

Travaux dans une atmosphère appauvrie en oxygène

Préconisations pour la protection des travailleurs et prévention

ED 6126

AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUE

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CARSAT, CRAM, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés.

Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CARSAT.

Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), les caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Travaux dans une atmosphère appauvrie en oxygène

Préconisations pour la protection
des travailleurs et prévention

Michel FALCY
Florain MARC
Jean-Michel PETIT
Benoit SALLÉ
INRS

SOMMAIRE

Préambule	5
1 Risques pour le personnel	6
1.1. Effets aigus	6
1.2. Effets chroniques	6
2 Principales mesures techniques, organisationnelles, constructives et médicales	6
2.1. Conception des locaux et mesures techniques	7
2.2. Mesures organisationnelles	7
2.3. Prévention médicale	8
Conclusion	9
Annexe I Schéma d'une installation avec production d'azote	10
Annexe II Examens médicaux (détermination des aptitudes)	11
Annexe III Exemple de questionnaire pour le personnel avant tout travail dans des locaux où règne une atmosphère appauvrie en oxygène	12

Préambule

L'existence d'un incendie est conditionnée par la présence simultanée d'un combustible, d'un comburant (l'oxygène de l'air) et d'une énergie d'activation (cf. publication INRS ED 990). Plus la teneur en oxygène diminue, plus il faut augmenter l'énergie d'activation pour déclencher et entretenir un incendie. En dessous d'une certaine teneur en oxygène, spécifique à chaque combustible, l'allumage devient impossible, le combustible ne peut plus brûler. Le tableau ci-après fournit pour différents matériaux la concentration, en % volume - % (vol.) -, d'oxygène en dessous de laquelle celui-ci ne peut pas s'enflammer.

Remarque : La donnée importante est la quantité d'oxygène présente dans l'air, traduite par la pression partielle en oxygène. Cette valeur est fonction de l'altitude. Par commodité dans l'ensemble du document, les pressions partielles seront exprimées en pourcentages volumiques et ces valeurs s'entendent donc au niveau de la mer (altitude inférieure à 700 mètres). Un raisonnement en altitude nécessitera une conversion.

Matériau	Concentration limite d'oxygène (en % volume) en dessous de laquelle il ne se produit pas d'inflammation
Acétone	11
Ethanol	10
Hexanes	10,9
Poly(acrylonitrile/ butadiène/styrène) (ABS)	16,00
Polyméthacrylate de méthyle (PMMA)	15,90
Polypropylène (PP)	16,00
Polyéthylène (PE) haute densité	16,00
Polyéthylène (PE) basse densité	15,90
Polychlorure de vinyle (PVC)	16,90
Papier	15,00
Carton	15,50
Bois	16,00

Les systèmes de protection par atmosphère appauvrie en oxygène sont des moyens pour diminuer les risques de départ et de propagation d'un incendie. Ce dispositif passif n'aura cependant **aucune efficacité d'extinction** si néanmoins le feu se déclare.

La mise en œuvre de ce système doit être le fruit d'une **analyse extrêmement poussée** dans laquelle l'ensemble des autres techniques de protection contre l'incendie

auront été évaluées. La solution d'appauvrissement en oxygène des locaux ne sera prise en compte que lorsqu'aucune autre possibilité n'aura pu être retenue.

La diminution de la teneur en oxygène dans les locaux protégés est obtenue par l'introduction en continu d'un gaz inerte, généralement de l'azote (cf. schéma en annexe I).

La technique de réduction de la concentration en oxygène dans l'atmosphère est de plus en plus utilisée dans diverses branches d'activité afin de diminuer les risques d'incendie. La teneur normale de 21 % (vol.) d'oxygène est abaissée jusqu'à 17 ou 15 % (vol.) voire jusqu'à 13 % (vol.) en fonction des matériaux présents dans les locaux à protéger. Cette technique est notamment utilisée dans les zones d'entreposage (industrie chimique pour les substances dangereuses, industrie des produits alimentaires...) mais également dans des secteurs comme les télécommunications, les locaux où sont installés des coffres forts, les locaux d'archives et les bibliothèques.

