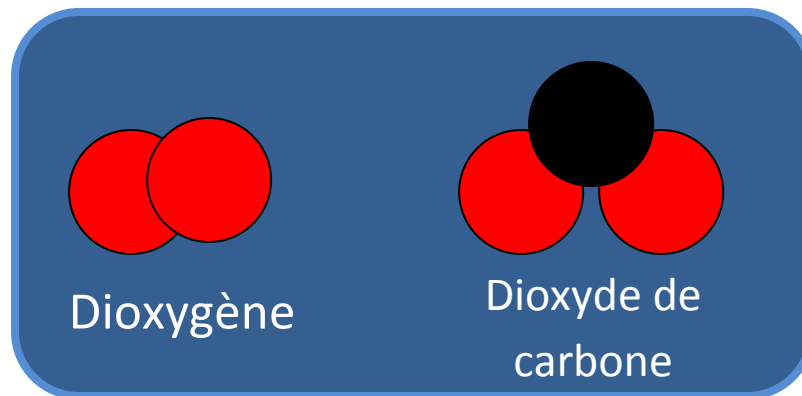


## La respiration en apnée

### 1) O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>

#### a) Définition

Le dioxygène (noté O<sub>2</sub>) et le dioxyde de carbone (noté CO<sub>2</sub>) sont des espèces chimiques que l'on trouve naturellement à l'état gazeux dans l'atmosphère. Le dioxygène constitue environ 20% des gaz de l'atmosphère, et le dioxyde de carbone environ 0.03%. Le dioxygène est donc beaucoup plus abondant dans l'atmosphère que le dioxyde de carbone.



