propane
Ammoniac	Dioxane	Propanol (2-)
Benzène	Ethyl benzène	SO2
Benzaldéhyde	Formaldéhyde	Tétrachloréthane
Butanol	Heptane (n-)	Tétrachloréthylène
Butanone (2-)	Héxanal	Toluène
Chlorure de vinyle	HS2	Trichloroéthane
C Cl4	Limonène	Trichloroéthylène
CO	Mercure (vapeur)	Triméthylbenzène
CO ₂	Méthane	Undécane
CS ₂	Méthanol	Xylène
Chloroforme	NO	

LA PRISE EN COMPTE NUMÉRIQUE (LES CONCENTRATIONS MAXIMALES)

Le traitement des contaminants gazeux, bien que ces derniers soient de mieux en mieux connus, se heurte à trois difficultés.

1. Les limites à adopter varient beaucoup selon les sources et selon les régions. De ce fait quand - par exemple - figurent des recommandations dans les normes européennes, celles-ci peuvent souvent être difficilement admises comme des règles intangibles.
2. De plus les recommandations sont souvent fluctuantes avec le temps, avec une tendance à la réduction progressive des concentrations maximales recommandées - une source supplémentaire de difficultés.
3. En outre il apparaît souvent des limites différentes selon que les textes réglementaires concernent par exemple, d'un côté le secteur du travail et de l'autre le secteur tertiaire.

LES PRINCIPAUX GAZ CONTENUS DANS L'AIR EXAMINÉS SOUS MÉMOCAD

Les principaux contaminants gazeux ici retenus, et faisant l'objet d'un examen particulier, sont les suivants.

1. A la fiche suivante (**nE21.3**) vous trouverez les indications concernant les *composants gazeux d'influence forte ou appréciable*.
2. Dans deux livrets séparés (**nE22** et **nE23**) sont regroupées les indications concernant les *contaminants les plus importants*, à savoir :

nE22. La qualité de l'air : le monoxyde de carbone (CO)

nE23. La qualité de l'air : les composés organiques volatils.

- 3 Aux fiches qui suivent, vous trouverez les indications concernant les *composants de faible influence* :
 - . le dioxyde carbone (CO₂) à la fiche **nE21.4**,
 - . l'**oxygène** à la fiche **nE21.5**.

nE21.3. LES CONCENTRATIONS LIMITES

UN EXEMPLE DE TABLE

La table ci-dessous indique les concentrations limites des gaz toxiques les plus importants, présentées selon la durée d'exposition, cette table n'étant pas la table réglementaire française mais un illustration rationnelle et générale.

Substance	Masse molaire	Seuil olfactif	Concentrations limites [mg/m ³]			
			En général, exposition		Travail (8 h par jour)	
			immédiate	rapide (0,5 à 1 h)	VLE	VME
Acide chlorhydrique (HCl)	36,46	70	5 000	2 000	7	-
Acide cyanhydrique (HCN)	27,03	-	300	120	10	2
Ammoniac (NH ₃)	17,03	35	4 000	1 500	36	18
Anhydride sulfureux (SO ₂)	64,07	10	5 500	1 000	10	5
Arsine (AsH ₃), (hydrogène arsénié)	77,93	-	250	25	0,8	0,2
Benzène (C ₆ H ₆)	78,11	1000	60 000	25 000	25 (indicatif)	
Brome (Br ₂)	159,83	35	5 500	50	0,7	-
Bromure de méthyle (CH ₃ Br)	94,95	-	80 000	8 000	80 (indicatif)	
Chlore (Cl ₂)	70,91	10	2 500	120	3	-
Chloroforme (CHCl ₃)	119,39	-	350	100	250	25
Chlorure d'éthyle (C ₂ H ₅ Cl)	64,52	-	400 000	200 000	2 500 (indicatif)	
Chlorure de méthyle (CH ₃ Cl)	50,49	-	300 000	150 000	210	105
Dioxyde de carbone (CO ₂)	44,01	-	400 000	100 000	9 000 (indicatif)	
Ether éthylique (C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅)	74,12	1	120 000	30 000	120 (indicatif)	
Monoxyde d'azote (NO)	30,09	10	450	60	9 (indicatif)	
Monoxyde de carbone (CO)	28,01	-	6 000	2 000	55 (indicatif)	
Oxychlorure de carbone (COCl ₂)	98,92	20	800	30	0,4 (indicatif)	
Phosphure d'hydrogène (PH ₃)	165,85	4	1 700	600	0,4	0,13
Sulfure de carbone (CS ₂)	76,14	3	15 000	10 000	75	30
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	32,08	1	1 200	600	14	7
Tétrachloréthane (CHCl ₂ -CHCl ₂)	167,87	-	50 000	-	35	7
Tétrachlorure de carbone (CCl ₄)	153,84	450	20 000	6 500	60	12
Trichloréthane (CH ₃ -CCl ₃)	133,42	-	15 000	12 000	1 000	400
Toluène (C ₆ H ₅ -CH ₃)	92,14	-	75 000	20 000	550	315
Xylène (CH ₃ -CH ₄ -CH ₃)	106,12	-	90 000	25 000	650	435