Cette technologie offre aux entreprises des avantages essentiellement économiques (faibles investissements dans le cadre de la lutte contre l'incendie...). En revanche, travailler dans une atmosphère appauvrie en oxygène n'est pas sans risque. Il est recommandé que la teneur en oxygène de l'air inhalé se situe entre 19 et 21 % (vol.) et qu'elle ne soit, en aucun cas, inférieure à 17 % (vol.). Des troubles de la santé n'étant pas à exclure, une technique comme celle de la réduction de la concentration en oxygène au-delà de cette valeur ne peut donc pas être mise en œuvre sans prendre impérativement des mesures spécifiques. **Il conviendra donc d'exclure tout risque pour toute personne devant pénétrer dans des locaux appauvris en oxygène.**

Les mesures constructives, techniques, organisationnelles, comportementales et médicales que va proposer ce document, ont été fixées sur la base de l'évaluation des phénomènes dangereux pour les travailleurs lors de travaux dans une atmosphère appauvrie en oxygène.

Nous ne disposons pas encore de connaissances sur les conséquences pour l'être humain d'un travail, intermittent ou permanent, dans une atmosphère appauvrie en oxygène ainsi que les effets dus aux changements répétés de la concentration en oxygène. Il sera donc sûrement nécessaire d'adapter ces mesures en fonction de l'évolution de l'état des connaissances. L'appréciation du risque pour les travailleurs se base essentiellement sur des études réalisées dans le cadre de la médecine d'altitude et sur des études expérimentales. Les effets sur l'homme des atmosphères appauvries en oxygène sont en particulier bien corrélés avec la pression partielle de l'oxygène de l'air ambiant inspiré.

La pression moyenne de l'air au niveau de la mer est de 1013 hPa (atmosphère normobare). À mesure que l'on s'élève, la pression de l'air dans l'atmosphère diminue. Ainsi, la pression partielle de l'oxygène n'est pas uniquement fonction de la concentration d'oxygène mais aussi de l'altitude par rapport au niveau de la mer.

Par exemple,
- à une altitude de 1 700 mètres la pression partielle de l'oxygène équivaut à une concentration de 17 % (vol.) d'oxygène au niveau de la mer ;
- à une altitude de 2 700 mètres, la pression partielle de l'oxygène équivaut à une concentration de 15 % (vol.) d'oxygène au niveau de la mer ;
- à une altitude de 3 800 mètres, elle équivaut à une concentration de 13 % (vol.) d'oxygène au niveau de la mer.
De plus, la pression partielle de l'oxygène est influencée par la situation météorologique (haute pression/basse pression).

Il faut remarquer qu'en pénétrant dans un local à atmosphère réduite en oxygène, il se produit une brusque diminution de la quantité d'oxygène et il n'y a donc pas de phase d'adaptation pour l'organisme.

1 | Risques pour le personnel

Effets aigus

Comme déjà évoqué, il n'existe pas d'expériences de longue durée concernant les personnes qui séjournent dans des locaux appauvris en oxygène. Les influences des contraintes physiques, du stress psychique et des nuisances chimiques n'ont également pas été correctement évaluées. De plus, les risques pour la santé en cas de concentration de l'oxygène inférieure à 13 % (vol.) dans une atmosphère normobare n'ont absolument pas été analysés dans le cadre de la protection de la santé.

Bien que le séjour dans des locaux où règne une atmosphère appauvrie en oxygène ne puisse être totalement assimilé à un séjour en altitude, les symptômes dans de tels locaux sont plus ou moins similaires, selon la concentration en oxygène choisie, à ceux d'un **mal d'altitude aigu** : céphalées, fatigue, inappétence, vertiges, insomnies et dans les cas graves, oedème pulmonaire ou cérébral.

Plus une ascension sera rapide, plus les troubles seront fréquents et intenses, et plus l'organisme aura du mal à mettre en place des mécanismes de compensation (comme l'augmentation du nombre de globules rouges) qui permettent de mieux supporter une hypoxie¹. Il faut toutefois signaler que certains symptômes sont en relation avec la baisse de la pression atmosphérique, ce qui peut expliquer que le mal des montagnes se produira d'autant plus fréquemment que l'altitude sera plus élevée. La sensibilité individuelle joue également un rôle quant à la manifestation des symptômes. Plus faible sera la concentration en oxygène choisie, plus fréquents et marqués seront les troubles à attendre.

