

PROTOCOLE HYPERBARE

Date de la rédaction : juin 2020

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

Attention : les textes vont évoluer rapidement.

I. ENTRETIEN SANTE TRAVAIL

- **Exposition antérieures :**

Noter la date de 1^{ère} exposition (nombre de plongées par an, type de gaz utilisé)

Pour quel métier ? (Activité subaquatique à une profondeur > ou = à 1 m d'eau ou toutes activités qui se déroulent dans une enceinte où la Pression Atmosphérique est augmentée artificiellement (exemple sas chambre de coupe, caisson HB, enceinte de confinement de réacteurs nucléaires, tunneliers ...) ¹)

- **Exposition actuelle :**

- I. Liste des travaux mention A :

1. Activités présentant un risque lié à la nature de l'activité, quels que soient le milieu subaquatique et les équipements et outils utilisés, telles que :

- déroctage par moyen mécanique, chimique ou par explosif; travaux de géotechnique: implantation et réalisation de forage et carottage géotechniques;
- dépollution pyrotechnique: désensouillage, neutralisation, déplacement et pétardage;
- travaux de bâtiment et génie civil: construction ou réparation;
- installation, déplacement ou retrait d'objets dont la masse est supérieure à 50 kg;
- travaux sur canalisations ou câbles en souille ou lestés;
- travaux sur navire, bateau ou tout autre engin flottant immatriculé au commerce, hors embarcation de plaisance et hors navires militaires.

2. Activités présentant un risque lié à l'environnement de travail, quels que soient la nature de l'activité et les équipements et outils utilisés, telles que :

- travaux sur barrages ou installations industrielles, nucléaires, médicales ou agroalimentaires;
- travaux sur ouvrages immergés: sas, aqueducs, canalisations, collecteurs assainissement, station d'épuration, chambres, sphères de stockage, puits de lixiviats ou galeries naturelles.
- Sont également concernées les activités dont l'évaluation, prévue par l'article L. 4121-3, des risques liés à l'environnement de travail (coactivité, courant, turbidité, confinement...), conclurait à la mise en évidence d'un danger pour l'opérateur qui nécessite des mesures de protection particulières pour éviter le risque.

3. Activités présentant un risque lié aux équipements et outils utilisés, quels que soient la nature de l'activité et le milieu subaquatique, telles que :

- utilisation d'équipements de travail dont la force motrice est une force électrique, mécanique, hydraulique ou pneumatique d'une puissance supérieure à 1,5 kW, qu'elle soit alimentée ou non depuis la surface. Si la puissance de l'outil n'est pas définie, elle est considérée comme supérieure à 1,5 kW.
- utilisation d'explosifs autres que pour le déroctage;
- travaux de soudure, de découpage ou de bétonnage. Les opérations d'inspection et de balisage préalables aux travaux visés par la présente annexe sont regardées comme accessoires à ces derniers et répondent aux mêmes obligations d'organisation que les activités principales auxquelles elles sont attachées.

¹ Décret n° 2011-42 du 11 janvier 2011. Art. R. 4461-1.

II. Liste des travaux mention D : les travaux effectués sans immersion

- Activités de creusement de tunnel au moyen d'un tunnelier;
- Activités de creusement de tunnel ou de galerie pressurisée sans mise en œuvre d'un tunnelier;
- Tests d'étanchéité (en pression) des cabines d'avion;
- Tests en pression des bâtiments réacteurs des centrales nucléaires productrices d'énergie;
- Travaux de fonçage réalisés avec caissons immergés remplis d'air comprimé;
- Travaux de soudure hyperbare réalisés en atmosphère sèche dans un caisson immergé (aussi appelé chambre de soudure hyperbare ou chambre de soudure sous-marine).

• Moyens de protection collective existants

Mesure Organisationnelle :

- Faire tourner les équipes en prenant en compte les contraintes liées à l'hyperbarie (profondeur, temps, température, houle, efforts à fournir, matériel à utiliser...),
- Effectuer les interventions en respectant les tables de décompressions du ministère du travail (CF CDT)
- moyens de mise à l'eau et de sortie, agréés pour levage de personnel

Humain :

- Prévoir suffisamment d'intervenants (au minimum 3 pour permettre la rotation) afin de limiter l'exposition des salariés au milieu hyperbare

Technique :

- Entretenir l'ensemble des équipements hyperbares,
- Vérifier la qualité des gaz respirés par les intervenants,
- Utiliser un ROV (remotely operated vehicle) lorsque l'environnement le permet afin de réduire l'exposition des salariés aux contraintes hyperbares.
- Moyens de protection individuelle existants :
- Quelle classe de certificat d'aptitude à l'hyperbarie ?

