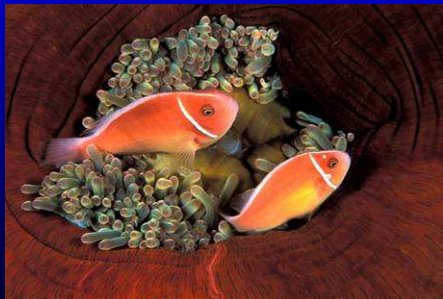


# **MALADIE DE DECOMPRESSION**

## **Traitement à la phase hospitalière**

**Journée des moniteurs**

**1 decembre 2007**



**Dr François BERNIER**

**Département de réanimation  
et de médecine hyperbare  
CHU ANGERS**



# INTRODUCTION

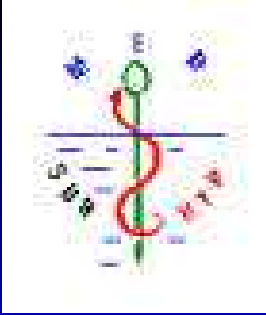
- « Bien prétentieux serait en effet le physiologiste ou le médecin hyperbariste qui oserait nier que les ignorances l'emportent largement sur les connaissances »

**Amas  
gazeux**



**Oxygénothérapie  
hyperbare**

**Wolkiewiez J.** Les traitements médicamenteux dans la prise en charge des accidents de décompression de la plongée loisir: Quel rôle? *2<sup>ième</sup> conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare « traitement des accidents de décompression en plongée loisir » Marseille mai 1996 p157-180.*



# INTRODUCTION



[www.medsubhyp.com](http://www.medsubhyp.com)

- **2 Conférences européennes de consensus**
  - *Recommandation de type 1* = pronostic vital de l'OHB – transfert vers un centre hyperbare dans les meilleurs délais ;
  - *Recommandation de type 2* = l'OHB ne change pas le pronostic vital mais est recommandée ;
  - *Recommandation de type 3* = l'OHB est une mesure d'appoint au traitement – Transfert optionnel.
- Marseille sept 2004?

*1<sup>ière</sup> conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare « situation de la médecine hyperbare en Europe en 1994 » Lille septembre 1994*

*2<sup>ième</sup> conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare « traitement des accidents de décompression en plongée loisir » Marseille mai 1996*

## 2<sup>ième</sup> Conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare de Marseille en 1996

- « *La prise en charge efficiente d'un accident de décompression (ADD) de la plongée loisir ne peut se faire qu'en service spécialisé défini comme étant l'ensemble : chambre hyperbare - équipe médicale et paramédicale hospitalière entraînée* ». (recommandation de type 1)

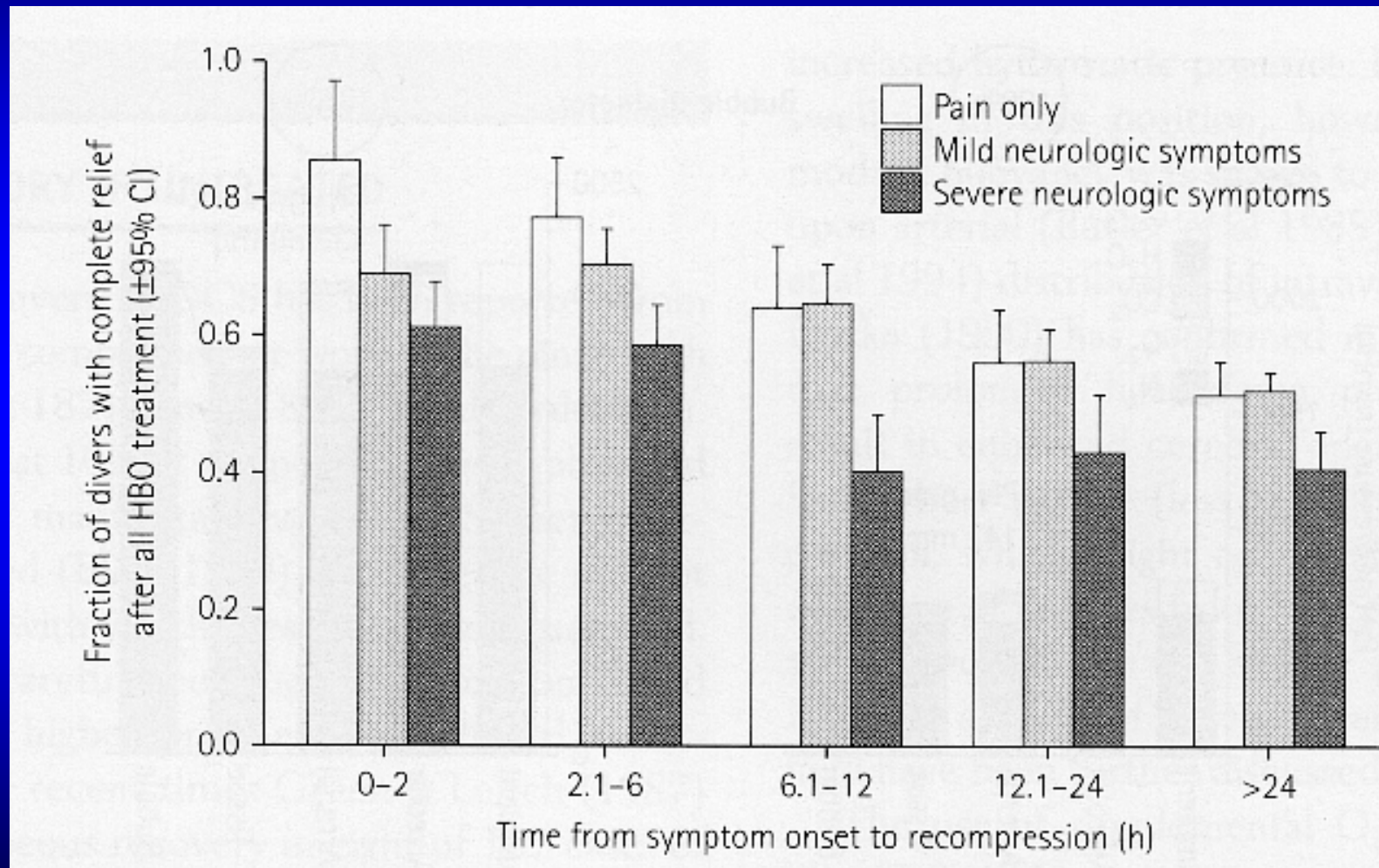


## 2<sup>ième</sup> Conférence européenne de consensus sur la médecine hyperbare de Marseille en 1996

- *« L'ADD est une urgence vitale vraie qui doit toujours bénéficier d'un délai de recompression thérapeutique le plus court possible et être orientée d'emblée du site de l'accident vers le service spécialisé le plus proche. »*  
(recommandation de type 1)



# orientation initiale primordiale



DAN, Séquelles après traitement en fonction du délai de recompression. 3899 ADD ( 1989 – 1996).

# Le principe thérapeutique :

- Traitement symptomatique des diverses défaillances d'organes (respiratoire, hémodynamique, rénal, coagulation, neurologique, hépatique...)
- Faire disparaître les bulles
- Lutter contre la maladie de décompression (MDD)

# Le bilan : Fiche d'évacuation

- Clinique : évolutive
  - les circonstances +++ (horaires, durée, profondeur, mélange, vitesse de remontée, paliers, incidents, efforts, altitude, plongées antérieures...)
  - Respiratoire (fréquence respiratoire, expectorations...)
  - Cardio-vasculaire (fréquence cardiaque, tension, marbrures...)
  - Neurologique (conscience, déficit moteur ou sensitif...)
  - Cutané
  - Articulaire
  - ORL
- rôle des ordinateurs : « boîte noire » ?



# Au centre d'OHB: accident de plongée (MDD) ou accident en plongée ?

- Bilan et information sur séance d'OHB
  - Scope (FC, TA, FR, SpO<sub>2</sub>...)
  - Oxygénothérapie
  - Examen et « interrogatoire » +++
  - Voie(s) veineuse(s)
  - Sonde vésicale et autres drains ?
  - Sédation ?
- Examen complémentaires
  - Radio de thorax et électro-cardiogramme (ECG)
  - Prise de sang
  - Échographie-Doppler ? (pas de bulles!!)

