

Consignes : Chaque étudiant devra rédiger un bref compte-rendu au cours du TP. La présence au TP est obligatoire. Le compte-rendu sera ramassé en fin de séance et noté.

Site Rockefeller, Escalier D, 2e étage.

SPIROMETRIE : Etude de la Ventilation Pulmonaire

L'exploration fonctionnelle respiratoire comporte une série d'examens visant à évaluer la mécanique ventilatoire et les échanges gazeux pulmonaires.

Les données obtenues ont un intérêt diagnostique, elles permettent de chiffrer un handicap, de suivre les effets d'une thérapeutique ou l'évolution naturelle d'une maladie. Elles peuvent aussi aider à poser l'indication d'un acte chirurgical ou à dépister une affection respiratoire débutante.

Parmi les examens évaluant la mécanique ventilatoire, **la spirométrie** (mesure du souffle) est le plus important car il va permettre de mesurer :

Les **volumes pulmonaires** dont on peut schématiquement dire qu'ils reflètent les propriétés du parenchyme pulmonaire et de la paroi thoracique (volumes pulmonaires mobilisables et volume résiduel)

Les **débits bronchiques** qui traduisent essentiellement la fonction des voies aériennes.

1) Mesure des volumes pulmonaires mobilisables

Les mouvements respiratoires ont pour objet et pour effet de mobiliser de l'air soit que celui-ci pénètre dans les poumons et augmente leur volume au moment de l'inspiration, soit au contraire, qu'il soit expulsé dans le milieu extérieur à l'expiration : ce sont les volumes pulmonaires mobilisables

Pour mesurer ces volumes, on dispose de 2 méthodes :

a) mesure directe des volumes

Cette mesure se fait par la détermination du déplacement d'un volume d'air dans un **spirographe en circuit fermé** (type spirographe de Cara ou spiromètre sec), Ce spiromètre n'est plus utilisé en TP.

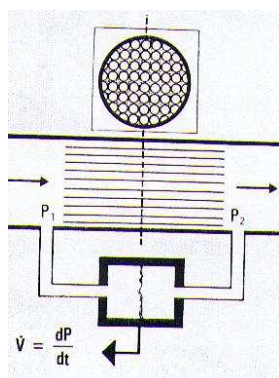
Ces mesures de volumes réalisées en fonction du temps permettent d'en déduire des débits moyens en faisant le rapport d'un volume par un temps (V/t) qui seront exprimés en litre/minute et des débits instantanés en dérivant le volume par rapport au temps (dV/dt) qui seront exprimés en litre/seconde.

b) mesure des volumes par intégration de débits instantanés

Cette mesure se fait grâce à des capteurs de débits dont les plus exacts et les plus répandus détectent des variations de pression ou perte de charge ΔP .

Le **pneumotachographe** comporte un élément mécanique transducteur de débit (grille) dans lequel la transformation de débit en pression est supposée constante et un transducteur de pression dont la sensibilité est très grande donc à manipuler avec précaution.

Les mesures de débit sont ensuite intégrées pour la détermination des volumes pulmonaires.



La miniaturisation des spiromètres de ce type permet de disposer d'appareils portables facilement utilisables par le médecin à son cabinet.

Volumes et capacités

Les différents volumes, capacités, débits, sont mesurés soit en condition ATPS (Ambient temperature, pressure saturated with water) soit en condition BTPS (Body temperature, pressure saturated with water). Dans tous les cas les valeurs seront rendues en conditions BTPS (voir table de conversion des volumes ATPS en volumes BTPS).

Volumes mobilisables :

- volume courant (VT ou VC) : c'est le volume d'air mobilisé au cours d'un mouvement respiratoire normal au repos (moyenne 0.5 l).
- volume de réserve expiratoire (VRE) : c'est le volume d'air qu'un sujet est encore capable d'expirer après une expiration normale (moyenne 1.5 l).
- volume de réserve inspiratoire (VRI) : c'est le volume d'air qu'un sujet est encore capable d'inspirer après une inspiration normale (moyenne 2.5 l).

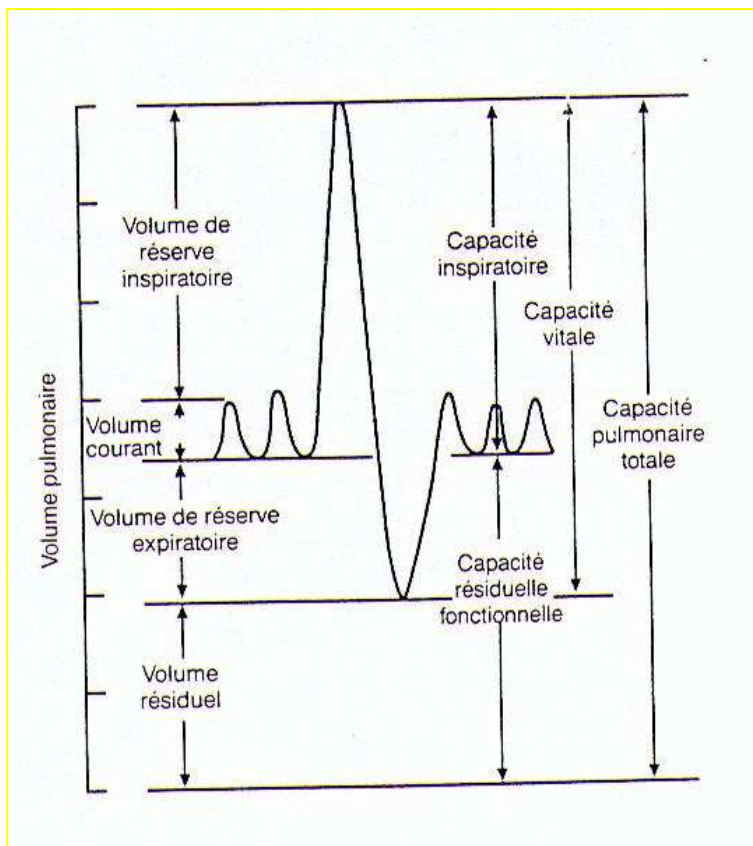
Volume non mobilisable:

- volume résiduel (VR) : c'est le volume d'air restant dans les poumons à la fin d'une expiration forcée, ce volume ne peut être mesuré directement (voir annexe).

