

ASPECTS MEDICAUX D'UNE RECOMPRESSION

MENTION C – MARSEILLE – 03/2021



mathieu.coulange@ap-hm.fr

Médecine Hyperbare, Subaquatique et Maritime, Pôle Réanimation Urgences SAMU Hyperbarie, CHU Marseille
Centre de Recherche en Cardio-Vasculaire et en Nutrition, Aix Marseille Université
Institut de Médecine et de Physiologie en Milieu Maritime et en Environnement Extrême - PHYMAREX
Centre National de Plongée, de Secours Nautique & de Survie, ECASC / SDIS04
Société Nationale de Sauveteurs en Mer - SNSM



Oxygénothérapie hyperbare, principes et indications

J.-E. Blatteau, M. Coulange, E. Parmentier-Decrucq, J. Poussard, P. Louge, S. de Maistre, R. Pignel, H. Lehot, J. Morin, A. Druelle, P. Esnault, E. Meaudre

L'oxygénothérapie hyperbare (OHB) se définit comme une méthode d'administration d'oxygène (O₂) inhalé à des fins thérapeutiques sous une pression supérieure à la pression atmosphérique. Les bénéfices thérapeutiques de l'OHB résultent, d'une part, des effets physiques liés à l'augmentation de la pression barométrique et de la pression partielle en O₂ dans les tissus et, d'autre part, des effets biologiques liés à la production d'espèces réactives de l'O₂ et de l'azote. Celles-ci sont susceptibles d'interagir avec de nombreux processus moléculaires responsables des principaux effets anti-ischémiques, pro-cicatrisants et anti-infectieux. Ses indications sont régulièrement évaluées dans le cadre de conférences de consensus internationales. Les références en matière d'indications de l'OHB sont, d'une part, le consensus nord-américain de l'Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) et, d'autre part, le consensus européen de l'European Committee of Hyperbaric Medicine (ECHM). Le service médical attendu de l'OHB dans ses différentes indications a été analysé en France par la Haute Autorité de santé en 2007. Les principales recommandations du dernier consensus européen qui s'est tenu à Lille en 2016 sont rapportées dans ce document. L'OHB est appliquée par l'intermédiaire d'une chambre hyperbare, communément appelée « caisson ». C'est une technique complexe, qui nécessite un fort investissement humain et matériel. Elle comporte quelques contre-indications à respecter et des risques bien identifiés à prendre en compte.

© 2019 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Oxygène hyperbare ; Pression ; Recompression ; Espèce réactives ; Bulles ; Anti-ischémique ; Cicatrisation ; Anti-infectieux ; Caisson hyperbare

Plan

■ Principes de l'OHB	1
Effets physiques	1
Effets biologiques	2
■ Indications de l'oxygénothérapie hyperbare	6
Méthodologie	6
Résultats	6
■ Modalités pratiques de l'OHB	8
Contraintes liées aux circonstances	8
Contraintes liées aux spécificités techniques	9
Modalités d'organisation et de réalisation de l'OHB	10
Principaux effets secondaires	12
■ Conclusion	12
■ Annexe 1 - Rappels historiques	12
■ Annexe 2 - OHB	13
■ Annexe 3 - Autres indications	13
Indications de type 2 (la recommandation de type 2 signifie simplement « recommandée »)	13
Indications de type 3 (la recommandation de type 3 signifie « optionnelle »)	14
Indications sans recommandation	14
Non-indications	14

Un chapitre « Rappels historiques » est visible sur la version étendue de cet article, disponible en ligne sous le nom **Annexe 1**.

■ Principes de l'OHB

L'OHB est une modalité d'administration de l'O₂ par voie respiratoire à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Ses effets passent par l'augmentation de la pression hydrostatique et de la pression partielle d'O₂ dans le gaz inspiré (Fig. 1).

Effets physiques

Augmentation de l'oxygénation plasmatique et tissulaire

Transport sanguin de l'O₂

L'OHB permet d'administrer de l'O₂ par voie respiratoire à une pression supérieure à la pression atmosphérique équivalente à 1 ATA. Il est habituel d'utiliser en médecine hyperbare l'acronyme ATA qui représente l'atmosphère absolue et non le Pascal (Pa) ou son sous-multiple, l'hectoPascal (hPa) comme le recommande le Système international (SI). Une pression sous 10 m d'eau est équivalente à 2 ATA ou 2026 hPa ou encore 1 atmosphère (atm) ou 1 bar relatif.

L'OHB a pour conséquence une augmentation considérable de l'O₂ dissous. En effet, la quantité d'O₂ dissous dans le sang est proportionnelle à la pression partielle d'O₂ dans le mélange gazeux inspiré et par conséquent à la pression ambiante (loi de Henry). Par ailleurs, la pression partielle d'un gaz dans un mélange gazeux est égale au produit de la pression totale du mélange par la fraction de ce gaz dans le mélange (loi de Dalton).

1.Principes d'action

2.Patient chronique

3.Patient de réanimation



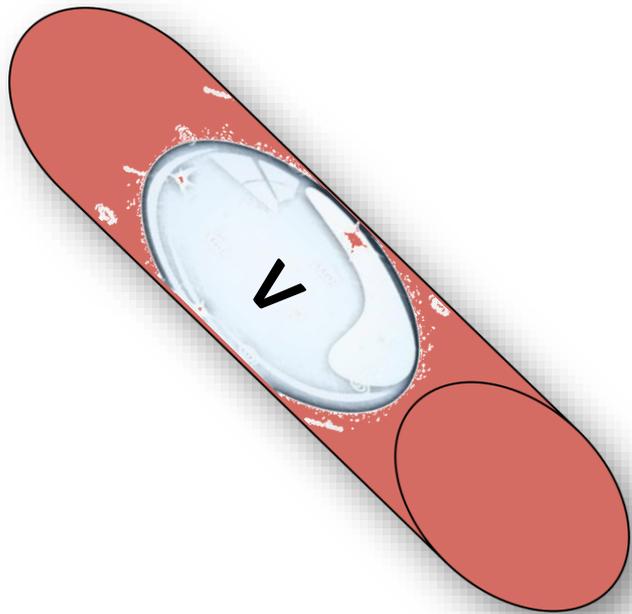
L'Oxygénothérapie Hyperbare consiste à faire respirer un mélange suroxygéné sous pression



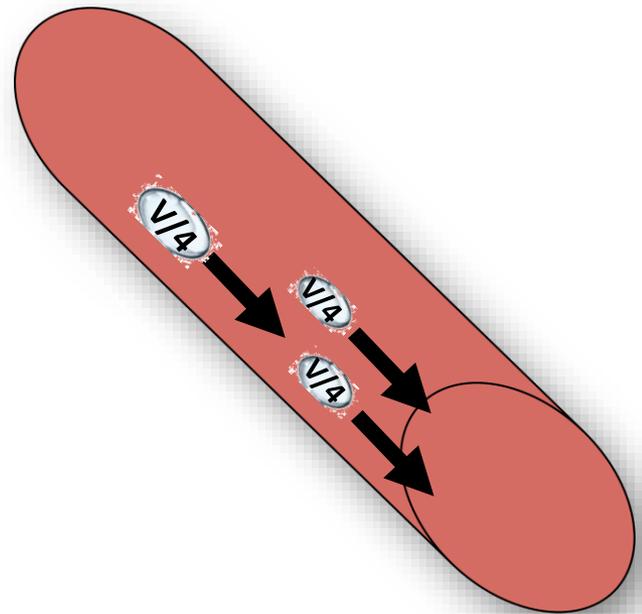
PRINCIPES D'ACTION

I

1. EFFET PRESSION



1 ATA



4 ATA

2. EFFET OXYGENE



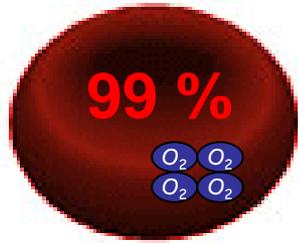
$$P_pO_2 = F_iO_2 \times P$$



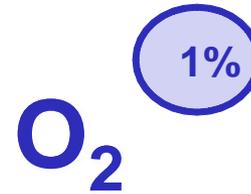
$F_iO_2 = 21\%$

1 atm.