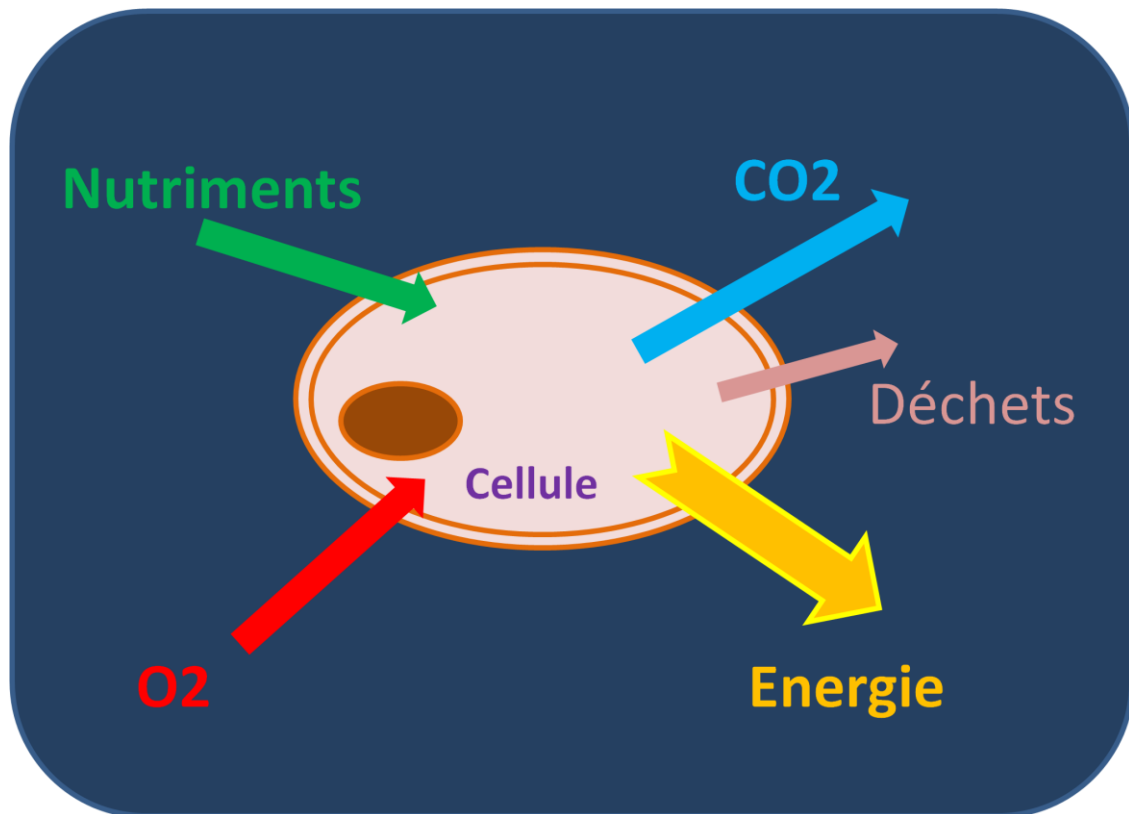
*Les molécules des gaz considérés.*

En général, on parle **d'oxygène** pour désigner le dioxygène, et de **gaz carbonique** pour désigner le dioxyde de carbone.

Par la suite, on désignera le dioxygène par « O<sub>2</sub> » et le dioxyde de carbone par « CO<sub>2</sub> », qui sont les formules chimiques de ces deux espèces.

## b) La respiration

La respiration est un processus qui intervient au niveau cellulaire : Chaque cellule de notre organisme respire. On peut schématiser les échanges qui interviennent au niveau des cellules par le schéma suivant :



*La respiration cellulaire*

Dans le cadre de ce cours, la respiration peut être résumée en une production d'énergie par la cellule, qui consomme de l' $O_2$ , et rejette du  $CO_2$ . On peut comparer cela à une voiture qui produit de l'énergie (déplacement), en consommant de l'essence ( $O_2$ ) et en rejetant des gaz d'échappement ( $CO_2$ ).

Remarque : Par abus de langage, on désigne couramment par **respiration** ce qui n'est en fait que la **ventilation** : le fait de contracter le diaphragme et de le relâcher, pour inspirer ou expirer de l'air des poumons.

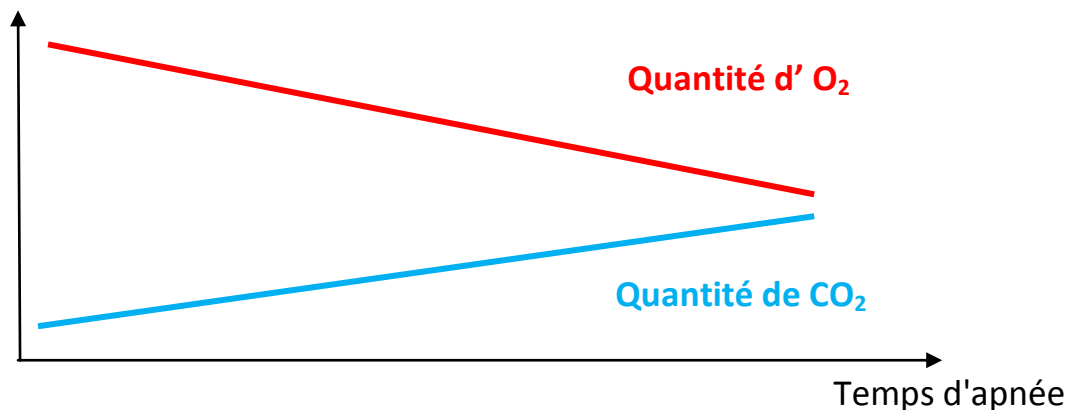
En définitive, il faut retenir que l' $O_2$  est un carburant pour le corps humain, et que le  $CO_2$  est un déchet.

## 2) Que se passe t il en apnée ?

En temps normal, on ventile de façon automatique. Cette ventilation va, au niveau pulmonaire, avoir deux effets principaux :

- La réalimentation du corps en  $O_2$  . En effet, on a vu précédemment que les cellules consomment de cet  $O_2$  pour fonctionner. Il faut donc renouveler les réserves en inspirant.
- L'évacuation du  $CO_2$  . De la même façon, pour éviter que ce déchet ne s'accumule dans l'organisme, il faut l'évacuer en expirant.

