

La prévention dans les silos



CSST



L'Union des
producteurs
agricoles

Santé
et Services sociaux

Québec



La prévention dans les silos



Recherche, rédaction et validation
Bernard Paquet, André Éthier, François Fontaine, CSST
Michel Legris, Direction régionale de santé publique de la Capitale nationale
Benoit Gingras, MSSS

Coordination
Guylaine Tremblay, CSST

Coordination de la conception-production
Lucie Duhamel et Christine Bureau, Direction des communications, CSST

Correction des épreuves
Claudette Lefebvre, Direction des communications, CSST

Illustration
Ronald DuRepos

Conception graphique
Nancy Dubé, Direction des communications, CSST

Suivi d'impression et de distribution
Lise Tremblay, Direction des communications, CSST

Impression
Imprimerie Bergeron Inc.

© Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, 2006
ISBN 2-550-46052-9

Table des matières

Introduction	4
Mesures générales de prévention	5
Le silo à fourrage	6
Le silo hermétique	8
Le silo à grains	10
La procédure d'entrée dans les silos	12
Les équipements et les moyens de protection	13
Tableaux	
Effets sur la santé des contaminants se trouvant dans les silos	16
Effets sur la santé selon la concentration en oxygène dans l'air	18
Caractéristiques des principaux gaz dangereux se trouvant dans les silos	18
Bibliographie	19

Introduction

Chaque année, des producteurs et des travailleurs agricoles sont pris au piège dans des silos.

- ▶ Un producteur agricole est mort enseveli à l'intérieur d'un silo à grains.
- ▶ Un travailleur est mort asphyxié après être descendu dans un silo hermétique pour y récupérer l'embout d'un ventilateur.
- ▶ Le fils d'un producteur agricole a été intoxiqué pendant une intervention dans un silo à fourrage.

Au Québec, en moyenne, un travailleur par année meurt enseveli ou intoxiqué dans un silo et les travailleurs qui manquent d'y laisser la vie sont nombreux. Comme les accidents liés au travail dans les silos causent souvent des blessures graves ou des décès, les travailleurs ne devraient jamais entrer dans un silo sans appliquer la procédure de travail sécuritaire en espace clos.

Selon le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST), un silo est considéré comme un espace clos, c'est-à-dire un espace totalement ou partiellement fermé :

- ▶ qui n'est pas conçu pour être occupé par des personnes (même si, à l'occasion, il faut y entrer pour effectuer un travail) ;
- ▶ auquel on ne peut accéder ou dont on ne peut ressortir que par une voie restreinte ;
- ▶ qui présente des risques pour la santé et la sécurité de quiconque y pénètre (intoxication par un gaz, ensevelissement, etc.).

Les travailleurs obligés d'entrer dans un silo doivent en connaître les dangers et avoir appris les méthodes de travail sécuritaires à y appliquer. Les pages qui suivent donnent un aperçu :

- ▶ des principaux dangers qui existent dans les silos ;
- ▶ des situations dangereuses à l'origine des accidents ;
- ▶ des principales mesures de prévention à adopter ;
- ▶ de la procédure d'entrée dans les silos ;
- ▶ des équipements de protection à utiliser ;
- ▶ des effets sur la santé des contaminants qui se trouvent dans les silos.

Mesures générales de prévention

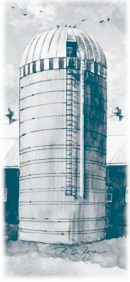
Les principes de base de la prévention s'appliquent aux espaces clos. Ainsi, dans toutes les situations dangereuses, il faut identifier le danger ou le problème, apporter des correctifs, puis prendre les moyens nécessaires pour contrôler la situation.



