

MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY

MESURE DE LA FREQUENCE  
CARDIAQUE ET DE LA TENSION  
ARTERIELLE LORS D'UN EFFORT  
ISOCINETIQUE GLOBAL

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par François ROUYER  
étudiant de 3ème année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du diplôme d'état  
de masseur-kinésithérapeute

1994 - 1995

## SOMMAIRE

### RESUME

1. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES ET MECANIQUES.....	1
1. 1. Différentes méthodes de renforcement musculaire.....	1
1. 1. 1. Moyens résistants.....	1
1. 1. 2. Régime contractile.....	2
1. 2. Présentation de l'isocinétisme.....	3
1. 2. 1. Principes.....	3
1. 2. 2. Intérêts de l'isocinétisme.....	4
1. 2. 3. Limites de l'isocinétisme.....	5
1. 3. Adaptation cardio-vasculaire à l'effort.....	5
1. 3. 1. Débit cardiaque.....	5
1. 3. 2. La fréquence cardiaque.....	6
1. 3. 3. Retour veineux.....	6
1. 3. 4. Adaptations circulatoires périphériques.....	7
1. 3. 5. La tension artérielle.....	8
1. 4. Adaptation ventilatoire.....	8
1. 5. Isocinétisme et système cardio-vasculaire : quelques particularités.....	8
2. MATERIEL ET METHODE.....	9
2. 1. Population.....	9
2. 2. Matériel.....	10
2. 2. 1. Cardiofréquence-mètre de type "polar edge"....	10
2. 2. 2. Tensiomètre à brassard et stéthoscope.....	11
2. 2. 3. Le Kinetron II.....	11

2. 2. 3. 1. Description.....	11
2. 2. 3. 2. Indications possibles.....	13
2. 2. 3. 3. Description du travail des membres inférieurs sur le Kinetron II.....	13
2. 3. Protocole.....	14
2. 3. 1. Caractéristiques.....	14
2. 3. 2. Paramètres mesurés.....	16
3. RESULTATS.....	16
3. 1. Evolution de la Fc.....	16
3. 1. 1. Echantillon complet.....	16
3. 1. 2. Echantillon "sportif".....	17
3. 1. 3. Echantillon féminin.....	17
3. 2. Evolution de la TA.....	18
3. 2. 1. TA systolique.....	18
3. 2. 2. TA diastolique.....	18
3. 2. 3. TA différentielle.....	18
4. DISCUSSION.....	20
4. 1. Population.....	20
4. 2. Fréquence cardiaque.....	21
4. 2. 1. Fc de repos.....	21
4. 2. 2. Fc durant le test.....	22
4. 3. Tension artérielle.....	23
4. 4. Le protocole.....	25
5. CONCLUSION.....	26

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

## RESUME

Afin de mieux interpréter l'évolution des paramètres mesurés, nous débutons ce travail écrit par un rappel sur les différents types de renforcement musculaire (dont l'isocinétisme) et sur l'adaptation cardio-vasculaire à l'effort. Nous soumettons donc une population de 18 adultes jeunes à un protocole de renforcement musculaire sur le Kinetron II où de courtes périodes d'effort sont entrecoupées de périodes de repos 8 fois plus longues.

Nous mesurons les variations de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle lors du test.

Nous constatons que la fréquence cardiaque continue d'augmenter après l'arrêt des périodes d'effort, de plus la tension artérielle diastolique augmente globalement lors du test.

Le nombre réduit de sujets limite les possibilités de conclusions quant à ces résultats. Toutefois l'évolution des 2 paramètres mesurés lors du protocole amène à penser que les contraintes cardio-vasculaires induites par ce type d'effort sont importantes.

## 1. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES ET MECANIQUES

### 1. 1. Différentes méthodes de renforcement musculaire (annexe I)

Nous définissons deux grands critères : nature du moyen résistant et régime contractile. Chaque méthode appartient à un régime contractile et possède un moyen résistant.

#### 1. 1. 1. Moyens résistants

- Résistance manuelle : permet un dosage asservi à la force du patient mais ne permet pas une reproductibilité fiable et précise (fatigabilité du thérapeute).

- Résistance par charge directe : le mouvement se fait contre une charge que le sujet peut mobiliser un nombre donné de fois, spécifique à chaque méthode (RM ou 10 rm). La variation de l'angle du segment de membre présente l'inconvénient de faire varier le moment résistant.

- Résistance par charge indirecte : par l'intermédiaire d'un filin entre la charge et le segment de membre (poids-poulie). Il y a possibilité selon l'angle entre le filin et le membre, d'avoir une composante de pression ou de décompression. La valeur du moment résistant varie en fonction de l'angle entre filin et segment de membre.

- Résistance par compas d'accouplement : le moment résistant varie en fonction de l'angle du segment de membre

ainsi qu'en fonction du point d'application de la force sur ce dernier.

- Résistance isocinétique : voir 1. 2.

Remarque : pour toute ces méthodes, les charges peuvent être croissantes ou décroissantes.

### 1. 1. 2. Régime contractile

- Travail statique : il s'effectue à une angulation fixée. Nous distinguons travail statique intermittent où les contractions sont entrecoupées de périodes de repos d'une durée équivalente, et le travail statique continu où une contraction au moins égale à 50% de la force maximale doit se maintenir jusqu'au temps limite (en général 1 minute) (12). Ce type de travail est plus contrôlable que le travail dynamique et préserve d'avantage le système articulaire (14).

- Travail dynamique : les mouvements sont symétriques autour de l'articulation. Si le moment moteur est supérieur au moment résistant, le régime est dit concentrique. Si le moment moteur est inférieur à la force qui agit sur le segment de membre, le régime est dit excentrique.

## 1. 2. Présentation de l'isocinétisme

### 1. 2. 1. Principes

"La résistance isocinétique asservie réalise avec précision et efficacité ce que la résistance manuelle tente imparfaitement de faire" : Neiger (14).

Ce mode de travail possède plusieurs particularités (3, 13, 14) :

- la résistance opposée par la machine au mouvement ne dépend ni de l'angle, ni de la longueur du bras de levier. Ceci est possible grâce à un système hydraulique ou à un servofrein. Le principe physique de l'isocinétisme étant "l'action-réaction". Pratiquement, plus le sujet fournit une contraction musculaire puissante, plus la résistance augmente. Elle est donc asservie instantanément à la contraction musculaire : c'est une résistance MIROIR.

- Le mouvement s'effectue à vitesse constante durant toute son amplitude. Cette vitesse est préétablie par le thérapeute en fonction des buts et indications. Le sujet même s'il s'y efforce, ne pourra dépasser cette vitesse.

- CONDITIONS D'EFFICACITE DU SYSTEME : le mouvement doit impérativement se faire à la vitesse prérèglée. S'il est fait plus lentement, la résistance n'est plus asservie et devient quasiment nulle. La consigne est donc donnée au patient d'effectuer le mouvement le plus vite possible (importance de la stimulation verbale par le thérapeute).

- La vitesse du mouvement peut être angulaire (mouvement analytique autour d'une articulation) ou linéaire (mouvement global d'une chaîne articulaire).
- Le mouvement s'effectue sur un mode concentrique. Il est possible d'obtenir un travail statique en réglant la vitesse du mouvement à 0 (la résistance demeure proportionnelle à l'effort musculaire du sujet).

#### 1. 2. 2. Intérêts de l'isocinétisme

- La détermination de la résistance maximale ou RM devient inutile puisque la résistance est asservie (13, 14).
- s'il existe un arc douloureux entraînant une baisse de la vitesse du mouvement, la résistance diminue également lors du passage de l'arc douloureux d'où le gain de confort et de sécurité pour l'articulation (13).
- Contrairement au travail dynamique classique, le moment résistant ne varie pas : la contraction musculaire est donc maximale durant tout le mouvement (5, 13).
- Le travail d'une groupe musculaire peut être immédiatement suivi du travail du groupe musculaire antagoniste (également contre résistance asservie) lors du retour à la position initiale (5, 13).
- Les résultats sont objectivables et reproductibles en fonction de paramètres précis : résistance et vitesse (13).



- Pour une période de renforcement musculaire identique, les résultats en termes de puissance sont supérieurs aux méthodes à charges fixes (5).

### 1. 2. 3. Limites de l'isocinétisme

- Ce type de mouvement, dont la vitesse est constante, ne correspond pas à la physiologie (14).

- A vitesse lente et résistance élevée, le travail isocinétique induit une élévation de tension artérielle notoire (7).

