

# Le point sur l'enseignement de la théorie

Jean-Pierre MONTSENY et Alain FORET



## INTRODUCTION

- Pourquoi enseigne-t-on la théorie ?  
Pour prévenir les risques d'accidents.
- Les cours de théorie doivent donc être orientés dans ce sens.

UNE THEORIE PROCHE DE LA PRATIQUE

# UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

VISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

NOUVEAUX TERMES

# UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

REVOIR NOS  
COURS EN CE SENS

## SURPRESSION PULMONAIRE

- ◆ ~~IMAGE DU BALLON QUI EXPLOSE~~
- ◆ ~~LES POUMONS EXPLOSENT~~
- ◆ ~~ON CRACHE DU SANG DANS TOUS LES CAS~~
  
- ◆ 100% DES SP = NEUROLOGIQUES
- ◆ SIGNES PULMONAIRES POSSIBLES
- ◆ MAIS PASSAGE DE BULLES POSSIBLE SANS EFFRACTION ALVEOLAIRE
  
- ◆ Mécanisme : expiration INSUFFISANTE
- ◆ Attention : vitesse de remontée rapide
- ◆ Peut survenir sur 80 cm/1 m (y compris piscine)

## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

INTEGRER L'OPI DANS NOS  
COURS (N2/N3 et +)

### OEDEME PULMONAIRE D'IMMERSION (OPI/OAP)

- ◆ Connaissances récentes (1980)
- ◆ Défaillance de la barrière alvéolo-capillaire
- ◆ Souvent confondu avec SP
  
- ◆ Facteurs favorisant plongeur : hypertension, insuffisance cardiaque (=cœur)
- ◆ Facteurs favorisant externes : froid, stress effort
  
- ◆ Alerte : toux en immersion (au fond)
- ◆ Aggravation à la remontée (vigilance particulière)
  
- ◆ **PLONGEUR : VISITE MEDICALE PREVENTIVE**
- ◆ **DP / ENCADREMENT : VIGILANCE, FORMATION**

## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

FROID → THERMOREGULATION

- ◆ ENSEIGNER LA **THERMOREGULATION**
- ◆ En plongée « classique », pas d'hypothermie sauf cas extrêmes
- ◆ Enseigner les mécanismes de défense, **ORDONNER LE PHÉNOMÈNE**, donner du sens.
- ◆ Savoir identifier sous l'eau les différents stades
  1. **STADE 1 : Réduction des pertes caloriques**  
(vasoconstriction périphérique → doigts gourds, envie d'uriner, perte de sensibilité)
  2. **STADE 2: Production chaleur** (tremblements, frissons, hyperventilation, crampes) → remontée sans attendre.
  3. **STADE 3** : Hypothermie → ne jamais atteindre plongée

NOUVEAUX TERMES

ORDONNER LES MECANISMES  
DE LUTTE DANS NOS COURS  
→ INDUIT COMPORTEMENTS

## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

INTEGER DANS LA PRATIQUE  
DES PLONGEURS

CA PEUT ETRE UN COURS  
SPECIFIQUE

### DESHYDRATATION

- ◆ A chaque plongée → Diurèse d'immersion + air sec
- ◆ Amplifiée par le froid → Diurèse due au froid
- ◆ Augmente le risque d'ADD
- ◆ Augmente la fatigue
- ◆ Gêne l'élimination de bulles (viscosité du sang)

### ◆ REHYDRATATION (→ rôle DP)

- Minimum 0,3 à 0,5 litre d'eau par heure d'immersion (source : Dr Mathieu Coulange, Bulletin de médecine subaquatique et hyperbare – Medsubhyp).
- L'eau est la seule boisson conseillée.
- L'hydratation avant la plongée a également un effet bénéfique.

## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

SUJET NOUVEAU, CONTROVERSE

- VOIR NOTICES ORDI
- ATTENTION « EFFET MODE »
- DEBRAYER POUR PROF. > 20 m
- SUIVRE ACTUALITE DU SUJET

PALIER PROFONDS A L'AIR

- ◆ DANGEREUX A L'AIR (réservé heliox/trimix)
- ◆ **DESACTIVER OPTION** SUR ORDINATEURS (ex. directive FFESSM pour stages MF2)
- ◆ Nuancer selon profondeur plongée (<20m / >20m)
  
- ◆ Définition : palier à demi-profondeur (et > 12 m)
- ◆ Sources concordantes :
  - Marine Nationale (2004)
  - et US-Navy (2011)



## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

PAS DE DOGME (optionnel)

A INTEGRER DANS LES COURS  
SUR LA DESATURATION

PALIER OPTIONNELS

- ◆ ORDINATEURS → à enseigner
- ◆ NE PAS EN FAIRE UN DOGME
- ◆ MONTRER AVANTAGES/INCONVENIENTS
  
- ◆ Avantages : désaturation adoucie, réduit fatigue, ...
- ◆ Inconvénients : lorsque conditions de plongée difficiles (risque de dérive, difficultés à maintenir le palier)
  
