

Le froid, la vision et l'audition en plongée



Plan du cours

- **Le froid**

- Introduction
- Mécanismes responsables du refroidissement
- Thermorégulation
- Symptômes, facteur, Conduite à tenir
- Cas particuliers

- **La vision**

- Intro
- Phénomènes physiques sous l'eau
- L'intérêt du masque
- Les conséquences du masque

- **L'audition**



Le froid en plongée

Introduction

- Certains animaux (grenouilles, salamandres) ont une température variable en fonction des saisons ou du lieu où ils se trouvent : ils sont polythermes
- L'homme, comme les oiseaux ou les mammifères, est **homéotherme** : il maintient sa température centrale (organes vitaux) aux alentours de 37°.
- Pour que le corps ne perde pas de température (**neutralité thermique**), la température du milieu doit être de:
 - ~25° dans l'air
 - ~33° dans l'eau
- Dans l'eau, l'on se refroidit 25x plus vite que dans l'air voire 40x plus vite en nageant.
- En-dessous (ou au-dessus) de ces températures, notre organisme réagit par **thermo-régulation**.

Le froid en plongée

Mécanismes de perte de chaleur

- **La ventilation**

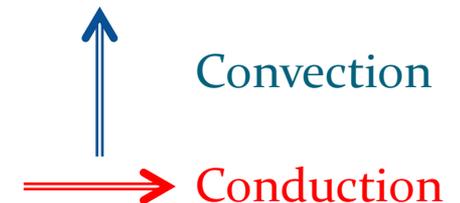
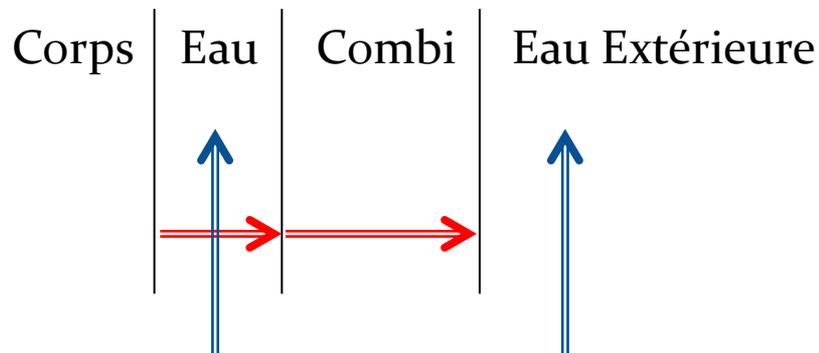
- Respiration d'un air sec et froid.
- L'humidification de l'air consomme de l'énergie nécessaire pour évaporer l'eau.

- **Conduction**

- Transfert de chaleur par contact direct entre des objets, solides ou liquides, immobiles et de température différente.
- La chaleur va de l'objet chaud vers le froid.

- **Convection**

- Transfert de chaleur entre un corps et un fluide en mouvement.



