



Théorie PA-40

Cours n°2
Le froid en plongée
Déshydratation et plongée
La narcose



Le froid en plongée

I. Généralités

Les animaux peuvent être classés en deux familles :

- - **Les ectothermes** : ce sont des animaux à faible métabolisme, incapables d'élever leur température corporelle, leur chaleur corporelle va dépendre des températures environnementales. Ce sont des animaux « à sang froid », comme les batraciens, les reptiles ou les poissons.
- - **Les endothermes** : ce sont des animaux à métabolisme élevé, capables de réguler leur température centrale indépendamment de la température environnementale. On distingue :
 - **Les homéothermes** : dont la température centrale est constante, c'est le cas de l'humain.
 - **Les hétérothermes** : leur température centrale peut varier notamment dans le cas d'hibernation comme les chauves-souris, les ours...

L'homme est homéotherme, c'est-à-dire qu'il doit maintenir pour vivre sa température centrale à 37°C.

La température de neutralité thermique pour un homme nu est :

- entre 24 et 26°C dans l'air
- entre 33 et 35°C dans l'eau. L'eau dans laquelle nous plongeons n'atteint jamais ces températures, donc en plongée on va se refroidir et **dans l'eau le corps se refroidit 24 x plus vite que dans l'air**.

Nous allons voir quelles peuvent être les conséquences du froid en plongée et les différents moyens de l'éviter.



Le froid en plongée

II. Mécanismes

En plongée, la **perte de chaleur** peut se faire par 4 mécanismes :

- Par **conduction** : la conduction c'est la perte de chaleur par le contact direct avec l'eau.
- Par **convection** : c'est un transfert de chaleur entre le corps et un fluide (gaz ou liquide). En plongée, la perte de chaleur va se faire par la circulation de l'eau à l'intérieur de la combinaison, l'eau circulant dans la combinaison emmène avec elle de la chaleur, d'où l'importance d'une combinaison bien adaptée.
- Par **rayonnement** : tout corps chaud émet un rayonnement constituant une perte de chaleur.
- Par **évaporation** : c'est la perte de chaleur par l'expiration. L'air que l'on inspire est réchauffé et humidifié par l'organisme, et ensuite expiré, cela entraîne une perte de chaleur, cela est d'autant plus vrai que l'air que nous respirons en plongée est froid, du fait de la détente, et sec.



Le froid en plongée

III. Conséquences et symptômes

Pour maintenir la température corporelle à 37 °C, l'organisme va mettre en place un certain nombre de réactions visant d'une part à réduire les pertes calorifiques et d'autre part à produire de la chaleur, mais ces mécanismes ne sont pas sans conséquence :

- **La réduction des pertes caloriques** : elle se fait par une vasoconstriction des vaisseaux périphériques :
 - **Le sang est ainsi redirigé vers les organes vitaux (œur, cerveau...)**, ce qui conduit à une **augmentation de la diurèse**, celle-ci va aggraver la **déshydratation** du plongeur et augmenter la viscosité sanguine, facteur favorisant des ADD.
 - **Les doigts deviennent engourdis**, froids et insensibles, ce qui peut gêner le plongeur dans ses gestes : utilisation de son ordinateur, de son inflateur, de ses purges, réaliser une assistance....



Le froid en plongée

III. Conséquences et symptômes

La production calorique : elle se fait par la contraction musculaire : production de chaleur.

- Contraction des muscles sous cutanés : « les frissons »
- Tremblements

Pour produire de la chaleur, il faut du carburant : « l'oxygène », celui-ci est puisé dans l'air que l'on respire, le froid occasionne donc :

- **Une hyperventilation** : il s'en suit une augmentation de la consommation d'air et une surproduction de CO₂.
 - Le défaut d'élimination du CO₂, son accumulation et la mauvaise oxygénation musculaire (vasoconstriction périphérique) conduisent à l'apparition de crampes et font courir le risque d'essoufflement.
 - La surconsommation d'air fait courir le risque de la panne d'air avec ses conséquences...
- **Troubles de la vigilance, perte d'intérêt de la plongée**

Si les mécanismes de réduction des pertes et l'augmentation de la production caloriques sont dépassés, la température interne va descendre, en dessous de 35°C : c'est l'**hypothermie**, cela peut aller jusqu'à la **perte de connaissance et le coma**.



Le froid en plongée

III. Conséquences et symptômes

- Ce que le plongeur ressent
 - Tremblements
 - Frissons, chair de poule
 - Perte de sensibilité aux mains et aux pieds
 - Augmentation du rythme de la ventilation et donc de sa consommation d'air (hyperventilation)
 - Extrémités blanches (doigts, orteils, ...)
 - Envie d'uriner
 - Crampes
 - Fatigue excessive
 - Barre sur le front



Le froid en plongée

IV. Facteurs favorisants

En dehors de la morphologie de chacun, différents facteurs – objectifs ou subjectifs – peuvent favoriser la sensation de froid et l'apparition des premiers symptômes.