Capacités :

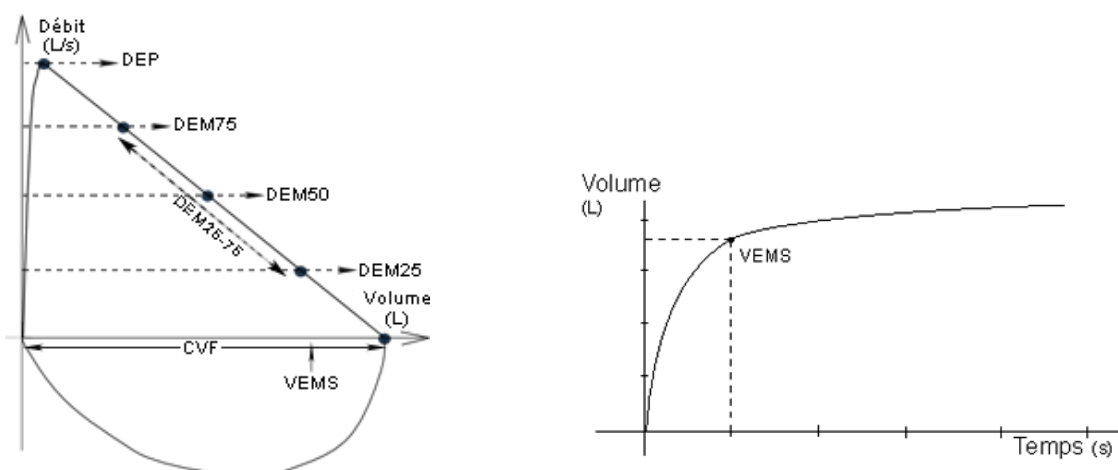
Elles sont définies à partir des volumes respiratoires

- capacité vitale (CV ou CVL) = VRI + VT + VRE. C'est le volume maximum mobilisé lorsque le sujet prend son temps pour inspirer et expirer (capacité vitale lente).
- capacité vitale forcée (CVF). Elle est obtenue lorsque le sujet inspire au maximum puis expire aussi fort, aussi rapidement et aussi complètement qu'il peut.
- capacité inspiratoire (CI) = VRI + VT
- capacité expiratoire (CE) = VT + VRE
- capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) = VRE + VR représente le volume d'air restant dans les poumons en fin d'expiration normale.
- capacité pulmonaire totale (CPT) = CV + VR



2) Mesure des débits expiratoires (et inspiratoires)

Lors de la mesure des volumes pulmonaires mobilisables, si l'expiration est réalisée de manière forcée (inspiration maximale suivie d'une expiration la plus rapide et prolongée possible), on détermine alors les débits maximaux (litres BTPS/sec) générés lors de cette expiration forcée par l'exploitation de la **courbe débit/volume (V/V)**



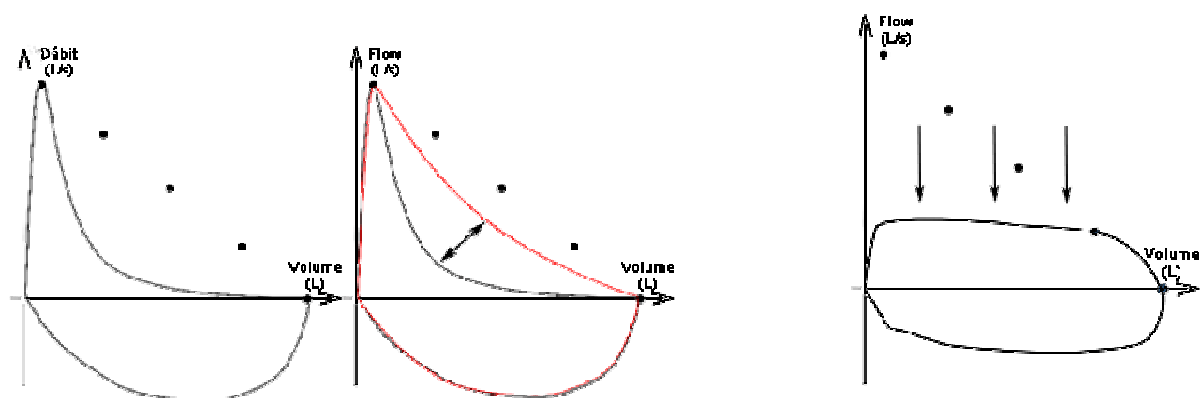
Les 3 débits expiratoires principaux pour l'évaluation d'une obstruction bronchique sont :

Le **débit de pointe (DEP)**, débit maximal en tout début de l'expiration et effort dépendant (témoin de la bonne qualité de l'expiration forcée)

Le **volume expiré au maximum en une seconde (VEMS)**, témoin de la perméabilité des gros troncs bronchiques. C'est le débit instantané maximum que l'on mesure pendant la 1^{ère} seconde d'une expiration forcée qui débute après que l'on ait rempli ses poumons au maximum, il doit être proche de la capacité vitale. On détermine également le rapport **VEMS/CV** ou rapport de Tiffeneau qui doit chez le sujet normal être **> à 75 %**

Le **débit expiratoire maximal moyen (DEMM ou DEM 25-75)**, témoin de la perméabilité des bronches de petit calibre et effort indépendant

En cas de diminution des débits expiratoires, les mesures sont effectuées à nouveau après inhalation de bronchodilatateurs (béta-2 mimétiques) pour apprécier la réversibilité de l'obstruction bronchique.



