

**UNIVERSITE MONTPELLIER II**  
SCIENCES & TECHNIQUES DU LANGUEDOC

D.E.U.G. Sciences et Vie S.B.N.

# **Physiologie Animale**

**TP1 : Le système cardio-vasculaire et  
respiratoire**

FONTAINE Lionel  
RADONDY Yoan  
Groupe : D2

**Mercredi 6 mars 2002**

Le but de ces travaux pratiques et la mesure de paramètres intervenant dans le système cardio-vasculaire et respiratoire. Nous allons nous intéresser à la régulation de la pression artérielle dans différents cas, demandant des réponses vasculaires appropriées. Et nous évaluerons par la suite les différents volumes respiratoires qui caractérisent les poumons.

## I. Système cardio-vasculaire : adaptation à l'effort

### Introduction :

Le système cardio-vasculaire est l'élément indispensable à la distribution des éléments permettant le fonctionnement des organes. Nous allons nous intéresser au fonctionnement du système cardio-vasculaire et ensuite étudier la pression artérielle qui va nous amener à déterminer les différentes adaptations issues de la régulation de ce système.

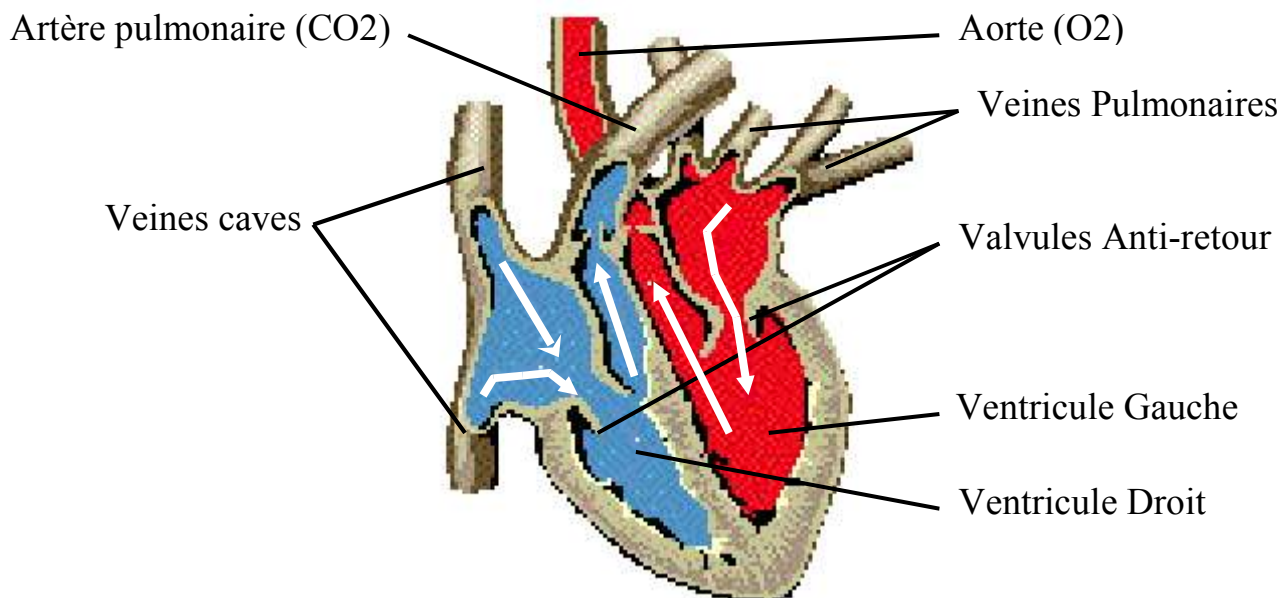
### A. Présentation du système cardiaque :