Le silo à grains

Le silo hermétique

Le silo à fourrage



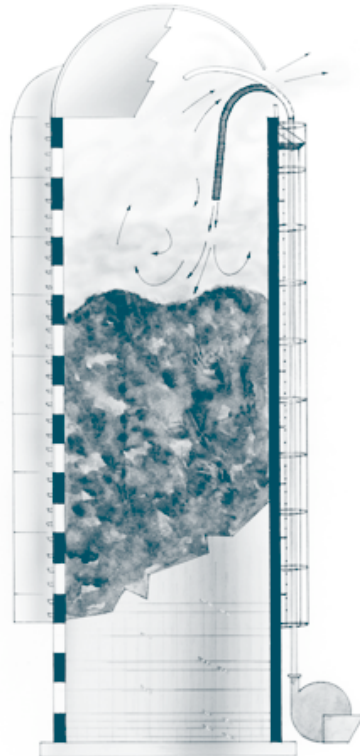
Le silo à fourrage

Les plantes fourragères entreposées dans un silo produisent des gaz de fermentation qui présentent des risques importants pour la santé et la sécurité des travailleurs. Plus lourds que l'air, ces gaz ont tendance à s'accumuler à la surface de l'ensilage ou du fourrage. Ils peuvent aussi descendre par la chute du silo et se répandre à sa base jusque dans la salle d'alimentation et dans l'étable si la porte n'est pas étanche.

La production de gaz de fermentation commence au moment de l'ensilage et peut se poursuivre pendant trois ou quatre semaines. Dans le cas où le fourrage est temporairement entreposé dans des remorques, le processus de fermentation a déjà commencé au moment de l'ensilage, ce qui peut constituer un risque supplémentaire.

Plusieurs conditions peuvent favoriser la formation de gaz de fermentation dont le dioxyde d'azote :

- ▮ une photosynthèse réduite (ensoleillement faible, plantation trop dense) ;
- ▮ une sécheresse durant la période de croissance suivie de pluie abondante durant la récolte ;
- ▮ une fertilisation excessive.



Principaux gaz toxiques présents

- ▮ Dioxyde d'azote (NO₂)
- ▮ Dioxyde de carbone (CO₂)

Risques

- ▮ Intoxication
- ▮ Asphyxie
- ▮ Chutes
- ▮ Risques liés aux pièces en mouvement
- ▮ Poussières et moisissures

Principales situations dangereuses

- ▮ Installation des portes dans la chute du silo.
- ▮ Nivelage du fourrage, installation d'une toile, installation et entretien de la désileuse.
- ▮ Travail dans la salle d'alimentation et dans l'étable (manipulation et mélange du fourrage).

Mesures de prévention

Réduction des gaz

- ▮ Appliquer les engrais selon les dosages recommandés.
- ▮ Effectuer un contrôle approprié des mauvaises herbes, compte tenu de leur teneur élevée en nitrate.
- ▮ À la suite d'une période de sécheresse prolongée, attendre environ une semaine avant de récolter les plantes fourragères, de sorte qu'elles reprennent leur croissance et épuisent l'excès de nitrate qu'elles ont accumulé.
- ▮ Ventiler le silo en installant un tuyau flexible de 200 mm de diamètre à la sortie du jet d'air. Il est recommandé de laisser un espace de moins de six mètres entre la sortie d'air du tuyau et la surface de l'ensilage.
- ▮ En remplissant le silo, niveler le fourrage à l'aide d'un distributeur ou d'un déflecteur bien ajusté à la goulotte de remplissage plutôt que manuellement.

Protection contre les gaz toxiques

- ▮ Porter un appareil de protection respiratoire à adduction d'air.

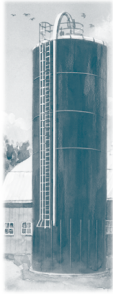
Prévention des chutes

- ▮ Porter un harnais muni d'un absorbeur d'énergie ou d'un enrouleur-dérouleur pourvu d'un absorbeur d'énergie et relié à un système de levage et de retenue.

Prévention des accidents attribuables au contact avec des pièces en mouvement

- ▮ Couper et cadenasser toutes les sources d'énergie des pièces en mouvement.

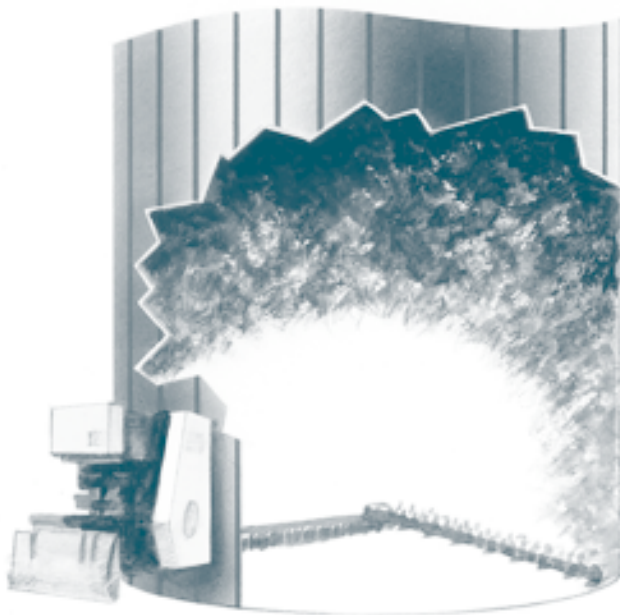
Il ne faut jamais pénétrer dans un silo à fourrage sans appliquer la procédure d'entrée dans les silos. Voir la page 12.



