

.Ce travail est affectueusement dédié

à mon épouse Helen.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier bien sincèrement  
le professeur Marcel J. Perrault, pour l'aide  
judicieuse et les sages conseils prodigués tout  
au long de ce travail;

le professeur Guy Métivier, pour sa compétente  
et vigilante direction dans la réalisation de la  
recherche expérimentale.

Nous remercions également

le Dr. J.-P. Des Groseilliers, pour la participa-  
tion active et enthousiaste à cette étude;

les professeurs L.-T. Dayhaw et M. MacDonaill,  
pour leurs conseils précieux dans l'application  
des traitements statistiques;

monsieur J. Hélie, pour la qualité du travail  
artistique;

madame F. Paquin, mademoiselle M. Charlebois, et  
Messieurs M. Bouchard, R. Gauthier, J.-C. Modor  
et L. Vachon, pour leur collaboration technique  
indispensable;

madame A. Statham, pour son aide lors des recher-  
ches bibliographiques.

## TABLE DES MATIERES

|                                                               | Page   |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| Liste des tableaux. . . . .                                   | 7      |
| Liste des figures . . . . .                                   | 11     |
| <br>1.1 <u>Aperçu historique et problème</u> . . . . .        | <br>14 |
| 2.1 Introduction . . . . .                                    | 14     |
| 2.2 Historique . . . . .                                      | 15     |
| 2.3 Problème . . . . .                                        | 20     |
| <br>1.2 <u>Approche expérimentale et méthodes</u> . . . . .   | <br>26 |
| 2.1 Choix des sujets . . . . .                                | 26     |
| 2.2 Description des sujets . . . . .                          | 31     |
| 2.3 Préparation des sujets . . . . .                          | 33     |
| 2.4 Travail musculaire . . . . .                              | 35     |
| 2.5 Traitement des prélèvements . . . . .                     | 36     |
| 3.1 Plasma . . . . .                                          | 36     |
| 3.2 Sérum . . . . .                                           | 43     |
| 3.3 Sang entier . . . . .                                     | 44     |
| 2.6 Traitement statistique . . . . .                          | 45     |
| 2.7 Présentation des résultats . . . . .                      | 46     |
| <br>1.3 <u>Résultats</u> . . . . .                            | <br>48 |
| 2.1 Cortisol plasmatique . . . . .                            | 48     |
| 2.2 Glucose sanguin . . . . .                                 | 54     |
| 2.3 Bioxyde de carbone en solution dans le<br>sérum . . . . . | 60     |
| 2.4 Calcium sérique ( $\text{Ca}^{++}$ ) . . . . .            | 66     |

|      |                                           |     |
|------|-------------------------------------------|-----|
| 2.5  | Phosphatase alcaline . . . . .            | 72  |
| 2.6  | Hémoglobine . . . . .                     | 78  |
| 2.7  | Protéines sanguines totales . . . . .     | 84  |
| 2.8  | Albumine sérique . . . . .                | 90  |
| 2.9  | Azote uréique du sérum . . . . .          | 96  |
| 2.10 | Bilirubine . . . . .                      | 102 |
| 2.11 | Transaminase glutamo-oxalacétique . . . . | 108 |
| 2.12 | Hématocrite . . . . .                     | 114 |
| 2.13 | Sodium sérique . . . . .                  | 120 |
| 2.14 | Potassium sérique . . . . .               | 126 |
| 2.15 | Chlorure sérique . . . . .                | 132 |

#### 1.4 Discussion et conclusion

|     |                                                                                                                     |     |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1 | Effet de l'exercice musculaire . . . . .                                                                            | 138 |
| 2.2 | Effet du conditionnement physique . . . .                                                                           | 139 |
| 2.3 | Explication des variations cortisolémiques                                                                          | 141 |
| 3.1 | Facteurs pouvant être responsables<br>de l'élévation de la glycémie chez<br>les non-athlètes . . . . .              | 141 |
| 3.2 | Facteurs pouvant être responsables<br>du maintien de la glycémie chez les<br>athlètes . . . . .                     | 143 |
| 3.3 | Facteurs pouvant être responsables<br>de l'accroissement du niveau du cor-<br>tisol chez les non-athlètes . . . . . | 144 |
| 3.4 | Facteurs pouvant être responsables<br>de la chute du niveau du cortisol<br>chez les athlètes . . . . .              | 146 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 2.4 Conclusion . . . . . | 148 |
| Bibliographie . . . . .  | 150 |
| Appendice A . . . . .    | 163 |
| Appendice B . . . . .    | 171 |
| Appendice C . . . . .    | 178 |

# LISTE DES TABLEAUX

| TABLEAUX |                                                                         | Page |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|------|
| I        | : Valeurs descriptives de chaque sujet. . .                             | 32   |
| II(A)    | : Cortisol plasmatique (valeurs indiv.) . .                             | 49   |
| II(B)    | : Cortisol plasmatique (moyennes et<br>écarts-types) . . . . .          | 50   |
| II(C)    | : Cortisol plasmatique (pourcentages<br>depuis l'auto-témoin) . . . . . | 51   |
| III(A)   | : Glucose sérique (valeurs individuelles) .                             | 55   |
| III(B)   | : Glucose sérique (moyennes et écarts-<br>types). . . . .               | 56   |
| III(C)   | : Glucose sérique (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .      | 57   |
| IV(A)    | : Bioxyde de carbone (valeurs indiv.) . . .                             | 61   |
| IV(B)    | : Bioxyde de carbone (moyennes et<br>écarts-types) . . . . .            | 62   |
| IV(C)    | : Bioxyde de carbone (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin). . . . .    | 63   |
| V(A)     | : Calcium sérique (valeurs indiv.) . . . .                              | 67   |
| V(B)     | : Calcium sérique (moyennes et<br>écarts-types) . . . . .               | 68   |
| V(C)     | : Calcium sérique (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin). . . . .       | 69   |
| VI(A)    | : Phosphatase alcaline (valeurs indiv.) . .                             | 73   |

|         |                                                                         |     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| VI(B)   | : Phosphatase alcaline (moyennes<br>et écarts-types). . . . .           | 74  |
| VI(C)   | : Phosphatase alcaline (pourcentages<br>depuis l'auto-témoin) . . . . . | 75  |
| VII(A)  | : Hemoglobine (valeurs indiv.) . . . . .                                | 79  |
| VII(B)  | : Hemoglobine (moyennes et écarts-types). . 80                          |     |
| VII(C)  | : Hemoglobine (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .          | 81  |
| VIII(A) | : Protéines totales (valeurs indiv.) . . . 85                           |     |
| VIII(B) | : Protéines totales (moyennes et<br>écarts-types) . . . . .             | 86  |
| VIII(C) | : Protéines totales (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .    | 87  |
| IX(A)   | : Albumine sérique (valeurs indiv.). . . . 91                           |     |
| IX(B)   | : Albumine sérique (moyennes et<br>écarts-types). . . . .               | 92  |
| IX(C)   | : Albumine sérique (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin). . . . .      | 93  |
| X(A)    | : Azote uréique (valeurs indiv.) . . . . . 97                           |     |
| X(B)    | : Azote uréique (moyennes et écarts-types). 98                          |     |
| X(C)    | : Azote uréique (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .        | 99  |
| XI(A)   | : Bilirubine (valeurs indiv.) . . . . . 103                             |     |
| XI(B)   | : Bilirubine (moyennes et écarts-types) . . 104                         |     |
| XI(C)   | : Bilirubine (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .           | 105 |

|         |                                                                                  |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| XII(A)  | : Transaminase glutamo-oxalacetique<br>(valeurs indiv.) . . . . .                | 109 |
| XII(B)  | : Transaminase glutamo-oxalacetique<br>(moyennes et écarts-types) . . . . .      | 110 |
| XII(C)  | : Transaminase glutamo-oxalacetique<br>(pourcentages depuis l'auto-témoin) . . . | 111 |
| XIII(A) | : Hematocrite (valeurs indiv.) . . . . .                                         | 115 |
| XIII(B) | : Hematocrite (moyennes et écarts-types) . .                                     | 116 |
| XIII(C) | : Hematocrite (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .                   | 117 |
| XIV(A)  | : Sodium sérique (valeurs indiv.) . . . . .                                      | 121 |
| XIV(B)  | : Sodium sérique (moyennes et écarts-<br>types) . . . . .                        | 122 |
| XIV(C)  | : Sodium sérique (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .                | 123 |
| XV(A)   | : Potassium sérique (valeurs indiv.) . . . .                                     | 127 |
| XV(B)   | : Potassium sérique (moyennes et<br>écarts-types) . . . . .                      | 128 |
| XV(C)   | : Potassium sérique (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .             | 129 |
| XVI(A)  | : Chlorures sériques (valeurs indiv.) . . .                                      | 133 |
| XVI(B)  | : Chlorures sériques (moyennes et<br>écarts-types) . . . . .                     | 134 |
| XVI(C)  | : Chlorures sériques (pourcentages depuis<br>l'auto-témoin) . . . . .            | 135 |

|          |                                                                                     |     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| XVII(A)  | : Cortisol plasmatique (écarts des valeurs<br>indiv. depuis l'auto-témoin). . . . . | 165 |
| XVII(B)  | : Cortisol plasmatique (tableau<br>sommaire AB). . . . .                            | 166 |
| XVII(C)  | : Cortisol plasmatique (formules de<br>compilation AB) . . . . .                    | 167 |
| XVII(D)  | : Cortisol plasmatique (tableau<br>sommaire AB <sup>1</sup> ) . . . . .             | 168 |
| XVII(E)  | : Cortisol plasmatique (formules de<br>compilation AB <sup>1</sup> ) . . . . .      | 169 |
| XVIII(A) | : Consommation d'oxygène (valeurs indiv.) .                                         | 179 |
| XVIII(B) | : Consommation d'oxygène (moyennes et<br>erreurs-types des moyennes) . . . . .      | 180 |
| XIX(A)   | : Fréquence cardiaque (valeurs indiv.) . .                                          | 182 |
| XIX(B)   | : Fréquence cardiaque (moyennes et<br>erreurs-types des moyennes) . . . . .         | 183 |

## LISTE DES FIGURES

### FIGURES

Page

|      |                                                                                        |    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1    | : Circuit ouvert utilisé dans les déterminations de la consommation d'oxygène. . . . . | 29 |
| 2    | : Protocole expérimental. . . . .                                                      | 36 |
| 3    | : Exemple de courbe de calibration dont sera dérivée la teneur en cortisol. . . . .    | 42 |
| 4(A) | : Cortisol plasmatique<br>(pourcentages depuis l'auto-témoin) . . . . .                | 52 |
| 4(B) | : Cortisol plasmatique<br>(écarts depuis l'auto-témoin) . . . . .                      | 53 |
| 5(A) | : Glucose sanguin<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . . . .                      | 58 |
| 5(B) | : Glucose sanguin<br>(écarts depuis l'auto-témoin) . . . . .                           | 59 |
| 6(A) | : Bioxyde de carbone en solution<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . . . .       | 64 |
| 6(B) | : Bioxyde de carbone en solution<br>(écarts depuis l'auto-témoin) . . . . .            | 65 |
| 7(A) | : Calcium sérique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . . . .                      | 70 |
| 7(B) | : Calcium sérique<br>(écarts depuis l'auto-témoin) . . . . .                           | 71 |

|       |   |                                                                                |     |
|-------|---|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8(A)  | : | Phosphatase alcaline<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . . .             | 76  |
| 8(B)  | : | Phosphatase alcaline<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                 | 77  |
| 9(A)  | : | Hémoglobine<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .                        | 82  |
| 9(B)  | : | Hémoglobine<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                          | 83  |
| 10(A) | : | Protéines sanguines totales<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .        | 88  |
| 10(B) | : | Protéines sanguines totales<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .          | 89  |
| 11(A) | : | Albumine sérique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .                   | 94  |
| 11(B) | : | Albumine sérique<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                     | 95  |
| 12(A) | : | Azote uréique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin). . .                       | 100 |
| 12(B) | : | Azote uréique<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                        | 101 |
| 13(A) | : | Bilirubine<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin). . .                          | 106 |
| 13(B) | : | Bilirubine<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                           | 107 |
| 14(A) | : | Transsaminase glutamo-oxalacetique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . . | 112 |

|       |   |                                                                                          |     |
|-------|---|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 14(B) | : | Transaminase glutamo-oxalacetique<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .              | 113 |
| 15(A) | : | Hématocrite<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .                                  | 118 |
| 15(B) | : | Hématocrite<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                                    | 119 |
| 16(A) | : | Sodium sérique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .                               | 124 |
| 16(B) | : | Sodium sérique<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                                 | 125 |
| 17(A) | : | Potassium sérique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .                            | 130 |
| 17(B) | : | Potassium sérique<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                              | 131 |
| 18(A) | : | Chlorure sérique<br>(pourcentage depuis l'auto-témoin) . . .                             | 136 |
| 18(B) | : | Chlorure sérique<br>(écarts depuis l'auto-témoin). . . . .                               | 137 |
| 19    | : | Consommation d'oxygène<br>(valeurs moyennes et erreurs - types des<br>moyennes). . . . . | 181 |
| 20    | : | Rythme cardiaque<br>(valeurs moyennes et erreurs - types des<br>moyennes). . . . .       | 184 |

## 1.1 APERCU HISTORIQUE ET PROBLEME

### 2.1 Introduction

La vie est la résultante de l'action de nombreux systèmes biologiques et physico-chimiques. Deux systèmes de corrélation permettent à l'organisme de se maintenir en équilibre malgré les fluctuations internes et externes: les systèmes nerveux et endocrinien. Par le réseau nerveux s'effectueront les ajustements rapides et de courte durée, tandis que la voie endocrinienne maintiendra l'homéostasie par des actions plus lentes mais plus prolongées.

L'évaluation du rôle précis d'un maillon de la chaîne hormonale ouvre l'un des problèmes de choix qui confrontent l'endocrinologie moderne: la participation de la cortico-surrénale au maintien de la vie.

Il est depuis longtemps accepté que la surrénale joue un rôle de premier plan dans la résistance aux agressions (Swingle 1944); la médullo-surrénale réagit la première à cause de sa relation directe avec le système nerveux, spécialement le sympathique; la cortico-surrénale, en second lieu, à la suite d'une chaîne de messages endocriniens.

L'activité musculaire ou l'exercice physique sous forme de sport, représente une des formes d'agression les plus courantes dans la vie de l'individu. La physiologie des

sports modernes doit donc se pencher sur le rôle des surrénales et, plus particulièrement, sur l'action du cortex surrénalien lors d'activités physiques intenses.

## 2.2 Historique

Nous savions depuis les travaux de Rogoff et Stewart (1927), de Swingle et Pfiffner (1930) que des extraits de cortex provenant de surrénales bovines prolongeaient la vie de chiens surrénalectomisés bilatéralement mais, il était encore impossible d'assigner aucune action physiologique particulière à cette glande: la mesure de la fonction corticale constituait la pierre d'achoppement de toutes les études physiologiques s'y rapportant. Everse et de Fremery (1932) basèrent un premier titrage sur le fait que les animaux surrénalectomisés présentent des symptômes d'asthénie très marqués. Pfiffner et ses collaborateurs (1934) rapportèrent une méthode améliorée dans laquelle ils définissaient une "unité-chien" comme la dose quotidienne minimum (par kilogramme de chien surrénalectomisé) nécessaire au maintien du poids corporel et à une fonction rénale normale (épuration de l'urée). Mason, Myers, et Kendall (1936) se servant de la méthode d'Ingle (1936) trouvèrent que l'administration d'extraits cortico-surrénaliens à des rats surrénalectomisés accroissait leur capacité au travail proportion-

nellement à la dose administrée. Selye et Schenker (1938) proposèrent un autre titrage biologique: on évaluait les hormones cortico-surrénaliennes à leur capacité à maintenir la vie chez des rats surrénalectomisés, exposés à de basses températures.

Vu le manque de spécificité de ces techniques, on se tourna vers la mesure de certaines modifications de l'organisme indirectement associées aux changements de la fonction corticale.

C'est ainsi que les variations pondérales et histologiques du cortex furent longtemps considérées comme critère de l'activité glandulaire. Tepperman (1943), dans un relevé de la littérature, cite plusieurs formes d'agressions toujours suivies d'une hypertrophie du cortex surrénalien. Sayers et Sayers (1944, 1945, 1948) observèrent une corrélation entre la soudanophilie du cortex et la concentration en cholestérol à savoir, une diminution de ces deux paramètres à la suite de stress induit chez des rats (hémorragie, exercice, inanition, anesthésie); parallèlement, le contenu en acide ascorbique accusait une diminution. Ces auteurs suggérèrent comme explication une élévation de l'activité sécrétoire de la glande lors d'agressions.

Reinhardt et Li (1945) ainsi que Dougherty et White (1947) remarquèrent que, chez l'homme, le nombre de lymphocytes en circulation variait d'une façon inverse avec

l'activité remarquée chez le système hypophyso-surrénalien; ces auteurs observèrent une lymphocytopénie, ainsi qu'une neutrophilie, chez des rats à la suite d'administration d'extraits hypophysaires ou de stéroïdes portant un oxygène à la position 11 (Bàez-Villasenor, 1948; Dougherty et White, 1947; Forsham, 1948). Les variations dans le nombre des lymphocytes devinrent alors une mesure de l'activité corticale; en effet, chez le rat ou le chien surrénalectomisé, ou chez l'addisonien, ni le stress, ni la corticostimuline ne causent de lymphocytopénie (Bàez-Villasenor, 1948; Dougherty et White, 1947; Elmadjian, 1946; Forsham, 1948; Majumber et Wintrobe, 1948; Reinhardt et Li, 1945).

Hills, (1948) observa que le nombre d'éosinophiles variait inversement avec l'activité du système hypophyso-surrénalien. Subséquemment, plusieurs auteurs adoptèrent la variation du nombre d'éosinophiles comme mesure de l'activité corticale; ainsi, Almy et Al, (1949) mesuraient l'accroissement de l'activité corticale par l'éosinopénie observée chez des humains lors d'injections d'épinephrine et d'insuline; également, Keeney, en 1960, montrait qu'un animal entraîné à une activité physique donnée, à savoir la nage, avait une éosinopénie plus prononcée que l'animal non-entraîné, suggérant que l'entraînement causait un accroissement de la fonction surrénalienne.

l'activité remarquée chez le système hypophyso-surrénalien; ces auteurs observèrent une lymphocytopénie, ainsi qu'une neutrophilie, chez des rats à la suite d'administration d'extraits hypophysaires ou de stéroïdes portant un oxygène à la position 11 (Bàez-Villasenor, 1948; Dougherty et White, 1947; Forsham, 1948). Les variations dans le nombre des lymphocytes devinrent alors une mesure de l'activité corticale; en effet, chez le rat ou le chien surrénalectomisé, ou chez l'addisonien, ni le stress, ni la corticostimuline ne causent de lymphocytopénie (Bàez-Villasenor, 1948; Dougherty et White, 1947; Elmadjian, 1946; Forsham, 1948; Majumber et Wintrobe, 1948; Reinhardt et Li, 1945).

Hills, (1948) observa que le nombre d'éosinophiles variait inversement avec l'activité du système hypophyso-surrénalien. Subséquemment, plusieurs auteurs adoptèrent la variation du nombre d'éosinophiles comme mesure de l'activité corticale; ainsi, Almy et Al, (1949) mesuraient l'accroissement de l'activité corticale par l'éosinopénie observée chez des humains lors d'injections d'épinephrine et d'insuline; également, Keeney, en 1960, montrait qu'un animal entraîné à une activité physique donnée, à savoir la nage, avait une éosinopénie plus prononcée que l'animal non-entraîné, suggérant que l'entraînement causait un accroissement de la fonction surrénalienne.

Britton et Silvette, en 1932, ainsi que Long, en 1940, avaient remarqué que le cortex surrénalien influençait la déposition du glycogène hépatique. A partir de ces observations, Reinecke et Kendall, (1942) élaborèrent une nouvelle méthode de mesure de la fonction corticale: on injectait à des rats surrénalectomisés un extrait partiel de glande surrénale et, la quantité de glycogène déposé dans le foie indiquait la teneur en stéroïdes glycogéniques de cet extrait.

Mentionnons aussi la détermination chimique des corticoides excrétés par voie urinaire; Heard, (1946) et Talbot, (1945) réussirent, grâce à des méthodes spéciales d'extraction et au réactif de Girard, à isoler ces stéroïdes en deux groupes: Les cétonés et les non-cétonés. A partir de ces deux fractions, il devenait possible, grâce à l'acide phosphomolybdique (Heard, 1946), au cuivre (ibid) et à la formaldéhyde (Corcoran, 1948; Doughaday, 1948) d'isoler et de quantifier plusieurs stéroïdes.

La contribution testiculaire aux 17-cétostéroïdes urinaires enleva à ce paramètre toute valeur d'information sur l'activité corticale. Forbes, (1947), Venning et Browne (1949) interprétaient cependant la réduction des 17-cétostéroïdes urinaires à la suite d'un stress, comme un indice d'affaissement de l'activité androgénique en faveur d'une augmentation de la production d'hormones corticales.

En introduction à une étude sur le stress, Hill et ses collaborateurs, (1956) notent la pauvreté de ces mesures de la fonction corticale; soit parce qu'elles ne touchent que des effets secondaires, eux-mêmes influencés par d'autres systèmes, soit parce qu'elles analysent les produits de dégradations complexes.

D'importantes contributions, vers le milieu du siècle présent (Bush, 1952; Nelson et Samuel, 1952; Porter et Silber 1954; Sweat, 1954) donnèrent des méthodes analytiques qui permirent la mesure directe de l'activité corticale.

Chez l'humain, le cortisol représentait probablement le stéroïde le plus important. Malgré tous les progrès accomplis, la mesure de la cortisolémie demeurait une opération longue et dispendieuse; injection intraveineuse de cortisol marqué et, détermination dans l'urine de tétrahydrocortisol et de tétrahydrocortisone par diverses méthodes colorimétriques, spécialement la réaction de Porter-Silber, (1954).

Yalow et Berson, (1960) mirent au point une technique de détermination de l'insuline plasmatique, basée sur le déplacement de l'insuline endogène de son anticorps par l'insuline exogène. Murphy, (1964) souligne les trois conditions essentielles à l'application de cette technique:

1. une protéine de liaison spécifique à la substance à analyser,

2. l'existence de la substance à mesurer sous forme radioactive,
3. une méthode pour séparer la substance liée de sa forme libre.

Murphy et ses collaborateurs ont proposé des méthodes pour mesurer la cortisolémie; essentiellement, ces méthodes utilisent la "CORTICOSTEROID-BINDING GLOBULIN" (CBG) comme agent de liaison, le cortisol marqué comme agent exogène et, soit la dialyse (Murphy, 1963), soit la chromatographie sur colonne de gel (1964) pour séparer le cortisol lié du cortisol non lié à la protéine.

Grâce à l'apport de Herbert, (1964), de Nugent et Mayes, (1964), Murphy put modifier successivement sa méthode pour en présenter une toute nouvelle (Murphy, 1967) simplifiée et plus rapide.

### 2.3 Problème

Se basant sur le principe de l'auto-témoin, Kagi, (1955) voulut étudier l'effet du travail musculaire sur la cortico-surrénale. Chez les douze adultes sains étudiés, il remarqua, après un exercice standard sur la bicyclette ergométrique, une augmentation de la sécrétion des corticostéroïdes. Chez des volontaires choisis au hasard, Cornil, (1965) observait chez neuf de ses dix sujets (mâles

sains, âgés de 25 à 50 ans) une chute du cortisol plasmatique pendant et après un exercice musculaire standard (ergomètre, 100 watts / min. pour 20 minutes). "Si, dit-il, nos observations ne nous permettent pas de tirer une conclusion sur la réponse du système cortico-surrénalien face à l'exercice, ils nous suggèrent fortement quand même un accroissement dans la consommation du cortisol ou dans sa diffusion dans les espaces intercellulaires et, possiblement, dans les fluides intracellulaires".

Plusieurs auteurs ont accepté cette hypothèse comme explication de ces chutes hormonales durant l'exercice; une stimulation certaine de l'activité corticale mais dissimulée par une diffusion accélérée du cortisol dans les fluides extravasculaires ou par une utilisation accentuée. Ainsi, une chute des stéroïdes plasmatiques peut être accompagnée ou non d'une chute des stéroïdes urinaires.

D'autre part, Nazar, (1965) obtint des résultats contraires à ceux de Cornil, (1965) sur le rapport entre les 17-hydroxycorticostéroïdes et l'intensité de l'exercice musculaire. Les résultats de Nazar révélèrent une élévation du travail musculaire chez des sujets choisis simplement en raison de leur bonne santé. L'auteur remarqua que l'élévation des stéroïdes était la même soit après un effort physique très intense, assez court, et conduisant rapidement à

l'épuisement, soit après un travail musculaire prolongé, de faible intensité, causant une fatigue de beaucoup inférieure mais, requérant une égale dépense énergétique. Une étude subséquente (Nazar, 1966) des rapports entre la somme de travail accompli et les changements en 17-hydroxycorticostéroïdes plasmatiques ne donna aucune conclusion valable, les valeurs observées accusant tantôt une augmentation, tantôt une diminution.

Suzuki et ses collaborateurs (1967) étudièrent le niveau des 17-hydroxycorticostéroïdes de la veine surrénale chez des chiens soumis à des exercices exténuants et non-exténuants. Chez les animaux ne montrant aucun signe de fatigue, c'est-à-dire, ceux soumis à des exercices non-exténuants, le niveau des 17-hydroxycorticostéroïdes demeura en deça des limites physiologiques normales. D'autre part, chez les chiens qui accusaient un certain degré de fatigue sans être complètement épuisés, le niveau des corticoides montait au-delà de la limite supérieure physiologique normale. Ceux qui étaient complètement épuisés montraient un accroissement très marqué des 17-hydroxycorticostéroïdes sanguins.

Confronté par les résultats de Cornil, (1965), de Nazar, (1965, 1966) et de Suzuki, (1967), que pouvions-nous logiquement conclure? Le taux de sécrétion accuse une élévation certaine (Kagi 1955, Suzuki 1967) en rapport avec l'intensi-

té de la difficulté (Suzuki) mais, pourquoi en périphérie, assistons-nous tantôt à une hypercortisolémie, tantôt à une hypocortisolémie?

Chez Cornil comme chez Nazar, l'échantillonnage des sujets n'existe pratiquement pas: volontaires en bonne santé. Nous savions que chez les individus, le conditionnement physique modifie la réponse physiologique de l'organisme face à l'exercice (Keeney 1960, Parizkova 1963, Gardner 1964, Bruschke 1966, Atland 1968, Ekblom 1968). Johnson (1960) rapporte un sommaire de Lucien Brouha dans lequel il mentionne les principaux changements causés par l'entraînement et qui ont fait l'objet d'études:

"Many physiological responses are altered by training. In general the improvement in each bodily system is of the order of 25 percent or less, but when taken together all the effects may result in an improvement of total performance which may be as high as 100 percent and occurs in both the magnitude and duration of the work which can be done. The following is a list of changes produced by training which have thus far been studied:

1. increased strength of the muscles and improved neuromuscular coordination,
2. greater mechanical efficiency as measures in terms of lower oxygen consumption for a given

amount of work,

3. greater maximum oxygen consumption,
4. a higher maximum cardiac output with less increase in pulse rate and blood pressure during submaximal exercise,
5. more economical ventilation during exertion, and a greater maximum pulmonary ventilation,
6. lower blood lactate for a given amount of exercise i.e., capacity to perform more work aerobically; and ability to push self to a higher blood lactate before exhaustion i.e., capacity to perform more work anaerobically,
7. quicker recovery in pulse rate and blood pressure after submaximal exercise,
8. better heat dissipation during submaximal exertion.

Il nous apparut alors que, probablement, la condition physique du sujet déterminait le degré de gluconéogénèse nécessaire au maintien et à la poursuite du travail musculaire imposé. Les non-habitués à l'exercice physique, exécutant un même travail musculaire que les habitués à l'exercice physique, devraient, probablement, faire un appel plus important à la gluconéogénèse, ce qui entraînerait une élévation de leur cortisolémie. Les athlètes, devant un même travail musculaire, ne devraient pas en appeler à la gluconéogénèse: le niveau de leur cortisol plasma-

tique devrait demeurer stable.

Notre hypothèse à vérifier pourrait donc se formuler ainsi: LE CONDITIONNEMENT PHYSIQUE N'ENTRAINE AUCUNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE DANS LE COMPORTEMENT DU CORTISOL EN MILIEU VEINEUX PERIPHERIQUE LORSQUE DES SUJETS HABITUÉS ET DES SUJETS NON-HABITUÉS À L'EXERCICE PHYSIQUE EXECUTENT UN MEME TRAVAIL MUSCULAIRE.

Les pages qui suivront décriront l'expérience tentée pour vérifier cette hypothèse. Il nous est apparu valable par la même occasion d'explorer le profil sérique et d'y suivre, au cours de l'exercice musculaire, les principales composantes, surtout celles potentiellement reliées à l'activité cortico-surrénalienne.

## 1.2 APPROCHE EXPERIMENTALE ET METHODES

### 2.1 Choix des sujets

### 3.1 Introduction

Le chapitre précédant laissait entrevoir l'importance probable du conditionnement physique sur le contrôle de la métabolisation du cortisol lors de l'effort musculaire. Il s'agissait donc de trouver un barème permettant de distinguer, parmi des individus en bonne santé, ceux qui jouissaient d'une excellente condition physique, obtenue après des années de pratiques sportives intenses, de ceux dont la condition physique pouvait laisser à désirer, à la suite d'habitudes sédentaires.

### 3.2 Mesure

La classification fut faite sur la base de leur consommation d'oxygène lors d'un exercice de courte durée mais exténuant c'est-à-dire, un effort conduisant très rapidement à l'épuisement. Cette façon d'évaluer le "PHYSICAL FITNESS" fut souvent employée au cours des quarante dernières années, recevant sous chaque promoteur des modifications plus ou moins importantes (Henderson & Haggard, 1925; Gemmill & Al

1931, Christensen & Al 1933, Cureton, 1951A; Taylor & Al 1955).

Cureton justifie ainsi l'emploi de ce paramètre comme "FITNESS TEST":

"There may be some objections to the above equation<sup>1</sup> on the grounds that the longer a man runs the more oxygen he would use. Rigorous proof is not advanced that the oxygen causes the run. The oxygen used is certainly quite closely proportional to the time of the run but other factors, such as will power, specific neuromuscular condition, mastery of running mechanics, and associated "relaxation" may be important elements quite in addition to oxygen supply... The way the men use the oxygen is all-important in determining their relative efficiency. The oxygen intake per kilogram is, of course, dependent upon the time of the run, but this is one logical way to use the measure to indicate the total available oxygen during the run. The limitation is simply that independent cause cannot be claimed, but only "an accounting for", i.e., the oxygen is associated with the run..."

(Cureton 1951B)

---

<sup>1</sup> "...large oxygen intake capacity is certainly very essential to endurance. It is one prime element in physical fitness for endurance running..."

1931, Christensen & Al 1933, Cureton, 1951A; Taylor & Al 1955).