- ✓ **Classe O** : pression relative maximale n'excédant pas 1,2 bars et/ou 0 à 12 mètres
- ✓ **Classe I** : pression relative n'excédant pas 3 bars : 0 à 30 mètres
- ✓ **Classe II** : pression relative n'excédant pas 5 bars : 0 à 50 mètres
- ✓ **Classe III** : pression relative supérieure à 5 bars : au-delà de 50 mètres

• Equipements utilisés : selon la profondeur et la durée de plongée :

Plongées au narguilé à partir de la surface : pour des pressions relatives ≤ 5 bars relatifs ($P_{Abs} = P_{rel} + P_{atm}$)

Plongées à partir de dispositifs immergés :

- plongée en bulle pour des pressions relatives < 9 bars. La bulle permet des plongées unitaires ou en saturation = abris relai à déplacement vertical, le scaphandrier en part et y retourne en plongeant selon la méthode du narguilé. (Le narguilé partant du système et pas de la surface, on parle de plongée par système.)
- plongée avec système hyperbare pour des pressions > 6 bars: plusieurs dispositifs peuvent être composés de plusieurs chambres hyperbares, tourelle de plongée ou encore des sous-marins à capacité hyperbare pour des plongées d'incursion jusqu'à une pression relative de 12 bars et les plongées à saturation.

Plongées en scaphandre autonome si les méthodes précédentes ne peuvent pas être mises en œuvre et exceptionnellement utilisées, pour des pressions relatives $< \text{ou} = 9$ bars, après accord de l'inspecteur du travail ([Arrêté du 14 mai 2019. Relatif aux activités subaquatiques -mention A\).](#)

- Recherche des effets sur la santé : (source : MEDSUBHYP PRISE EN CHARGE EN SANTÉ AU TRAVAIL DES TRAVAILLEURS INTERVENANT EN CONDITIONS HYPERBARES Deuxième édition Nov. 2018 page 18 et 19)

