

Plongeur en combinaison étanche (« Dry Diving Suit Diver ») FLASSA / CMAS



Table des matières



Introduction

Conditions d'admission

Présentation du vêtement étanche

- Matériaux utilisés et modèles courants
- Avantages et désavantages des combinaisons
- L'étanchéité
- Sous-vêtements
- Entretien, stockage réparations
- Les accessoires

Physique et théorie de la plongée en combinaison étanche

- L'eau et la chaleur
- Le froid et la thermorégulation
- Flottabilité
- Incidents spécifiques à la plongée en combinaison étanche

Pratique

- Présentation des exercices pratiques

Introduction

Le vêtement étanche donne une protection thermique élevée au plongeur, ce qui

- **diminue le risque d'hypothermie** et
- **diminue la production de CO₂** considérée comme facteur aggravant de l'accident de décompression.

Il s'agit donc d'un élément de sécurité surtout lors de plongées en eaux froides, ou pour des plongées de longue durée.



Conditions d'admission

- ☐ être licencié de la FLASSA.
- ☐ être âgé d'au moins 14 ans le jour de la délivrance de la qualification.
- ☐ être plongeur P1 FLASSA, CMAS ou équivalent.
- ☐ pour les mineurs, présenter le formulaire de l'autorisation parentale dûment rempli par le parent ou tuteur légal.
- ☐ Règlement technique Brevet Plongeur (D1) / Moniteur (D2) en combinaison étanche
(« Dry Diving Suit ») FLASSA / CMAS : flassa.lu/download



Table des matières



Introduction

Conditions d'admission

Présentation du vêtement étanche

- Matériaux utilisés et modèles courants
- Avantages et désavantages des combinaisons
- L'étanchéité
- Sous-vêtements
- Entretien, stockage réparations
- Les accessoires

Physique et théorie de la plongée en combinaison étanche

- L'eau et la chaleur
- Le froid et la thermorégulation
- Flottabilité
- Incidents spécifiques à la plongée en combinaison étanche

Pratique

- Présentation des exercices pratiques

La combinaison étanche

L'étanchéité de la combinaison étanche est obtenue par:

- Le matériel
- Les coutures
- La fermeture étanche
- Le manchon et collerette étanche (bras/cou)



La combinaison étanche

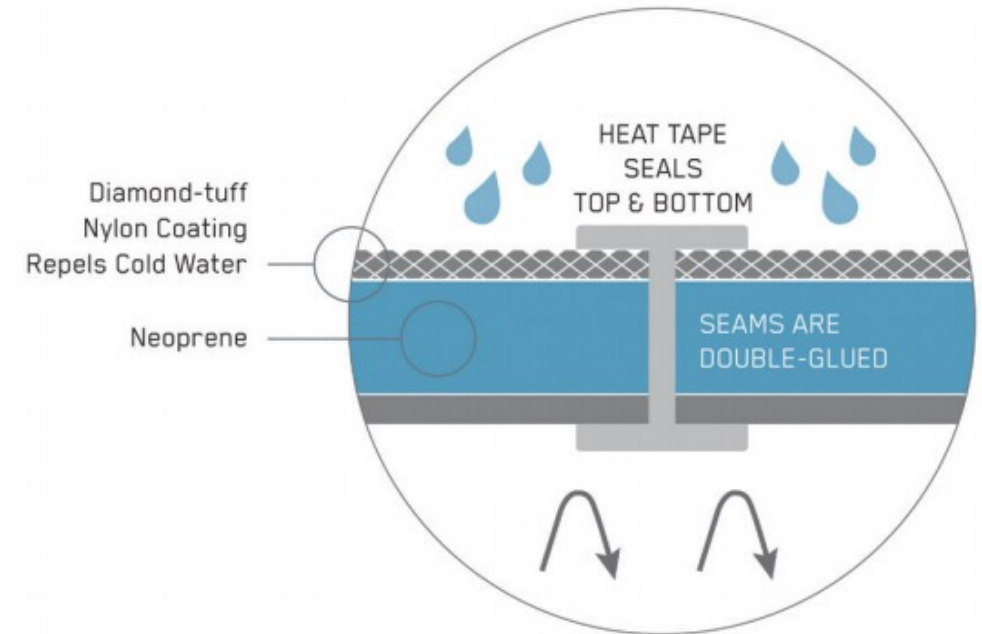


(Source Mares)

La combinaison étanche

Il existe différents matériaux pour confectionner des combinaisons étanches:

- le néoprène
 - Néoprène d'une épaisseur de 8 mm comprimé à 2 mm
 - Le néoprène sera **plus chaud, plus ajusté et éventuellement moins cher**. Mais il sera également **plus lourd et plus encombrant**.