Cureton justifie ainsi l'emploi de ce paramètre comme "FITNESS TEST":

"There may be some objections to the above equation<sup>1</sup> on the grounds that the longer a man runs the more oxygen he would use. Rigorous proof is not advanced that the oxygen causes the run. The oxygen used is certainly quite closely proportional to the time of the run but other factors, such as will power, specific neuromuscular condition, mastery of running mechanics, and associated "relaxation" may be important elements quite in addition to oxygen supply... The way the men use the oxygen is all-important in determining their relative efficiency. The oxygen intake per kilogram is, of course, dependent upon the time of the run, but this is one logical way to use the measure to indicate the total available oxygen during the run. The limitation is simply that independent cause cannot be claimed, but only "an accounting for", i.e., the oxygen is associated with the run..."

(Cureton 1951B)

---

<sup>1</sup> "...large oxygen intake capacity is certainly very essential to endurance. It is one prime element in physical fitness for endurance running..."

#### 4.1 Méthode

La consommation maximale d'oxygène fut déterminée par la méthode du "ILLINOIS PHYSICAL FITNESS RESEARCH LABORATORY" (Cureton 1951A) avec les modifications suivantes: 1) la vitesse imprimée au tapis roulant<sup>1</sup>, 2) l'appareillage utilisé. Au lieu de dix mph, telle que préconisée par Cureton, la vitesse du tapis roulant fut graduellement augmentée, partant de 6 mph pour atteindre, selon la condition du sujet, 8 ou 9 mph à la fin du test, les changements de vitesse s'effectuant à toutes les soixantes secondes au moment des expertises sur les gaz expirés.

#### 4.2 Appareil

Ce système à circuit ouvert dirige l'air expiré dans un gazomètre<sup>2</sup> donnant la quantité des volumes expirés. Entre l'embout<sup>3</sup> et le gazomètre des conduits distincts dérivent des quantités connues de gaz expirés, l'un vers un appareil

---

<sup>1</sup> The Motaveyor Exerciser,  
J. Collis & Sons Ltd., Regent Square, Grays Inn Rd., London.

<sup>2</sup> Gasmeter, Parkinson-Cowan Measurement,  
Talbot Rd., Stretford, Manchester, England

<sup>3</sup> Mouthpiece, Hans Rudolph Inc., Kansas City, Mo., U.S.A.

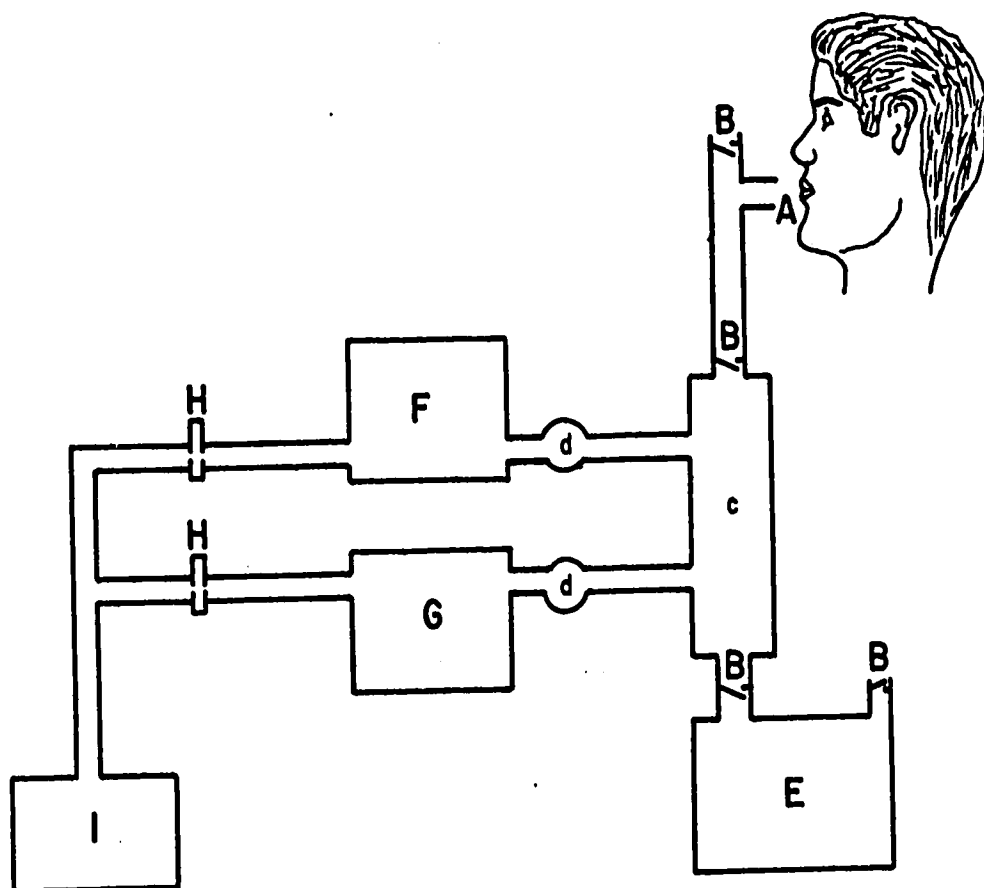


Fig. 1. Circuit ouvert utilisé dans les déterminations de la consommation d'oxygène.

Légende

- |                                     |                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------|
| a. Embout                           | f. Analyseur de gaz carbonique         |
| b. Valves unidirectionnelles        | g. Analyseur d'oxygène                 |
| c. Boîte d'échantillonnage          | h. Régulateurs et indicateurs de débit |
| d. Déshydratant ( $\text{CaSO}_4$ ) | i. Pompe à succion                     |
| e. Gazomètre                        |                                        |

analysant la concentration en gaz carbonique<sup>1</sup>, l'autre vers un appareil analysant la concentration en oxygène<sup>2</sup>. Conso-lazio, Johnson, et Pecora (1963) expliquent les principes et les modes d'opération de ces deux instruments.

Le mouvement des gaz expirés dans ces deux derniers appareils est assuré par une pompe à succion<sup>3</sup>, ajusté et mesuré par deux régulateurs et indicateurs de débit<sup>4</sup> intercalés entre la pompe à succion et les analyseurs de gaz carbonique et d'oxygène. Un thermomètre, installé sur la ligne conduisant au gazomètre, permet des lectures à intervalles appropriés de la température des gaz expirés.

---

<sup>1</sup> Carbon Dioxide Model IR215 Infrared Analyser,  
Beckman Instruments Inc., Scientific & Process Instruments  
Div.,  
Fullerton, California 92634, U.S.A.

<sup>2</sup> Beckman Model E2 Oxygen Analyser,  
Beckman Instruments Inc., Scientific & Process Instruments  
Div.,  
Fullerton, California 92634, U.S.A.

<sup>3</sup> Air Pump (cat. #1-093VI),  
Fisher Scientific Co., Ltd.,  
8505 Devonshire Rd., Montreal, Qué.

<sup>4</sup> Flowmeter,  
Brooks Instrument Division,  
Hatfield, Pa., U.S.A.

### 3.3 Evaluation

A l'aide d'un monogramme préparé au "ILLINOIS PHYSICAL FITNESS RESEARCH LABORATORY" (Cureton 1951C) donnant les consommations maximales d'oxygène d'un grand nombre de sujets, nous avons établi des catégories suivantes:

1. Seront classifiés comme athlètes, ou individus habitués à l'exercice, les sujets ayant une consommation maximale d'oxygène égale ou supérieure à 3.52 litres / minute (STPD).
2. Seront classifiés comme non-athlètes, ou individus non habitués à l'exercice, ceux qui présenteront une consommation maximale d'oxygène égale ou inférieure à 2.72 litres / minute (STPD).

### 2.2 Description des sujets

Grâce à la collaboration des autorités de l'Ecole d'Education Physique et de Récréation de l'Université d'Ottawa, il nous fut possible de soumettre environ vingt-cinq de leur étudiants à une première expertise en vue de la détermination de la consommation maximale d'oxygène. Cinq seulement de ces étudiants possédaient une consommation égale ou supérieure à 3.52 litres / minute. Quant aux non-athlètes, ils furent sélectionnés à partir d'un

TABLEAU I  
VALEURS DESCRIPTIVES DE CHAQUE SUJET

| Sujets          | Age | haut.<br>(po.) | S.C. <sup>1</sup><br>(m <sup>2</sup> ) | V <sub>O2</sub> |          | Poids |      | Gras<br>(%) | Poids<br>-gras | D.C. <sup>2</sup> |
|-----------------|-----|----------------|----------------------------------------|-----------------|----------|-------|------|-------------|----------------|-------------------|
|                 |     |                |                                        | L/min           | L/min/kg | Lb.   | kg.  |             |                |                   |
| Zi              | 24  | 73             | 1.93                                   | 3.97            | .0561    | 155.6 | 70.7 | 11.9        | 137.1          | 1.089             |
| Di              | 22  | 72             | 2.10                                   | 3.92            | .0453    | 190.5 | 86.6 | 15.9        | 160.2          | 1.059             |
| Pl              | 22  | 66             | 1.67                                   | 3.77            | .0615    | 134.8 | 61.3 | 12.3        | 118.2          | 1.097             |
| Sp              | 23  | 67             | 1.87                                   | 4.07            | .0537    | 166.8 | 75.8 | 14.7        | 142.3          | 1.062             |
| Tr              | 23  | 70             | 1.81                                   | 3.76            | .0576    | 143.6 | 65.3 | 11.0        | 127.9          | 1.072             |
| Br              | 26  | 67             | 1.88                                   | 2.70            | .0349    | 170.4 | 77.5 | 17.3        | 140.9          | 1.054             |
| Du              | 24  | 64             | 1.64                                   | 2.28            | .0374    | 134.0 | 61.0 | 14.2        | 115.0          | 1.089             |
| Se              | 21  | 68             | 1.70                                   | 2.48            | .0416    | 131.1 | 59.6 | 10.6        | 117.2          | 1.095             |
| Ri              | 23  | 64             | 1.59                                   | 2.43            | .0424    | 126.1 | 57.3 | 13.5        | 109.1          | 1.092             |
| Fo <sup>3</sup> | 23  | 66             | 1.69                                   | 2.52            | .0405    | 137.1 | 62.3 |             |                |                   |

- 1 Surface corporelle, déduite du nomogramme construit d'après la formule de Dubois-Meeh.
- 2 Densité corporelle, calculée d'après la technique de M.S. Yuhasz, voir appendice, page
- 3 Il fut impossible de déterminer, chez ce sujet, la densité corporelle, ce dernier souffrant d'aquaphobie.

groupe venant de la Faculté des Arts de l'Université d'Ottawa. La grande majorité de ces derniers avaient des consommations maximales supérieures à 2.72 litres / minute et inférieures à 3.52 litres / minute. Seulement sept avaient des consommations inférieures à 2.72 litres / minute: deux furent rejetés pour diverses raisons. Tous ces sujets étaient donc des étudiants de niveau collégial dont l'âge variait de 21 à 26 ans.

Pour donner une meilleure description des sujets retenus, il nous parut valable d'obtenir, en plus de la consommation maximale d'oxygène, la mesure de la densité corporelle<sup>1</sup>. Le calcul de la densité corporelle nécessitant la mesure du pourcentage de gras corporel, cette dernière valeur fut ajoutée aux paramètres; le tableau 1 présente pour chacun des sujets étudiés les caractéristiques routinières en plus des mesures pré-citées.

### 2.3 Préparation des sujets

A la lumière des travaux de Bliss (1953) et de Perkoff (1959) sur les fluctuations quotidiennes des 17-hydroxy-

---

<sup>1</sup> voir la technique de mesure de la densité corporelle, Appendice, page

corticostéroïdes, nous exigeons que le sujet se présente, à jeûn, au laboratoire à 8:45 hr. du matin pour nous permettre de toujours effectuer les prélèvements sanguins des périodes pré-agressive et agressive entre 9:00 et 10:00 hr. du matin. Les deux derniers prélèvements, à une heure et à deux heures après la fin du travail, étaient obligatoirement obtenus après 10:00 hr. du matin.

A la première sélection des sujets, d'après la détermination de la consommation maximale d'oxygène, s'ajoutait une seconde sélection: à son arrivée au laboratoire, le sujet subissait un examen médical des fonctions respiratoire et cardiaque; toute anomalie aboutissait à l'élimination du sujet.

Après la pesée, le sujet s'allongeait dans une pièce adjacente au laboratoire pour cinq à dix minutes; durant cette période, la veine cubitale d'un bras était cathétérisée<sup>1</sup> et le premier de sept échantillons de sang était prélevé:

1. 7 cc recueillis pour études sur le plasma<sup>2</sup>,
2. 15 cc recueillis pour études sur le sérum<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> 16g. - 2½ pouces, Jelco I.V. Catheter,  
Jelco Laboratories, Raritan, New Jersey, U.S.A.

<sup>2</sup> B-D Contenant à vide en verre, No. 3204 (avec E.D.T.A. - Na<sub>2</sub>),  
Becton, Dickinson & Co. Canada, Ltd., Clarkson, Ontario

<sup>3</sup> B-D Contenant à vide en verre, No. 3218,  
Becton, Dickinson & Co. Canada, Ltd., Clarkson, Ontario

Le sujet prenait place sur la bicyclette ergométrique<sup>1</sup> et le siège était ajusté à bonne hauteur; trois électrodes<sup>2</sup> reliaient le thorax à un électrocardiographe<sup>3</sup> afin d'observer le taux cardiaque au cours du travail. La pince-nasale<sup>4</sup> en place, le sujet saisissait avec la bouche l'embouchure du système d'analyse des gaz qui, maintenant, servait à suivre la consommation d'oxygène et le taux d'élimination de gaz carbonique au cours du travail.

#### 2.4 Travail musculaire<sup>5</sup>

A une révolution par seconde, signifiée par un métro-  
nome, le sujet devait lutter pendant trente minutes contre  
une charge 750 kpm<sup>6</sup>. Après dix, vingt, et trente minutes

---

<sup>1</sup> Quinton-Monark Bicycle Ergometer,  
Quinton Instruments, 3051, 44th Ave., Seattle,  
Washington 98199, U.S.A.

<sup>2</sup> Disc Electrodes,  
Hewlett-Packard Co., Sanborn Div., Waltham, Mass. 02154, U.S.A.

<sup>3</sup> Model 100 Viso-Cardiette,  
Sanborn Company, Waltham 54, Mass 02154, U.S.A.

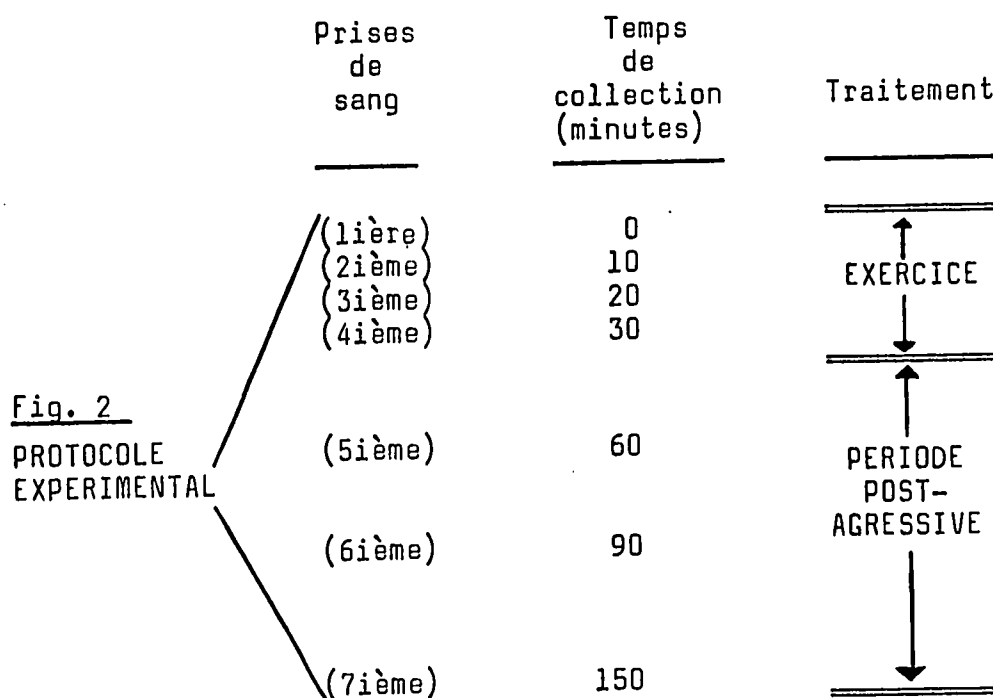
<sup>4</sup> Pince-nez ordinaire.

<sup>5</sup> Tout le protocole expérimental était repris une seconde  
fois, à une semaine d'intervalle pour chacun des sujets.

<sup>6</sup> 1 kpm = force qui, agissant sur une masse de un kilogramme,  
la déplace de un mètre.  
750 kpm = 122.5 watts

de travail, les deuxième, troisième, et quatrième échantillons de sang étaient obtenus par le cathéter .

A la fin du travail de trente minutes, le sujet revenait dans une salle de repos où il s'allongeait pour quelques heures; sont faits alors les cinquième, sixième, et septième prélèvements de sang, ceux de la période post-agressive. La figure qui suit schématise le déroulement de ces opérations.



## 2.5 Traitement des prélèvements

### 3.1 Plasma

### 4.1 Préparation

Le sang, prélevé pour études sur le plasma<sup>1</sup> était immédiatement centrifugé (3,000 rpm / min.); le surnageant servait à la détermination de la cortisolémie.

#### 4.2 Méthode d'analyse du cortisol

##### 5.1 Choix

La grande sensibilité<sup>2</sup> et le coût modeste de la méthode de "Radiostereoassay" (Murphy 1967) en font une technique idéale; de plus l'absence d'effets dûs à des substances non-stéroïdes rend la manipulation des réactifs et des instruments beaucoup plus facile.

##### 5.2 Résumé de la méthode

Cette méthode développée en 1963 par Murphy, Engelberg, et Pattes peut se résumer ainsi:

---

<sup>1</sup> Little, Vance et Rossi (1958) ne trouvèrent aucune différence dans la teneur en 17-hydroxycorticostéroïdes entre des échantillons plasmatiques et sériques obtenus simultanément de cinq patients, suggérant ainsi que la coagulation n'affectait pas significativement la distribution de ces stéroïdes.

<sup>2</sup> ...sensitivity depends upon the use of (<sup>14</sup>C)-cortisol of high specific activity and upon a low concentration of endogenous cortisol in the standard plasma. Corticosterone, 11-deoxycortisol and prednisolone will be estimated with cortisol as they have similar binding characteristics...

"...Transcortin (corticosteroid-binding globulin, CBG) in the test plasma is first destroyed by heating or by precipitation with ethanol. The steroid in the test plasma, or in an extract, competes with ( $^{14}\text{C}$ )-cortisol for the binding sites of transcortin in a standard plasma, and the fraction of the labelled cortisol bound to the protein is determined by measurement of radioactivity. By reference to a calibration curve prepared for the standard plasma with known amounts of added unlabelled cortisol, the steroid content of the test plasma can be obtained..."<sup>1</sup>

### 5.3 Protocole suivi

#### 6.1 Préparation des solutions étalons

#### 7.1 Cortisol

Afin d'établir la courbe étalon, cinq différentes concentrations connues de cortisol furent ainsi préparées: dans cinq éprouvettes adéquatement étiquetées, nous avons versé les volumes suivants d'une solution d'éthanol pur contenant cent nanogrammes,  $10^{-9}\text{g}$ , de cortisol<sup>2</sup>:

---

<sup>1</sup> Gray et Bacharach, 1967B

<sup>2</sup> Hydrocortisone,  
Sigma Chemical Co., 3500 Dekalb St., St. Louis 63118, U.S.A.

dans une éprouvette #A, 0.0 ml  
dans une éprouvette #B, 0.1 ml (10ng)  
dans une éprouvette #C, 0.2 ml (20ng)  
dans une éprouvette #D, 0.3 ml (30ng)  
dans une éprouvette #E, 0.4 ml (40ng)

## 7.2 Plasma standard

A partir d'échantillons groupés de plasma, un plasma standard fut préparé c'est-à-dire, un plasma contenant une transcortine saturée de cortisol radioactif:

verser 50 ml d'eau distillée dans un ballon jaugé de 100 cc.;  
ajouter 5 ml de plasma<sup>1</sup>;  
ajouter 0.6 ml de 10 uc/ml de corticostérone-1,2-H<sup>3</sup>; <sup>2</sup>  
compléter à 100 ml avec de l'eau distillée.

## 7.3 Liquide à scintillation

A un gallon de dioxane<sup>3</sup>, ajouter:

---

<sup>1</sup> Plasma prélevé, sur des techniciens volontaires, vers 11:00 hr. du matin.

<sup>2</sup> Corticosterone-1,2-T, code #TRK 141,  
(activité spécifique = 113 mc / mg)  
Nuclear-Chicago Corp., 3300 Cavendish Bld., Montreal 28, Que.

<sup>3</sup> 1,4-dioxane (p-dioxane)  
J.T. Baker Chem. Co., Phillipsburg, New Jersey, U.S.A.

400 g de naphthalène<sup>1</sup>

28 g de PPO<sup>2</sup>

1.2 g de POPOP<sup>3</sup>

## 6.2 Déprotéinisation des échantillons

De chaque plasma à analyser, soutirer 0.5 ml;  
ajouter à 1.0 ml d'éthanol pur;  
agiter quelques secondes;  
centrifuger 4 minutes à 3,000 rpm;  
pipetter 0.3 ml du surnageant dans une éprouvette propre  
adéquatement étiquetée.

## 6.3 Equilibration entre les cortisols endogène et exogène

Evaporer toutes les éprouvettes (section 6.1 & 5.2) dans  
un bain à 45°C;  
ajouter 1.0 ml de plasma standard à chacun des tubes asséchés  
incuber 10 minutes dans un bain à 45°C.;

---

<sup>1</sup> Naphthalène (crystal), C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>,  
J.T. Baker Chem. Co., Phillipsburg, New Jersey, U.S.A.

<sup>2</sup> 2,5-diphenyloxazole (scintillation grade),  
Nuclear-Chicago, 333 E. Howard St., DesPlaines, Illinois  
60018, U.S.A.

<sup>3</sup> 1,4-bis ((2-(5-phenyloxazolyl) )) benzene,  
Nuclear-Chicago, 333 E. Howard St., DesPlaines, Illinois  
60018, U.S.A.

transférer dans un bain à 10°C. pour 10 minutes.

#### 6.4 Adsorption du cortisol non-lié à la transcortine

Ajouter environ 130 mg de Florisil<sup>1</sup> à chaque éprouvette sans la retirer du bain froid;  
agiter exactement 2 minutes;  
retourner au bain froid 10 minutes.

#### 6.5 Détermination de la radioactivité

Verser dans chaque bouteille à scintillation<sup>2</sup> 10 ml de liquide à scintillation;  
ajouter 0.5 ml du surnageant provenant des tubes traités au Florisil;  
ajuster l'appareil<sup>3</sup> pour obtenir le temps nécessaire à 10,000 comptes.

---

<sup>1</sup> Florisil, (60-100 mesh),  
Fisher Scientific Company,  
Chemical Manufacturing Division,  
Fair Lawn, New Jersey, U.S.A.

<sup>2</sup> Spectravial I - No. 3326  
Nuclear-Chicago Corporation,  
3300 Cavendish Bld., Montréal 28, Que.

<sup>3</sup> Nuclear-Chicago Model 6860 Mark I<sup>tm</sup> High-Performance  
Liquid Scintillation Computer,  
Nuclear-Chicago Corporation,  
3300 Cavendish Bld., Montréal 28, Que.

### 6.6 Courbe étalon

Les bouteilles contenant les quantités connues de cortisol (0, 10, 20, 30, et 40 ng) sont portées en abscisse tandis que le temps nécessaire à l'émission de 10,000 comptes est porté en ordonnée.

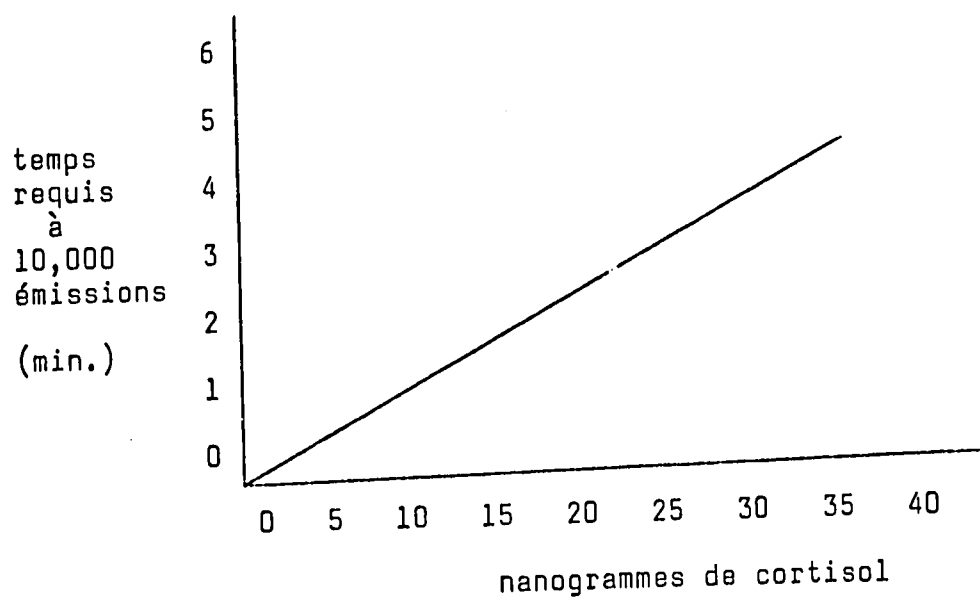


Figure 3 Exemple de courbe étalon qui sert à déterminer la teneur en cortisol.

## 6.7 Détermination des inconnus

La teneur en cortisol des échantillons expérimentales était lue sur la courbe étalon selon le temps requis pour 10,000 comptes<sup>1</sup>.

### 3.2 Sérum

#### 4.1 But

Le profil chimique était obtenu pour chaque échantillon de sang veineux afin d'explorer les principales composantes sériques en rapport avec les variations du cortisol.

#### 4.2 Instrument d'analyse

Le profil chimique était établi au moyen du "SEQUENTIAL MULTIPLE AUTO-ANALYSER"<sup>2</sup>, communément appelé SMA-12<sup>3</sup> et comportait les douze paramètres suivants:

---

<sup>1</sup> Lors de chaque session d'analyse, une courbe standard était établie et, chaque échantillon analysé durant cette session l'était d'après cette nouvelle courbe standard.

<sup>2</sup> Technicon Instruments Corporation, Ardsley, New York, U.S.A.

<sup>3</sup> L'Hôpital Notre-Dame de Montréal, qui possède un "sequential multiple auto-analyser, le désigne sous le nom de "MULTI-12".

sodium,  
potassium,  
chlorure,  
bioxyde de carbone,  
protéines totales,  
albumine,  
azote,  
glucose,  
calcium,  
bilirubine,  
phosphatase alcaline,  
transaminase glutamo-oxalacétique.

A partir de 2.5 ml de sérum la concentration de ces douze substances était inscrite sur un seul graphique nommé "Serum Chemistry Graph" (SCG). Un étalon<sup>1</sup> était introduit et analysé à tout les dix échantillons et des échantillons témoins étaient aussi analysés tous les jours.

### 3.3 Sang entier

Chaque échantillon était également soumis à la détermination de l'hémoglobine (Wintrobe 1967A) et de l'hématocrite

---

<sup>1</sup> témoins sériques lyophilisés (freeze-dried) obtenus commercialement.

(Wintrobe 1967B).

## 2.6 Traitement statistique

Lors de la sélection initiale des sujets, nous avons considéré comme athlètes, ou habitués à l'exercice, les sujets qui présentaient une consommation maximale d'oxygène égale ou supérieure à 3.52 l. / min. et, comme non-athlètes, ou non-habitués à l'exercice, ceux dont la consommation maximale était égale ou inférieure à 2.52 l. / min.. Vu que les deux groupes comprenaient le même nombre de membres, nous avons appliqué l'analyse de la variance pour groupements égaux (Winer 1962A). Subséquemment, après constatation de l'effet du travail musculaire sur le rythme cardiaque et la consommation d'oxygène<sup>1</sup>, nous avons, avec avantage, redistribué athlètes et non-athlètes. Cette nouvelle distribution amenant la formation de groupes inégaux, l'analyse de la variance fut pratiquée d'après une méthode de Winer (1962B) pour le cas de groupements inégaux<sup>2</sup>.

Cette analyse de la variance donnait les renseignements suivants:

### I. Effet du conditionnement physique

---

<sup>1</sup> voir appendice C, page

<sup>2</sup> les détails de ce traitement statistique sont protégés en appendice A, page

2. Effet de l'exercice

3. Interaction

## 2.7 Présentation des résultats.

Les résultats obtenus pour chacun des paramètres seront ainsi présentés dans les pages qui suivent:

### 3.1 Tableaux II(A) à XVI(A)

Chaque entrée de ces tableaux exprime la moyenne des valeurs individuelles pour chacun des sujets et pour deux séances de travail.

### 3.2 Tableaux II(B) à XVI(B)

Ces tableaux expriment les moyennes et les écarts-types de la moyenne pour chacun des groupes aux sept temps de collection. Viennent ensuite les résultats obtenus par l'analyse de la variance pratiquée sur 1) les valeurs au repos, 2) les valeurs au cours de la période de travail musculaire, et 3) les valeurs au cours de la période de récupération.

### 3.3 Tableaux II(C) à XVI(C)

Ces tableaux montrent, pour chacun des groupes, le pourcentage de différence depuis l'auto-témoin, ainsi que la

moyenne des écrats depuis la valeur au repos (valeur entre parenthèses).

### 3.4 Figures 4(A) à 18(A)

Ces figures représentent les pourcentages exprimés aux tableaux II(C) à XVI(C).

### 3.5 Figures 4(B) à 18(B)

Ces figures représentent les écarts exprimés aux tableaux II(C) à XVI(C).

### 1.3 Résultats

#### 2.1 Cortisol plasmatique<sup>1</sup> (tableaux II(A), (B), (C); figures 4(A) et 4(B)).

La cortisolémie au repos montre de grandes variations individuelles, tant chez les athlètes que chez les non-athlètes (6.4 - 28.0 mg%). Au cours du travail, la cortisolémie du non-athlète monte rapidement jusqu'à un maximum à trente minutes après la fin de l'exercice, et retourne graduellement vers la valeur-témoin au cours de la récupération. Chez l'athlète, on observe une baisse significative dès les premiers dix minutes de travail, suivit d'une légère remontée. La récupération est accompagnée d'une descente continue.