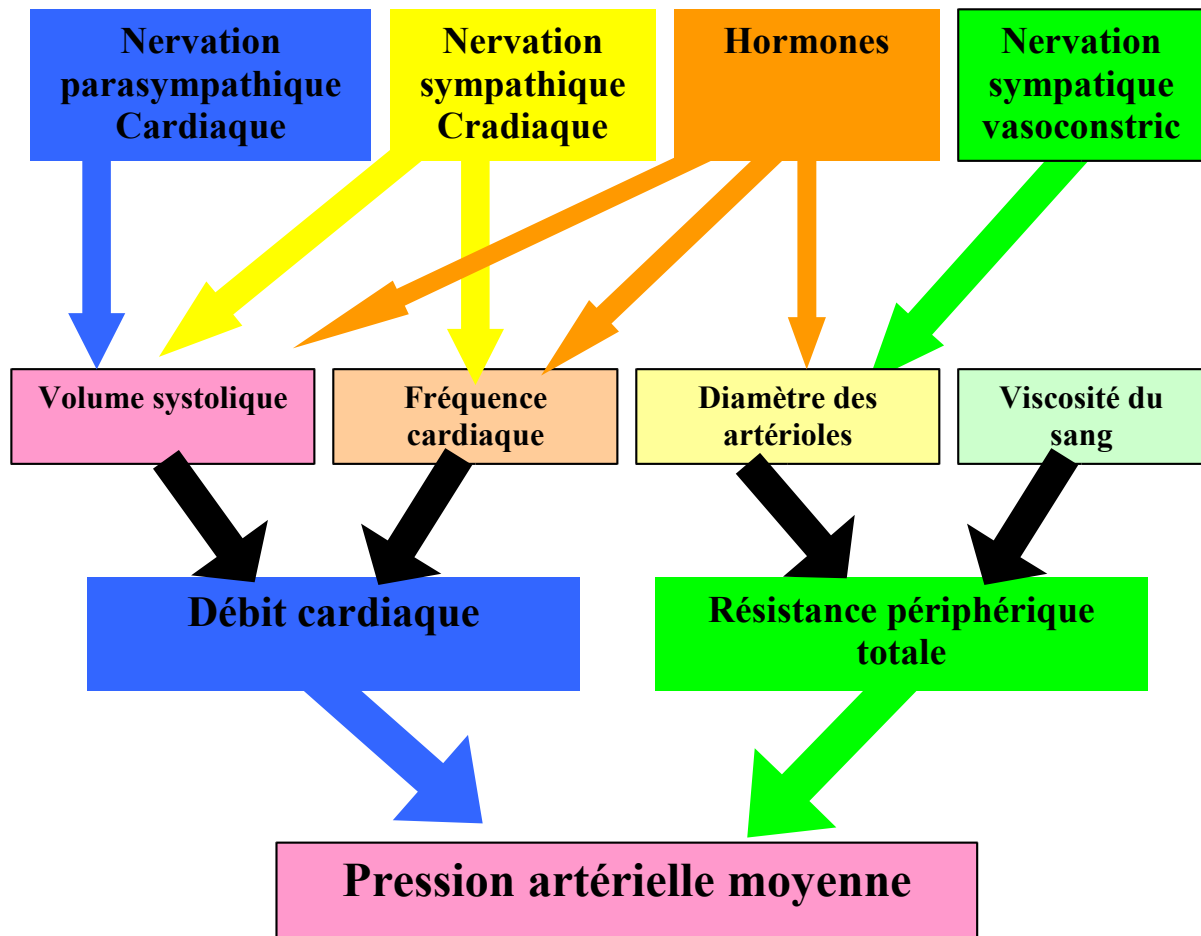
#### 1. le Cœur :

Le cœur est le moteur du système cardio-vasculaire, il permet la distribution du sang aux organes nécessaire à leurs bons fonctionnements. Il fonctionne par contraction musculaire indépendante de la volonté (système végétatif).

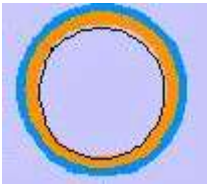

Le cœur présente deux états, un état relâché pendant lequel il y a remplissage des ventricules (diastole) et un état contracté où le sang est projeté dans les artères (systole).



*Shémas issus du site : [www.bio-theme.fr](http://www.bio-theme.fr)*





## 2. Le reseau vasculaire :

Vaisseaux	Caractéristiques	Fonctions
<b>Artères</b> 	Les artères ont une composante élastique dominante (peu de nerf et de muscles), il y a donc une faible résistance à l'écoulement avec des vitesses très importantes. On trouve au niveau de ses vaisseaux le pouls qui est une onde de pression qui se propage du cœur vers la périphérie.	La fonction des artères est essentiellement l'apport de sang oxygéné (excepté bien sûr les artères pulmonaires) vers les organes. Elles doivent permettre un passage fluide avec peu de résistance.
<b>Artérioles</b> 	Elles sont capable de réguler leurs diamètres qui varie de 10 à 100 µm.	Les artérioles ont une fonction de régulation, elles permettent d'augmenter ou de diminuer le volume circulatoire (elles agissent donc sur la pression et le débit) mais aussi contrôlent l'irrigation des organes.

