




---

---

---

---

---

---

---

---



## Accidents de décompression

1. Définition
2. Physique
3. En plongée
4. Filtre pulmonaire
5. Bulles
6. Types d'ADD
7. Traitement de l'ADD
8. Facteurs de risque
9. Prévention

Vincent Ceriani - 2016




---

---

---

---

---

---

---

---



## Accidents de décompression

Lorsqu'un plongeur remonte et que la pression ambiante diminue, des bulles d'azote peuvent se former dans le sang et dans d'autres tissus. Les troubles et symptômes traditionnellement rencontrés sont appelés maladie de décompression (MDD) ou accident de décompression (ADD)

Vincent Ceriani - 2016




---

---

---


---

---

---


---

---



- L'accident de décompression est un accident insidieux qui guette n'importe quel plongeur, du moins au plus expérimenté à partir de l'instant où l'on plonge en dehors de la courbe de sécurité.
- A la différence des barotraumatismes, pour lesquels une douleur est ressentie dans le cours de la plongée avec les variations de pression, l'accident de décompression peu survenir juste après ou, bien après la plongée sans signes avant coureur.

Vincent Carlier - 2016



---

---

---


---

---

---

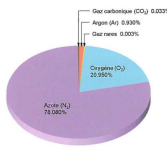
---

---



### Rappel


#### Composition de l'air



Azote (N <sub>2</sub> )	78.080 %
Oxygène (O <sub>2</sub> )	20.950 %
Argon (Ar)	0.934 %
Gaz Carbonique (CO <sub>2</sub> )	0.003 %
Gaz rares	0.003 %

(schéma extrait de la Fardes Lifas)

Vincent Carlier - 2016



---

---

---


---

---

---

---

---



### Rappel

La loi de Henry :

A température constante et à saturation (à l'équilibre atteint) la quantité de gaz dissoute dans un liquide est directement proportionnelle à la pression exercée par le gaz à la surface du liquide.

La pression du gaz dissout dans le liquide s'appelle **LA TENSION**

Vincent Carlier - 2016



---

---

---

---

---

---

---

---

Les trois états possibles du liquide en contact avec un gaz

(schéma extrait de la Fardes Litras)

Pression<sub>GasLibre</sub>  
Tension<sub>GasDissous</sub>

12H00 12H01 13H00 13H01

saturation sous-saturation saturation sur-saturation

Un liquide est dit saturé lorsqu'il a dissout et absorbé le maximum de gaz possible en fonction de la pression exercée par le gaz. Il y a alors équilibre Tension / Pression.

Vincent Ceñari - 2016

---

---

---

---

---

---

---

---

En plongée :

Saturation

Sous saturation

Sur saturation

Saturation

Vincent Ceñari - 2016

---

---

---

---

---

---

---

---

A la remontée

Lors de la remontée nous allons passer d'un état de **sursaturation** vers un état de saturation (loi de Henry)

- Loi de Henry : A température donnée, la quantité de gaz dissous à saturation dans un liquide est proportionnelle à la pression du gaz exercée à la surface du liquide.

**Si cette désaturation est trop rapide lors de la remontée, des bulles de gaz vont se former s'agglomérer se dilater (loi de Boyle et Mariotte) et provoquer l'ADD.**

- Loi de Boyle et Mariotte : A température constante, le volume occupé par une masse gazeuse est inversement proportionnel à la pression qu'elle subit.

Vincent Ceñari - 2016

---

---

---

---

---

---

---

---



## Remontée rapide

Lors d'une remontée rapide, l'azote dissous dans les tissus (surtout les tissus mous) n'auront pas le temps d'être éliminés par la respiration. Les bulles d'azote vont alors 'coincer' dans les vaisseaux et à mesure de la remontée, les bulles vont grossir et donner entre elles des bulles plus ou moins grosses. C'est ce qu'on appelle l'embolie gazeuse.



Vincent Carlier - 2016

---

---

---


---

---

---

---

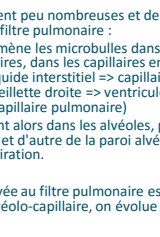
---



## Filtre pulmonaire

Si les bulles restent peu nombreuses et de petite taille, elles sont éliminées par le filtre pulmonaire : La circulation ramène les microbulles dans le cœur droit, puis, via les artères pulmonaires, dans les capillaires entourant les alvéoles pulmonaires (Liquide interstitiel => capillaire veineux => veine => veine cave => oreillette droite => ventricule droit => artère pulmonaire => capillaire pulmonaire). Les bulles passent alors dans les alvéoles, par différence de pression partielle de part et d'autre de la paroi alvéolo-capillaire) et quittent le corps via l'expiration.