Source: Bare Drysuit Manual



La combinaison étanche

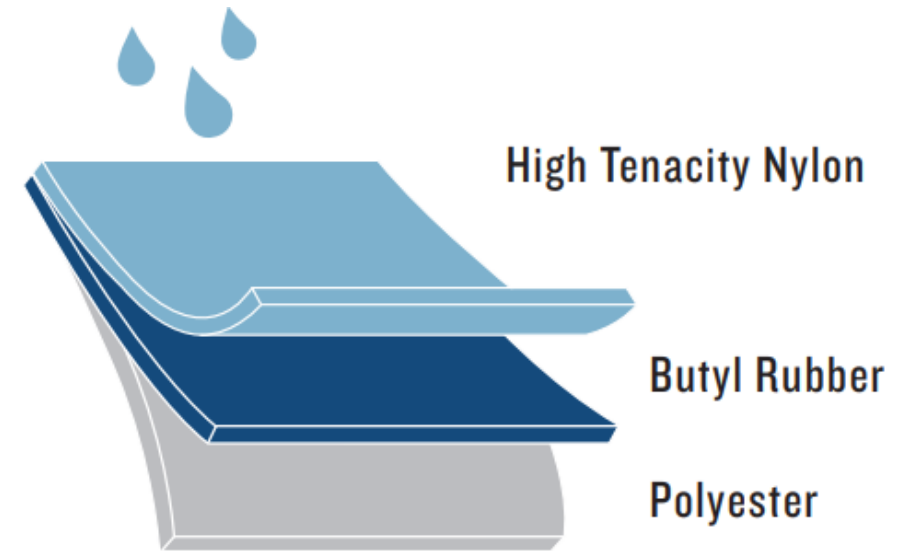
Il existe différents matériaux pour confectionner des combinaisons étanches:

- les toilés
 - bilaminés
 - trilaminés
 - caoutchouc vulcanisé
 - en Kevlar

Le trilaminé est **plus cher et n'offre pas de confort thermique.**

Par contre, il est **moins encombrant, plus léger et sèche rapidement.**

Il est **simple à enfiler et permet d'adapter facilement les sous-couches.**



Source: Bare Drysuit Manual



La combinaison étanche

Il existe différentes méthodes de confection et de fermeture d'une combinaison étanche:

- fermeture dorsale
(désavantage: nécessite de l'aide pour la fermer)
- fermeture frontale
 - Torse télescopique (le plus utilisé)
 - Tour du cou / enveloppe (plus guère utilisé)



C'est un des éléments clés qui garantit l'étanchéité de votre combinaison de plongée étanche.

Il faut absolument veiller à bien entretenir la fermeture et éviter de la plier pour ne pas l'endommager.

Source: Norges Dykkeforbund

La combinaison étanche

Les manchons et la collerette

Matériaux possibles: latex, silicone et plus rarement néoprène



Source: Simply Scuba Com

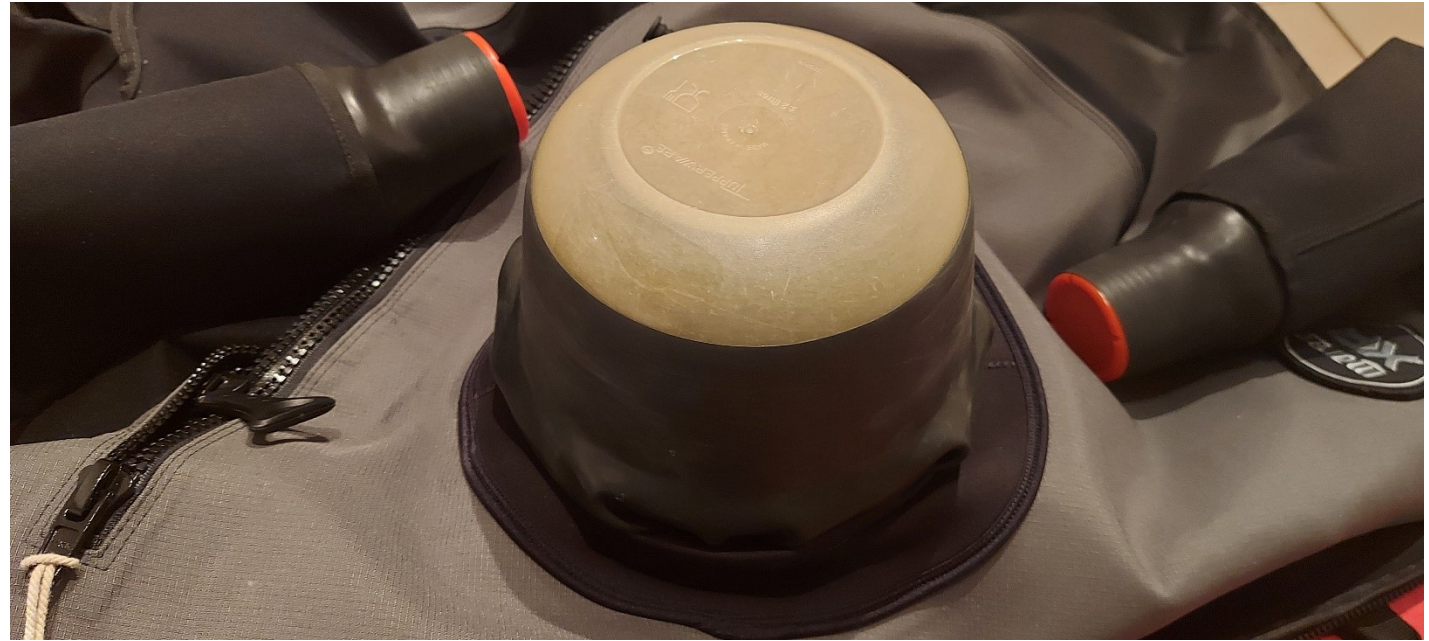
La combinaison étanche

Les nouveaux manchons et collerettes en latex sont très souvent trop serrés.