Le silo hermétique

Dans les silos hermétiques, la fermentation du fourrage crée une atmosphère pauvre en oxygène et riche en dioxyde de carbone.

Le déchargement du fourrage se fait par la base. Il arrive, à l'occasion, qu'un espace vide se forme dans la partie inférieure du silo et qu'une masse instable risque de s'effondrer à tout moment.



Principaux gaz toxiques présents

- ▮ Dioxyde de carbone (CO₂)

Risques

- ▮ Ensevelissement
- ▮ Asphyxie
- ▮ Incendie
- ▮ Implosion
- ▮ Chutes
- ▮ Risques liés aux pièces en mouvement

Principales situations dangereuses

- ▮ Réparation et entretien d'équipement à l'intérieur du silo (à la base ou dans le haut du silo).
- ▮ Manque d'étanchéité du silo.
- ▮ Portes ouvertes trop longtemps (avant ou après l'ensilage ou le désilage).
- ▮ Arrosage à l'intérieur du silo pendant un incendie.

Mesures de prévention

Protection contre l'ensevelissement

- ▮ Au moment d'entrer à la base du silo, installer sous la masse instable une structure de protection appropriée pour empêcher l'effondrement.

Protection contre les gaz toxiques

- ▮ Porter un appareil de protection respiratoire à adduction d'air.

Protection contre l'incendie

- ▮ Vérifier et assurer l'étanchéité du silo.
- ▮ Ouvrir les portes à la base ou au sommet du silo le moins longtemps possible.

- ▮ Si un incendie se déclare :

- ne pas arroser à l'intérieur du silo ;
- fermer toutes les ouvertures (y compris celle de la désileuse) ;
- s'éloigner ;
- alerter le service d'incendie et le fournisseur du silo.

Prévention des chutes

- ▮ Porter un harnais muni d'un absorbeur d'énergie ou d'un enrouleur-dérouleur pourvu d'un absorbeur d'énergie et relié à un système de levage et de retenue.

Prévention des accidents attribuables au contact avec des pièces en mouvement

- ▮ Couper et cadenasser toutes les sources d'énergie des pièces en mouvement.

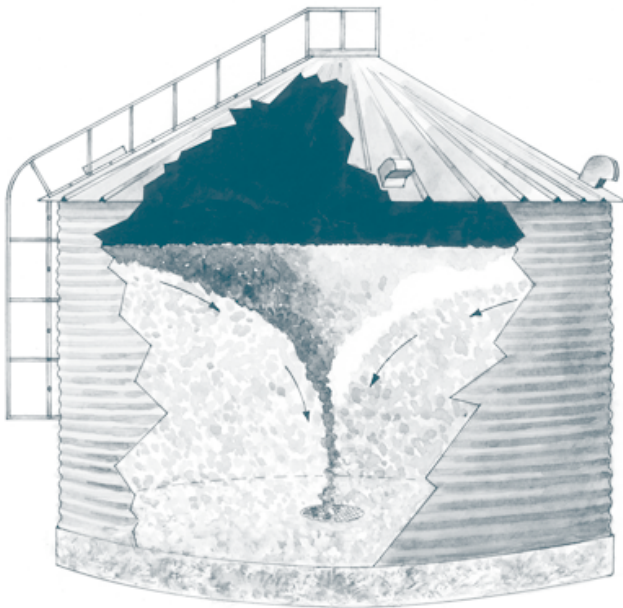
Il ne faut jamais pénétrer dans un silo hermétique sans appliquer la procédure d'entrée dans les silos. Voir la page 12.



Le silo à grains

La mise de grains en silo ne produit généralement pas de gaz toxiques. Toutefois, des grains moisiss présentent des risques dont il faut tenir compte en entrant dans le silo.