Si le débit d'arrivée au filtre pulmonaire est supérieur à la capacité d'élimination alvéolo-capillaire, on évolue vers l'accident de désaturation.



Vincent Carlier - 2016

---

---

---


---

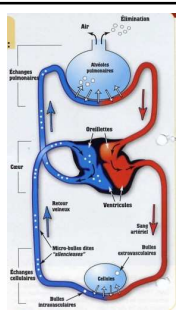
---

---

---

---





Vincent Carlier - 2016

---

---

---


---

---

---

---

---




## Les bulles

Si les bulles sont trop nombreuses ou trop grosses pour être éliminées par le filtre pulmonaire, leur volume va continuer à augmenter.

**Bulles circulantes ou vasculaires :**  
La bulle intravasculaire est beaucoup plus dangereuse : elle bloque la circulation sanguine et l'apport de sang oxygéné ; elle irrite la paroi intérieure du vaisseau sanguin.  
Dans un premier temps, lors de la constitution de la bulle vasculaire, celle-ci reste sphérique. La circulation n'est que ralentie. La plus grande partie du gaz emmagasiné est encore dissoute dans les tissus.  
Dans une deuxième phase, les bulles s'accumulent, fusionnent, forment des amas et se fixent. Cela peut bloquer la circulation sanguine et provoquer l'anoxie de certains tissus. Les symptômes apparaissent de manière nette.

**Bulles stationnaires ou tissulaires :**  
Si les bulles sont extravasculaires, elles vont être alimentées par le gaz dissout dans les tissus voisins. Elles vont comprimer les tissus avoisinants ; elles peuvent les comprimer ou les dilacerer.  
Ces bulles sont responsables des bends au niveau des articulations et des muscles.

Vincent Cerfani - 2016



---

---

---


---

---

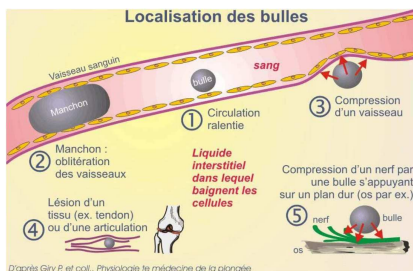
---

---

---



## Localisation des bulles



① Circulation ralentie

② Manchon : oblitération des vaisseaux

③ Compression d'un vaisseau


④ Lésion d'un tissu (ex. tendon) ou d'une articulation

⑤ Compression d'un nerf par une bulle s'appuyant sur un plan dur (os par ex.)

**Liquide interstitiel dans lequel baignent les cellules**

D'après Gity P. et coll., Physiologie de la plongée

Vincent Cerfani - 2016



---

---

---


---

---

---

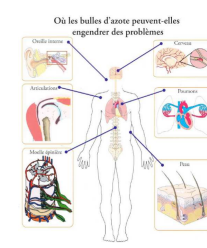
---

---




## Types d'ADD

Où les bulles d'azote peuvent-elles engendrer des problèmes



Vincent Cerfani - 2016



---

---

---


---

---

---

---


---



### Fatigue inhabituelle

C'est une fatigue sans rapport avec l'effort fourni, un état d'épuisement intense, avec sentiment de malaise. Parfois l'accidenté a une sensation de démangeaison (sans modification de l'apparence de la peau). Elle est considérée comme un incident bénin.

Attention, tout incident bénin qui ne disparaît pas après une oxygénothérapie (à 100%) pendant 30 minutes doit être considéré comme un symptôme grave.

Vincent Cerfani - 2016

---

---

---


---

---

---

---

---



### ADD cutané



Correspond à une accumulation de bulles extravasculaires au niveau des structures sous cutanées. Il entraîne :


- des sensations de grattage par compression des terminaisons nerveuses : les « puces »
- des rougeurs tuméfiées (des boursouflures) : les « moutons »

Les symptômes apparaissent dans les deux heures qui suivent la plongée. Ils se localisent souvent au niveau des bras, du torse, des lombes.

L'accident est rare ; mais souvent sous évalué. Il fait rarement l'objet d'un traitement car il disparaît habituellement en moins d'une heure.

Il apparaît souvent chez des plongeur en costume étanche, ou en vêtement trop serré.



Vincent Cerfani - 2016

---

---

---


---

---

---

---


---




### ADD articulaire (bends)

Correspond à une atteinte des grosses articulations (épaule, hanche, genou, coude, poignet). La douleur est d'abord sourde et peut devenir pointue ou lancinante.

La mobilisation passive des parties touchées accentue la douleur (contrairement à la bulle d'azote dans la moelle épinière qui ne laisse aucune douleur lors de la mobilisation des membres).