Date :  
N° fiche appel :  
Méd. régulateur :

Heure de l'accident : h  
Motricité

G D	Sensibilité	
	piquer G D	toucher G D
C5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
C6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
C7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
C8 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
T1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
L2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
L3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
L4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
L5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
S1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

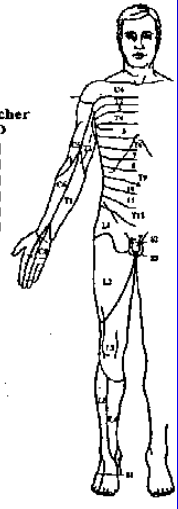
Score moteur = /100

0 : paralysie totale  
1 : contraction palpable ou visible  
2 : mouvement actif, en absence de pesanteur  
3 : mouvement actif, contre pesanteur  
4 : mouvement actif, contre légère résistance  
5 : mouvement actif, contre résistance complète  
NE : non évaluable

Toucher rectal : Score sensibilité piquer = /112  
Béance anale ? Oui / Non : Score sensibilité toucher = /112

**CONCLUSION**  
Atteinte médullaire ? Oui / Non

Si atteinte médullaire :  
- Dorsalier révisé en cours de soin (coté à S/S) =  
- Incomplète / Complète (complète : niveau sensitif = niveau moteur ET béance anale)



# Au centre d'OHB

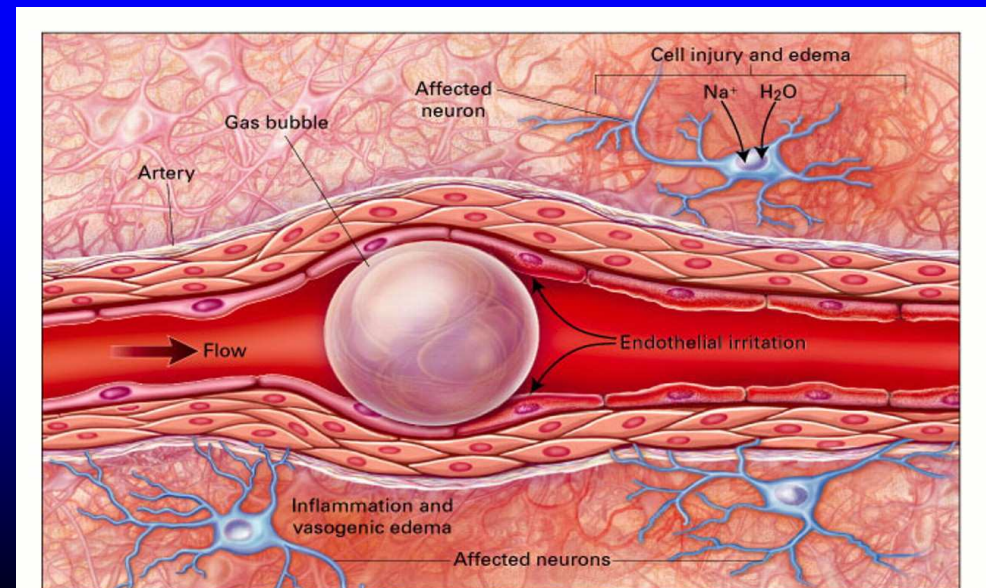
- A distance:
  - scanner thoracique,
    - Pneumothorax a minima ?
  - IRM médullaire / cérébrale (scanner?)
    - Séquelles neurologiques
  - Échographie trans-oesophagienne (ETO) ou trans-thoracique (ETT):
    - Foramen Ovale perméable?
  - Autres: scintigraphie osseuse, EEG, EMG, PES, bilan uro-dynamique ?



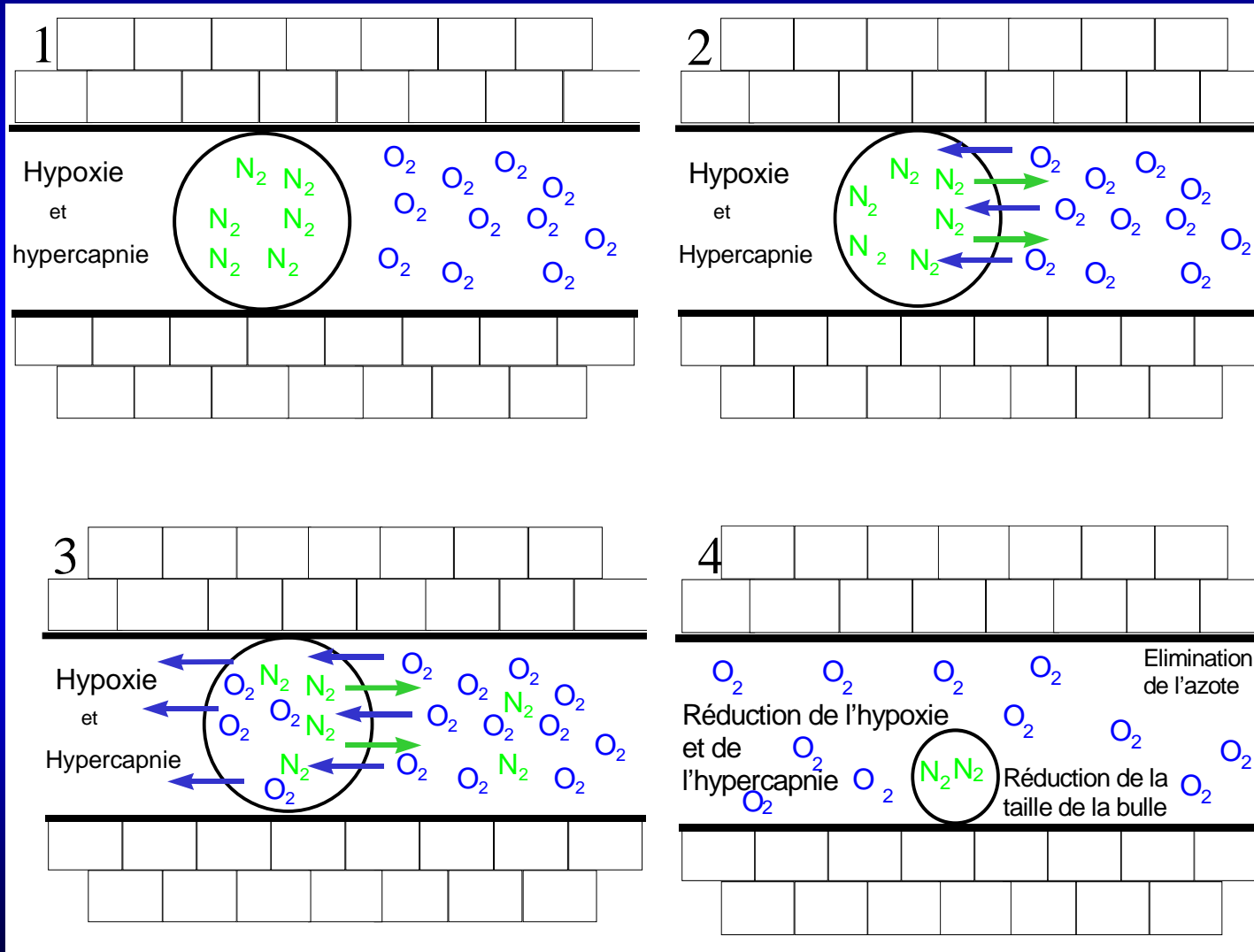
# L'oxygénothérapie :

- L'Oxygénothérapie normobare :
  - bases physiopathologiques
  - Hypoxémie (causes respiratoire et/ou circulatoire) et hypoxie tissulaire (bulles).
  - Pas d'apport de gaz inerte.
  - Dénitrogénéation accélérée (« Oxygen Window »)

