

AMMONIAC

PARAMÈTRES	PREUVES ET RÉFÉRENCES
HUMAINS	
Moins de 25 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • L'odeur d'ammoniac est perceptible dès 1 ppm. Smyth (1956) cité par Memarzadeh F. (2005) Control of ammonia production in animal research facilities through ventilation system design. <i>American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers</i> (ASHRAE). • Chez l'humain, le seuil de perception de l'odeur d'ammoniac est de 0,04 ppm. Haz-Map: Information on hazardous chemicals and occupational diseases. Bethesda (MD): NIH. • La concentration d'ammoniac se fonde sur le seuil de détection olfactif – l'odeur d'ammoniac est perceptible à plus de 25 ppm. (commentaire formulé par un participant) • Il ne devrait pas y avoir d'odeur d'ammoniac à l'extérieur des locaux d'hébergement. (commentaire formulé par un participant)
25 ppm sur une période de 8 heures	<p>Cette valeur limite est appuyée par d'autres normes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (États-Unis) • le National Institute for Occupational Safety and Health (États-Unis) • Valeurs limites d'exposition professionnelle • Worksafe (C.-B.)
35 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) recommande une limite d'exposition de courte durée (15 minutes) de 35 ppm. Gay S.W. et Knowlton K.F. (2009) Ammonia emissions and animal agriculture. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, et Virginia State University.
50 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • La norme établie par l'Occupational Safety and Health Administration des États-Unis est de 50 ppm sur une période de 8 heures. Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor, Chemical Sampling. • Le fait que l'odeur d'ammoniac soit perceptible à une concentration de 50 ppm est utilisé comme référence pour la qualité en matière de changements d'air et de nettoyage des cages. Nous tentons de ne pas trop espacer les changements de cage si une forte odeur est détectée au niveau des cages. Si cela est un irritant, les concentrations sont à coup sûr trop élevées. (commentaire formulé par un participant)

RATS	
Moins de 25 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « De jeunes rats adultes exempts d'organismes pathogènes [...] ont été inoculés par voie intranasale par [...] <i>M. pulmonis</i> et hébergés entre 4 et 6 semaines dans des milieux où la concentration d'ammoniac était maintenue à des niveaux allant de 25 à 250 ppm. Quelle que soit sa concentration, le NH₃ – provenant d'une source naturelle comme la litière souillée ou d'une source épurée – augmente de façon significative la gravité de la rhinite, de l'otite moyenne, de la cervicite et de la pneumonie [...] caractéristique de la mycoplasmosse respiratoire murine (MRM) [...]. Donc, la présence d'ammoniac, à des concentrations couramment observées actuellement dans les systèmes d'élevage en cages pour les rats, joue un rôle important dans la pathogénie de la MRM. » [Notre traduction] Broderson J.R., Lindsey J.R. et Crawford J.E. (1976) The role of environmental ammonia in respiratory mycoplasmosis of rats. <i>The American Journal of Pathology</i> 85(1):115-130.
25 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « Actuellement, il n'existe pas de lignes directrices concernant le niveau maximal des expositions à l'ammoniac pour les rongeurs. Chez l'humain, la limite d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures est de 25 ppm, avec une exposition maximale de 50 ppm, et il est généralement admis que ces limites ne devraient pas être dépassées pour les rongeurs hébergés en laboratoire. » [Notre traduction] Rosenbaum M.D., VandeWoude S. et Johnson T.E. (2009) Effects of cage-change frequency and bedding volume on mice and their microenvironment. <i>Journal of the American Association for Laboratory Animal Science</i> 48(6):763-777.