### 1. 3. Adaptation cardio-vasculaire à l'effort :

#### 1. 3. 1. Débit cardiaque ( $Q_c = V_s \times F_c$ )

\* Il augmente de façon linéaire, proportionnellement à la puissance de l'exercice (8), et résulte d'une augmentation du volume d'éjection systolique ( $V_s$ ) ainsi que d'une augmentation de la fréquence cardiaque ( $F_c$ ) (1, 6, 8). Le débit cardiaque varie également en fonction de la masse musculaire mise en jeu (1).

\* Lors d'un effort sous maximal prolongé, l'élévation de  $Q_c$  est d'avantage le fait de l'augmentation de  $F_c$ , car le  $V_s$  a déjà atteint sa valeur maximale (6).

\* L'augmentation de  $V_s$  dépend du retours veineux, de la force de contraction et de la distensibilité du myocarde dont

le contrôle est essentiellement neurologique (système sympathique) et hormonale (1, 2, 6, 8).

\* Le Vs en position debout est inférieur au Vs en position couchée (1, 2, 6, 8).

### 1. 3. 2. La fréquence cardiaque (Fc)

Elle augmente de façon sensiblement linéaire avec l'intensité de l'effort (8).

Lors d'un effort sous maximal prolongé, la Fc se stabilise (plateau) après une phase de croissance rapide.

Si l'effort est intense, l'état stable n'apparaît pas et la Fc croît jusqu'à sa valeur maximale (théoriquement 220 - âge). A l'arrêt de l'effort, la Fc chute immédiatement pour retrouver la valeur de repos en un temps variable selon les aptitudes du sujet, l'entraînement diminue ce délais (1, 6, 10, 12).

La Fc peut varier en fonction : de l'horaire dans la journée, de la température ambiante, du stress et des émotions (1, 6, 12, 16).

### 1. 3. 3. Retour veineux

Il comprend trois mécanismes :

- POMPE MUSCULAIRE : les contractions musculaires provoquent une compression des veines dont le système de clapets chasse le sang vers le cœur droit (1, 6).

- POMPE RESPIRATOIRE : à l'inspiration, la pression thoracique baisse, la pression abdominale augmente (abaissement du diaphragme). Ceci propulse le sang vers les veines caves. L'expiration, par augmentation de la pression thoracique, chasse le sang dans le coeur droit (6).

- VEINO-CONSTRICTION : contrôlée par le système nerveux sympathique, elle réduit le volume veineux systémique et chasse donc le sang vers le coeur droit (1, 6).

Remarque : le retour veineux influe notablement les variations du volume d'éjection systolique (1, 2, 6, 8).

#### 1. 3. 4. Adaptations circulatoires périphériques

Elles visent à augmenter le débit sanguin dans les muscles actifs (jusqu'à 10 fois plus) tout en maintenant le débit cérébral constant et en augmentant le débit coronaire, ceci au détriment des débits splanchniques et des débits dans les muscles inactifs (8).

Il y a BAISSÉ DES RESISTANCES PERIPHERIQUES. La redistribution de  $Q_c$  est due à une vasodilatation des artérioles des muscles actifs combinée à une vasoconstriction des artérioles des muscles inactifs. Le contrôle est neuro-hormono-humoral (1, 6, 8).

### 1. 3. 5. La tension artérielle (TA)

L'augmentation du  $Q_c$  étant proportionnellement plus importante que la baisse des résistances périphériques, il y a augmentation de la TA moyenne lors de l'effort (1, 2, 6, 8). La TA systolique augmente linéairement avec l'effort. La TA diastolique n'augmente pas sauf si l'effort est poussé où elle croît légèrement (8, 9, 10).

### 1. 4. Adaptation ventilatoire

De 5 à 7 litres / minute au repos, la ventilation peut passer à 150 litres / minutes lors d'efforts intenses (1, 6, 8). Elle croît de façon linéaire pendant l'effort aérobique puis de façon plus importante quand l'effort devient très intense, l'hyperventilation signe alors l'élimination accrue de  $CO_2$ , contemporaine du régime anaérobique (8).

### 1. 5. Isocinétisme et système cardio-vasculaire : quelques particularités

- Les efforts isocinétiques sont INTENSES (5, 10, 13, 15, 17).

- Pour des mouvements à vitesse lente, l'effort se rapproche des conditions du travail statique responsable d'une élévation importante de  $F_c$  et TA (1, 6, 10, 15).

- Dans des cas extrêmes, des exercices à vitesse lente peuvent provoquer une manoeuvre de VALSAVA (contraction des muscles expiratoires à glotte fermée) qui aura pour conséquences une diminution du retour veineux, une élévation de TA et de la pression intracrânienne.

- Contrairement aux exercices dynamiques à charge fixe où l'effort dépend de l'angle, lors des exercices isocinétiques l'effort est maximal pendant tout le mouvement (17).

- Il est possible de constater une élévation de la TA systolique ET diastolique (9, 10, 17).

- Certains sujets ont décrit lors de tests isocinétiques des phénomènes de vertiges et d'étourdissements (15, 17).

## 2. MATERIEL ET METHODE

### 2. 1. Population

- Il s'agit d'un groupe de 18 adultes jeunes (étudiants), volontaires, ne présentant pas de pathologie cardio-vasculaire connue. La moyenne d'âge du groupe est 22,5 ans (écart type : 2,38), les extrêmes étant 18 et 28 ans.

- Cette population comprend 11 hommes et 7 femmes, la répartition étant due au hasard des candidatures.

- La pratique sportive moyenne est 2 heures / semaine avec pour extrêmes l'absence de pratique sportive d'une part et 6 heures / semaine d'autre part.

- Cette population est NON HOMOGENE tant au point de vue pratique sportive que des critères physiques (52 à 105 KG, 1,58 m à 1,90 m).

- Nous avons établi différents sous groupes mais de façon non formelle, leur différenciation ne nous servant que pour faire remarquer quelques particularités et non pour établir et démontrer des différences sur tout le protocole. Un échantillon féminin (n=7) ayant pour caractéristiques une moyenne d'âge de 21,4 ans (écart type 1,39 ; extrêmes : 19 - 23 ans) et une pratique physique de 1 heure / semaine ( de 0 à 2) ; et un échantillon masculin "sportif" (n=5) pratiquant des sports à dominante aérobie, la pratique sportive allant de 2 à 6 heures / semaine (moyenne 4,2). La moyenne d'âge est 22,8 ans (écart type 1,72 ; extrêmes 21 - 26 ans).

## 2. 2. Matériel

### 2. 2. 1. Cardiofréquence-mètre de type "polar edge"

- Composition : une ceinture thoracique munie de 2 électrodes réceptrices, et un récepteur à cristaux liquides affichant la Fc et fonctionnant dans un rayon de 1 mètre autour des électrodes.

- Positionnement : les électrodes doivent être préalablement humidifiées, la ceinture est placée le plus haut possible sous les muscles pectoraux et correctement serrée, le récepteur se porte comme une montre.

- Mise en marche : il suffit d'approcher une fois le récepteur au contact de la ceinture thoracique entre les 2 électrodes. La Fc s'affiche alors.

### 2. 2. 2. Tensiomètre à brassard et stéthoscope

Le tensiomètre sera conservé autour du bras en position non serrée pendant la durée de l'exercice pour faciliter la rapidité des mesures de TA.

### 2. 2. 3. Le kinétron II

- C'est un appareil isocinétique de la firme Cybex (Ronkonkoma, NY, USA).

- PARTICULARITE : contrairement à la majorité des machines isocinétiques qui permettent un travail analytique, le kinétron II permet un travail GLOBAL des 2 membres inférieurs, avec coordination des chaînes musculaires (4, 18). De plus, le mouvement est linéaire (déplacement vertical des pieds) contrairement aux machines analytiques où il est rotatoire.

#### 2. 2. 3. 1. Description

L'appareil est volumineux, il comprend un siège en dessous duquel se trouvent des compas articulés. A l'extrémité

des compas se trouvent les plateaux où reposent les pieds (18).

\* Le siège : il est muni d'un dossier réglable d'avant en arrière pour varier la profondeur. La hauteur du siège est réglable électriquement (62 à 90 cm). L'ensemble du siège peut être avancé ou reculé manuellement par rapport aux plateaux, ce qui permet de faire varier les amplitudes des différentes articulations (hanches, genoux, chevilles) en position assise.