$CaO_2 =$



+

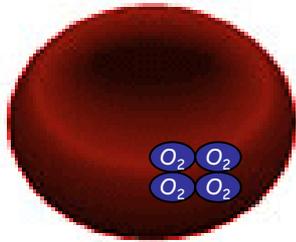


$\approx 20 \text{ mL}/100\text{mL}$



$F_iO_2 = 100\%$ 1 atm.

$CaO_2 =$



$\approx 20 \text{ mL}/100\text{mL}$

+

O_2

x10

$\approx 2 \text{ mL}/100\text{mL}$

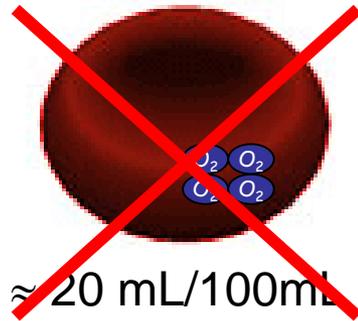
INSUFFISANT



$F_iO_2 = 100\%$

2,5 atm.

$CaO_2 =$



$\approx 20 \text{ mL}/100\text{mL}$

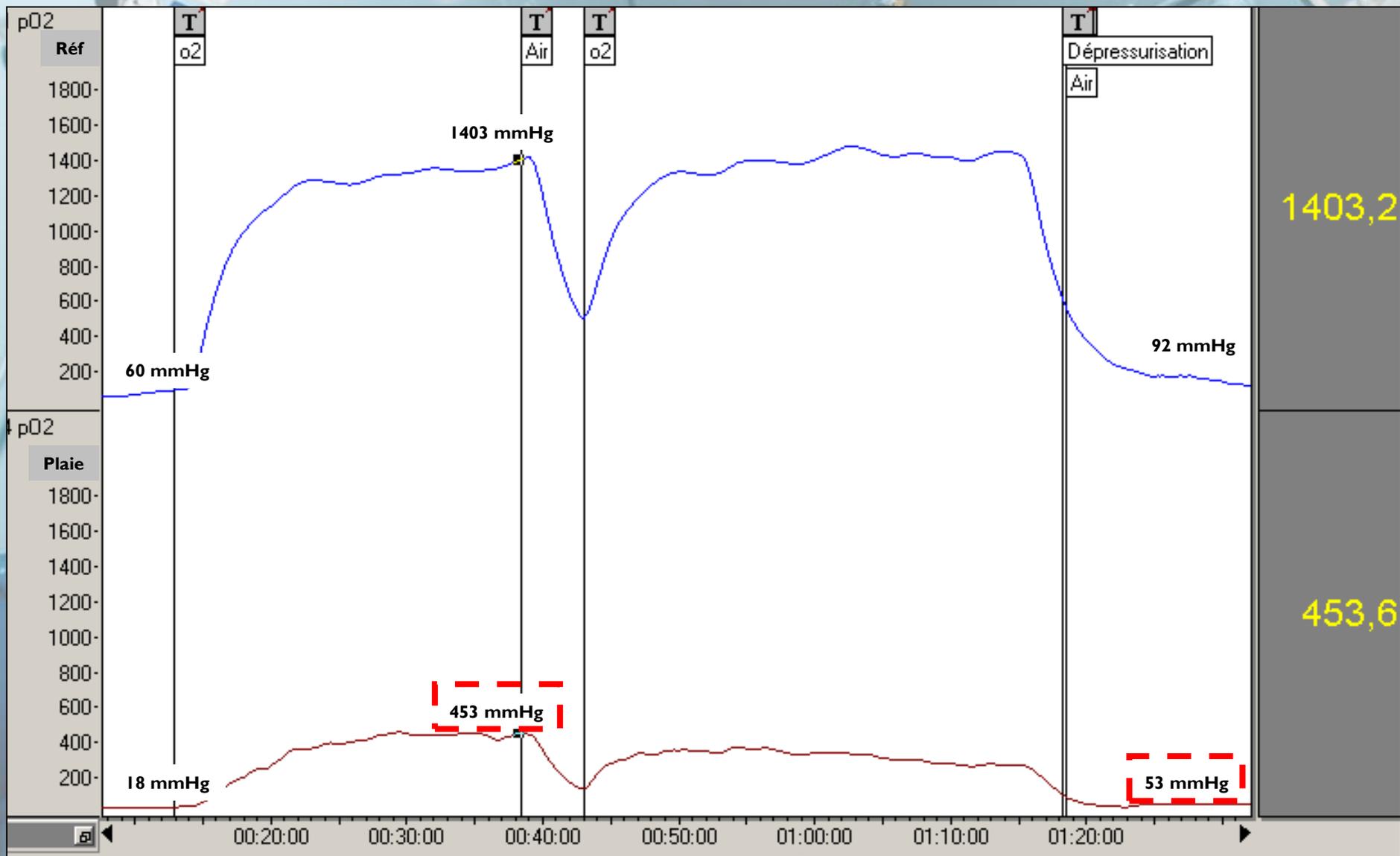
+

O_2

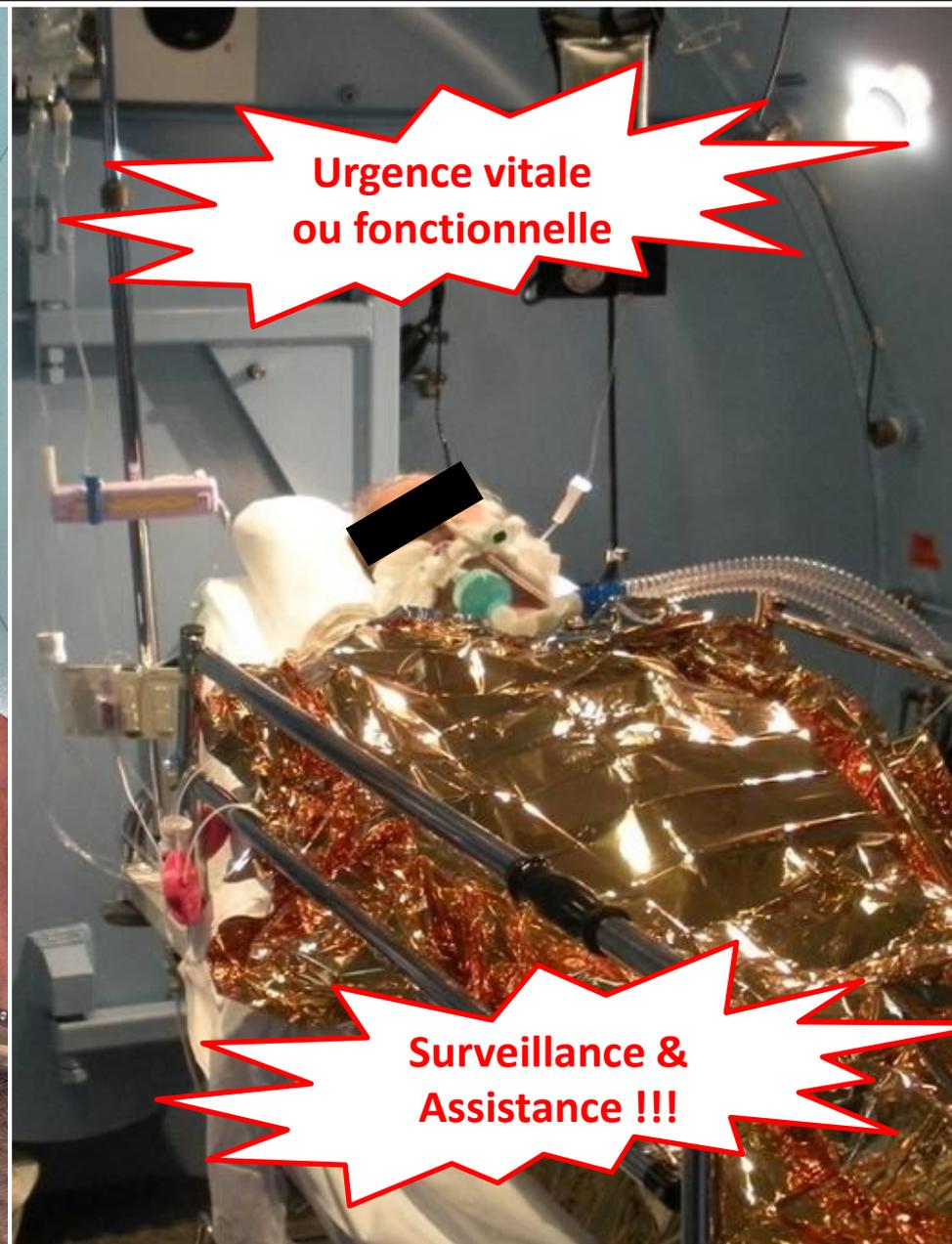
$\approx 6 \text{ mL}/100\text{mL}$

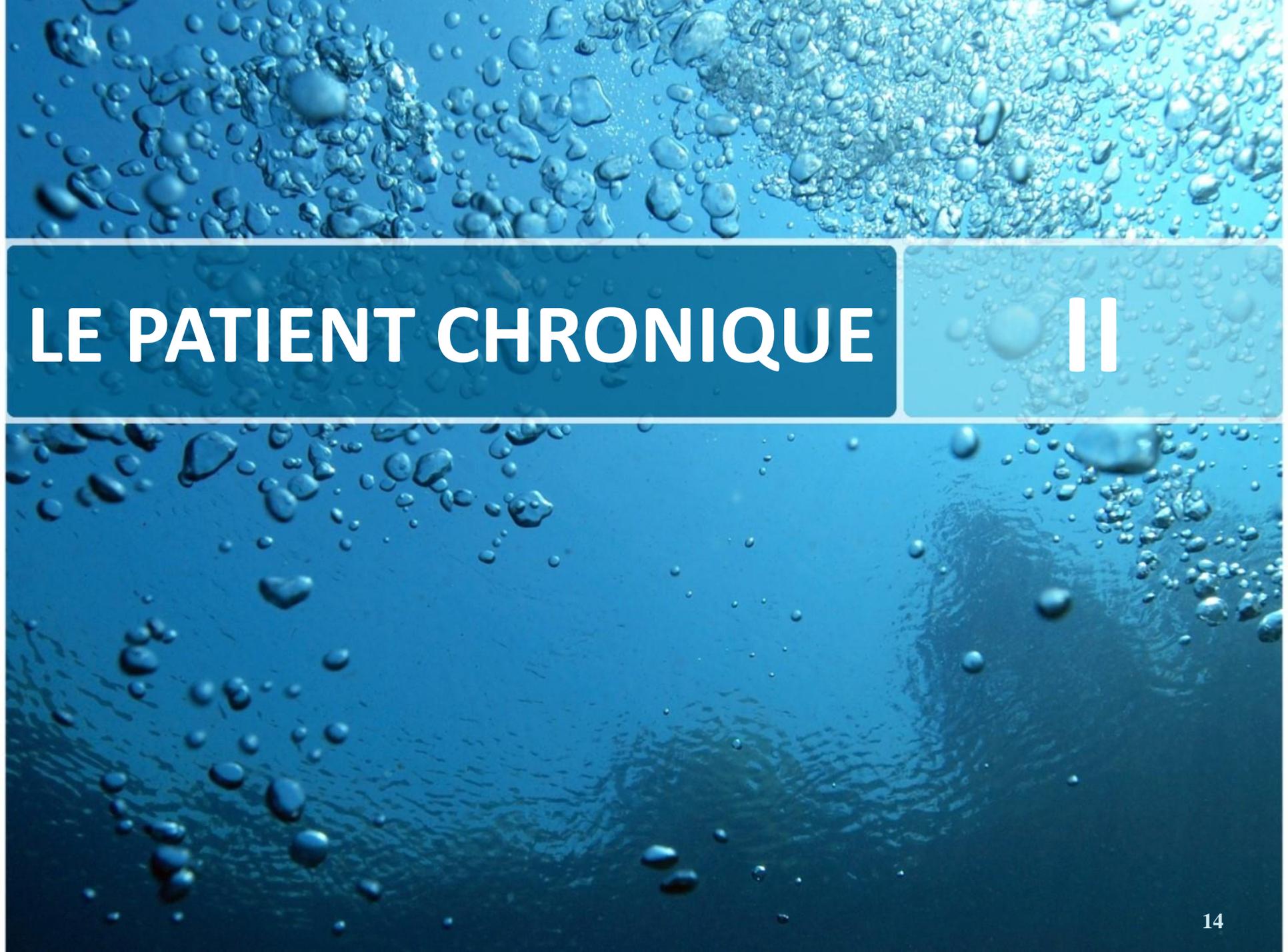
↳ SUFFISANT





DEUX SITUATIONS



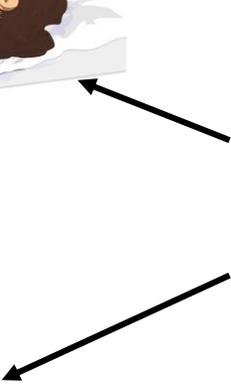


LE PATIENT CHRONIQUE

II

CONSULTATION PRE-THERAPEUTIQUE





Rapport bénéfice risque ...

- ✓ Neurologiques : **Epilepsie**
- ✓ Cardiovasculaires : **HTA non stabilisée, Insuff. card.**
- ✓ Infectieux : **BK active**
- ✓ Ophtalmo, Grossesse...

- ✓ ORL : **Dysperméabilité tubaire, sinusite...**
- ✓ Pneumologiques : **Emphysème, PNO, Asthme...**

- ✓ **Claustrophobie**, non compliance...





HYPERBARIE
tech plus

OSMEX PNEUMATIK
GmbH
D-42699 Solingen
Tel. 0212 2500-0
Fax 0212 2500-100
E-Mail: info@osmex.de
www.osmex.de



- 1 à 2 séances quotidiennes (délai minimum de 4 h)
- Pendant 2 à 4 semaines
- +/- Week end et jours fériés
- Hospitalisé ou Ambulatoire
- Réévaluation régulière (toutes les 5 séances)
- Suivi post-thérapeutique

Centre Hyperbare

Hôpital Sainte Marguerite
270, boulevard Sainte-Marguerite
13009 Marseille



Assistance Publique
Hôpitaux de Marseille

L'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE

Madame, Monsieur,