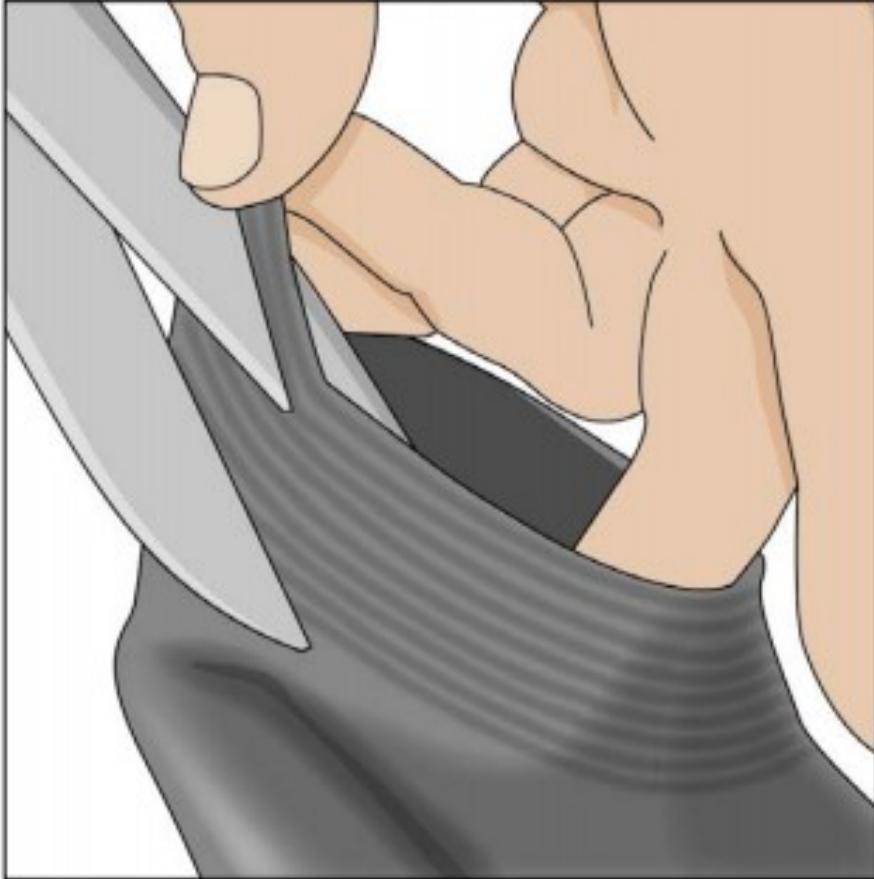
Pour les agrandir on peut insérer un objet qui force le latex à s'élargir.

Ces objets (bouteille, bol, gobelets...) peuvent rester en place quelques heures, voire quelques jours pour avoir l'effet désiré.

Si cette méthode ne mène pas au but désiré, on doit recourir à une paire de ciseaux. (voir suite)



La combinaison étanche



Source: Northern Diver Drysuit Manual

Les manchons en latex sont dotés de rainures concentriques.

À l'aide d'une paire de ciseaux pointus et bien affûtés, enlevez anneau par anneau jusqu'à ce que les manchons et la collerette soient confortables, mais encore assez serrés à votre cou et à vos poignets.

Les bords déchiquetés peuvent provoquer des déchirures (changement du manchon ou de la collerette.)