Les grains ne s'écoulent pas toujours facilement et il arrive qu'un « pont de grains » se forme au-dessus d'un espace vide. Si un travailleur marche sur ce pont et qu'il s'effondre, le travailleur risque d'être enseveli en quelques secondes.



Principaux gaz toxiques présents

- ▮ Aucun dans des conditions normales.

Risques

- ▮ Ensevelissement
- ▮ Poussières et moisissures
- ▮ Risques liés aux pièces en mouvement

Principales situations dangereuses

- ▮ Pénétrer dans le silo pour en retirer des grains agglutinés.
- ▮ Prendre des échantillons de grains.
- ▮ Nettoyer le silo.

Mesures de prévention

Protection contre l'ensevelissement

- ▮ Ne jamais pénétrer à l'intérieur d'un silo par les ouvertures se trouvant à la base pour rompre le pont de grains.
- ▮ Rompre le pont de grains à distance, en utilisant une tige en bois à partir du haut du silo.
- ▮ Toujours porter un harnais relié à une corde d'assurance aussi courte que possible et solidement fixée à l'extérieur de l'espace clos.
- ▮ Pour diminuer le risque de formation de ponts, il est recommandé de maintenir le taux d'humidité le plus bas possible à l'aide d'une ventilation appropriée.

Protection contre les poussières et les moisissures

- ▮ Porter un appareil de protection respiratoire.

Prévention des accidents attribuables au contact avec des pièces en mouvement

- ▮ Couper et cadenasser toutes les sources d'énergie des pièces en mouvement.

Il ne faut jamais pénétrer dans un silo à grains sans appliquer la procédure d'entrée dans les silos. Voir la page 12.

La procédure d'entrée dans les silos

La procédure d'entrée dans les silos doit être appliquée par du personnel ayant reçu une formation sur les risques inhérents au travail dans les silos et sur l'utilisation des équipements de protection individuelle et collective.

La procédure comprend notamment :

- ▶ Les mesures à prendre pour s'assurer que le travailleur possède les connaissances, la formation ou l'expérience nécessaire pour effectuer un travail dans un espace clos.
- ▶ L'identification des dangers que présentent les silos.
- ▶ La définition des mesures de prévention à prendre pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.
- ▶ L'analyse de l'air avant et pendant le travail. Si on ne fait pas d'analyse ou s'il est impossible de maintenir une atmosphère conforme aux normes du RSST dans l'espace clos en le ventilant, le port d'un appareil de protection respiratoire est obligatoire.
- ▶ La disponibilité et le port des équipements nécessaires pour le travail dans les silos (harnais, treuil, appareil de protection respiratoire, détecteur multigaz, etc.).
- ▶ L'assurance qu'une surveillance permanente est effectuée par une personne se trouvant à l'extérieur du silo.
- ▶ L'élaboration de mesures de sauvetage permettant de porter secours rapidement aux travailleurs en difficulté. Ces mesures doivent être éprouvées.



Les équipements et les moyens de protection

Le travail dans les silos nécessite des équipements et des moyens de protection particuliers. On trouvera dans la section qui suit ceux qui sont le plus couramment utilisés.

Appareils de protection respiratoire

Les appareils de protection respiratoire approvisionnent l'utilisateur en air neuf ou régénéré par une source indépendante de l'air ambiant. Il en existe deux grandes catégories :

- ▶ les appareils de protection respiratoire à adduction d'air ;
- ▶ les appareils de protection respiratoire autonomes.

L'appareil à adduction d'air offre le facteur de sécurité le plus élevé. Toutefois, son utilisation est complexe et exige une formation appropriée. C'est par l'intermédiaire d'un compresseur, d'un réservoir ou de bouteilles en cascades que l'air est amené dans l'appareil. Le port d'une bouteille d'urgence accrochée à la ceinture est obligatoire.

L'appareil à adduction d'air autonome permet une plus grande mobilité, puisque l'utilisateur transporte avec lui sa bouteille d'alimentation en air. Dans certains espaces clos, notamment dans le silo à fourrage dont la voie d'accès est de dimension réduite, la bouteille peut cependant présenter un inconvénient important. Pour remédier à cette situation, il est recommandé d'utiliser le système à adduction d'air. L'utilisateur est approvisionné en air neuf à partir de conduits reliés à un système d'air comprimé ou à des bouteilles d'air.