Les différences de conditionnement physique entre athlètes et non-athlètes et surtout l'exercice affectent tous deux d'une manière significative la cortisolémie chez les deux groupes.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 7 - 19 mg%

TABLEAU II(A)

CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes               | Sujets | 0    | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A<br>athlètes         | Zi     | 10.6 | 6.5  | 7.7  | 7.7  | 3.6  | 1.6  | 4.5  |
|                       | Di     | 25.9 | 22.6 | 25.5 | 23.4 | 18.2 | 15.4 | 11.1 |
|                       | Pl     | 28.0 | 22.0 | 23.4 | 24.3 | 19.3 | 13.8 | 10.5 |
|                       | Sp     | 26.5 | 15.7 | 15.7 | 15.9 | 12.5 | 9.1  | 6.2  |
|                       | Tr     | 17.4 | 11.6 | 14.0 | 15.4 | 14.6 | 11.5 | 6.9  |
|                       | Br     | 12.3 | 8.8  | 9.0  | 7.8  | 7.3  | 17.6 | 11.6 |
|                       | Du     | 14.2 | 9.6  | 8.9  | 9.8  | 6.7  | 6.9  | 6.2  |
|                       |        |      |      |      |      |      |      |      |
| B<br>non-<br>athlètes | Se     | 20.0 | 22.4 | 29.5 | 28.8 | 32.1 | 24.4 | 16.2 |
|                       | Ri     | 10.5 | 10.1 | 12.3 | 14.4 | 14.6 | 13.3 | 12.3 |
|                       | Fo     | 6.4  | 6.4  | 10.0 | 14.1 | 14.9 | 12.2 | 10.1 |

TABLEAU II(B)

CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Temps de collection (minutes) |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Groupes                       | 0                    | 10                   | 20                   | 30                   | 60                   | 90                   | 150                  |
| A (athlètes)                  | 19.3 <sup>+6.8</sup> | 13.8 <sup>+2.4</sup> | 14.9 <sup>+3.0</sup> | 14.9 <sup>+2.7</sup> | 11.7 <sup>+3.2</sup> | 10.8 <sup>+4.4</sup> | 8.1 <sup>+6.5</sup>  |
| B (non-athlètes)              | 12.3 <sup>+5.7</sup> | 13.0 <sup>+1.1</sup> | 17.3 <sup>+3.3</sup> | 19.1 <sup>+2.1</sup> | 20.5 <sup>+3.3</sup> | 16.6 <sup>+1.2</sup> | 12.9 <sup>+3.2</sup> |

|                         |    |                                    |                      |
|-------------------------|----|------------------------------------|----------------------|
| Analyse de la variance: | 1. | Effet du conditionnement physique: | $\frac{F}{23.58}$ xx |
|                         | 2. | Effet de l'exercice:               | 5.93 xxx             |
|                         | 3. | Interaction:                       | 4.61                 |

TABLEAU II(C)

CORTISOL PLASMATIQUE ( $\mu\text{g}\%$ ) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TÉMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                        |            |            |            |            |            |
|------------------|-------------------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                  | 0                             | 10                     | 20         | 30         | 60         | 90         | 150        |
| A (athlètes)     | 100%                          | 72%(-5.5) <sup>@</sup> | 77%(-4.4)  | 77%(-4.4)  | 60%(-7.6)  | 56%(-8.5)  | 42%(-11.2) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 106%(+0.7)             | 141%(+5.0) | 155%(+1.2) | 167%(+8.2) | 135%(+4.3) | 105%(+0.6) |

<sup>@</sup> Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 4(A)

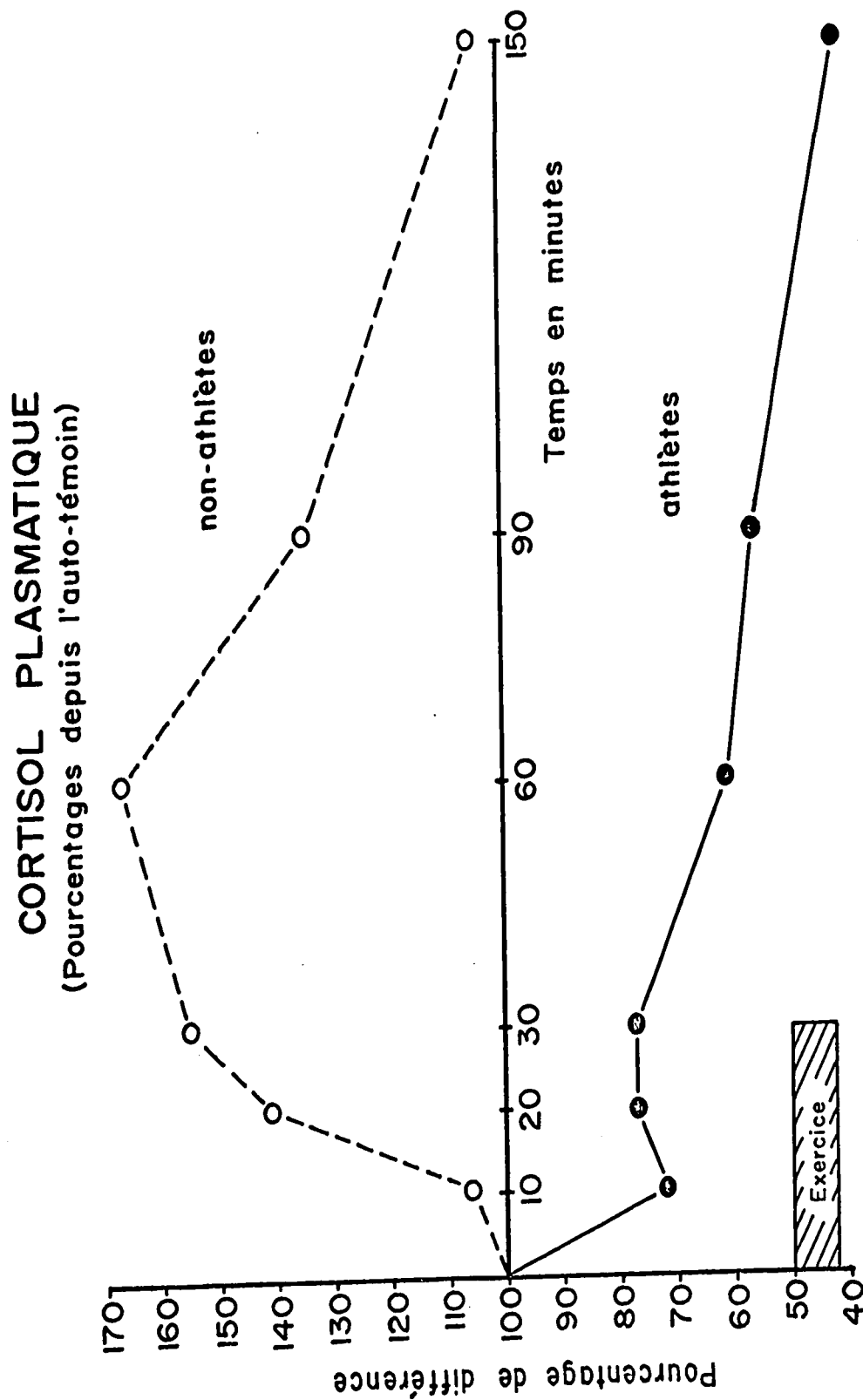
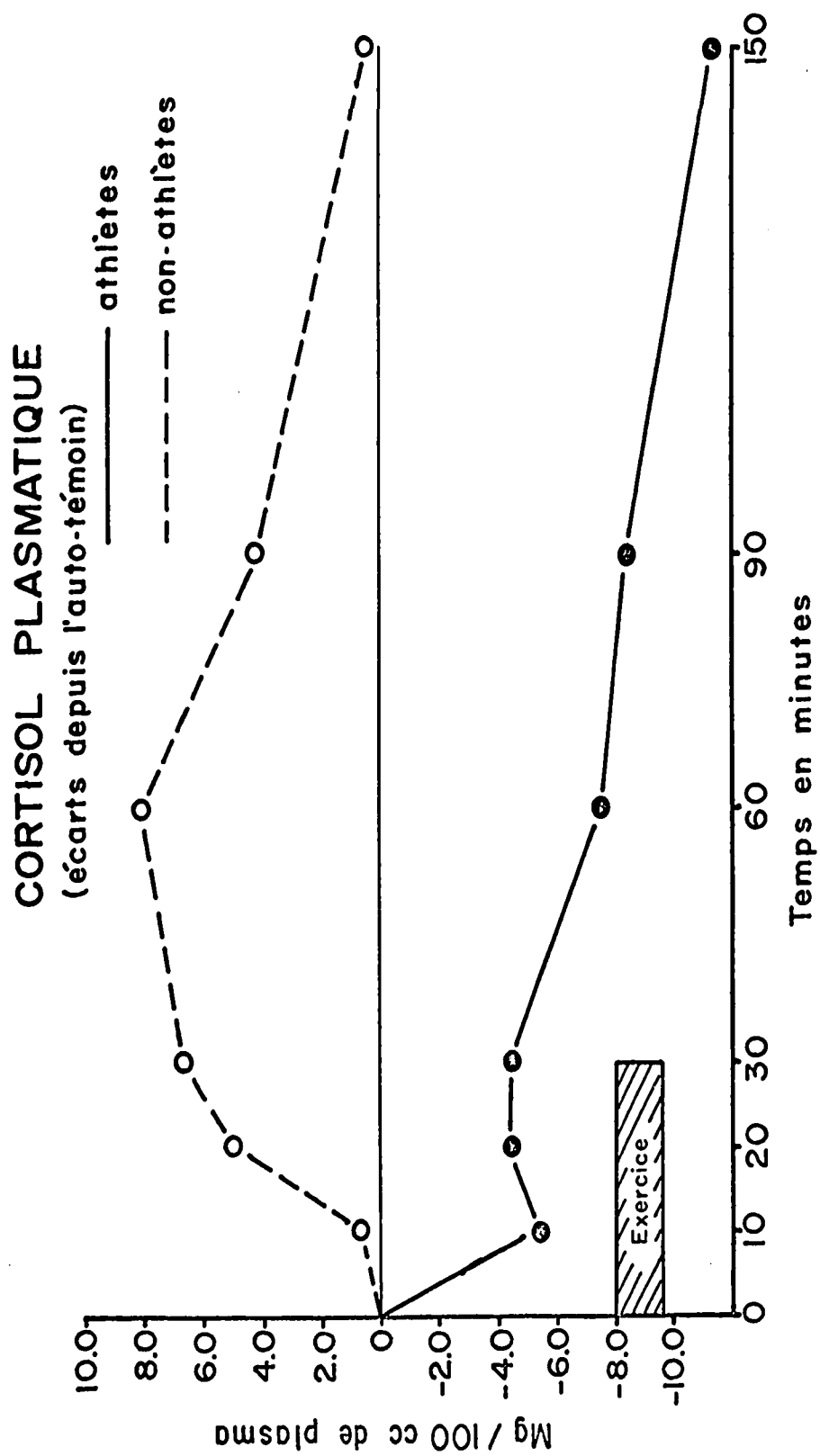


Fig. 4(B)



2.2 Glucose sanguin<sup>1</sup> (tableaux III(A), (B) et (C);  
figures 5(A) et 5(B).

La glycémie au repos montre des paliers différents pour les non-athlètes (62.5 - 66,0 mg%) et les athlètes (71.5 - 84.5 mg%); la valeur statistique de cette différence semble très significative (.1%).

Contrairement aux athlètes où la glycémie reste stable durant le travail musculaire et durant la période post-agressive, les non-athlètes accusent, durant l'exercice, une élévation considérable et de courte durée; la récupération abaisse la glycémie sans la remener cependant à la valeur-témoin.

Le conditionnement physique et l'exercice musculaire de chaque groupes semblent affecter significativement le niveau de la glycémie; il faut noter le parallélisme entre la glycémie et la cortisolémie.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologique normales: 65 - 110 mg%

TABLEAU III(A)

GLUCOSE SERIQUE (mq%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

|                   |    | 0    | 10   | 20    | 30    | 60   | 90   | 150  |
|-------------------|----|------|------|-------|-------|------|------|------|
| A<br>athlètes     | Zi | 74.5 | 80.0 | 82.5  | 80.0  | 84.0 | 76.5 | 87.0 |
|                   | Di | 84.5 | 75.0 | 74.5  | 74.0  | 76.0 | 75.0 | 78.5 |
|                   | Pl | 71.5 | 68.5 | 69.0  | 68.0  | 74.0 | 72.5 | 73.5 |
|                   | Sp | 81.0 | 80.5 | 83.0  | 79.0  | 79.5 | 84.5 | 82.0 |
|                   | Tr | 71.5 | 81.0 | 84.5  | 94.5  | 74.0 | 65.0 | 75.0 |
|                   | Br | 82.5 | 73.0 | 77.5  | 75.0  | 80.5 | 88.0 | 88.5 |
|                   | Du | 75.0 | 72.5 | 74.0  | 73.5  | 73.5 | 70.0 | 70.5 |
| B<br>non-athlètes | Se | 66.0 | 87.0 | 100.0 | 97.0  | 85.0 | 78.0 | 81.0 |
|                   | Ri | 62.5 | 68.0 | 75.0  | 104.5 | 65.5 | 70.0 | 80.5 |
|                   | Fo | 65.5 | 89.0 | 94.0  | 100.5 | 76.5 | 82.0 | 80.0 |

Groupes      Sujets

TABLEAU III(B)

GLUCOSE SERIQUE (mg%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

Temps de collection (minutes)

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                |                 |                 |                |                |
|------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|                  | 0                             | 10             | 20              | 30              | 60             | 90             |
| A (athlètes)     | 77.2 $\pm$ 5.0                | 75.8 $\pm$ 4.5 | 77.9 $\pm$ 5.3  | 77.7 $\pm$ 7.8  | 77.4 $\pm$ 3.7 | 75.9 $\pm$ 7.4 |
| B (non-athlètes) | 64.7 $\pm$ 1.5                | 81.3 $\pm$ 9.5 | 89.7 $\pm$ 10.6 | 100.7 $\pm$ 3.1 | 75.7 $\pm$ 8.0 | 76.7 $\pm$ 5.0 |

Analyse de  
la variance:

1. Effet du conditionnement physique:
2. Effet de l'exercice:
3. Interaction:

|          |       |     |
|----------|-------|-----|
| <u>F</u> | 26.81 | xxx |
|          | 9.26  | xxx |
|          | 8.35  | xxx |

TABLEAU III(C)

GLUCOSE SERIQUE (mg%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                        |             |             |             |             |
|------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  | 0                             | 10                     | 20          | 30          | 60          | 90          |
| A (athlètes)     | 100%                          | 98%(-1.4) <sup>@</sup> | 101%(+0.6)  | 101%(+0.6)  | 100%(+0.1)  | 98%(-1.3)   |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 126%(+16.7)            | 139%(+25.0) | 156%(+36.0) | 117%(+11.0) | 119%(+12.0) |
|                  |                               |                        |             |             |             | 124%(+15.8) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 5(A)

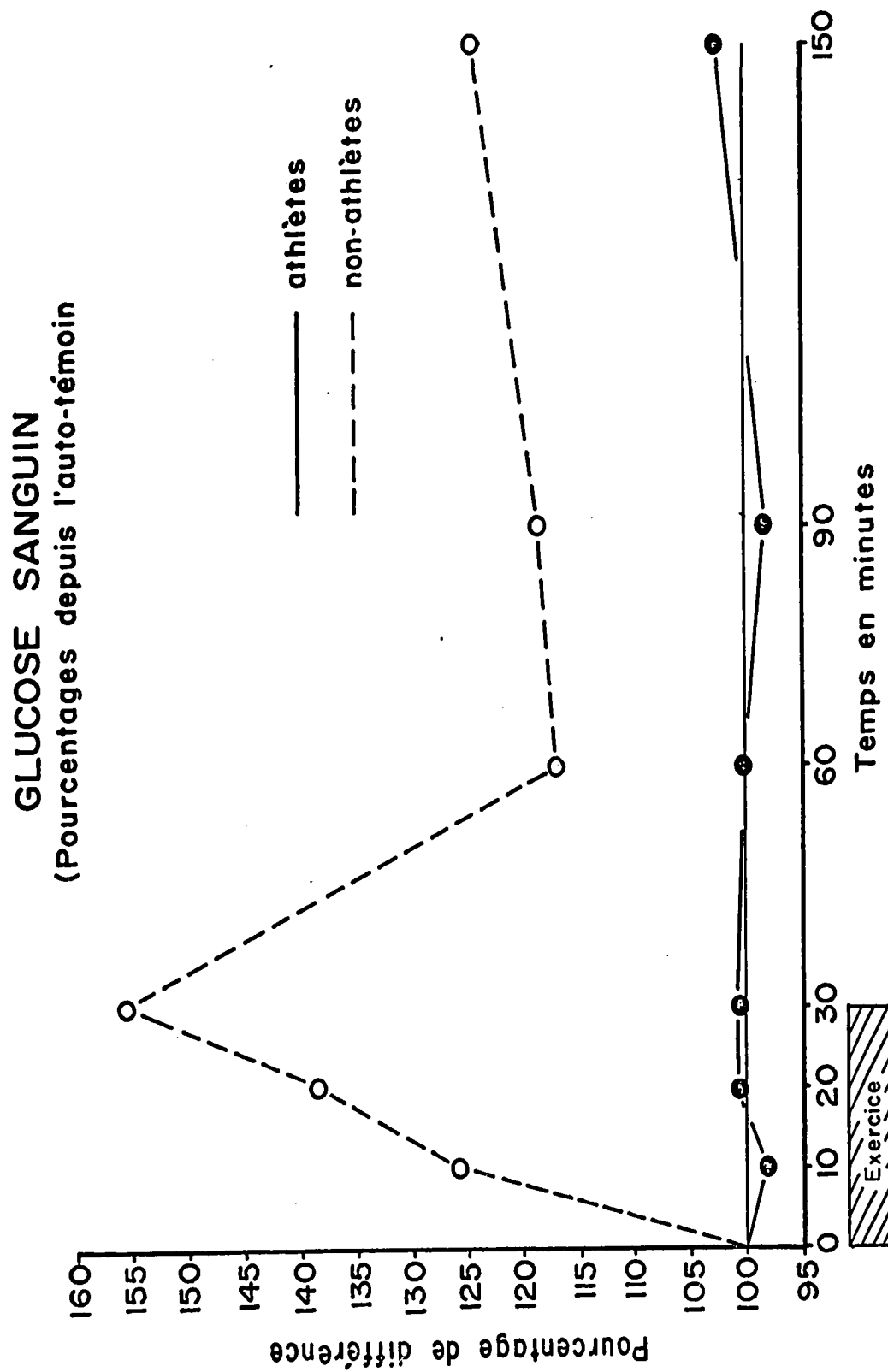
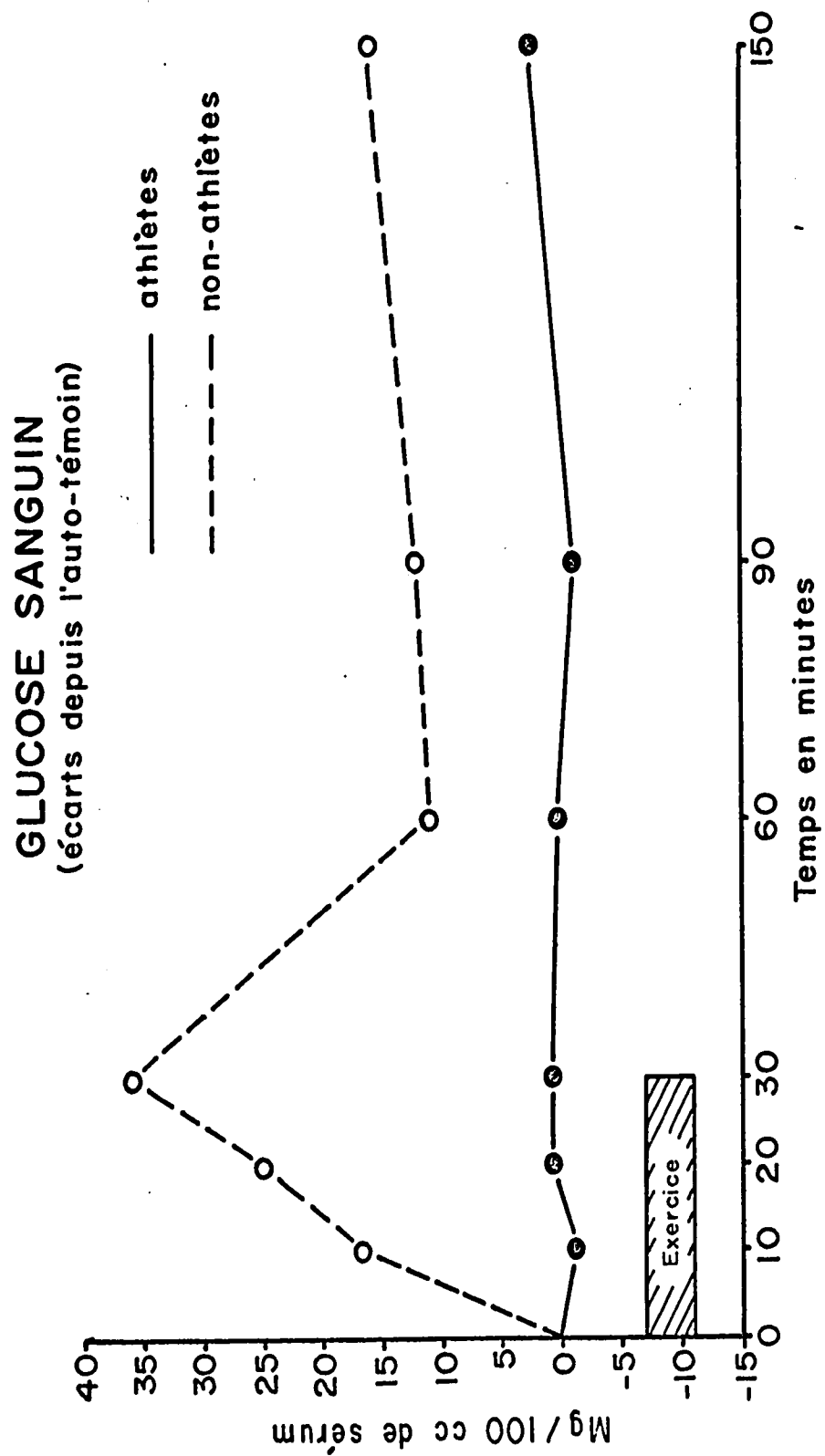


Fig. 5(B)



2.3 Bioxyde de carbone en solution dans le sérum<sup>1</sup> (tableaux IV(A), (B) et (C); figures 6(A) et 6(B)).

Les deux groupes accusent une baisse au cours de l'exercice: chez l'athlète, cette perte en  $\text{CO}_2$  est peu significative si on le compare à la valeur-témoin ( $p > 0.05$ ); chez le non-athlète, au contraire, cette baisse est nettement significative.

Dès la fin de l'exercice musculaire, la teneur en  $\text{CO}_2$  dissout remonte vers la valeur-témoin chez les deux groupes.

Le conditionnement et l'exercice affectent significativement ce paramètre, mais au cours de l'activité musculaire seulement.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 24 - 32 mEq/Litre.

TABLEAU IV(A)

BIOXYDE DE CARBONE (mEq/L.) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

|                       |        | 0      | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
|-----------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
| A<br>athlètes         | Groupe | Sujets |      |      |      |      |      |      |
|                       |        | Zi     | 22.8 | 23.0 | 22.8 | 25.5 | 27.3 | 28.0 |
|                       |        | Di     | 21.0 | 21.0 | 19.3 | 24.0 | 25.0 | 24.8 |
|                       |        | Pl     | 26.5 | 24.0 | 24.5 | 25.8 | 26.8 | 28.5 |
|                       |        | Sp     | 20.5 | 21.5 | 21.8 | 24.0 | 25.0 | 26.8 |
|                       |        | Tr     | 23.0 | 21.8 | 21.5 | 26.5 | 27.0 | 27.8 |
|                       |        | Br     | 23.0 | 22.8 | 20.8 | 25.3 | 25.5 | 26.0 |
|                       |        | Du     | 19.5 | 18.8 | 18.3 | 23.3 | 25.3 | 26.8 |
| B<br>non-<br>athlètes |        | Se     | 18.0 | 13.5 | 14.5 | 23.0 | 23.0 | 25.0 |
|                       |        | Ri     | 20.0 | 13.0 | 11.0 | 23.0 | 26.0 | 27.3 |
|                       |        | Fo     | 19.0 | 16.0 | 14.8 | 24.8 | 26.0 | 27.5 |

TABLEAU IV(B)

BIOXYDE DE CARBONE (mEq/L.) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

Temps de collection (minutes)

| Groupes          | 0              | 10             | 20             | 30             | 60             | 90             | 150            |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| A (athlètes)     | 26.6 $\pm$ 1.1 | 22.3 $\pm$ 2.1 | 21.8 $\pm$ 1.6 | 21.3 $\pm$ 1.9 | 24.9 $\pm$ 1.1 | 26.0 $\pm$ 0.9 | 27.0 $\pm$ 1.2 |
| B (non-athlètes) | 26.7 $\pm$ 0.9 | 19.0 $\pm$ 0.8 | 14.2 $\pm$ 1.3 | 13.4 $\pm$ 1.7 | 23.6 $\pm$ 0.8 | 25.0 $\pm$ 1.4 | 26.6 $\pm$ 1.1 |

|                         |                                      |            |
|-------------------------|--------------------------------------|------------|
| Analyse de la variance: | 1. Effet du conditionnement physique | F          |
|                         | 2. Effet de l'exercice:              | 79.55 xxx  |
|                         | 3. Interaction:                      | 138.36 xxx |
|                         |                                      | 24.72 xxx  |

TABLEAU IV(C)

BIOXYDE DE CARBONE (mEq/L.) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMPOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |           |                        |            |           |                      |
|------------------|-------------------------------|-----------|------------------------|------------|-----------|----------------------|
|                  | 0                             | 10        | 20                     | 30         | 60        | 90 150               |
| A (athlètes)     | 100%                          | 84%(-4.3) | 82%(-4.8) <sup>@</sup> | 80%(-5.3)  | 94%(-1.7) | 97%(-0.8) 101%(+0.3) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 71%(-7.7) | 53%(-12.5)             | 50%(-13.2) | 89%(-3.1) | 94%(-1.7) 100%(-0.1) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 6(A)

# BIOXYDE DE CARBONE EN SOLUTION (Pourcentages depuis l'auto-témoin)

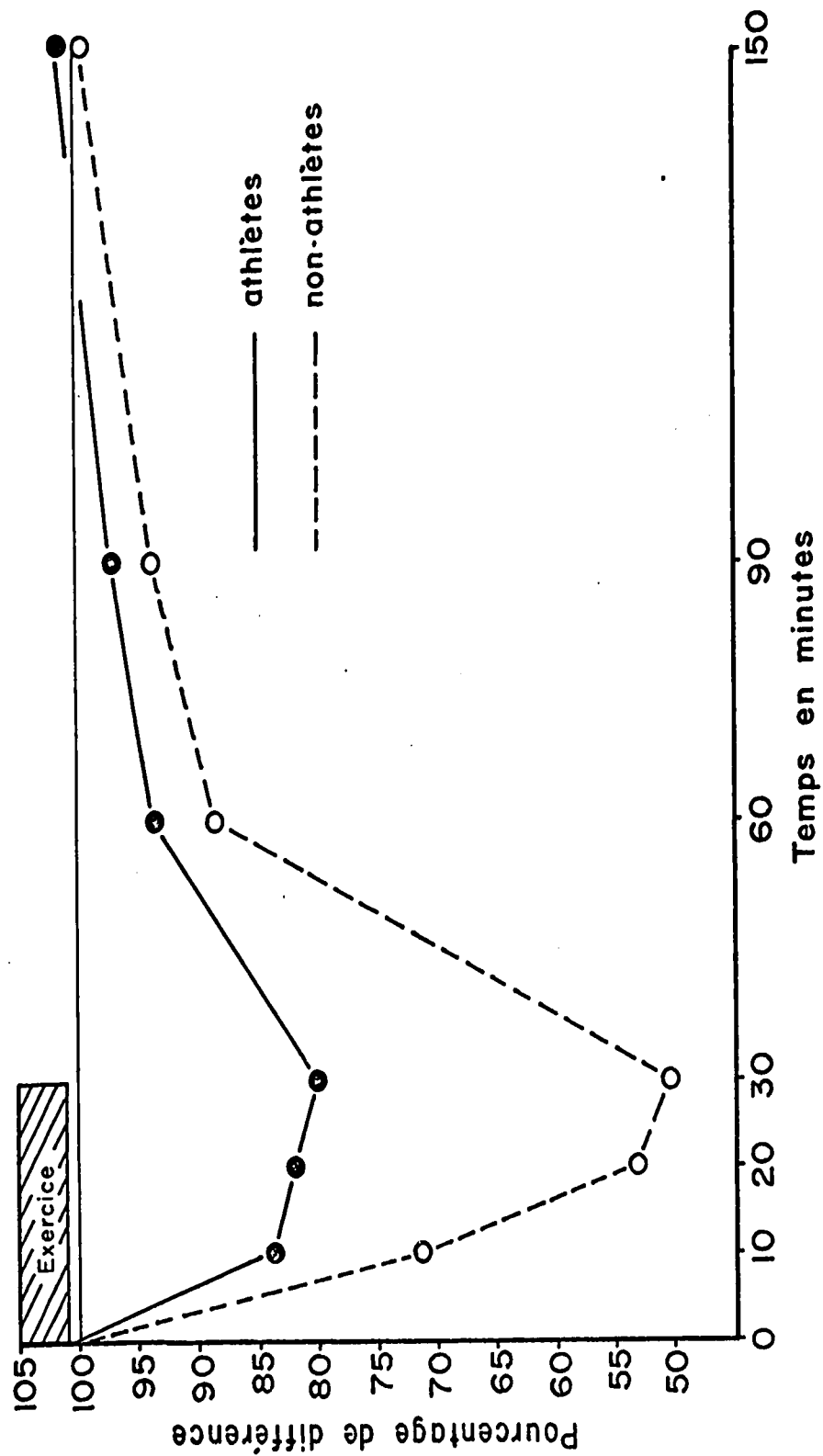
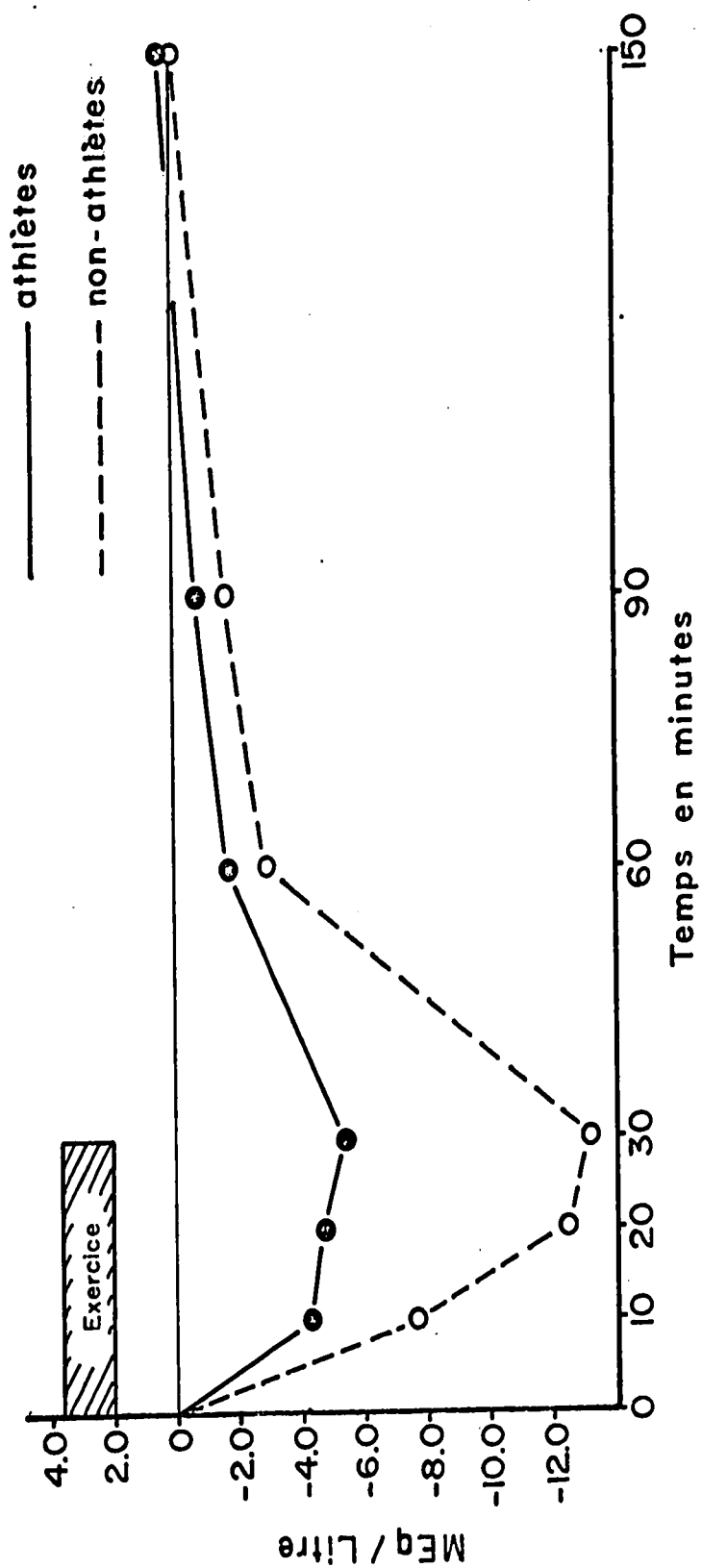


Fig. 6(B)

# BIOXYDE DE CARBONE

(écarts depuis l'auto-témoin)



2.4 Calcium sérique,  $\text{Ca}^{++1}$  (tableaux V(A), (B) et (C); figures 7(A) et 7(B).

Quoique les deux groupes semblent occuper des paliers caractéristiques, ces valeurs restent à l'intérieur de la norme clinique; la différence entre les groupes n'est pas significative dans la majorité des cas.