<p><b>Capillaires</b></p> 	<p>Les capillaires sont extrêmement ramifiés, ils sont de petite taille et ne peuvent être maîtrisés, la vitesse d'écoulement y est très faible.</p>	<p>Les capillaires permettent les échanges entre le sang et les organes (muscles par exemple) permettant l'apport en dioxygène et nutriments.</p>
<p><b>Veines</b></p> 	<p>Il est très peu « résistif », et la pression ainsi que la vitesse y est très faible. Le sang veineux représente la très grande majorité du volume sanguin total (environ 70 %).</p>	<p>Les veines ont pour but le transport des déchets (tel que le CO<sub>2</sub> et l'urée) des organes vers les reins et les poumons.</p>

### 3. Systèmes de régulations :

Le contrôle du cœur mais aussi des artérioles (pour la vasoconstriction ou dilatation) sont issues de deux types d'inervation la parasympathique et la sympathique (ou orthosympathique). L'inervation sympathique a un effet cardiomodérateur et la parasympathique un effet cardioaccélérateur, ces innervations font partie du système autonome (c'est à dire qu'il est automatique). Il faut ajouter à ses deux processus nerveux la grande importance des hormones (tel que la noradrénaline, l'adrénaline, acétylcholine) qui réagissent au niveau du cœur mais aussi des artérioles.

Les différents mécanismes de contrôle sont décrits dans le schéma simplifié ci-dessous .

## **B. Mesures de la pression artérielle**

### 1. But et protocole expérimental :

Le but est de mesurer la pression artérielle sur deux sujets (ici sujets masculins d'âges et de tailles identiques) dans différents états physiques (assis, au repos, debout, après un effort, pendant la récupération).

#### *mesure de la pression artérielle :*

La pression se mesure à l'aide d'un brassard que l'on va gonfler à 200 mm de mercure ( mm Hg), à ce moment là la pression exercée par le brassard est supérieure à celle de l'artère il y a donc blocage du passage du sang. Il va suivre une phase où l'on dégonfle le brassard afin d'obtenir un bruit au travers du stéthoscope (bruits de Korotkoff) ce moment correspond à la pression systolique (ou pression artérielle maximale), on retrouve le pouls au niveau du poignet. Il faut ensuite dégonfler le brassard jusqu'à l'absence de bruit, ce moment correspond à la pression diastolique (pression artérielle minimale).

On obtient donc deux valeurs une pour la pression systolique (Ps) et une pour la pression diastolique (Pd).

Schéma récapitulatif de la mesure de la pression artérielle :

<b>Pression exercée par le brassard</b>			
<b>Artère</b>			
<b>Pouls</b>	Non palpable	palpable	Palpable
<b>Passage du sang</b>	Aucun	Faible	Normale
<b>Bruit</b>			

### Mesure du Pouls :

Le pouls est mesuré à l'aide de deux doigts (et non le pouce car on risque de confondre avec l'artère de celui-ci), on compte le nombre de pulsations dans un intervalle de trente secondes. La valeur est alors multipliée par deux afin d'obtenir un pouls en pulsation par minute noté Bc.

Pour la mesure nous disposons d'un appareil automatique permettant de mesurer la pression artérielle (Ps et Pd) ainsi que le pouls Bc en pulsation par minute. De plus nous allons effectuer 2 mesures et faire la moyenne des deux valeurs.

Nous allons mesurer la pression artérielle et le pouls dans les conditions physiques suivantes (dans l'ordre).

**Assis** : On mesure la pression artérielle et le pouls du sujet qui est assis depuis cinq minutes.

**Repos** : Le sujet est couché, au bout de dix minutes la mesure se fait de façon à ce que le sujet ne bouge pas.

**Debout** : La mesure est effectuée au moment où le sujet se lève (noté T0), on fait ensuite une nouvelle mesure au bout de 5 mn (T1).

**Effort** : On mesure à la suite d'un exercice physique de 5 mn (ici le vélo) la pression artérielle et le pouls du sujet.

**Récupération** : Cette mesure vise à prendre en compte la récupération de l'exercice physique, pour cela il y aura 2 mesures, une au bout de 5 minutes (T1), l'autre au bout de 10 minutes (T2).

## 2. résultats et calculs :

Les mesures effectuées vont nous permettre de calculer les différents principes liés au système cardio-vasculaire. Nous allons en effet à partir de la pression artérielle et du pouls

pouvoir calculer la pression de pulsation, la pression artérielle moyenne, le débit cardiaque et la résistance périphérique.