Le froid en plongée

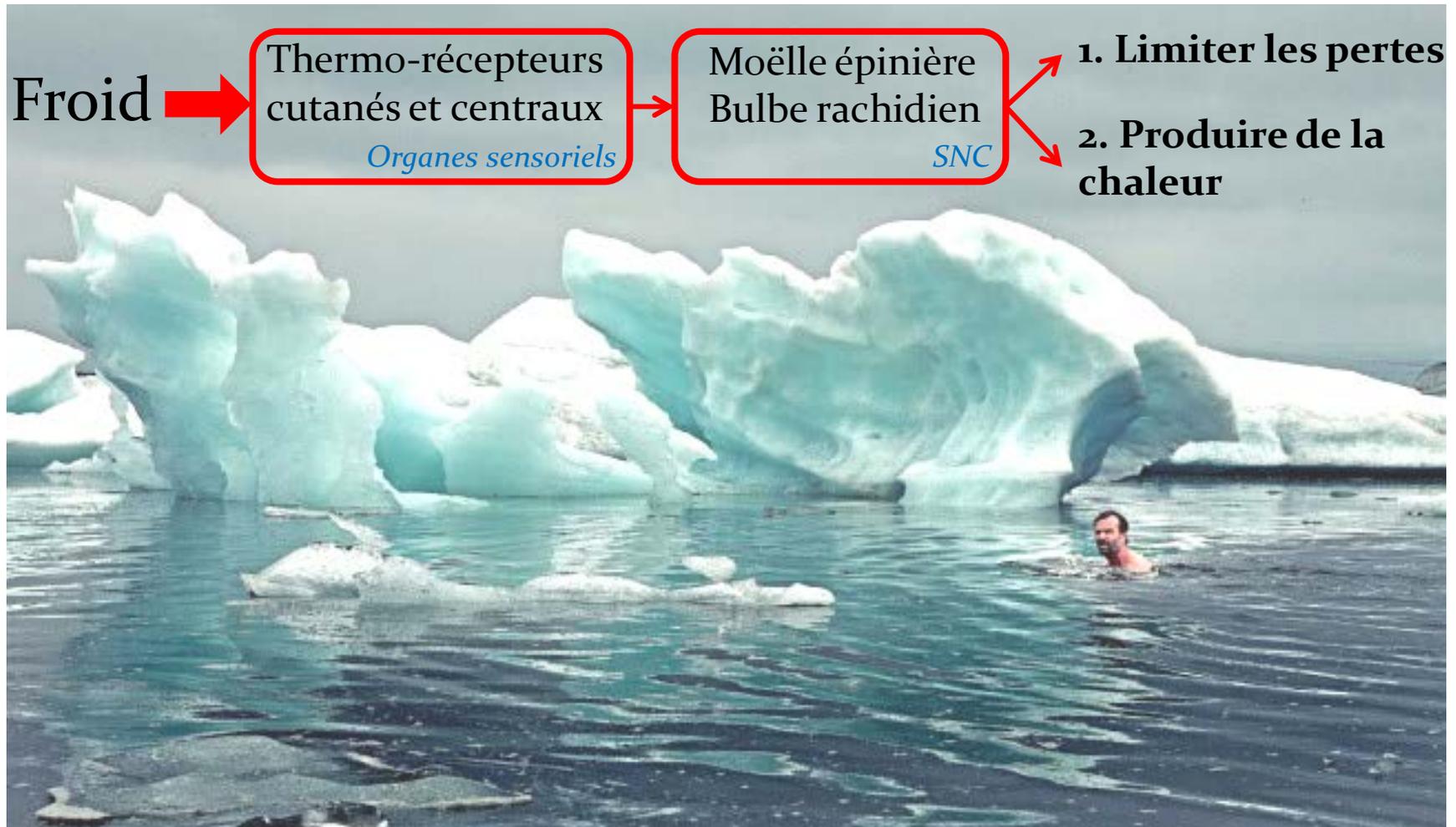
Mécanismes de perte de chaleur

Conseils	Situation	Mécanisme
Se protéger (coupe-vent...) S'équiper au plus tard, se changer au plus tôt	Circulation d'air sur la combi avant et/ou après la plongée	Convection
Limiter l'entrée d'eau dans la combi : Manchons, collerette...	Circulation d'eau dans la combinaison	Convection
Limiter la quantité d'eau dans la combi: Taille et forme de la combi	Eau emprisonnée dans la combi	Conduction
Epaisseur de la combi adaptée aux conditions de plongée, isolation thermique + Utilisation de cagoule, gants, bottillons	Combinaison	Conduction
Eviter les mouvements brusques	Circulation de l'eau à l'extérieur de la combinaison	Convection

Ces bonnes pratiques s'adressent à vous en tant que plongeur mais surtout en tant que GP; soyez attentifs au matériel et au comportement des membres de votre palanquée pour anticiper et donc prévenir les accidents.

Le froid en plongée

Thermorégulation



Le froid en plongée

Thermorégulation

Phase 1: Limiter les pertes caloriques par:

- **Meilleure isolation** = **Chaire de poule** (peu efficace)

Réflexe : les poils de la peau se redressent

Crée une fine couche d'air isolante à la surface de la peau.