L'oxygénothérapie hyperbare est une technique éprouvée depuis plusieurs dizaines d'années et recommandée dans de nombreuses pathologies. Comme tout traitement, elle peut présenter certains désagréments liés à l'augmentation de la pression ou la majoration de l'oxygénation.

La variation de la pression peut provoquer des **barotraumatismes** liés aux variations des volumes gazeux dans les cavités de votre organisme.

Le barotraumatisme peut concerner les **oreilles**. Lors de la compression, plusieurs manœuvres sont possibles pour prévenir ce risque :

- le bâillement ou la déglutition en avalant sa salive ou un peu d'eau sont les techniques les plus douces mais doivent être fréquemment répétées
- la manœuvre de Valsalva (expiration en soufflant par le nez comme pour se moucher alors que la bouche est close et les narines discrètement pincées) est très efficace mais doit être effectuée sans forcer, de manière douce et répétée.

Si malgré ces manœuvres, une gêne douloureuse survient au niveau d'une oreille, vous devez la signaler immédiatement. La compression sera arrêtée temporairement, jusqu'à ce que la situation soit revenue à la normale. La présence d'un rhume doit être également mentionnée avant la séance car il peut gêner l'équilibration des oreilles. En cas de barotraumatisme de l'oreille, l'atteinte tympanique nécessite un arrêt transitoire de quelques jours avec un traitement local. Une atteinte de l'oreille interne avec baisse de l'audition et/ou vertige reste exceptionnelle et requiert une prise en charge spécialisée.