La combinaison étanche

Les vannes et purges

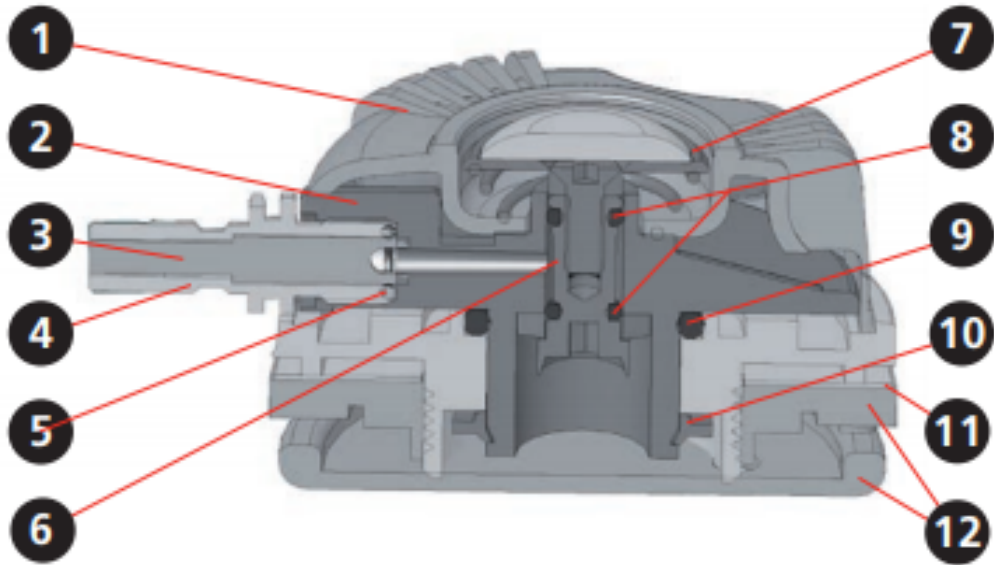


Source: Norges Dykkeforbund



La combinaison étanche

Les vannes de l'inflateur et connecteurs



Inflation Valve

- 1. Cover/lid
- 2. House (rotating)
- 3. Tongue
- 4. Opening connector
- 5. O-ring
- 6. Stem piston
- 7. Push button

- 8. O-rings
- 9. O-ring
- 10. Lock ring
- 11. Anti-friction washer
- 12. Attachment nut

Source: Si Tech Valve Manual



La combinaison étanche

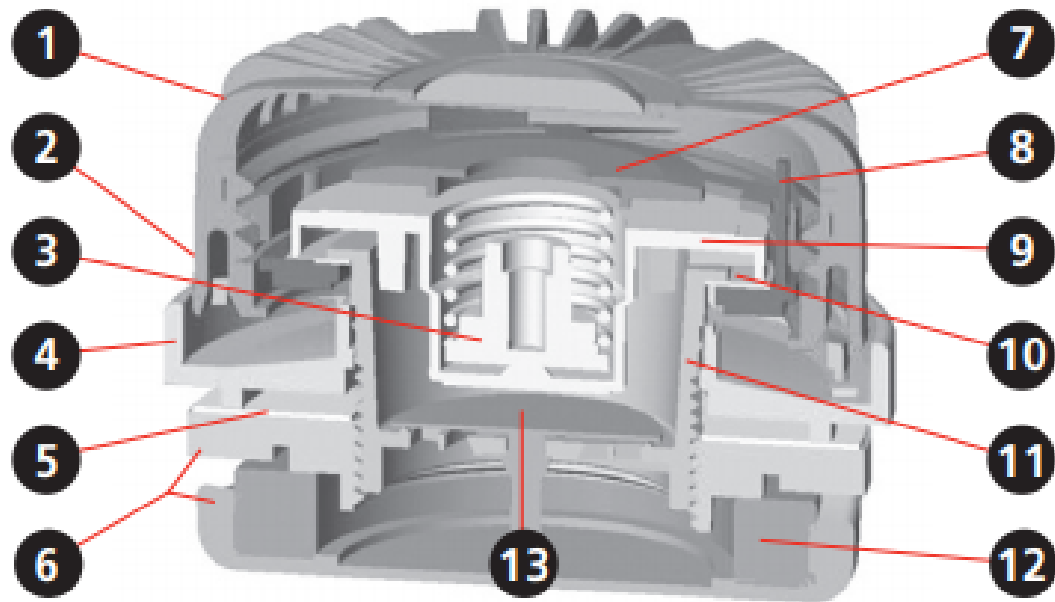
Les vannes de l'inflateur et connecteurs



Source: Si Tech Valve Manual

La combinaison étanche

La purge d'épaule



Source: Si Tech Valve Manual



ouvrir
fermer

Exhaust Valve

- | | |
|--------------------------------|------------------|
| 1. Cover/lid | 8. Retainer |
| 2. Adjustment ring | 9. Piston |
| 3. Center guide | 10. Membrane |
| 4. Protecting ring | 11. Guide sleeve |
| 5. Anti-friction washer | 12. Filter |
| 6. Attachment nut & filter lid | 13. Check valve |
| 7. Adjustment lid | |



La combinaison étanche

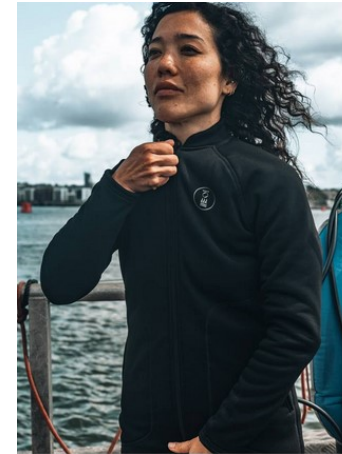
Les accessoires:

- sous-vêtements isothermique (souris)

- 40–100 g: eau > 20°C
- 200 g: eau entre 7° et 20°C
- 400 g: eau < 7°C
- combinaisons avec renforts anti-compression sur les épaules, la poitrine et les genoux.

- sous-vêtements fonctionnels

- Chaussons, t-shirts, ... pas de vêtements en coton!
- Sous-vêtement et gants chauffés électriquement par alimentation externe



Source : fourthelement.com



Source: Scubapro



La combinaison étanche

Les accessoires:

Les gants

- gants usuels de plongée 5-7 mm (eau froide)
- gants étanches, sous-gants et bagues
- différents modèles:
 - Santi Smart Gloves
 - Fourth Element
 - Sitech Quickglove / Antares
 - Kubi Dry Glove System
 - Rolock
 - Waterproof Ultima
 - Northerndiver Dryglove
 - ...