CONVERSION DES VALEURS

Les concentrations ci-dessus sont exprimées en mg/m³. Dans bien des cas on utilise d'autres unités, en particulier les suivantes :

- . le «**ppm**», milliardième en volume,
- . le «**ppb**», millionième en volume,

Pour les convertir les concentrations utilisez les formules suivantes :

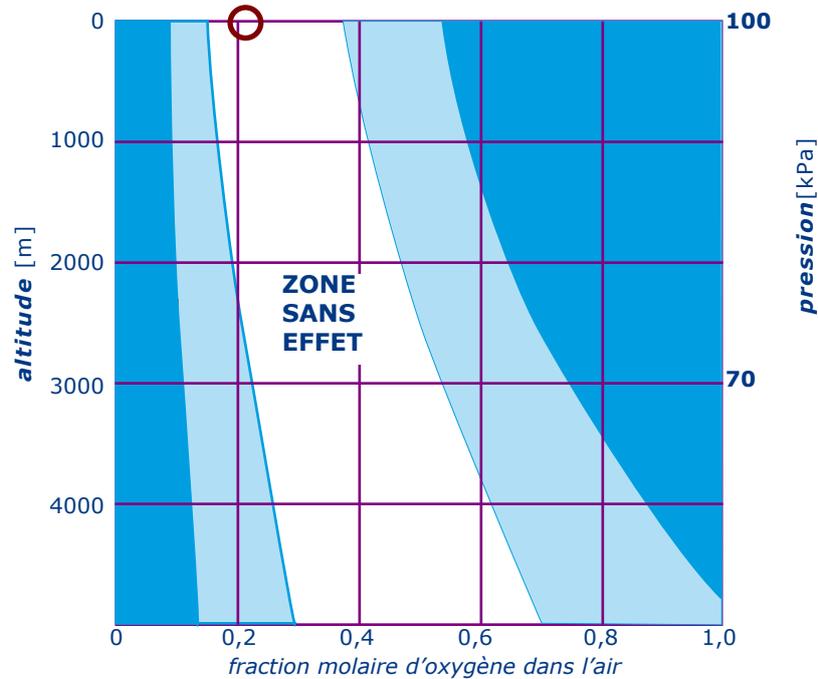
- . pour obtenir des «**ppm**» multipliez les mg/m³ par ($m^M / 22,45$),
- . pour obtenir des «**ppb**» multipliez les mg/m³ par ($1000 m^M / 22,45$).

m^M étant la masse molaire du gaz contaminant.

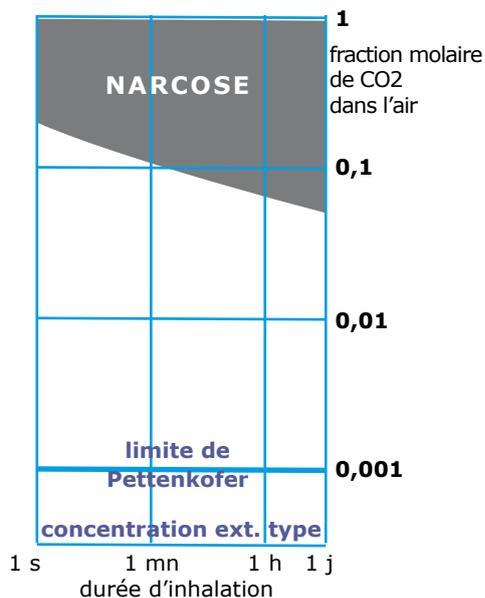
nE21.4. L'OXYGENE

REMARQUE PRÉLIMINAIRE

L'oxygène n'est pas un contaminant, mais c'est un composant essentiel de l'air pour la respiration. Ce sont donc les conditions extrêmes, pour l'essentiel l'altitude, qui peuvent créer quelques difficultés. Le diagramme ci-dessous indique les effets de l'altitude (réelle ou équivalente). Il souligne la relative facilité avec laquelle s'ajustent les phénomènes respiratoires.



nE21.5. LE DIOXYDE DE CARBONE (CO₂)



Le dioxyde de carbone (CO₂) n'est pas, par lui-même, toxique, sauf à des concentrations très élevées (voir ci-contre) où il provoque des narcoses.

Le CO₂ permet, par contre, de repérer les dégagements d'odeurs corporelles ; c'est la raison pour laquelle c'est un indice simple des besoins de ventilation, utilisé par exemple, en France, pour définir les besoins de base dans les locaux tertiaires (règlement sanitaire) ou professionnels (code du travail), étant entendu qu'il s'agit du CO₂ d'origine humaine (respiratoire). Pour ce faire on utilise, par exemple, la limite (ci-contre) proposée par Pettenkofer en 1858, sans qu'on dispose actuellement d'une meilleure base (voir le livret **mE32**). Pour exploiter aujourd'hui convenablement cette donnée il faut, en outre, tenir compte de l'accroissement de la teneur extérieure en CO₂, plus élevée que jadis.

Le choix de la teneur en CO₂ pour mesurer les besoins de ventilation est, en outre et finalement, une très bonne base pour la régulation (ou la mise en route) des débits de ventilation, lorsque ceux-ci peuvent être modulés.