- **Réduction des échanges de température avec l'extérieur**

Les pertes caloriques se situent au niveau de la peau.

Pour garder les organes vitaux à la température de 37°, le cerveau commande aux vaisseaux sanguin de se contracter pour réduire le débit sanguin.

Conséquences de la **vasoconstriction périphérique**:

- **Extrémités engourdies** (/!\ manip inflateur, parachute...), lèvres bleutées
- Le sang est concentré dans les organes vitaux
Le corps réagit en diminuant l'eau du plasma (reins) → **diurèse du froid**
- Augmentation de la viscosité du sang → **Augmente les risques d'ADD**
- **Déshydratation** → boire de l'eau

Le froid en plongée

Thermorégulation

Phase 2: Produire de la chaleur par:

- **Frissons, tremblements, hyperventilation**

Contractions généralisées et saccadées des muscles du corps pour produire de l'énergie.

5x plus qu'en situation « normale »

Conséquences :

- Augmentation du rythme respiratoire (besoin d'oxygène)
 ⚠ **Consommation air , Essoufflement, Givrage**
- Trouble de la coordination
- Difficultés à maintenir le détendeur en bouche

Au-delà de ce stade, le plongeur entre en hypothermie (~35°C)

Baisse de la température centrale.

Le froid en plongée

Symptômes, facteur, Conduite à tenir

- **Symptômes observables du froid:**

- Signes : « j'ai froid »
- Non signes :
 - Tremblements (bras, lèvres)
 - Débit des bulles (fréquence respiratoire) : visuel et sonore
 - Plongeur recroquevillé
 - Désintérêt

- **Conduite à tenir**

- Mettre fin à la plongée
- Déséquiper le plongeur le plus vite possible
- Sécher le plongeur sans frotter ni frictionner ni mettre sous l'eau chaude car risque de **Vasodilation périphérique brutale**
 - afflux sanguins périphériques au détriment des organes centraux
 - risque de malaise cardiaque

- **Facteurs favorisants:**

- Profondeur par réduction de l'isolation thermique
- Fatigue, manque de sommeil
- Morphologie
- Alimentation
- Temps et conditions de plongée
- Mouvements brusques

Le froid en plongée

Cas particuliers : Choc thermique différentiel

- Passage brusque de la température extérieure à celle de l'eau, nettement plus froide.
- Aggravé par une exposition préalable au soleil

→ Hydrocution

- La vasoconstriction brutale produit un afflux sanguin centrale brusque
 - diminution du rythme cardiaque
 - **Syncope**

Le froid en plongée

Cas particuliers : Plongée enfant

- Le rapport **surface/volume** de l'enfant n'est pas favorable vis-à-vis du froid
- Conséquences:
 - Si $T < 12^{\circ}\text{C}$: plongée interdite
 - Si $T < 23^{\circ}\text{C}$: temps de plongée limité à 25mn



La vision en plongée

Introduction

L'œil humain est adapté à l'air pas à l'eau.