Des examens empiriques ont montré qu'en cas de diminution de la pression partielle de l'oxygène, le rendement de l'organisme baissait, la fatigabilité augmentait mais également le taux d'erreurs lors de réalisation de

tâches visuelles, le temps de réaction et les erreurs de logique. Le contrôle de l'équilibre peut également être perturbé. Ces facteurs peuvent entraîner une augmentation du risque d'accident. De plus, lorsque les valeurs de la pression partielle de l'oxygène sont très faibles, les sujets peuvent ressentir un état d'euphorie qui peut entraîner la réalisation d'actes dangereux pour soi-même et les autres. L'importance des effets dépend de plus de l'intensité des efforts physiques fournis.

Effets chroniques

Les effets chroniques de l'hypoxie ne sont connus que par l'intermédiaire de certaines pathologies (insuffisance respiratoire chronique, apnée du sommeil) et l'imbrication avec d'autres pathologies ne permet pas d'isoler les seuls effets de l'hypoxie. Cette faible connaissance incite toutefois à la plus grande prudence quant aux risques à long terme sur la santé liés à ce type d'atmosphère de travail. Enfin, la réduction de la teneur en oxygène de l'air (et donc de la pression partielle d'oxygène) constitue un risque plus particulier pour les travailleurs ayant des problèmes de santé préexistants et souffrant de maladies cardiaques, circulatoires, pulmonaires, respiratoires ou sanguines. Nous n'avons actuellement aucune donnée permettant de savoir si des modifications rapides et répétées de concentration partielle en oxygène peuvent avoir des conséquences à terme sur l'organisme.

Pour des concentrations en oxygène inférieures à 13 % (vol.), le manque d'oxygène peut provoquer des atteintes irréversibles à la santé, voire le décès des personnes concernées.

2 | Principales mesures techniques, organisationnelles, constructives et médicales

Les mesures à adopter seront fonction de la concentration d'oxygène la plus faible qui peut être atteinte dans un local sans qu'on le sache (seuil d'alerte inférieur). On distinguera les zones suivantes :

- **zone 1 : concentration en oxygène inférieure à 19 mais au moins égale à 17 % (vol.),**
- **zone 2 : concentration en oxygène inférieure à 17 mais au moins égale à 15 % (vol.),**
- **zone 3 : concentration en oxygène inférieure à 15 mais au moins égale à 13 % (vol.),**
- **Zone 4 : concentration en oxygène inférieure à 13 % (vol.).**

Cette catégorisation ne s'applique qu'aux endroits situés à une altitude inférieure à 700 mètres par rapport au niveau de la mer. Au-delà de cette limite, il faut tenir compte de l'altitude.

L'ensemble des mesures est à concrétiser dans la démarche de sécurité de l'entreprise, sur la base de l'évaluation des

1. Défaut d'apport en oxygène aux cellules et tissus d'un organisme.

dangers et de l'analyse du risque et toutes les mesures doivent être consignées.

2.1. Conception des locaux et mesures techniques

- Il convient de tenir compte des principes de protection de la santé lors de la conception et de l'aménagement des locaux dans lesquels règne une atmosphère appauvrie en oxygène.
- Lors de la conception de locaux à atmosphère appauvrie en oxygène, une **appréciation du risque doit être effectuée**, en faisant appel à des médecins, des hygiénistes du travail et des ingénieurs de sécurité. Cette évaluation du risque doit tenir compte en particulier des caractéristiques des locaux, telles que leur altitude par rapport au niveau de la mer, les conditions climatiques et de pression atmosphérique, de facteurs additionnels chimiques, biologiques et physiques (froid, etc.) et de la pénibilité du travail sur le plan physique et mental.
- L'arrivée de gaz neutre doit se faire de manière à garantir une concentration d'oxygène homogène dans l'ensemble du local. Elle doit pouvoir être interrompue manuellement, en permanence, depuis un emplacement sûr et accessible depuis l'extérieur du local.
- **La concentration en oxygène doit être aussi élevée que possible** et n'être abaissée qu'au seuil nécessaire, en fonction du risque incendie pris en compte. En l'absence de données exhaustives sur l'inflammabilité des matériaux, des tests de combustibilité sont à effectuer avec divers niveaux de réduction de la concentration en oxygène.
- La concentration en oxygène doit toujours pouvoir être mesurée de façon fiable par un nombre suffisant d'instruments de mesure, même en cas de défaillance ou de panne de l'un d'entre eux. Toute défaillance de l'un des instruments doit pouvoir être détectée et signalée immédiatement.
- Un affichage digital, clairement identifié, intérieur (visible en tout point du local) et extérieur indiquera en continu la concentration en oxygène.
- Pour les **zones 2, 3 et 4**, un dispositif de badgeage électronique sera présent pour assurer un accès limité aux seules personnes autorisées à pénétrer dans le local.
- L'ensemble des portes du local appauvri en oxygène doivent se fermer automatiquement et pouvoir être ouvertes de l'intérieur sans assistance, y compris en cas d'évacuation.
- Les fonctions de sécurité (incendie et/ou contrôle d'accès) doivent être établies et installées par un spécialiste des commandes électroniques disposant des connaissances requises et le respect de leurs exigences doit être attesté par des preuves consignées.

