

NOTES SUR LA CONCEPTION DES LIMITES TOLÉRABLES DES SUBSTANCES TOXIQUES DANS L'INDUSTRIE

J. ROUBAL

Ustavu hygieny práce a chorob z povolání, Praha, Československo

La détermination des concentrations maximales admissibles des substances toxiques accordées dans l'industrie forme une partie composante des règlements hygiéniques par lesquels on tend d'assurer un confort de travail convenable du point de vue physiologique de même que la protection de la santé des travailleurs contre les facteurs nocifs se trouvant dans l'industrie.

On peut juger l'efficacité du soin de la santé des travailleurs du point de vue des substances toxiques dans l'industrie selon le cours de la maladivété générale et spécifique des travailleurs, ensuite selon les troubles éventuels de l'homéostasie—c'est à dire des perturbations de l'ensemble complexe actif de tous les procès dans l'organisme au cours de la journée de travail—se présentant pendant la durée du travail à telle mesure que des manifestations malades en pourraient résulter, comme suite, per exemple, d'une occupation prolongée, surtout si l'on ne peut pas assurer une restitution suffisante des dites perturbations dans le laps du temps entre deux journées de travail. Les matières toxiques dans l'industrie se trouvent soit dans le matériel dont on se sert au cours du procédé du travail, soit dans l'atmosphère du milieu du travail.

Le contenu des éléments nocifs dans l'atmosphère est souvent en relation directe avec leur contenu dans le matériel. La fuite des éléments nuisibles, si bien au point de vue quantité qu'au point de vue de leur disposition pendant la journée de travail, subit l'influence de la technologie de production, de la caractéristique microclimatique du milieu du travail et dépend enfin du respect des règles hygiéniques de la part du travailleur lui-même.

C'est pourquoi la détermination du contenu maximum des matières toxiques permisible dans le matériel présente dans certains cas une exigence de l'hygiène du premier ordre, assurant en même temps la pureté de l'atmosphère du travail exigée par l'hygiéniste: la détermination du contenu du benzène dans les solvants, par exemple dans les colles et les vernis, etc.

Dans d'autres cas où la défense de la santé des travailleurs contre les éléments nocifs ne peut pas être assurée, il faut établir une norme hygiénique pour le contenu de l'élément nocif dans l'atmosphère de l'endroit du travail. En établissant cette norme hygiénique, il faut considérer la caractéristique toxicologique de l'élément nocif, comme, par exemple, s'il s'agit d'un poison de "concentration" $E = f(c)$; d'un poison ayant des effets qui dépendent de la concentration et du temps nécessaire pour l'action, $E = \int_0^t f(c) dt$,

respectivement $E = ct$; d'un poison ayant des effets renforçants chez lequel l'effet de l'action est irréversible; du poison concurant¹, etc.

C'est donc pourquoi la caractéristique des poisons est très compliquée, et ce sont surtout les qualités des matières nocives industrielles importantes pour l'hygiéniste que nous voulons mentionner ici :

(a) la manière abrupte de l'effet, c'est à dire la rapidité avec laquelle il monte, qui résulte de la durée du temps nécessaire à ce que, à la concentration donnée, apparaissent les premiers symptômes de l'action;

(b) l'accumulation de l'effet et sa dépendance des fluctuations de concentration des éléments nocifs dans le milieu du travail pendant une journée de travail, de même que de la durée des intervalles entre deux journées de travail;

(c) la facilité de l'élimination ou bien de l'accumulation de l'élément nocif et de son métabolite dans l'organisme;

(d) la facilité de pénétration de resorption de l'élément nocif dans l'organisme, ce qui dépend d'un côté des qualités physiques et chimiques de l'élément nocif, de l'autre côté de la porte d'entrée de la substance dans l'organisme.

Il faut ensuite tenir compte de la caractéristique hygiénique du procédé de production et de la technologie dont résulte aussi la relation entre le travailleur et l'élément nocif et la mesure dans laquelle la santé de l'homme se trouve compromise.

Il faut en même temps se rendre compte que par une prise régulière d'échantillons de l'atmosphère, de manière interrompue ou bien continue, l'état actuel de pollution de l'atmosphère dans la zone respiratoire ne peut être établi de manière suffisamment exacte, pour que l'on puisse ainsi juger à quelle mesure le travailleur s'y trouve chargé et menacé par la substance nocive, car il existe non seulement une dynamique temporaire plus ou moins marquée des émanations des matières nuisibles dans l'atmosphère du milieu du travail, mais aussi des changements dynamiques des concentrations de l'élément nocif dans l'atmosphère, qui sont le résultat de l'inégalité de la circulation aérienne dans l'espace, soit qu'elle est dû à l'aération naturelle ou artificielle².