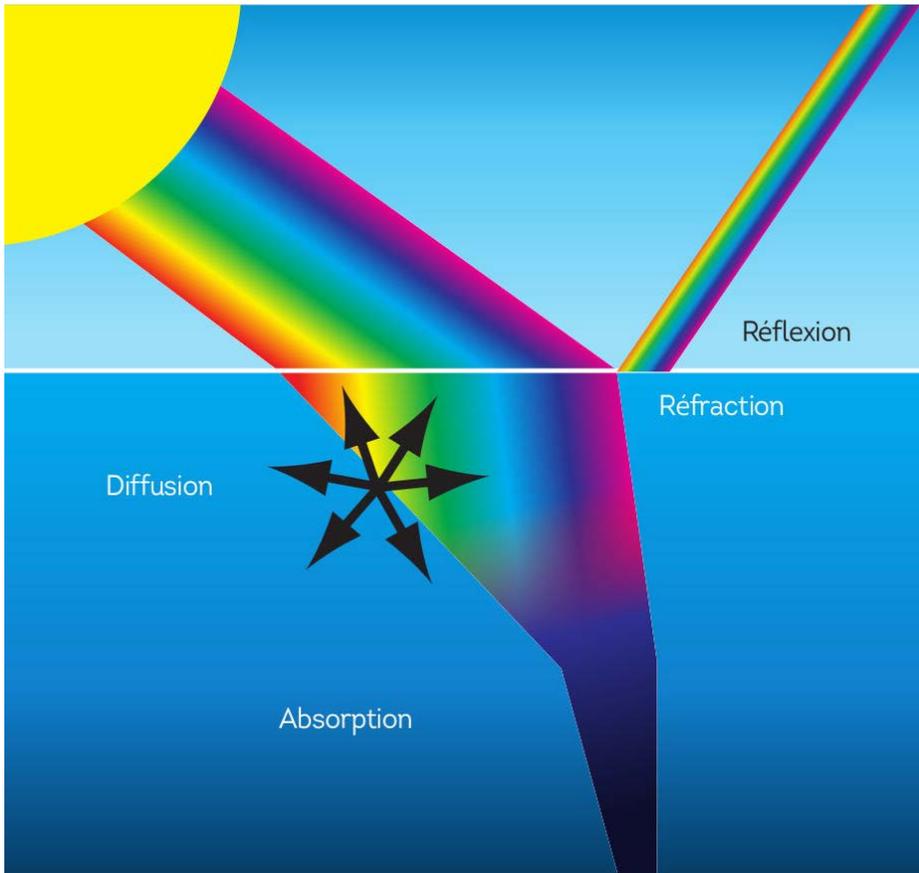
- Sans masque, le plongeur voit trouble dans l'eau.
- Avec un masque, le champ de vision est rétréci
- Avec un masque, on voit plus gros et plus proche
- Sous l'eau, les couleurs s'atténuent
- La visibilité est réduite en eau trouble

L'objectif de cet exposé est de donner les éléments pour comprendre ces phénomènes, pour mieux les prendre en compte, notamment dans la mission du guide de palanquée.

La vision en plongée

Phénomènes physiques sous l'eau

La lumière dans l'eau



Réflexion : une partie des rayons incidents ne franchissent pas la surface et sont réfléchis vers le ciel.

Réfraction : changement de direction des rayons lumineux, ils se verticalisent.

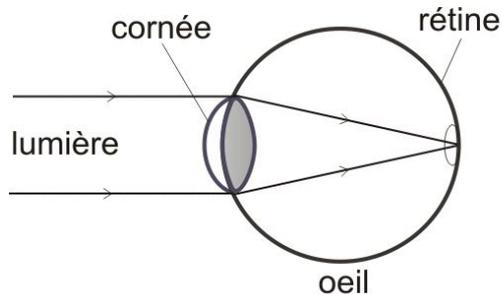
Diffusion : les rayons lumineux s'entrechoquent sur les particules en suspension ; effet de « phare dans le brouillard » qui réduit l'acuité visuelle du plongeur.

Absorption : Tous les rayons lumineux qui franchissent la surface ne parviennent pas en profondeur.

La vision en plongée

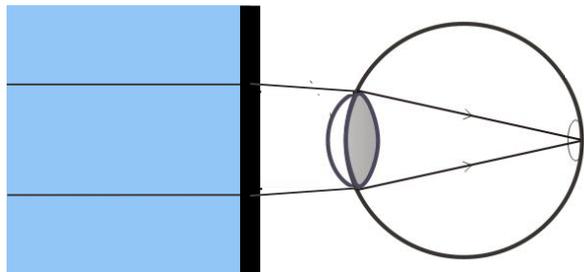
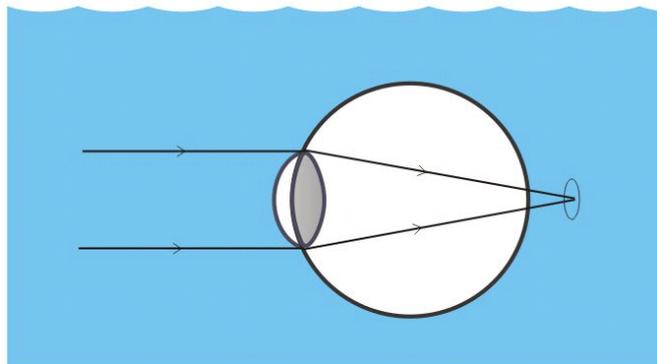
Intérêt du masque

Sans masque, le plongeur voit trouble dans l'eau.