- Les instruments de mesure de la concentration en oxygène doivent être entretenus et étalonnés régulièrement par des spécialistes qualifiés selon les indications du fabricant et les instructions de travail existantes. L'étalonnage et la maintenance doivent être enregistrés et consignés.

- Un système d'alarmes sonore et visuelle prévenant d'une concentration en oxygène inférieure à la concentration de consigne (concentration en oxygène prescrite pour le local) doit être installé. Ces alarmes seront différentes des autres alarmes (incendie, présence de dioxyde de carbone...). Les signaux doivent être perçus par tous les travailleurs, quelle que soit leur position dans le local.

- Des panneaux indiquant que l'atmosphère est appauvrie en oxygène doivent être apposés à l'entrée et à l'intérieur du local (pictogramme « risque d'asphyxie » par exemple).

- L'ensemble des informations (concentration en oxygène, fonctions de sécurité de l'installation, alarmes...) doit être renvoyé à un **poste de contrôle spécialement dédié**. Celui-ci assurera le suivi et la communication en permanence avec les personnes présentes dans les zones à atmosphère appauvrie en oxygène.

- Les atmosphères appauvries en oxygène ne doivent pas pouvoir diffuser par des ouvertures dans des parois, des conduites, des écoulements au sol ou des portes non étanches, etc., dans d'autres locaux non conçus à cette fin. Aussi, autant que faire se peut, les mesures suivantes seront appliquées aux locaux adjacents :
 - l'aération sera assurée par un taux d'ouvertures garantissant d'avoir une ventilation naturelle maximale,
 - des analyseurs d'oxygène seront disposés dans les zones peu ou non ventilées,
 - l'information de ces analyseurs est reportée au poste de contrôle dédié et aux entrées de ces zones peu ou non ventilées,
 - les alarmes, visuelle et sonore, seront installées et seront différentes des autres systèmes d'alarmes (incendie, présence de dioxyde de carbone...),
 - des panneaux seront mis en place aux entrées mettant en garde sur la présence du risque.

- La présence d'appareils de protection respiratoire autonomes est obligatoire dans les locaux à teneur appauvrie en oxygène et dans les locaux adjacents.

2.2. Mesures organisationnelles

- **Interdiction d'avoir des postes de travail fixes** dans des locaux avec une atmosphère appauvrie en oxygène. On ne doit pénétrer dans ces locaux que pour des travaux de maintenance (inspection, entretien, réparations).

- Comme il n'existe aucune donnée fiable en matière de sécurité au travail sur les effets des atmosphères très appauvries en oxygène sur l'être humain (**concentration en oxygène inférieure à 13 % (vol.), zone 4**), **le travail dans ces atmosphères doit être interdit**. Toutefois pour

des interventions exceptionnelles et de courte durée, le personnel doit porter obligatoirement un **appareil de protection respiratoire isolant** (dans les **zones 2 et 3** cette mesure est recommandée).

- Pour les **zones 2, 3 et 4**, il n'est permis d'entrer dans ces locaux qu'après avoir répondu à un questionnaire relatif à l'état de santé et aux différentes prescriptions du chapitre prévention médicale.

- Pour les **zones 2, 3 et 4**, l'accès dans les locaux protégés doit être clairement réglementé par le badgeage électronique et complété par une autorisation de travail délivrée par l'employeur après accord du seul médecin du travail.

- Pour les **zones 2, 3 et 4**, la durée du séjour doit être généralement la plus courte possible et, entre les différents séjours, il faut ménager une pause d'au moins 30 minutes dans un endroit où règne une concentration normale en oxygène. On considère actuellement que la durée maximale d'un séjour d'un seul tenant ne doit pas excéder 4 heures dans une zone 2, 2 heures dans une zone 3. La durée maximale de séjour dans un local à atmosphère appauvrie en oxygène doit être limitée à 6 heures par jour.