Pression de pulsation (Pp) : La pression de pulsation représente le travail effectif du cœur, elle varie en fonction du volume et de la vitesse de l'éjection systolique du cœur, ainsi que la résistance artérielle. Elle est obtenue par la soustraction de la pression diastolique à la pression systolique  $Pp = Pd - Ps$

Pression artérielle moyenne (PAm) : ce n'est pas la simple moyenne entre  $Ps$  et  $Pp$  mais une moyenne des pressions du cycle cardiaque entier. On la calcule en ajoutant un tiers de la pression de pulsation à la pression diastolique.  $PAm = (1/3 Pp) + Pd = (1/3 (Pd - Ps)) + Pd$

Le débit cardiaque Dc : Le débit cardiaque est le volume sanguin expulsé à la minute par le cœur dans les artères. On peut l'estimer en fonction de la pression de pulsation et le pouls avec la relation suivante :  $(Pp - Bc) \times k$  avec  $k = 1 / 1.7$  pour une personne entre 20 et 30 ans. On a pu remarquer que la régulation de la pression artérielle est due en grande partie au débit cardiaque (issus du volume systolique et de la fréquence cardiaque).

La résistance périphérique (Rp) : représente la résistance à la pression de la paroi avec le flux sanguin, on la retrouve avec la relation :  $Rp = PAm / Dc$

Tout comme le débit cardiaque la résistance périphérique est un facteur important de la pression artérielle. On peut aussi remarquer que la résistance périphérique varie en fonction du diamètre des artéioles (vasoconstriction et vasodilatation) et de la viscosité du sang. Cette dernière ayant peu de probabilité de changer dans des proportions significatives (pour l'ensemble des mesures), on peut donc considérer que la résistance périphérique nous renseigne directement sur la vasoconstriction (si  $Rp$  augmente) ou la vasodilatation (si  $Rp$  diminue) des artéioles.

### 3. Commentaires :

#### Assis :

On remarque une différence entre les deux sujets, sur tout les paramètres mesurés, avec un pouls et une pression artérielle moyenne supérieurs pour le sujet II.

#### Couché :

##### Sujet I :

On remarque une baisse de la pression artérielle moyenne très faible pour le sujet I (elle passe de 82 mm de Hg à 81 mm de Hg seulement), une augmentation de la pression pulsatile ce qui implique un travail cardiaque plus important, que l'on retrouve avec le débit cardiaque qui est supérieur (5395 ml/min assis et 6202 ml/min couché). Il y a une baisse sensible de la résistance périphérique donc il y aurait une faible vasodilatation des artéioles.

##### Sujet II :

La pression moyenne diminue dans des proportions importantes (de 96.7 mm de Hg à 88 mm de Hg), on remarque aussi une baisse de la pression pulsation donc une diminution de l'activité cardiaque marquée par un débit sanguin très inférieur et compensé par l'augmentation de la résistance périphérique ce qui implique une vasoconstriction.

Les deux sujets régule différemment leurs pressions artérielles, le sujet I a une activité cardiaque assis beaucoup moins importante que le sujet II, qui se traduit pour le sujet I par des changements beaucoup moins importants quand il se couche. Par contre le sujet II ayant une activité cardiaque importante assis, on observe une diminution très significative du débit cardiaque. Il est possible que les résultats de cette mesure ne reflète pas tout à fait les valeurs du sujet II pour la position assise car nous ne prenons pas en compte des paramètres tel que le stress ou la consommation de tabac.

### **Debout :**

#### **Sujet I :**

T0 Au moment de se lever la pression artérielle moyenne augmente de façon significative (21%). On trouve une résistance périphérique identique mais une augmentation de l'activité cardiaque ( $P_p = 67$ ), ainsi qu'une augmentation de 24.8 % du débit cardiaque.

T1 Cinq minutes après la pression artérielle augmente très légèrement le débit cardiaque diminue sensiblement et on note une augmentation de la résistance périphérique.

#### **Sujet II :**

T0 Comme le sujet I, le sujet II subit une hausse de la pression artérielle (ici de 8%), mais avec un débit sanguin très faible (3934 ml / min) qui est compensé par une résistance périphérique très importante.

T1 Les cinq minutes qui suivent on note toujours une augmentation de la pression artérielle, la résistance périphérique reste stable c'est donc le travail cardiaque qui permet l'augmentation de la pression (la pression de pulsation passe de 26 à 39.9 mm de Hg) on obtient donc un débit cardiaque proche du sujet II.