Si une obstruction trachéale est suspectée, il est alors nécessaire d'effectuer une mesure de l'inspiration forcée (DIP et VIMS)

3) Peak-flow et prévention

La **bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)** observée à plus de 80 % chez le fumeur et l'**asthme** dont la prévalence augmente avec la pollution sont 2 affections bronchiques obstructives qui deviennent prédominantes dans la pathologie actuelle.

Il est donc fondamental pour le médecin de disposer d'un outil simple pour dépister et prévenir l'évolution de ces maladies.

Cet appareil est le **débitmètre de pointe ou peak-flow** qui ne mesure que le débit expiratoire maximal (DEP). Il ne doit pas se substituer à un examen spirométrique complet mais sera utilisé en dépistage par le médecin ou dans le suivi en auto-surveillance par le patient lui-même.

Il existe même actuellement des dispositifs permettant de mesurer CV et VEMS (piko®) utilisables très facilement aussi bien par le médecin que par le patient et dont l'usage devrait devenir aussi systématique pour la prévention des maladies bronchiques que celui de l'appareil à tension pour la prévention des maladies cardio-vasculaires.

4) Interprétation des résultats

Modifications et troubles ventilatoires :

Selon FR et VT, on définit,

La respiration eupnéique, lorsqu'elle est normale. On parle de dyspnée, lorsqu'il y a des difficultés à respirer ; elle peut être inspiratoire (dyspnée laryngée) ou expiratoire (asthme, emphysème).

On parle aussi

- de polypnée : augmentation de VT et de FR,
- de tachypnée : augmentation de la FR seulement,
- de bradypnée : diminution de la FR seulement,
- d'apnée : arrêt de la respiration (à l'inspiration ou à l'expiration).

3 types d'anomalies, ventilatoires peuvent être observés :

Syndrome ventilatoire obstructif global

Le coefficient de TIFFENEAU (VEMS/CV) est diminué d'au moins 10 % par rapport aux valeurs prédites (75%). La CV reste normale et VEMS < 80 % des valeurs prédites.

Syndrome ventilatoire obstructif périphérique

DEM < 80 % des valeurs prédites (témoin précoce de l'obstruction bronchique débutante)

Syndrome ventilatoire restrictif

CPT < 80 % des valeurs théoriques

Le coefficient de TIFFENEAU est normal. La CV et le VEMS sont diminués par rapport aux valeurs prédites.

- Cas d'exclusion fonctionnelle : une partie du parenchyme pulmonaire participe mal ou pas aux échanges (emphysème, atélectasie).
- Cas de limitation de l'expansion pulmonaire (déformation osseuse, fracture thoracique) ou trouble neuromusculaire (poliomyélite, myasthénie, gêne diaphragmatique, pleurésie).

Syndrome mixte : Il associe à des degrés divers un syndrome obstructif et restrictif.

la CV et la CPT diminuent et le VEMS plus encore, d'où un TIFFENEAU < 70%.

Syndrome de distension : Il associe une augmentation de la CPT, de la CRF et du VR. Il accompagne généralement un syndrome obstructif.

Les variables mesurées doivent être exprimées en valeur absolue et en % des valeurs théoriques, en fonction du sexe, de l'âge et de la taille (tout patient doit être mesuré avant son examen).

5)- Mesures à effectuer pendant le TP.

Chaque étudiant disposera d'un filtre et d'un embout buccal caoutchouc qu'il devra impérativement conserver durant toute la séance, il faut adapter le filtre et embout buccal sur chaque pneumotachographe. L'embout buccal en carton s'adapte au Peak Flow. A la fin du TP chaque étudiant jette son filtre et ses embouts buccaux. Le pince nez est lavé désinfecté et réutilisé.

Vous utiliserez différents appareils :

- un système d'acquisition de données BIOPAC
- un Ergocard de SCHILLER et son logiciel Exp'air
- un appareil portable : SpiroPro (Jaeger)
- un PEAK-FLOW (ou Débit de pointe)

L'appareil BIOPAC qui sera décrit en début de TP vous permettra de mesurer le VT, le VRI, le VRE la CV et le VEMS, et vous en déduirez les autres mesures.

L'appareil Ergocard de SCHILLER et l'appareil Jaeger SpiroPro qui seront décrits en TP vous permettront de mesurer les volumes (VT, VRI, VRE, CV) et les débits (VEMS, DEM25-75, DEM75, DEM50, DEM25, DEP)

ANNEXE

Mesure du volume résiduel

En fin d'expiration normale, les poumons du sujet contiennent un volume de gaz qui sera appelé soit capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) si ce volume de gaz est ventilable (communiquant avec le système bronchique) soit volume gazeux thoracique (VGT) que ce volume de gaz soit ventilable ou non (par exemple bulle d'emphysème non communicante).

a) mesure de la CRF

Cette mesure se réalise par méthode indirecte de dilution d'un gaz.