Lorsque l'on fait de l'apnée, on empêche la ventilation en retenant sa "respiration". Par conséquent, la quantité d' $O_2$  dans l'organisme va diminuer puisque celui-ci est consommé. Dans le même temps, la quantité de  $CO_2$  va augmenter, puisque celui-ci est produit.



*Evolution des quantités d' $O_2$  et de  $CO_2$  pendant une apnée*

Lors d'une apnée, l'envie oppressante de respirer est une alerte envoyée par le corps. Cette alerte est majoritairement déclenchée par des capteurs situés dans le corps, qui sont sensibles au **taux de  $CO_2$**  dans l'organisme. Ainsi, c'est bel et bien **l'excès de  $CO_2$**  qui donne envie de respirer, et **non le manque d' $O_2$** . Cet excès de  $CO_2$  est appelé **hypercapnie**.

Le manque d' $O_2$  se traduit quant à lui par des **signes**, souvent plus **ardus** à repérer. Parmi eux, on relève les troubles du champ de vision (largeur et/ou couleur), les fourmillements des extrémités, une certaine confusion, des vertiges, la perte de contrôle moteur, la syncope... On parle de **signes d'hypoxie**. (hypoxie = peu d'oxygène)

En règle générale, la pratique de l'apnée commence par une accoutumance à l'excès de  $CO_2$  (Travail **hypercapnique**, apnées courtes et répétées), puis s'en suit un travail sur l'optimisation de l'apnée pour palier au manque d' $O_2$ . (Travail **hypoxique**, apnées longues et espacées)

### 3) Les effets de l'hyperventilation

#### a) Définition

L'**hyperventilation**, c'est le fait d'exagérer les mouvements ventilatoires (inspiration et expiration), dans le but de se préparer à une apnée. Cependant, on désigne couramment par *hyperventilation*, le fait de ventiler de façon rapide et intense juste avant de commencer son apnée.

#### b) Les effets

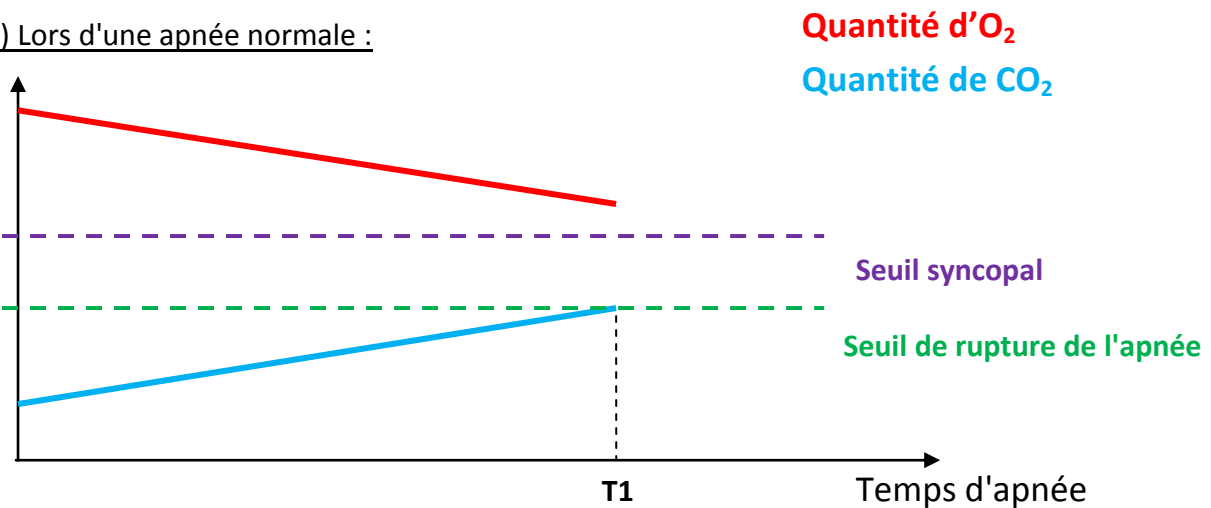
Lorsque l'on hyperventile, on **diminue fortement** le taux de **CO<sub>2</sub>** dans l'organisme, mais on **augmente très peu** le taux d'**O<sub>2</sub>**. Pendant l'apnée qui suit, la sensation de confort est donc trompeuse : le fait qu'il y ait moins de CO<sub>2</sub> dans l'organisme provoque une sensation de bien-être, mais le manque d'O<sub>2</sub> est bel est bien présent, puisque l'on en a quasiment la même quantité dans le corps en hyperventilant ou pas.