\* Les compas : longs de 90 cm, ils s'articulent autour d'un même axe et sont en opposition de phase, si l'un monte, l'autre descend. Les plateaux des extrémités sont eux mêmes articulés (flexion plantaire / dorsiflexion). Une sangle en regard de l'avant-pied permet de bien solidariser pieds et plateaux.

\* Poignées : outre les accoudoirs du siège, le kinétron II possède 2 poignées réglables utilisées en position debout.

\* Cadran de pression : gradué en Kg (0 à 170), il indique la pression verticale exercée sur le plateau descendant. Il permet un bon rétrocontrôle des appuis (18).

\* Réglages : vitesse du mouvement (0 à 90 cm/s)

amplitude du mouvement (2 à 34 cm)

angle des plateaux (position de la cheville)

Remarques :

- en position "assis debout", il est possible de faire varier l'appui des pieds en combinant les réglages du siège.
- Pour toutes les positions, la combinaison des réglages permet de varier le débattement des différentes articulations.



\* Le kinétron II comporte une abaque de correspondance entre vitesse et débattement ce qui définit la périodicité de l'exercice (nombres de cycles par seconde) (18).

\* Accessoire supplémentaire : pour un meilleur maintien de l'arrière pied, nous rajoutons une sangle en regard de l'articulation tibio-tarsienne protégée par une épaisseur de mousse.

#### 2. 2. 3. 2. Indications possibles (4, 18)

- rhumatologie (PTH, PTG...),
- traumatologie (renforcement musculaire après fractures et plasties ligamentaires),
- amputés (transferts d'appui),
- neurologie (hémiplégie, syndrômes cérébelleux et parkinsonnien)
- réentraînement à l'effort (cardiologie, sport).

#### 2. 2. 3. 3. Description du travail des membres inférieurs sur le kinétron II

Il s'agit de mouvements alternatifs de triple flexion et triple extension associés à une mise en charge progressive du membre inférieur en extension comme lors de la marche (18). Si le travail est effectué debout, il est comparable à la montée d'escalier (4).

Cas d'un travail en position debout :

\* un pied en position haute ; le membre inférieur étant en flexion de hanche, de genou et dorsiflexion de cheville.

\* L'autre pied est en position basse, la hanche et le genou sont en extension, la cheville en flexion plantaire.

\* Le sujet doit appuyer sur le pied qui se trouve en position haute, en réalisant une triple extension. Simultanément il doit tracter vers le haut le plateau qui était en bas, en réalisant une triple flexion. Ceci n'est possible qu'avec un sanglage efficace du pied.

Le travail en compression et le travail en traction sont réalisés en chaîne fermée. A l'image des cale-pieds du cycliste, les sangles permettent de travailler autant en compression (plateau descendant) qu'en traction (plateau ascendant). Ceci permet un travail en coordination des chaînes musculaires non systématique lors du travail analytique (18).

Remarque : la traction n'est pas obligatoire, sans la sangle la triple flexion devient passive entraînée par l'ascension du compas homolatéral. Cette action ne peut être outrepassée par le sujet : s'il tente d'effectuer une triple extension du côté ascendant, le mouvement tend à s'arrêter (4).

## 2. 3. Protocole

### 2. 3. 1. Caractéristiques

- vitesse : 40 cm/s (intermédiaire entre travail en endurance et travail en force),

- amplitude (débattement) : 24 cm,
- position du sujet : debout,
- plateaux horizontaux (chevilles en position neutre),
- il n'y a pas de limite de pression (sujets sains) :  
chacun doit fournir le maximum,
- nombre de séries : 10 séries de 10 cycles (aller-retour  
d'un plateau),
- durée d'une série : durée théorique de 12 s.  
durée constatée de 15 s.,
- temps de repos entre 2 séries : 2 min.,
- durée totale de l'exercice : environ 20 min.,
- temps de travail effectif : 2 min. 30,
- il n'y a pas d'échauffement préalable.

Le temps de travail très court (15 s.) fait appel au métabolisme anaérobie (1, 6, 8, 11).

Le temps de repos long (8 fois le temps de travail) doit permettre à Fc de redescendre vers sa valeur de base (8, 11).

- Consignes particulières :

\* le sujet ne doit pas faire de mouvements intempestifs des membres supérieurs lors de l'exercice.

\* Il ne doit pas s'agripper aux poignées car la contraction musculaire des membres supérieurs fait à travail égal, augmenter Qc et TA (1, 2, 6, 12, 16).

\* Il peut juste POSER sa main pour se stabiliser.

\* Pour les sujets connaissant les techniques de ventilation dirigée (Gimenez) nous leur demandons de ne pas les appliquer et de respirer le plus spontanément possible.

### 2. 3. 2. Paramètres mesurés

La Fc est mesurée au repos juste avant le début de l'exercice  
juste à l'arrêt de l'effort (t0)  
30 s. après l'arrêt de l'effort (t30)  
à la fin du temps de repos (t120).

La TA est mesurée au repos juste avant le début de l'exercice  
à t0 et à t120.

Pendant la période de repos, le sujet reste debout car les variations de positions peuvent influencer Fc et TA (1, 6).

## 3. RESULTATS

Dans la mesure où nous ne comparons pas 2 séries de résultats (conditions d'exercice communes à tous) nous déterminons seulement la moyenne (M), l'écart type (e) et la médiane (Med). Ces trois opérations, pouvant paraître simplistes, ont une visée DESCRIPTIVE.

### 3. 1. Evolution de la Fc (annexes II, III, IV, V)

#### 3. 1. 1. Echantillon complet (n=18)

- La Fc augmente brutalement lors des 15 s. d'effort, passant de 83 au repos (e=14,8 ; Med=86,5) à 116 (e=14,6 ; Med=116) soit 33 points de hausse lors de la première série. La hausse moyenne à l'effort est de 26 pts (e=3,6 ; Med=26).

- De  $t_0$  à  $t_{30}$ , soit la Fc reste quasiment stable, c'est le cas des trois premières séries, soit elle continue d'augmenter APRES l'arrêt de l'effort ( $M=6,4$  pts ;  $e=2$  pts).

- Puis la Fc redescend vers une Fc légèrement plus élevée que la Fc à  $t_{120}$  de la série précédente. La Fc après repos ( $t_{120}$ ) augmente régulièrement de la première à la dixième séries (11 pts). Nous constatons donc une latence entre la fin de l'effort et le début du retour de la Fc vers la valeur de base.

### 3. 1. 2. Echantillon des "sportifs" (n=5)

Partant d'une Fc de repos plus basse ( $M=70$  ;  $e=9,6$  ;  $Med=66$ ) la Fc augmente d'avantage (35 pts) lors de la première série. Par contre de  $t_0$  à  $t_{30}$  la Fc redescend toute de suite vers la Fc de repos de la série précédente, à l'exception des 2 dernières séries où elle se comporte comme pour l'échantillon complet. La Fc à  $t_{120}$  augmente régulièrement lors de l'exercice passant de 73 ( $e=11,4$  ;  $Med=70$ ) à 83 ( $e=11,4$  ;  $Med=85$ ). La hausse moyenne de Fc à l'effort est de 29 pts ( $e=3,3$  ;  $Med=29,5$ ).

### 3. 1. 3. Echantillon féminin (n=7)

La Fc de repos est plus élevée que celle de l'échantillon complet avec une moyenne de 96 ( $e=6$  ;  $Med=97$ ).

La hausse moyenne à l'effort est de 28,7 pts ( $e=8,1$  ;  $Med=28$ ).

- De  $t_0$  à  $t_{30}$ , la Fc varie peu pour les 3 premières séries.
- Dès la série 4, elle augmente après l'arrêt de l'effort ( $M=9$  pts ;  $e=2$ ) reproduisant ainsi le phénomène de latence évoqué précédemment.
- De  $t_{30}$  à  $t_{120}$ , la Fc redescend aussi vers la valeur de base.
- La Fc à  $t_{120}$  augmente régulièrement durant tout le test passant de 107 pts ( $e=10,8$  ;  $Med=100$ ) à 121 ( $e=15,5$  ;  $Med=115$ ).

### 3. 2. Evolution de la TA (annexes VI, VII, VIII)

#### 3. 2. 1. TA systolique

Elle augmente lors des 6 premières séries (de 12,8 au repos à 15,8 à la série 6) puis elle diminue légèrement jusqu'à la fin du test ( $M=15$  ;  $e=2,3$  ;  $Med=15$ ).