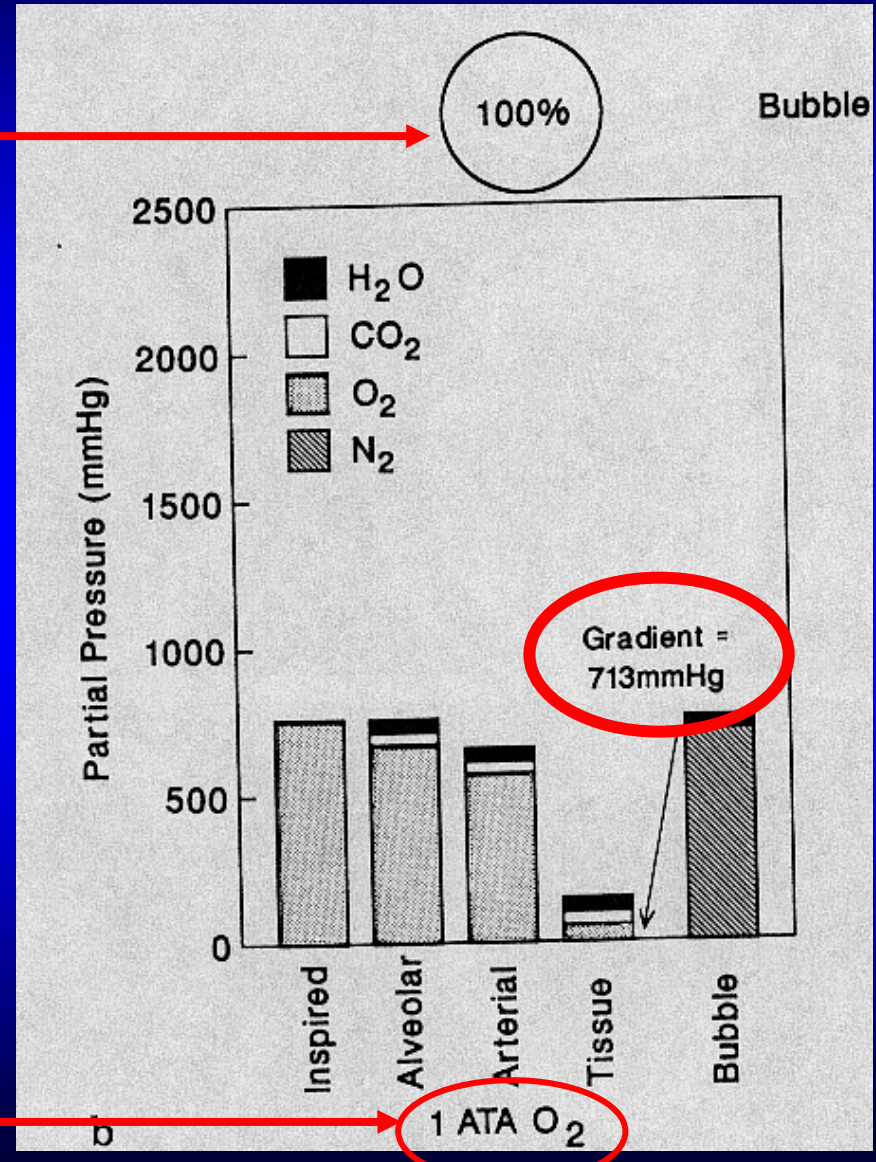
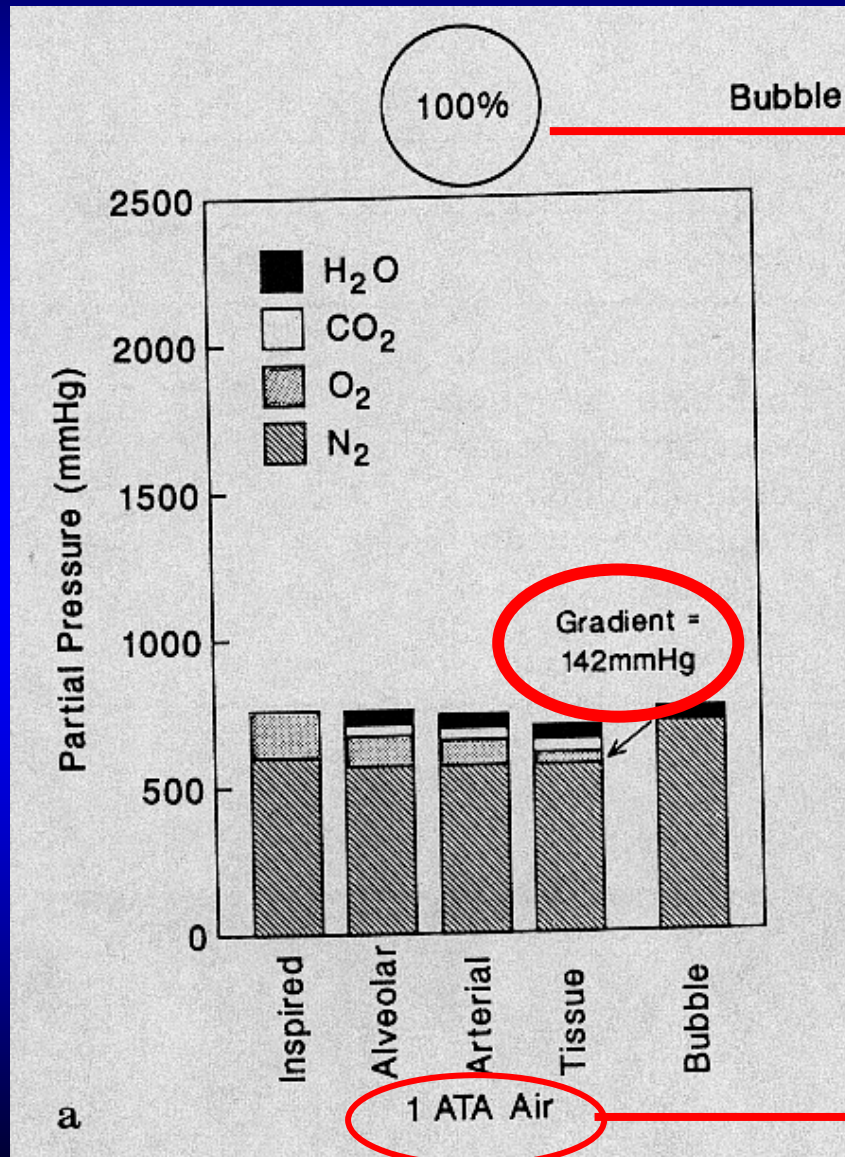
**Van Liew HD.** The oxygen window and decompression bubbles: estimates and significance. *Aviat space Environ med* 1993; 64: 859-65.