Dans certains cas, et en particulier lors d'épisodes de rhume, une douleur des **sinus** rappelant une sinusite peut survenir. Il peut arriver de façon exceptionnelle qu'une **dent** mal plombée perde l'amalgame.

Les gaz **gastriques** et **intestinaux** peuvent occasionner quelques désagréments lors de la décompression. C'est pourquoi, il est recommandé de ne pas absorber de boisson gazeuse avant la séance. Le barotraumatisme **pulmonaire** est rarissime. Il peut provoquer un décollement du poumon et/ou un passage de gaz dans la circulation du cœur et du cerveau.

L'augmentation de l'**oxygène** dans le sang peut modifier la fonction **cardiaque** et **neurologique**. Il est donc essentiel de signaler tout antécédent cardiaque (insuffisance cardiaque, infarctus, trouble du rythme, hypertension artérielle...) ou cérébral (épilepsie, traumatisme crânien...).

Lors d'un traitement prolongé, il peut arriver de façon exceptionnelle que l'oxygène **affecte votre vue**. L'altération la plus commune est une myopie, mais on peut parfois observer une hypermétropie. Dans tous les cas, cette atteinte est bénigne et totalement régressive à l'arrêt du traitement.

La **visite préthérapeutique** permet de limiter au maximum le risque. La **surveillance** sera adaptée en fonction de vos antécédents. Vous pouvez à tout moment de la séance, si quoi que ce soit vous gêne, vous manifester oralement et/ou par signes. La surveillance exercée par le personnel est constante (visuelle directe au travers des hublots, par moniteur vidéo et par interphonie) permettant à l'équipe médicale d'intervenir dans la chambre hyperbare en quelques minutes.

L'augmentation de la pression et de l'oxygène dans la chambre hyperbare nécessite également quelques **règles de sécurité** pour éviter le risque d'incendie :

- Privilégier une tenue en coton
- Respecter le port de la blouse et des surchausses
- Éviter les huiles, les crèmes ainsi que le maquillage sur le visage
- Ne jamais introduire dans la chambre hyperbare :
 - de papiers journaux
 - d'objets susceptibles de produire une étincelle, une flamme ou de la chaleur: briquets, allumettes ...
 - d'objets électriques : téléphone portable, clef électronique de véhicule, baladeur, jeu électronique, jouet électrique...
 - de produits inflammables et volatils : essence, alcool, éther, parfum...
 - de bombes aérosols.

En cas d'incendie, il est recommandé de rester calme et de continuer à ventiler dans le masque jusqu'à l'ouverture de la porte qui aura lieu en quelques dizaines de secondes.

L'équipe du centre hyperbare se tient à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire.

Bon traitement

Nom et Signature du patient
ou de son représentant légal

DATE :		MED Responsable :			IDE Correspondant :			Op. caisson :			Accompagnant/Secours 1 : Accompagnant/Secours 2 :				IDE Consultation :	
N° siège	SEANCE 8H15 / CHRONIQUE			OHB			Départ : - Prof : - Surface :			Administratif				Observations		
	NOM	Cs	Pst	Audio	N° séance	SURVEILLANCE			Pastel	Cora	Pharma	AP-HM				
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
	SEANCE 8H15 / HYPO			OHB			Départ : - Prof : - Surface :			Administratif				Observations		
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
	SEANCE 8H15 / REA			OHB			Départ : - Prof : - Surface :			Administratif				Observations		
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
N° siège	SEANCE 10H15 / CHRONIQUE			OHB			Départ : - Prof : - Surface :			Administratif				Observations		
	NOM	Cs	Pst	Audio	N° séance	SURVEILLANCE			Pastel	Cora	Pharma	AP-HM				
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
	SEANCE 10H15 / HYPO			OHB			Départ : - Prof : - Surface :			Administratif				Observations		
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
	SEANCE 10H15 / REA			OHB			Départ : - Prof : - Surface :			Administratif				Observations		
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>																

- 8h15 à 9h45
 - 10h15 à 11h45
 - 12h à 13h30
 - 13h45 à 15h15
 - 15h30 à 17h00

ACCUEIL DU PATIENT





**MATIERES ET OBJETS INTERDITS DANS LES CHAMBRES
HYPERBARES**

TOUT DISPOSITIF POUVANT PRODUIRE UNE FLAMME OU FONCTIONNANT PAR
CATALYSE

TOUT APPAREIL FONCTIONNANT SUR PILE OU BATTERIE

PRODUITS VOLATILS (ALCOOL, ETHER,...)

CIGARETTES

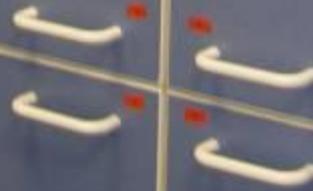
CORPS GRAS DE TOUTES SORTES

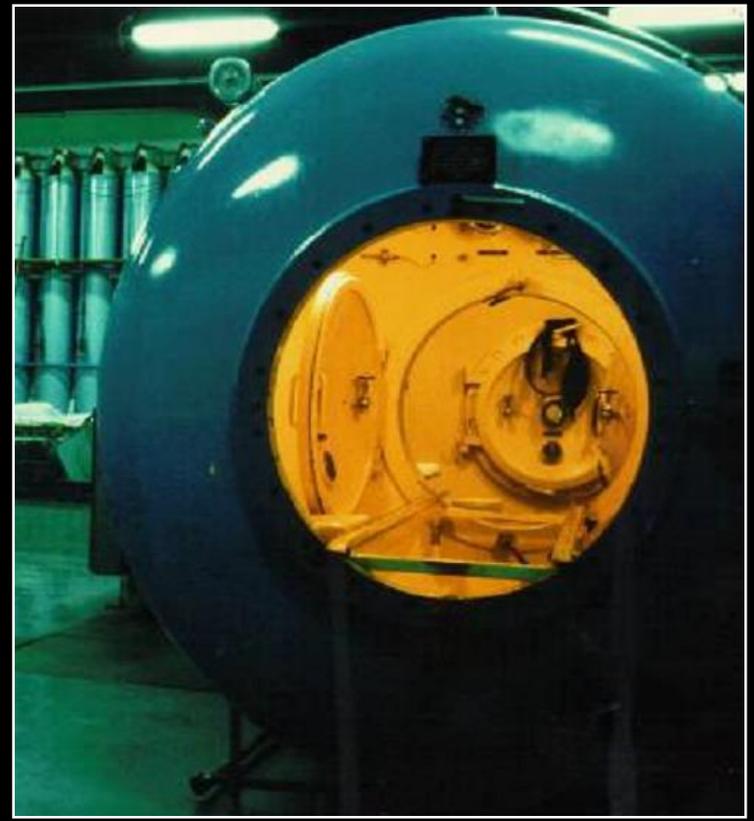
BOMBES AEROSOLS (Y COMPRIS MEDICAMENTS)