Phases	Domaine		Facteurs de risque	Conséquences physiopathologiques	Risques pour la santé
	Sub-aquatique	Atmosphérique			
Immersion	✓		Milieu non respirable	Inhalation d'eau	Noyade
	✓		Redistribution de la masse sanguine vers les vaisseaux du tronc (splanchniques et pulmonaires)	↗ du volume sanguin intrathoracique ↗ du travail cardiaque ↗ du travail ventilatoire ↗ débit urinaire (diurèse)	Œdème pulmonaire d'immersion Arrêt cardiaque
	✓		Température de l'eau	Hypothermie par convection cutanée ou respiratoire Hyperthermie le cas échéant	Troubles du rythme cardiaque Perte de connaissance
Augmentation de la pression ambiante	✓	✓	Augmentation de la pression totale des gaz inhalés : augmentation de la masse volumique	↘ des débits ventilatoires maximaux ↗ du travail ventilatoire	Dyspnée Hypoventilation alvéolaire Hypercapnie, asphyxie
	✓	✓	Augmentation de la pression partielle des gaz inhalés	Pour l'oxygène : hyperoxie aigüe Azote et gaz inertes : narcose Hélium : SNHP CO, CO ₂ et polluants atmosphériques	Crise convulsive avec perte de connaissance Perte de connaissance Tremblements, troubles du sommeil Toxicité proportionnelle à la pression partielle des polluants
	✓	✓	Réduction de volume des cavités gazeuses de l'organisme	Réduction du volume gazeux dans l'oreille moyenne	Barotraumatismes de l'oreille moyenne et / ou interne
	✓	✓	Augmentation de la température ambiante Hygrométrie élevée	Hyperthermie à l'effort	Déshydratation Hyperthermie maligne (exceptionnel) Réduction de la capacité d'effort
Séjour en pression	✓		Température basse	Hypothermie par convection cutanée ou respiratoire	Troubles du rythme cardiaque Perte de connaissance
	✓	✓	Augmentation de la pression totale des gaz inhalés : augmentation de la masse volumique	↘ des débits ventilatoires	Réduction des capacités d'effort physique
Phases	Domaine		Facteurs de risque	Conséquences physiopathologiques	Risques pour la santé
	Sub-aquatique	Atmosphérique			
Séjour en pression (suite)		✓	Élévation de la pression partielle d'oxygène dans l'atmosphère	Hyperoxie aigüe ou chronique	Crise convulsive ou hyperoxie pulmonaire
		✓	Élévation de la concentration d'oxygène		Incendie
	✓	✓	Pollution de des gaz inhalés / de l'atmosphère	Toxicité aigüe ou chronique des polluants	Intoxication
	✓	✓	Modifications du spectre sonore de la voix	Mauvaise compréhension des messages vocaux	Erreurs engageant la sécurité
Retour à la pression atmosphérique (phase de décompression)	✓	✓	Dissolution des gaz inertes dans les tissus de l'organisme	Restitution des gaz au milieu extérieur	Sursaturation de l'organisme : embolisation de bulles (accident de désaturation)
	✓	✓	Décompression explosive accidentelle	Augmentation brutale des masses gazeuses de l'organisme	Rupture d'organes creux Embolie gazeuse cérébrale massive
	✓	✓	Obstacle mécanique sur les voies respiratoires	Expiration impossible	Surpression pulmonaire (embolie gazeuse cérébrale)
	✓		Réduction de pression partielle d'oxygène	Hypoxie	Perte de connaissance brutale Noyade
Émersion	✓		Déshydratation Perte de la compression hydrostatique veineuse dans les membres Modifications de la vasomotricité périphérique	Déplacement brutal de la masse sanguine Réduction de perfusion tissulaire	Hypotension aigüe Défaillance circulatoire Mauvaise désaturation
Période de 12 à 24 h après le retour à la pression atmosphérique	✓	✓	Présence d'une charge résiduelle de gaz inertes dans l'organisme. Persistance du dégazage des tissus	Présence possible de bulles circulantes ou extravasculaires	Embolisation et accident de désaturation si nouvelle intervention ou réduction de pression (vol en avion ou séjour en altitude)
	✓	✓	Nécessité d'un nouveau séjour en pression Redissolution de gaz inertes dans l'organisme	Quantité de gaz inerte dissous plus importante que pour un premier séjour	Embolisation de bulles et accident de désaturation

- Informations :

- Prévention : [Fiche Prévention : risque hyperbare](#)
- Modalités du suivi individuel de l'état de santé du salarié : niveau I

L'examen médical d'aptitude à un poste de travail en milieu hyperbare devra être orienté, conjointement avec la surveillance médicale propre aux autres risques professionnels, en fonction des risques spécifiques de la classe et de la mention du salarié. Dans tous les cas, une attention particulière devra être portée sur :

- la perméabilité tubaire,
 - la fonction ventilatoire,
 - les capacités respiratoires et cardiovasculaires d'adaptation à l'effort,
 - l'absence de risque de perte de connaissance brutale (épilepsie, diabète, troubles du rythme).
- Le salarié bénéficie d'un suivi médical :
 - Annuel selon la société de médecine subaquatique
 - Tous les 2 ans maximum selon le décret du 27 12 2016
 - Informer de la possibilité de visite à la demande du salarié à tout moment avec le médecin du travail.
 - Examens complémentaires à réaliser : [\(source : Fiche de synthèse 2018 - MEDSUBHYP – Recommandations de bonne pratique – Édition 2018\)](#)

Tableaux récapitulatifs des examens cliniques et paracliniques recommandés pour la détermination de l'aptitude à l'exposition au risque hyperbare

Les tableaux ci-dessous récapitulent les examens cliniques et paracliniques recommandés lors des examens médicaux initiaux et périodiques, à titre systématiques ou optionnels. Dans tous les cas, en cas de doute, le recours à l'avis sapsiteur d'un spécialiste peut être requis.