#### 3. 2. 2. TA diastolique

Elle croît légèrement au cours du test passant de 9 au repos ( $e=1,1$  ;  $Med=9$ ) à 10 en fin de test ( $e=1,4$  ;  $Med=10$ ).

#### 3. 2. 3. TA différentielle

Elle s'élargit de façon peu marquée pour les mesures à  $t_{120}$ , passant en effet de 3,8 pts juste avant l'exercice à 5

pts (serie 10). La moyenne de la TA différentielle est de 5,1 pts ( $e=0,3$ ).

La TA différentielle d'effort s'élargit d'avantage (de 3,8 pts au repos à 6,7 pts pour la série 10). Elle passe par un maximum de 7,2 pts lors de la série 6. La moyenne de la Ta différentielle à l'effort est de 6,8 ( $e=0,3$ ).

Remarque : la TA différentielle d'effort est plus élevée pour l'échantillon "sportif" ( $M=8,4$  ;  $e=0,4$ ) que pour l'échantillon féminin ( $M=5,9$  ;  $e=0,2$ ).

La TA différentielle s'élargit donc lors des phases d'effort et tend à se resserrer lors des récupérations.

Alors que la TA diastolique baisse d'une valeur environ constante lors de chaque période d'effort ( $M=1,3$  ;  $e=0,1$ ), les variations de la TA systolique lors de la progression dans les séries sont inconstantes : plus nous avançons dans les séries, plus la différence entre TA systolique à  $t_{120}$  et TA systolique à  $t_0$  s'amenuise. Ceci s'objective par la différence des valeurs entre TA systolique à  $t_{120}$  et à  $t_0$  :

- lors de la série 1, cette différence est de 1,9 pt, la pente de la courbe est donc  $1,9/15$  soit 0,12.
- Lors de la série 10, cette différence est de 0,4 pt, la pente de la courbe est de  $0,4/15=0,026$  soit 4,6 fois moindre.

## 4. DISCUSSION

### 4. 1. Population

- Nous sommes d'emblée confrontés au problème du nombre insuffisant de sujets (n=18) ce qui ne permet pas de tirer de conclusions statistiquement "fiables". Le nombre réduit de sujets nous a donc influencé dans la décision de rester descriptifs vis à vis des valeurs mesurées.

La mixité et les importantes différences de critères physiques rendent cette population totalement hétérogène limitant ainsi la portée des résultats. Ceci est bien illustré par les valeurs importantes des écarts types.

- Toutefois, l'hétérogénéité de cette population se rapproche d'avantage de la réalité. En effet, les patients du centre de rééducation ne sont pas sélectionnés selon des critères morphologiques lorsque s'impose un renforcement musculaire sur le Kinetron II ; la seule restriction à ce type de protocole étant la présence d'une pathologie cardiaque. Le calcul de la médiane nous renseigne sur la représentativité de la moyenne ; plus la médiane est proche de la moyenne plus celle-ci est représentative, la valeur importante des écarts types devenant d'avantage le fait de quelques valeurs isolées. Concernant l'ensemble de la population dont les FC moyennes s'échelonnent entre 83 et 135, l'écart moyen entre médiane et moyenne est de 2,1.



#### 4. 2. fréquence cardiaque

##### 4. 2. 1. Fréquence cardiaque de repos

La FC de repos semble plus élevée que les valeurs habituelles en ce qui concerne sa valeur moyenne pour les 18 sujets ( $M=83$ ,  $e=14,7$ ) et sa valeur pour l'échantillon féminin ( $M=96$ ,  $e=6$ ). La FC moyenne de l'échantillon "sportif" semble plus conforme à la réalité ( $M=70$ ,  $e=9,7$ ).

Les mesures n'ont pas toutes été réalisées au même instant dans la journée ce qui peut induire des variations (1, 6, 12, 16). Nous pouvons émettre quelques hypothèses sur "l'inflation" de cette Fc de repos.

- Le fonctionnement de la machine et l'exercice demandé constituant une inconnue pour la plupart des sujets (il n'y a pas d'échauffement préalable), les consignes "faire le mouvement le plus fort et le plus vite possible", ainsi que la perspective d'un effort intense place le sujet en situation de stress, dont les effets sur la Fc sont également connus (1, 6, 9, 12, 16).

- SMITH (16) évoque l'existence d'une phase d'anticipation, juste avant le début réel de l'exercice, au cours de laquelle les augmentations de Fc, Qc, et TA ont été montrées. Cette anticipation semble d'autant plus présente que le degré d'émotion est important.

- Pour l'échantillon "sportif" nous pouvons envisager 2 hypothèses quant à la valeur de la Fc moyenne de repos :

\* l'entraînement régulier provoque une bradycardie de repos (1, 6, 8, 12),

\* le hasard des candidatures a fait que les 5 "sportifs" nous connaissaient et connaissaient le Kinetron. Le stress est donc certainement moindre.

#### 4. 2. 2. Fréquence cardiaque durant le test

Pendant les 15 s. d'effort la Fc croît conformément à la théorie (1, 6, 8, 12). Par contre elle continue d'augmenter après l'arrêt de l'effort comme l'indiquent les mesures à t30. La durée de cette poursuite d'augmentation de la Fc est à relativiser. En effet nous n'avons pas ensuite fait de mesures de Fc entre t30 et t120 de sorte que nous ne connaissons pas l'instant à partir duquel la Fc décroît.

Le début de tout exercice est accompagné de variations très rapides de Qc et TA (1, 6, 16). Par la succession de contractions agonistes/antagonistes, le travail isocinétique augmente considérablement le retour veineux qui est lui même un élément des variations du Qc (1, 2, 6). Dans la mesure où Qc, Fc et VS sont étroitement liés, SMITH (16) admet que lors d'efforts intenses le Qc peut atteindre jusqu'à 3 fois sa valeur normale, cette élévation étant imputable à l'augmentation de Fc si le VS n'augmente pas. Le coeur autorégule ses différents paramètres pour "pomper" l'excès dû à l'augmentation du retour veineux (16). Cette hypothèse ne nous permet toutefois pas d'expliquer la poursuite de

l'augmentation de Fc après l'arrêt de l'effort, dans la mesure où elle ne fait pas état d'un temps de latence comme c'est le cas ici. D'autre part nous ne savons pas comment varie le VS. En effet le VS augmente jusqu'à une intensité de travail voisine de la moitié de l'intensité maximale, et il tend à diminuer au delà du fait de la tachycardie qui diminue le remplissage diastolique (8). Hors nous ne connaissons pas les possibilités physiques de chacun, nous ne savons donc pas à un instant donné du test, où se situe le sujet par rapport à ses possibilités maximales.

La poursuite de l'augmentation de Fc après l'arrêt de l'effort à déjà été étudiée et elle est considérée comme le moyen nécessaire pour compenser une "dette sanguine" localisée aux muscles actifs qui se produit lors d'efforts intenses mettant en jeu de grandes masses musculaires (1). Malheureusement cette théorie n'est démontrée que pour des efforts statiques, et la vitesse à laquelle est effectué le test isocinétique (40 cm/s) ne nous permet donc pas de lui appliquer cette théorie car elle est trop éloignée des vitesses basses qui sont théoriquement proches du travail statique dans leurs actions sur le système cardio-vasculaire (7).

#### 4. 3. Tension artérielle

L'augmentation de la TA systolique constatée ici est conforme à la théorie (1, 6, 8, 12, 16), de même que

l'élargissement de la TA différentielle lors des périodes d'effort.

L'augmentation de la TA diastolique même si elle est légère, est plus singulière car lors d'efforts dynamiques à charge fixe, elle n'apparaît que lors d'intensités de travail élevées chez des sujets jeunes (8). Cette observation est donc en accord avec les travaux de HAENNEL (9), KOUASSI (10) et SOLOMON (17), portant sur un travail isocinétique analytique.

Malgré des médianes proches des moyennes, ainsi que des écarts types plus faibles que pour les mesures de Fc, les valeurs moyennes de TA sont à relativiser, non pas à cause de variations individuelles marquées mais à cause de la méthode de mesure.

- La mesure est imprécise (9), elle tend à surestimer les valeurs de la TA diastolique.

- Le travail des membres inférieurs et la consigne de ne pas effectuer de travail des membres supérieurs créent respectivement une baisse des résistances vasculaires aux membres inférieurs et une hausse des résistances vasculaires aux membres supérieurs qui tend donc aussi à surestimer les valeurs de la TA en augmentant la réflexion de l'onde pulsatile (1, 16).