Lorsque les organes sont privés d'O<sub>2</sub>, leur fonctionnement s'en voit **altéré**. Le cerveau par exemple, en dessous d'un certain **seuil** d'O<sub>2</sub> se **met en veille**, afin de consommer moins de l'O<sub>2</sub> restant, et donc d'éviter la mort de ses cellules. La personne perd alors conscience. On appelle cela une **syncope**.

Il existe aussi un **seuil**, pour le taux de CO<sub>2</sub> dans l'organisme, appelé **seuil de rupture** de l'apnée. C'est l'instant où la quantité de CO<sub>2</sub> est tellement importante qu'il n'est plus possible de lutter contre l'envie de respirer, et où l'instinct de survie nous pousse à sortir d'une apnée.

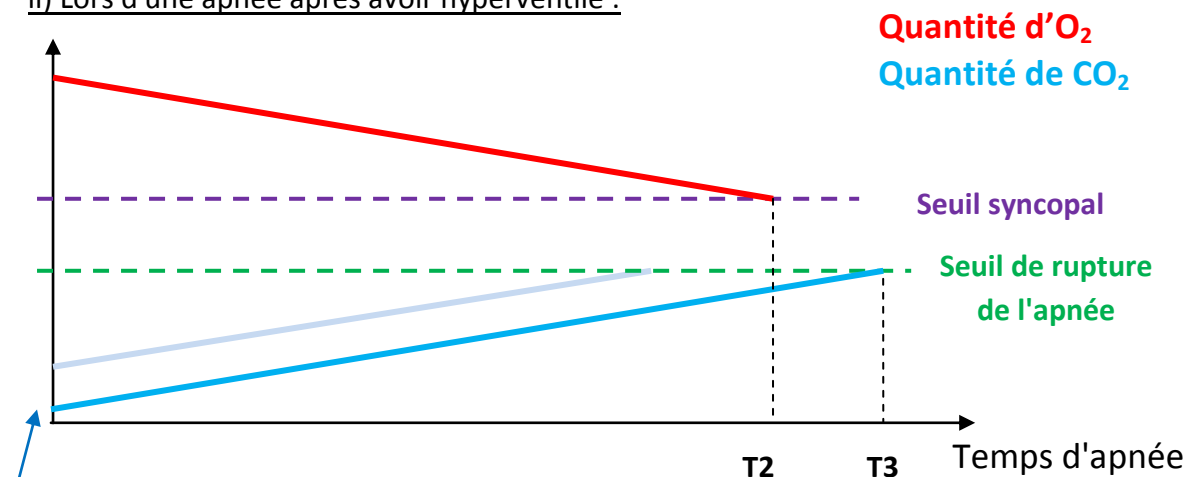
### c) Une apnée après avoir hyperventilé ?

i) Lors d'une apnée normale :