	Examens systématiques			Examens sur indications
	Examen initial	Examen annuel	Examen quinquennal	
Autoquestionnaire	X	X	X	
Examen clinique approfondi	X	X	X	
IMC	X	X	X	
Pneumologie Enregistrement des courbes débit-volume	X	après 40 ans	X	TDM thoracique EFR complète (volumes non mobilisables, TLCO, réactivité bronchique ¹ , épreuve d'effort)
ORL Otoscopie avec manœuvre de Valsalva Audiométrie tonale	X X	X si exposition au bruit	X X	Explorations vestibulaires complémentaires
Cardiologie Examen clinique approfondi avec mesure de la PA au repos ECG de repos	X X	X après 40 ans	X X	MAPA Épreuve d'effort chez les sujets à risques Échographie
Évaluation de l'adaptabilité à l'effort	X interrogatoire / questionnaire	X interrogatoire / questionnaire	X interrogatoire / questionnaire	Épreuve d'effort maximale avec recherche des seuils ventilatoire et métabolique
Appareil locomoteur Examen clinique approfondi	X	X	X	IRM des articulations
Ophtalmologie Acuité visuelle avec et sans correction	X	X	X	Champ visuel Examen des milieux transparents

Neurologie et psychiatrie				
Interrogatoire adapté (recherche d'antécédents)	X	X	X	Test d'anxiété EEG
Examen clinique approfondi	X	X	X	IRM cérébrale et bilan neuro-psychologique après 40 ans
Affections hématologiques				
Examen clinique	X	X	X	Recherche d'une thrombophilie
Recherche d'antécédents	X	X	X	
NFS	X		X	
Dermatologie				
Interrogatoire	X	X	X	
Examen clinique	X	X	X	
Stomatologie				
Interrogatoire adapté	X	X	X	Radiographie panoramique dentaire
Recherche d'antécédents	X	X	X	
Examen endobuccal complet	X	X	X	
Gastro-entérologie				
Interrogatoire adapté	X	X	X	
Recherche d'antécédents	X	X	X	
Gynécologie – obstétrique				
Interrogatoire adapté	X	X	X	Test de grossesse Échographie si grossesse débutée
Examens biologiques complémentaires				
Glycémie à jeun	X		X	Bilan hépatique
Bilan lipidique	X		X	Recherche de psychotropes dans les urines ou le sang
Créatininémie	X		X	
Évaluation du DFG (CKD-EPI)	X		X	
Recherche d'une protéinurie	X	X	X	

Tableau I : Examens recommandés pour la détermination de l'aptitude initiale ou périodique à l'exposition hyperbare.

II. ACTIONS COLLECTIVES DE PRÉVENTION PRIMAIRE RÉALISÉES PAR L'ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

- Sessions d'information et de sensibilisation avec différents intervenants (DGT, DIRECCTE, CARSAT, OPPBTP, AHPH, SNETI) auprès des entreprises.
- Réalisation ou mise à jour de la fiche d'entreprise
- Aide, conseil à l'évaluation des risques et la réalisation du Document Unique et du Manuel de sécurité hyperbare

III. DOCUMENTS DE REFERENCE

- RECOMMANDATIONS DE BONNE PRATIQUE :
 - [MEDSUBHYP PRISE EN CHARGE EN SANTÉ AU TRAVAIL DES TRAVAILLEURS INTERVENANT EN CONDITIONS HYPERBARES Deuxième édition Nov. 2018](#) (validée par le SFMT le 13/11/2018)
 - [Fiche de synthèse Prise en charge en santé au travail des travailleurs intervenant en conditions hyperbares – 2018](#)
- AUTRES SOURCES DOCUMENTAIRES / OUTILS :
 - [Code du travail](#) :
 - [Décret n°90-277 du 28 mars 1990 relatif à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare](#)
 - [Décret n°2011-45 du 11 janvier 2011 : Art 4461-13 CT - fiche de sécurité](#)
 - [Arrêté du 14 mai 2019 relatif aux travaux hyperbares effectués en milieu subaquatique \(mention A\)](#)
 - www.forsapre.fr :
 - [Fiche FAN : hyperbare](#)
 - [Fiches FAST : opérateurs tunneliers et scaphandrier plongeur](#)
 - [Fiche Prévention : risque hyperbare](#)
 - www.preventionbtp.fr :
 - [Fiche prévention H2 F0 1 13](#)
 - www.inrs.fr
 - [Prise en charge en santé au travail des travailleurs intervenant en conditions hyperbares TM 38](#)
 - [Bossons futé](#) :
 - [Fiche de danger n°109 hyperbarie \(dernière mise à jour 2 juillet 2016\)](#)