- Inversement il serait difficile d'obtenir une mesure précise si nous laissons le sujet travailler avec ses bras car à puissance égale, un travail des membres supérieurs provoque une TA plus élevée (1, 2, 6, 16).

- Le nombre de mesures est insuffisant pour cerner précisément le comportement de la TA. En effet la première mesure juste à l'arrêt de l'effort intervient au mieux 8 à 10 s après (gonflage du brassard...).

#### 4. 4. Le protocole

Il ne donne en fait les variations de Fc et TA que pour une vitesse particulière. Même si les vitesses basses s'apparentent au travail statique (7), rien ne nous indique que lors de ce type de protocole, Fc et TA se comportent conformément à la théorie. Pour les vitesses élevées, un parallèle entre travail à charge fixe et travail isocinétique semble également impossible à faire.

Nous avons décidé en première intention de faire des mesures à d'autres vitesses, l'une à vitesse basse (20 cm/s, augmentation des pressions, travail en force), l'autre à vitesse élevée (60 cm/s, travail en endurance). Des contraintes de temps ne nous ont pas permis d'effectuer ces mesures.

La consigne "appuyer le plus fort possible sur les plateaux" implique des différences de pression importantes selon le poids du sujet et sa force musculaire ; la réaction du plateau en est d'autant plus variable, ce qui provoque des variations du retour veineux. Nous constatons donc que pour un même protocole, les conditions cardio-vasculaires varient

en fonction de plusieurs critères étroitement liés (force musculaire, poids, pression...).

## 5. CONCLUSION

L'échantillon, certes trop minime (n=18) pour tirer des conclusions applicables à tous, nous permet toutefois de nous faire une idée sur les contraintes cardio-vasculaires entraînées par le travail global isocinétique ; la poursuite de l'augmentation de la Fc après l'arrêt de l'effort et l'augmentation de la Ta diastolique durant le protocole sont les éléments les plus révélateurs. Compte tenu des contraintes cardio-vasculaires importantes, ce type d'exercice dans le cadre d'un renforcement musculaire, exclut les sujets porteurs de pathologies cardiaques et nécessite pour les autres une surveillance attentive de la Fc et de la TA.

Le travail que nous avons réalisé se veut avant tout descriptif car il n'existe que peu d'éléments de comparaison dans ce domaine.

En ce qui concerne la population, il serait intéressant de réaliser ces mesures sur une population homogène (âge, sexe, pratique sportive...). De plus il faudrait connaître les capacités physiques de chacun (VO<sub>2</sub> max., puissance maximale en watts) afin de faire travailler chacun au même pourcentage de ses capacités (celui-ci devant être inférieur à 50% pour ne pas modifier le VS).

Pour les paramètres cardio-vasculaires, il serait intéressant de quantifier le retour veineux (qui influence le débit cardiaque) en fonction de la pression renvoyée par les plateaux, cette pression dépendant directement de la force musculaire et du poids du sujet. A cet égard il serait utile d'établir une abaque où seraient indiquées les pressions à atteindre en fonction du poids du sujet et de la vitesse pré-règlée.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ASTRAND P. O., RODAHL K. - Précis de physiologie de l'exercice musculaire. - 2<sup>ème</sup> éd. - Paris : Masson, 1980. - 507 p.
2. DENOLIN H. - Adaptation du coeur normal et du coeur ischémique à l'exercice musculaire. - Annales de cardiologie et d'angiologie, 1986, 35, 6, p. 323 - 327.
3. DUFOUR M., LEROY A., PENINOU G., PIERRON G., GENOT C., NEIGER H. - Renforcement musculaire. - Bilans, techniques passives et actives de l'appareil locomoteur. - Paris : Flammarion médecine-sciences, 1983. - p. 145 - 148. - Kinésithérapie ; 1.
4. FORSMAN N., PAINE R., PRESTON C. - Biomechanical, analysis of the kinetron II. - Isokinetics and exercise science, 1993, 3, 1, p. 50 - 56.
5. FOSSIER E., DANIEL F. - Renforcement musculaire isocinétique. - HEULEU J. N., SITTON L. - Muscles et rééducation. - Paris : Masson, 1988. - p. 180 - 188.
6. FOX E., MATHEWS D. - Base physiologique de l'activité physique. - Montreal : Vigot, 1984. - 404 p.



7. GOBELET C., MEIER J. L., GREMION G. - Dangers et limites de l'entraînement isocinétique. - SIMON L. - Mesures et entraînements isocinétiques. - Paris : Masson, 1987. - p 258 - 259. - Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation.
8. GOEPFERT P. C., CHIGNON J. C. - Physiologie de l'effort et de l'entraînement. - HAMONET C. - Rééducation et réadaptation cardio-vasculaire. - Paris : Masson, 1984. - p. 1 - 17. - Collection de rééducation fonctionnelle en réadaptation.
9. HAENNEL R. G., SNYDMILLER G. D., THEO K. K., GREENWOOD P. V., QUINNEY H. A., KAPPAGODA C. T. - Changes in blood pressure and cardiac output during maximal isokinetic exercises. - Arch. phys. med. rehabil., 1992, 73, p. 150 - 155.
10. KOUASSI K. - Conséquences métaboliques des efforts isocinétiques. - Thèse doctorat en science de la vie et de la santé : Paris V : 1992. - 150 p.
11. LECLERCQ J. - Endurance et résistance, bases physiologiques. - MOST P. - Cardiologie sportive. - Paris : Masson, 1978. - p. 19 - 24. - Collection de monographie de médecine du sport.

12. MONOD H., FLANDROIS R. - Physiologie du sport. - Paris : Masson, 1990. - 225 p.
13. NEIGER H. - Renforcement neuromusculaire isocinétique asservi. - Kinésithérapie scientifique, 1989, 275, p. 51 - 54.
14. NEIGER H., DESLANDES R., GOSSELIN P. - Renforcement neuromusculaire. - Editions techniques. - Encyclopédie médico-chirurgicale. - Kinésithérapie, rééducation fonctionnelle, 26, 055, A, 10, 1993, 20 p.
15. PEEL C., ALLAND M. J. - Cardiovascular reponse to isokinetic trunk exercise. - Physical therapy, 1990, 70, 8, p. 503 - 510.
16. SMITH E., GUYTON A. C., DAVIS MANNING R., WHITE R. J. - Mecanismes intégrés de la réponse et du contrôle cardiovasculaires lors de l'exercice chez l'homme normal. - Acquisitions nouvelles en pathologie cardiovasculaire, 1976, 18, 6, p. 790 - 810.
17. SOLOMON K. - Blood pressure and heart rate reponse to a standard lower limb isokinetic test. - Australian journal of physiotherapy, 1992, 38, p. 95 - 102.

18. VOISIN P., ADELE M. F., HERLANT M. - Le kinetron II :  
"déambuleur" isocinétique. Description et intérêt en  
rééducation fonctionnelle. - Kinésithérapie scientifique,  
1988, 264, p. 11 - 15.