La combinaison étanche

Les accessoires:

Les vannes pipi

- P-valve, compensé avec anti-retour
- Valve classique non-compensée (avec risque de se déconnecter)
- Adaptateurs: She-P et préservatif urinal
- Sous-vêtement d'incontinence urinaire



Fig. P-valve compensée



Fig. P-Valve non-compensée



♂: Étui pénien



♀: She-P, P--Valve compensée, connecteurs rapides et consommables



La combinaison étanche

Les gilets stabilisateurs et systèmes de lestage

Le lestage correct est important à déterminer et varie selon le

- Type de vêtement étanche (néoprène ou trilaminé)
- Sous-vêtement (épaisseur: 100gr / 400gr)

Déterminez votre besoin individuel de lestage et pensez à régulièrement adapter votre lestage après la formation.

Le but de plongée en étanche est de plonger avec la quantité minimale de poids possible et le volume minimum d'air dans votre combinaison étanche.



La combinaison étanche

Les sous-vêtements / gilets chauffants:

Lors de plongées prolongées dans des eaux froides, des systèmes de chauffage offrent une efficacité thermique qui permet de réguler la température, ce qui est essentiel pour le confort d'un plongeur.

Il existe une panoplie de systèmes chauffants sur le marché.



Fig. Gilet électrique BTS



Fig. combinaison électrique DUI



MARES VESTE CHAUFFANTE PRO



SANTI DIVING SOUS GANTS
CHAUFFANT GLOVE HEATED



KWARK CHAUSSETTES CHAUFFANTES



La combinaison étanche

Entretien général, stockage et réparations

Après chaque utilisation :

- Rincez l'extérieur du vêtement avec de l'eau douce.
- Essuyez les manchons et la collerette avec de l'eau douce.
- Rincez les soupapes avec de l'eau douce.
- Suspendez la combinaison à l'envers pour la faire sécher.



La combinaison étanche

Conseils de stockage

- Stocker au sec et au frais (en-dessous de 25 °C),
- À l'abri de la lumière directe du soleil. La lumière UV peut dégrader le latex.
- Avant de ranger la combinaison, talquez les manchons et la collerette à l'intérieur et à l'extérieur avec du talc pur afin de bien les conserver.
- N'utilisez pas de talc parfumé qui contient des huiles aromatiques pouvant détériorer le latex.
- N'utilisez pas d'huile ou tout autre produit sur le latex.
- Évitez le contact avec le cuivre.
- Accrocher sur des cintres adaptés. Le matériel peut se fissurer sur des cintres trop petits.



- Combinaison étanche - Réparations

Recherche de fuites, resp. de petits trous qui laissent entrer l'eau

- Gonfler la combi (boucher la collerette avec un ballon p.ex.)
- Appliquer de l'eau savonneuse aux endroits suspects
- Des bulles de savon indiquent l'endroit des fuites
- Boucher les trous à l'intérieur avec une colle de réparation flexible, resp. avec des rustines



La combinaison étanche

Avantages	Désavantages
Risque d'hypothermie diminuée	Plus compliqué pour s'habiller
Production de CO ₂ diminuée	Selon le type, rigide aux épaules
Flexibilité d'isolation avec plusieurs sous-vêtements	Pas d'isolation pour les toiles, nécessité d'acheter des sous-vêtements
Temps de plongées allongées	Formation spécifique
Redondance de flottabilité	Allergie au latex => silicone



Table des matières



Introduction

Conditions d'admission

Présentation du vêtement étanche

- Matériaux utilisés et modèles courants
- Avantages et désavantages des combinaisons
- L'étanchéité
- Sous-vêtements
- Entretien, stockage réparations
- Les accessoires

Physique et théorie de la plongée en combinaison étanche

- L'eau et la chaleur
- Le froid et la thermorégulation
- Flottabilité
- Incidents spécifiques à la plongée en combinaison étanche

Pratique

- Présentation des exercices pratiques

L'eau et la chaleur

On parle de plongée en eau froide si la température de l'eau est en dessous de 15 °C.

Les échanges thermiques dans l'eau:

Conduction : réchauffement de l'eau au contact avec la peau (l'eau dans notre combinaison).

Convection : circulation de l'eau dans la combinaison et autour du plongeur.

Évaporation : À chaque inspiration, l'air est réchauffé et à chaque expiration laisse échapper une certaine quantité de chaleur

Rayonnement thermique: La chaleur est émise par rayonnement thermique sous forme d'ondes électromagnétiques. Cependant, lors de la plongée, nous pouvons largement empêcher la perte de chaleur par rayonnement en portant une combinaison de plongée.