- Pour les **zones 2, 3 et 4**, il faut consigner la durée des séjours dans ces locaux, pour chaque salarié, dans une fiche rédigée sur le même modèle que la fiche d'exposition aux agents chimiques dangereux (ACD) ou aux cancérogènes mutagènes et reprotoxiques (CMR).

- Les efforts pénibles, les contraintes physiques et les travaux dans l'urgence doivent être évités et, s'ils ne le peuvent pas, la concentration en oxygène devra être au minimum de 17 % (vol.). En cas d'impossibilité technique, le port de l'appareil respiratoire isolant est obligatoire.

- Les femmes qui se sont déclarées enceintes ne sont pas autorisées à travailler dans les **zones 2, 3 et 4** des locaux à atmosphère appauvrie en oxygène. Il en sera de même pour les stagiaires ou intérimaires.

- La concentration en oxygène mesurée dans le local doit être en permanence enregistrée et consignée.

- Le personnel doit être formé et informé des risques, des mesures de sécurité, du comportement à suivre et de l'utilisation des équipements de protection individuelle avant d'entrer pour la première fois dans une atmosphère appauvrie en oxygène. Cette formation doit être répétée à intervalle régulier (au minimum une fois par an).

- **La surveillance des personnes intervenant dans ces locaux à atmosphère appauvrie en oxygène doit être permanente.**

- Pour les **zones 2, 3 et 4**, les personnes doivent être équipées de moyens de communication qui leur permettront d'entrer en contact à tout moment avec le personnel de surveillance du poste de contrôle dédié et d'assurer ainsi une aide rapide en cas de besoin.

- Dans une **zone 2**, un travailleur isolé sera muni d'un dispositif de contrôle porté réagissant aux mouvements et au positionnement des personnes et donnant automatiquement l'alerte en cas de problème.

- Dans les locaux situés en **zones 3 et 4**, il y aura toujours au minimum deux personnes sur la même intervention afin d'assurer une surveillance mutuelle.

- L'organisation de l'alerte et de secours doit toujours être opérationnelle.

- L'exploitant de locaux avec une atmosphère appauvrie en oxygène doit veiller à ce que **le personnel d'entreprises extérieures, et toute personne devant pénétrer dans le local** appliquent aussi les mesures de sécurité. Ces personnels doivent être informés sur les atmosphères appauvries en oxygène et formés sur le comportement correct à suivre.

- L'exploitant doit informer les services de secours tant départementaux que locaux de la présence de ces locaux et travailler avec eux.

Un plan détaillé et régulièrement mis à jour sera mis à leur disposition.

2.3. Prévention médicale

- Le médecin du travail des entreprises concernées doit avoir une bonne connaissance des conditions de travail particulières de chaque zone ainsi que des spécificités de chaque poste de travail ; ceci notamment en ce qui concerne le pourcentage minimal d'oxygène auquel chaque salarié peut être exposé ainsi que la durée, la fréquence de ces expositions et également la nature de l'activité (pénibilité). Ces éléments guideront le médecin du travail dans la détermination des examens complémentaires nécessaires à la détermination de l'aptitude médicale pour le personnel d'une entreprise devant pénétrer dans des locaux appauvris en oxygène. Afin de pouvoir effectuer cette surveillance médicale spécifique, le médecin du travail sera informé par l'employeur du nom des salariés amenés à pénétrer dans des zones à atmosphère appauvrie en oxygène ainsi que des niveaux de zone et du type de travail envisagé. La visite médicale préalable est nécessaire.

- Bien que les présentes préconisations s'appliquent à toutes les zones dans lesquelles la concentration en oxygène de l'air a été réduite par augmentation permanente de la teneur en gaz inerte à des fins de protection contre l'incendie, aucun poste de travail permanent ne peut être aménagé dans ces zones. L'accès des personnes est autorisé dans les conditions décrites dans ce document.

- Les examens médicaux doivent être effectués à l'embauche des salariés et, dans tous les cas, avant qu'un salarié soit amené à pénétrer dans l'une des zones considérées. Les examens ultérieurs seront effectués selon des modalités et une fréquence déterminée par le médecin du travail en fonction des risques existants (cf. indications

fournies ci-après). Les frais des examens d'aptitude sont à la charge de l'employeur.