# L'oxygénothérapie : dénitrégénération

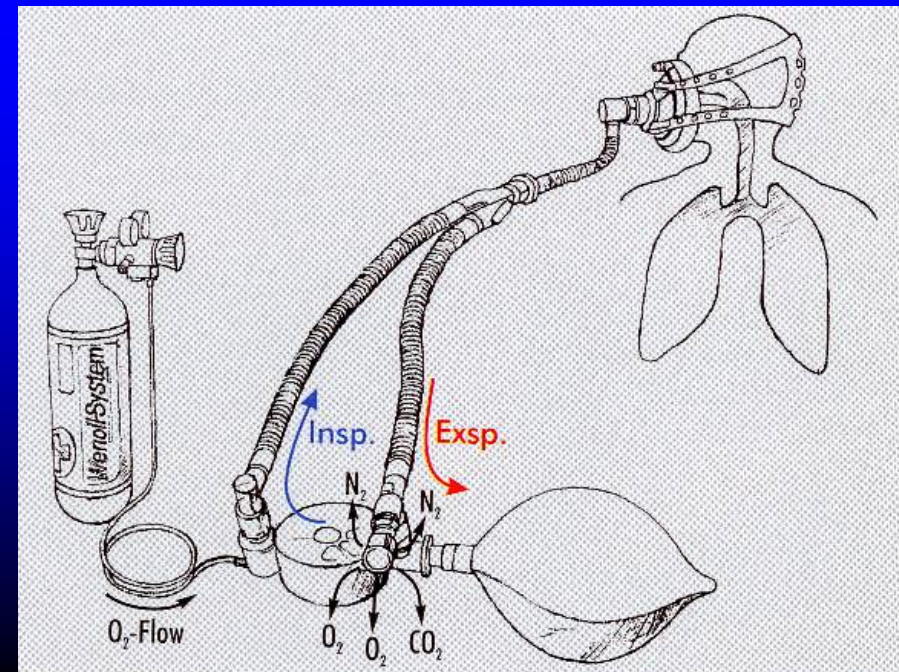


# L'ONB: dénitrogénéation

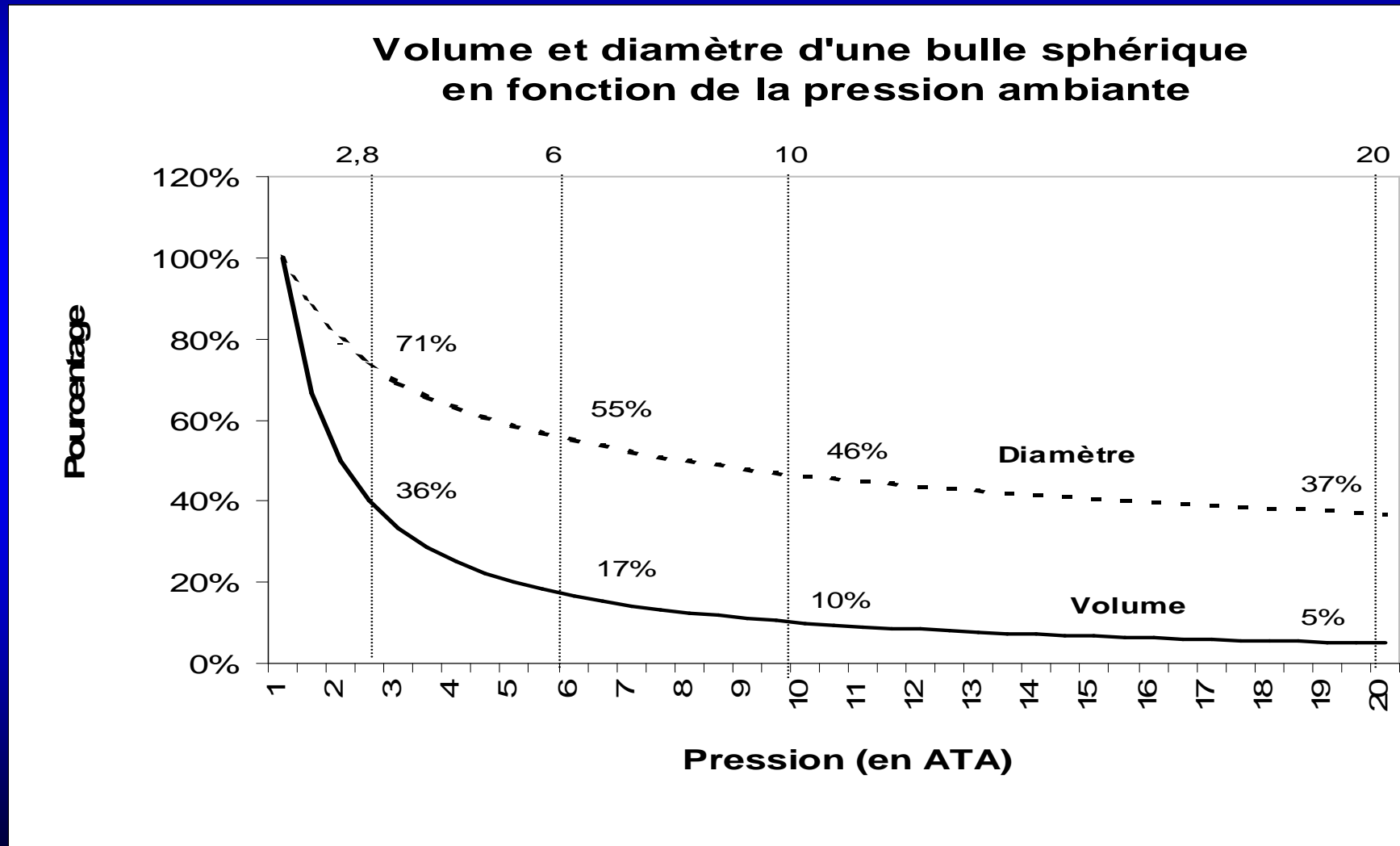


# L'oxygénothérapie

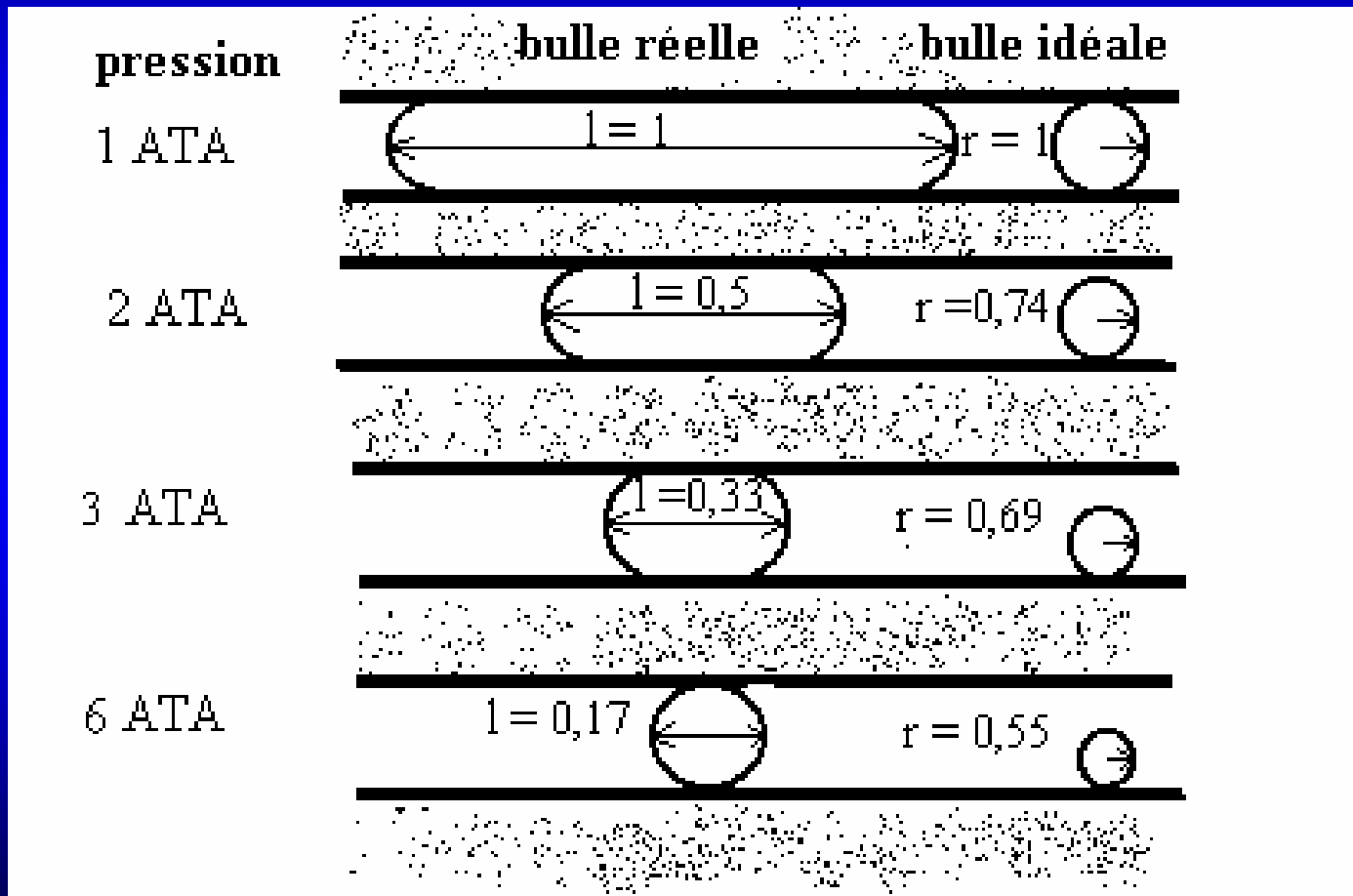
- L'ONB: en pratique
  - $FiO_2=1$ 
    - soit par un masque facial avec réservoir alimenté par débit  $\geq 15$  litres,*
    - soit par un masque facial avec circuit de type CPAP,*
    - soit par respiration contrôlée si détresse respiratoire ou circulatoire.*
  - A maintenir jusqu'à la recompression thérapeutique.
  - Durée optimale ?