Vincent Cerfani - 2016

---

---

---

---

---

---

---

---

## ADD médullaire

Correspond à une atteinte de la moelle épinière. (La moelle relaie les informations électriques entre le cerveau et la périphérie ; elle est indispensable à tout phénomène moteur.)  
C'est un accident fréquent (60 à 70% des ADD), rencontré lors de plongées profondes.

Les premiers signes apparaissent généralement rapidement, dans les trente (voire dix) premières minutes après la sortie de l'eau. L'ADD est annoncé par une fatigue intense inhabituelle qui s'associe rapidement à des fourmillements dans les jambes, des modifications de la sensibilité ou de la motricité (engourdissement, faiblesse musculaire, paralysie)

La douleur dorso-lombaire 'en coup de poignard' est caractéristique de cet accident, tout comme la difficulté à uriner ou l'impossibilité de s'arrêter ensuite (dans 80% des cas).

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---

---

---

---

---

---

## ADD neurologique cérébral

Il est provoqué par des embolies d'azote qui aboutissent dans les vaisseaux du cerveau via les carotides. C'est un accident rare dont les premiers signes apparaissent très rapidement après la sortie de l'eau.

Ils correspondent à une atteinte de la sensibilité et/ou de la motricité d'un membre ou d'un hémicorps pouvant être associée à des troubles visuels (taches noires), une paralysie faciale, des difficultés d'élocution...

Les cas les plus graves se manifestent par une tétraplégie avec perte de connaissance et/ou crise convulsive

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---

---

---

---

---

---

## ADD vestibulaire

Correspond à une atteinte du vestibule (organe de l'équilibre situé dans l'oreille interne). Le vestibule est composé de trois canaux semi-circulaires positionnés dans les trois directions de l'espace. La lésion d'un canal entraîne un vertige. Cet ADD peut entraîner des vomissements et un vertige qui se latéralise du côté atteint (l'accidenté dévie lors de la marche du côté de l'oreille lésée).

Les vomissements empêchent la réhydratation.

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---


---

---

---

---

---



## ADD pulmonaire (chokes)


Lors d'un ADD grave, il peut y avoir dégazage massif de bulles d'azote dans la circulation, vers les poumons. Les capillaires sont alors encombrés, et le plongeur ressent une douleur au niveau des poumons.

La respiration devient rapide et superficielle, avec une soudaine oppression.

L'afflux de gaz provoque des obstructions multiples et une destruction des parois vasculaires avec inondation des alvéoles par le sang. Les alvéoles non fonctionnelles compromettent alors l'oxygénation tissulaire.

Lors d'une décompression explosive, le chokes se complique d'une défaillance circulatoire et s'associe à l'atteinte d'autres organes (moelle, cerveau, oreille interne...)

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---


---

---

---

---

---




## ADD

Les statistiques montrent qu'environ 70 à 85% des ADD surviennent dans la première heure :

- 50% sont neurologiques (dont +40% médullaire).
- 28,3% concernent l'oreille interne.
- 21,7% sont d'origine ostéo-articulaire

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---

---

---

---

---

---



## Traitement de l'ADD

Toute suspicion d'ADD doit entraîner le déclenchement immédiat de la chaîne des secours.

- appel des secours : 112, CROSS, DAN...
- administration d'oxygène à 100%, à maintenir jusqu'au placement en caisson
  - permet une meilleure **élimination de l'azote dissous** par les poumons
  - **apporte des l'oxygène aux tissus en hypoxie** (en aval des bulles) par des vaisseaux sanguins collatéraux, et par diffusion intercellulaire. Ceci retarde la mort cellulaire et les séquelles définitives
  - **diminue le volume des bulles**
  - **contrecarre l'évolution vers le choc**
- faire boire 1l à 1,5l d'eau en 1 heure (en l'absence de vomissements)
- recompression en caisson hyperbare (attention, la recompression diminue la taille des bulles mais ne traite pas les effets collatéraux : obstructions par les plaquettes)



Vincent Cerfani - 2016




---

---

---

---


---

---

---

---





## Facteurs de risque


30% seulement des ADD surviennent suite au non-respect des procédures de décompression :

- plongées trop profondes ou trop longues
- vitesses de remontées trop rapides
- profils yoyo
- paliers écourtés - plongées trop fréquentes (plus de 2/jour)

Dans la majeure partie des accidents, aucune erreur de procédure n'est trouvée.

La genèse d'un accident serait donc plurifactorielle, avec une part non négligeable de facteurs favorisants qui ont influencé l'absorption ou le dégazage de l'azote par les tissus.