TISSUS SYNTHETIQUES

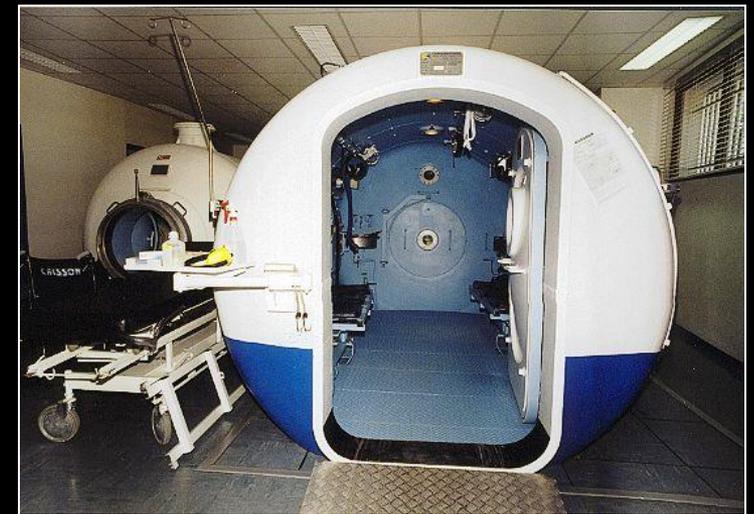
SACS PLASTIQUES, SACS A MAIN

JOURNAUX, STYLOS





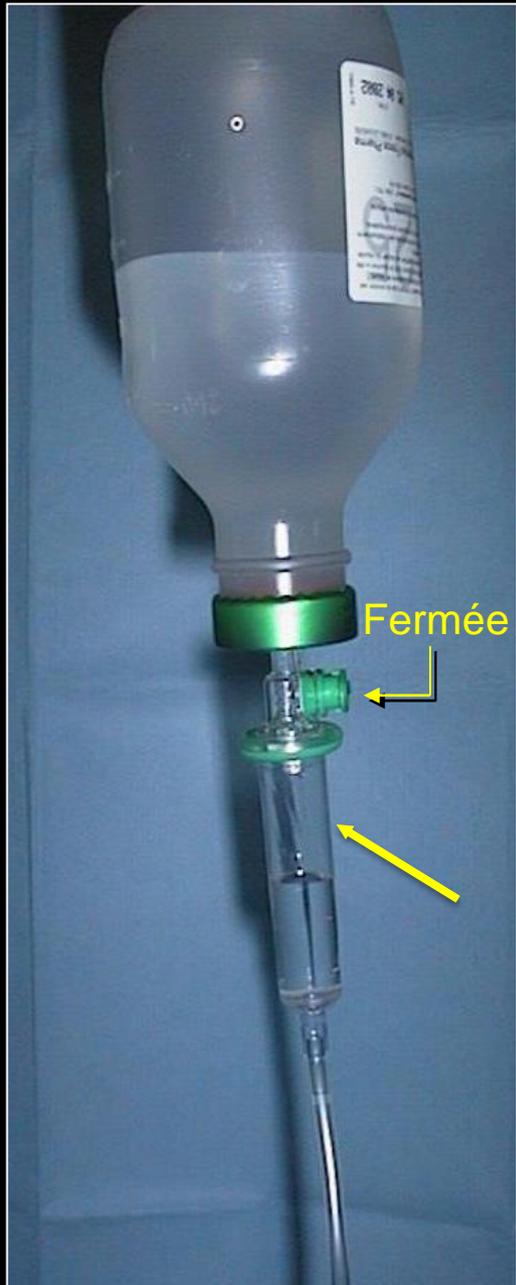
**PAS
DE GRAISSE !!!**







**Réduire l'équipement
au maximum !!!**





V.A.C.® ATS
Distillate Therapy
OFF 0 min/1h Intermittent

KCI
The Clinical Advantage

VAC

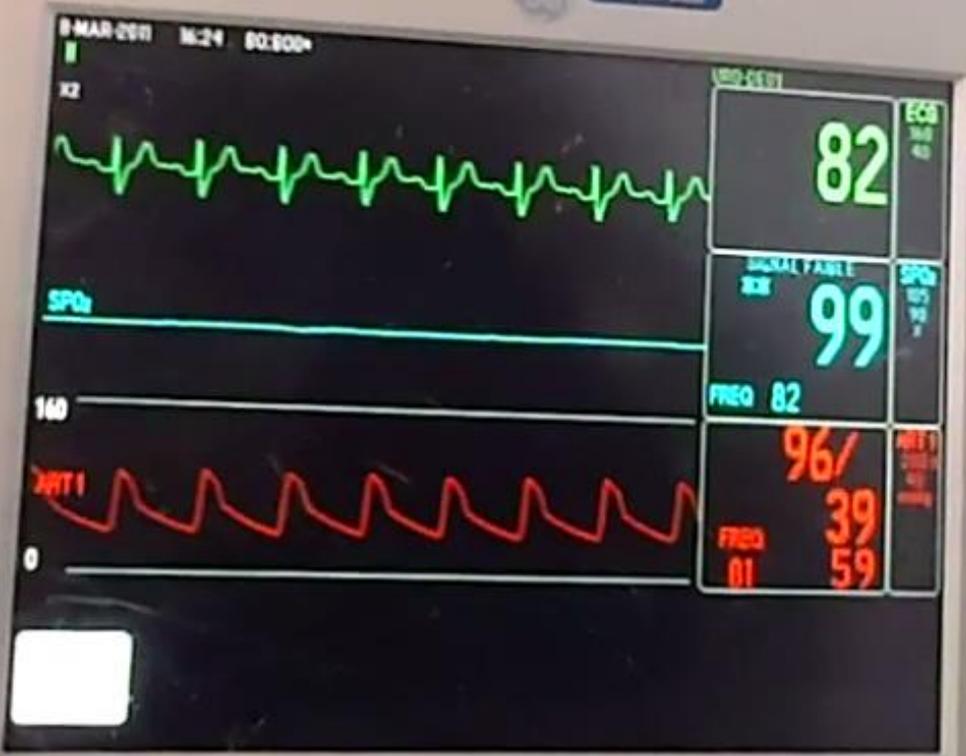
12

12











 corpuls®







Service de Médecine Hyperbare, Subaquatique et Maritime
 POLE GEST RUSH - ASSISTANCE PUBLIQUE DES HOPITAUX DE MARSEILLE