# La recompression: l'effet mécanique

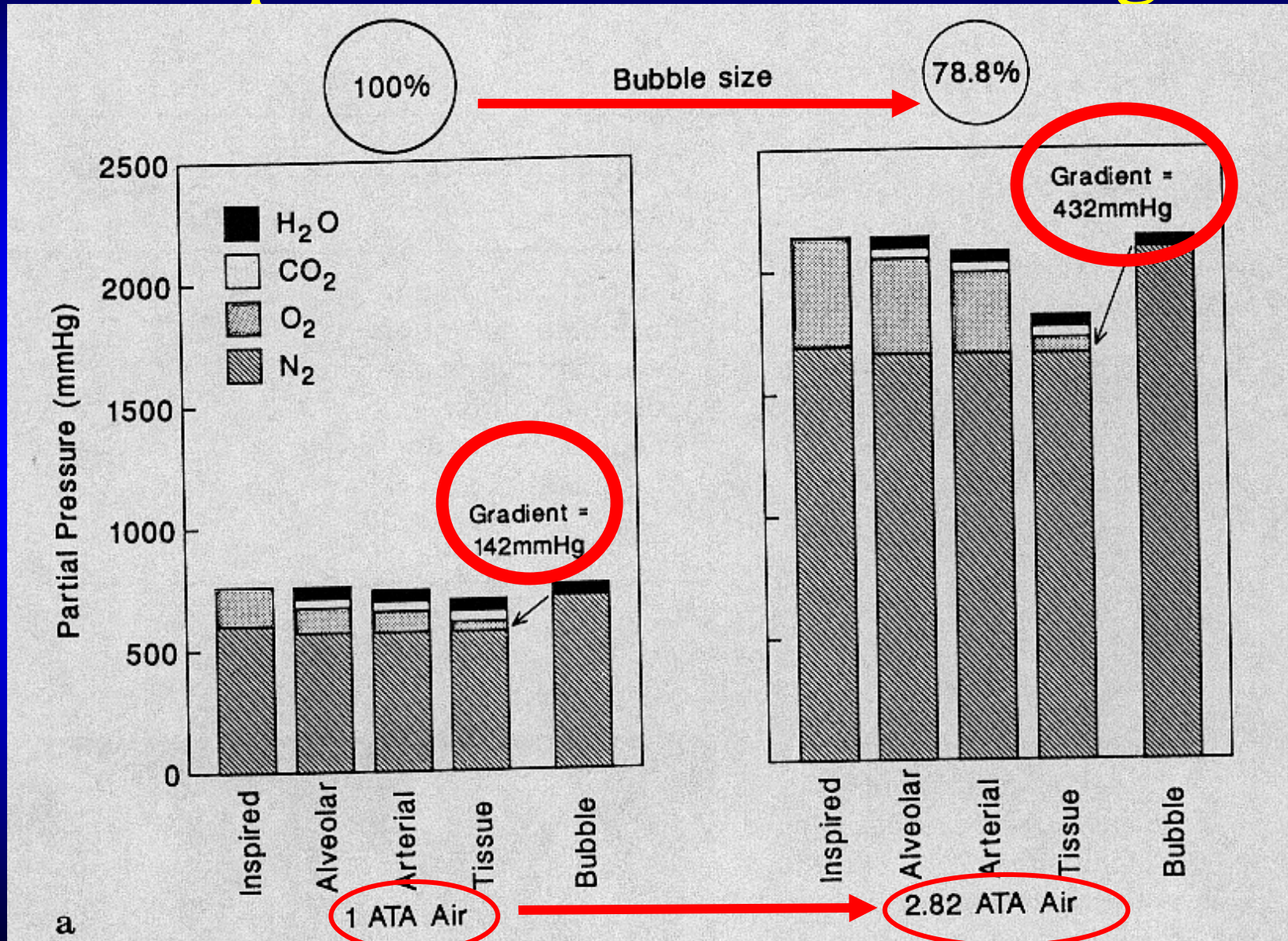


# La recompression: l'effet mécanique





# La recompression: l'effet dénitrégénération



# La recompression: l'effet mécanique

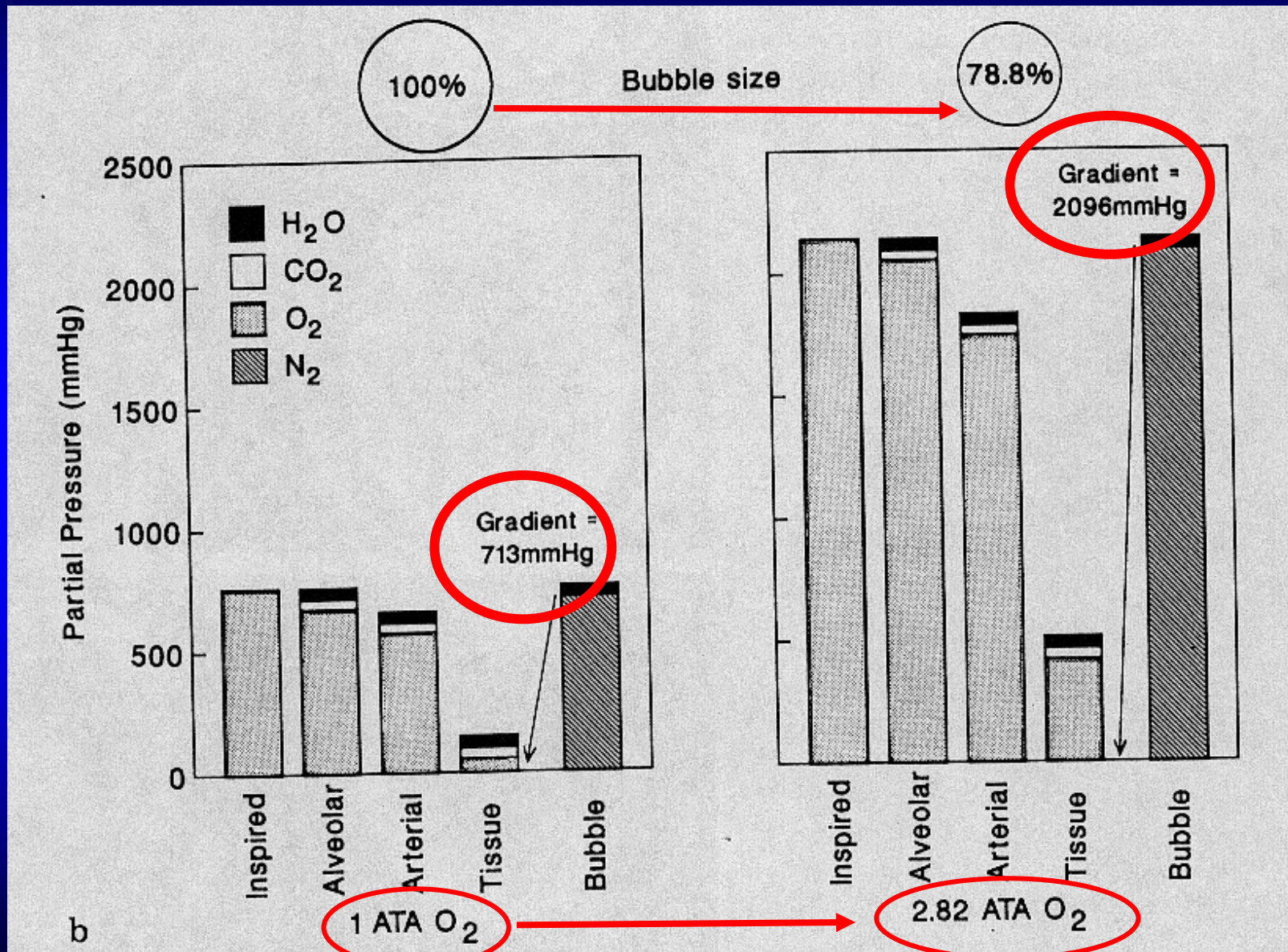
- N'agit pas sur les effets secondaires de l'ADD.
- Nécessite une décompression car ressature
  - (sauf  $FiO_2 = 1$  mais alors limitée en « profondeur » ...).
- narcose y compris pour le personnel
- Risque d'ADD y compris pour le personnel
- intérêt de mélanges suroxygénés ?

# Oxygénothérapie et recompression: OHB

- L'Oxygénothérapie Hyperbare:  
bases physiopathologiques
  - Oxygénation des tissus ischémiques
  - Correction des troubles rhéologiques
    - amélioration de la déformabilité des hématies et diminution de l'effet sludge.
  - Apport énergétique
    - (1 mol de glucose = 3 ATP en anaérobiose contre 38 en aérobose).
  - Dénitrogénéation.

**Shank ES.** Decompression illness, iatrogenic gas embolism, and carbon monoxide poisoning: the role of hyperbaric oxygen therapy. *Int Anesthesiol Clin* 2000; 38: 111-38.

# OHB



# L'oxygénothérapie et la recompression

- La recompression: en pratique
  - Compromis à 2,82 ATA (60 fsw) en O<sub>2</sub> pur
  - avec option pour une plus grande pression avec un mélange dans le cas d'ADD sévère ou ne répondant pas initialement.
  - *Jamais par ré-immersion « thérapeutique »* (recommandation de type 1)
  - Cas particulier des ADD lors de plongée à saturation : recompression à 1 ATA de plus que la pression à laquelle sont survenus les symptômes.

# L'oxygénothérapie et la recompression

- L'OHB: les limites
  - Problème de la toxicité de l'O<sub>2</sub>
    - neurologique et pulmonaire
  - d'où l'alternance O<sub>2</sub> pur-air pendant la séance et la limitation (à titre thérapeutique) à 2,8 ATA
  - ou l'utilisation de mélanges au-delà
    - (héliox ou nitrox) avec cependant une décompression plus longue et plus difficile

# L'oxygénothérapie et la recompression

- Quelle table pour quel accident ?
  - Dépendant du délai de recompression,  
de la gravité du tableau initial,  
de l'infrastructure hyperbare disponible  
(personnel, performance du caisson,  
disponibilité des mélanges...)  
de l'expérience locale...



# L'oxygénothérapie et la recompression

- Les ADD mineurs de type cutané
  - *ONB pendant 6 h*
  - Pour certains :
    - 1 heure à 2 ATA sous O<sub>2</sub> pur.





# L'oxygénothérapie et la recompression

- Les ADD mineurs de type ostéo-articulaires
  - *tables de recompression à l'O<sub>2</sub> pur à 2,8 ATA maximum* (recommandation de type 1) sinon récidives

# L'oxygénothérapie et la recompression

- Les ADD graves (neurologiques cérébraux, médullaires et vestibulaires)
  - Tables suroxygénées ( $FiO_2=1$ ) à 2,8 ATA *avec extension possible des protocoles en fonction de l'évolution clinique*  
(80% de bons résultats et pas d'évidence significative qu'un autre schéma soit meilleur).
  - Tables aux mélanges hyperoxiques à 4 ATA *mais la  $PiO_2$  optimale (de toutes façons à 2,8 ATA maximum) ainsi que la nature du gaz neutre de ce mélange ne peuvent être précisés dans l'état de données non concluantes disponibles.*  
si délai de recompression court < 1 h  
(structures commerciales et militaires avec caisson sur place +++).

# L'oxygénothérapie et la recompression

- L'héliox:
  - avantages :
    - Diffusion  $\nearrow$ , Solubilité  $\searrow$  par rapport à l'azote.
    - $\searrow$  + rapide des bulles dans la moelle épinière qu'avec l'O<sub>2</sub>
    - Dénitrogénéation + rapide qu'avec l'O<sub>2</sub>.
    - $\searrow$  toxicité de l'O<sub>2</sub>.
    - $\nearrow$  Pression thérapeutique autorisée (car – d'O<sub>2</sub>).
    - Moins narcotique que N<sub>2</sub>.