## **ANNEXES**

# ANNEXE I

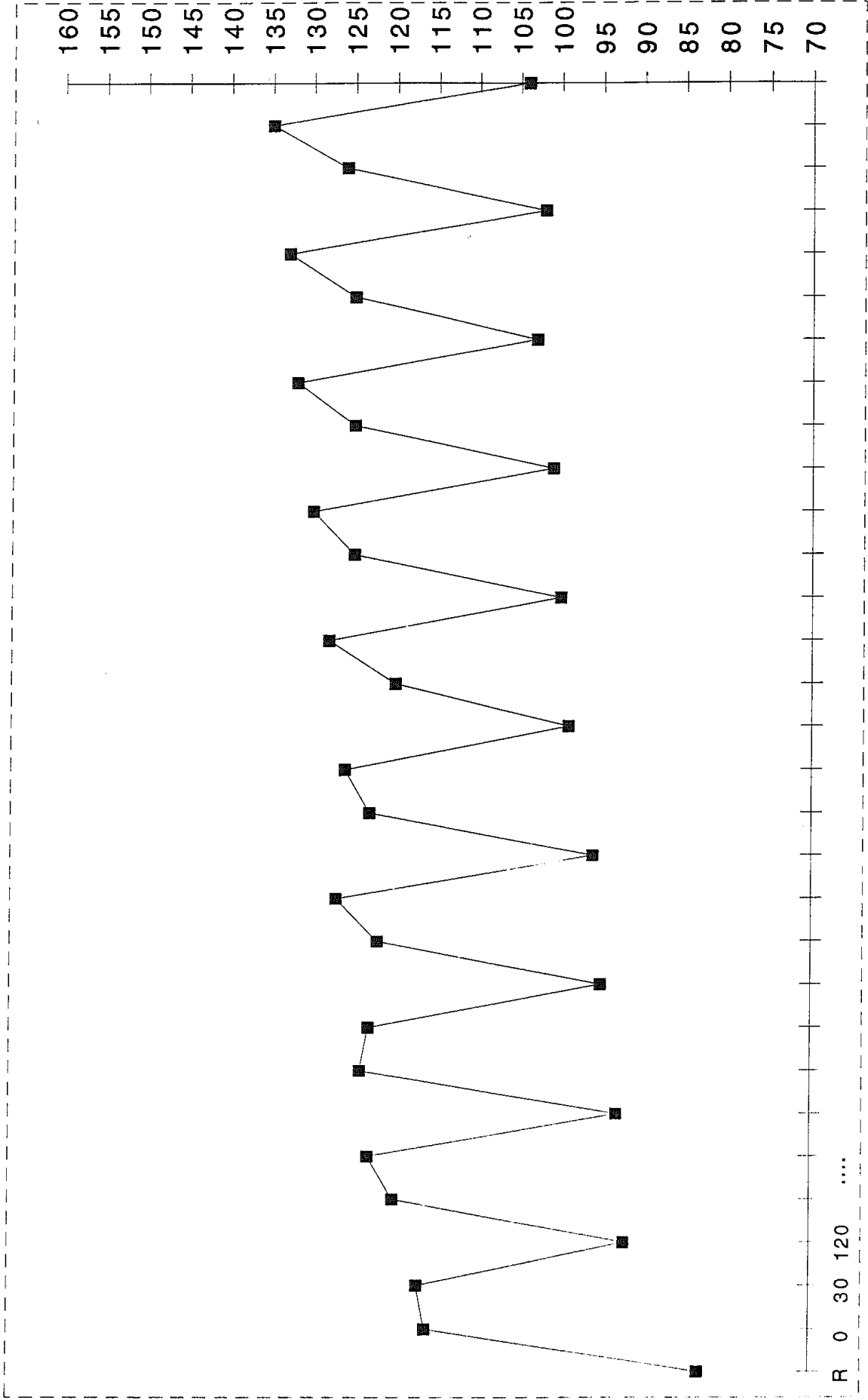
Tableau 3-104

DYNAMIQUE		STATIQUE	
CHARGES CROISSANTES		CHARGES DÉCROISSANTES	
CHARGES DIRECTES	<p style="text-align: center;">DELORME ET WATKINS</p> <p>Test : 10 R.M. (dynamique)</p> <p>Echauffement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 1/2 10 R.M.</li> <li>- 10 × 3/4 10 R.M.</li> </ul> <p>Renforcement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 10 R.M.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">MAC GOVERN ET LUSCOMBE</p> <p>Test : 10 R.M. (dynamique)</p> <p>Exercices</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 10 R.M.</li> <li>- 10 × 3/4 R.M.</li> <li>- 10 × 1/2 R.M.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">HETTINGER ET MULLER</p> <p>Test : R.M. (isométrique)</p> <p>Exercices</p> <p>3 × 6 secondes × 50 % R.M.</p>
	<p style="text-align: center;">R.D.P. (DOTTE)</p> <p>Test : R.M. (dynamique)</p> <p>Echauffement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 2/5 R.M.</li> <li>- 10 × 3/5 R.M.</li> </ul> <p>Renforcement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 4/5 R.M.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">OXFORD TECHNIC (ZINOVIEFF)</p> <p>Test : 10 R.M. (dynamique)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 100 % 10 R.M.</li> <li>- 10 × 90 % 10 R.M.</li> <li>- 10 × 80 % 10 R.M.</li> <li>.....</li> <li>- 10 × 20 % 10 R.M.</li> <li>- 10 × 10 % 10 R.M.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">TRAVAIL STATIQUE INTERMITTENT (FROISIER)</p> <p>Test : FMT (isométrique)</p> <p>Exercices</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5 minutes de travail</li> <li>5 minutes de repos</li> <li>6 secondes de contraction</li> <li>50 % de la F.M.T.</li> <li>50 répétitions</li> </ul>
CHARGES INDIRECTES	<p style="text-align: center;">ROCHER</p> <p>Test : R.M. (isométrique)</p> <p>Echauffement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 × 1/2 R.M.</li> </ul> <p>Renforcement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 × 3/4 R.M.</li> </ul>		
	TRAVAIL ISOCINÉTIQUE		
PROPRIOCEPTIVE NEURO-FACILITATION			

ANNEXE II

NOMS	AGES	REPOS	SERIE 1			SERIE 2			SERIE 3			SERIE 4			SERIE 5			SERIE 6			SERIE 7			SERIE 8			SERIE 9			SERIE 10		
			0	30	120	0	30	120	0	30	120	0	30	120	0	30	120	0	30	120	0	30	120	0	30	120	0	30	120			
T. C.	23	80	101	126	98	118	132	91	121	140	94	122	138	97	124	141	95	125	140	97	127	138	96	127	141	98	131	147	109	127	145	106
VL.V.	22	80	117	103	85	105	115	84	105	118	93	95	117	91	102	118	92	104	120	95	116	126	90	100	133	96	110	123	95	106	128	102
W.H.	28	96	115	126	97	127	142	125	143	148	121	142	152	116	142	150	129	152	161	126	152	161	129	152	167	127	153	166	131	155	166	125
A.X.	24	66	135	126	95	119	114	95	126	118	100	138	124	91	133	123	85	132	129	104	125	135	102	139	135	104	141	127	101	139	141	90
D.N.	18	88	123	142	88	123	127	83	141	128	84	137	142	86	131	132	92	121	130	88	126	133	87	129	137	104	127	139	103	129	138	100
K.M.	26	58	86	105	57	85	117	70	92	120	75	102	120	76	103	120	85	102	120	85	106	128	89	101	123	86	102	121	85	104	122	96
S.FR.	21	62	100	95	60	107	102	71	105	94	72	93	106	74	111	103	76	109	108	73	108	105	72	99	117	76	112	116	74	105	121	75
G.J.C.	22	88	110	108	87	110	114	90	109	105	89	110	111	86	105	105	94	109	111	97	112	118	98	114	119	95	109	117	93	125	123	97
S.C.	26	72	101	104	85	115	114	81	112	107	81	115	110	82	113	112	82	109	114	92	108	111	89	110	116	80	102	117	84	106	120	91
T.L.	22	62	114	101	70	96	98	76	110	100	74	108	101	84	108	104	81	100	115	80	102	101	86	106	106	85	107	111	87	105	109	85
Y.V.	23	66	101	70	61	101	89	60	99	68	63	106	76	62	104	78	65	92	70	64	107	80	61	106	77	63	99	79	64	103	80	65
B.L.	22	90	104	129	100	115	127	94	94	126	95	104	135	102	104	138	106	106	135	101	133	138	118	121	143	111	108	141	112	118	138	120
C.C.	22	100	135	144	144	138	150	129	159	156	123	133	160	130	133	162	137	148	164	138	145	167	140	156	167	142	155	165	130	153	169	140
S.C.A.	21	85	127	116	102	150	121	93	140	132	97	139	127	96	135	125	97	110	111	97	122	125	98	123	127	106	120	130	101	122	130	103
T.H.	23	104	142	140	123	138	150	126	150	146	137	138	150	133	152	162	142	152	163	131	158	165	147	156	159	147	154	167	141	155	175	147
L.A.	20	100	121	130	100	133	136	102	134	144	100	141	149	105	131	145	103	123	146	115	134	140	103	126	146	114	138	147	112	134	148	115
S.F.	23	97	129	117	97	134	125	103	146	132	107	143	132	103	143	133	110	143	138	109	146	133	108	149	139	112	148	134	107	146	140	105
M.H.	19	98	126	119	100	148	128	104	152	135	114	131	140	108	138	126	115	125	129	114	122	134	105	135	131	102	137	143	113	131	141	115
MOYENNE	22,5	83	116	117	92	120	123	93	124	123	95	122	127	96	123	126	99	120	128	100	125	130	101	125	132	103	125	133	102	126	135	104
E.TYPE	2,4	14,8	14,7	18	21	17	16	19	21	22	19	20	21	18	16	21	20	18	22	19	16	22	21	19	21	21	19	22	19	18	22	20
MEDIANE	22	86	116	118	96	118	123	93	130	130	94	126	129	93	127	125	94	115	129	97	125	133	98	124	134	103	123	132	102	126	138	102