Dans l'air, les rayons lumineux sont déviés par la cornée (courbure). Permet de former l'image sur la rétine.

- Dans l'eau, sans masque, rayons lumineux moins déviés
- L'image ne se forme plus sur la rétine, mais en arrière.
- Le pouvoir réfractif de la cornée est de $+46\delta$ dans l'air mais de seulement $+5\delta$ dans l'eau !



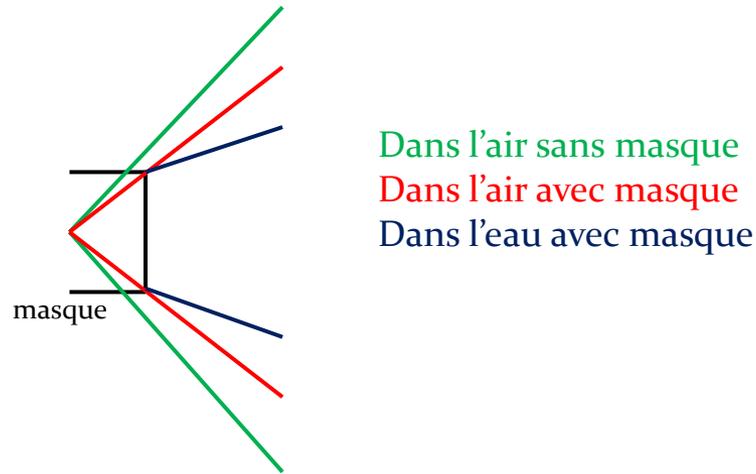
Vitre du masque

Avec un masque, l'effet de la cornée est rétabli; le plongeur voit net

La vision en plongée

Effets du masque / Champ de vision

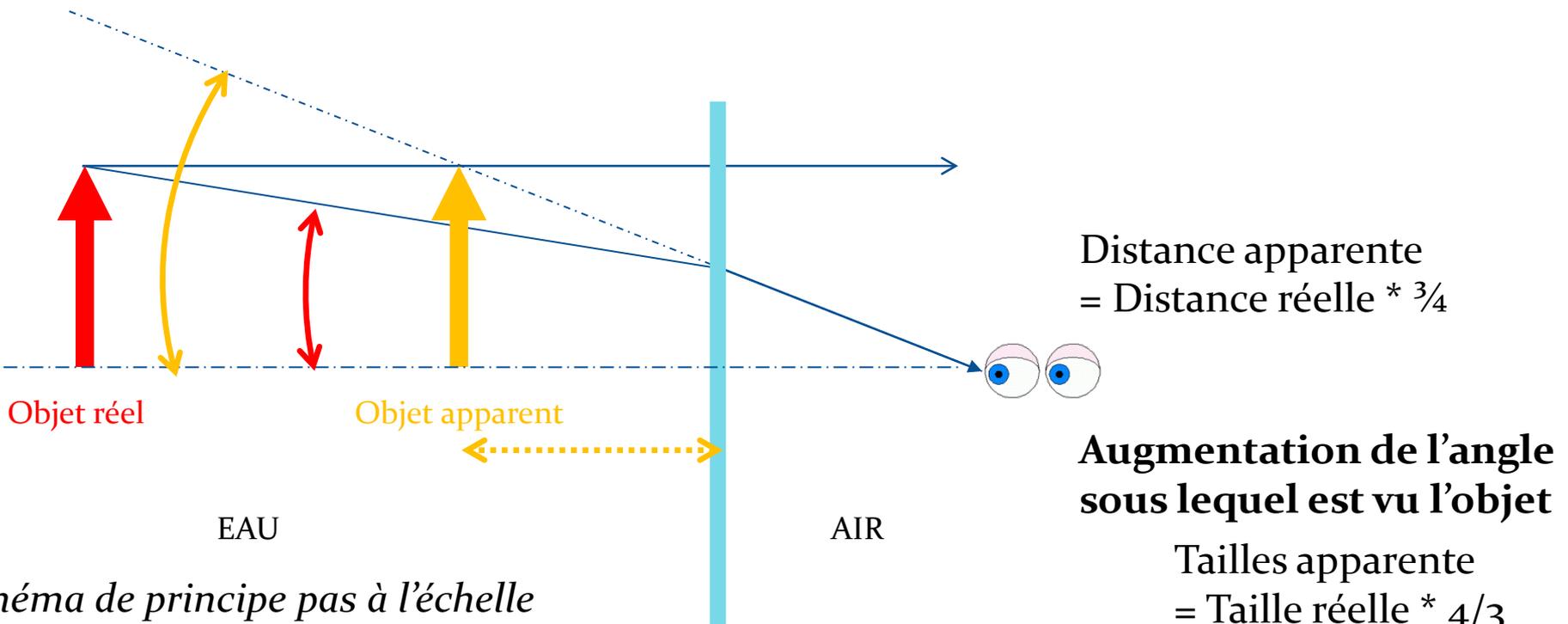
La jupe du masque limite le **champ de vision** qui passe de 170° à 100° environ