La mesure dans laquelle la norme hygiénique des concentrations maximales admissibles des éléments nocifs dans l'atmosphère est applicable, dépend de la manière de laquelle on surveille l'atmosphère de l'endroit du travail et du résultat qu'on attend de cette surveillance. C'est alors décidément qu'il s'avère justifié de prendre des échantillons de l'air dans l'atmosphère générale de l'espace du travail, conformément aux règlements du groupe anglais I.C.I.³, où une aération convenable de l'espace du travail tout entier par un entraînement d'air pure à l'aide des anémostates et par aspiration de l'air pollué fut choisie comme procédé principal pour assurer la protection de la santé des travailleurs. On limite aussi au cours de ce procédé les émanations des matières nuisibles des machines, en fermant ces dernières et en aspirant les éléments nocifs à leur source, ainsi que, par exemple, dans l'industrie des fibres artificielles utilisant le procédé viscosé. En ce cas on peut pour " l'atmosphère générale " accepter des niveaux maximaux admissibles de l'élément nocif dans l'atmosphère peu élevés, pour la détermination desquels on avait pris en considération des résultats acquis même par des méthodes

très subtiles, en registrant des manifestations fonctionnelles et réversibles des changements de l'activité nerveuse supérieure.

Ordinairement il n'est pas trop difficile à garantir la pureté de l'atmosphère générale. Mais si l'échappement de l'élément nocif dans l'atmosphère au cours d'une journée de travail est variable et si le travailleur est exposé à des telles concentrations variables, il est essentiel de connaître le charge total de l'élément nocif correspondant à chaque employé durant la journée de travail; il faut suivre chaque opération de travail à part, mesurer les concentrations des éléments nocifs dans la zone de travail en question, et exécuter le chronométrage des opérations de travail.

Il sera utile pour ce but d'établir une norme hygiénique ultérieure, soit la quantité maximum permise des éléments nocifs lesquels le travailleur peut resorber pendant une journée de travail. Comme complément indispensable de la dite norme il faut ensuite établir une limite infranchissable des fluctuations de concentration en relation avec le temps de leur durée pour chaque matière particulière selon sa caractéristique toxicologique, à l'aide de laquelle des limites hygiéniques seraient déterminées, valables pour les fluctuations de concentration de courte durée dans les zones de travail, lesquelles nous rencontrons souvent dans les entreprises.

Comme nous l'avons déjà mentionné ci-dessus, des difficultés sensibles se manifestent dans la vérification du charge total de l'employé par l'élément nocif à l'aide de l'analyse de l'atmosphère. C'est pourquoi il s'avère utile d'essayer, au moins pour quelques éléments nuisibles, de compléter des normes hygiéniques encore par des valeurs admissibles déterminantes du contenu du facteur nocif, de son métabolite, dans un matériel biologique convenable pris chez un individu exposé⁴.

Ceci peut s'effectuer, sommairement, (a) avec des substances n'étant pas métabolisées dans le corps ou bien étant tout simplement attachées sans autre changement, comme c'est le cas, par exemple, pour l'oxyde de carbone; (b) avec des substances métabolisées dont on connaît les produits de métabolisme, les lois du métabolisme, leur élimination et les portes d'entrée dans le corps.

Le contenu de l'oxyde de carbone dans l'air expiré correspond bien au contenu du carbonylhaemoglobine dans le sang circulant⁵, et c'est pourquoi on peut bien estimer le contenu de CO dans le sang circulant d'après le contenu de CO dans l'air expiré au moment de la prise. Il serait, peut-être, même possible de juger la quantité totale de CO dans l'organisme si l'on prenait un plus grand nombre des échantillons de l'air expiré dans une succession de temps après le départ du travailleur de l'endroit du travail exposé, si la courbe exponentielle de "desaturation" ou bien la constante de restitution était connue.

Si toutefois il s'agit d'une matière comme, par exemple, benzène, la quantité dans l'air expiré ne démontre que la quantité dans le sang circulant qui ne subit plus des changements dûs au métabolisme⁶.

Selon le contenu de phénol dans l'urine il est possible de juger la quantité totale du benzène métabolisé au cours d'une journée de travail et après, ce qui dépend du moment de la prise de l'urine: c'est ainsi que nous obtenons une valeur sommaire, ce qui nous permet d'estimer d'avance le niveau moyen de benzène dans l'atmosphère en question⁷; mais nous ne pouvons

pas à même saisir par ce procédé chaque source particulière à laquelle est dûe la pollution de l'air par le benzène au cours de cette journée de travail.