- Une attention particulière doit être accordée au personnel d'entreprises intervenantes afin qu'ils ne soient autorisés à pénétrer dans ces zones qu'après l'avis favorable du médecin du travail concerné.
- Les visites médicales et les examens complémentaires dont la teneur reste de la responsabilité du médecin du travail en fonction de son évaluation des risques, pourra comprendre, dans un premier temps, les éléments mentionnés dans les paragraphes 1 à 5 de l'annexe II. Pour l'anamnèse², les sujets pourront remplir un questionnaire tel que celui figurant à l'annexe III.
- Si les résultats de cette visite ne permettent pas de donner une appréciation fiable, il conviendra de pratiquer des examens complémentaires (cf. paragraphe 6 de l'annexe II). Ceux-ci peuvent être effectués au cas par cas et seront fonction du problème constaté. La conduite de ces examens médicaux approfondis et la consultation d'autres médecins spécialisés pour le diagnostic et le traitement d'une maladie sont de la responsabilité du médecin du travail de l'entreprise.
- Les examens ne seront réalisés ou prescrits que par le médecin du travail de l'entreprise. S'ils sont effectués à l'extérieur de l'établissement (centre de pathologie professionnelle, médecin spécialiste...), les résultats ne seront remis qu'au médecin du travail de l'entreprise de qui dépend la décision d'aptitude définitive.
- À la suite de ces examens, le médecin du travail se prononcera sur l'aptitude des salariés à travailler dans les zones appauvries en oxygène et sur les mesures de protection à appliquer si nécessaire. L'avis d'aptitude délivré précisera les zones dans lesquelles le sujet peut être amené à travailler.
- Pour ce qui concerne les avis et les visites médicales systématiques du travail, on peut recommander les principes suivants :
 - **zone 1** : seront autorisées à y pénétrer toutes les personnes ne souffrant pas de **cardiopathie, maladie cardiovasculaire, artérielle, sanguine ou des voies respiratoires**,
 - **zone 2** : les personnes travaillant dans ces zones doivent passer des examens périodiques et réguliers de même nature que l'examen d'embauche au moins tous les deux ans ; l'aptitude au poste devrait tenir compte de la possibilité du port d'un appareil respiratoire isolant ;
 - **zone 3** : les personnes travaillant dans ces zones doivent passer des examens périodiques et réguliers de même nature que l'examen d'embauche au moins tous les ans et ne peuvent exercer que des activités physiques d'intensité réduite ; l'aptitude au poste doit tenir compte de la nécessité du port d'un appareil respiratoire isolant ;

– **zone 4** : l'aptitude au poste doit impérativement prendre en compte la nécessité du port d'un appareil respiratoire isolant.

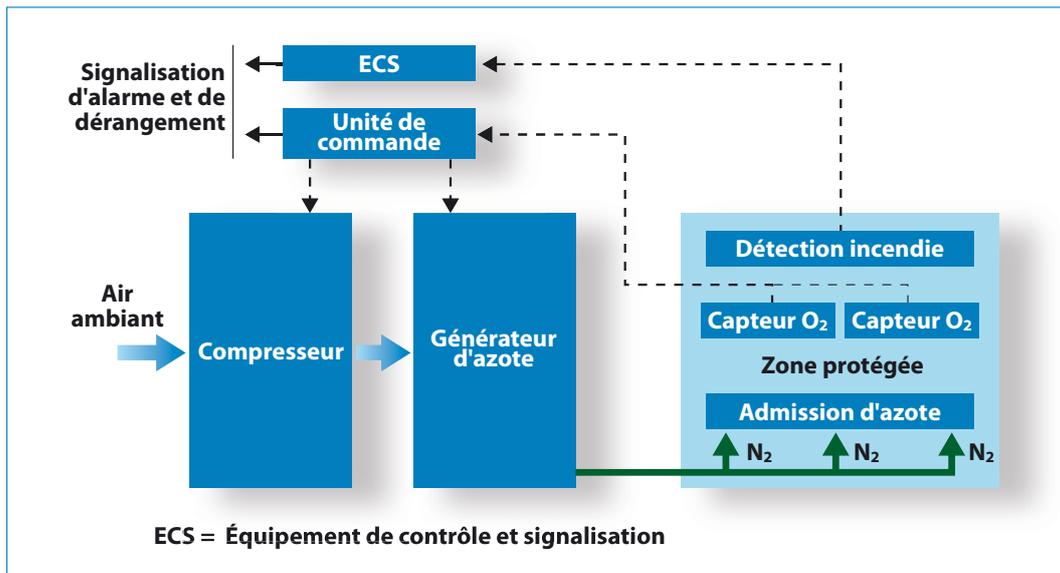
- Lors de toute suspicion de limitation d'aptitude, le médecin du travail doit prévoir une nouvelle visite médicale spécialisée et une nouvelle appréciation. Le travailleur ne peut reprendre son activité dans une atmosphère appauvrie en oxygène que si le médecin confirme son aptitude.
- En dehors des visites systématiques mentionnées ci-dessus, tout travailleur présentant des troubles doit immédiatement quitter les locaux appauvris en oxygène et consulter un médecin. Il ne pourra pénétrer à nouveau dans une telle atmosphère qu'après une nouvelle consultation du médecin du travail.
- Il est important que chaque salarié amené à travailler dans des locaux appauvris en oxygène soit averti des troubles qui peuvent en résulter afin de les quitter rapidement en cas de nécessité.