- Nécessite de tourner fréquemment la tête, 360 retour surface
- Donner des consignes claires sur la position des plongeurs dans la palanquée
- Les signes doivent être amples et faits en vis-à-vis
- Difficultés à voir son torse et à trouver ses instruments (expérience)

La vision en plongée

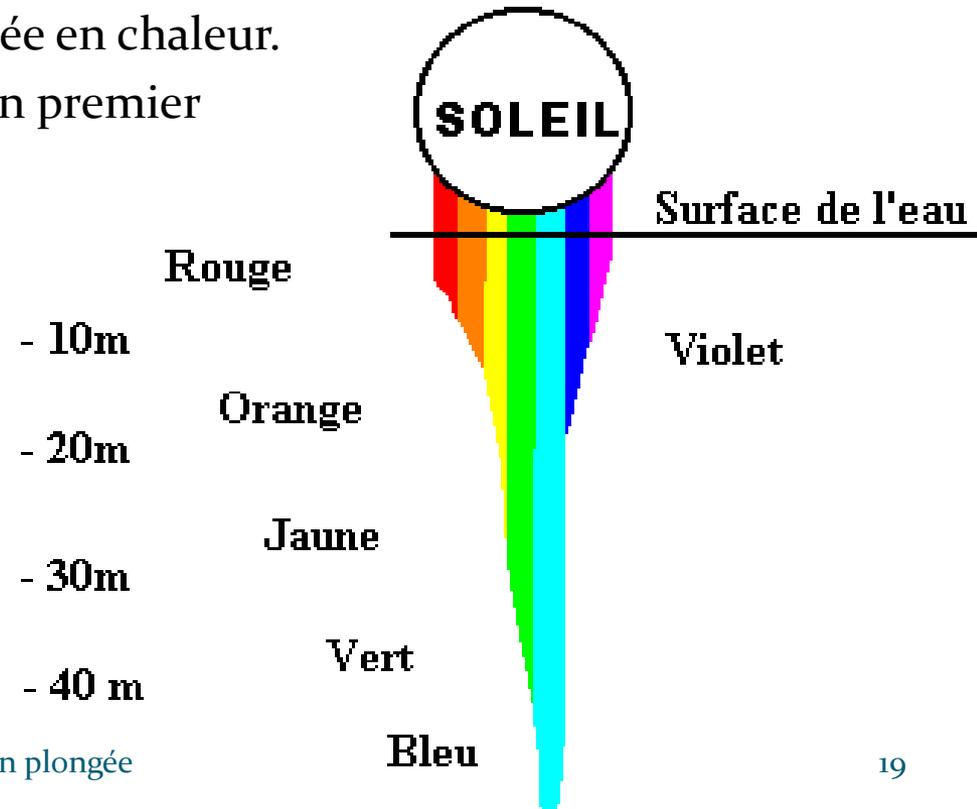
Effets du masque / Distance-Taille



La vision en plongée

Absorption

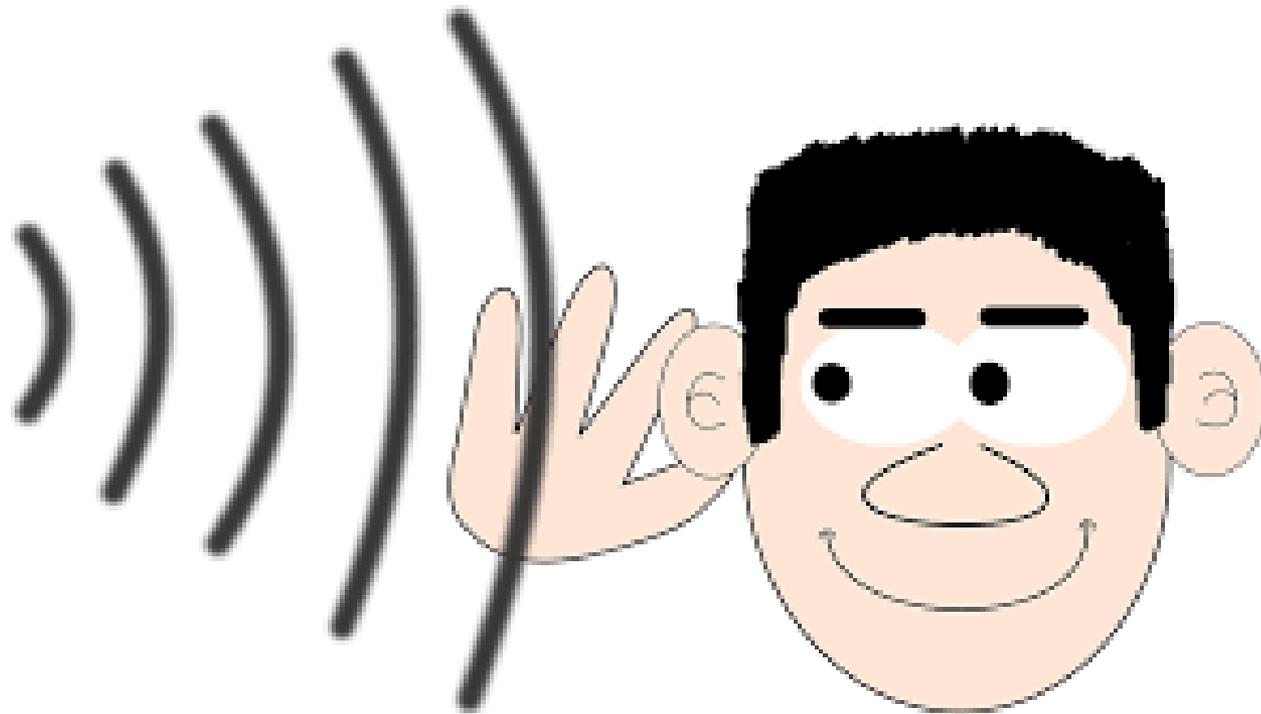
- Lumière composée de rayonnements correspondant aux sept différentes couleurs :
le violet, l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orange, le rouge
- Avec la profondeur, les différentes couleurs sont arrêtées par l'eau
La lumière absorbée et est transformée en chaleur.
- Les couleurs chaudes disparaissent en premier
- Nécessité d'une lampe:
 - Éclairage
 - couleurs



La vision en plongée

Diffusion

- Les particules en suspension dans l'eau
= obstacles à la pénétration de la lumière.
 - Lorsqu'un rayon lumineux frappe une particule, une partie de l'énergie lumineuse est réfléchiée et une autre est réfractée
- ➔ une lampe en eau trouble éclaire comme un phare de voiture dans le brouillard
- Quantité de particules en suspension dans l'eau est fonction de
 - la saison
 - des conditions météo
 - En pratique, veiller:
 - à ne pas remuer le fond ;
vigilance particulière dans les épaves ; plonger au niveau des ouvrants ; fil d'Ariane ;
 - à plonger quand l'eau est claire...