Le passage à la position debout modifie l'énergie de gravité qui devient différente suivant les parties du corps, et notamment pour les parties supérieures qui voient leur flux sanguin diminuer. La hausse de la pression artérielle moyenne permet de rétablir un flux sanguin permettant le fonctionnement des organes.

Le système de régulation du sujet I réagit vraisemblablement plus rapidement que le sujet II qui a un temps d'adaptation plus long. En effet si les pressions artérielles moyennes augmentent de façons identiques pour les deux sujets, le sujet deux va stabiliser son débit cardiaque dans les cinq minutes qui suivent contrairement au sujet I qui les stabilise quasiment de suite.

### **Effort :**

#### **Sujet I :**

Suite à l'effort le sujet a une pression artérielle moyenne très élevée un pouls très important. On trouve un débit cardiaque faible ainsi qu'une pression de pulsation faible (ce qui implique un volume d'expulsion systolique très petit). La résistance périphérique est, elle très élevée reflétant une importante vasoconstriction visant à augmenter la pression artérielle.

#### **Sujet II :**

On remarque pour le sujet II que la pression artérielle moyenne n'augmente quasiment pas il y a un important travail cardiaque (La pression de pulsation est à 53.3 mm de Hg). L'adaptation à l'effort du sujet deux est une augmentation très importante du débit cardiaque (11914 ml/min) avec une baisse de 55% de la résistance périphérique (vasodilatation importante).

Après l'effort la demande en oxygène des organes est très importante, il faut pour cela augmenter la vitesse de la circulation sanguine qui peut se traduire par l'augmentation très importante de la pression artérielle moyenne.

On voit chez le sujet I une augmentation très importante de la pression artérielle avec un pouls tout aussi important il semble alors que le volume systolique d'éjection du cœur ne soit pas assez important. Comparé au sujet deux qui possède à ce moment là une vasodilatation et un volume d'éjection systolique très important lui permettant une irrigation des organes sans augmentation trop importante de la pression artérielle.

### **Récupération :**

#### **Sujet I :**

Cinq minute après l'effort le sujet I présente une pression artérielle moyenne beaucoup plus faible qu'après l'effort (il y a une diminution de 31.6%), il y a eu aussi une importante baisse de la résistance périphérique (impliquant une vasodilatation). On remarque que la fréquence cardiaque a subit une baisse tout aussi importante amenant un débit cardiaque plus important qu'après l'effort (augmentation du volume systolique d'éjection).

Après 10 minutes de repos le sujet I récupère des valeurs proches de celles qu'il avait avant l'effort (quand le sujet était debout depuis cinq minutes)

#### **Sujet II :**

Le sujet subit au cours du repos une diminution régulière du pouls ainsi que du débit cardiaque. La résistance périphérique, elle redevient très rapidement identique à celle avant l'effort. Quant à la pression artérielle, elle ne varie que dans de faibles proportions (elle augmente même sensiblement à la fin du repos).

La récupération de l'effort pour les deux sujets est différente. le sujet II récupère rapidement la résistance périphérique qu'il avait avant l'effort avec une baisse du débit cardiaque très importante dans les premier temps de la récupération il y a ensuite un retour à la normal mais accentué sur le reste de la récupération.. Le sujet I récupère en deux temps avec tout d'abord une vasodilatation et une augmentation du débit cardiaque et une baisse régulière du pouls et de la pression artérielle. La récupération est beaucoup moins accentué que le sujet deux dans les premiers temps, mais on retrouve à la fin des dix minutes pour les deux sujets des valeurs proches de celles avant l'effort.

Les mesures faites sur les deux sujets assis et couché pourraient mettre en évidence des capacités physiques plus importantes pour le sujet I qui à une pression artérielle moyenne et un pouls au repos plus faible que le sujet II. Mais au cour des mesures et notamment après l'effort ainsi que tout le long de la récupération on remarque une pression artériel très bien régulé qui ne subit pas de très grande variation pour le sujet II alors que le sujet I passe de pression artérielle moyenne basse à très élevée et vice versa. Les mesures nous mènent donc à remarquer les différentes adaptation pour réguler la pression artérielle, en effet suivant les sujet c'est le rythme cardiaque, le diamètre des artéioles, le volume systolique d'éjection qui dans des proportion différente régule la pression artérielle.

Si l'on s'intéresse au résultats d'un autre binome (ici deux filles) on retrouve quelques similitudes dans la régulation de l'effort et notamment suite à l'effort et à la récupération.