Les équipements et les moyens de protection

Appareils de protection respiratoire contre les poussières et les moisissures



Les appareils de protection respiratoire contre les poussières et les moisissures c'est-à-dire les appareils de protection respiratoire à épuration d'air à filtres à particules, doivent offrir un pouvoir de filtration approprié qui tient compte de la quantité de poussières ou de moisissures présente dans l'air. Dans la plupart des cas, un appareil filtrant de type N-95, dont le pouvoir de filtration s'élève à 95 %, est nécessaire. Toutefois, lorsque les concentrations de poussières ou de moisissures sont élevées, il faut augmenter le pouvoir de filtration. Dans ces circonstances, un appareil de type N100 est indispensable.

Ces appareils n'apportent pas d'air frais et, par conséquent, ne peuvent être utilisés dans une atmosphère appauvrie en oxygène ou contenant des gaz toxiques. De plus, en choisissant le type de masque, il faut prendre en compte les risques de contact avec la peau et les yeux. Il existe des masques jetables, des demi-masques et des masques complets pour tous les types d'appareils de filtration.

Harnais de sécurité



Les personnes qui entrent dans un silo doivent porter un harnais de sécurité de type AE et conforme à la norme CAN/CSA Z 259.10-M90. En cas d'accident, le harnais de type AE, qui comporte deux anneaux à la hauteur des épaules, maintient le corps en position verticale et facilite la remontée de la personne en difficulté, même si elle est inconsciente. Enfin, le harnais doit être muni d'un absorbeur d'énergie ou d'un enrouleur-dérouleur pourvu d'un absorbeur d'énergie et relié à un système de levage et de retenue. Pour entrer dans un silo à grains, il faut porter un harnais relié à une corde d'assurance aussi courte que possible et solidement fixée à l'extérieur de l'espace clos.

Les équipements et les moyens de protection

Système de levage et de retenue

Le système de levage et de retenue permet de sortir du silo une personne en difficulté, voire inconsciente, et de la retenir en cas de chute sans avoir à entrer dans l'espace clos. Ce système comprend notamment un treuil fixé à un point d'ancrage solide.

Détecteur multigaz



Le détecteur multigaz est un appareil de mesure à lecture directe qui doit permettre de mesurer le taux d'oxygène et la concentration d'un ou de plusieurs gaz toxiques, notamment le dioxyde d'azote, dans l'air ambiant. Cet appareil est muni d'une alarme sonore et visuelle qui s'active lorsque les concentrations dangereuses pour la santé sont dépassées. Le détecteur doit être muni d'un tube-rallonge approprié afin de pouvoir mesurer les concentrations de contaminants chimiques sans avoir à pénétrer dans l'espace clos. Ce type d'appareil doit être étalonné chaque fois avant d'être utilisé.

Ventilation

Avant d'entrer dans un silo, il est essentiel d'en assurer une ventilation efficace. Cette ventilation doit être maintenue pendant toute la durée du travail à l'intérieur du silo pour en évacuer les gaz toxiques.

Cadenassage



La procédure de cadenassage consiste à prendre les moyens nécessaires pour que toutes les sources d'alimentation en énergie soient coupées et qu'il soit impossible de remettre les appareils en marche pendant toute la durée du travail à l'intérieur du silo.

Vêtements de protection

Porter les vêtements appropriés selon les risques identifiés (ex. : casque et chaussures de sécurité, lunettes ou visière contre les poussières et les moisissures, etc.).

Les tableaux suivants décrivent les effets des contaminants sur la santé des personnes exposées, les principales caractéristiques de ces contaminants et les lieux où ils se trouvent.

Effets sur la santé des contaminants se trouvant dans les silos

Gaz de fermentation	Lieux	Concentration en ppm ²	Effets selon la concentration
Dioxyde d'azote ³	Silos à fourrage	0,5	Seuil olfactif
		3	Valeur d'exposition admissible pour une durée de 8 heures ⁴
		De 1 à 5	Irritation légère des voies respiratoires (Les personnes dont les bronches présentent une grande sensibilité peuvent ressentir des effets.)
		De 5 à 50	Irritation légère des yeux, du nez et de la gorge ; irritation de modérée à grave des poumons (de 4 à 8 heures après l'exposition)
		De 50 à 150	Irritation de légère à modérée des yeux, du nez et de la gorge ; atteinte grave des poumons (de 4 à 8 heures après l'exposition)
		Plus de 150	Spasmes des voies respiratoires ; manque d'oxygène ; décès immédiat

2. ppm : parties par million.