50 ppm	<ul style="list-style-type: none"> Le fait que l'odeur d'ammoniac soit perceptible à une concentration de 50 ppm est utilisé comme référence pour la qualité en matière de changements d'air et de nettoyage des cages. Nous tentons de ne pas trop espacer les changements de cage si une forte odeur est détectée au niveau des cages. Si cela est un irritant, les concentrations sont à coup sûr trop élevées. (commentaire formulé par un participant)
Plus de 100 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « Les rats Long-Evans et les souris Swiss hébergés individuellement dans des cages d'activités avec roue d'exercice ont été exposés à [...] l'ammoniac (100 ou 300 ppm) pendant 6 heures. [...] Chez les deux espèces, une corrélation a été observée entre le niveau d'exercice et la concentration d'ammoniac [...]. Les animaux ayant cessé l'activité physique en raison de concentrations élevées d'ammoniac ont démontré une augmentation de l'activité physique qu'ils n'étaient plus exposés à ces concentrations. À des concentrations comparables, [l'ammoniac et l'ozone] entraînent une diminution de l'activité chez les rats plus marquée que chez les souris. » [Notre traduction] Tepper J.S., Weiss B. et Wood R.W. (1985) Alterations in behavior

	<p>produced by inhaled ozone of ammonia. <i>Fundamental and Applied Toxicology</i> 5(6 Part 1):1110-1118.</p>
Moins de 100 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « De faibles concentrations d'ammoniac (moins de 100 ppm) produisent de très faibles variations de la concentration d'ammoniac dans le sang, en plus de n'avoir aucun effet mesurable sur d'autres paramètres examinés dans l'étude. Ces résultats suggèrent que les concentrations d'ammoniac dans les locaux d'hébergement peuvent provoquer des effets indésirables minimales chez les rats sains. » [Notre traduction] Schaerdel A.D., White W.J., Lang C.M., Dvorchik B.H. et Bohner K. (1983) Localized and systemic effects of environmental ammonia in rats. <i>Laboratory Animal Science</i> 33(1):40-45.
Autres données	<ul style="list-style-type: none"> La prolifération d'agents infectieux dans les voies respiratoires des rats était beaucoup plus rapide chez les rats exposés à l'ammoniac [les rats inoculés par voie intranasale par <i>Mycoplasma pulmonis</i> et exposés à une concentration d'ammoniac égale ou supérieure à 2 ou 100 ppm]. Schoeb T.R., Davidson M.K. et Lindsey J.R. (1982) Intracage ammonia promotes growth of <i>Mycoplasma pulmonis</i> in the respiratory tract of rats. <i>Infection and Immunity</i> 38(1):212-217. « Le but de cette étude était de déterminer si l'ammoniac est absorbé par les poumons des rats et se retrouve ensuite dans le sang, ce qui pourrait avoir une incidence sur le pH et les gaz sanguins ainsi que sur l'activité des enzymes hépatiques qui métabolisent les médicaments [...]. Ces résultats suggèrent que les concentrations d'ammoniac dans les locaux d'hébergement peuvent provoquer des effets indésirables minimales chez les rats sains. » [Notre traduction] Schaerdel A.D., White W.J., Lang C.M., Dvorchik B.H. et Bohner K. (1983) Localized and systemic effects of environmental ammonia in rats. <i>Laboratory Animal Science</i> 33(1):40-45. « Ces résultats indiquent que même dans des conditions environnementales étroitement contrôlées, un changement couramment observé dans la quantité de vapeur d'ammoniac présente peut modifier complètement le tableau histologique "normal" de la trachée d'animaux apparemment en santé. » [Notre traduction] Gamble M.R. et Clough G. (1976) Ammonia build-up in animal boxes and its effect on rat tracheal epithelium. <i>Laboratory Animals</i> 10(2):93-14. « Les études décrites dans la littérature ne sont pas fondées sur l'exposition de rongeurs sains à des concentrations d'ammoniac provenant de sources naturelles et ne reflètent pas un environnement de laboratoire typique. » [Notre traduction] Reeb C.K., Jones R.B., Bearg D.W., Bedigian H., Meyer D.D. et Paigen B. (1998) Microenvironment in ventilated animal cages with differing ventilation rates, mice populations, and frequency of bedding changes. <i>Contemporary Topics in Laboratory Animal Science</i> 37(2):43-49.