L'audition en plongée

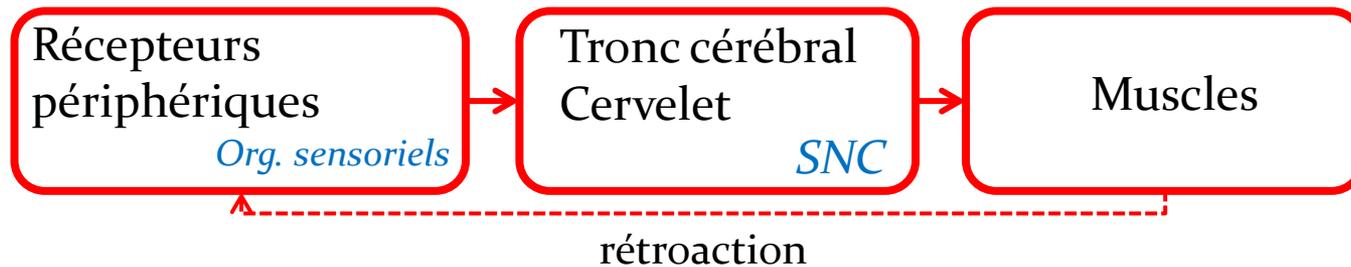
- Deux oreilles permettent :
 - Stéréophonie
 - de déterminer la position de la source d'un son
- Vitesse du son dans l'air ~ 340 m/s
Son parvient aux oreilles avec un décalage.
- Vitesse du son dans l'eau ~ 1500 m/s
Son va trop vite dans l'eau + sons perçus avec les os de la boîte crânienne
→ pas possible de définir sa direction

360° retour surface
? Pétards; shaker

L'équilibre

Equilibre du corps dans l'espace, sur terre

→ Maintien de la posture et efficacité des mouvements



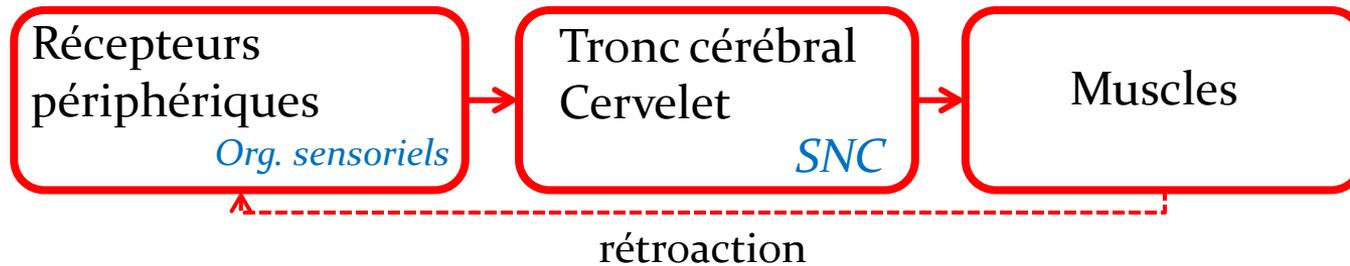
- Vestibule : déplacement et position
- Vision : repères, distance, 3D
- Qualité du contact avec le sol

Centraliser,
Comparer
(apprentissage),
Décider,
Ordre

- Motricité

L'équilibre

Equilibre du corps dans l'eau



- **Vestibule** : déplacement et position ($P_{\text{Archimède}}$)

- **Vision** : visi, luminosité → repères, distance, 3D

- **Qualité du contact avec le sol**: aucun, combi, froid, pression

→ Repères visuels, apprentissage

Centraliser,
Comparer
(apprentissage),
Décider,
Ordre

- **Motricité**

L'équilibre

Vertige alerno-barique

- La trompe d'Eustache = soupape à la remontée
- Si différence de pression entre les 2 oreilles
 - stimulation des vestibules de façon différente
 - vertige
- Stopper la remontée
- Déglutitions
 - ou Toynbee (inspiration nasale, nez pincé, avec déglutition)



Merci !