# L'oxygénothérapie et la recompression

- L'héliox:
  - Inconvénients :
    - ↗ taille des bulles dans les tissus aqueux si perfusion compromise (contre-diffusion isobarique): à éviter en cas d'ADD pulmonaire et oreille interne ?
    - en pratique : pas de cas rapportés d'aggravation avec l'héliox lors d'ADD avec nitrox mais aggravation gravissime lors d'ADD survenus sous heliox recomprimé avec un nitrox
  - le compromis Fi gaz inerte la + faible possible/ FiO2 la + forte possible : 50/50
    - (choix empirique basé sur la théorie et des études expérimentales animales non validées chez l'homme)

# L'oxygénothérapie et la recompression

- étude rétrospective (ADD neurologiques) :
- Tables Comex 30 Heliox (16 cas)
  - ↔ tables O2 US Navy 6 ou 6A (17 cas)
  - +/- Compléments (2,5 ATA 90 mn).
  - 33+/-15 m ↔ 28+/-13 m
  - 58 mn+/-40 ↔ 27 mn+/-16 \*
  - 75 % erreurs décompression ↔ 41 %
  - 50 % facteurs de risque ↔ 65 %
  - délais des signes : 16mn+/-23 ↔ 86+/-132\*
  - délais OHB : 13h+/-9 ↔ 17h+/-19

# L'oxygénothérapie et la recompression

- Les accidents neurologiques cérébraux par embolie gazeuse artérielle :
  - *recompression à 6 ATA au mélange hyperoxique si et seulement si le délai est inférieur à quelques heures. Pas de données suffisantes pour préciser la nature du mélange et sa  $PiO_2$  ni le délai...*(recommandation de type 2).
  - Remarque : recompression d'un accident avec mélanges avec le même mélange

# L'oxygénothérapie et la recompression

- En cas de signes cliniques persistants lors de la recompression initiale :
  - Il peut être utile de poursuivre le traitement en saturation.  
(recommandation de type 2)

# Les autres médicaments

- Le traitement de l'anoxie
  - le remplissage vasculaire (recommandation de type 1)
    - car ↗ perméabilité vasculaire / pertes liquidiennes, vasoplégie, ↘ dénitrogénéation
    - *Per os sur place* (sauf si troubles de conscience, nausées/vomissements, suspicion de lésions digestives) : eau plate + sel, sans trop de sucre
    - *Intraveineux* : sérum physiologique ou Ringer Lactate, dérivés de l'amidon, gélatines ou Dextrans
    - Quantité ? 0,5 à 1l per os, 300ml IV initialement



# Les autres médicaments

- Le traitement de l'anoxie
  - Par l'amélioration de la viscosité sanguine  
(recommandation de type 3)
    - car hémococoncentration, troubles de déformabilité des hématies.
    - Le plus précocement possible. Pentoxyfylline (Torental®).
    - Redistribution dans les territoires micro-vascularisés par des vasodilatateurs : Buflomédil (Fonzylane®) ou nicergoline (Sermion®).

# Les autres médicaments

- Le traitement anti-inflammatoire (recommandation de type 3)
  - lutter contre l'œdème cérébral/médullaire.
  - Le plus précocement possible. corticoïdes pendant 2 à 3 jours / Anti inflammatoires non stéroïdiens 7 j

**Bennett M.** Adjunctive treatment of decompression illness with non steroidal antiinflammatory drug (Tenoxicam) reduces compression treatment. *Undersea hyperb Med* 2003;30:195-205.

**Pearson RR.** Delayed cerebral edema complicating cerebral arterial gas embolism: Case histories. *Undersea biomed Res* 1982; 9: 283-96.

# Les autres médicaments

- La correction des troubles de la coagulation :  
(recommandation de type 3)
  - coagulopathie de consommation et thrombose auto-entretenu (veines épidurales).
  - Le plus précocement possible.
  - *Antiagrégants plaquettaires* : aspirine 500 mg per os (FFESSM) rôle surtout préventif ?.
  - *Anticoagulants* : héparine

# Les autres médicaments

- Autres: (recommandation type 3)
  - *les anti-radicalaires/anti-oxydants,*
  - *les fluorocarbones* (pouvoir de solubilité pour l'azote>plasma)
  - *lidocaïne*

# Les autres médicaments

- Le traitement symptomatique :
  - Le decubitus dorsal
  - Le maintien des fonctions vitales :
    - *selon les critères de médecine intensive* : gestes de réanimation, traitement de l'œdème pulmonaire si noyé, de la crise comitiale, du pneumothorax, de l'œdème cérébral, nursing...
  - Par la prévention de l'hyperthermie  
(recommandation type 2)
    - par des moyens physiques / médicamenteux.

# Le traitement ultérieur

- Adapté au bilan : cf examens complémentaires
- patients ayant récupérés totalement :
  - surtout les ADD de type 1 et/ou pris précocement.
  - problème de l'aptitude à replonger,
  - surveillance simple

# Le traitement ultérieur

- patients présentant des troubles neurologiques persistants
  - sujets jeunes avec conséquences psychologiques (troubles sphinctériens, sexuels...) et professionnelles (perte d'emploi, invalidité).
  - fréquent +++ surtout si délai de recompression > 1h (MDD), si tableau clinique initial grave : le plus souvent résistant au traitement, aggravation rare parfois rechute

# Le traitement ultérieur

- importance du suivi dans les 36–48 h.
- *continuation du traitement* (recommandation de type 1)
  - 1<sup>er</sup> phase de 36 - 48 h : développement de la MDD,
  - 2<sup>ème</sup> phase de quelques jours à quelques semaines : état inflammatoire => lésion dégénérative ou récupération ;
  - 3<sup>ème</sup> phase quelques semaines à 6 mois : réparation.
  - Pas lésions définitives avant 2 ans ? (cycles d'OHB tous les 2 à 3 mois proposés par certains).



# Le traitement ultérieur

- *Kiné + physiothérapie => traitement dès que possible (recommandation de type 1) : prévention de la flaccidité / spasticité secondaire ;*
- *Poursuite de l'OHB jusqu'à 10 séances (voire plus si amélioration fonctionnelle objective mise en évidence) : => 5 séances/ semaines (jusqu'à 20 maxi).*
- *Soutien psychologique : rares guérisons à l'emporte pièce*

# Les échecs

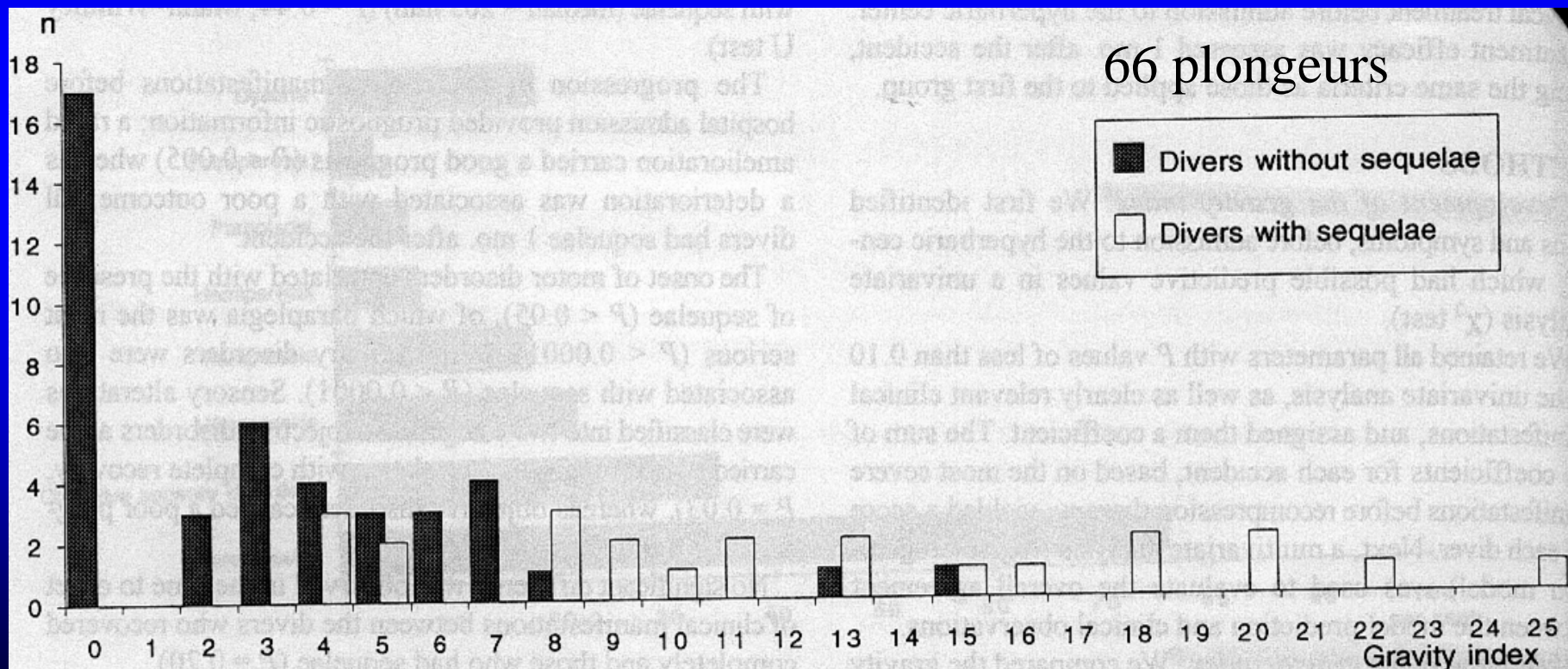
- Ré-aggravation après une recompression efficace possible :
  - rôle de la recroissance des bulles lors de la décompression ?
  - rôle de l'œdème ?
  - rôle des thromboses micro-vasculaires ?
  - rôle de la production de radicaux libres (syndrome d'ischémie-reperfusion) ?