Conclusion

Vraisemblablement, la technologie des atmosphères appauvries en oxygène pour la prévention des incendies est appelée à se développer. Comme cette technologie est dangereuse en particulier lorsque les concentrations en oxygène sont inférieures à 17 % (vol.), il faut que des mesures techniques, organisationnelles et médicales soient mises en place systématiquement. Les mesures préconisées sont à adapter le cas échéant en fonction des futures connaissances. De manière générale, du point de vue de la protection de la santé, la concentration en oxygène doit être la plus élevée possible lors de la mise en œuvre de cette technologie.

2. Action de retracer les antécédents médicaux et l'historique de la plainte actuelle du patient, avec les résultats des différentes explorations déjà faites et les traitements entrepris.

ANNEXE I | Schéma d'une installation avec production d'azote



ANNEXE II | Examens médicaux (détermination des aptitudes)

1. Anamnèse

1.1. Antécédents

- maladies sanguines familiales (anémie, maladie génétique, drépanocytose)
- maladie sanguine (maladie génétique, anémie, drépanocytose)
- troubles cardiaques
- troubles vasculaires
- hypertension artérielle
- troubles pulmonaires et respiratoires
- troubles du système nerveux central, en particulier comitialité et accident vasculaire cérébral
- troubles lors de séjours en altitude ou de voyages en avion
- troubles antérieurs de la circulation sanguine
- troubles du métabolisme (par exemple le diabète sucré)
- consommation de tabac
- médicaments
- consommation d'alcool

1.2. Troubles actuels

- angine de poitrine
- palpitations, arythmie cardiaque
- essoufflement à l'effort (dyspnée d'effort)
- douleurs au repos de type ischémique
- limitation des performances physiques
- vertige
- syncope
- perturbations de l'état de conscience
- douleurs dans les membres, la poitrine ou le ventre lors de séjours en altitude ou de voyages en avion
- céphalées, fatigue, malaise, vomissement, essoufflement lors de séjours en altitude ou de voyages en avion

1.3. Troubles lors de séjours précédents dans des locaux appauvris en oxygène

- céphalées
- nausée
- inappétence
- vertige
- fatigue anormale
- essoufflement
- douleurs thoraciques
- palpitations
- troubles de la concentration
- troubles de la marche

2. Examen médical

- poumons : fréquence respiratoire, percussion, auscultation
- cœur, vaisseaux : auscultation du cœur (fréquence et rythme cardiaque), pression artérielle, choc de pointe, recherche de signes d'insuffisance cardiaque droite ou gauche (reflux hépatojugulaire, oedèmes périphériques...), souffle carotidien, pouls périphériques
- abdomen : foie, rate

- examen neurologique : nerfs crâniens, force, réflexes, signes pyramidaux, sensibilité

3. Examens de laboratoire

- numération formule sanguine
- glycémie, créatinine, ALAT, γ -GT

4. Spirométrie

- VEMS (volume expiratoire maximal par seconde), CV (capacité vitale), coefficient de Tiffeneau (VEMS/CV), DEP (débit expiratoire de pointe), DEM 50 (débit expiratoire maximal au point 50), courbe débit-volume

5. Electrocardiogramme au repos et ergométrie

- électrocardiogramme au repos
- ergométrie avec électrocardiogramme d'effort

6. Examens complémentaires selon le résultat de la visite médicale de base

- capacité de diffusion du monoxyde carbone ou analyse des gaz du sang au repos et à l'effort
- électrophorèse de l'hémoglobine en cas de suspicion d'une maladie de l'hémoglobine
- examen Doppler cervical des artères à visée cérébrale en cas de suspicion de sténose
- examen cardiologique, pneumologique ou hématologique spécialisé en cas de suspicion de maladies cardiaques, vasculaires, respiratoires ou sanguines.