Même si l'analyse de la variance suggère un effet significatif de l'exercice ou de l'entraînement, les écarts minuscule confirment la stabilité de cette valeur.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales; 9.0 - 11.5 mg%

TABLEAU V(A)

CALCIUM SERIQUE (mq%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes               | Sujets | 0    | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A<br>athlètes         | Zi     | 9.5  | 9.8  | 10.1 | 9.9  | 9.0  | 9.1  | 9.4  |
|                       | Di     | 9.9  | 10.4 | 10.5 | 10.1 | 9.7  | 9.8  | 9.8  |
|                       | Pl     | 9.7  | 10.3 | 10.2 | 10.4 | 9.5  | 9.5  | 9.8  |
|                       | Sp     | 9.7  | 10.0 | 10.0 | 10.1 | 9.5  | 9.6  | 10.1 |
|                       | Tr     | 9.8  | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 9.6  | 9.6  | 9.7  |
|                       | Br     | 10.1 | 10.2 | 10.6 | 10.5 | 10.2 | 10.1 | 9.9  |
|                       | Du     | 10.1 | 10.8 | 11.0 | 10.7 | 10.2 | 10.3 | 10.5 |
|                       | Se     | 10.7 | 12.3 | 12.1 | 11.9 | 10.8 | 10.8 | 11.1 |
| B<br>non-<br>athlètes | Ri     | 9.9  | 10.9 | 10.7 | 10.8 | 10.1 | 10.0 | 9.9  |
|                       | Fo     | 9.9  | 10.0 | 10.2 | 9.9  | 9.8  | 9.6  | 9.7  |

TABLEAU V(B)

CALCIUM SERIQUE (mq%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |          |          |          |          |          |
|------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                  | 0                             | 10       | 20       | 30       | 60       | 90       |
| A (athlètes)     | 9.8±0.2                       | 10.2±0.3 | 10.4±0.3 | 10.3±0.3 | 9.7±0.4  | 9.7±0.4  |
| B (non-athlètes) | 10.2±0.4                      | 11.1±0.9 | 11.0±0.8 | 10.9±0.8 | 10.2±0.4 | 10.1±0.5 |

|                         |                                      |           |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Analyse de la variance: | 1. Effet du conditionnement physique | F         |
|                         | 2. Effet de l'exercice:              | 13.82 xx  |
|                         | 3. Interaction:                      | 26.96 xxx |
|                         |                                      | 1.71 N.S. |

TABLEAU V(C)

CALCIUM SERIQUE (mq%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| <u>Groupes</u>   | <u>Temps de collection (minutes)</u> |                         |            |            |            |                      |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|----------------------|
|                  | 0                                    | 10                      | 20         | 30         | 60         | 90 150               |
| A (athlètes)     | 100%                                 | 104%(+.40) <sup>@</sup> | 106%(+.56) | 105%(+.48) | 98%(-.16)  | 99%(-.12) 101%(+.05) |
| B (non-athlètes) | 100%                                 | 109%(+.92)              | 108%(+.85) | 105%(+.70) | 101%(+.08) | 100%(-.05) 99%(-.07) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 7(A)

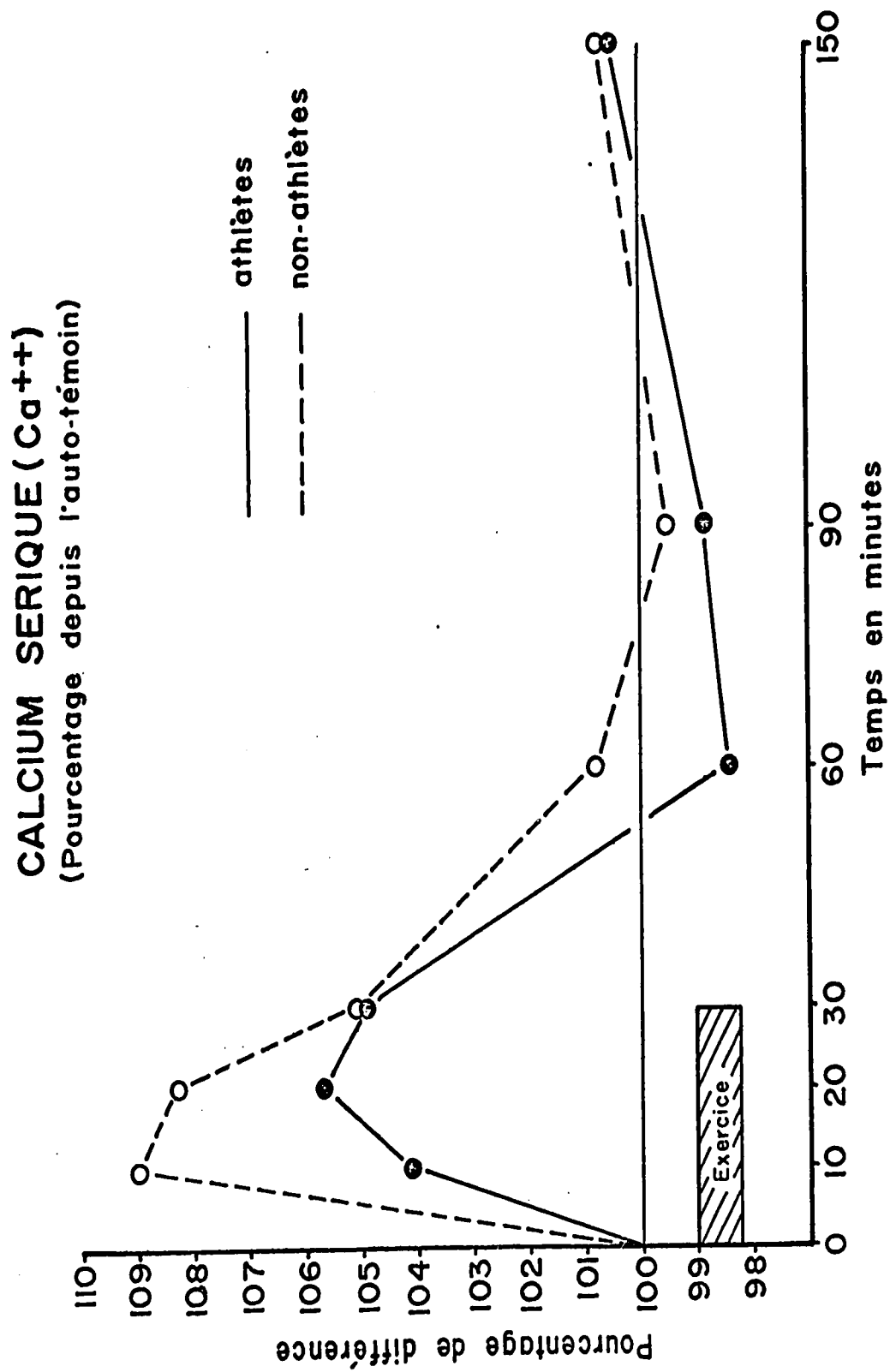
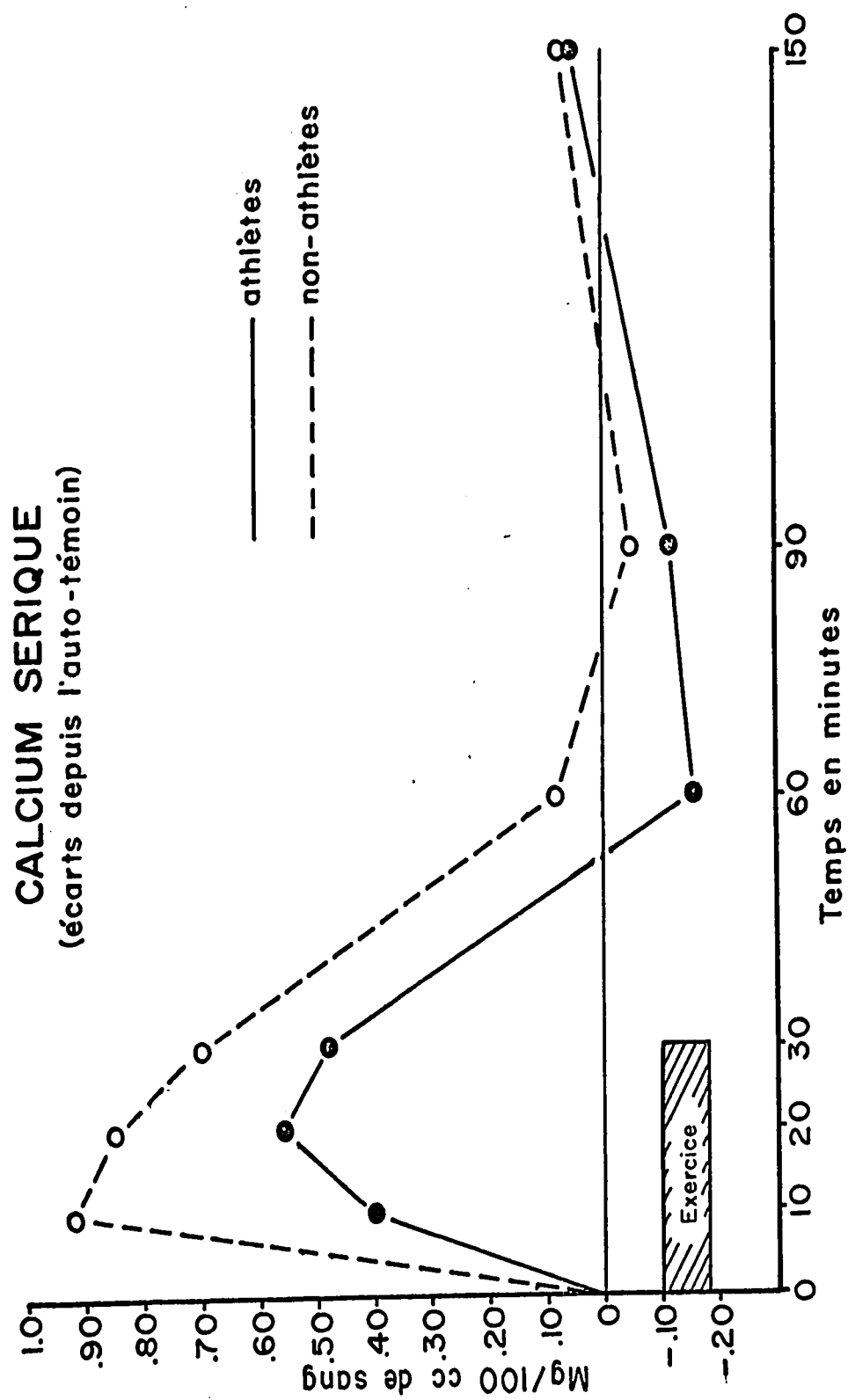


Fig. 7(B)



2.5 Phosphatase alcaline<sup>1</sup> (tableaux VI(A), (B) et (C);  
figures 8(A) et 8(B)).

L'exercice musculaire élève légèrement et également le taux de la phosphatase alcaline chez les athlètes et les non-athlètes; cette élévation n'est pas significative par rapport à la valeur-témoin.

Alors que le taux de la phosphatase alcaline de l'athlète retourne à la valeur-témoin tôt après l'exercice, la baisse plus forte du taux observée chez le non-athlète au cours de la période de récupération n'est pas significative.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 4 - 12 unités King-Armstrong.

TABLEAU VI(A)  
PHOSPHATASE ALCALINE $\phi$  - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupe                | Sujets | 0    | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A<br>athlètes         | Zi     | 7.3  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 6.8  | 7.0  | 7.0  |
|                       | Di     | 7.0  | 7.3  | 7.5  | 7.5  | 6.8  | 6.5  | 6.5  |
|                       | Pl     | 9.0  | 10.0 | 9.8  | 10.0 | 8.8  | 8.8  | 8.8  |
|                       | Sp     | 6.5  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 6.5  | 6.5  | 6.8  |
|                       | Tr     | 9.5  | 9.5  | 9.8  | 9.8  | 8.5  | 8.5  | 8.5  |
|                       | Br     | 5.3  | 5.5  | 5.5  | 5.5  | 5.0  | 5.0  | 5.0  |
|                       | Du     | 7.8  | 8.8  | 8.8  | 8.8  | 7.5  | 7.8  | 7.8  |
| B<br>non-<br>athlètes | Se     | 13.0 | 13.5 | 13.5 | 13.5 | 11.0 | 11.0 | 12.0 |
|                       | Ri     | 8.3  | 8.8  | 11.0 | 8.8  | 7.0  | 7.0  | 7.0  |
|                       | Fo     | 8.3  | 8.3  | 8.5  | 8.8  | 6.8  | 6.5  | 7.3  |

$\phi$  = Unité King-Armstrong

TABLEAU VI(B)

PHOSPHATASE ALCALINE  $\phi$  - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                |                |                |               |               |
|------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|                  | 0                             | 10             | 20             | 30             | 60            | 150           |
| A (athlètes)     | 7.5 $\pm$ 1.3                 | 8.0 $\pm$ 1.4  | 8.0 $\pm$ 1.4  | 8.1 $\pm$ 1.5  | 7.1 $\pm$ 1.2 | 7.2 $\pm$ 1.2 |
| B (non-athlètes) | 9.8 $\pm$ 2.2                 | 10.2 $\pm$ 2.4 | 11.0 $\pm$ 2.0 | 10.3 $\pm$ 2.2 | 8.3 $\pm$ 1.9 | 8.2 $\pm$ 2.0 |
|                  |                               |                |                |                | 8.2 $\pm$ 2.0 | 8.8 $\pm$ 2.3 |

 $\phi$  = Unité King-Armstrong

Analyse de la variance: 1. Effet du conditionnement physique:  
 2. Effet de l'exercice:  
 3. Interaction:

F  
 14.30 xx  
 20.67 xxx  
 2.16 N.S.

TABLEAU VI(C)

PHOSPHATASE ALCALINE<sup>ø</sup> - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TÉMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |            |            |            |           |                     |
|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------|---------------------|
|                  | 0                             | 10         | 20         | 30         | 60        | 90 150              |
| A (athlètes)     | 100%                          | 107%(+0.5) | 108%(+0.6) | 108%(+0.6) | 99%(-0.1) | 99%( 0.1) 100%      |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 103%(+0.3) | 110%(+1.0) | 105%(+0.5) | 84%(-1.6) | 83%(-1.7) 89%(-1.0) |

ø = Unité King-Armstrong

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 8(A)

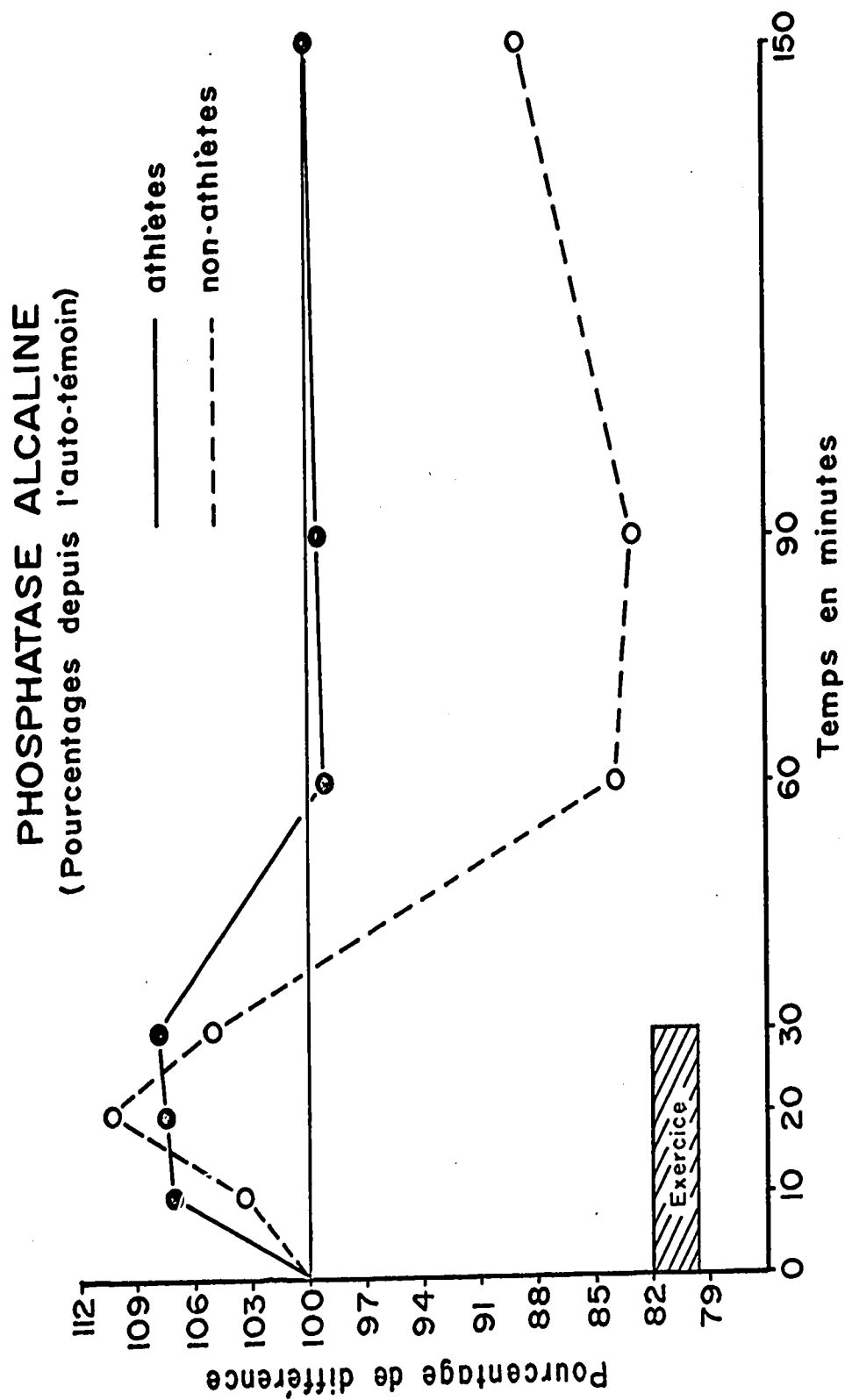
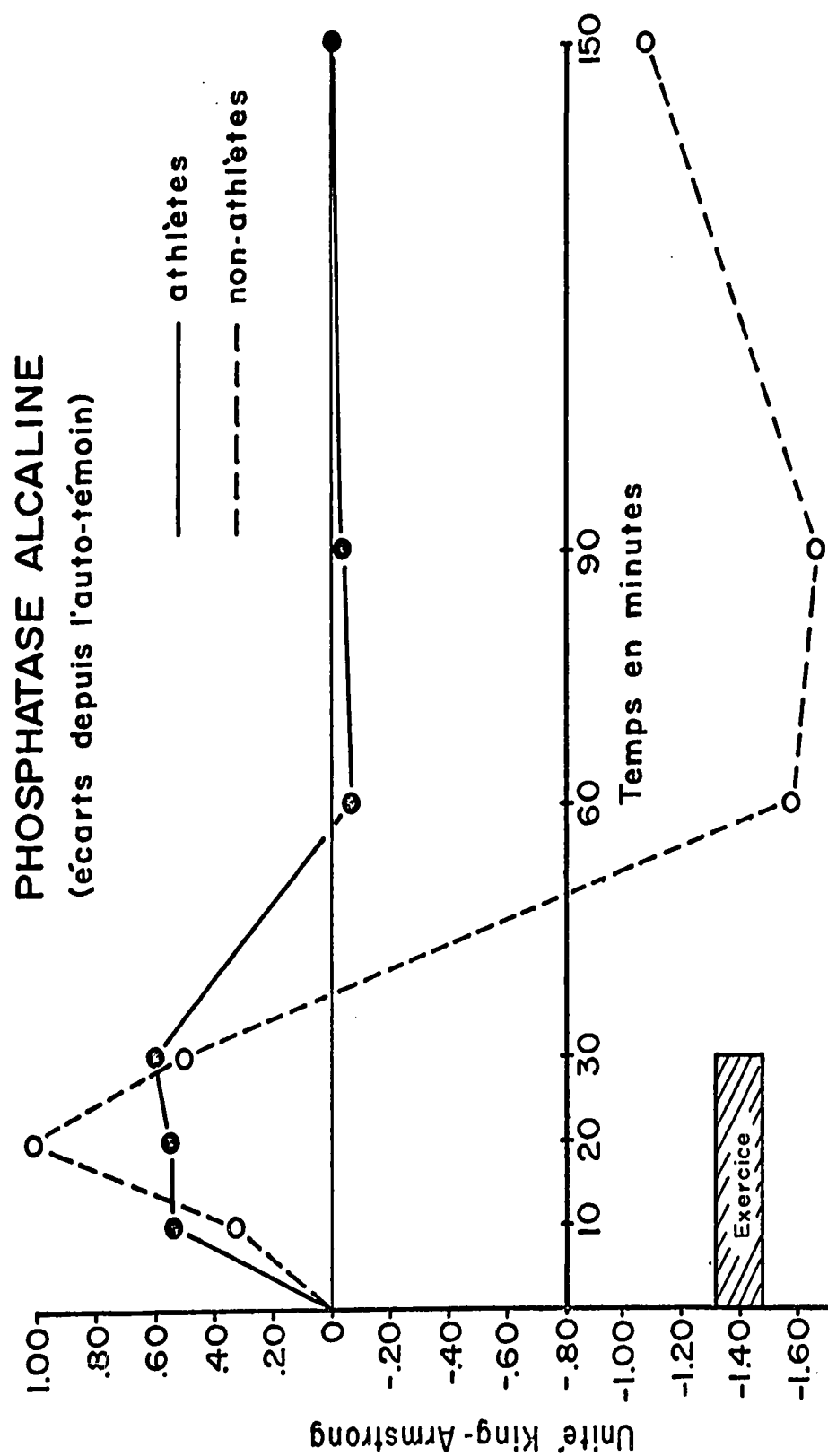


Fig. 8(B)



2.6 Hémoglobine<sup>1</sup> (tableaux VII(A), (B) et (C); figures 9(A) et 9(B)).

Une modeste élévation du taux d'hémoglobine au cours de l'exercice, promptement corrigée après la période de travail, représente une réponse à peu près identique chez les deux groupes. Aucune signification statistique ne peut être attachée aux changements de ce paramètre.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 14 - 17 mg%.

TABLEAU VII(A)

HEMOGLOBINE (gm%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes               | Sujets | 0    | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A<br>athlètes         | Zi     | 14.8 | 16.1 | 16.3 | 16.0 | 14.6 | 14.8 | 14.9 |
|                       | Di     | 15.0 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 14.9 | 14.6 | 14.7 |
|                       | Pl     | 15.0 | 16.1 | 16.1 | 16.6 | 14.7 | 14.5 | 14.5 |
|                       | Sp     | 13.4 | 15.0 | 14.5 | 15.0 | 14.0 | 13.1 | 13.4 |
|                       | Tr     | 12.7 | 13.7 | 13.7 | 13.4 | 11.8 | 11.6 | 12.4 |
|                       | Br     | 14.5 | 15.7 | 16.0 | 15.7 | 14.6 | 14.6 | 14.7 |
|                       | Du     | 14.0 | 14.4 | 15.2 | 15.2 | 14.1 | 14.3 | 14.4 |
| B<br>non-<br>athlètes | Se     | 15.4 | 16.9 | 17.5 | 16.7 | 15.4 | 15.4 | 16.0 |
|                       | Ri     | 16.2 | 18.3 | 18.4 | 18.1 | 16.3 | 16.0 | 16.1 |
|                       | Fo     | 16.6 | 17.9 | 18.6 | 17.9 | 16.5 | 16.2 | 17.3 |

TABLEAU VII(B)

HEMOGLOBINE (gm%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

Temps de collection (minutes)

| Groupes          | 0        | 10       | 20       | 30       | 60       | 90       | 150      |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A (athlètes)     | 14.2±0.8 | 15.3±0.9 | 15.4±0.9 | 15.4±1.0 | 14.1±1.0 | 13.9±1.1 | 14.1±0.8 |
| B (non-athlètes) | 16.1±0.5 | 17.7±0.6 | 18.2±0.5 | 17.6±0.6 | 16.1±0.5 | 15.9±0.3 | 16.5±0.6 |

Analyse de  
la variance:

1. Effet du conditionnement physique:
2. Effet de l'exercice:
3. Interaction:

|       |     |
|-------|-----|
| F     |     |
| 7.43  | x   |
| 66.13 | xxx |
| 2.51  | x   |

TABLEAU VII(B)

HEMOGLOBINE (gm%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

Temps de collection (minutes)

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |          |          |          |          |          |
|------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                  | 0                             | 10       | 20       | 30       | 60       | 90       |
| A (athlètes)     | 14.2±0.8                      | 15.3±0.9 | 15.4±0.9 | 15.4±1.0 | 14.1±1.0 | 13.9±1.1 |
| B (non-athlètes) | 16.1±0.5                      | 17.7±0.6 | 18.2±0.5 | 17.6±0.6 | 16.1±0.5 | 15.9±0.3 |
|                  |                               |          |          |          |          | 14.1±0.8 |
|                  |                               |          |          |          |          | 16.5±0.6 |

|                         |                                       |           |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Analyse de la variance: | 1. Effet du conditionnement physique: | F         |
|                         | 2. Effet de l'exercice:               | 7.43 x    |
|                         | 3. Interaction:                       | 66.13 xxx |
|                         |                                       | 2.51 x    |

TABLEAU VII(C)

HEMOGLOBINE (gm%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |             |                          |             |            |                        |
|------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|------------|------------------------|
|                  | 0                             | 10          | 20                       | 30          | 60         | 90 150                 |
| A (athlètes)     | 100%                          | 108% (+1.1) | <sup>a</sup> 109% (+1.2) | 109% (+1.2) | 99% (-0.1) | 98% (-0.3) 99% (-0.1)  |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 110% (+1.6) | 114% (+2.1)              | 109% (+1.5) | 100%       | 99% (-0.2) 102% (+0.4) |

<sup>a</sup> Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 9(A)