Le froid et la thermorégulation

- L'homme est un organisme homéotherme (36-37°C)
- **Neutralité thermique:**
Échanges thermiques très faibles entre corps et milieu ambiant
 - Dans l'air: à 24–26 °
 - Dans l'eau: à 33 ° → refroidissement de 25 fois plus vite qu'à l'air
- Risque d'hypothermie

Pour lutter contre le froid, l'organisme va réagir de deux phénomènes physiologiques :

- Réduire les pertes caloriques : Vasoconstriction périphériques (désaturation perturbé)
- Création de chaleur : thermogénèse



Le froid et la thermorégulation

Réduire les pertes caloriques : Vasoconstriction périphérique

Réduction de la circulation sanguine aux extrémités (doigts, mains, jambes, pieds) et concentration de la chaleur vers les organes internes.

Afflux sanguin vers le cœur, qui déclenche un **mécanisme de régulation** pour diminuer le surplus de liquide par l'élimination de l'eau du plasma par les reins (d'où l'envie d'uriner), on appelle ce phénomène **diurèse d'immersion** à laquelle s'ajoute la **diurèse due au froid**.

Pour éviter l'hypothermie le corps resserre les vaisseaux sanguins afin d'empêcher la circulation du sang vers la peau et les extrémités.

Danger: Moins de liquide dans le sang = sang plus visqueux.
(→ augmentations du risque d'ADD)



Le froid et la thermorégulation

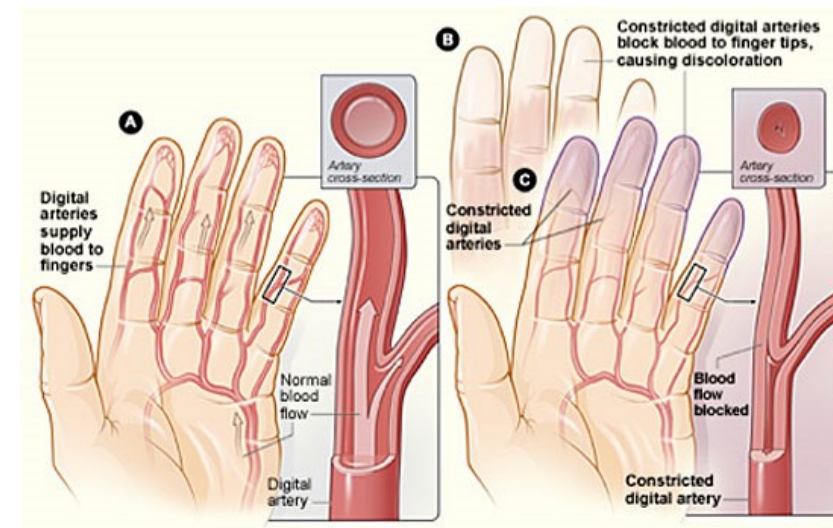
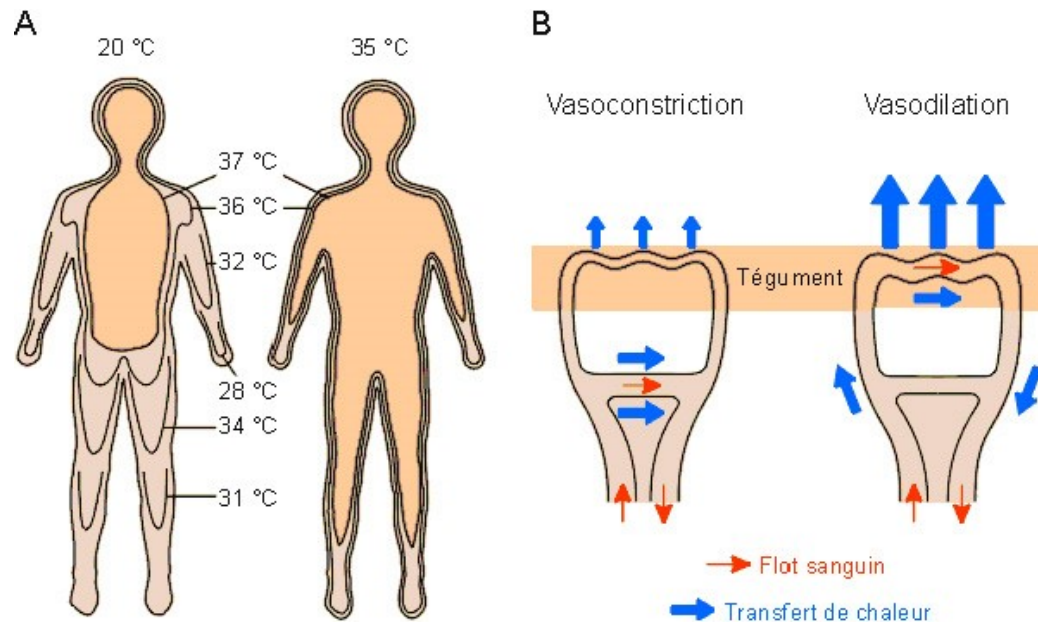
Création de chaleur : thermogénèse

- Augmentation du rythme respiratoire et donc de la consommation d'air
- Tendance au stress et à l'essoufflement
- Augmentation de la production en CO_2
- Risque accrue pour un ADD



Le froid et la thermorégulation

**perte d'intérêt / moins de confort = moins de plaisir:
tout le contraire de l'effet recherché en plongée !**



Flottabilité et lestage correct

Vu le volume augmenté de la combinaison étanche, le lestage correct sera plus important.