Il en résulte le fait qu'une norme hygiénique de la quantité maximum admissible du facteur nocif (ou de son métabolite) dans le matériel biologique des limitations. Chaque matériel exige qu'on tienne compte :

(a) s'il existe une corrélation significative entre les valeurs du facteur nocif dans l'atmosphère et dans le matériel biologique;

(b) s'il s'agit de l'entrée du facteur nocif dans le corps par les voies respiratoires seules ou bien si une autre voie d'entrée existe (percutanée, perorale);

(c) si le facteur nocif ou son métabolite ne forme pas un dépôt marqué dans l'organisme ou bien si son élimination n'est pas rendu difficile, *etc.*;

(d) il faut enfin connaître la relation des valeurs vérifiées dans le matériel biologique et les symptômes initiaux cliniques des effets du facteur nocif, afin d'éclaircir des notions inexacts telles que "l'imprégnation" de l'organisme ou bien "signes d'exposition".

Comme nous l'avons déjà mentionné au début, la norme hygiénique doit servir à assurer la santé des travailleurs. C'est pourquoi le service hygiénique se sert des dites normes pour être à même de juger le niveau hygiénique du milieu du travail; la norme hygiénique une fois dépassée, le service hygiénique propose un mode convenable de protection de la santé des travailleurs.

Les modes de la protection de santé des travailleurs sont multiples, selon la caractéristique différente des facteurs nocifs. Quant à la garantie de la pureté de l'atmosphère de l'endroit de travail, ce sont en principe les modes suivants :

(a) réduire la quantité des facteurs nocifs resorbés par le travailleur durant la journée de travail à une quantité au-dessous de la limite maximum permise, par des mesures d'ordre technique;

(b) assurer la pureté de l'air dans la zone respiratoire à l'aide des douches d'air individuelles, ou bien en se servant des masques munies des filtres pour tout travail accompagné d'émanations temporaires des facteurs nocifs dans l'atmosphère;

(c) partout là où il est impossible de limiter la résorption du facteur nocif par le corps au-dessous de la limite permise valable pour une journée de travail, par des moyens techniques, introduire des intervalles de repos convenablement divisés selon la caractéristique toxicologique du facteur nocif, pour accélérer par un régime bien choisi l'élimination du facteur nocif et de son métabolite du corps.

Bibliographie

- ¹ H. Druckrey et K. Küpfmüller. *Dosis und Wirkung*. Die Pharmazie, 8. Beiheft, 1. Ergänzungsband. Verlag Dr W. Saenger, Berlin (1949)
L. Oppl. *L'hygiène du milieu industriel*, (Ed. J. Roubal), SZN, Prague (1957)
- ² L. Oppl. "Einfluss der Probeentnahmestelle auf die Grösse der Konzentrationen des schädlichen Stoffes", voyez ce Symposium p. 351.
- ³ N. Strafford, C. R. N. Strouts et W. V. Stubbings. *Determination of Toxic Substances in Air*. Heffer, Cambridge (1956)
- ⁴ J. Roubal, Z. Bardoděj et M. Krivucová. "Beiträge zur praktischen hygienischen Kontrolle giftiger Stoffe", *Lebensbedingungen und Gesundheit*, 1, 184 (1957)

NOTES SUR LA CONCEPTION DES LIMITES TOLÉRABLES

- ⁵ J. Roubal et M. Krivucová. "Estimation de l'oxyde de carbone dans l'air exhalé" (en tchèque), Communication présentée à la Conférence Tchécoslovaque-Polonaise sur la Toxicologie Industrielle, Horní Smokovec, Octobre (1958)
- ⁶ J. Roubal et J. Zdražil. "Essai d'évaluer l'exposition des ouvriers travaillant dans le milieu des hydrocarbures aromatiques par le moyen des valeurs déterminées dans l'air expiré", *Ceskoslov. hyg. epidemiol. mikrobiol. immunol.*, **1**, 117 (1952)
- ⁷ Z. Bardoděj. "Sur le test phénolique", Communication présentée à la Conférence Tchécoslovaque-Polonaise sur la Toxicologie Industrielle, Horní Smokovec, Octobre (1958)
- ⁸ R. Vlasák. "Sur la convenance du test phénolique pour la détermination du degré de l'exposition des ouvriers travaillant avec le benzène", Communication présentée à la Conférence Tchécoslovaque-Polonaise sur la Toxicologie Industrielle, Horní Smokovec, Octobre (1958)