SOURIS	
Moins de 25 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Chez les souris, une concentration de 25 ppm est perçue comme critique. Memarzadeh F. (2005) Control of ammonia production in animal research facilities through ventilation system design. <i>American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)</i> • « Nos données n'appuient pas des niveaux sécuritaires exprimés en valeur absolue pour l'exposition à l'ammoniac chez les souris, mais nous pouvons en inférer à partir de nos données histologiques. Nous avons noté des cas de rhinite à un niveau d'exposition de 181 ppm pendant 18 jours, de nécrose de l'épithélium olfactif à 93 ppm pendant 16 jours et de dégénérescence de l'épithélium à 52 ppm pendant 13 jours. À une concentration moyenne d'ammoniac de 32 ppm pendant 7 jours seulement ou de 10 ppm ou moins pendant 28 jours, aucune lésion des voies nasales n'a été observée. Par conséquent, nos données suggèrent que chez les souris hébergées dans des cages individuellement ventilées (CIV) et donc susceptibles d'être exposées à l'ammoniac pendant plusieurs jours entiers, voire plusieurs semaines consécutives, la concentration d'ammoniac à l'intérieur des cages devrait être inférieure à 25 ppm. » [Notre traduction] Vogelweid C.M., Zapien K.A., Honigford M.J., Li L., Li H. et Marshall H. (2011) Effects of a 28-day cage-change interval on intracage ammonia levels, nasal histology, and perceived welfare of CD1 mice. <i>Journal of the American Association for Laboratory Animal Science</i> 50(6):868-878. (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3228923/) • « Une étude expérimentale a démontré que le nettoyage bihebdomadaire de la cage réduit l'incidence de l'opacité cornéenne à un niveau très bas. Un produit bactériologique, comme l'ammoniac, est proposé comme un facteur important dans la pathogenèse de l'opacité cornéenne spontanée chez des souris de laboratoire. [traduction] » Van Winkle T.J. et Balk M.W. (1986) Spontaneous corneal opacities in laboratory mice. <i>Laboratory Animal Science</i> 36(3):248-255.
50 ppm	<ul style="list-style-type: none"> • « Sans une documentation claire des effets néfastes possibles de certaines concentrations d'ammoniac et de dioxyde de carbone sur la santé des animaux de laboratoire, et sans un consensus sur les concentrations maximales souhaitables de ces gaz à l'intérieur des cages, la fréquence recommandée pour le changement des cage ne peut être estimée. Nous conseillons, en partant des lignes directrices pour l'exposition chez l'humain et d'une interprétation libérale de la littérature de médecine vétérinaire disponible, que les cages soient changées lorsque la concentration d'ammoniac à l'intérieur des cages atteint 50 ppm. » [Notre traduction] Silverman J., Bays D.W. et Baker S.P. (2009) Ammonia and carbon

	<p>dioxide concentrations in disposable and reusable static mouse cages. <i>Lab Animal</i> 38(1):16-23.</p>
Plus de 100 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « Les rats Long-Evans et les souris Swiss hébergés individuellement dans des cages d'activités avec roue d'exercice ont été exposés à [...] l'ammoniac (100 ou 300 ppm) pendant 6 heures. [...] Chez les deux espèces, une corrélation a été observée entre le niveau d'exercice et la concentration d'ammoniac [...]. Les animaux ayant cessé l'activité physique en raison de concentrations élevées d'ammoniac ont démontré une augmentation de l'activité physique qu'ils n'étaient plus exposés à ces concentrations. À des concentrations comparables, [l'ammoniac et l'ozone] entraînent une diminution de l'activité chez les rats plus marquée que chez les souris. » [Notre traduction] Tepper J.S., Weiss B. et Wood R.W. (1985) Alterations in behavior produced by inhaled ozone of ammonia. <i>Fundamental and Applied Toxicology</i> 5(6 Part 1):1110-1118.