La méthode la plus utilisée est la dilution dans la CRF d'un gaz étranger (hélium) en circuit fermé. L'hélium ne participe pas aux échanges gazeux alvéolo-capillaires et se prête donc bien à la dilution sans pertes substantielles dans le volume ventilable.

Une autre méthode consiste au lavage en circuit ouvert de l'azote contenu dans la CRF en faisant inhaler au sujet de l'oxygène pur.

Ces deux méthodes sont assez longues car nécessitent le temps d'équilibre pour la dilution ou le lavage (2 à 5 min en moyenne).

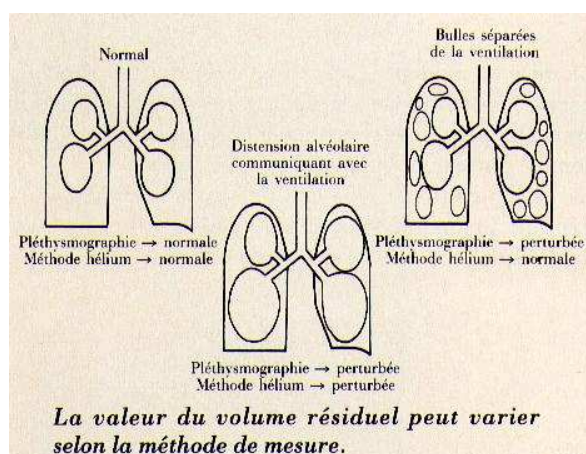
b) mesure du VGT

La mesure du VGT s'effectue par l'intermédiaire d'un **pléthysmographe corporel**. Cet appareil consiste en une cabine étanche dans laquelle est placé le sujet. A un instant donné, en fin d'expiration normale, on isole le VGT en fermant un clapet situé à la bouche du sujet. On soumet pendant quelques secondes le VGT à de petites oscillations de volume en demandant au sujet d'accomplir des tentatives d'inspiration-expiration contre le clapet fermé ($\Delta V/\Delta P$). Selon la loi de Boyle-Mariotte, $\Delta V/V = \Delta P/P$ où $V = VGT$ et $P =$ pression barométrique.



Cette méthode permet, si la collaboration du sujet est satisfaisante, des mesures de VGT en quelques secondes.

De plus, la comparaison des mesures de CRF et de VGT permet de mettre en évidence l'air non ventilable contenu dans les poumons du sujet.



Le matériel nécessaire pour la mesure du volume résiduel (en particulier le pléthysmographe) réserve son usage aux laboratoires d'EFR

c) résultats

La mesure de la **capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)** ou du VGT permet de déterminer le **volume résiduel (VR)** :

$$VR = CRF - VRE$$

De plus, on peut ensuite déterminer la **capacité pulmonaire totale (CPT)** du patient :

$$CPT = CV + VR$$

Mesure de la consommation d'oxygène au repos et à l'exercice.

Un étudiant réalisera un test qui correspond à l'application de l'ED Exercice et dépense énergétique.

- Matériel

L'**ergospiromètre** (Ergocard) permet de mesurer la VO_2 en circuit ouvert :

il est composé,

- d'un **pneumotachographe** de PITOT, permettant de mesurer le débit VE,
- d'un **analyseur de gaz**, permettant de mesurer FEO_2 et $FECO_2$
- d'un **ordinateur**, utilisant le logiciel EXP' AIR, relié *via* un module de contrôle à
- un **électrocardiographe**, pour mesurer FC,
- un **ergocycle autorégulé** permettant d'effectuer des exercices de puissance définie (travail uniquement des membres inférieurs) ; son réglage, programmé à l'aide du même module d'interface est maintenu constant par un frein électromagnétique dès lors que la fréquence de pédalage est # 60 tours / min.

- Mesures de FC et VO_2 .

- **Installation** du sujet : régler la hauteur de l'ergocycle pour le sujet et l'installer en position assise ; il sera entièrement équipé avec :

ECG : 1 terre (**noire**), en position dorsale et 2 électrodes (**verte** et **rouge**) en position précordiales (ces 3 électrodes suffisent pour enregistrer l'ECG). Mettre un peu de gel sur les électrodes.

Un masque + filtre jetable + pneumotachographe de Pitot.

Après quelques minutes de relaxation, VO_2 , VCO_2 , le débit respiratoire et la fréquence cardiaque sont enregistrés en continu.

- **Exercices :**

En plus des repos pré et post-exercice, le sujet devra effectuer 3 exercices d'une puissance croissante, selon le sexe.

	Repos pré-exercice	Exercice 1	Exercice 2	Exercice 3	Récupération post-exercice
	P	P	P	P	P
HOMMES	0 W	50 W	100 W	150 W	0 W
FEMMES	0 W	40 W	80 W	120 W	0 W
Durée	3 min	5 min	3 min	3 min	10 min
Chronomètre	3 min	8 min	11 min	14 min	24 min

NB: L'exercice 1 sert à échauffer le sujet ce qui justifie sa durée supérieure aux exercices 2 et 3.