# Pronostic

- Facteurs de bon pronostic
  - signes neurologiques uniquement subjectifs, amélioration avant l'hospitalisation...

# Pronostic

- Facteurs de mauvais pronostic
  - signes moteurs, signes neurologiques objectifs, score de gravité, hématicrite élevé...
  - Facteurs non pronostiques : délai d'apparition des symptômes...



# Reprise de la plongée

- Accidents cutanés:
  - Contre-indication temporaire (CIT)  
de 10 jours à 3 semaines



# Reprise de la plongée

- Accidents ostéomyoarticulaires:
  - pas de CI après 15 à 30 jours de repos  
+ Radiographie normale,
  - CI Absolue si lésions radiologiques.
  - Bends à répétition :  
CI Relative  
(Changement de tables ?  
décompression à l'oxygène ?)



# Reprise de la plongée

- Accidents neurologiques

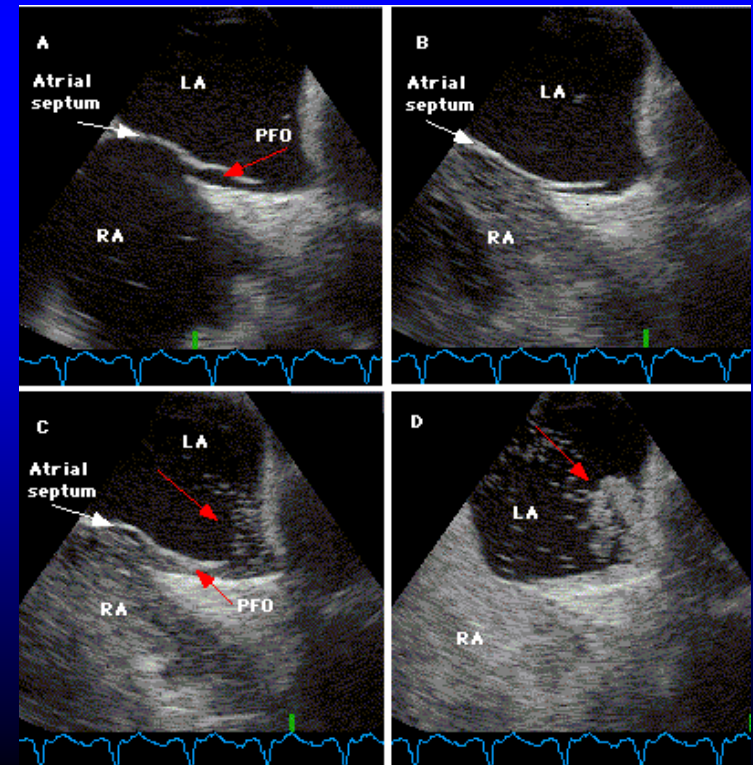
- CIT 1 an

- si cause retrouvée + imagerie normale + absence de séquelles : pas de CIA

- si absence de cause : « qui a bullé, bullera » ?  
modification des profondeurs de plongée ? CIR ?

- si FOP :

- CIA ou fermeture ?



# Reprise de la plongée

- Accidents cochléo-vestibulaires:
  - CIT de 6 mois (y compris apnée)
  - pas de CI si absence de séquelles (bilan ORL),
  - CIA définitive si séquelles,





# Reprise de la plongée

- Accident avec surpression pulmonaire
  - CIA définitive si présence initiale d'un pneumothorax ou pneumomédiastin.
  - CIT 1 mois
    - si simple distension (TDM initiale + + +)



# Reprise de la plongée

- Intérêts de prolonger les paliers ?  
des mélanges ?



- Certificat d'aptitude limité  
en profondeur/ temps/ prérogatives ?
- Questionnaire médical de la FFESSM  
à renvoyer

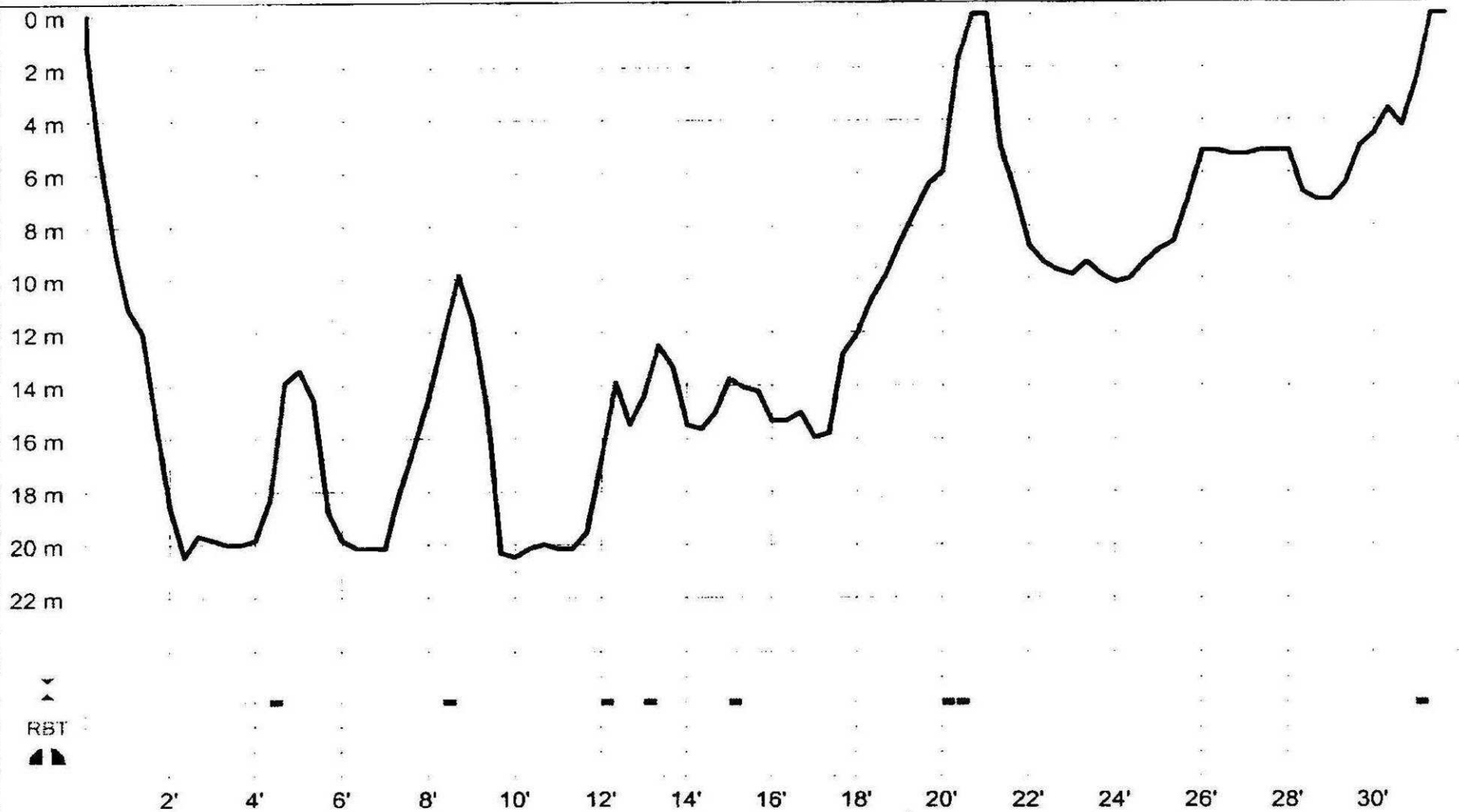


# CAS CLINIQUE

- **Madame D. 44ans**
- **ATCD thyroïdectomie**
- **Mode de vie : travaille en bureau , tabagisme actif.**
- **Plongée : niveau IV ini (250 plongées environ dont 20 la dernière année)**

