

HYPERBARE (MILIEU HYPERBARE)

Mis à jour en 28 mai 2010

Les informations fournies par cette fiche sont indicatives, sans valeur légale et sans caractère obligatoire.

Définition de la nuisance ou situation dangereuse

Milieu dans lequel les travailleurs sont appelés à intervenir à une pression supérieure à la pression atmosphérique locale : travaux sous l'eau (plongeurs, scaphandriers) ou travaux en enceinte pressurisée (hyperbaristes).

Rappels :

1 atmosphère = 1 Kg/cm² = 100 hecto Pascal : sous l'eau la pression augmente de 1 atmosphère par 10 m..

Pression absolue (unité : ATA) = Pression de la colonne d'eau + 1 atmosphère (pression atmosphérique locale)

ex. plongée à 30 m = 3 atm + 1 atm = 4 ATA

Danger

- **Accidents mécaniques** = barotraumatismes. Variation de pression implique variation de volume (loi de Boyle Mariotte : P.V. = constante).
 - Barotraumatisme pulmonaire.
 - Barotraumatisme de l'oreille et des sinus.
 - Barotraumatisme du tube digestif (colique du plongeur).
 - Barotraumatisme dentaire : en cas de carie ou de « plombage » défectueux.
 - Accidents concernant uniquement le scaphandrier :
 - * Remontée « en ballon » : par augmentation de pression à l'intérieur du vêtement (soupape de sécurité défectueuse le plus souvent) => risque d'accident de décompression.
 - * Barotraumatisme de la face : par diminution de pression à l'intérieur du vêtement => effet « ventouse » vers le casque => trauma crânien, épistaxis, hémoptysie, hémorragie conjonctivale.
- **Accidents biochimiques** : à certaines pressions partielles (p), certains gaz deviennent toxiques.
 - Oxygène :
 - * Effet neurotoxique : effet Paul Bert : si pO₂ > 1,7 à 2 bar : risque de crise épileptiforme précédée parfois de prodromes (nausées, crampes, tachycardie, polypnée, vertiges, angoisse, hallucinations visuelles). Chez le plongeur, risque de noyade.
 - * Toxicité pulmonaire (effet LORRAIN-SMITH) : quand pO₂ > 0,5 ou 0,6 bar pendant une exposition de longue durée (> 24 h). Il s'agit d'une irritation trachéo-bronchique avec douleurs rétrosternales, toux puis dyspnée, hyperthermie, râles à l'auscultation. Une fibrose pulmonaire peut apparaître

dans un deuxième temps. De ce fait, l' O₂ pur est limité à 6 mn dans l'eau et à 12 mn au sec.

- L'azote : devient narcotique pour p > 5 à 6 bar. La manifestation la plus fréquente est l' »ivresse des profondeurs « : troubles de vigilance et du comportement, désorientation spacio-temporelle, euphorie, hallucinations etc. La plongée en air comprimé n'est donc plus possible au delà de 60 m (7 ATA).

- Hélium : au delà de 60 m, l'azote devra être totalement ou partiellement remplacé par un autre gaz inerte.

A partir de 30 bar si la compression n'est pas assez lente : syndrome nerveux des hautes pressions (SNHP) : tremblements, fasciculations, myoclonies, troubles de la vigilance et ondes « thêta » à l'EEG. D'autres mélanges ont été expérimentés pour réduire ce SNHP : hélium + azote + oxygène; hydrogène + hélium + oxygène ...

- CO₂ : par mauvaise élimination du CO₂ (ventilation ou masque défectueux). pCO₂ maximum autorisée: 10 millibar.

- CO : pollution du mélange respiré: p.CO max. < 0,05 millibar.

• **Accidents de décompression** : accidents ischémiques. Risque de formation de bulles à la décompression (azote ou autre gaz inerte). Pour éviter cela : décompression progressive en respectant les tables de décompression. Facteurs aggravants : fatigue, exercice physique intense, hypercapnie, gêne locale à la circulation (vêtements trop serrés), froid, âge (> 40 ans).

- Accidents suraigus: très rares : « hasard de la bulle » : ex: infarctus, embolie gazeuse cérébrale, effervescence généralisée (état de choc, collapsus).

- Accidents aigus :

* Immédiatement après la décompression, mais le plus souvent après quelques heures (24 h parfois) d'où difficultés du diagnostic. Localisations variées mais le plus fréquemment :

* * Appareil locomoteur: « bends » : arthralgies (épaules, hanches, poignets...): oedème, érythème, craquement à la mobilisation. Traitement : recompression rapide, si non, risque de nécrose aseptique : ostéonécrose dysbarique.

* * Peau et tissus sous cutanés : »puces « , » moutons « .