DOCUMENT UNIQUE D'ÉVALUATION DES RISQUES PROFESSIONNELS

SPECIFICITES LIEES AUX INTERVENTIONS EN MILIEU HYPERBARE

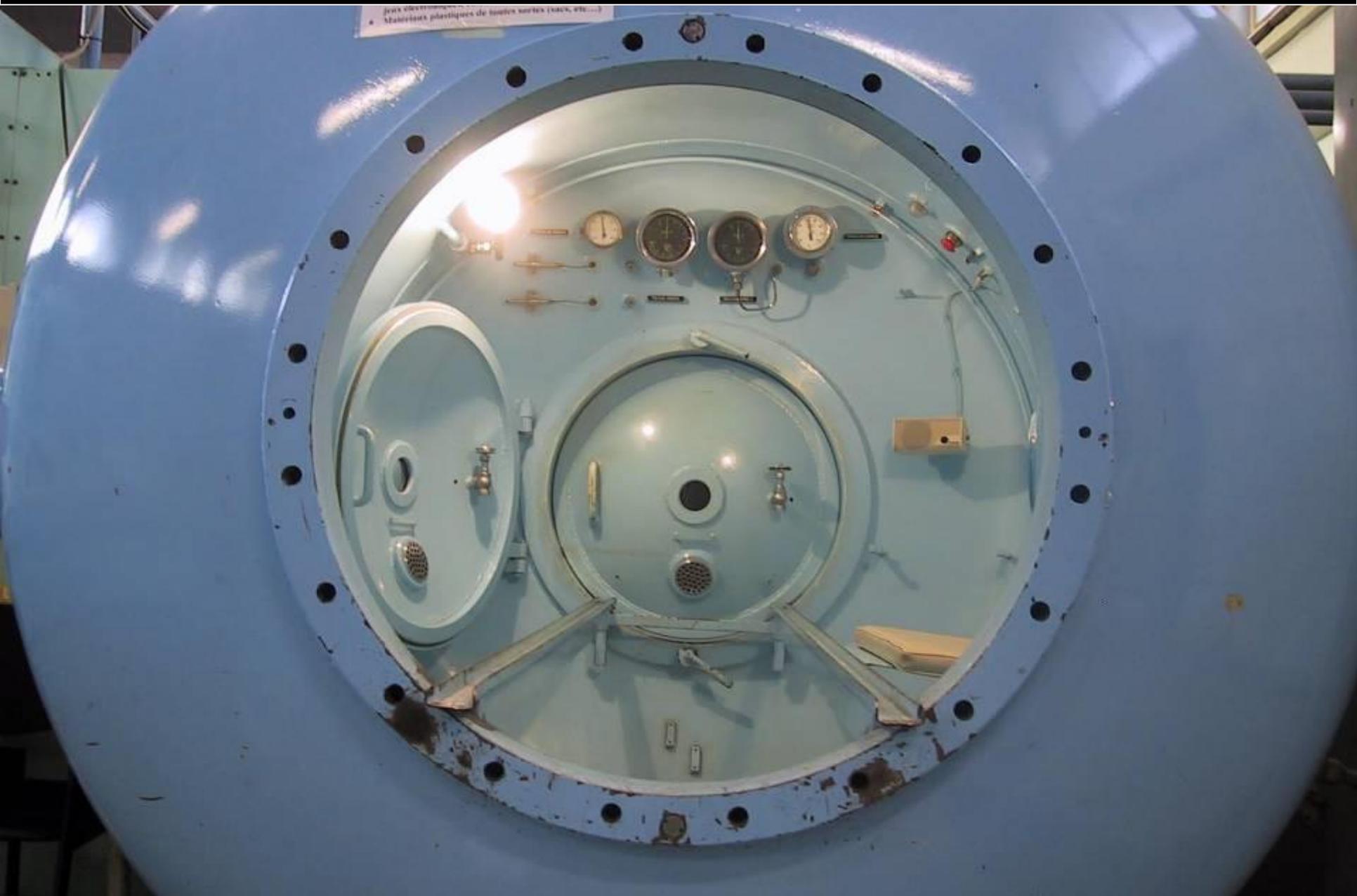
Responsable du document : Dr M. Coulange (Chef de service - Référent pédagogique) F. Le Quiniat (CPH) Dr J.C. Reynier (Référent qualité)		Type du document : Procédure Domaine : Sécurité santé au travail	Liste de diffusion : Personnel du service / Chef de pôle / Référent qualité / CHSCT
Date création : 01/07/2019	Date d'entrée en vigueur : 01/09/2019	Date de mise à jour :	N° de version : 1



Médecin du travail : Dr C. BOUVIER
 Service de Médecine et de Santé au Travail
 CHU Ste Marguerite, 270 bd de Ste Marguerite, 13274 Marseille Cedex 09
Catherine.jullien@ap-hm.fr - tél. : 0491744025

<i>Chef de service</i>	<i>Conseiller à la prévention hyperbare</i>	<i>Médecin du travail</i>

COMPRESSION





**Médecin Responsable
(Chef opération hyperbare)**



**Manipulateur Caisson
(Surveillant)**



**Hyperbariste
(Opérateur)**



**Hyperbariste de secours
(Opérateur de secours)**

Conseiller à la Prévention Hyperbare (CPH)



**Médecin Responsable
(COH ou Op de secours)**



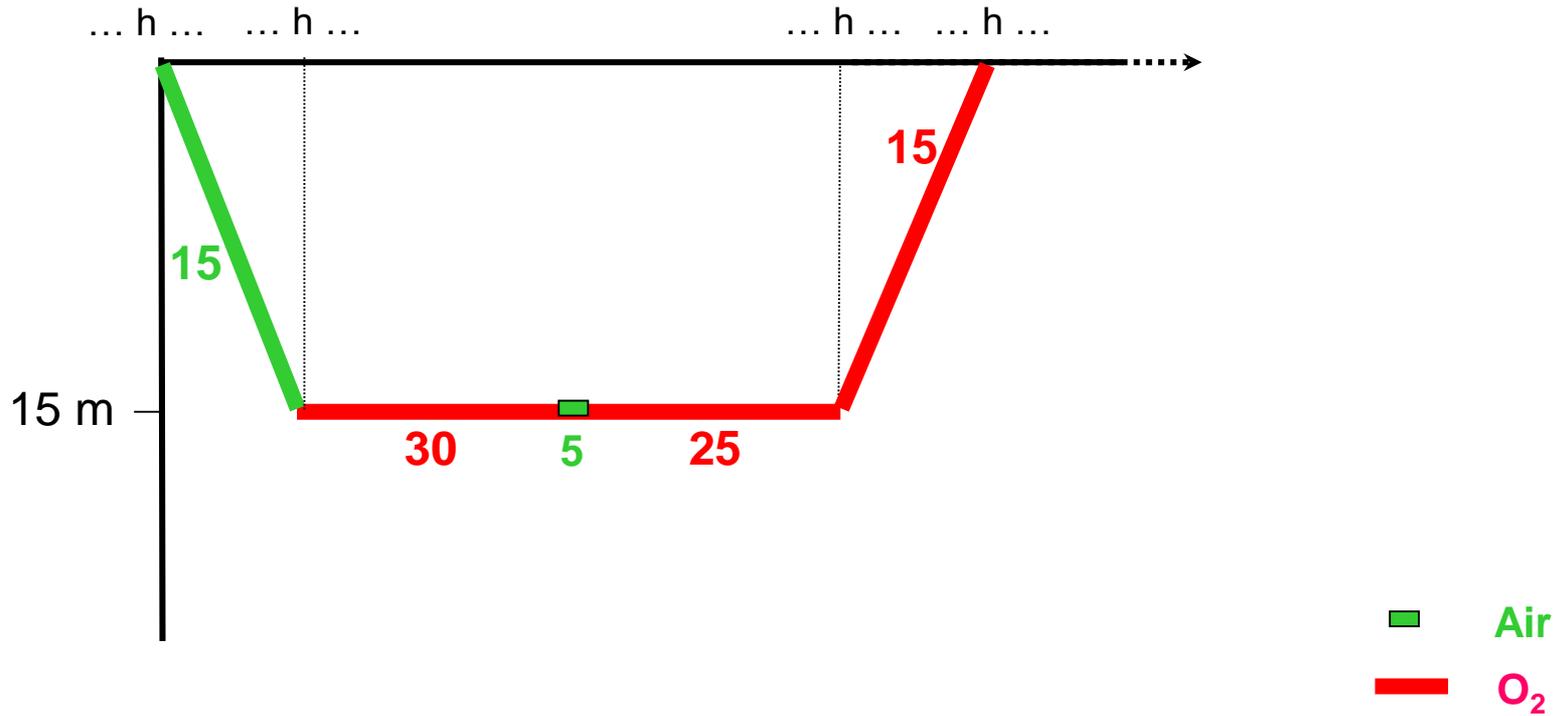
**Manipulateur Caisson
(Surveillant ± COH)**



**Hyperbariste
(Opérateur)**

TABLE N°1 - OHB15 - CHRONIQUE - 90 min

Patient :	Date : ___ / ___ / ___	Heure de mise en pression :
Médecin :	Opérateur :	Accompagnateur/Secours :





- **Surveillance :**
 - Physique : vision directe, interphonie, vidéo, accompagnant
 - Instrumentale : monitoring divers



HYPERBARE

Trinitron

5

6

7

8



4

SONY

ISOPRESSION









HYPERBARE
STREAMLINE

HYPERBARE
A Hyperbaric Systems
CORPORATION

Sas à Médicaments

S



ANALYSE CHIMIQUE

HYPER-HYPO

CONFIGURATION REPOS NORMALE DU SAS
Porte intérieure fermée Porte extérieure fermée
Vanne d'équilibrage fermée Vanne de purge fermée