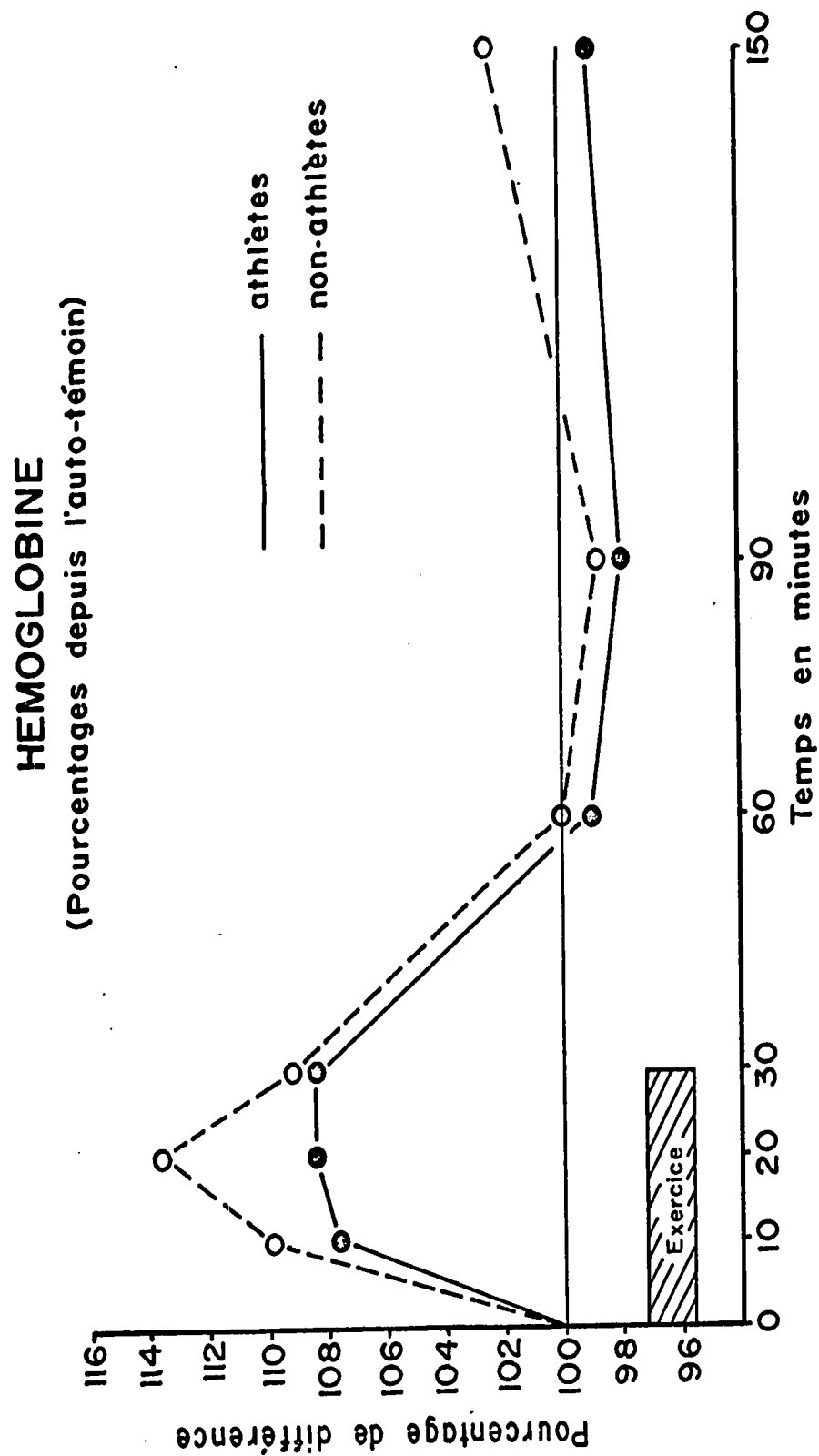
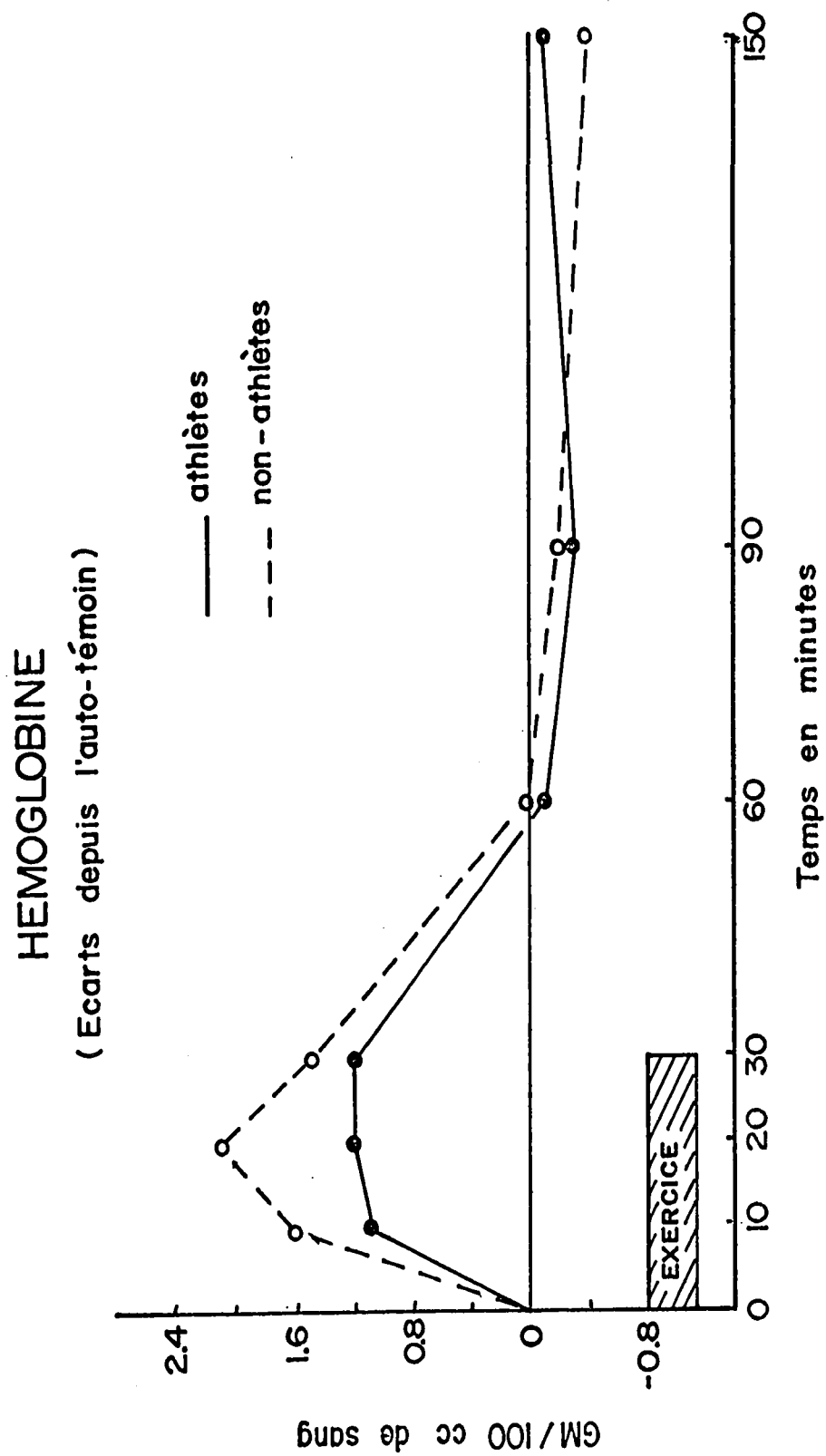


Fig. 9(B)



2.7 Protéines sanguines totales<sup>1</sup> (tableaux VIII(A), (B) et (C); figures 10(A) et 10(B)).

L'exercice musculaire cause chez les deux groupes une réponse identique sans signification statistique; la modeste élévation observée au cours du travail est parallèle à la réponse du taux d'hémoglobine (figures 9(A) et 9(B)).

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 6 - 8 gm%.

TABLEAU VIII(A)  
PROTEINES TOTALES (gm%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes           | Sujets | 0   | 10  | 20  | 30  | 60  | 90  | 150 |
|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A<br>athlètes     | Zi     | 7.2 | 7.8 | 8.0 | 7.9 | 6.9 | 6.9 | 7.0 |
|                   | Di     | 7.5 | 8.3 | 8.4 | 8.2 | 7.2 | 7.1 | 7.1 |
|                   | Pl     | 7.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 7.5 | 7.3 | 7.4 |
|                   | Sp     | 7.2 | 7.9 | 7.9 | 8.0 | 7.0 | 6.9 | 7.6 |
|                   | Tr     | 8.1 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 7.6 | 7.5 | 7.7 |
|                   | Br     | 8.0 | 8.2 | 8.4 | 8.3 | 7.9 | 7.6 | 7.6 |
|                   | Du     | 7.6 | 8.3 | 8.8 | 8.2 | 7.3 | 7.4 | 7.8 |
| B<br>non-athlètes | Se     | 7.7 | 8.7 | 9.0 | 8.8 | 7.7 | 7.4 | 8.0 |
|                   | Ri     | 7.3 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 7.2 | 6.7 | 6.9 |
|                   | Fo     | 8.4 | 8.9 | 9.1 | 9.1 | 7.8 | 7.4 | 8.2 |

TABLEAU VIII(B)

PROTEINES TOTALES (gm%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

Temps de collection (minutes)

| <u>Groupes</u>   | <u>Temps de collection (minutes)</u> |         |         |         |         |         |
|------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 0                                    | 10      | 20      | 30      | 60      | 150     |
| A (athlètes)     | 7.6±0.3                              | 8.2±0.3 | 8.4±0.3 | 8.2±0.3 | 7.3±0.3 | 7.4±0.3 |
| B (non-athlètes) | 7.8±0.4                              | 8.6±0.3 | 8.9±0.2 | 8.7±0.3 | 7.5±0.3 | 7.7±0.6 |

|                                |    |                                    |          |             |      |
|--------------------------------|----|------------------------------------|----------|-------------|------|
| <u>Analyse de la variance:</u> | 1. | Effet du conditionnement physique: | <u>F</u> | <u>0.26</u> | N.S. |
|                                | 2. | Effet de l'exercice:               |          | 95.33       | xxx  |
|                                | 3. | Interaction:                       |          | 3.00        | x    |

TABLEAU VIII(C)

PROTEINES TOTALES (gm%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                         |            |            |           |           |           |
|------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 0                             | 10                      | 20         | 30         | 60        | 150       |           |
| A (athlètes)     | 100%                          | 109%(+0.7) <sup>@</sup> | 110%(+0.8) | 109%(+0.7) | 97%(-0.2) | 95%(-0.4) | 98%(-0.1) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 111%(+0.8)              | 114%(+1.1) | 112%(+0.9) | 97%(-0.3) | 92%(-0.6) | 98%(-0.1) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 10(A)

# PROTEINES SANGUINES TOTALES (Pourcentages depuis l'auto-témoin)

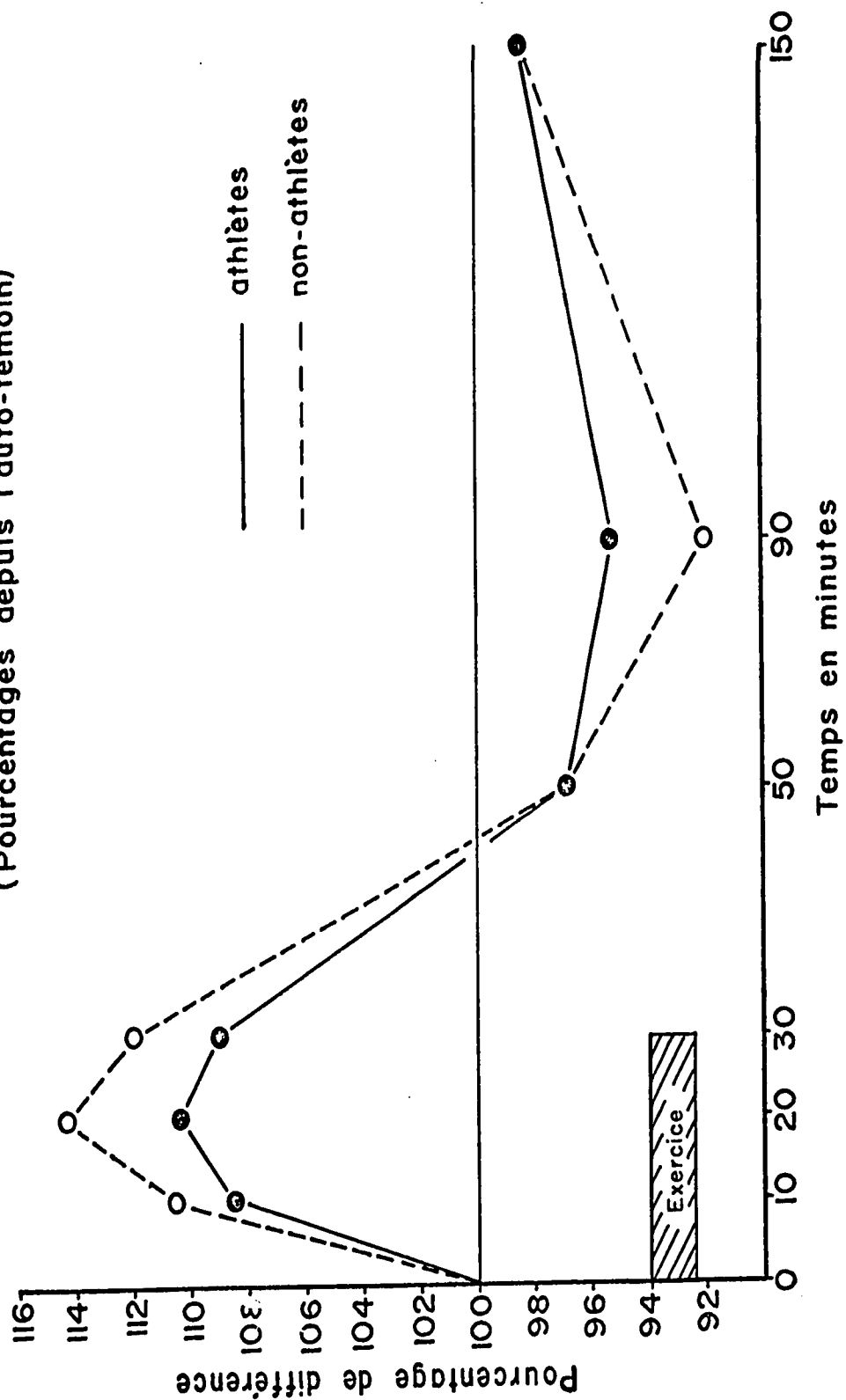
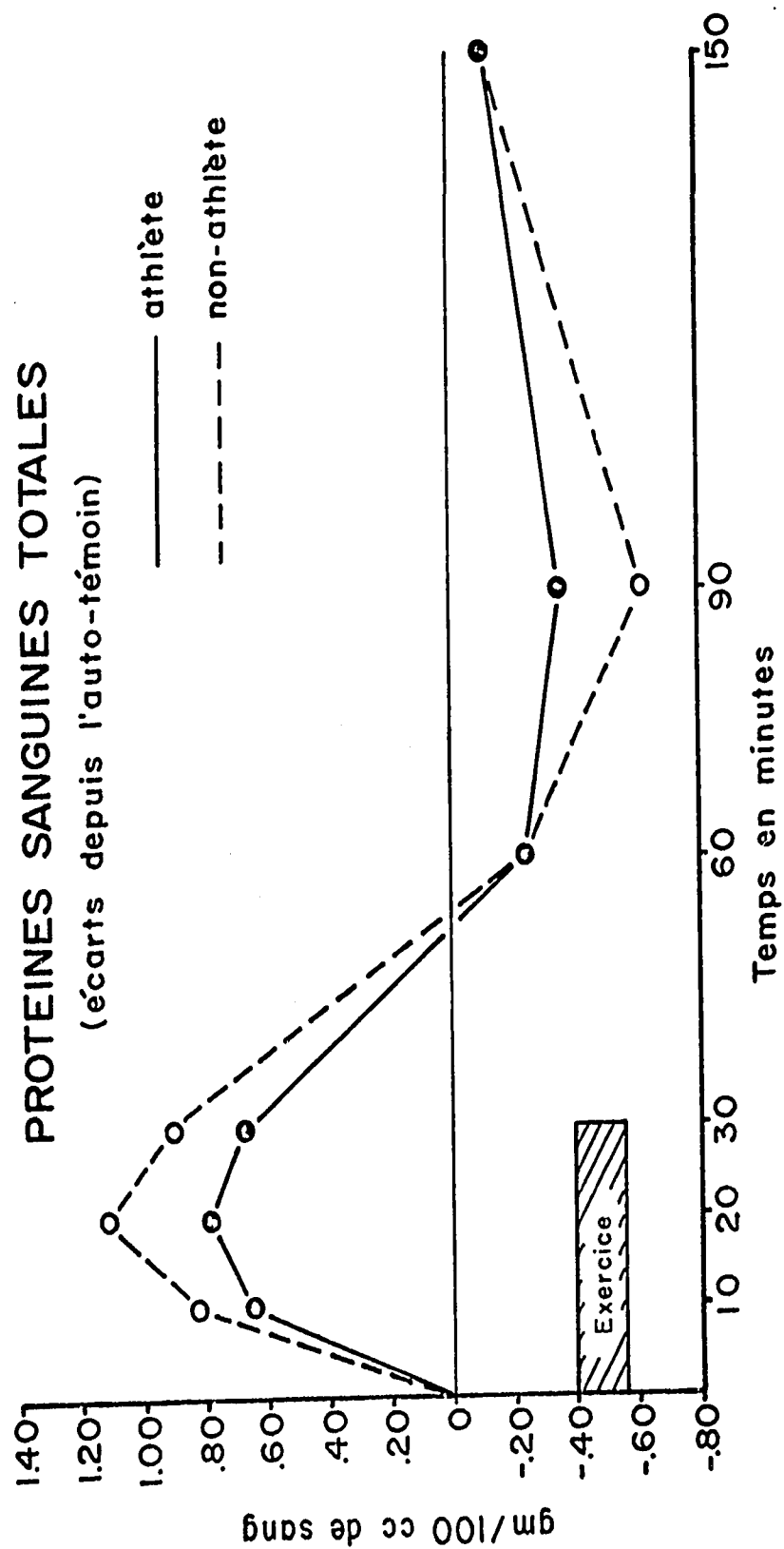


Fig. 10(B)



2.8 Albumine sérique<sup>1</sup> (tableaux IX(A), (B) et (C); figures II(A) et II(B)).

L'exercice cause une élévation non significative dans les deux groupes. Cette élévation et la correction subséquente sont parallèles aux changements observés dans les protéines sanguines totales (figures 10(A) et 10(B).

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 3.5 - 5.0 gm%

TABLEAU IX(A)

ALBUMINE SERIQUE (gm%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes               | Sujets | 0   | 10  | 20  | 30  | 60  | 90  | 150 |
|-----------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A<br>athlètes         | Zi     | 5.0 | 5.4 | 5.5 | 5.4 | 4.8 | 4.7 | 4.8 |
|                       | Di     | 4.9 | 5.4 | 5.4 | 5.2 | 4.6 | 4.5 | 4.6 |
|                       | Pl     | 4.8 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 4.6 | 4.6 | 4.5 |
|                       | Sp     | 4.6 | 5.0 | 5.0 | 5.1 | 4.5 | 4.4 | 4.8 |
|                       | Tr     | 5.0 | 5.3 | 5.4 | 5.3 | 4.6 | 4.5 | 4.6 |
|                       | Br     | 4.9 | 5.0 | 5.3 | 5.1 | 4.9 | 4.8 | 4.7 |
| B<br>non-<br>athlètes | Du     | 5.3 | 5.8 | 5.8 | 5.7 | 5.1 | 5.2 | 5.3 |
|                       | Se     | 5.3 | 6.0 | 6.2 | 5.9 | 5.2 | 5.0 | 5.4 |
|                       | Ri     | 4.7 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 4.5 | 4.3 | 4.3 |
|                       | Fo     | 5.2 | 5.6 | 5.8 | 5.7 | 4.9 | 4.5 | 5.1 |



TABLEAU IX(C)

ALBUMINE SERIQUE (gm%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |            |            |            |           |                     |
|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------|---------------------|
|                  | 0                             | 10         | 20         | 30         | 60        | 90 150              |
| A (athlètes)     | 100%                          | 108%(+0.4) | 109%(+0.4) | 108%(+0.4) | 96%(-0.2) | 95%(-0.3) 97%(-0.2) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 111%(+0.6) | 115%(+0.7) | 111%(+0.6) | 96%(-0.2) | 91%(-0.5) 97%(-0.1) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 11(A)

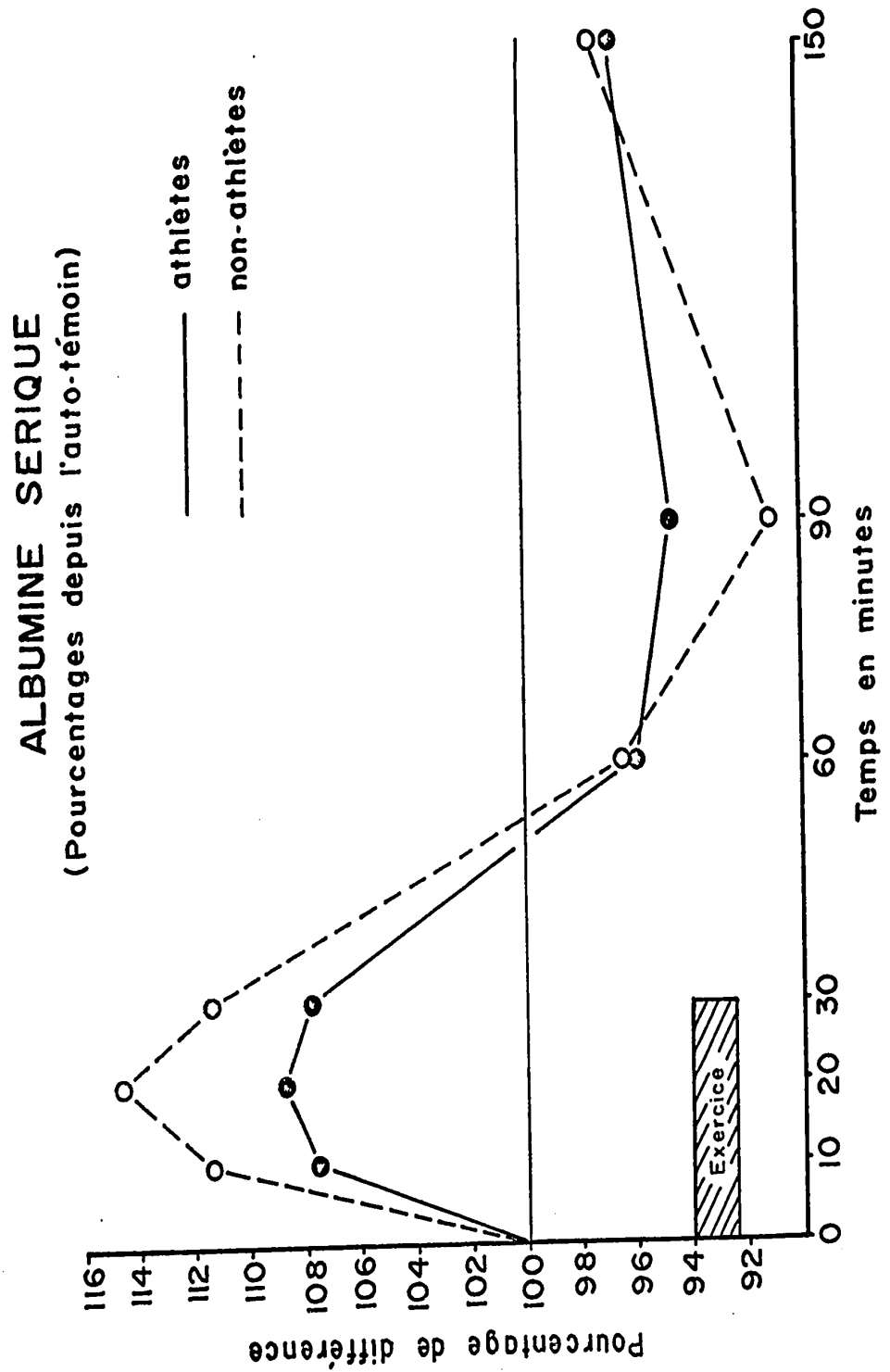
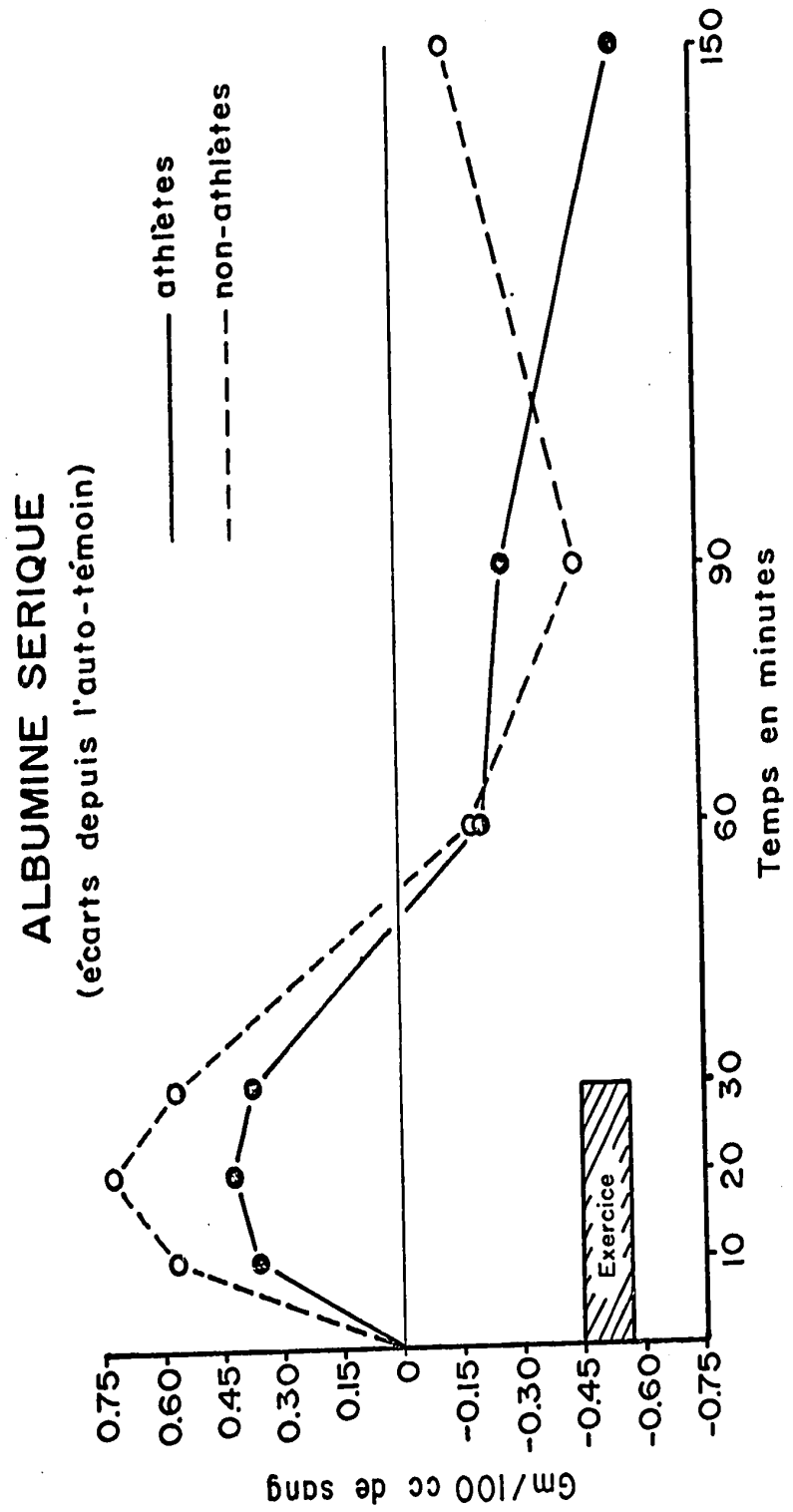


Fig. 11(B)



2.9 Azote uréique du sérum<sup>1</sup> (tableaux X(A), (B) et (C);  
figures 12(A) et 12(B)).

Les paliers caractéristiques des deux groupes suggèrent une différence biologique même en l'absence de signification statistique; l'exercice ne cause aucune modification observable.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 10 - 20 mg%

TABLEAU X(A)

AZOTE UREIQUE (mg%) - VALEURS INDIVIDUELLES

| Groupes           | Sujets | Temps de collection (minutes) |    |    |    |    |    |     |
|-------------------|--------|-------------------------------|----|----|----|----|----|-----|
|                   |        | 0                             | 10 | 20 | 30 | 60 | 90 | 150 |
| A<br>athlètes     | Zi     | 16                            | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15  |
|                   | Di     | 18                            | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 17  |
|                   | Pl     | 16                            | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15  |
|                   | Sp     | 11                            | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11  |
|                   | Tr     | 16                            | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16  |
|                   | Br     | 14                            | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14  |
|                   | Du     | 13                            | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14  |
| B<br>non-athlètes | Se     | 11                            | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11  |
|                   | Ri     | 10                            | 10 | 8  | 10 | 10 | 10 | 10  |
|                   | Fo     | 13                            | 12 | 13 | 12 | 13 | 13 | 13  |

TABLEAU X(B)

AZOTE UREIQUE (mg%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |        |        |        |        |        |
|------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 0                             | 10     | 20     | 30     | 60     | 90     |
| A (athlètes)     | 15±2.0                        | 14±2.0 | 14±2.0 | 14±2.0 | 15±2.0 | 15±2.1 |
| B (non-athlètes) | 11±1.0                        | 11±0.9 | 11±1.9 | 11±0.8 | 11±1.1 | 11±1.2 |

|                         |                                       |      |     |
|-------------------------|---------------------------------------|------|-----|
| Analyse de la variance: | 1. Effet du conditionnement physique: | F    | N.S |
|                         | 2. Effet de l'exercice:               | 0.22 | N.S |
|                         | 3. Interaction:                       | 0.09 | N.S |

TABLEAU X(C)

AZOTE URÉIQUE (mg%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TÉMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                        |           |           |           |                      |
|------------------|-------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
|                  | 0                             | 10                     | 20        | 30        | 60        | 150                  |
| A (athlètes)     | 100%                          | 97%(-0.5) <sup>@</sup> | 98%(-0.4) | 98%(-0.4) | 100%      | 100%(-0.1) 98%(-0.3) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 96%(-0.5)              | 94%(-0.7) | 98%(-0.2) | 99%(-0.1) | 98%(-0.2) 98%(-0.2)  |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 12(A)