* * S.N.C.: paraplégies flasques + troubles sphinctériens évoluant vers la spasmodicité (traitement : recompression rapide).

* * Appareil respiratoire : dyspnée, douleur thoracique, O.A.P.

- Accidents chroniques : parfois plusieurs années après la « mauvaise décompression ».

Ostéoarticulaire le plus souvent (ostéonécrose dysbarique). Diagnostic principalement radiologique. L'épaule et la hanche sont le plus souvent atteints.

• **Autres accidents** : dus à la tâche réalisée, à l'outillage etc.. (ex: perforation du vêtement du scaphandrier : risque de noyade ...).

Tâches et postes

Tâches	Postes
Travaux en rivière, mer, plans d'eau : barrages, puits, forage, aménagement des berges ..., mise en place de palplanches, coffrages, bétonnage. Plongée	Scaphandrier, plongeur, tubiste
Mise en oeuvre de piles de pont sur mer, rivières Bouclier poussé par des verrins : tubistes, creusement de galeries, tunnels, sondage, terrassement. Divers travaux : électricité, maçonnerie, étanchéité, injection de matériaux pour consolider le sous sol. Travaux en terrain humide ou marécageux (creusement).	Tunnelier Hyperbariste : • Travaux en caisson : installations verticales • Travaux au bouclier : tube métallique qui progresse horizontalement pour creuser (sous une rivière par exemple).

Fiches FAST liées

- Opérateur Tunnelier - Voir la fiche
- Scaphandrier Plongeur - Voir la fiche

Conditions d'exposition

Matériaux

Pour les tubistes : type de sol où le travail est réalisé (siliceux etc ...).

Matériels

Outillage variable : soudage, marteau piqueur, pelle, pioche etc...

Cofacteurs environnementaux

Exiguïté des lieux de travail, du sas, milieu confiné, froid, chaleur.

Facteurs individuels

Augmentation de masse grasseuse et/ou dyslipémie, fatigue, élévation de l'hématocrite, éthylisme, troubles ventilatoires (restrictifs ou obstructifs), dysperméabilité de la trompe d'Eustache, âge (> 40 ans), HTA etc ... Conditions de travail : efforts physiques ou soutenus pendant et après le travail, sollicitant les articulations, postures défavorables.

Contenu des actions

Suivi réglementaire

Suivi individuel de l'état de santé des travailleurs

Arrêté du 11-07-77 : travaux effectués dans l'air comprimé.

Décrets et textes spécifiques :

- (1) Décret du 28-03-1990 : relatif à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare.
- (2) Arrêté du 28-01-1991 : définissant les modalités de formation à la sécurité des personnels intervenant dans des opérations hyperbares.
- (3) Arrêté du 28-03-1991 : définissant les recommandations aux médecins du travail chargés de la surveillance médicale des travailleurs intervenant en milieu hyperbare.
- (4) Arrêté du 28-08-1991 : fixant les conditions de dérogation à l'âge limite pour postuler au certificat d'aptitude à l'hyperbarie.
- (5) Arrêté du 15-05-1992 : définissant les procédures d'accès, de séjour, de sortie et d'organisation du travail en milieu hyperbare.

NB : **les chiffres (1), (2) ci-dessous renvoient aux textes ci-dessus.**

Examens cliniques et paracliniques avant l'affectation au risque puis tous les ans (< 40 ans) ou tous les 6 mois (> 40 ans) et lors de tout accident d'hyperbarie ou lorsque le salarié se déclare indisposé par son travail (3). La fiche d'aptitude doit mentionner la classe et le type d'activité.

Trois classes sont définies : (1)

- Classe I : pression relative < 4 bars :
 - I A : pression relative < 1,2 bars.
 - I B : pression relative < 4 bars.

Classe II : pression relative < 6 bars.

Classe III : pression relative > 6 bars.

Quatre types d'activités sont définis : (2)

- Mention A : scaphandriers.
- Mention B : autres activités subaquatiques (scientifiques, pompiers, moniteurs de plongée...).
- Mention C : hyperbariste médical.
- Mention D : autres hyperbaristes (tubistes, soudeurs hyperbares...).

NB : Mention A : peut exercer en mention B, C ou D. Mention B: peut exercer en mention C ou D.

Pour postuler pour la première fois à l'aptitude : être âgé de 18 à 40 ans (3) et dérogation jusqu'à 55 ans pour classe I et II et mention C et D (4).

Une formation technique à l'hyperbarie est obligatoire pour les salariés concernés (2).

Pour le sujet exposé en mention A, B ou C : (toutes classes) (3) :

- Avant exposition au risque :
 - Examen clinique.