Le lestage dépendra entre autre:

- du type de combinaison (néoprène, trilaminé,..)
- type du sous-vêtement



Flottabilité et lestage correct

Il existe plusieurs possibilités de porter le lestage additionnel:



ceinture de lestage



baudrier de lestage



lestage par plaque intégrée



lestage de chevilles



lestage intégré à la veste de stabilisation

Flottabilité et lestage correct

La vérification du lestage est essentiel en plongée en étanche.

La vérification se fait de la même façon que pour la plongée avec une combinaison de plongée humide.

Tenir un palier entre 3 et 5 m en n'ayant pas ou peu d'air dans le vêtement étanche et la veste de stabilisation avec une pression de gaz dans la bouteille de plongée entre 30 et 50 bar.

ATTENTION:

- Évitez l'excès de lestage et adoptez un système facilement largable en cas de besoin
- Adaptez votre lestage en milieu protégé en piscine.



La plongée en combinaison étanche

Trouver la bonne taille

S'équiper correctement

Les sangles des palmes

La gestion de la descente et de la remontée

Assistance en plongée en combinaison étanche



La remontée en ballon

Le problème majeur en plongée en étanche, c'est la remontée en ballon. Cette remontée est souvent le résultat d'un autre problème.

Mécanisme: flottabilité positive et grande quantité d'air dans le vêtement étanche

Cause: perte de lestage, blocage soupape, inflateur en débit continu, mauvaise position dans l'eau (jambes vers le haut)

Conduite à tenir: spécifique aux causes (voir pages ff), ne jamais bloquer la respiration, purger le vêtement, expirer, freiner en écartant les palmes et bras, pensez à la procédure de mi-profondeur

Prévention: entretien du matériel, vêtement bien ajusté, lestage non excessif



Perte du lestage

Mécanisme: plongeur subitement mis en flottabilité positive et en cas de surlestage une grande quantité d'air dans le vêtement étanche => remontée en ballon

Cause: perte de lestage (ceinture trop petite, poches de plombs avec trop de plombs, ...)

Conduite à tenir: se raccrocher à quelque chose (roches, mouillage, plongeur, racines), récupérer le lestage ou trouver un lestage de fortune (cailloux, ferraille, ...)

Prévention: entretien du matériel, vêtement bien ajusté, ceinture bien ajustée et ne pas mettre plus de plombs dans les poches que recommandé par le fabricant de la veste de stabilisation.



Soupape bloquée

Mécanisme: clapet collé ou erreur de manipulation (fermeture soupape par le plongeur)

Cause: mauvais entretien, saletés, séchage au soleil

Conduite à tenir: vérifiez si vous n'avez pas fermé la purge (manuelle), sinon faire purger le vêtement en enlevant un manchon (cou, bras)

Prévention: entretien du matériel



Inflateur bloquée

Mécanisme: l'inflateur n'arrête pas de gonfler le vêtement

Cause: mauvais entretien, baudrier de la veste de stabilisation qui appuie sur le bouton de l'inflateur

Conduite à tenir: modifier la position du baudrier, déconnecter le tuyau inflateur (MP)

Prévention: entretien du matériel, propre configuration de votre équipement



Remontée pieds vers le haut

Mécanisme: l'air gonfle au niveau des jambes, et aidé par la loi de Boyle-Mariotte, le plongeur remonte de plus en plus vite

Cause: mauvaise position du plongeur dans l'eau, présence de grandes quantités d'air

Conduite à tenir: réagir très vite, faire une culbute afin de pouvoir purger le vêtement

Prévention: entretien du matériel, propre configuration de votre équipement, vêtement bien ajusté, lestage correct, position dans l'eau, flottabilité et assiette (trim).



Table des matières



Introduction

Conditions d'admission

Présentation du vêtement étanche

- Matériaux utilisés et modèles courants
- Avantages et désavantages des combinaisons
- L'étanchéité
- Sous-vêtements
- Entretien, stockage réparations
- Les accessoires

Physique et théorie de la plongée en combinaison étanche

- L'eau et la chaleur
- Le froid et la thermorégulation
- Flottabilité
- Incidents spécifiques à la plongée en combinaison étanche

Pratique

- Présentation des exercices pratiques

Pratique – Présentation des exercices pratiques

1.7.2 Pratique

c. Plongée 1 : formation en eau tranquille (entre -2m et maximum -15m)

Le candidat prendra connaissance comment :

- s'équiper correctement avec comme points forts - revêtir/enlever la combinaison, purger l'excès d'air, connexion/déconnexion de l'inflateur au système de gonflage)
- répartir correctement le lestage
- adapter les sangles des palmes
- contrôler mutuellement avec son binôme (en surplus des contrôles usuels) le fonctionnement et les joints de la combinaison étanche, les valves de l'inflateur et de purge
- mise à l'eau et descente avec une combinaison étanche
- contrôle de la flottabilité à la surface
- descente et exercices de flottabilités (p. ex. démontrer la flottabilité nulle en pivotant sur le bout des palmes)
- déconnection et reconnexion de l'inflateur
- gestion d'une valve de gonflage ou de purge présentant un mauvais fonctionnement
- gestion d'un excès de gaz enfermé au niveau des jambes/pieds
- gestion d'une perte d'une partie ou de la totalité du lestage
- gestion de la remontée depuis le fond
- décapelage/capelage à la surface
- se déséquiper, rinçage et stockage