Ces examens complémentaires, à la charge de l'employeur, peuvent être réalisés dans un centre spécialisé (hôpital...) et leurs résultats seront transmis en toute confidentialité directement au médecin du travail de l'entreprise.

ANNEXE III | Exemple de questionnaire pour le personnel avant tout travail dans des locaux où règne une atmosphère appauvrie en oxygène

Dans l'intérêt de votre santé, veuillez répondre au questionnaire ci-après afin que le médecin du travail, lors de la visite médicale, puisse avoir des éléments afin d'apprécier votre degré d'aptitude à travailler dans des locaux avec une atmosphère appauvrie en oxygène.

Questions du médecin à la personne examinée	oui	non
→ Un cas de maladie sanguine bénigne, de maladie sanguine génétique, d'anémie, de drépanocytose est-il connu dans votre famille ?		
→ Avez-vous eu des troubles lors de séjours en altitude (en montagne) ou de voyages en avion (excepté maux de tête), par exemple maux de ventre, douleurs dans la poitrine, douleurs dans les membres... ?		
→ Avez-vous eu lors de séjours en altitude (en montagne) ou de voyages en avion des maux de tête, nausées/vomissements, dyspnée (difficultés à respirer), abattement de façon telle que vous vous sentiez malade ?		
→ Souffrez-vous d'une maladie cardiaque ?		
→ Souffrez-vous d'une maladie pulmonaire et/ou respiratoire ?		
→ Souffrez-vous d'anémie ?		
→ Souffrez-vous de drépanocytose ?		
→ Avez-vous eu un accident vasculaire cérébral ou un accident ischémique transitoire (accident vasculaire cérébral de courte durée) ? Savez-vous si vous avez une sténose de l'artère carotide ?		
→ Avez-vous ou avez-vous eu des troubles du rythme cardiaque ?		
→ Avez-vous souffert ces 3 derniers mois de vertiges qui vous ont gêné dans vos activités quotidiennes ?		
→ Avez-vous une fois perdu connaissance au cours de l'année passée ?		
→ Lors de vos activités professionnelles ou privées, devez-vous faire des pauses pour cause d'essoufflement durant un effort ?		
→ Devez-vous vous arrêter lorsque vous montez au 1 ^{er} étage pour reprendre votre souffle ?		
→ Est-ce que votre condition physique s'est nettement affaiblie durant les trois derniers mois ?		
→ Avez-vous durant un effort physique ou stress psychique des douleurs ou des sensations d'oppression dans la poitrine ?		
→ Avez-vous eu une fois au cours du mois passé des douleurs dans la poitrine alors que vous étiez au repos ?		
→ Au cours des 3 derniers mois, vous êtes-vous réveillé à cause de difficultés respiratoires ?		
→ Avez-vous eu des problèmes d'équilibre ou des vertiges ?		
→ Souffrez-vous actuellement d'une maladie aiguë ?		

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre CARSAT, CRAM ou CGSS.

Services Prévention des CARSAT et des CRAM

CRAM ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

CARSAT AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat.aquitaine.fr

CARSAT AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

CARSAT BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

CARSAT BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

CARSAT CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintraillies
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

CARSAT CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

CRAM ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

CARSAT LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr
www.carsat-lr.fr

CARSAT MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

CARSAT NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@carsat-norddest.fr
www.carsat-norddest.fr

CARSAT NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

CARSAT NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

CARSAT PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

CARSAT RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

CARSAT SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

COLLECTION DES AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUES

La diminution de la concentration en oxygène dans certains locaux de stockage à des fins de prévention du risque incendie engendre des risques spécifiques pour les personnes amenées à intervenir dans ces zones.

Ce document regroupe les préconisations techniques, organisationnelles et médicales à mettre en place pour la prévention et la sauvegarde de la santé et la sécurité de ces travailleurs.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet: www.inrs.fr • e-mail: info@inrs.fr

Édition INRS ED 6126

1^{re} édition • février 2012 • 3 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1991-5