DETERMINATION DE L'APTITUDE PHYSIQUE

Service d'Exploration Fonctionnelle Respiratoire

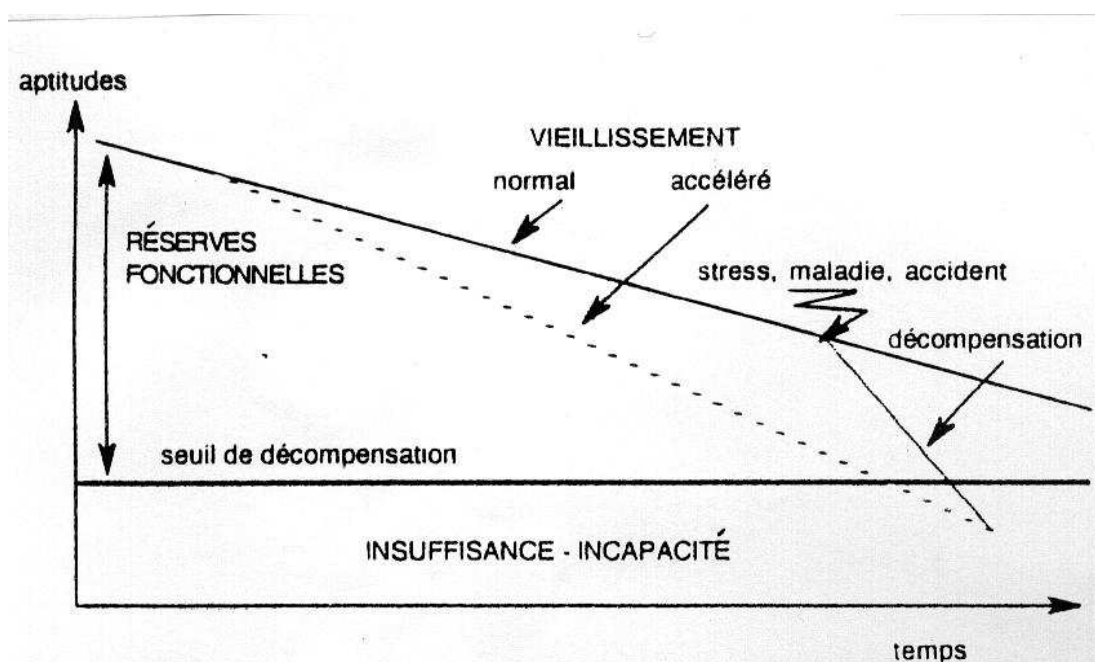
Dr M. GERMAIN

Hôpital de la Croix-Rousse

La dépense énergétique lors d'un exercice peut être assimilée à la consommation d'oxygène (VO_2) nécessaire pour permettre au muscle d'assurer la fourniture d'une quantité d'ATP suffisante. Ainsi, lors d'un exercice, VO_2 augmente par rapport à sa valeur de repos (métabolisme basal) tout au long de l'exercice pour permettre la contraction musculaire à partir des substrats énergétiques glucidiques et lipidiques.

L'aptitude physique d'un individu va pouvoir se définir comme le débit maximal d'oxygène (VO_2 max) qu'il est capable de produire grâce à l'adaptation de son système transporteur d' O_2 lors d'un exercice maximal. Cela correspond à la limite d'adaptation du système cardio-respiratoire et est le facteur limitant la performance physique aérobie.

Si la détermination de l'aptitude physique permet d'évaluer les possibilités physiques et les prévisions de performance d'un sportif, elle est également très utile pour permettre d'évaluer chez un patient sa réserve fonctionnelle c'est à dire ses possibilités de récupération après stress (intervention chirurgicale, maladie..) , sa fatigue dans les activités physiques quotidiennes (marche, ménage, toilette) ou d'évaluer le retentissement d'une pathologie sur l'efficacité du système transporteur d'oxygène (pathologie cardiaque, pulmonaire..). En effet, si la valeur de l'aptitude physique devient inférieure au seuil de décompensation, le patient devient alors dans l'incapacité de mener une vie autonome.



diminution de l'aptitude physique avec le vieillissement ou la maladie
seuil de décompensation : 15 ml/min/kg

Cependant, l'entraînement physique permet aussi bien chez le sportif que chez le patient d'augmenter l'efficacité du système transporteur d'oxygène et donc d'augmenter VO₂ max.

On peut donc apprécier l'aptitude physique d'un individu par la détermination de VO₂ max qui peut se faire soit directement (mesure des échanges gazeux) soit indirectement (mesure de la fréquence cardiaque).

DETERMINATION DIRECTE DE VO₂ max

Elle est réalisée par calorimétrie indirecte (1 l O₂ consommé = 21 KJ ou 5 Kcal) en circuit ouvert lors d'un exercice d'intensité progressivement croissante et conduit jusqu'à épuisement du sujet.

1) Matériel nécessaire :

- cycloergomètre qui permet de déterminer précisément la puissance fournie par le sujet qui pédale
- pneumotachographe pour mesurer le débit ventilatoire (VE)
- analyseurs des gaz expirés (FEO₂, FECO₂)
- surveillance cardio-vasculaire (ECG et TA) et présence médicale obligatoire avec chariot d'urgence