- La **Profondeur** a pour effet de comprimer les bulles du néoprène, ce qui diminue le pouvoir isolant de la combinaison.
- La **Fatigue** et le manque de sommeil diminuent les défenses de l'organismes.
- Les **Mouvements** avec bras et jambes augmentent la circulation d'eau dans la combinaison qui remplace la couche d'eau déjà chauffée par le corps.
- Les **Conditions** de plongée peuvent aussi modifier notre perception du froid (houle, mauvais temps, ...).



Le froid en plongée

V. Risques

- **Essoufflement**

- Le froid modifie notre système ventilatoire.
 - Hyperventilation, c'est un réflexe de l'organisme face au froid.
- Augmentation du CO₂ dans le sang du fait de l'effort musculaire visant à produire de la chaleur.

- **Surconsommation d'air**

- Du fait de l'hyperventilation provoqué par le froid.
 - Besoin en O₂ de l'organisme pour bruler des calories.

- **Narcose**

- Le froid est un des facteurs favorisant la narcose.
 - la production de CO₂ favoriserait l'effet narcotique de l'azote.

- **Déshydratation**

- Par la diurèse due à la vasoconstriction.
- Par la ventilation due à l'humidification par l'organisme de l'air respiré.
- Augmentation du volume d'air à humidifier du fait de l'augmentation de la consommation d'air provoquée par le froid.
- ADD

- **ADD**

- ↘ de la masse sanguine à la suite de la diurèse, donc du transport des gaz.
- Vasoconstriction périphérique provoquée par le froid
 - modifie au cours de la plongée les conditions d'irrigation (saturation / désaturation).



Le froid en plongée

VI. Prévention

Avant la plongée :

- Être bien couvert (pull, bonnet...), ne pas plonger en ayant froid
- Bien s'alimenter : sucres lents (pâtes, riz, pomme de terre...)
- Ne pas plonger fatigué, la fatigue est un facteur aggravant
- Equipement adapté : combinaison néoprène suffisamment épaisse, plus la profondeur est importante plus les bulles d'air contenues dans le néoprène sont comprimées et moins la combinaison est isolante. Plus une combinaison est ancienne moins elle est isolante. Porter des gants, une cagoule. Détendeurs eaux froides.

Pendant la plongée :

- Diminuer le temps de plonger
- Diminuer la profondeur
- Eviter les mouvements inutiles, car ils favorisent la circulation de l'eau froide entre la combinaison et la peau (convection)
- Communication pendant la plongée (surveillance de la consommation)

Après la plongée

- Se changer
- Se sécher, se couvrir
- Se protéger du vent
- Boissons chaudes
- Se réchauffer progressivement