→ Dans cette situation, on considère une personne qui effectue une apnée sans hyperventilation. Le taux d'O<sub>2</sub> est **haut** au début, et le taux de CO<sub>2</sub> est **bas**. A mesure que l'apnée se déroule, le **taux d'O<sub>2</sub> baisse** et celui de **CO<sub>2</sub> augmente**, en raison de la respiration cellulaire. Au bout de T1, le taux de CO<sub>2</sub> atteint le **seuil de rupture**. La personne arrête son apnée, car elle ne peut plus lutter contre cet **excès de CO<sub>2</sub>**.

ii) Lors d'une apnée après avoir hyperventilé :



→ Cette fois-ci, la personne **a hyperventilé** avant de commencer son apnée. Elle part donc avec **moins de CO<sub>2</sub>** dans l'organisme que précédemment, mais quasiment **autant d'O<sub>2</sub>**. Il faut donc plus de temps pour arriver au **seuil de rupture (T3)**. Seulement entretemps, le **seuil syncopal** a été atteint par le taux d'O<sub>2</sub> (**T2**). Résultat : l'apnéiste tombe en **syncopé** sans avoir eu envie de respirer au point d'interrompre son apnée.

L'hyperventilation est donc une méthode de préparation à **proscrire**. Elle apporte une sensation de bien être **illusoire** et **masque le danger**. Au fil du temps et de la pratique, l'apnéiste apprend à connaître la limite entre "bonne ventilation" et "hyperventilation", qui n'est pas si évidente que cela à cerner.

## 4) La samba (PCM) et la syncope

### a) Définitions

- La perte de contrôle moteur (PCM) est une conséquence de l'hypoxie sur le cerveau. Le sujet n'est plus maître de ses muscles, et des contractions involontaires peuvent se produire. L'apnéiste peut alors avoir tendance à gigoter de façon désordonnée, ce qu'on appelle aussi "la samba".
- La syncope, comme vu précédemment, est la perte de conscience d'un apnéiste suite à la mise en veille de son cerveau pour se prémunir du manque d'O<sub>2</sub>.

### b) Les signes pré-syncopaux

Ce sont les signes, pour un observateur extérieur, que l'apnéiste surveillé est en danger. Il est **impératif de bien les connaître** pour garantir une sécurité efficace. On note : Le lâcher subit de bulles (reflex expiratoire), l'arrêt ou la modification du rythme de palmage, l'accélération en fin d'apnée, le changement inexplicable de direction, les gestes incohérents...

### c) Conséquences

La conséquence immédiate d'une perte de contrôle de son corps dans l'eau est le risque de **noyade**. Lorsque l'apnéiste a un **reflex inspiratoire** alors que les voies aériennes (nez, bouche) sont immergées, les poumons peuvent se remplir d'eau : l'apnéiste se noie. En général, lorsqu'un apnéiste fait une syncope, sa glotte (dans le cou) reste bloquée pendant quelques secondes avant qu'il n'ait un reflex inspiratoire. C'est pendant ce laps de temps que l'apnéiste en difficulté doit être secouru, en suivant les schémas classiques. (Prise, obstruction des voies aériennes pour empêcher le reflex inspiratoire, insufflation . . .)

Si l'apnéiste s'entraîne seul, et qu'il est victime d'une PCM ou d'une syncope, ses chances de survie sont nulles. Inutile donc de rappeler que l'apnée se pratique **toujours au minimum à 2**, avec une surveillance accrue lors d'apnées "poussées", (Perfs, exercices hypoxiques...) pendant et après l'apnée. En effet, il arrive parfois que les PCM ou syncopes interviennent **quelques secondes après** l'émersion de l'apnéiste, même si ce dernier déclare que tout va bien. Un délai de 15 secondes est une marge considérée comme sûre pour la surveillance d'une fin d'apnée. C'est d'ailleurs l'ordre de grandeur du temps qu'attendent les juges pendant les compétitions ou tentatives de record, pour valider la performance.

Si l'apnéiste est pris en charge convenablement, il ne gardera pas de séquelle physique d'une PCM ou d'une syncope. Ces incidents peuvent toutefois induire des blocages psychologiques en fonction des individus, qui partent avec le travail et le temps.