3GE5

VICE

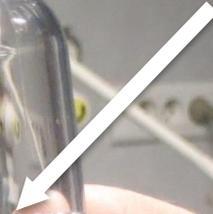
EM 30 010

EM 30 010

Vérifier que la perfusion n'est pas vide



Remettre du liquide avant la décompression

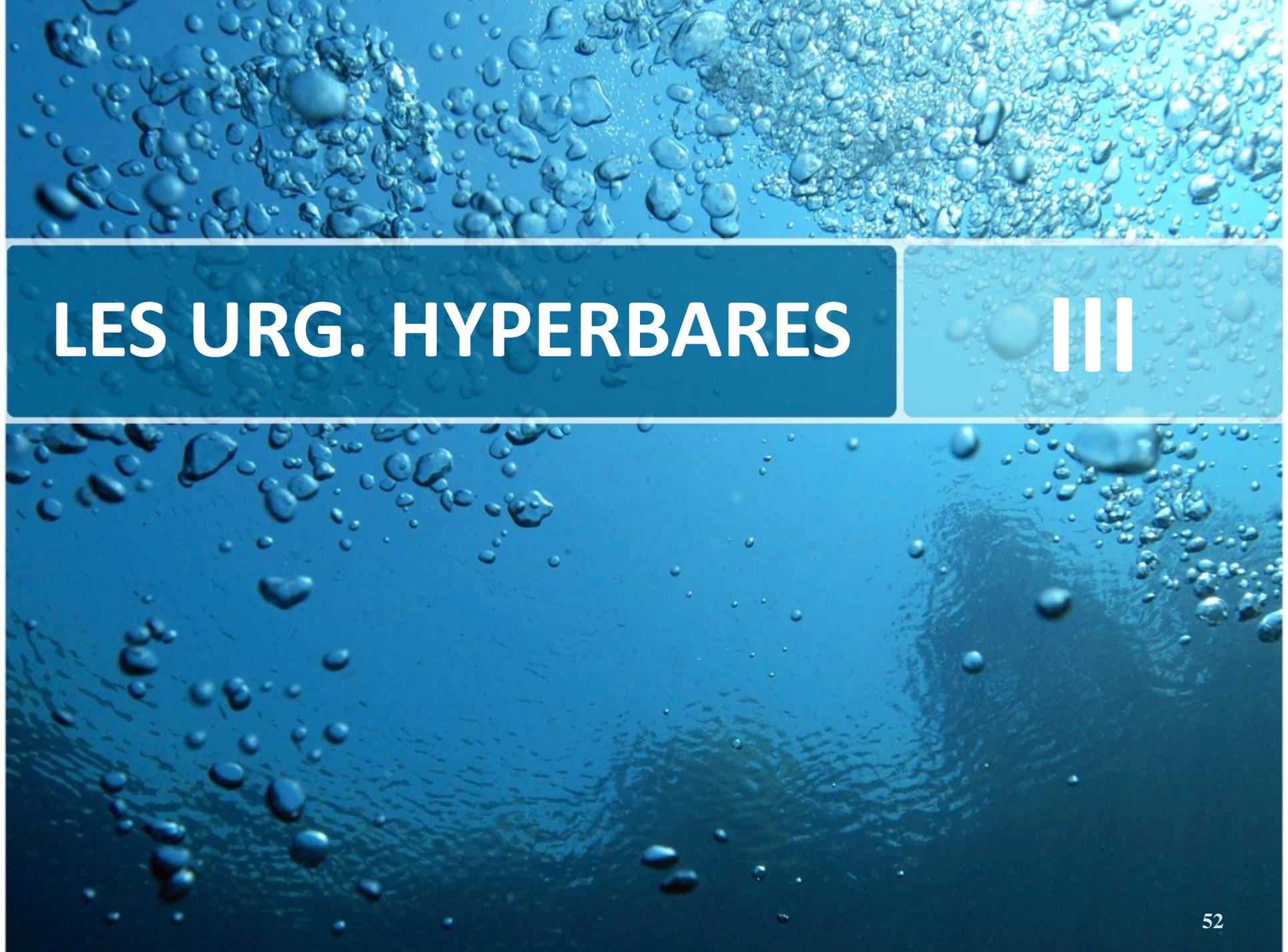


Lente : 1 mètre/mn, bruit, froid, buée

Pas de Valsalva !! Déglutition forcée si otalgie



**STOPPER AU MOINDRE
INCIDENT !!!**



LES URG. HYPERBARES

III



04.5

Pilote **HYPERBARIC**

Addendum to User's Manual
SERVO-i VENTILATOR SYSTEM
 Hyperbaric oxygenation - HBO

MAQUET
 GETINGE GROUP



CRITICAL CARE



1.5 TECHNICAL DATA (HBO ONLY)

1.5.1 OPERATING CONDITIONS

- Atmospheric pressure: 660 to 3100 hPa

Note: From sea level down to 20 m below sea level.

1.5.2 POWER SUPPLY

External 12V DC
 12.0V - 15.0V DC, 10A

1.5.3 INSPIRATORY CHANNEL

Inspiratory Tidal Volume

Air/O₂

- *Adult*
 Setting range: 100 - 4000 ml
 Inaccuracy: ± 15%
- *Infant*
 Setting range: 2 - 350 ml
 Inaccuracy: ± 15%

Maximum flow

Depth below sea level (m)	Maximum flow (l/min)
0	200
10	100
15	80
18	71
20	67

1.5.4 MONITORING

Expiratory Minute Volume

Air/O₂

- *Adult*
 Range: 0 - 60 l/min
 Inaccuracy: ± 15%
- *Infant*
 Range: 0 - 20 l/min
 Inaccuracy: ± 15%

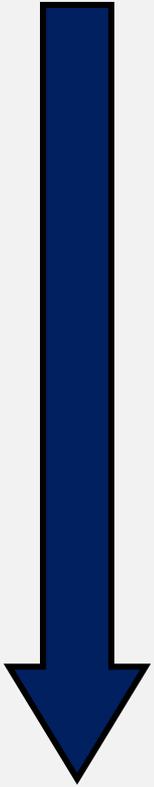
Expiratory Tidal Volume

Air/O₂

- *Adult*
 Range: 0 - 4000 ml
 Inaccuracy: ± 15%
- *Infant*
 Range: 0 - 350 ml
 Inaccuracy: ± 15%

O₂ concentration measurement

Up to 300 kPa (corresponding to 100% at 20 meters of water).



ASPIRATEUR
MUCOSITEE

bar	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
cm d'eau	458.9	407.9	356.9	305.9	254.9
bar	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00
cm d'eau	203.9	153.0	102.0	51.0	0.0