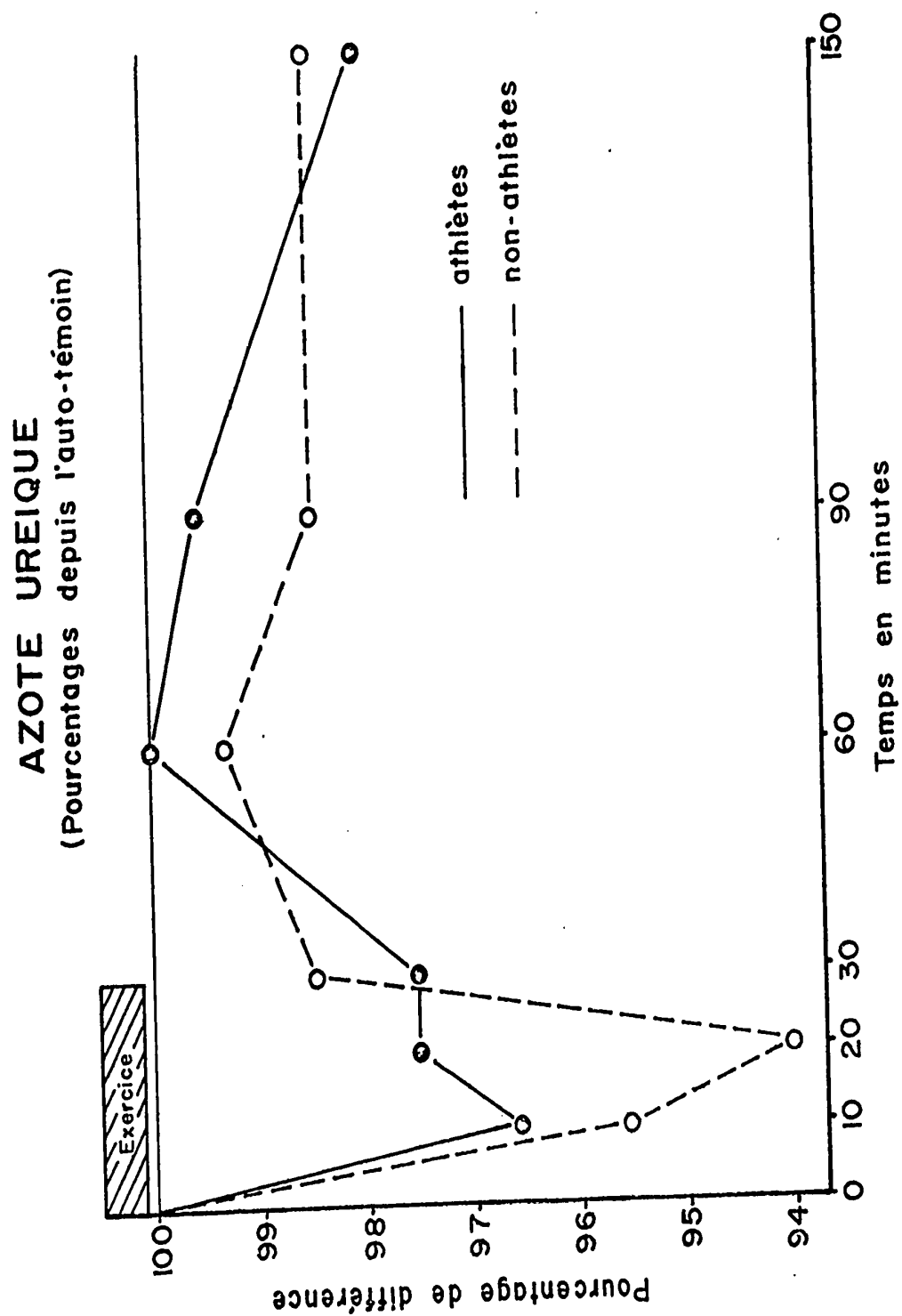
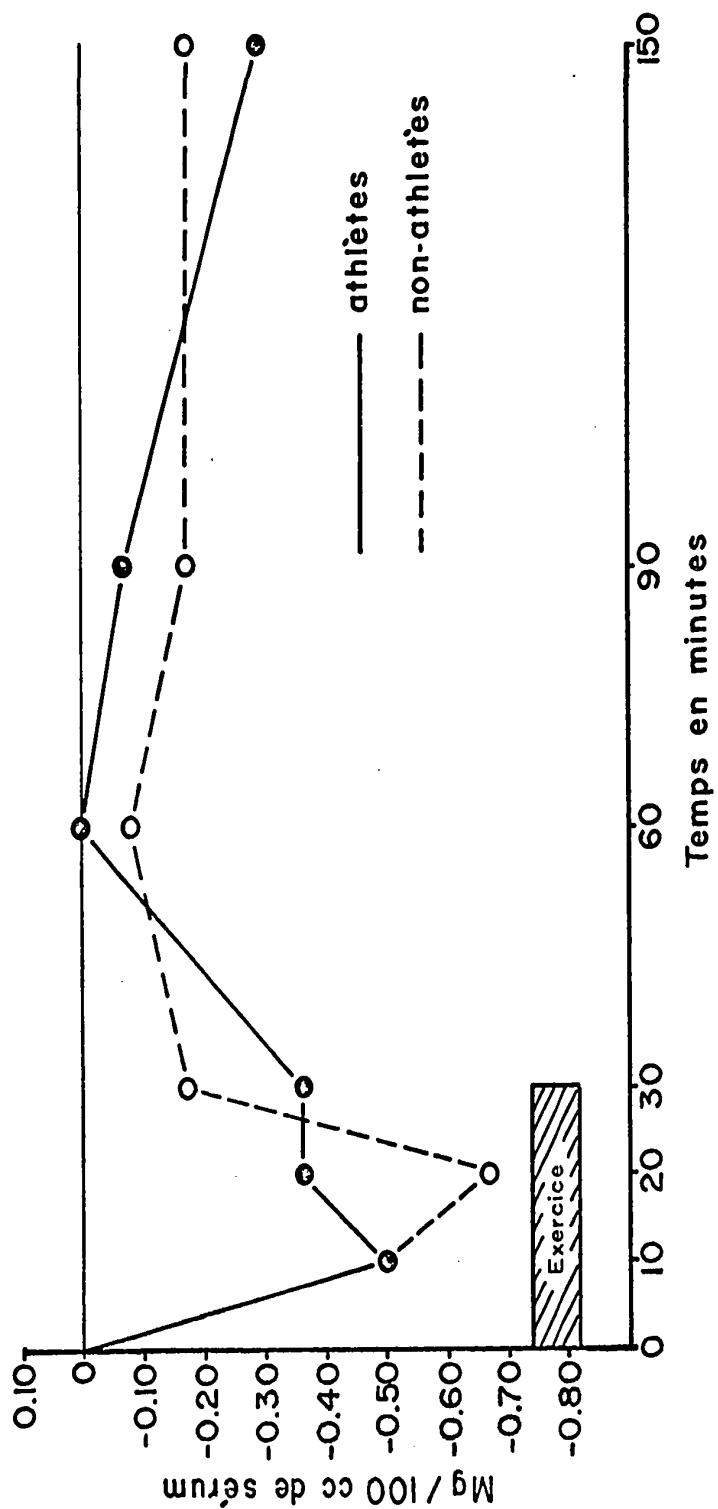


Fig. 12(B)

# AZOTE UREIQUE (écarts depuis l'auto-témoin)



2.10 Bilirubine<sup>1</sup> (tableaux XI(A), (B) et (C); figures 13(A) et 13(B)).

Aucun changement n'est observable entre les groupes soit au repos, soit à l'exercice; toutes les moyennes des valeurs individuelles se placent à l'intérieur des limites normales.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 0.2 - 1.0 mg%.

TABLEAU XI(A)  
BILIRUBINE (mg%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

|     | 0   | 10  | 20  | 30  | 60  | 90  | 150 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.4 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| 0.7 | 0.7 | 1.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |

Groupes Sujets

A athlètes  
 Zi  
 Di  
 Pl  
 Sp  
 Tr  
 Br  
 Du  
 B non-athlètes  
 Se  
 Ri  
 Fo

TABLEAU XI(B)

BILIRUBINE (mg%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Temps de collection (minutes)                                                                                                                                                                    |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Groupes                                                                                                                                                                                          | 0       | 10      | 20      | 30      | 60      | 90      | 150     |
| A (athlètes)                                                                                                                                                                                     | 0.8±.33 | 0.8±.43 | 0.8±.41 | 0.8±.41 | 0.7±.33 | 0.7±.36 | 0.7±.36 |
| B (non-athlètes)                                                                                                                                                                                 | 0.7±.06 | 0.7±.03 | 1.0±.18 | 0.7±.06 | 0.5±.02 | 0.5±.02 | 0.5±.08 |
| <div>1. Analyse de la variance:<div>1. Effet du conditionnement physique:<div>0.36 N.S.</div><div>12.07 xxx</div><div>4.02 xx</div></div>2. Effet de l'exercice:<div>3. Interaction:</div></div> |         |         |         |         |         |         |         |

TABLEAU XI(C)

BILIRUBINE (mg%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |            |            |            |           |           |
|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
|                  | 0                             | 10         | 20         | 30         | 60        | 90 150    |
| A (athlètes)     | 100%                          | 106%(+.05) | 106%(+.05) | 109%(+.07) | 92%(-.06) | 92%(-.06) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 104%(+.03) | 132%(+.23) | 100%       | 68%(-.23) | 72%(-.20) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 13(A)

# BILIRUBINE

(Pourcentages depuis l'auto-témoin)

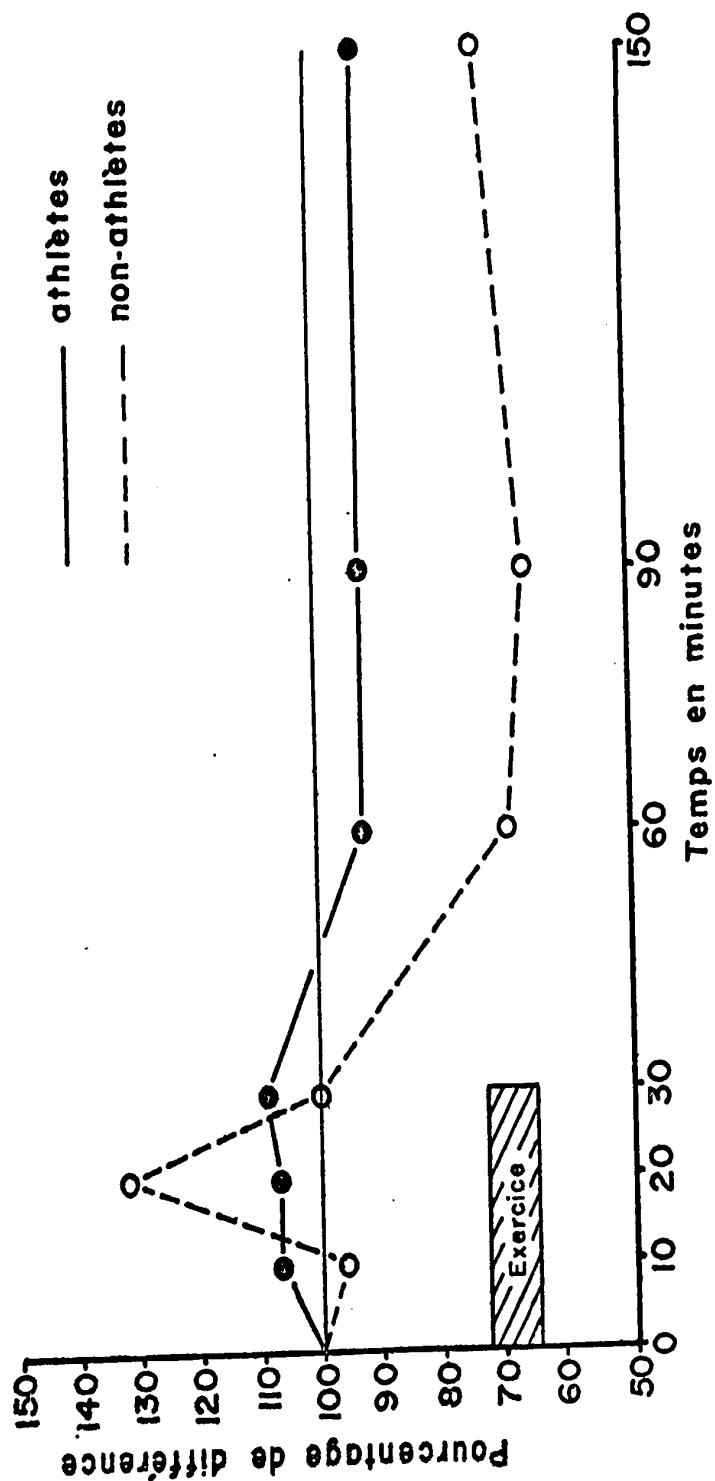
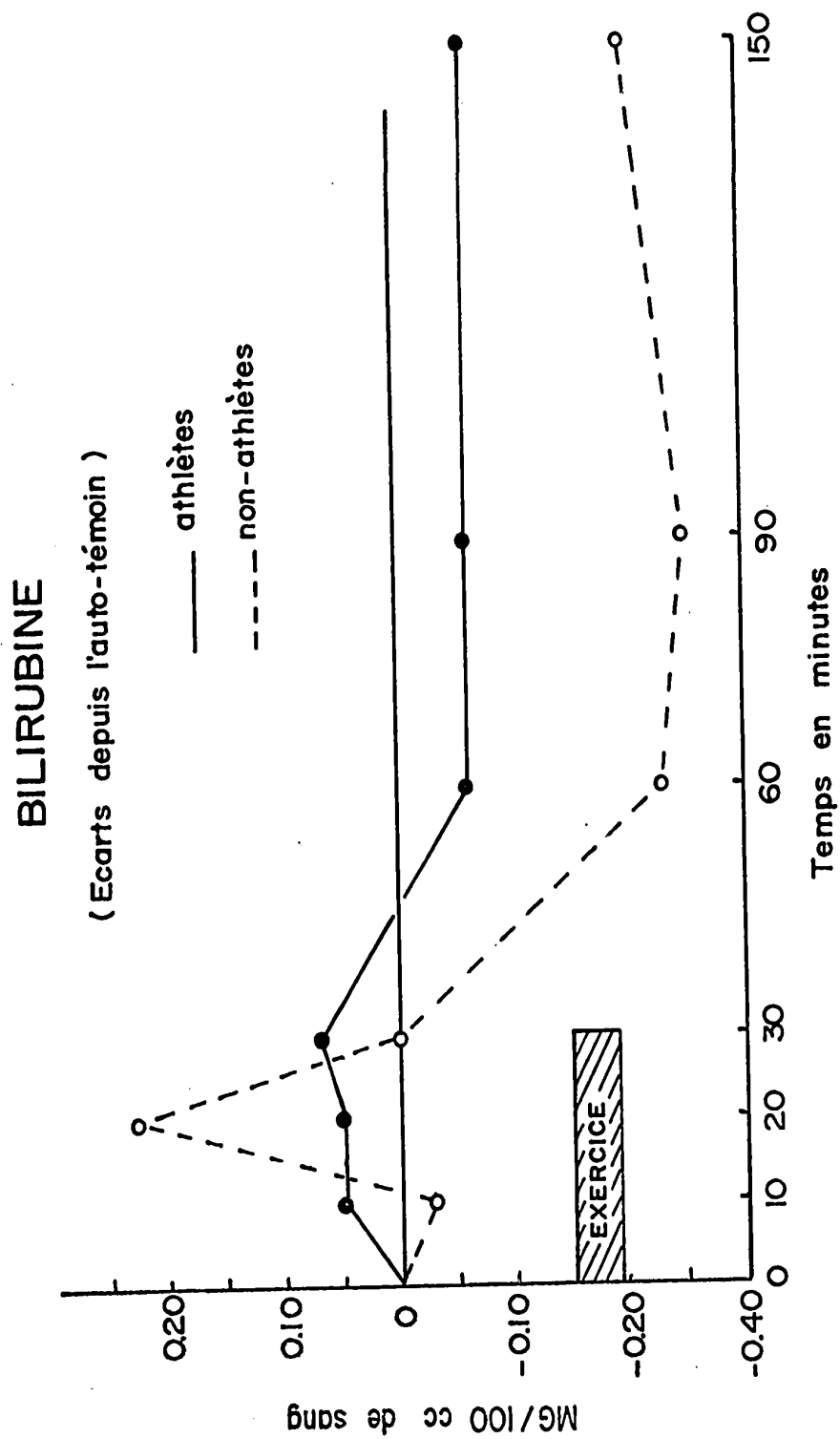


Fig. 13(B)



2.11 Transaminase glutamo-oxalacétique<sup>1</sup> (tableaux XII(A),  
(B) et (C); figures 14(A) et 14(B)).

Les paliers apparemment caractéristiques des deux groupes ne sont pas significativement différents; la brusque et brève élévation chez le non-athlète au cours de l'exercice est cliniquement insignifiante.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 15 - 45 unités Karmen.

TABLEAU XII(A)  
TRANSAMINASE GLUTAMO-OXALACETIQUE SERIQUE  $\varnothing$  - VALEURS INDIVIDUELLES

|                   |        | Temps de collection (minutes) |    |    |    |    |    |     |  |
|-------------------|--------|-------------------------------|----|----|----|----|----|-----|--|
| Groupes           | Sujets | 0                             | 10 | 20 | 30 | 60 | 90 | 150 |  |
| A<br>athlètes     | Zi     | 29                            | 30 | 30 | 33 | 29 | 31 | 30  |  |
|                   | Di     | 25                            | 24 | 24 | 26 | 23 | 23 | 23  |  |
|                   | Pl     | 36                            | 38 | 38 | 39 | 35 | 37 | 36  |  |
|                   | Sp     | 23                            | 25 | 24 | 24 | 22 | 22 | 22  |  |
|                   | Tr     | 30                            | 28 | 29 | 27 | 24 | 23 | 27  |  |
|                   | Br     | 25                            | 25 | 28 | 26 | 25 | 25 | 25  |  |
| B<br>non-athlètes | Du     | 22                            | 21 | 23 | 22 | 19 | 20 | 21  |  |
|                   | Se     | 38                            | 36 | 39 | 37 | 34 | 34 | 36  |  |
|                   | Ri     | 26                            | 26 | 44 | 27 | 23 | 23 | 24  |  |
|                   | Fo     | 24                            | 23 | 26 | 26 | 23 | 21 | 24  |  |

$\varnothing$  = Unité Karmen

TABLEAU XII(B)

TRANSAMINASE GLUTAMO-OXALACETIQUE SERIQUE  $\phi$  - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |                |                |                |                |                |
|------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                  | 0                             | 10             | 20             | 30             | 60             | 90             |
| A (athlètes)     | 26.9 $\pm$ 4.4                | 27.0 $\pm$ 5.1 | 27.7 $\pm$ 4.9 | 27.7 $\pm$ 5.4 | 25.1 $\pm$ 5.0 | 25.4 $\pm$ 5.5 |
| B (non-athlètes) | 29.2 $\pm$ 6.3                | 28.2 $\pm$ 5.6 | 36.2 $\pm$ 7.8 | 29.8 $\pm$ 5.1 | 26.7 $\pm$ 5.2 | 26.0 $\pm$ 5.7 |

 $\phi$  = Unité Karmen

|                         |    |                                    |                  |      |
|-------------------------|----|------------------------------------|------------------|------|
| Analyse de la variance: | 1. | Effet du conditionnement physique: | $\frac{F}{0.08}$ | N.S. |
|                         | 2. | Effet de l'exercice:               | 8.42             | xxx  |
|                         | 3. | Interaction:                       | 3.38             | xx   |

TABLEAU XII(C)

TRANSAMINASE GLUTAMO-OXALACETIQUE SERIQUE<sup>ø</sup> - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |           |            |            |           |                     |
|------------------|-------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|---------------------|
|                  | 0                             | 10        | 20         | 30         | 60        | 90 150              |
| A (athlètes)     | 100%                          | 100%      | 103%(+0.8) | 103%(+0.8) | 94%(-1.6) | 94%(-1.5) 97%(-0.9) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 97%(-1.0) | 124%(+7.0) | 103%(+0.8) | 91%(-2.5) | 89%(-3.2) 95%(-1.3) |

ø = Unité Karmen

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

fig. 14(A)

# TRANSAMINASE GLUTAMO-OXALACETIQUE

(Pourcentages depuis l'auto-témoin)

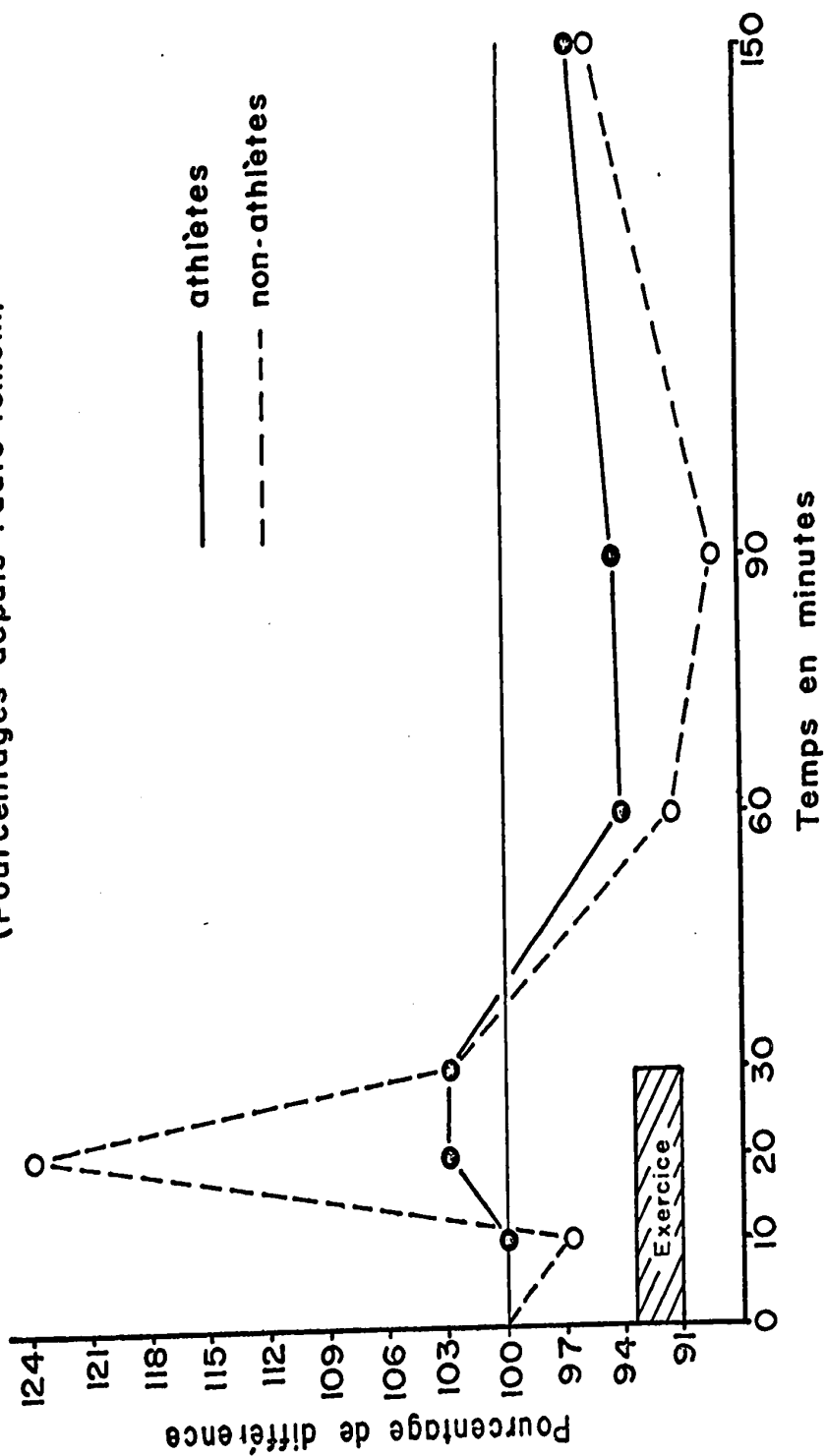
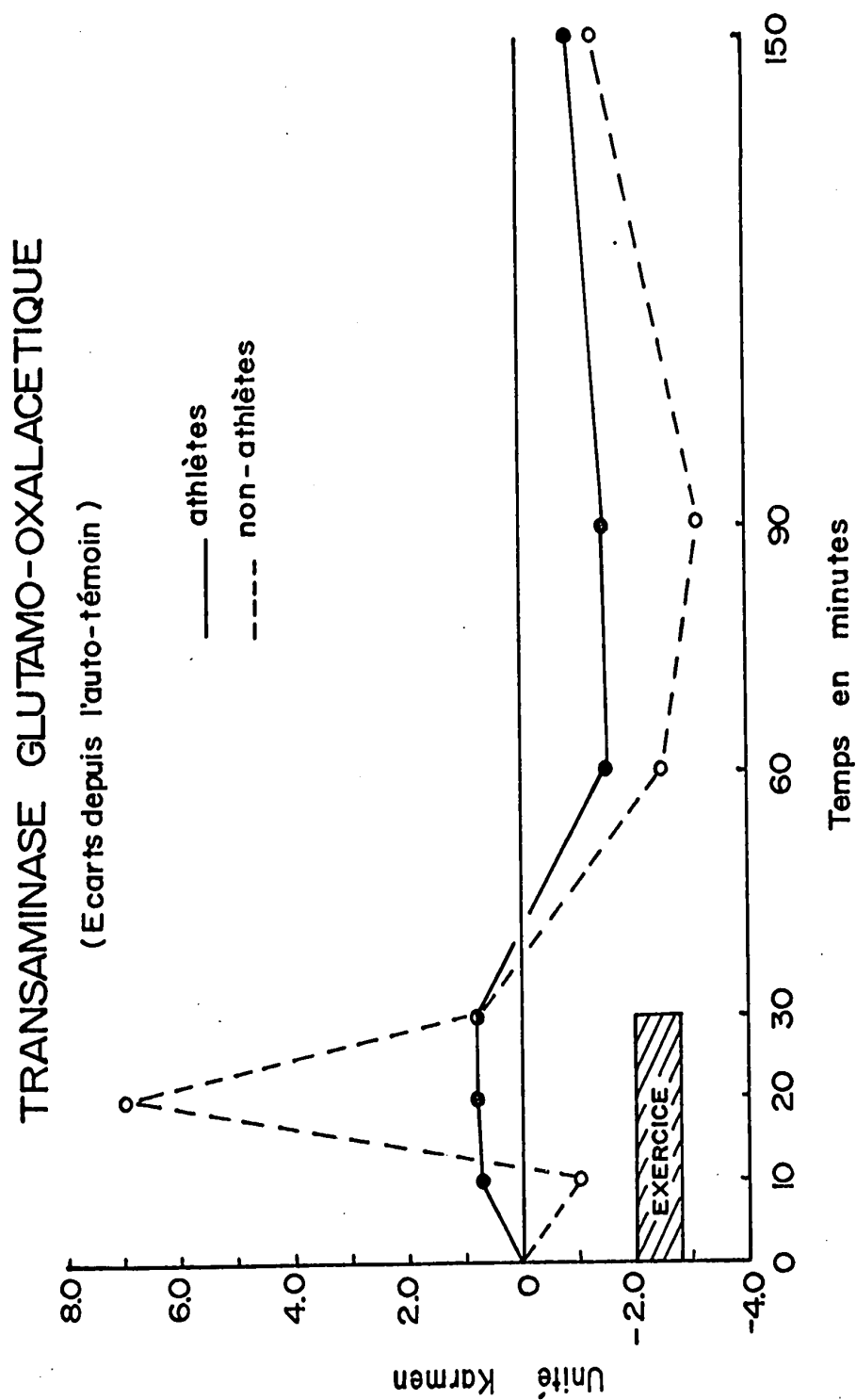


Fig. 14(B)



2.12 Hématocrite<sup>1</sup> (tableaux XIII(A), (B) et (C); figures 15(A) et 15(B)).

Les deux groupes occupent des paliers qui demeurent significativement différents tout au long de la période de travail et de la période de récupération ( $p < 0.01$ ).

Il faut noter le parallélisme entre ce paramètre et l'hémoglobine (figures 9(A) et 9(B) ) et les protéines sanguines totales (figures 10(A) et 10(B) ).

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 40 - 54%.

TABLEAU XIII(A)

HEMATOCRITE (%) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes               | Sujets | 0    | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A<br>athlètes         | Zi     | 45.5 | 48.5 | 48.5 | 47.0 | 43.8 | 44.5 | 44.8 |
|                       | Di     | 45.0 | 47.0 | 46.5 | 46.5 | 44.0 | 44.0 | 45.0 |
|                       | Pl     | 46.0 | 49.0 | 49.0 | 48.5 | 45.0 | 45.0 | 44.0 |
|                       | Sp     | 43.0 | 47.0 | 46.5 | 46.5 | 43.0 | 42.5 | 44.0 |
|                       | Tr     | 42.5 | 45.0 | 45.0 | 45.0 | 40.0 | 40.0 | 42.0 |
|                       | Br     | 43.5 | 46.8 | 46.5 | 46.5 | 43.3 | 43.5 | 44.3 |
| B<br>non-<br>athlètes | Du     | 42.8 | 45.8 | 45.8 | 46.0 | 42.3 | 43.0 | 43.3 |
|                       | Se     | 48.0 | 51.0 | 52.0 | 51.0 | 47.0 | 47.0 | 48.0 |
|                       | Ri     | 52.0 | 55.0 | 55.5 | 55.5 | 50.0 | 48.8 | 50.0 |
|                       | Fo     | 50.5 | 53.5 | 54.0 | 52.8 | 50.8 | 47.3 | 51.3 |

TABLEAU XIII(B)

HEMATOCRITE (%) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| <u>Groupes</u>   | <u>Temps de collection (minutes)</u> |                |                |                |                |                               |
|------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|
|                  | 0                                    | 10             | 20             | 30             | 60             | 90 150                        |
| A (athlètes)     | 44.0 $\pm$ 1.3                       | 47.0 $\pm$ 1.3 | 46.8 $\pm$ 1.3 | 46.6 $\pm$ 1.0 | 43.1 $\pm$ 1.5 | 43.2 $\pm$ 1.5 43.9 $\pm$ 1.0 |
| B (non-athlètes) | 50.2 $\pm$ 1.7                       | 53.2 $\pm$ 1.7 | 53.8 $\pm$ 1.4 | 53.1 $\pm$ 1.8 | 49.3 $\pm$ 1.6 | 47.7 $\pm$ 0.8 49.8 $\pm$ 1.4 |

|                                |    |                                    |          |      |
|--------------------------------|----|------------------------------------|----------|------|
| <u>Analyse de la variance:</u> | 1. | Effet du conditionnement physique: | <u>F</u> | N.S. |
|                                | 2. | Effet de l'exercice:               | 2.50     | xxx  |
|                                | 3. | Interaction:                       | 37.37    | xx   |
|                                |    |                                    | 3.25     | xx   |

TABLEAU XIII(C)

HEMATOCRITE (%) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |            |            |            |           |                      |
|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------|----------------------|
|                  | 0                             | 10         | 20         | 30         | 60        | 90 150               |
| A (athlètes)     | 100%                          | 107%(+3.0) | 106%(+2.8) | 106%(+2.5) | 98%(-1.0) | 98%(-1.8) 100%(-0.1) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 109%(+4.3) | 109%(+4.4) | 108%(+3.8) | 97%(-1.4) | 96%(-1.9) 99%(-0.3)  |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 15(A)

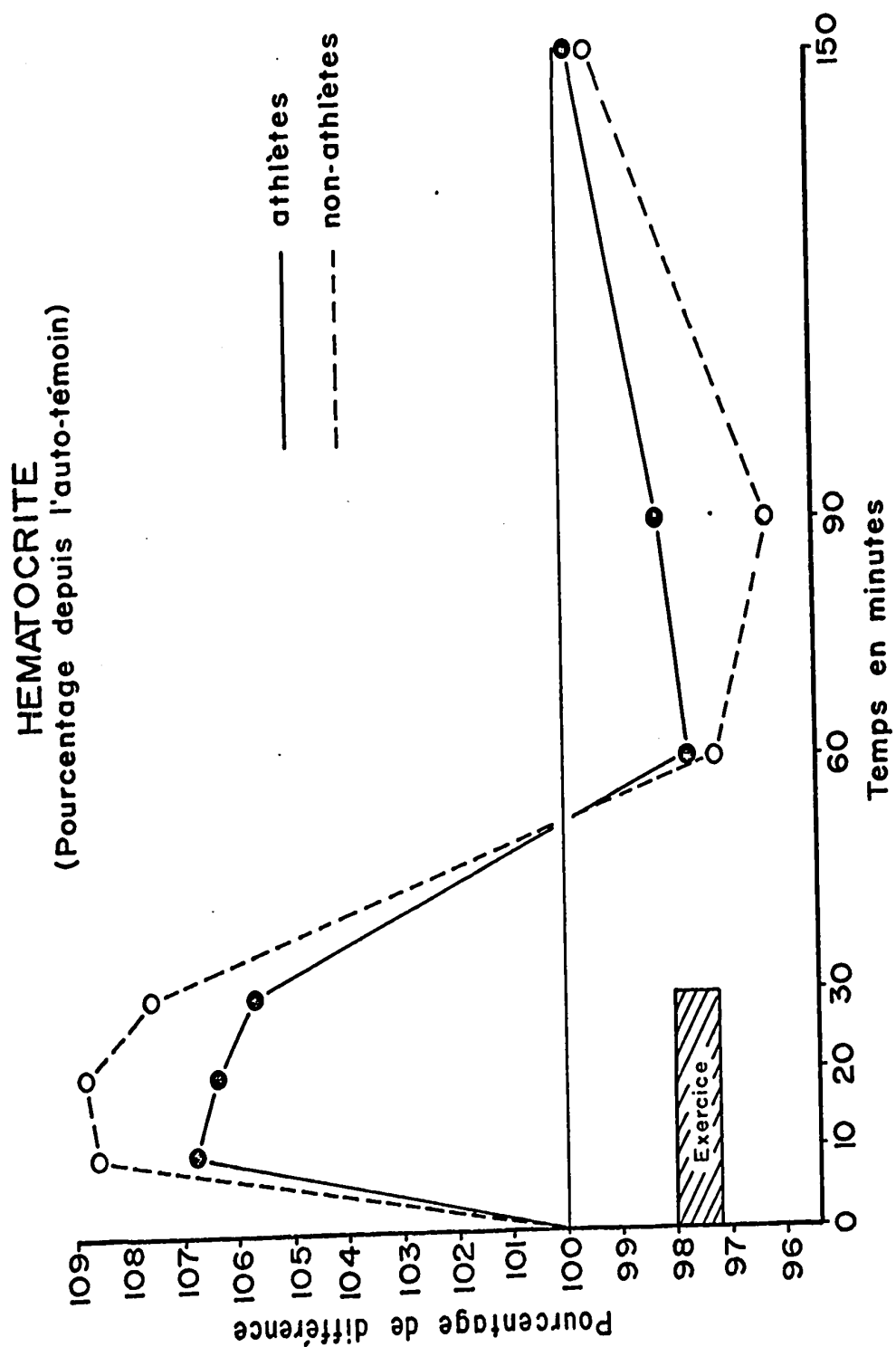


Fig. 15(A)