- ◆ Décision oui/non = analyse bénéfique/risque

## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

NE PAS BANALISER  
DANS NOS COURS

### PLONGEES DANGEREUSES : DESATURATION DEGRADEE

- ◆ Remontée rapide et interruption de palier : DANGER
- ◆ Remontée rapide et interruption de palier : (=hors modèle)
  - Pas prévu dans les modèles, ordi et tables
  - Propositions dégradées par défaut au cas où ...
  - Aucune validation scientifique, aucune garantie
- ◆ SITUATIONS A EVITER ABSOLUMENT
- ◆ A NE JAMAIS BANALISER

## UNE MULTITUDE THEMES A ACTUALISER

WISEE OPERATIONNELLE

CONNAISSANCES NOUVELLES

NOUVEAUX TERMES

ACCIDENTS DE DESATURATION

◆ **70%** DES ADD AVEC RESPECT DU PROTOCOLE

- ~~on ne parle plus d'accidents immérités~~
- ~~on n'enseigne plus uniquement le respect du protocole pour prévenir les risques~~
- ~~on ne parle de « courbe de sécurité » mais de « limite de plongée sans palier »~~

- ◆ On adapte l'enseignement aux pratiques réelles (ordinateurs)
- ◆ ~~La classification type I ou type II n'est pas adaptée (→ Neuro : Médullaire, Cérébral, OI )~~
- ◆ **LA PRÉVENTION PASSE PAR 4 POINTS ESSENTIELS (détaillés par la suite)**

## LA QUESTION DE LA QUANTITE D'AZOTE

PROFONDEUR

Tables : simplification – Prof. Max.

Ordinateurs : « Tranches » de plongée

TEMPS DE  
PLONGEE

HYPOTHESE DE  
CONSOMMATION  
DU PLONGEUR  
(l/min)

Hypothèse de conso.  
(constante ex. 20 l/min)

Augmentation conso → augmentation  
de la charge en gaz neutre (perfusion)  
→ Augmentation risque ADD  
(froid, effort, essoufflement, ...)

Modèle de  
Désaturation  
=  
Théorique

Facteurs variables et/ou individuels : ignorés

# MODELE

## 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

**FACTEUR Q**  
 $P \times \sqrt{T}$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

Facteur Q	Risque d'ADD
130	1/1 000 000
180	1/100 000
240	1/10 000
320	1/1 000
420	1/100 (1 %)
560	1/10 (10 %)
750	1/1 (100 %).

Risques d'ADD en respectant les tables de désaturation et hors prise en compte des facteurs de risques individuels (facteurs favorisant), du comportement et du profil adopté par le plongeur.

TAUX DE RISQUE  
THEORIQUE  
DIFFERENT SELON  
NIVEAU DE SATURATION  
(Temps/Prof.)

# MODELE

## 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

**FACTEUR Q**  
 $P \times \sqrt{T}$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

Prof.	Temps	Q	Risque statistique (global)
20	20	89	< 1/1 000 000
20	30	110	< 1/1 000 000
20	40	126	< 1/1 000 000
20	50	141	< 1/100 000
20	60	155	< 1/100 000
20	70	167	< 1/100 000
20	80	179	< 1/ 100 000
30	10	95	< 1/1 000 000
30	20	134	< 1/100 000
30	30	164	< 1/100 000
30	40	190	< 1/10 000
40	10	126	< 1/1 000 000
40	20	179	< 1/100 000
40	30	219	< 1/10 000
50	10	158	< 1/100 000
50	20	224	< 1/10 000
50	30	274	<1/1 000
60	10	190	< 1/10 000
60	20	268	<1/1 000
60	30	329	<1/100

CE N'EST QU'UN  
MODELE : **70% DES**  
**ADD AVEC**  
**RESPECT DU**  
**PROTOCOLE**

Autres facteurs à  
prendre en compte :  
**2. Facteurs**  
favorisants  
**3. Comportements**  
**4. Profil**

## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

#### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000

180 - 1/100 000

240 - 1/10 000

320 - 1/1 000

420 - 1/100

560 - 1/10

750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

#### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000

180 - 1/100 000

240 - 1/10 000

320 - 1/1 000

420 - 1/100

560 - 1/10

750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie  
(tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement  
(dernière plongée remontant à plusieurs semaines).



## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

#### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

#### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

### 3. EVITER LES COMPORTEMENTS À RISQUE

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

#### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

### 3. EVITER LES COMPORTEMENTS À RISQUE

- Mise en surpression du thorax en fin de plongée (Valsalva au palier, efforts, ...)
- Efforts violent après la plongée (2h)
- Apnée (6h)
- Montée en altitude
- Avion (12 à 24 h)
- Nombre de plongées par jour

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

$$\text{FACTEUR Q} \\ P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

### 3. EVITER LES COMPORTEMENTS À RISQUE

- Mise en surpression du thorax en fin de plongée (Valsalva au palier, efforts, ...)
- Efforts violent après la plongée (2h)
- Apnée (6h)
- Montée en altitude
- Avion (12 à 24 h)
- Nombre de plongées par jour

### 4. EVITER LES PROFILS À RISQUE

## MODELE

### 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

#### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

## HORS-MODELE

### 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

### 3. EVITER LES COMPORTEMENTS À RISQUE

- Mise en surpression du thorax en fin de plongée (Valsalva au palier, efforts, ...)
- Efforts violent après la plongée (2h)
- Apnée (6h)
- Montée en altitude
- Avion (12 à 24 h)
- Nombre de plongées par jour

### 4. EVITER LES PROFILS À RISQUE

- Yo-yo
- Plongées en « dents de scie » (1 bar de variation de pression suffit à générer des bulles, ex. 40 à 30 m)
- Plongées consécutives et successives rapprochées
- Profils inversés
- Nombre de plongée par jour

# MODELE

## 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

$$\text{FACTEUR Q} \\ P \times \sqrt{T}$$

130 - 1/1 000 000  
180 - 1/100 000  
240 - 1/10 000  
320 - 1/1 000  
420 - 1/100  
560 - 1/10  
750 - 1/1

# HORS-MODELE

## 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

## 3. EVITER LES COMPORTEMENTS À RISQUE

- Mise en surpression du thorax en fin de plongée (Valsalva au palier, efforts, ...)
- Efforts violent après la plongée (2h)
- Apnée (6h)
- Montée en altitude
- Avion (12 à 24 h)
- Nombre de plongées par jour

## 4. EVITER LES PROFILS À RISQUE

- Yo-yo
- Plongées en « dents de scie » (1 bar de variation de pression suffit à générer des bulles, ex. 40 à 30 m)
- Plongées consécutives et successives rapprochées
- Profils inversés
- Nombre de plongée par jour

**Taux de risque accepté (individuel)**

**Taux d'accidents constaté (statistiques)**  
**1 à 4 p. 10 000**

STATISTIQUES

EVALUATION DU TAUX D'ADD CONSTATES



Jean-Louis  
Méliet, Rapport  
Ministère du  
Travail (2015) :  
1 à 5 p. 10 000

Peter Bennett  
(USA)  
1 à 4 p. 10 000  
selon  
conditions  
de plongée

CROSS MED  
2003  
1 p. 6 300

COAST  
GUARDS  
ANGLETERRE  
1 p. 6 300  
à 1 p. 8 500

Dr Bruno  
GRANDJEAN  
1 à 2 p. 10 000

Marine Nationale (seule étude existante,  
sur 1 800 plongeurs, 2004)  
1 p. 30 000 plongée (global)  
1 p. 3 000 (zone des 45-60 mètres)

# MODELE

## 1. RESPECT DU PROTOCOLE

- Vitesse de remontée
- Temps de palier
- Profondeur de palier

Ordinateurs/tables  
taux de risque  
modélisé  
« théorique »  
(plongée simple) :

### FACTEUR Q

$$P \times \sqrt{T}$$

- 130 - 1/1 000 000
- 180 - 1/100 000
- 240 - 1/10 000
- 320 - 1/1 000
- 420 - 1/100
- 560 - 1/10
- 750 - 1/1

# HORS-MODELE

## 2. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS FAVORISANTS

- Fatigue physique et psychique
- Âge > 40 ans
- Surcharge pondérale
- Antécédents médicaux
- Pratique > 10 ans
- Hygiène de vie (tabac, alcool, nourriture trop riche)
- Perte de conditionnement (dernière plongée remontant à plusieurs semaines).

- mode personnalisation (ordinateurs)
- une plongée par jour
- intervalle entre plongées
- nitrox
- limiter temps
- limiter profondeur
- ne pas pas plonger

## 3. EVITER LES COMPORTEMENTS À RISQUE

- Mise en surpression du thorax en fin de plongée (Valsalva au palier, efforts, ...)
- Efforts violent après la plongée (2h)
- Apnée (6h)
- Montée en altitude
- Avion (12 à 24 h)
- Nombre de plongées par jour

## 4. EVITER LES PROFILS À RISQUE

- Yo-yo
- Plongées en « dents de scie » (1 bar de variation de pression suffit à générer des bulles, ex. 40 à 30 m)
- Plongées consécutives et successives rapprochées
- Profils inversés
- Nombre de plongée par jour

**Taux de risque  
accepté  
(individuel)**

**Taux d'accidents  
constaté  
(statistiques)  
1 à 4 p. 10 000**



MERCI DE VOTRE ATTENTION