### **C. Conclusion**

On a donc vu que la pression artérielle pour chaque individu est différente (suivant leur age, leur sexe et la fréquence des activités physiques), mais celle ci reste dans des limites acceptable nécessaires pour le bon fonctionnement de l'organisme. La pression artérielle est réguler de façon appropriées grâce à différents moyens (Variation de la résistance



périphérique et ou du débit cardiaque) suivant les individus. On peut donc conclure que malgré des états physiques différents (), la pression artérielle est régulée dans des limites bornées (oméostasie).

## II. Système respiratoire : mesure des volumes pulmonaires

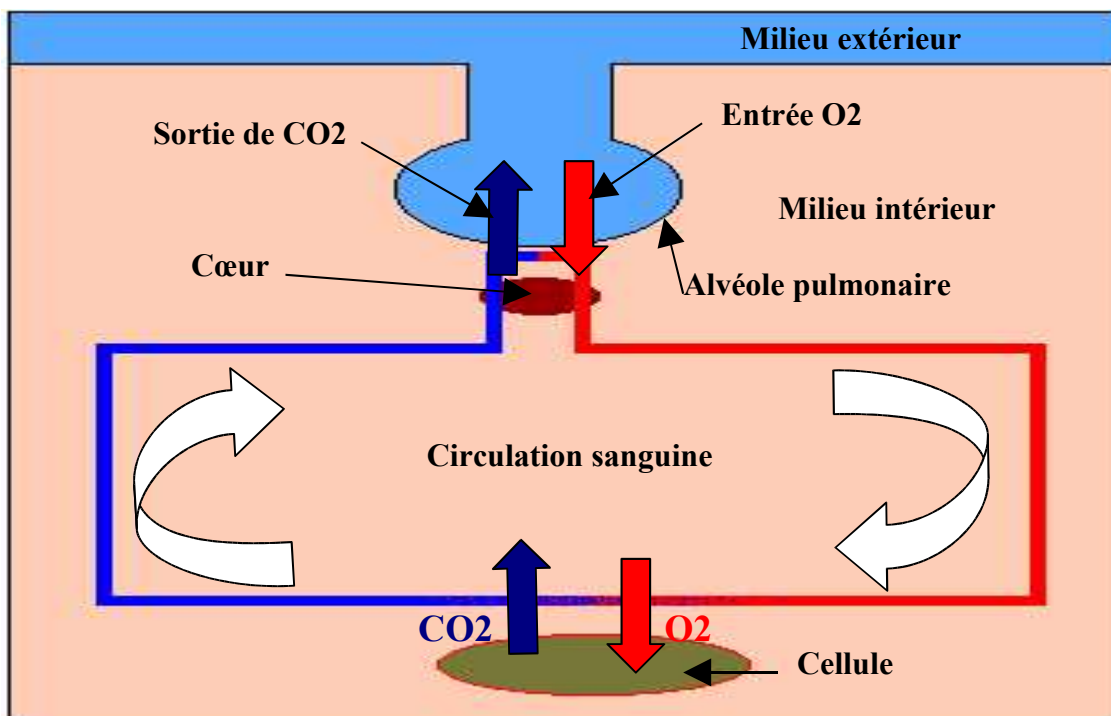
Nous avons vu dans la première partie le fonctionnement du système cardio-vasculaire et plus précisément ça régulation. Nous allons maintenant nous intéresser au système respiratoire. Ça fonction est essentiellement l'oxygénation du sang et l'évacuation du dioxyde de carbone permettant le fonctionnement des organes.

### A. Présentation du système respiratoire

Les poumons sont les organes permettant la respiration ils sont de l'ordre de deux (un à droite l'autre à gauche), le poumon gauche est de plus petite taille car il y a un espace sur celui-ci où se loge le cœur. Les poumons augmentent de volume grâce à l'action du diaphragme (qui descend et monte) et aux muscles environnants des côtes. Ce mouvement permet l'entrée et l'expulsion de l'air dans les poumons, il peut être contrôlé par l'individu mais aussi un réflexe peut prendre le relais.

Les poumons sont composés d'alvéoles qui permettent le passage d'oxygène dans les vaisseaux sanguins et l'expulsion du dioxyde de carbone.

Schéma explicatif :



### B. Mesures des volumes pulmonaires

Nous allons nous intéresser aux différents volumes pulmonaires, on retrouve quatre volumes distincts :

**Le volume de réserve inspiratoire (VRI):** volume qui est utilisé lors de grandes inspirations (par exemple lors d'un effort physique important) il est compris entre 2500 et 3500 ml.