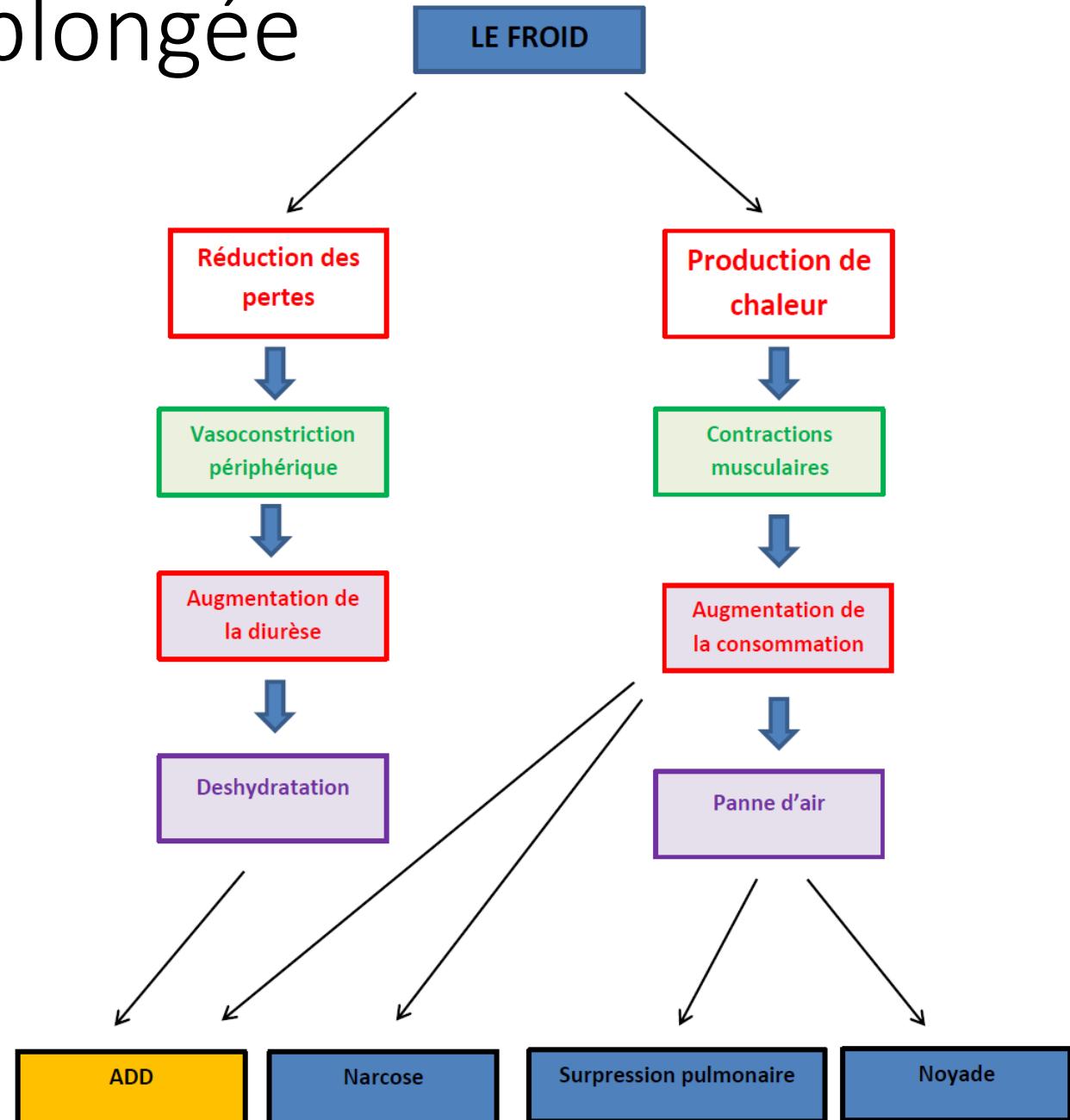
Le froid en plongée

VII. Conduite à tenir

- Avertir les autres membres de la palanquée
 - le signe "j'ai froid" signifie en fait "j'ai trop froid, fin de plongée".
- Interrompre la plongée
- Remonter lentement pour éviter tout risque d'accident supplémentaire (ADD, surpression pulmonaire)
- En surface :
 - Déséquiper le plus rapidement le plongeur
 - Se couvrir et porter des vêtements chauds
 - Réchauffer progressivement
 - Boissons chaudes et sucrées, pas d'alcool (donne une fausse impression de chaleur)



Le froid en plongée





Déshydratation et plongée

I. L'eau et la vie

L'organisme est composé à 60% de liquide. Cette eau est contenue dans les cellules, dans le liquide dans lequel elles baignent (liquide interstitiel) et dans le sang.

Nous éliminons quotidiennement 1,5 litres d'eau par les reins (urine), 0,5 litre par la peau (transpiration), 0,3 litre par les poumons (humidification de l'air inspiré) et 0,2 litre par le tube digestif.

Nos besoins habituels sont donc de l'ordre de 2,5 litres, apportés principalement par les aliments (0,7 litre) et les boissons (1,6 litre).

Certains facteurs viennent majorer ces besoins :

- L'effort
- La chaleur (exposition au soleil..)
- Des troubles gastro-intestinaux (diarrhées, vomissements)

La plongée crée des besoins spécifiques, du fait :

- Des phénomènes de régulation liés à l'immersion (diurèse d'immersion)
- Du froid
- De la sécheresse de l'air inspiré (l'air comprimé est sec) que l'organisme doit humidifier



Déshydratation et plongée

II. Diurèse d'immersion

En immersion, la poussée d'Archimète s'oppose à la force de gravité, créant un poids apparent nul. Cela entraîne une redistribution des masses sanguines depuis les membres inférieurs vers le thorax et l'abdomen. Cette nouvelle répartition des liquides provoque une augmentation du volume sanguin central d'environ 0,7 litre.

Le cœur recevant plus de sang, il doit s'adapter pour retrouver un débit cardiaque normal. Une seule possibilité : diminuer la masse sanguine et donc perdre de l'eau.

Des capteurs de volume (volo-récepteurs) situés sur l'oreillette droite provoquent une diurèse (sécrétion d'urine).