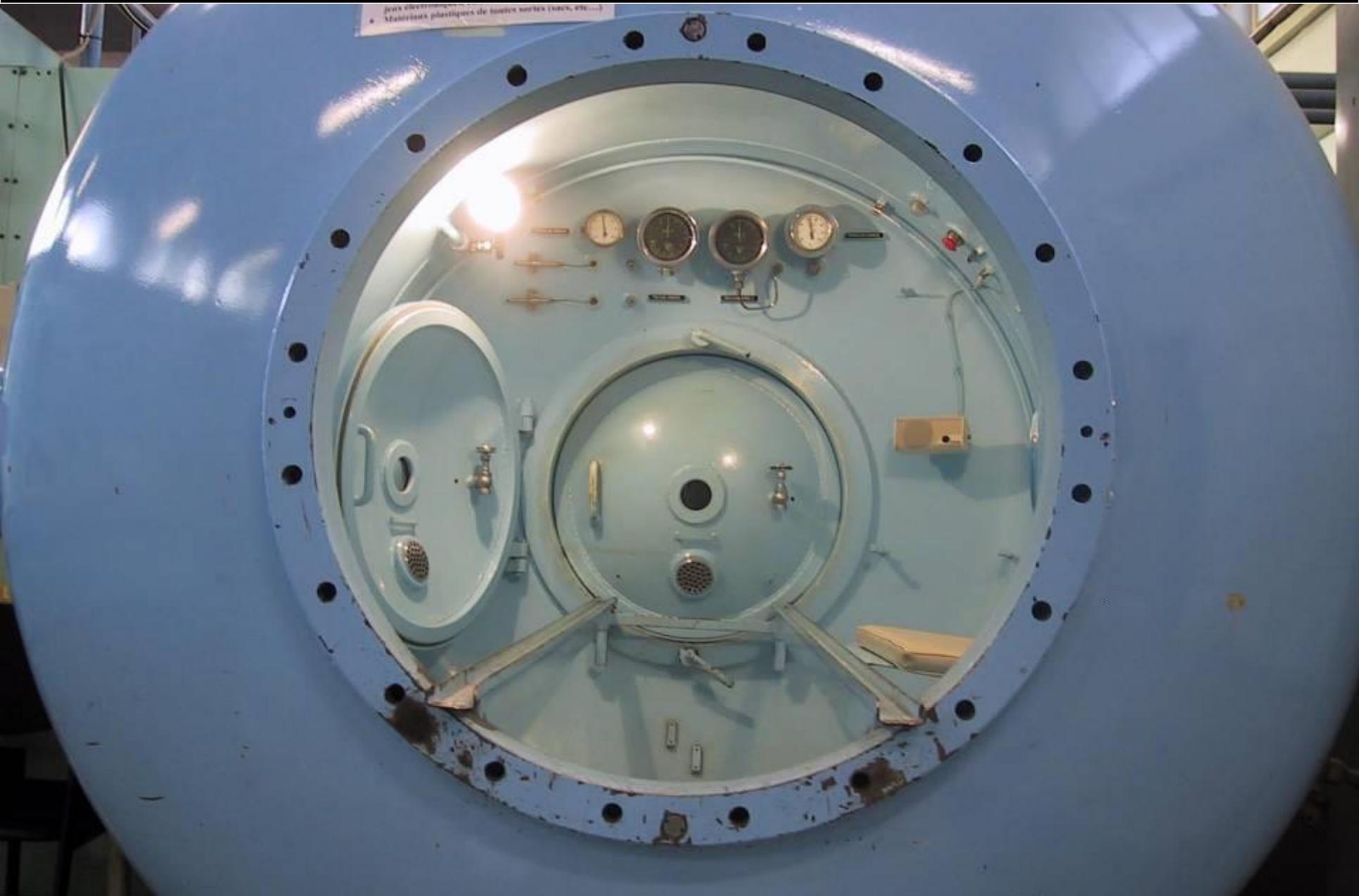


L'installation dans le caisson

Tout re-vérifier+++

- Raccordement au **respirateur**
- **Auscultation** pulmonaire (sonde)
- Branchement du **scope**
- **Perfusions** : perméabilité, connexion, débit, boucle de sécurité...
- **Sonde** gastrique en siphonage...

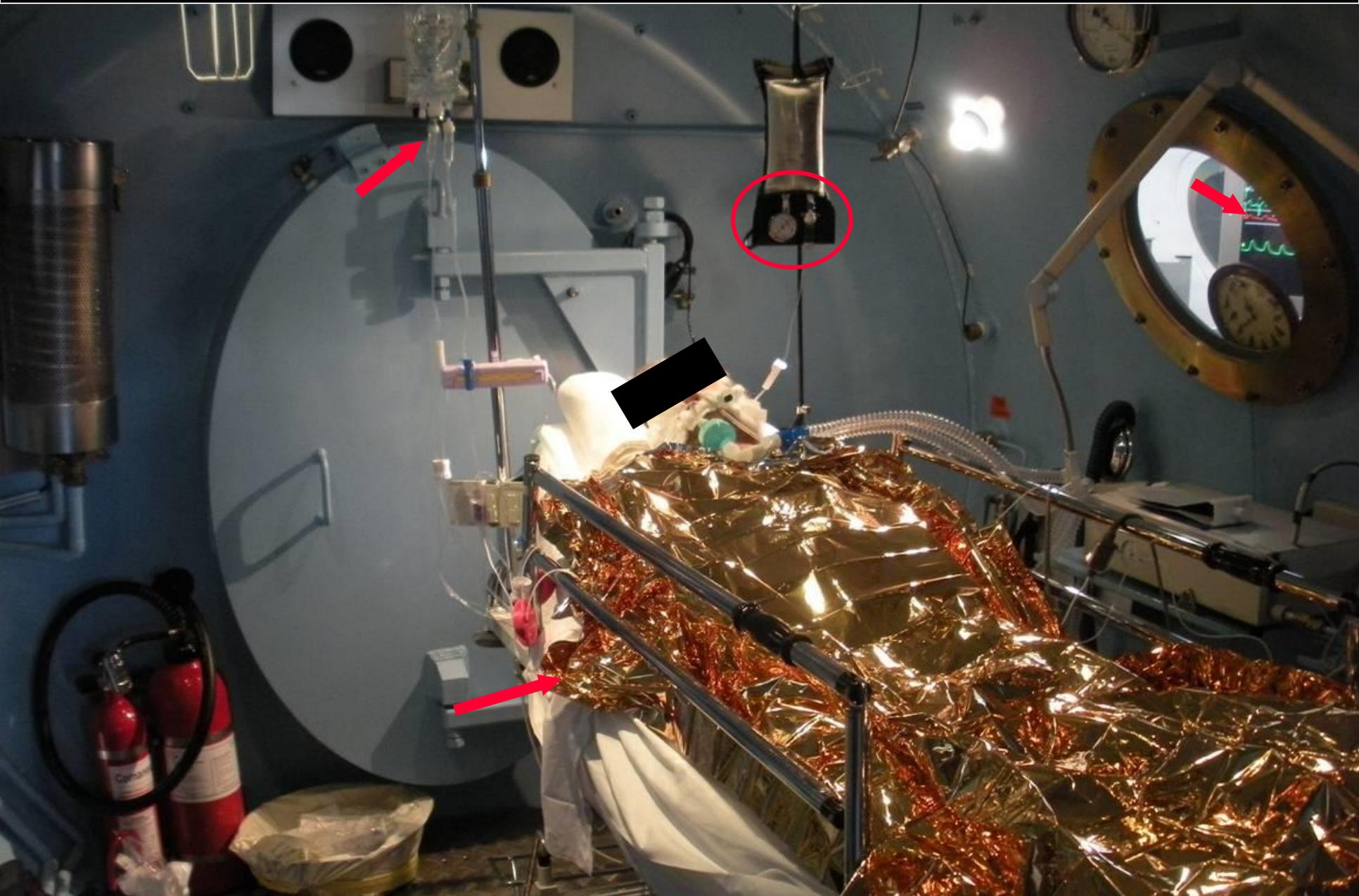
COMPRESSION



ISOPRESSION



DECOMPRESSION





Et l'Accompagnant ?!

TABLE N°6 - OHB30 - EG IATROGÈNE - 140min

Patient :	Date : ___/___/___	Heure de mise en pression :
Médecin Responsable :	Caisson Master :	Diver Medic :

PROF (m)	DUREE (min)	MELANGE RESPIRATOIRE		TEMPS CUMULE	HEURE DE FIN DE CYCLE	OBSERVATION
		PATIENT	DIVER MEDIC			
0 à 30	10	NITROX 60 ou HELIOX 50	AMBIANCE	00H10		
30	5	NITROX 60 ou HELIOX 50	AMBIANCE	00H15		
30 à 18	10	NITROX 60 ou HELIOX 50	AMBIANCE	00H25		
18	25	OXYGENE	AMBIANCE	00H50		
	5	AIR MEDICAL	AMBIANCE	00H55		
18 à 12	10	OXYGENE	AMBIANCE	01H05		
12	15	OXYGENE	OXYGENE	01H20		
	5	AIR MEDICAL	AIR MEDICAL	01H25		
	25	OXYGENE	OXYGENE	01H50		
	5	AIR MEDICAL	AIR MEDICAL	01H55		
9 à 0	25	OXYGENE	OXYGENE	02H20		

IMPORTANT

- Pas de séance d'OHB « anodine »
- **Vigilance pour tous** les patients
- L'urgence ne doit **pas dispenser de la préparation**
- Prise en charge pluri-disciplinaire = **décision collégiale**
- Caisson : enceinte **close, étroite, isolée**
- NPO | **'accompagnant !!**