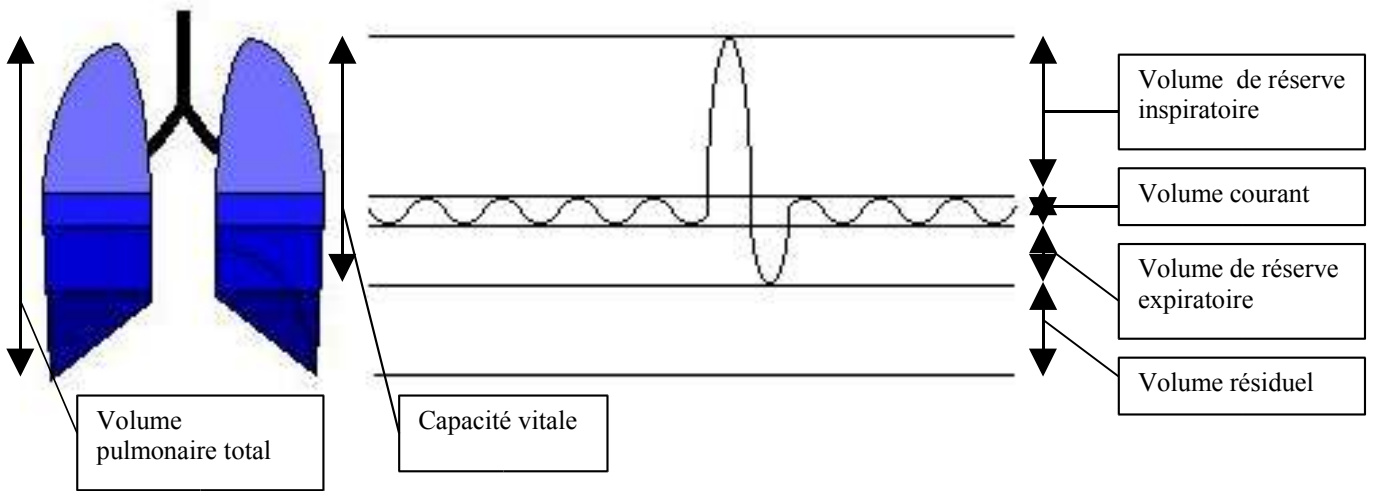
**Le volume courant (VC):** volume utilisé en temps normal (au repos), il est approximativement de 1000 ml.

**Le volume de réserve expiratoire (VRE):** c'est le volume qui peut être expiré après une respiration et une expiration normale, il est de l'ordre de 1000 ml.

**Le volume résiduel (VR):** est le volume d'air restant dans les poumons même après une expiration forcée, le volume résiduel est aussi dans les 1000 ml.

**La capacité vitale (CV):** c'est le volume qui comprend tout les volumes de réserve (expiratoire et inspiratoire) plus le volume courant.

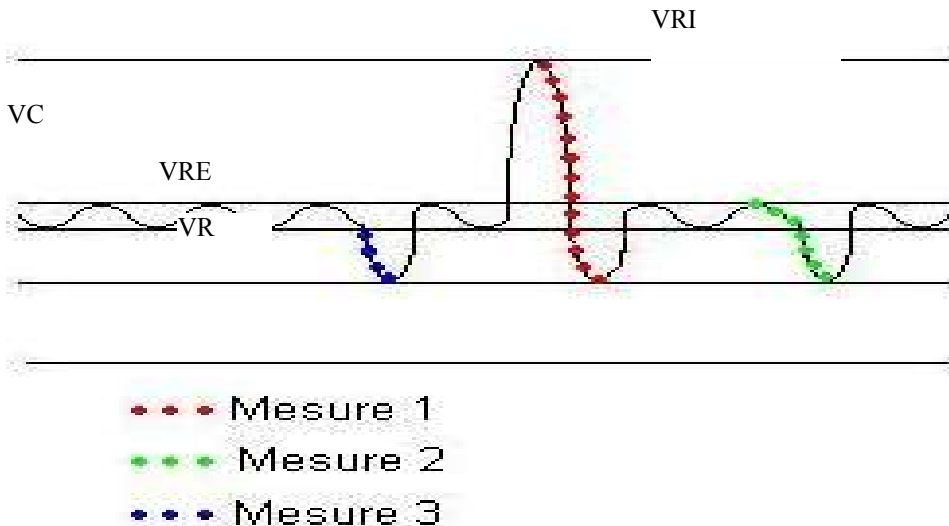
**Le volume total pulmonaire (VTP):** c'est le volume comprenant la capacité vitale et le volume résiduel.