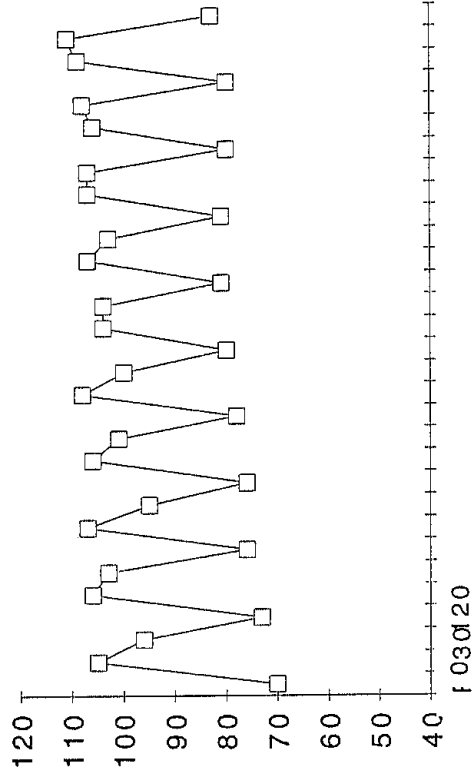
ANNEXE III



COURBE D'EVOLUTION DE LA FREQUENCE CARDIAQUE AU COURS DU TEST

ANNEXE IV

repos	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	
70	105	96	73	106	103	76	107	106	76	106	101	78	108	100	80	104	104	80	104	104	80	104	104	80	104
9,7	5,7	13,4	11,5	6,6	9,6	10	4,6	14,1	8,7	7,3	12,8	8,8	3,4	11,6	9,3	6,8	16,9	9,3	6,8	16,9	9,3	6,8	16,9	9,3	6,8
66	101	101	70	107	102	76	109	100	74	108	106	82	108	104	81	109	111	81	109	111	81	109	111	81	109

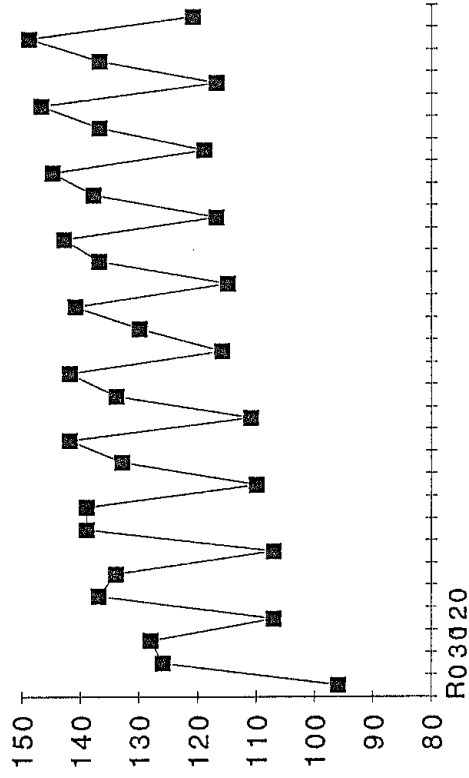


EVOLUTION DE LA FREQUENCE CARDIAQUE POUR L'ECHANTILLON SPORTIF (n=5)



ANNEXE V

	repos	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120	t0	t30	t120
moyenne	96	126	128	107	137	134	107	139	139	110	133	142	111	134	142	116
E. type	6	11	10,3	10,7	10,6	11	13,4	19,9	9,6	14,2	12,3	10,7	13,4	13,7	14,3	15,9
médiane	97	127	129	100	138	128	103	146	135	107	138	140	105	135	138	110

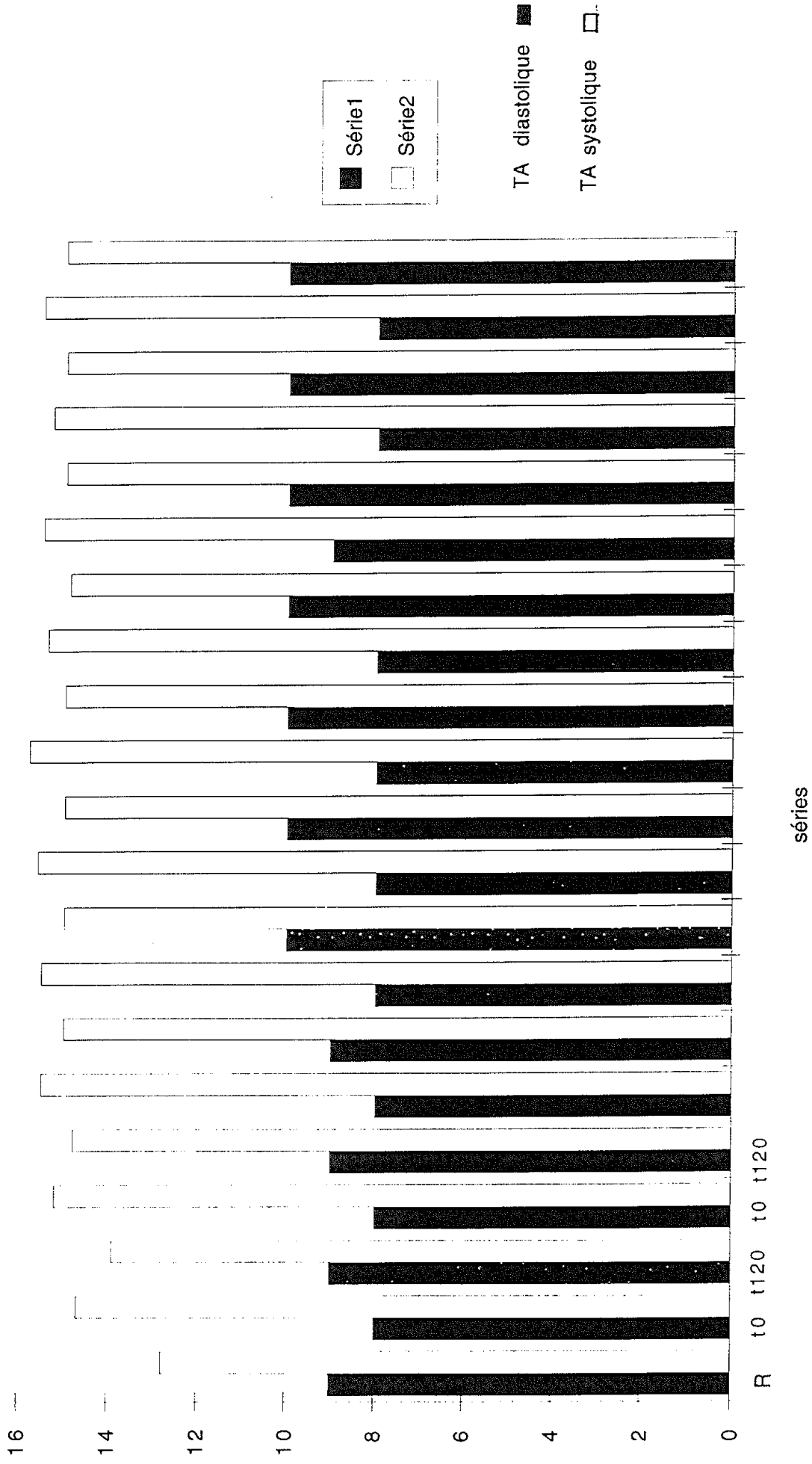


EVOLUTION DE LA FREQUENCE CARDIAQUE POUR L'ECHANTILLON FEMININ (n=7)