Vincent Cerfani - 2016



---

---

---


---

---

---

---


---



## Facteurs de risque

- **Profil de plongée** : De plongées longues et profondes sont davantage susceptibles de donner naissance à des embolies gazeux et de favoriser un ADD.
- **Remontées multiples (yoyo)** : Les remontées répétitives provoquent la circulation d'embolies gazeux non évacuées par le filtre pulmonaire qui passent dans la circulation artérielle. Les plongées avec un intervalle trop court (moins de 2h) peuvent avoir un effet similaire.
- **Effort durant la plongée** : Ils augmentent l'irrigation sanguine et donc la dissolution d'azote. Il faut donc allonger la décompression. A l'inverse, un effort modéré au palier peut avoir l'effet inverse : l'irrigation des tissus accélère l'élimination de l'azote dissout et réduit le risque de formation de bulles veineuses.
- **Effort après la plongée** : Ils accélèrent la formation de bulles. Cela peut être dû à l'augmentation de la formation de noyaux gazeux par les turbulences engendrées

Vincent Cerfani - 2016



---

---

---


---

---

---

---


---



## Facteurs de risque

- **Température** : La baisse de la température corporelle
  - augmente la perfusion tissulaire (par les frissons ou le palmage), la dissolution d'azote est augmentée
  - accroît la solubilité des gaz dans les tissus (loi de Henry) Un plongeur en légère hypothermie qui se réchauffe brutalement (douche chaude) peut subir un dégazage trop rapide dans les tissus périphériques.
- Le froid induit la production d'adrénaline qui augmente la coagulation du sang.
- Le froid amène une vasoconstriction périphérique (diminution de l'irrigation) avec production d'urine et donc hémococoncentration (augmentation de la viscosité du sang).
- **Age** : Le risque d'ADD augmente avec l'âge (modification de la perfusion tissulaire, anomalies des vaisseaux, augmentation de la masse grasseuse, usure des articulations)
- **Mauvaise condition physique générale** : Elle diminue les possibilités de dégazage de l'organisme.

Vincent Cerfani - 2016



---

---

---


---

---

---

---


---



## Facteurs de risque

- **Fatigue physique ou psychique** : La fatigue et le surmenage sont des facteurs de risque principaux de l'ADD bien que les mécanismes physiopathologiques restent incertains.
- **Le stress** : Production d'adrénaline, vasoconstriction des vaisseaux, hypercoagulation
- **Obésité** : La masse grasseuse est un tissu qui dissout très bien l'azote...
- **Le tabagisme** : Les goudrons sont irritants et augmentent le nombre d'alvéoles non ventilées. Le CO se fixe sur l'hémoglobine (20% de l'Hb bloquée par le CO). La nicotine a un effet vasoconstricteur sur les vaisseaux.

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---


---

---

---

---


---



## Facteurs de risque

- **Les repas copieux** : Apport de sang vers l'intestin qui n'est plus disponible ailleurs + présence de microbulles de graisse dans le sang qui constituent des germes pour les bulles d'azote.
- **L'alcool** : Il accentue la déshydratation
- **La déshydratation** : La déshydratation entraîne un épaississement du sang (qui devient plus visqueux). Il ne pourra donc plus dissoudre et transporter les gaz aussi facilement.
- La déshydratation réduit la perfusion tissulaire (débit sanguin au niveau des capillaires), ce qui ralentit l'élimination des gaz inertes

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---


---

---

---

---


---



## Prévention

- ✓ Respecter la vitesse de remontée,
- ✓ En dehors de la courbe de sécurité, respecter scrupuleusement les tables de décompression,
- ✓ Gérer son autonomie en éliminant les pannes d'air aux paliers,
- ✓ Pas de Valsalva à la remontée,
- ✓ Pas d'apnée après la plongée,
- ✓ Pas d'apnée respiratoire pendant la plongée
- ✓ Ne pas plonger si on est fatigué, pas en forme, insomnie etc...
- ✓ Eviter les efforts au fond,
- ✓ Pas de vol en avion dans les 12/24 heures qui suivent une plongée

Vincent Cerfani - 2016




---

---

---

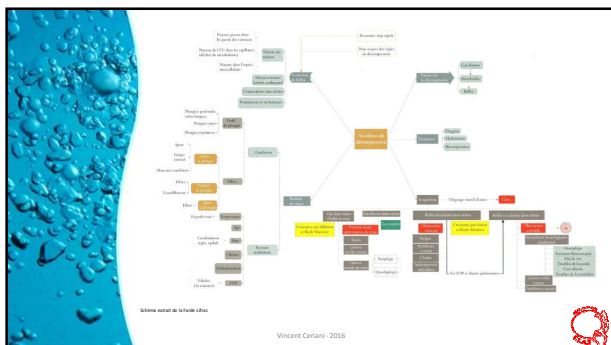
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---