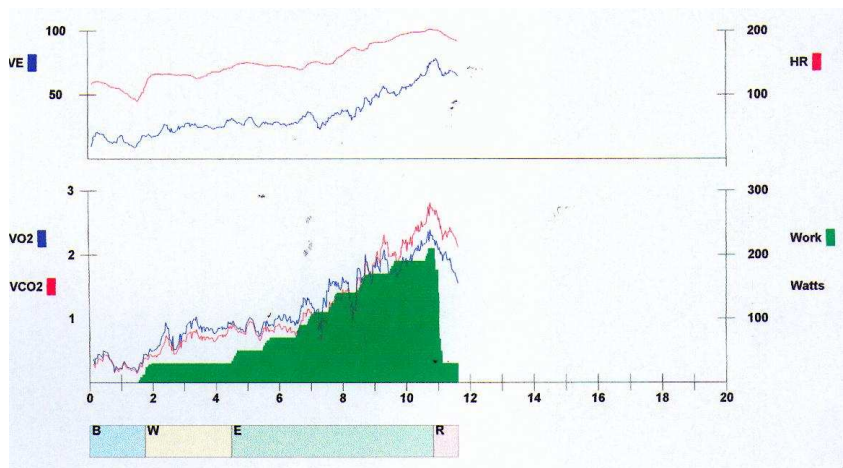
2) Déroulement du test:

- on installe le sujet à tester sur le cycloergomètre (réglage de la hauteur de la selle et fixation du brassard à tension et des électrodes du scope)

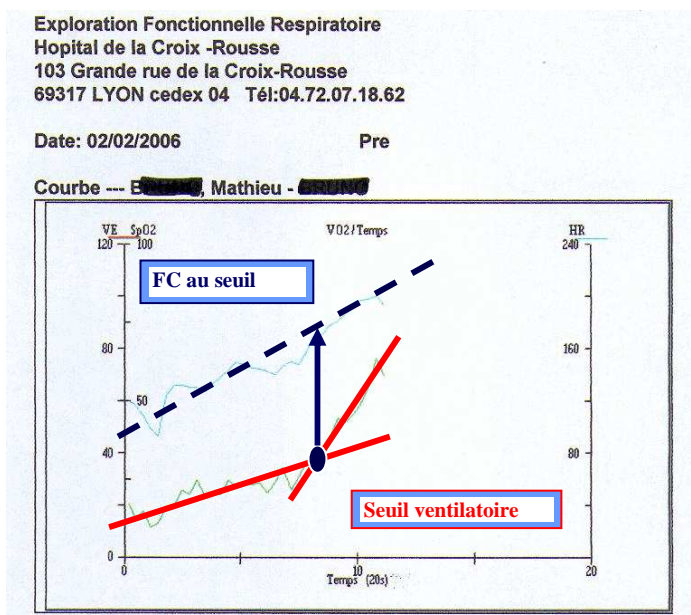


- on choisit une première puissance de pédalage qui doit amener la fréquence cardiaque (FC) au bout des 5 minutes d'échauffement à environ 50 % de sa réserve cardiaque soit 130-140 bpm pour un sujet de 20 ans

- on mesure cycle à cycle le volume expiré et on détermine dans le gaz expiré FEO2 et FECO2 permettant de calculer la consommation d'oxygène (VO2).
- puis on augmente progressivement la puissance de l'exercice par paliers de 1 min et de 20 Watts jusqu'à ce que le sujet testé soit dans l'incapacité de poursuivre son effort



- les critères d'atteinte de VO2 max sont : épuisement, fréquence cardiaque proche de FC max théorique et $QR > 1.1$.
- à l'arrêt du test, le sujet continue de pédaler pendant 6 min à faible puissance pour permettre une meilleure récupération.
- l'interprétation du test permet d'évaluer l'aptitude physique du sujet (VO2 max) par rapport à la valeur de référence pour l'âge ou par rapport aux performances antérieures du sujet et d'évaluer, sur la courbe d'évolution du débit ventilatoire lors de l'épreuve maximale, la détermination du seuil ventilatoire qui correspond pour le sujet testé à ses qualités aérobies strictes donc à son endurance

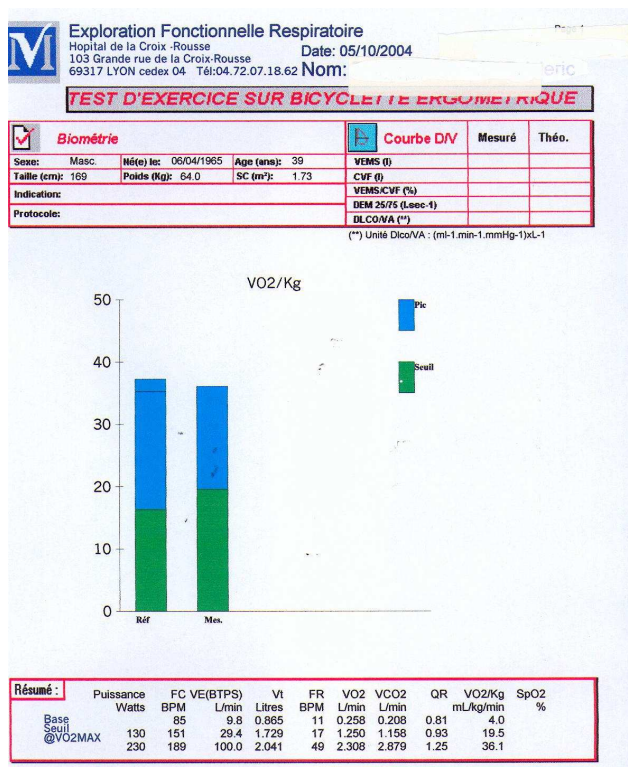


Détermination graphique du seuil ventilatoire avec fréquence cardiaque « cible » pour un entraînement visant à améliorer les qualités aérobies du sujet

Seuil « aérobie-anaérobie » lors d'une épreuve maximale : test mettant en évidence les qualités aérobies d'endurance

Valeur normale chez le sédentaire : 50-55 % VO2 max

Augmente lors de l'entraînement de type « foncier »



DETERMINATION INDIRECTE DE VO2 max

La détermination directe de VO2 max nécessitant de la part du sujet testé un exercice d'intensité maximale ce qui n'est pas sans risque (surveillance ECG) et un équipement sophistiqué et délicat, des tests indirects de détermination de l'aptitude physique ont été développés pour s'affranchir de ces 2 contraintes.