Pratique – Présentation des exercices pratiques

d. Plongée 2 : formation en eau libre

Le candidat sera évalué sur les compétences suivantes :

- s'équiper (purger l'excès de gaz dans la combinaison étanche)
- effectuer un contrôle avec son binôme en y incluant la vérification du bon fonctionnement de la combinaison étanche
- contrôler sa flottabilité en surface
- maîtriser sa descente (attention au placage)
- maîtriser une bonne flottabilité au fond (utilisation adéquate de la purge de la combinaison étanche)
- plongée en combinaison étanche pour le plaisir et l'expérience.
- savoir correctement gérer sa remontée et effectuer un palier de sécurité à 5 mètres pendant minimum 3 minutes
- procéder à un décapelage/capelage en surface
- gestion d'une valve de gonflage ou de purge présentant un mauvais fonctionnement
- gestion d'un excès de gaz enfermé au niveau des jambes/pieds en effectuant un cumulet
- gestion d'une perte d'une partie ou de la totalité du lestage
- plongée en combinaison étanche pour le plaisir et l'expérience
- se déséquiper, rinçage et stockage



Pratique – Présentation des exercices pratiques

e. Plongée 3 : formation en eau libre

En plongée il est toujours possible d'avoir à porter assistance à un autre plongeur, il en est de même en vêtement étanche. Si les techniques d'assistance ne varient pas, il faudra les adapter à des plongeurs équipés de combinaisons étanches. Si les prises restent en globalité identiques, il faut penser à traiter, en plus du reste, le volume d'air contenu dans le vêtement étanche.

Déroulement de l'exercice :

- Gestion d'une assistance à un plongeur en étanche :
- A partir d'un fond entre -15 et -20 mètres, assister un autre plongeur en combinaison étanche ayant des difficultés de stabilisation :
 - se positionner face à la victime et garder un contact visuel
 - au signal du moniteur effectuer une remontée contrôlée par tous
 - mettre les valves sur position semi-ouverte / ouverte
 - mettre le bras de l'assisté sur votre épaule droite, afin de la garder un peu surélevé pour purger son vêtement étanche
 - gonfler le ou les systèmes de stabilisation
 - remonter à vitesse contrôlée
 - s'arrêter pour au moins 3 minutes entre -3 et -6 mètres avant de remonter à la surface
 -

Critères de réussite : pas de redescente, respect de la vitesse de remontée, verticalité et arrêt entre -3 et -6m



Vidéos – démonstrations pratiques



a publié sur YouTube des exercices pratiques pour débutants en combinaison étanche

[youtube.com](https://www.youtube.com)

Trocki Inflator ab und anstecken

Luft in den Trockki

Auslassventil vom Trockki schließen

Trockki entlüften Automatik

Trockki entlüften Manuell

Im Trockki Pivotieren

Trockki im Schweben entlüften – Automatik

Trockki im Schweben entlüften – Manuell

Im Trockki Schweben

Im Trockki Schweben mit Bleiverteilung

Schraube im Trockki

Rolle vorwärts im Trockki

Kopfstand im Trockki

Auf und Abstieg mit dem Trockki mit Referenz



Bibliographie

Le vêtement étanche en plongée loisir: Alain Perrier, Code Vagnon, ISBN 978-2-85725-453-9

Handbuch Trockentauchen: Joachim Prey, Thomas Kromp, Frank Schneider, Kosmos Verlag, ISBN 978-3440109816

The fundamentals of better diving, Global Underwater Explorers

Wet and Drysuit Maintenance and Repair, Seven Lindblom, Airspeed Press 2005

How to choose the right Undersuit, Santi, [santidiving.com/how to choose undersuit.pdf](https://santidiving.com/how-to-choose-undersuit.pdf)

Plongée en étanche : et si c'était (bien) plus simple ?, differentdive.com/plongee-en-combinaison-etanche

LIFRAS, La qualification vêtement étanche, [poseidoneas.com/Vetement etanche.pdf](https://poseidoneas.com/Vetement_etanche.pdf)

La plongée en vêtement étanche par Cyrille Turc 21o2.me/wp-content/uploads/2168-La-plongée-en-vêtement-étanche-par-Cyrille-Turc-v.1.31.pdf

VDST Spezialkurs Trockentauchen, 2024, Buchservice Naglschmid, ISBN 978-3-89594-910-4

Le guide de la plongée Tek, F. Brun, P. Bernabé, 2011, éd. gap, ISBN 978-2-7417-0441-6



Remerciements

La FLASSA remercie les tous auteurs qui ont participé à la rédaction de cette présentation:
Alain Margrève, Jean-Louis Gindt et Raymond Adam