- **Stagiare pédagogique.**
- **Matin du dimanche : 30 minutes 20 mètres. Plongée technique 2 yoyos**
- **Après midi 30 minutes 20 mètres 4 yoyos rapide avec alarme sur les vitesses de remontée**
- **Redescente a mi profondeur fin de plongée à 16 heures**

Mélange: Air - Temp. de l'eau min.: 13 °C - C. de sécurité min.: 33'

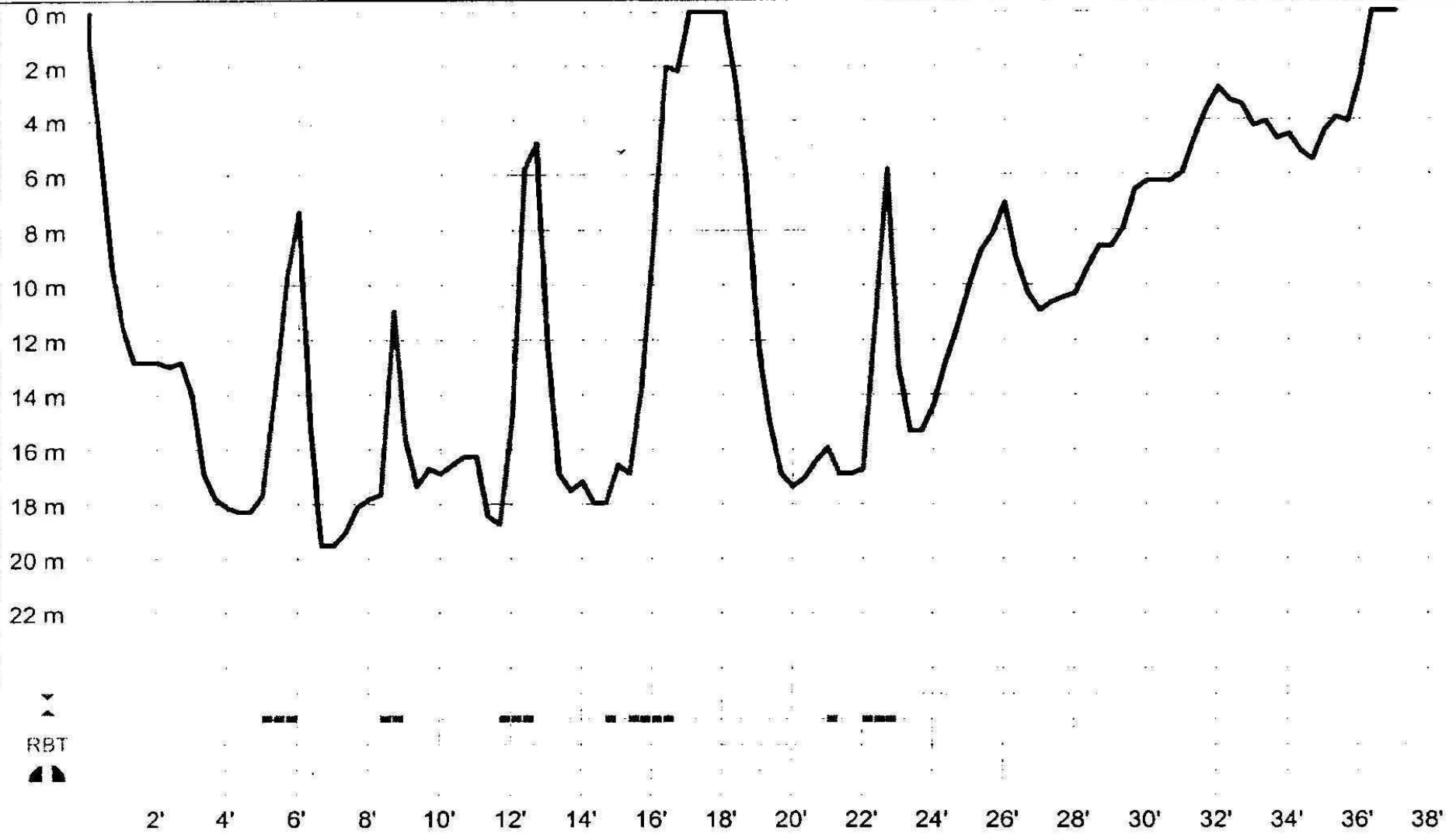


Plongée N° 36

- plongée du matin

courbe véro..LOG

Mélange: Air - Temp. de l'eau min.: 14 °C - C. de sécurité min.: 33'



Plongée N° 37

*Plongée de l'après midi*

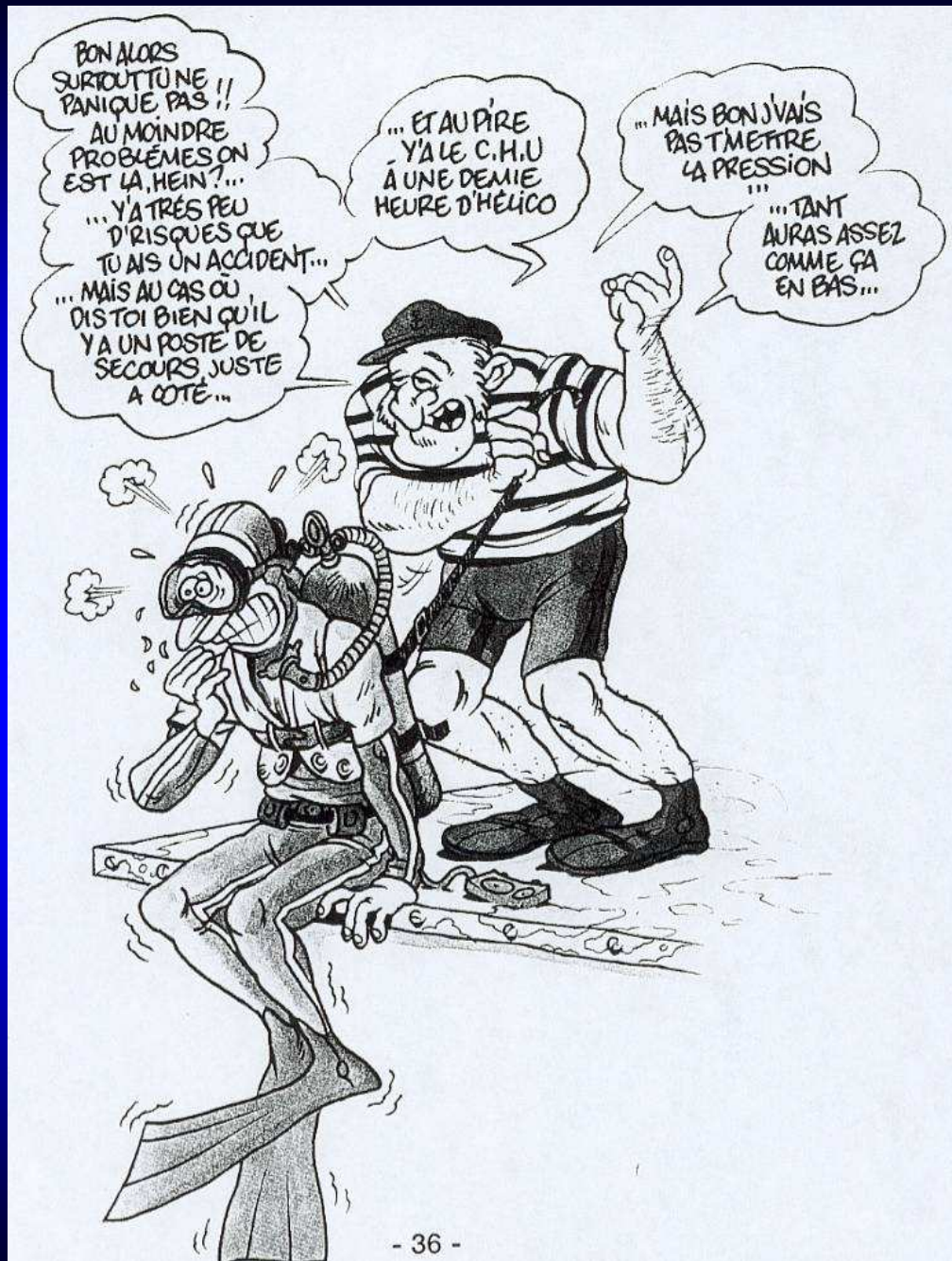
courbe véro..LOG

- **Patiente reveillée dans la nuit du dimanche au lundi à 2 heures du matin par des douleurs aux épaules ainsi que des dorsalgies qui se poursuivent par des paresthésies des membres inférieurs.**



- **Elle prend 500 mg d'aspirine et boit une bonne quantité d'eau.**
- **Consulte l'après midi aux urgences examen clinique normal**
- **Avis demandé au CHU ANGERS à 17 h30 elle est alors mise sous oxygène et transférée**

- **Oxygenothérapie hyperbare a la fin de la seance plus de douleur**
- **Le mardi récupération complète**
- **Recherche de shunt négatif IRM à distance en attente**



FIN

QUESTIONS?