1) Principe de la détermination indirecte :

- * relation linéaire qui lie l'évolution de FC à l'exercice et l'augmentation de la puissance fournie par le sujet testé
- * valeur de FC max est égale quelle que soit l'aptitude de l'individu à 220 - âge du sujet testé

On peut donc ainsi par 3 mesures de FC à des intensités sous-maximales d'exercice tracer une droite représentant la linéarité de la relation FC/puissance puis extrapoler la droite jusqu'à la FC max théorique du sujet.

On obtient alors une puissance max (puissance extrapolée à la FC max théorique) correspondant à VO2 max selon le principe de correspondance Puissance/VO2 (cf tableau)

2) Réalisation pratique du test indirect :

a) Matériel nécessaire :

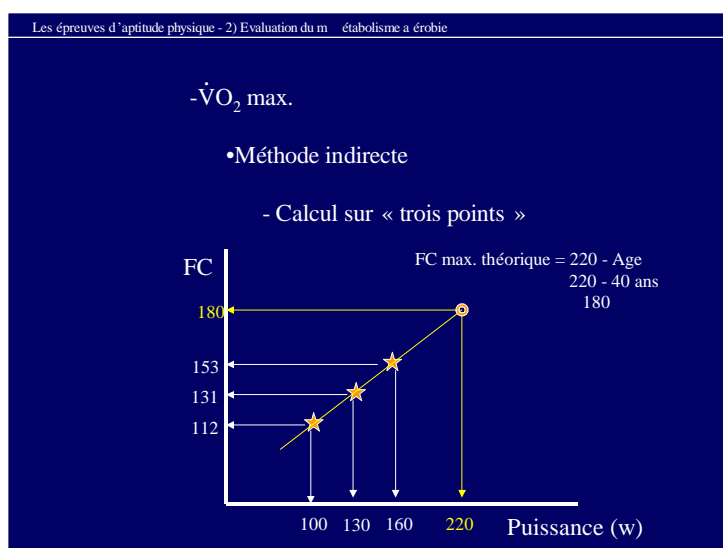
- cycloergomètre
- cardio fréquencemètre
- chronomètre

b) Déroulement du test :

- le sujet à tester est installé sur le cycloergomètre (hauteur de la selle) équipé d'un dispositif permettant de mesurer la fréquence cardiaque
- on demande au sujet de pédaler 5 min à 3 intensités différentes amenant la FC dans les limites suivantes :

FC : 110-120 puis 130-140 puis 150-160 bpm si le sujet testé a 20 ans

- on réalise sur papier millimétré la droite représentant la relation qui lie FC à la puissance d'exercice puis on extrapole à FC max théorique (200 bpm à 20 ans) puis à la puissance maximale indirecte.



- on obtient ainsi VO2 max indirect qui permet d'apprécier avec un risque d'erreur de l'ordre de 5 % l'aptitude physique du sujet testé.

3) Résultats et exploitation des tests indirects

Outre la détermination de l'aptitude physique selon le protocole décrit ci-dessus, la mesure de la fréquence cardiaque lors d'un exercice permet d'évaluer, selon l'âge du patient, l'intensité de l'effort fourni à condition que l'exercice soit d'intensité constante et maintenu pendant au moins 4 à 5 minutes (cf graphique)

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES 2 METHODES

1) Détermination directe de VO₂ max :

Avantages :

on mesure la consommation d'oxygène lors de l'exercice par la **détermination directe des échanges gazeux** (débit ventilatoire à l'effort, fractions d'oxygène et de dioxyde de carbone dans les gaz expirés) : c'est la méthode de calorimétrie indirecte, méthode très précise si la calibration des appareils de mesure est correcte

l'exercice est conduit jusqu'à épuisement du sujet et permet donc d'atteindre sa puissance maximale aérobie. Le sujet réalise un exercice de type **maximal** permettant de mesurer son aptitude physique ou sa limitation par une pathologie du système transporteur d'oxygène

Inconvénients :

nécessite **un équipement technique lourd** réservé à des structures type hôpital ou centre sportif important.

règles de sécurité très strictes en raison du caractère maximal du test : disponibilité d'un chariot d'urgence et présence de deux personnes physiques (dont un médecin) dans la pièce du test ; surveillance cardiaque (ECG 12 dérivations) pendant le test et la récupération

2) Détermination indirecte de VO₂ max :

Avantages :

exercice non maximal donc moins risqué avec mesure seulement de la **fréquence cardiaque à l'effort** permettant d'établir la relation linéaire qui lie FC et intensité de l'exercice.

le matériel technique est très réduit ce qui permet de réaliser ce test dans des structures beaucoup plus légères voire même sur le terrain.