- Examens complémentaires : E F R - E C G de repos et d'effort, audiogramme + impédancemétrie, E E G avec stimulation lumineuse intermittente et hyperpnée.
- Biologie : N F S, glycémie, uricémie, cholestérolémie totale, TG, recherche d'albumine et de sang dans les urines.
- Radio : téléthorax, radiographie des grosses articulations (hanches et épaules face, genoux profil avec 1/3 inférieur fémur et 1/3 supérieur tibia)
- Test de compression en caisson.

L'examen médical de première affectation sera renouvelé pour tout travailleur qui, pendant 4 ans consécutifs, n'aura pas été affecté à des travaux sous pression.

- Examen annuel : examen clinique et certains examens cités précédemment, notamment E F R, audio, E C G de repos et d'effort et biologie. Habituellement, le test de compression et l' E E G ne seront pas renouvelés lors des examens périodiques.
- Examen semestriel : (> 40 ans) : examen clinique plus examens complémentaires s'il y a lieu.

Pour un sujet exposé en mention D (3) : classe I B, II et III : idem à ce qui précède. Classe I A : E E G, épreuve d'effort sous E C G et radio genoux ne sont pas exigés.

Pour une exposition supérieure à 26 bars : pratiquer, en plus des examens précédents, des examens neuro-physiologiques et vestibulaires.

Des recommandations sur les conditions d'aptitude sont mentionnées également (3) : morphologie, pathologie pneumo, cardio vasculaire, digestive etc ...

Des pathologies 'bénignes' peuvent être un motif d'inaptitude temporaire. Par exemple : sinusite, rhinite avec rhinorrhée et éternuement, bronchite avec toux, otite aiguë, dysperméabilité de la trompe d'Eustache, ballonnement abdominal, fatigue transitoire, surmenage, HTA mal stabilisée etc...(notamment pour les activités subaquatiques)

Surveillance post professionnelle

Non concernée.

Modalités du suivi individuel de l'état de santé

Cf réglementation ci-dessus.

Prévention

Prévention collective

Constitution d'une équipe minimale de travail, avec un chef d'opération hyperbare, du personnel d'assistance en surface et une disponibilité des moyens de secours (1), (2). Etablissement et mise à jour des documents spécifiques : manuel de sécurité, PPSPS, feuilles d'intervention, livret. Respect des prescriptions concernant la qualité de l'air ou du mélange respiré (pmax du CO, CO₂, vapeur

d'eau, vapeurs d'huiles, poussières, vapeurs et gaz dangereux) (1).

Prévention individuelle

Formation technique du personnel affecté aux travaux en milieu hyperbare (2). A l'issue de cette formation et lorsque l'aptitude médicale a été déclarée, un certificat d'aptitude technique à l'hyperbarie sera attribué au travailleur, ainsi qu'un livret individuel. L'aptitude technique est accordée pour une durée de 10 ans et éventuellement renouvelable (modalités pratiques de la formation et contenu du livret: cf (2)).

Prévention après une décompression (5) :

- Eviter les efforts physiques intenses ou soutenus pendant les 2 h suivant la décompression.
- Délais à respecter avant d'être soumis à une pression ambiante $\square$ < pression atmosphérique (Ex : pour voyage en avion: attendre au moins 12 h).

Activités	Limitation de la durée de travail
Scaphandrier	3 h / j (y compris le temps de compression et décompression)
Hyperbariste	6 h / j (y compris le temps de compression et décompression)
Forte houle ou température de l'eau < 10 °C ou > 30°C (si les vêtements de travail n'assurent pas un confort thermique satisfaisant)	Réduire la durée de travail $\square$ (cf ci-dessus)
Travaux avec outils pneumatique pesant > 20 kg	Séjour : 90 mn maximum
Plongée à saturation	8 h/j (séjour dans l'eau : 7h/j)
Séjour à saturation	30 j maxi (compression et décompression comprises). Nombre de jours de saturation : < 100 par période de 12 mois.

Réparation

TRG n° 29.

Réparation en accident du travail.

Secours

Présence d'O₂ obligatoire sur tous les sites. Caisson de recompression thérapeutique opérationnel 24 h/ 24 et 7 j/7, délai d'accès maximum 2 h (1). Tables de recompression d'urgence (5). Le médecin du travail doit désigner les secours médicaux qui devront intervenir (1).

Le personnel travaillant en milieu hyperbare doit être formé aux premiers secours spécifiques (1), (2).

Remarques

Arrêtés du 10-4-97, du 3-9-97 et du 30-3-98 : organismes agréés à la formation à la sécurité.

Mots-clés

HYPERBARIE, PLONGEUR, SCAPHANDRIER, TRAVAIL HYPERBARE, TUBISTE