Moins de 100 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « [...] les souris n'ont montré ni préférence nette ni d'aversion pour aucune des concentrations expérimentales d'ammoniac [concentrations de 4, 30, 56 et 110 ppm] [...]. » [Notre traduction] Green A.R., Wathes C.M., Demmers T.G., Clark J.M. et Xin H. (2008) Development and application of a novel environmental preference chamber for assessing responses of laboratory mice to atmospheric ammonia. <i>Journal of the American Association for Laboratory Animal Science</i> 47(2):49-56. « Les concentrations moyennes de NH₃ à l'intérieur de cages individuellement ventilées (CIV) réutilisables étaient parfois supérieures à 25 ppm et, dans certains cas, à 150 ppm. Les animaux hébergés dans les cages avec des concentrations élevées de NH₃ ont été étroitement surveillés, et aucun problème manifeste (c'est-à-dire des éternuements, le frottement des yeux ou le nez, un érythème, des changements dans le comportement) n'a été constaté. » [Notre traduction] Silverman J., Bays D.W., Cooper S.F. et Baker S.P. (2008) Ammonia and carbon dioxide concentrations in disposable and reusable ventilated mouse cages. <i>Journal of the American Association for Laboratory Animal Science</i> 47(2):57-62. « Des concentrations d'ammoniac supérieures à 500 ppm ont été enregistrées vers la fin de la période d'étude initiale [7 jours] et des concentrations supérieures à 700 ppm ont été enregistrées vers la fin de la période d'étude croisée [une 2^e période de 7 jours]. L'observation en continu des souris pendant les périodes de captage de gaz n'a révélé aucun comportement indésirable ou problème de santé manifeste. » [Notre traduction] Silverman J., Bays D.W. et Baker S.P. (2009) Ammonia and carbon dioxide concentrations in disposable and reusable static mouse cages. <i>Laboratory Animals</i> 38(1):16-23. « Aucune modification d'ordre pathologique n'a été observée dans les

	<p>voies nasales des souris exposées à des concentrations élevées d'ammoniac [allant de 2 à 358 ppm]. Nos résultats vont donc à l'encontre d'études similaires chez les rats (Broderson et coll., 1976) dans lesquelles des lésions bénignes, notamment l'hyperplasie épithéliale accompagnée de la mort cellulaire et l'œdème de la sous-muqueuse, la congestion et la fibrose, ont été signalées en association à une exposition à 150 ± 250 ppm d'ammoniac [...]. Cela peut être dû aux faits suivant : une période d'exposition d'au moins 35 jours contre environ 10 jours pour nos souris, une exposition continue chez les rats, des variations entre les espèces. De leur côté, Buckley et coll. (1984) ont constaté des lésions bénignes chez les souris exposées à 303 ppm d'ammoniac, mais ces lésions étaient plutôt inflammatoires. Encore une fois, les différences dans le plan d'expérimentation, comme le type d'exposition et la souche de souris, pourraient expliquer les divergences dans les résultats. » [Notre traduction]</p> <p>Reeb-Whitaker C. K., Paigen B., Beamer W. G., Bronson R. T., Churchill G. A., Schweitzer I. B. et Myers D.D. (2001) The impact of reduced frequency of cage changes on the health of mice housed in ventilated cages. <i>Laboratory Animals</i> 35(1):58-73.</p>
<p>Autres données</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alors que les souris peuvent vivre dans des conditions où la concentration d'ammoniac est très élevée pendant de longues périodes, l'humain pourrait difficilement travailler dans ces conditions vu la sensibilité de son odorat (commentaire formulé par un participant) • « Il n'y a pas de lignes directrices spécifiques pour les limites d'exposition à l'ammoniac chez la souris, probablement parce que la littérature n'est pas claire à l'égard des concentrations délétères. [...] la capacité à tolérer l'ammoniac varie grandement selon les espèces. [...] Les humains ne peuvent pas tolérer sans danger des concentrations de 100 ppm pendant plus