Inconvénients :

basé sur l'**extrapolation** de la relation linéaire FC/VO₂ à la fréquence cardiaque maximale théorique (220 - âge), il est donc soumis à des incertitudes statistiques (erreur moyenne de l'ordre de 5 %)

inapplicable en pathologie si le système transporteur d'oxygène est déficient en un point quelconque (pathologie pulmonaire, cardiaque ou musculaire)

RESULTATS

Valeurs théoriques :

Valeur moyenne pour un homme de 20 ans sédentaire : 40-45 ml/min/kg

Valeur moyenne pour une femme de 20 ans sédentaire : 30-35 ml/min/kg

Valeurs chez le sportif : 50 à 80 ml/min/kg selon le sport pratiqué et le niveau de performance

Valeur moyenne pour un homme de 80 ans sédentaire : 20 ml/min/kg

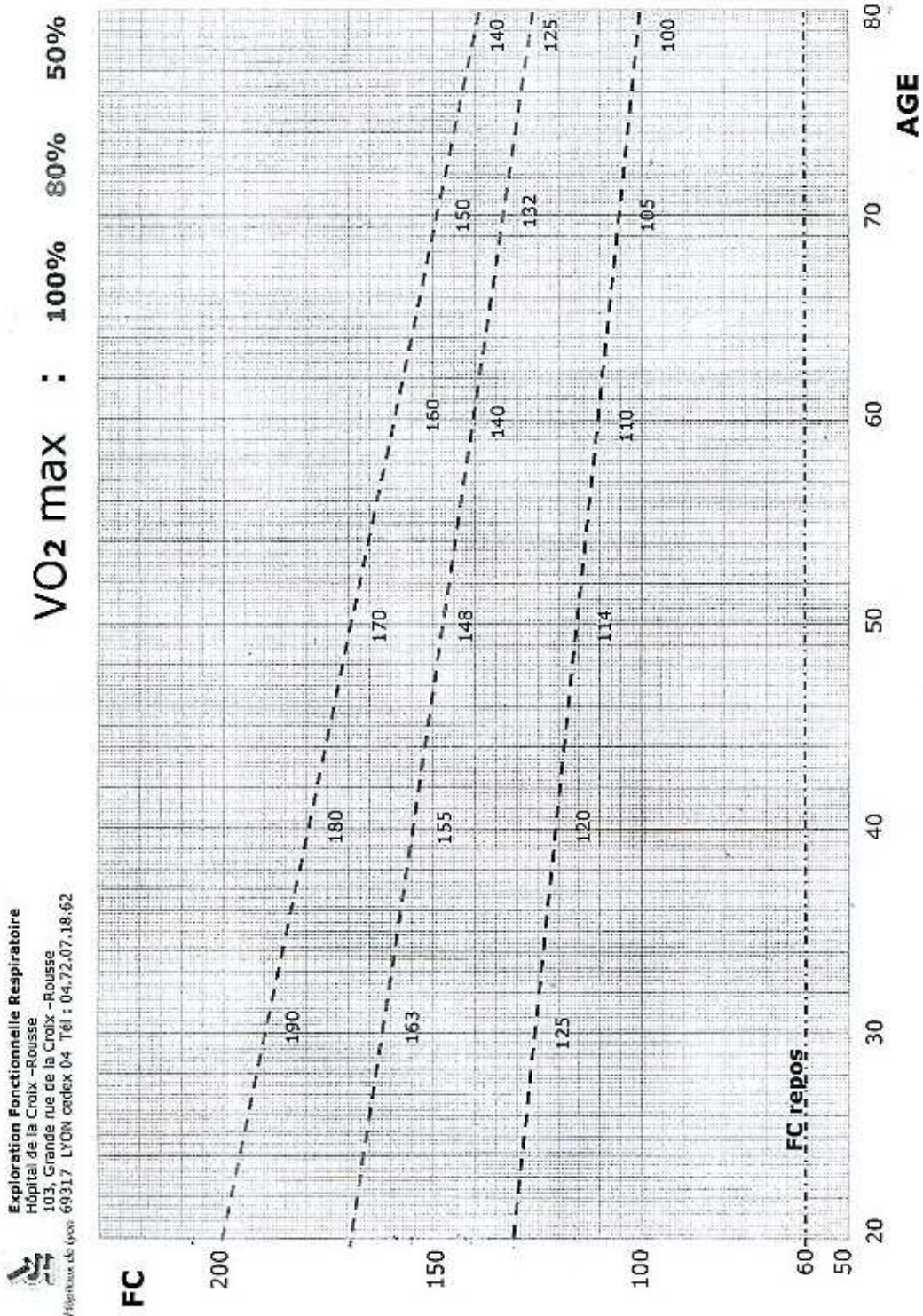
Valeur minimale de la réserve fonctionnelle : 15 ml/min/kg



Exploration Fonctionnelle Respiratoire
 Hôpital de la Croix -Rousse
 103, Grande rue de la Croix -Rousse
 69317 LYON cedex 04 Tél : 04.72.07.18.62

VALEURS THEORIQUES DE VO₂ SELON LA PUISSANCE DE L'EXERCICE

Puissance en Watts	VO ₂ L STPD.min-1	Puissance en Watts	VO ₂ L STPD.min-1
50	0.76	250	3.54
60	0.89	260	3.68
70	1.1	270	3.82
80	1.16	280	3.96
90	1.3	290	4.1
100	1.44	300	4.23
110	1.58	310	4.38
120	1.72	320	4.52
130	1.86	330	4.66
140	2	340	4.8
150	2.13	350	4.94
160	2.28	360	5.08
170	2.41	370	5.21
180	2.56	380	5.36
190	2.7	390	5.45
200	2.84	400	5.68
210	2.98		
220	3.12		
230	3.26		
240	3.4		




Exploration Fonctionnelle Respiratoire
 Hôpital de la Croix-Rouisse
 103, Grande rue de la Croix-Rouisse
 Hôpitaux de Lyon 69317 LYON cedex 04 Tél : 04.72.07.18.62