ANNEXE VI

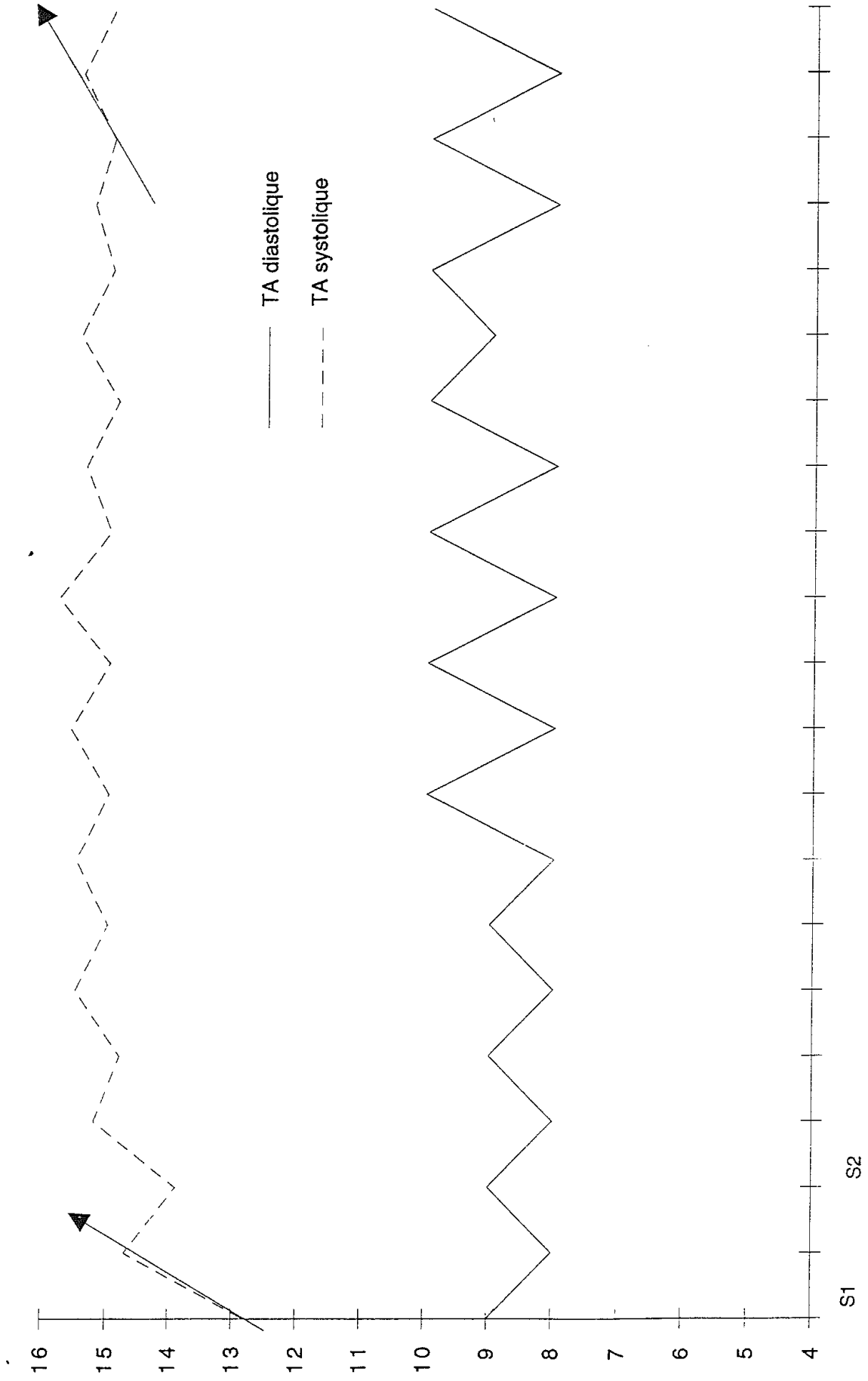
NOM	SERIE 1		SERIE 2		SERIE 3		SERIE 4		SERIE 5		SERIE 6		SERIE 7		SERIE 8		SERIE 9		SERIE 10		
	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	t0	t120	
Repos																					
T.C.	12/8	13/10	14/9	14/10	16/9	15/10	16/9	15/10	14/9	14/10	15/9	14/11	14/9	14/11	15/8	15/10	14/9	15/11	15/9	15/11	
B.J.	12/8	14/7	14/7	13/10	15/8	14/9	15/8	15/9	15/8	14/10	13/7	14/10	14/8	14/10	14/9	13/9	14/7	14/9	14/9	14/9	
C.C.	12/8	14/8	14/9	12/8	14/8	15/8	15/10	15/9	18/10	17/10	16/10	17/10	15/10	18/11	17/10	18/10	17/10	18/10	16/10	16/10	
S.C.	13/9	15/10	16/8	14/9	15/10	14/9	14/9	14/9	16/9	14/9	18/9	14/9	16/10	16/10	15/10	15/10	16/10	14/10	15/10	15/10	
T.H.	14/10	16/10	18/11	17/11	19/11	21/12	19/12	20/12	18/11	21/13	20/12	19/13	19/11	17/12	17/10	20/12	17/10	20/11	19/10	21/11	
L.A.	13/8	15/10	14/9	14/10	14/10	14/9	15/10	14/9	15/10	15/10	14/9	14/10	14/9	15/10	15/10	14/10	15/10	14/10	14/9	15/11	
S.F.	13/8	14/9	14/8	14/11	14/10	15/11	14/10	14/12	15/10	14/11	15/10	15/10	15/9	14/10	15/9	14/11	14/10	14/11	15/10	14/10	
Vi.V.	12/10	14/10	13/9	13/10	13/9	13/10	13/9	14/10	13/9	13/10	13/9	13/10	12/9	14/11	13/10	13/9	13/9	13/10	13/10	13/10	
W.H.	16/12	18/13	18/12	19/15	18/12	19/14	18/10	19/13	20/11	20/13	21/11	19/14	19/8	19/13	19/12	18/13	19/10	20/14	19/10	20/14	
A.X.	12/9	13/9	15/9	14/10	14/9	15/10	14/9	15/11	16/9	16/11	15/10	15/11	14/8	15/10	14/10	14/11	14/8	15/12	16/9	15/12	
M.H.	13/9	14/9	13/9	13/9	13/7	14/8	15/8	14/8	13/8	13/10	14/9	14/10	14/8	14/9	14/8	13/9	13/8	14/9	13/9	13/9	
D.N.	12/8	17/8	15/9	16/7	16/9	15/10	18/7	16/10	17/7	17/11	14/7	17/11	15/7	16/11	17/6	16/10	16/6	15/10	15/6	15/10	
K.M.	12/8	13/7	13/8	13/6	14/6	13/6	13/5	13/7	13/5	13/8	13/6	13/8	13/6	13/8	13/6	13/8	12/6	13/8	13/5	12/8	
Sc.F.	14/10	16/10	18/10	18/10	16/10	15/10	17/8	16/10	19/8	16/10	19/8	16/10	19/7	16/10	19/8	15/10	19/8	16/10	19/8	16/10	
G.C.	14/10	15/7	14/9	14/8	14/10	15/8	14/10	15/8	15/7	14/10	15/8	14/10	15/9	14/10	15/9	15/10	15/10	15/11	15/11	15/10	
So.C.	12/9	14/9	13/9	18/6	13/8	15/7	13/8	15/8	15/7	13/8	14/7	13/8	15/8	13/8	15/8	13/8	14/8	13/9	15/8	13/8	
T.L.	12/9	12/7	12/9	15/8	12/9	13/8	14/7	12/9	14/8	13/9	15/8	13/8	14/8	14/8	14/8	13/8	14/8	13/8	14/8	12/9	
V.V.	14/10	19/6	15/8	20/6	17/9	19/8	19/6	16/9	19/7	16/8	18/8	16/8	19/8	16/8	19/7	18/8	19/7	16/10	19/8	16/9	
MOY	13/9	14/8	14/9	15/8	14/9	15/8	15/10	15/10	15/8	15/10	16/8	15/10	15/8	15/10	15/8	15/10	15/9	15/10	15/8	15/10	
E type	1,1/1	1,7/1,6	1,4/1,2	2/1,6	1,8/1,7	2/1,5	2,6/1,7	1,8/1,5	2/1,4	2/1,5	2,3/1,4	2,3/1,4	2/1,1	1,6/1,3	1,9/1,5	2,1/1,3	2,1/1,4	2,1/1,3	2/1,4	2,3/1,4	
MED	12/9	14/9	14/9	14/8,5	14/10	15/8,5	14/5/10	15/8,5	15/10	15/8,5	14/10	15/9	14/10	15/8	14/10	15/9	14,5/10	14,5/8,	14,5/10	15/9	15/10

ANNEXE VII



HISTOGRAMME DE L'EVOLUTION DE LA TENSION ARTERIELLE AU COURS DES SERIES

ANNEXE VIII



COURBE D'EVOLUTION DE LA TENSION ARTERIELLE LORS DES SERIES