d'une heure (Studier et coll., 1967). Les souris se classent dans une plage intermédiaire, survivant 1 h à 3440 ppm (Kapeghian et coll., 1982) et 16 h à 1000 ppm (Studier et coll., 1967). [...] La réaction à l'ammoniac varie également parmi les souches de souris (Schaper, 1993). Par exemple, la concentration d'ammoniac qui se traduit par une réduction de 50 % de la fréquence respiratoire (RD50) est de 303 ppm chez la souris Webster Swiss (Barrow et coll., 1978) et de 790 ppm chez la souris BALB/c (Tomas et coll., 1985). » [Notre traduction] <p>Reeb-Whitaker C.K., Paigen B., Beamer W.G., Bronson R.T., Churchill G.A., Schweitzer I.B. et Myers D.D. (2001) The impact of reduced frequency of cage changes on the health of mice housed in ventilated cages. <i>Laboratory Animals</i> 35(1):58-73.</p> <ul style="list-style-type: none"> • « Une deuxième étude a été menée avec des souris C57BL/6J hébergées dans un espace restreint de $3,2 \text{ po}^2$ par souris (soit $20,6 \text{ cm}^2$), avec comme principal effet de fortes concentrations d'ammoniac dépassant la limite acceptable en milieu de travail. Cependant, malgré ces conditions de densité de logement, les voies nasales et les globes oculaires des souris

	<p>sont restés normaux au microscope. » [Notre traduction] Smith A.L., Mabus S.L., Stockwell J.D. et Muir C. (2004) Effects of housing density and cage floor space on C57BL/6J mice. <i>Comparative Medicine</i> 54(6):656-663.</p> <ul style="list-style-type: none"> « Les études décrites dans la littérature ne sont pas fondées sur l'exposition de rongeurs sains à des concentrations d'ammoniac provenant de sources naturelles et ne reflètent pas un environnement de laboratoire typique. » [Notre traduction] Reeb C.K., Jones R.B., Bearg D.W., Bedigian H., Meyer D.D. et Paigen B. (1998) Microenvironment in ventilated animal cages with differing ventilation rates, mice populations, and frequency of bedding changes. <i>Contemporary Topics in Laboratory Animal Science</i> 37(2):43-49.
COBAYES	
Moins de 50 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « L'exposition des animaux à l'ammoniac [des cobayes ayant reçu le vaccin bacille de Calmette-Guérin (BCG) ont été exposés à 50 ou 90 ppm d'ammoniac] réduit considérablement la médiation cellulaire (à savoir une lésion cutanée) [...]. Les résultats de cette étude indiquent que la réaction des lymphocytes du sang ou des bronches au test cutané de dépistage de la tuberculose a été réduite chez les animaux exposés à l'ammoniac. Par conséquent, il semble que l'ammoniac in vivo inhibe la libération de lymphokines et la médiation de la réaction inflammatoire, compromettant ainsi la capacité de l'hôte à vaincre l'infection. » [Notre traduction] Targowski S.P., Klucinski W., Babiker S et Nonnecke B.J. (1984) Effect of ammonia on in vivo and in vitro immune responses. <i>Infection and Immunity</i> 43(1):289–293.
VOLAILLE	
Moins de 25 ppm	<ul style="list-style-type: none"> « De fortes concentrations d'ammoniac peuvent avoir des répercussions négatives sur la santé et la production animales. Par exemple, une réduction du poids corporel final a été observée chez la volaille produite dans des locaux d'hébergement au sein desquels la concentration d'ammoniac était de 25 ppm ou plus pendant la période de couvaion. » [Notre traduction] Reece et coll., 1980, cité par Gay S.W. et Knowlton K.F. (2009) <i>Ammonia emissions and animal agriculture</i>. « Il y a une différence significative entre les réactions à 0 et 25 ppm ($p < 0,05$), mais pas entre 25 et 45 ppm ($p > 0,05$). Cela semble indiquer que l'ammoniac peut susciter une aversion chez les poules et que le seuil de cette réaction se situe entre 0 et 25 ppm. » [Notre traduction] Kristensen H.H., Burgess L.R., Demmers T.G. et Wathes C.M. (2000) The preferences of laying hens for different concentrations of atmospheric ammonia. <i>Applied Animal Behaviour Science</i> 68(4):307-318.