Pour mesurer les volumes respiratoires nous allons utiliser un spiromètre.

Nous allons mesurer quelques volumes afin de déterminer les différents volumes respiratoires éxcepter le volume résiduel suivant le schéma suivant :

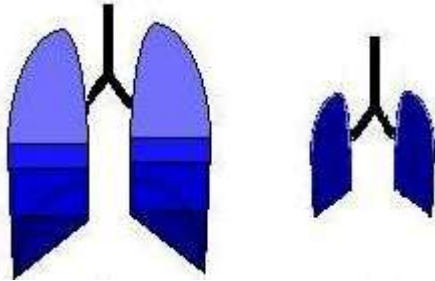
Mesure 1 : Volume vitale



Le sujet fait une inspiration forcée suivit d'une expiration qui est mesurée par le spiromètre.

Début de la mesure

Fin de la mesure



Mesure 2 : Volume Courant + volume de réserve expiratoire

Après une inspiration normale le sujet fait une expiration forcée dans le spiromètre.

Début de la mesure

Fin de la mesure

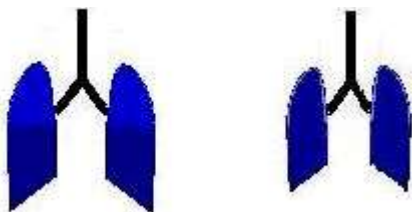


Mesure 3 : Volume de réserve expiratoire

Après une expiration normale le sujet expire (fortement) son volume respiratoire de réserve expiratoire.

Début de la mesure

Fin de la mesure



Pour notre binôme nous obtenons les valeurs suivantes : (volumes en ml)

	Sujet Masculin I				Sujet Masculin II			
Mesure 1 :	4100	4600	4500	<b>4400</b>	4250	4200	4300	<b>4250</b>
Mesure 2 :	1950	2100	1300	<b>1780</b>	2100	1400	2000	<b>1833</b>
Mesure 3 :	1000	950	1200	<b>1050</b>	500	300	1000	<b>600</b>
Valeurs théorique de CV	4641				4607			

Calcul des différents volumes :

**La capacité vitale** : correspond à la première mesure : soit 4400 pour le sujet I (4641 en théorie), et 4250 pour le sujet II (4607 en théorie).

**Volume de réserve inspiratoire** (valeurs moyennes : 2500 à 3500): On le trouve avec la relation suivante :

$$(\text{Mesure 1}) - (\text{mesure 2}) = (\text{VRI} + \text{VC} + \text{VRE}) - (\text{VRE} + \text{VC}) = \text{VRI}$$

On trouve pour le sujet I : 2620 ml et pour le sujet II : 2420 ml

**Volume de réserve expiratoire** (valeurs moyennes : 1000 ml): C'est la mesure 3 on trouve pour le sujet I : 1050 ml et pour le sujet II 600 ml

**Volume courant** (Valeurs moyennes : 500ml): On le retrouve avec la relation suivante :

$$(\text{Mesure 2}) - (\text{mesure 3}) = (\text{VRE} + \text{VC}) - (\text{VRE}) = \text{VC}$$

On trouve alors pour le sujet I : 733 et pour le sujet II : 1230

**Volume résiduel** : Il n'est pas mesurable mais estimé à 1000 ml.

**Volume pulmonaire total** :  $\text{VPT} = \text{VRE} + \text{VC} + \text{VRI} + \text{VR}$

Sujet I VPT = 5400 ml

Sujet II VPT = 5250 ml

On peut voir que ces mesures des volumes respiratoires nous montrent des différences suivant les sujets. Mais le sujet I est beaucoup plus proche des valeurs théoriques, outre les erreurs de mesures le sujet II étant consommateur de cigarettes le faible volume de réserve expiratoire pourrait être lié à ceci. On retrouve malgré tout une proportionnalité des volumes suivant l'âge, le sexe et la taille, en effet si l'on prend une fille on retrouve des valeurs beaucoup plus faible qui traduit de différences physiologiques qui montre une adaptation à l'effort.

### **III. Conclusion :**

Ces travaux pratiques ont pu nous montrer les différentes composantes d'un système complexe permettant l'oxygénation des organes. Nous avons pu constater que chaque individu présente des adaptations différentes (suivant la morphologie, les conditions physiques ou les habitudes alimentaire, consommation de produit nocif etc.) de ses organes (poumons, cœur ...) ou de système tel que la régulation de la pression artérielle.