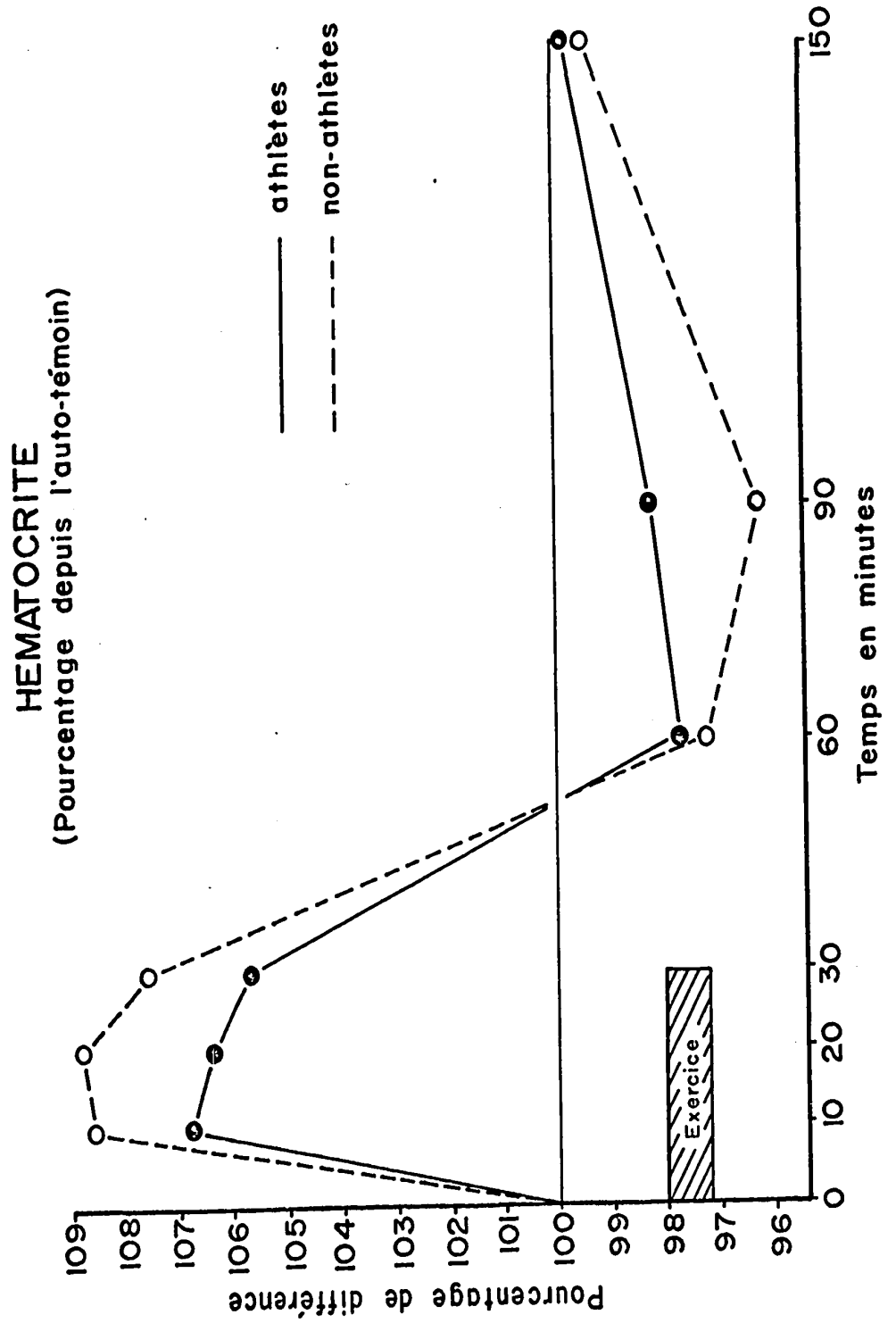
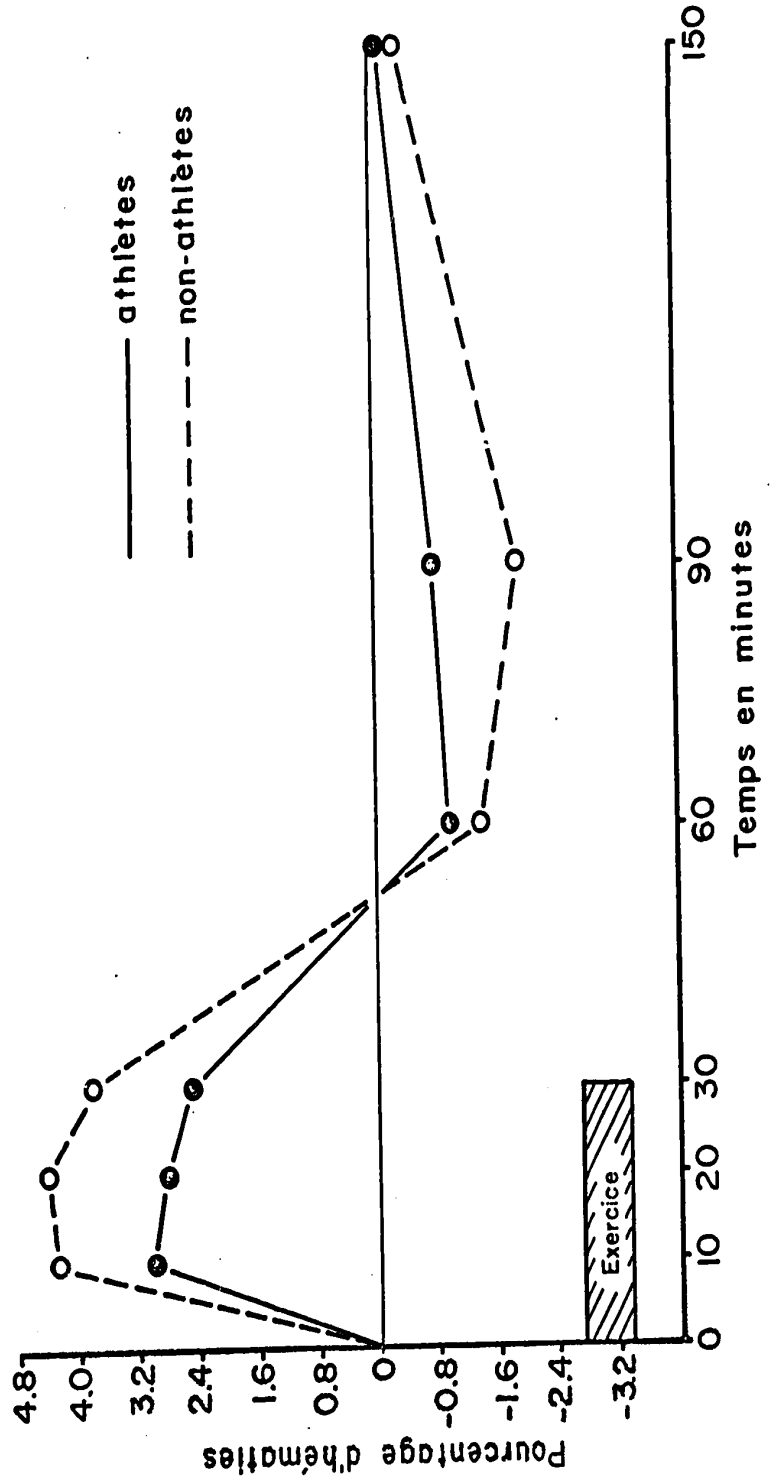


Fig. 15(B)

# HEMATOCRITE (écarts depuis l'auto-témoin)



2.13 Sodium sérique<sup>1</sup> (tableaux XIV(A), (B) et (C); figures 16(A) et 16(B)).

Quoique l'analyse de la variance indique un effet significatif de l'exercice musculaire sur ce paramètre, on remarque que cet effet s'exerce d'une façon faible mais similaire chez les deux groupes, ce qui indique la fixité de cet ion sérique.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 135 - 145 mEq/Litre

TABLEAU XIV(A)

SODIUM SERIQUE (mEq/L.) - VALEURS INDIVIDUELLES

| Groupes               | Sujets | Temps de collection (minutes) |     |     |     |     |     |
|-----------------------|--------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                       |        | 0                             | 10  | 20  | 30  | 60  | 150 |
| A<br>athlètes         | Zi     | 145                           | 146 | 145 | 146 | 143 | 145 |
|                       | Di     | 145                           | 146 | 147 | 145 | 144 | 143 |
|                       | Pl     | 143                           | 143 | 142 | 144 | 142 | 143 |
|                       | Sp     | 147                           | 145 | 146 | 147 | 145 | 145 |
|                       | Tr     | 144                           | 145 | 144 | 145 | 143 | 142 |
|                       | Br     | 145                           | 146 | 146 | 146 | 144 | 143 |
|                       | Du     | 147                           | 148 | 147 | 146 | 145 | 147 |
|                       |        |                               |     |     |     |     |     |
| B<br>non-<br>athlètes | Se     | 149                           | 152 | 149 | 149 | 147 | 148 |
|                       | Ri     | 144                           | 146 | 144 | 145 | 144 | 144 |
|                       | Fo     | 147                           | 146 | 147 | 145 | 144 | 143 |

TABLEAU XIV(B)

SODIUM SERIQUE (mEq/L.) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| <u>Groupes</u>                        | <u>Temps de collection (minutes)</u> |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                       | 0                                    | 10              | 20              | 30              | 60              | 90              |
| A (athlètes)                          | 146.5 $\pm$ 2.0                      | 148.0 $\pm$ 2.8 | 146.7 $\pm$ 2.1 | 146.2 $\pm$ 2.0 | 144.8 $\pm$ 1.5 | 144.3 $\pm$ 2.6 |
| B (non-athlètes)                      | 145 $\pm$ 1.3                        | 145.4 $\pm$ 1.3 | 145.1 $\pm$ 1.5 | 145.2 $\pm$ 1.0 | 143.4 $\pm$ 1.1 | 143.6 $\pm$ 1.5 |
|                                       |                                      |                 |                 |                 |                 | 143.9 $\pm$ 1.6 |
| <hr/>                                 |                                      |                 |                 |                 |                 |                 |
| Analyse de la variance:               |                                      |                 |                 |                 |                 | F               |
| 1. Effet du conditionnement physique: |                                      |                 |                 |                 |                 | 0.06 N.S.       |
| 2. Effet de l'exercice:               |                                      |                 |                 |                 |                 | 14.33 xxx       |
| 3. Interaction:                       |                                      |                 |                 |                 |                 | 1.35 N.S.       |

TABLEAU XIV(C)

SODIUM SERIQUE (mEq/L.) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |            |            |            |           |                     |
|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------|---------------------|
|                  | 0                             | 10         | 20         | 30         | 60        | 90 150              |
| A (athlètes)     | 100%                          | 100%(+0.4) | 100%(+0.1) | 100%(+0.2) | 99%(-1.6) | 99%(-0.9) 99%(-0.8) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 101%(+1.5) | 100%(+0.2) | 100%(-0.2) | 99%(-1.1) | 99%(-1.5) 99%(-1.1) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 16(A)

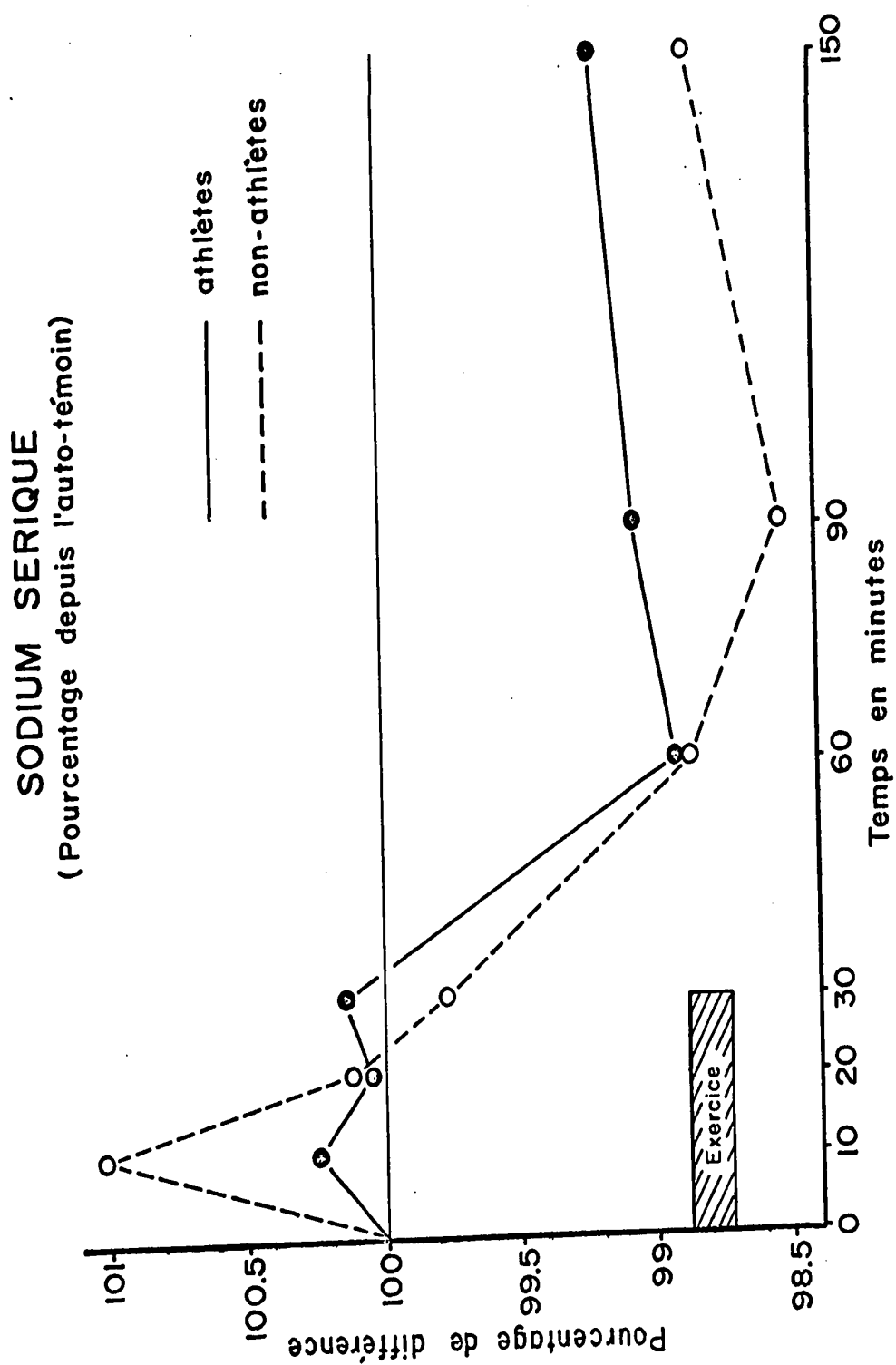
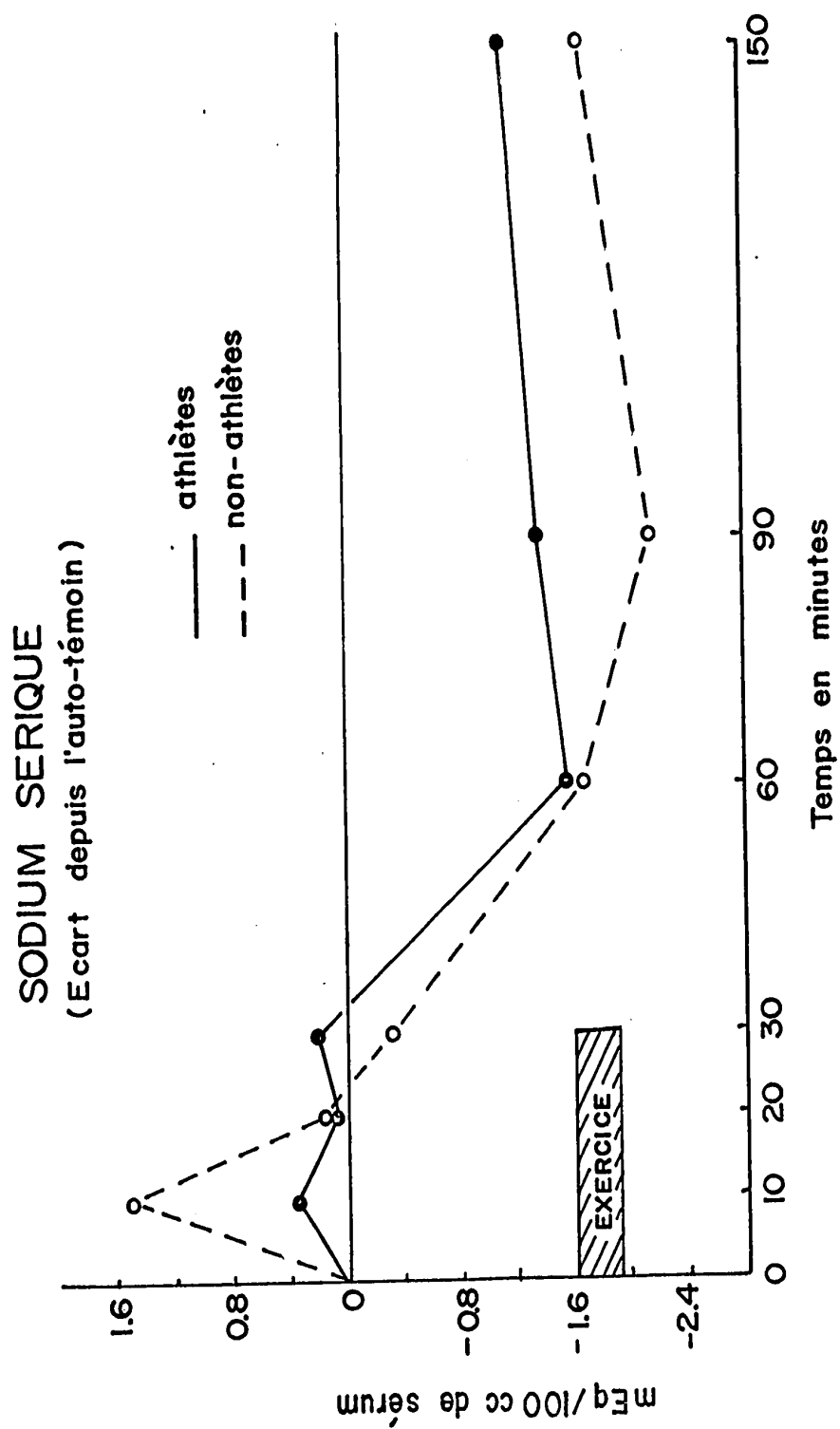


Fig. 16(B)



2.14 Potassium sérique<sup>1</sup> (tableaux XV(A), (B) et (C);  
figures 17(A) et 17(B)).

Quoique la valeur à vingt minutes chez les non-athlètes soit significativement différente de la valeur correspondante dans l'autre groupe ( $p < 0.01$ ), les observations recueillies indiquent que la mobilisation de cet ion est simplement une fonction de l'activité musculaire.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 3.5 - 5.0 mEq/Litre

TABLEAU XV(A)

POTASSIUM SERIQUE (mEq/L.) - VALEURS INDIVIDUELLES

Temps de collection (minutes)

| Groupes           | Sujets | 0   | 10  | 20  | 30  | 60  | 90  | 150 |
|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A<br>athlètes     | Zi     | 4.1 | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 4.2 | 4.4 | 4.6 |
|                   | Di     | 3.8 | 4.7 | 4.9 | 4.9 | 4.0 | 4.4 | 4.6 |
|                   | Pl     | 4.5 | 5.0 | 5.1 | 5.3 | 4.6 | 4.8 | 4.8 |
|                   | Sp     | 4.8 | 5.2 | 5.3 | 5.3 | 4.8 | 5.0 | 5.2 |
|                   | Tr     | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 4.2 | 4.2 | 4.8 |
|                   | Br     | 4.3 | 5.0 | 5.2 | 5.3 | 4.7 | 4.4 | 4.2 |
| B<br>non-athlètes | Du     | 4.4 | 5.0 | 5.1 | 5.2 | 4.2 | 4.3 | 4.7 |
|                   | Se     | 4.4 | 5.5 | 5.6 | 5.5 | 4.7 | 4.9 | 5.0 |
|                   | Ri     | 4.4 | 5.6 | 6.5 | 5.1 | 4.8 | 5.0 | 4.9 |
|                   | Fo     | 4.3 | 4.6 | 4.9 | 4.6 | 4.2 | 4.2 | 4.7 |

TABLEAU XV(B)

POTASSIUM SERIQUE (mEq/L.) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |         |         |         |         |         |
|------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 0                             | 10      | 20      | 30      | 60      | 90      |
| A (athlètes)     | 4.3±0.3                       | 4.9±0.2 | 5.0±0.2 | 5.1±0.2 | 4.4±0.3 | 4.5±0.3 |
| B (non-athlètes) | 4.4±0.0                       | 5.2±0.5 | 5.7±0.7 | 5.1±0.4 | 4.6±0.2 | 4.7±0.4 |
|                  |                               |         |         |         |         | 4.9±0.1 |

|                         |    |                                    |   |       |      |
|-------------------------|----|------------------------------------|---|-------|------|
| Analyse de la variance: | 1. | Effet du conditionnement physique: | F | 1.18  | N.S. |
|                         | 2. | Effet de l'exercice:               |   | 25.68 | xxx  |
|                         | 3. | Interaction:                       |   | 2.51  | x    |

TABLEAU XV(C)

POTASSIUM SERIQUE (mEq/L.) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |            |            |            |            |            |            |
|------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                  | 0                             | 10         | 20         | 30         | 60         | 150        |            |
| A (athlètes)     | 100%                          | 113%(+0.6) | 116%(+0.7) | 118%(+0.8) | 101%(+.04) | 103%(+0.1) | 108%(+0.4) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 119%(+0.9) | 130%(+1.3) | 116%(+0.7) | 105%(+0.2) | 107%(+0.3) | 111%(+0.5) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 17(A)

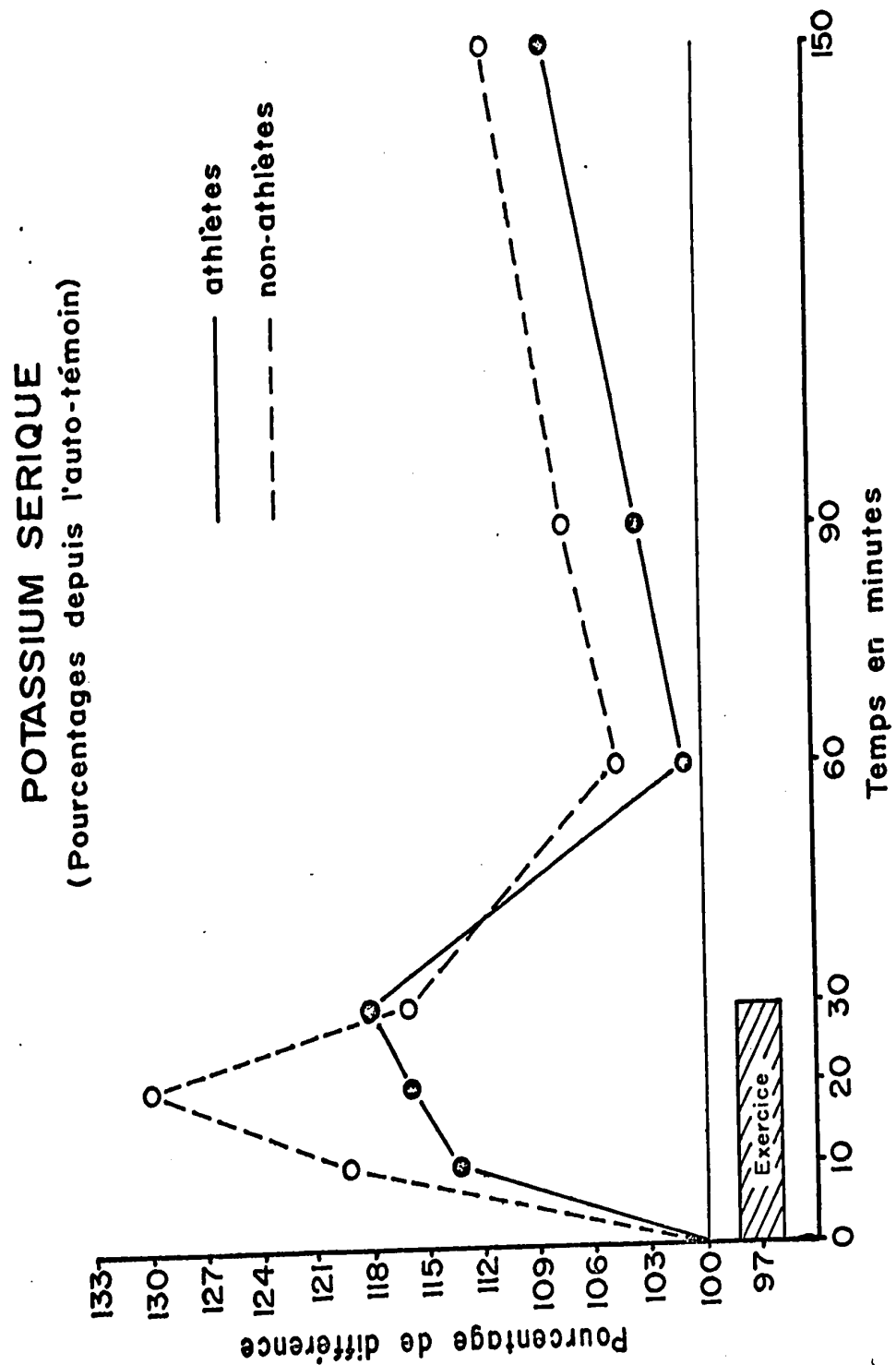
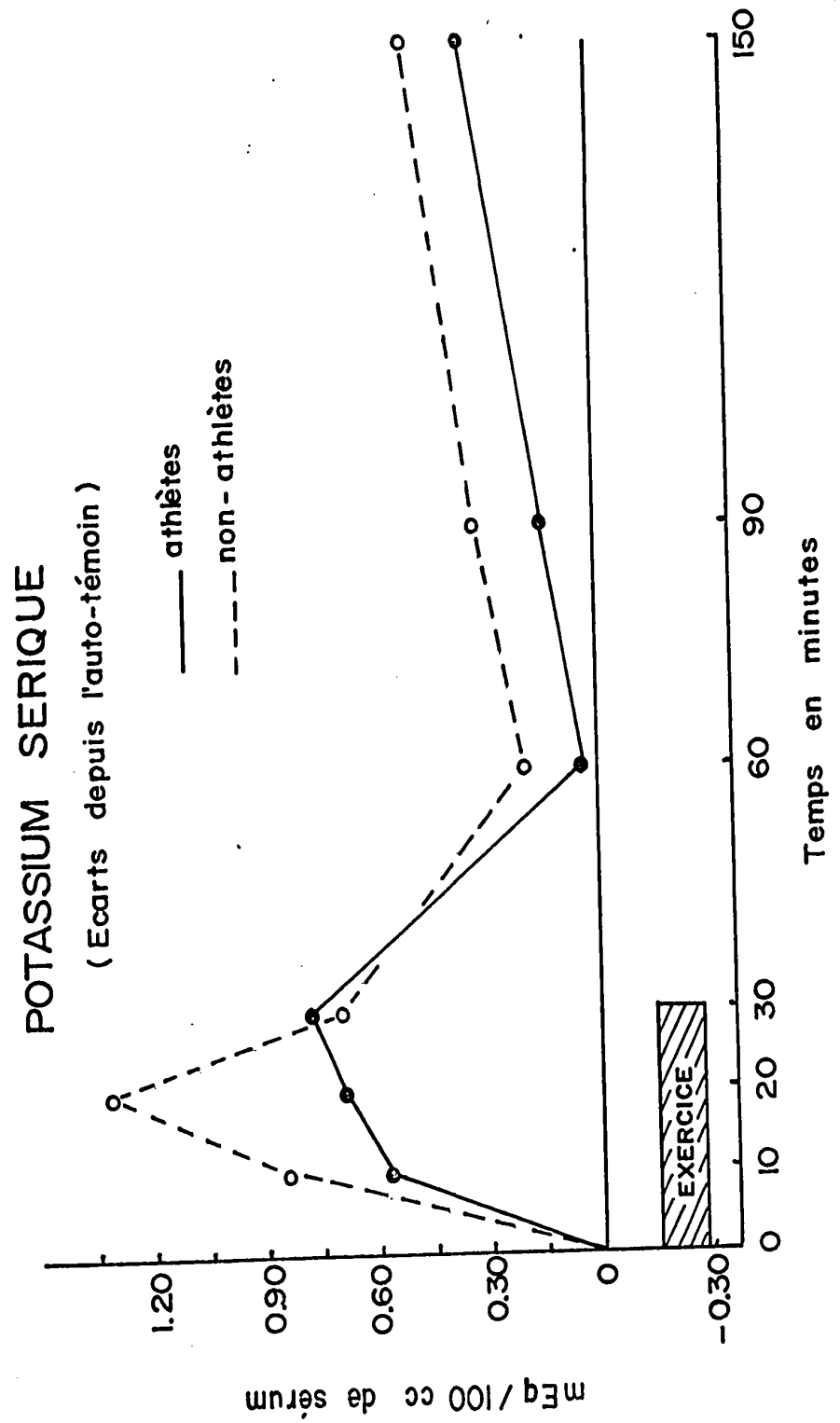


Fig. 17(B)



2.15 Chlorure sérique<sup>1</sup> (tableaux XVI(A), (B) et (C);  
figures 18(A) et 18(B)).

Les faibles fluctuations obtenues indiquent une grande stabilité de cette ion sur laquelle l'activité musculaire n'imprime que de minuscules variations.