3. Également appelé bioxyde d'azote.

4. Valeurs d'exposition admissible : concentrations à ne pas dépasser pour éviter des risques pour la santé (RSST, annexe 1).

Effets sur la santé des contaminants se trouvant dans les silos (suite)

Gaz de fermentation	Lieux	Concentration en ppm ⁵	Effets selon la concentration
Dioxyde de carbone ⁶	Silos à fourrage		Le CO ₂ prend la place de l'oxygène.
	Silos hermétiques	5 000	Valeur d'exposition admissible pour une durée de 8 heures ⁷
		20 000	Accélération de la respiration

Autres contaminants	Lieux	Effets selon la concentration
Poussières et moisissures	Silos à fourrage et silos à grains	À concentration élevée : symptômes de type grippal, parfois graves, malaises généraux, maux de tête, toux Manifestations de 4 à 12 heures après l'exposition Guérison spontanée (réaction connue sous le nom de STEPO) ⁸

5. ppm : parties par million.

6. Également appelé bioxyde de carbone.

7. Valeurs d'exposition admissible : concentrations à ne pas dépasser pour éviter des risques pour la santé (RSST, annexe 1).

8. STEPO : Syndrome toxique d'exposition aux poussières organiques.

Bibliographie

Commission de la santé et de la sécurité du travail. Guide de prévention en milieu de travail à l'intention des entreprises agricoles, 1998, 26 p.

Commission de la santé et de la sécurité du travail. Sécurité et silos hermétiques, 1998.

Farm Safety Association. SILO GAS – A Swift and Silent Killer, Fact Sheet NO. F-010, Ontario, septembre 1985, 6 p.

Fortin, S. Pour une bonne conservation des grains, Conseil des productions végétales du Québec inc., novembre 1997.

Gingras, B. L'environnement de la ferme et la santé, Direction de la santé publique, région de la Chaudières-Appalaches, février 1997.

Lachance, André. *Gare aux espaces clos* dans *Prévention au travail*, vol. 11, n° 3, mai-juin-juillet 1998, p. 7-13.

Lafrenière, C. et coll. Comment conserver une bonne récolte sous forme d'ensilage, Colloque du Conseil des productions végétales du Québec inc., novembre 1998.

Legris, Michel. *Silos : il suffit d'une fois...*, dans *Travail et Santé*, 2001, vol. 17, n° 1.

Le Service de plans canadiens. Danger Gaz d'ensilage, Plan M-7410, Révision : 88.09.

Pavelchak, N. et coll. *Silo Gas Exposure in New-York State following the Dry Growing Season of 1995*, dans *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, vol. 14, n° 1, 1^{er} janvier 1999, p. 34-38(5).

Reid, W.S. Silo Gas: Production and Detection, Agriculture Canada, *International Silo Safety Conference*, Kitchener, Ontario, novembre 1984, 38 p.

Turnbull, J.E. Silo gas – What can be done? Agriculture Canada, *International Silo Safety Conference*, Kitchener, Ontario, novembre 1984, 15 p.

Effets sur la santé selon la concentration en oxygène dans l'air

Concentration d'oxygène dans l'air en %	Effets
21	Concentration normale dans l'air
19,5	Concentration minimale acceptable dans l'air selon la réglementation ⁹ Aucun effet sur la santé
16	Accélération de la respiration Jugement perturbé
14	Fatigue rapide Troubles du comportement
6	Essoufflement marqué Décès en quelques minutes

Caractéristiques des principaux gaz dangereux se trouvant dans les silos

Gaz d'ensilage	Formule chimique	Caractéristiques
Dioxyde d'azote ¹⁰	NO ₂	Couleur de rougeâtre à brun jaunâtre et, à certaines concentrations, odeur d'eau de javel Plus lourd que l'air
Dioxyde de carbone ¹¹	CO ₂	Gaz inodore et incolore Plus lourd que l'air Prend la place de l'oxygène

9. Les effets sur la santé présentés dans ce tableau ont un lien direct avec la diminution de la quantité d'oxygène. Comme la quantité d'oxygène a diminué, il faut s'interroger sur la toxicité des gaz qui l'ont remplacé. Lorsque la quantité d'oxygène diminue, le milieu peut devenir hautement toxique.

10. Également appelé bioxyde d'azote.

11. Également appelé bioxyde de carbone.