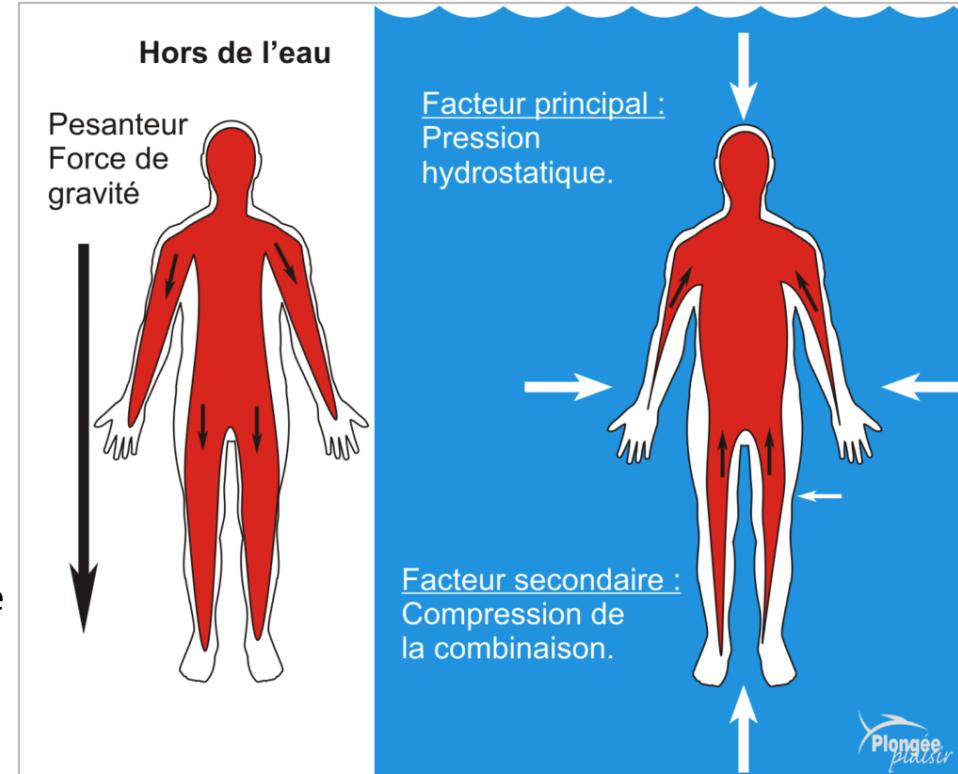
De l'eau passe de la circulation dans la vessie. Cela provoque une envie d'uriner.

Ce mécanisme est celui de la diurèse d'immersion, différente de la diurèse de lutte contre le froid, mais dont les effets se cumulent en plongée.

Il en résulte une hypovolémie (baisse du volume sanguin) qui a pour effet de gêner l'élimination de l'azote augmentant alors les risques d'accidents de désaturation.

De plus, en cas d'accident de désaturation, cela crée des complications, par un manque de fluidité du sang.

Toute immersion provoquant une déshydratation, il est important de boire de l'eau avant et surtout après chaque plongée, même sans sensation de soif.





Déshydratation et plongée

III. Règle de bonne pratique

Se réhydrater systématiquement dès la sortie de plongée, en buvant au minimum, par petites prises régulières, 0,3 à 0,5 litre d'eau par heure d'immersion.

L'eau est la seule boisson conseillée.

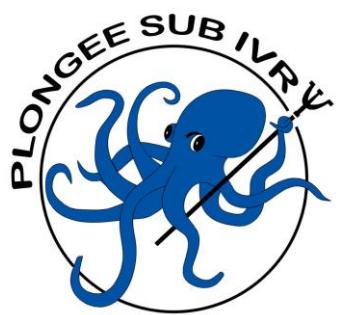
Et avant la plongée ?

Il s'agit juste de ne pas plonger en état de déshydratation même légère.

Pour autant, inutile de boire 0,5 L d'eau juste avant de plonger.



L'eau est la seule
boisson conseillée



Narcose

- Effet neurologique dû à un excès d'azote dans le sang du fait de l'augmentation de la pression.
- Généralement ressentie au-delà des 30 mètres
- Mécanisme mal connu
- Augmentée avec la vitesse de descente et les conditions de plongée (froid, visibilité, effort, condition physique)



Narcose – signes

- Le sujet n'en n'a pas forcément conscience
- Mouvements désordonnés, inadaptés
- Réactions ralenties
- Euphorie, anxiété, nervosité
- Perte de repère, manque d'intérêt à la plongée



Narcose – conduite à tenir

- Se rapprocher du sujet, le rassurer, lui faire prendre conscience de son état
- Remonter le sujet et ne plus redescendre



Narcose – prévention

- Difficile à prévenir, variable selon les plongeurs
- Réduire les facteurs aggravants :
 - Descendre doucement
 - Se protéger du froid
 - Être en forme
 - Ne pas descendre pour descendre. Si les conditions sont mauvaises, se limiter en profondeur