---

<sup>1</sup> Valeurs physiologiques normales: 95 - 105 mEq/Litre

TABLEAU XVI(A)

CHLORURES SERIQUES (mEq/L.) - VALEURS INDIVIDUELLES

|                   |        | Temps de collection (minutes) |     |     |     |     |     |     |  |
|-------------------|--------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Groupes           | Sujets | 0                             | 10  | 20  | 30  | 60  | 90  | 150 |  |
| A<br>athlètes     | Zi     | 106                           | 109 | 109 | 109 | 108 | 106 | 106 |  |
|                   | Di     | 107                           | 109 | 111 | 110 | 109 | 108 | 108 |  |
|                   | Pl     | 107                           | 106 | 109 | 108 | 108 | 108 | 108 |  |
|                   | Sp     | 109                           | 108 | 110 | 110 | 110 | 109 | 109 |  |
|                   | Tr     | 107                           | 109 | 108 | 108 | 108 | 108 | 106 |  |
|                   | Br     | 106                           | 107 | 106 | 107 | 106 | 104 | 104 |  |
| B<br>non-athlètes | Du     | 110                           | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 108 |  |
|                   | Se     | 109                           | 111 | 110 | 109 | 109 | 111 | 110 |  |
|                   | Ri     | 103                           | 104 | 106 | 104 | 104 | 105 | 105 |  |
|                   | Fo     | 107                           | 109 | 109 | 108 | 107 | 107 | 105 |  |

TABLEAU XVI(B)

CHLORURES SERIQUES (mEq/L.) - MOYENNES ET ECARTS-TYPES

| Groupes                               | Temps de collection (minutes) |         |         |         |         |           |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|
|                                       | 0                             | 10      | 20      | 30      | 60      | 150       |
| A (athlètes)                          | 107±1.5                       | 108±1.3 | 109±1.4 | 108±1.1 | 108±1.1 | 107±1.7   |
| B (non-athlètes)                      | 106±2.7                       | 108±2.9 | 108±1.7 | 107±2.1 | 107±2.3 | 108±2.5   |
|                                       |                               |         |         |         |         |           |
| Analyse de la variance:               |                               |         |         |         |         | F         |
| 1. Effet du conditionnement physique: |                               |         |         |         |         | 0.71 N.S. |
| 2. Effet de l'exercice:               |                               |         |         |         |         | 5.99 xxx  |
| 3. Interaction:                       |                               |         |         |         |         | 0.47 N.S. |

TABLEAU XVI(C)

CHLORURES SERIQUES (meq/L.) - POURCENTAGES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |      |                         |            |            |                                  |
|------------------|-------------------------------|------|-------------------------|------------|------------|----------------------------------|
|                  | 0                             | 10   | 20                      | 30         | 60         | 90 150                           |
| A (athlètes)     | 100%                          | 101% | 101%(+0.9) <sup>@</sup> | 101%(+1.7) | 101%(+1.3) | 101%(+1.1) 100%(+0.1) 100%(-0.4) |
| B (non-athlètes) | 100%                          | 102% | 102%(+2.0)              | 102%(+2.2) | 101%(+0.8) | 100%(+0.5) 102%(+1.7) 100%(+0.5) |

@ Ecart depuis l'auto-témoin (Valeur à T = 0 moins Valeur à T = A)

Fig. 18(A)

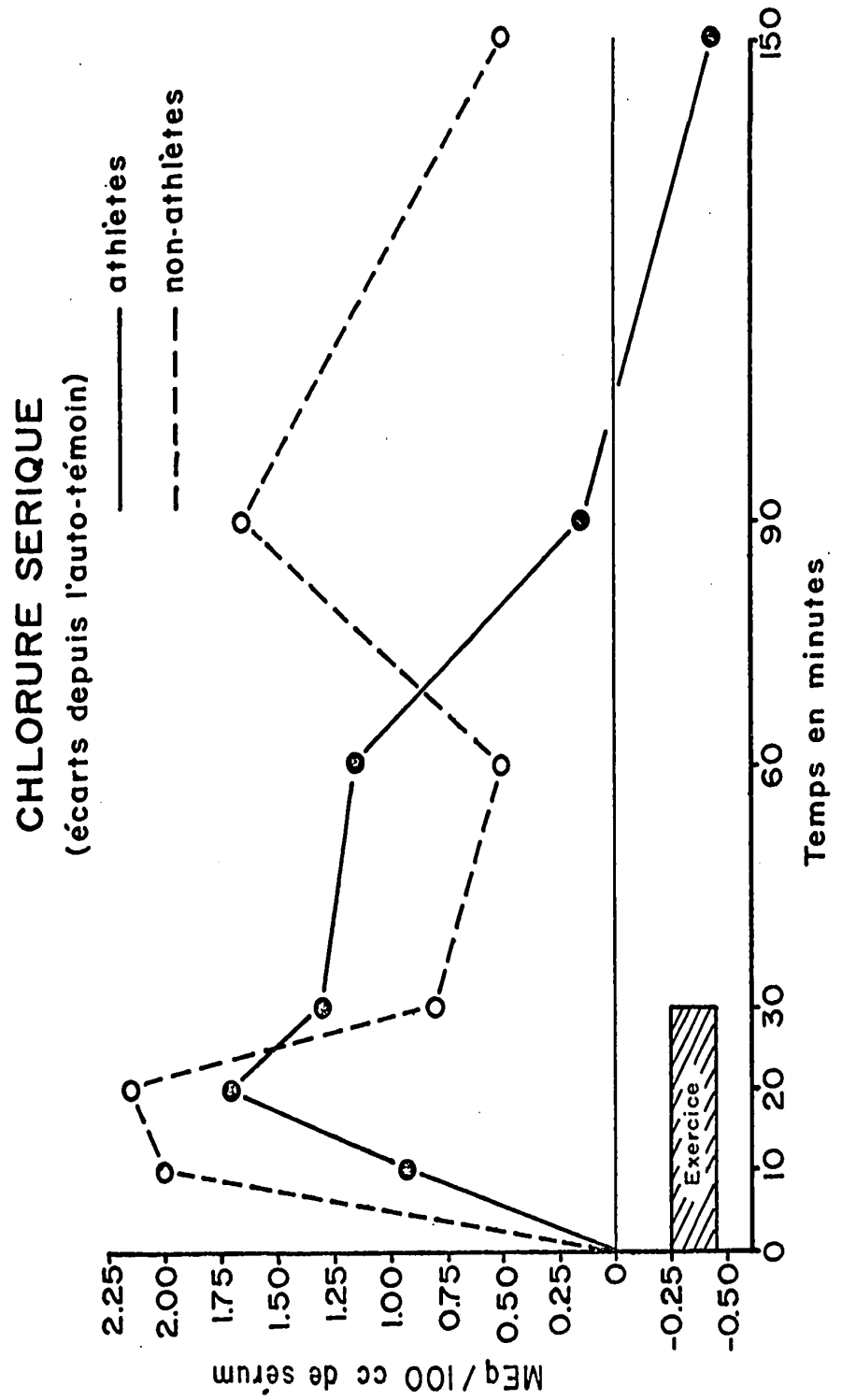
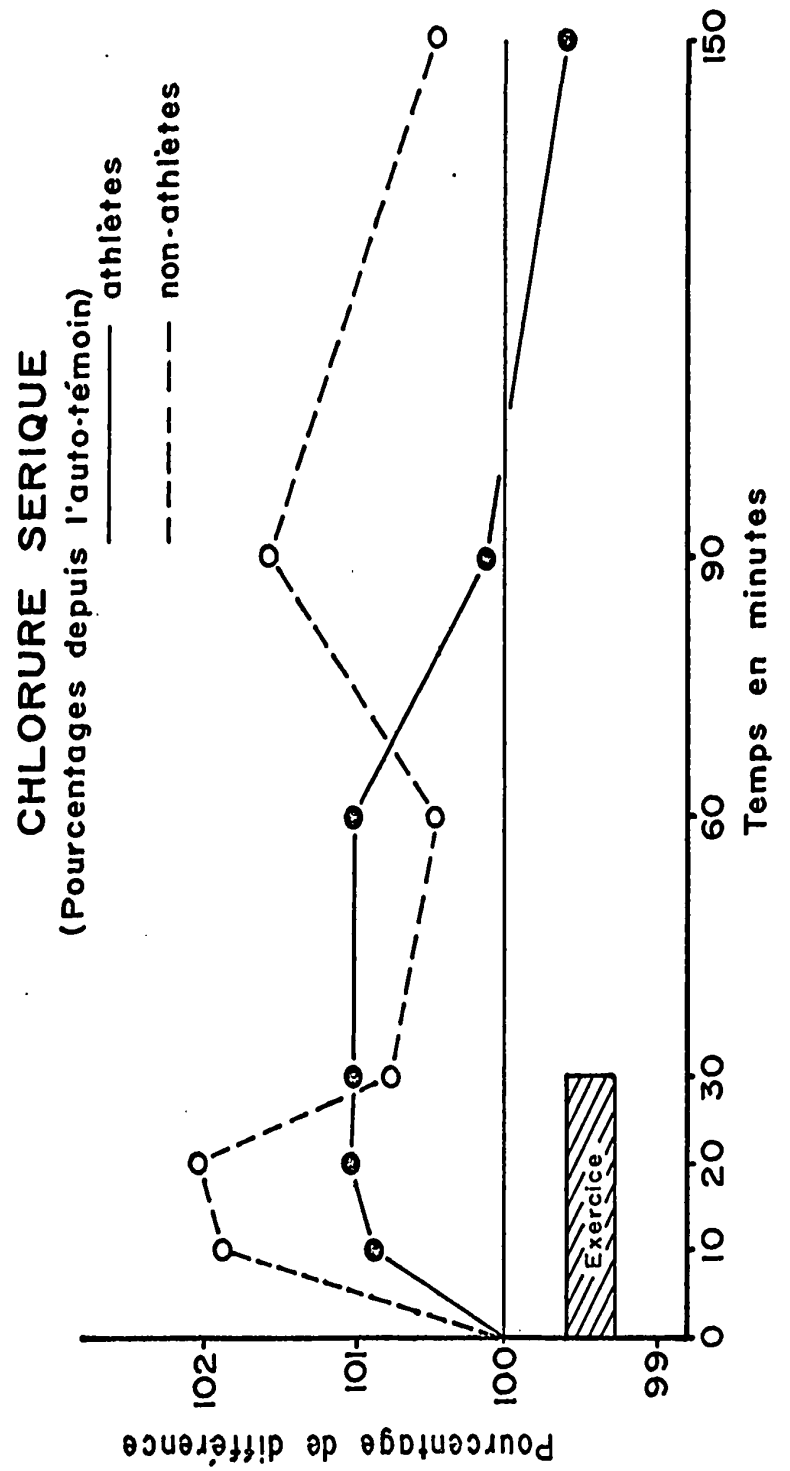


Fig. 18(B)



#### 1.4 Discussion et conclusion

##### 2.1 Effet de l'exercice musculaire.

L'exploration du sérum, en plus d'informer sur certains paramètres associés à l'activité cortico-surrénalienne, révèle le jeu d'autres composantes sériques au cours du travail musculaire.

Ainsi, l'élévation de la concentration des protéines totales, de l'albumine et de l'hémoglobine suggère une hémoc concentration confirmée par l'hématocrite. Cette hémoc concentration pourrait s'expliquer par l'augmentation de la pression hydrostatique, entraînant une fuite plus prononcée des fluides vasculaires vers les tissus. Il est vrai que la remarquable fixité des ions sériques peut prévenir les fluctuations de la pression osmotique. Les variations minimales dans le niveau du sodium et du potassium sériques ne montrent aucun changement dû à l'action des minéralocorticoïdes au cours de l'effort. On peut noter le parallélisme entre l'accroissement, durant le travail musculaire, et la chute, en période post-agressive, des niveaux sanguins du calcium et de la phosphatase alcaline; on pourrait y voir une augmentation de l'activité des parathyroïdes à savoir, une mobilisation du calcium osseux. Insignifiante chez l'athlète, l'élévation de la transaminase glutamo-oxalacétique chez le non-athlète suggère une certaine hypoxie et

une usure plus rapide de la masse musculaire. Les paliers caractéristiques de l'azote uréique semblent indiquer que l'athlète catabolise plus activement les matières protéiques que le non-athlète mais la stabilité de ces niveaux suggère que l'exercice musculaire n'exerce aucune action significative sur ce métabolisme. Même en l'absence de mesure de pH sanguin, la baisse en bioxyde de carbone dissout suggère la présence dans le sang de quantités accrues d'acide lactique. Contrairement à l'athlète, le non-athlète ne réussit pas à maintenir sa glycémie à un niveau stable durant la période de travail imposé; cette élévation considérable suggère un métabolisme glucidique différent de celui de l'athlète. Pendant l'exercice musculaire, l'athlète semble capable d'ajuster la production de glucides à leur utilisation alors que le non-athlète ne peut équilibrer les taux de production et d'utilisation.

L'exercice musculaire fait varier le cortisol des non-athlètes de la même façon que la glycémie, ce qui suggère un rapport étroit entre ce glucocorticoïde et le glucose durant le travail. La chute de cortisol durant l'exercice et la période de récupération pourrait être partiellement expliquée par le cycle circadien qui opère indépendamment d'un exercice peu exténuant (Williams, 1962).

## 2.2 Effet du conditionnement physique.

L'exercice musculaire imposé étant le même pour chacun

des sujets, la différence du comportement entre les groupes, lorsque significative, semble attribuable à l'effet du conditionnement physique des sujets. Cette différence significative apparaît dans cinq composantes sanguines<sup>1</sup>: le bioxyde de carbone dissout, le calcium ionisé, la phosphatase alcaline, le glucose sanguin et le cortisol plasmatique.

### 3.1 Bioxyde de carbone dissout.

Chez le non-athlète, l'apport d'acide lactique et d'acides gras (Young, 1968) au sang, oblige l'organisme à évacuer, par hyperventilation, des quantités considérables de gaz carbonique. L'athlète peut oxygéner adéquatement ses tissus et ainsi prévenir une réduction massive de l'acide pyruvique en acide lactique.

### 3.2 Calcium ionisé et Phosphatase alcaline.

Le non-athlète, possédant une structure osseuse peu habituée à des exercices musculaires prolongés, augmente son taux d'ossification pour acquérir cette ossature plus solide que nous rencontrons chez l'athlète; c'est pourquoi les parathyroïdes et, probablement les ostéoclastes, et les ostéoblastes, augmentent leurs activités.

---

<sup>1</sup> nous avons rejeté le niveau de 5% de signification pour l'hémoglobine vu la possible interférence due à l'hémoc concentration.

### 3.3 Glucose sanguin.

L'élévation du glucose dans le sang des non-athlètes suggère l'incapacité des tissus d'accepter et d'utiliser pleinement ces hydrates de carbone, peut-être à cause de l'hypoxie de la masse musculaire. L'athlète, au contraire, peut, grâce à une oxygénation adéquate, accomplir une glycolyse suffisante et prévenir ainsi des variations significatives de la glycémie.

### 3.4 Cortisol plasmatique.

L'accumulation de cortisol dans le plasma des non-athlètes suggère un rapport direct entre la métabolisation des glucides et ce glucocorticoïde, sa production et son utilisation.

## 2.3 Explication des variations cortisolémiques.

Une explication des mécanismes, qui entraînent chez les non-athlètes une élévation de la cortisolémie et une chute chez les athlètes, est inséparable d'une discussion des variations de la glycémie chez nos deux groupes.

### 3.1 Facteurs pouvant être responsables de l'élévation de la glycémie chez les non-athlètes.

Le non-habitué à l'exercice physique ne peut compter sur d'importantes réserves de glycogène musculaire (Bergstrom,

1966). En plus d'une forte élévation du taux des catécholamines, accélérant la glycogénolyse, Torres et al (1968) montrent l'accroissement supplémentaire de l'activité des phosphorylases causée par l'hypoinsulinémie (Porte et Williams, 1966; Wright et Maliasse, 1968). Lorsque le travail musculaire se prolonge, l'organisme doit probablement recourir à la gluconéogénèse pour assurer un apport adéquat de glucose aux muscles en activité.

Ruderman et Herrera (1968) montrent que la gluconéogénèse, en milieu hyperglycémique, ne s'opère presque pas à partir des acides aminés; ceci pourrait expliquer partiellement l'absence d'effets significatifs causés par l'exercice sur l'azote uréique (Tatleau X(B), page 98). Il est fort possible que la gluconéogénèse s'opère à partir des acides gras non-estérifiés relâchés dans la circulation au cours de l'exercice musculaire (Basu et al., 1960; Hunter et al., 1965; Rodahl et al., 1964); l'influence de ces acides gras, combinée à celle de l'acide lactique résultant de l'hypoxie musculaire, fournirait l'explication de l'acidose métabolique observée au cours du travail musculaire imposé (Figures 6(A) et 6(B), pages 64 et 65). Même si ces acides gras non-estérifiés pouvaient constituer jusqu'à 90% des sources (Paul et Issekutz, 1967), il se peut que cette acidose métabolique trouble suffisamment le "milieu intérieur" pour con-

duire le sujet à l'épuisement prématuré.

Cette augmentation du taux de la gluconéogénèse n'est cependant pas l'unique raison de l'hyperglycémie observée durant le travail musculaire. L'exercice physique étant une véritable agression chez le non-habitué à l'effort musculaire, la médullo-surrénale relâche suffisamment de catécholamines dans la circulation pour affecter la réponse du pancréas à la glycémie; il en résulterait un affaissement important du taux de sécrétion de l'insuline (Porte et Williams, 1966; Wright et Malaisse, 1968). Les effets combinés de la gluconéogénèse, de l'hypoinsulinémie, de l'accroissement de l'activité de la phosphorylase (Torres, 1968) et d'une inhibition possible du taux d'utilisation périphérique du glucose due au cortisol (Munck et Koritz, 1962; Munck, 1962), expliqueraient l'élévation de la glycémie durant l'exercice musculaire chez le non-athlète.

### 3.2 Facteurs pouvant être responsables du maintien de la glycémie chez les athlètes.

L'athlète, disposant de réserves abondantes en glycogène musculaire (Bergstrom, 1966), semble mieux adapté aux longues périodes de travail musculaire; par glycogénolyse, il peut donc déverser dans le sang des quantités de glucose comparables à celles qu'il utilise et peut ainsi maintenir le niveau de sa glycémie (Figure 5(A) et 5(B), pages 58 et 59).

duire le sujet à l'épuisement prématuré.

Cette augmentation du taux de la gluconéogénèse n'est cependant pas l'unique raison de l'hyperglycémie observée durant le travail musculaire. L'exercice physique étant une véritable agression chez le non-habitué à l'effort musculaire, la médullo-surrénale relâche suffisamment de catécholamines dans la circulation pour affecter la réponse du pancréas à la glycémie; il en résulterait un affaissement important du taux de sécrétion de l'insuline (Porte et Williams, 1966; Wright et Malaisse, 1968). Les effets combinés de la gluconéogénèse, de l'hypoinsulinémie, de l'accroissement de l'activité de la phosphorylase (Torres, 1968) et d'une inhibition possible du taux d'utilisation périphérique du glucose due au cortisol (Munck et Koritz, 1962; Munck, 1962), expliqueraient l'élévation de la glycémie durant l'exercice musculaire chez le non-athlète.

### 3.2 Facteurs pouvant être responsables du maintien de la glycémie chez les athlètes.

L'athlète, disposant de réserves abondantes en glycogène musculaire (Bergstrom, 1966), semble mieux adapté aux longues périodes de travail musculaire; par glycogénolyse, il peut donc déverser dans le sang des quantités de glucose comparables à celles qu'il utilise et peut ainsi maintenir le niveau de sa glycémie (Figure 5(A) et 5(B), pages 58 et 59).

### 3.3 Facteurs pouvant être responsables de l'accroissement du niveau du cortisol chez les non-athlètes.

#### 4.1 Taux de production du cortisol.

Si l'on considère que le travail musculaire imposé aux non-athlètes est exténuant et si, comme l'affirme Williams (1968A), la neuro-sécrétion hypothalamique, induite lors d'un stimulus d'agression, déclenche une sécrétion de corticostimuline, le cortex surrénalien accroîtra sa production de cortisol (Urquhart, 1968).

#### 4.2 Taux de sécrétion du cortisol.

Suzuki (1967) mesure, chez les chiens, au niveau de la veine surrénale, le taux de sécrétion du cortisol après des exercices exténuants; il note un niveau élevé de sécrétion, au-delà de la limite physiologique supérieure normale.

Plusieurs auteurs observent une chute dans le débit sanguin au rein lors d'un exercice exténuant (Radigan et Robinson, 1949; Wade et Biship, 1962; White et Rolf, 1948); par ailleurs, Tobian (1959, 1960) montre que l'abaissement de ce débit est accompagné d'une chute de la pression hydrostatique de l'artériole afférente. Cette chute de pression causerait la sécrétion de rénine par l'appareil juxtaglomérulaire et la production d'angiotensine II par le foie; cette angiotensine agirait sur le cortex surrénalien en stimulant la sécrétion de corticostérone et, à un degré

moindre, la sécrétion de cortisol<sup>1</sup> (Williams, 1968B).

#### 4.3 Taux de conjugaison du cortisol.

Rowell et al. (1964) remarquèrent une chute importante au débit sanguin au foie durant les courses de différentes intensités. Paterson (1967) démontrait, chez le mouton, que la captation du cortisol par le foie correspondait à environ 80% de la quantité de cortisol non-lié et lié à l'albumine entrant dans cet organe.

Il ne semble pas non plus que la capacité de liaison de la transcortine augmente durant l'exercice; Murray (1967) ne remarquait aucune élévation de taux du cortisol lié aux protéines chez des patients en situations d'agression, telles que: états post-opératoires, infections, brûlures. L'élévation dans le niveau des protéines sériques au cours de ce travail (Figure 10(A), page 88) ne suffit pas à expliquer cette hypercortisolémie, l'élévation étant sensiblement la même chez les athlètes que chez les non-athlètes.

#### 4.4 Taux d'utilisation du cortisol.

Nous avons vu que l'accroissement du niveau de la glycémie chez les non-athlètes pouvait être attribué à

---

<sup>1</sup> La méthode présente de détermination du cortisol utilisée, ne distingue pas entre corticostérone et cortisol.

l'activité gluconéogénique. Le cortisol étant nécessaire à l'activation des enzymes régulateurs de la gluconéogénèse (Karlson, 1963; Lardy, 1965), le cortex surrénalien doit augmenter son taux de sécrétion de ce glucocorticoïde pour fournir une quantité adéquate de glucose aux muscles en activité. Cet afflux de cortisol dans le sang, activant la gluconéogénèse, expliquerait l'hypercortisolémie observée.

### 3.4 Facteurs pouvant être responsables de la chute du niveau du cortisol chez les athlètes.

#### 4.1 Taux de production du cortisol.

L'abaissement du niveau du cortisol plasmatique déclenche une sécrétion de corticostimuline grâce au "servomécanisme" responsable du maintien de la cortisolémie (James et Landon, 1967; Williams, 1968C). On pourrait donc accepter qu'il y a, même chez l'athlète, augmentation du taux de production du cortisol par le cortex surrénalien durant le travail musculaire imposé.

#### 4.2 Taux de sécrétion du cortisol.

La faible augmentation du taux de sécrétion obtenue par Suzuki (1967) lorsqu'il soumit ses chiens à des exercices peu exténuants (page 22), suggère qu'il pourrait y avoir un accroissement modéré du taux de sécrétion du cortisol durant

l'exercice physique imposé; ceci serait acceptable chez le non-athlète mais improbable chez l'athlète.

#### 4.3 Taux d'utilisation du cortisol.

La faible teneur du plasma en glucocorticoides c'est-à-dire, l'absence d'activité gluconéogénique, s'explique facilement par les réserves abondantes en hydrates de carbone et par le peu d'acide lactique résultant d'une oxygénation musculaire adéquate.

En plus du cycle circadien (Williams, 1962), une hypothèse intéressante pourrait peut-être expliquer cette chute du niveau du cortisol plasmatique; elle porte sur la distribution de cette hormone dans le sang. Migeon et al. (1959) étudièrent la répartition de plusieurs corticostéroïdes (cortisol, cortisone, tétrahydrocortisol et tétrahydrocortisone) dans le sang; ils trouvèrent qu'une fraction significative des 17-hydroxycorticostéroïdes non-conjugés était associée aux erythrocytes (moyenne, 25.1%, variant de 17.7 à 36.5%) alors que la totalité des 17-hydroxycorticostéroïdes conjugués était trouvée dans le plasma. Vermeulen (1961), après infusion de 4-<sup>14</sup>C-cortisol, trouva que 16 à 37% de la radioactivité du compartiment vasculaire était associée aux cellules rouges. Ses résultats suggèrent une adsorption des corticoides à la surface des erythrocytes. Gray et Bacharach (1967C) reprennent ce problème

et concluent: "The weight of evidence suggests that there may be a binding agent with low capacity in or on red cells which becomes increasingly important as the total steroid concentration diminishes". Il se peut alors que durant l'exercice musculaire, l'hémoconcentration aidant, il y ait une fuite significative du cortisol plasmatique vers les globules rouges.

#### 2.4 Conclusion.

Dix étudiants d'âge collégial furent sélectionnés et groupés en "athlètes" et "non-athlètes" d'après leur consommation d'oxygène et leur fréquence cardiaque au cours d'un exercice musculaire standard. De multiples échantillons sanguins furent prélevés au cours d'un exercice de trente minutes sur ergomètre (750 kpm) et au cours de deux heures de récupération. Des résultats obtenus, nous concluons:

1. L'exercice musculaire n'affecte pas significativement la balance électrolytique en termes de sodium et de potassium. Chez les non-athlètes, on note 1) une élévation significative du calcium sérique, suggérant une mobilisation de cet ion à partir du tissu osseux; 2) le rapport direct entre la calcémie et le niveau sanguin de la phosphatase alcaline, suggérant une activité ostéoblastique accrue au cours de l'effort.

2. Le conditionnement physique permet à l'athlète de maintenir une glycémie stable alors que le non-athlète montre un accroissement sensible du glucose sanguin au cours de l'effort, suggérant une élévation du taux de production combinée à une baisse dans le degré d'utilisation

3. Les fluctuations du cortisol plasmatique durant l'exercice musculaire sont fortement influencées par la condition physique des sujets. L'élévation de la cortisolemie chez le non-athlète est attribuée principalement aux besoins de l'activité gluconéogénique; la chute de la cortisolemie chez l'athlète est attribuée au cycle circadien, et à une augmentation possible du taux de diffusion dans la fraction globulaire du sang.

BIBLIOGRAPHIE

- Almy, T.P., et Laragh, J.H.: Reduction in circulating eosinophils following epiheprine, insulin and surgical operations. *Amer. J. Med.* 6 : 507 (1949).
- Altland, P.D., Highman, B., et Nelson, B.D.: Serum enzyme and tissue changes in rats exercised repeatedly at altitudes: effects of training. *Amer. J. Physiol* 214 ; 28 - 32 (1968).
- Bàez-Villasenor, J., Rath, C.E., et Finch, C.A.: The blood picture in Addison's disease. *Blood* 3 ; 769 - 773 (1948).
- Basu, A., Passmore, R., et Strong, J.A.: The effect of exercise on the level of non-esterified fatty acids in the blood. *Quart. J. Exptl. Physiol.* 45 : 312 - 317 (1960).
- Bergstrom, J., et Hultman, E. : Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cells in man. *Nature* 210 : 309 - 310 (1966).
- Bliss, E.L., Sandberg, A.A., Nelson, D.H., et Eik-Nes, K.: The normal levels of 17-hydroxycorticosteroids in the peripheral blood of man. *J. Clin. Invest.* 32 : 818 - 823 (1953).
- Britton, S.W., et Silvette, H.: Effects of cortico-adrenal extract on carbohydrate metabolism in normal animals. *Amer. J. Physiol.* 100 : 693 - 700 (1932).

BIBLIOGRAPHIE

- Almy, T.P., et Laragh, J.H.: Reduction in circulating eosinophils following epiheprine, insulin and surgical operations. Amer. J. Med. 6 : 507 (1949).
- Altland, P.D., Highman, B., et Nelson, B.D.: Serum enzyme and tissue changes in rats exercised repeatedly at altitudes: effects of training. Amer. J. Physiol 214 ; 28 - 32 (1968).
- Bàez-Villasenor, J., Rath, C.E., et Finch, C.A.: The blood picture in Addison's disease. Blood 3 ; 769 - 773 (1948).
- Basu, A., Passmore, R., et Strong, J.A.: The effect of exercise on the level of non-esterified fatty acids in the blood. Quart. J. Exptl. Physiol. 45 : 312 - 317 (1960).
- Bergstrom, J., et Hultman, E. : Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cells in man. Nature 210 : 309 - 310 (1966).
- Bliss, E.L., Sandberg, A.A., Nelson, D.H., et Eik-Nes, K.: The normal levels of 17-hydroxycorticosteroids in the peripheral blood of man. J. Clin. Invest. 32 : 818 - 823 (1953).
- Britton, S.W., et Silvette, H.: Effects of cortico-adrenal extract on carbohydrate metabolism in normal animals. Amer. J. Physiol. 100 : 693 - 700 (1932).

- Bruschke, G., Haase, G., et Herrmann, A.: Comparative studies on the behavior of capillary resistance in athletes and non-athletic persons during rest, physical stress, and following it. *Deutsch. Gesundh.* 21 : 838 - 841 (1966).
- Bush, I.E.: Methods of paper chromatography of steroids applicable to the study of steroids in mammalian blood and tissues. *Biochem. J.* 50 : 370 - 378 (1952).
- Christensen, E.H., Trolle, C., et Nielsen, H.E.: Beitrage zur physiologie schwerer korperlicher arbeit; uber die versuchsdauer bei minutenvolumenbestimmungen mit der acetylenmethode wahrend korperlicher arbeit. *Arbeitsphysiol.* 7 : 108 - 119 (1933).
- Consolazio, C.F., Johnson, R.E., et Pecora, L.J.: Physiological measurements of metabolic functions in man. New York. McGraw-Hill Book Co., Inc., pp. 87 - 93 (1963).
- Corcoran, A.C., et Page, I.H.: Methods for the chemical determination of corticosteroids in urine and plasma. *J. Lab. Clin. Med.* 33 : 1326 - 1333 (1948).
- Cornil, A., DeCoster, A., Copinschi, G., et Franckson, J.R.M.: Effect of muscular exercise on the plasma level of cortisol in man. *Acta Endocr.* 48 : 163 - 168 (1965).
- Cureton (Jr.), T.K. : Physical Fitness in Champion Athletes. Urbana. The University of Illinois Press, pp. 319 - 320 (1951A).

- Cureton (Jr.), T.K. : Physical Fitness in Champion athletes. Urbana. The University of Illinois Press, pp. 327 - 329 (1951B).
- Cureton (Jr.), T.K. : Physical Fitness in Champion athletes. Urbana. The University of Illinois Press, pp. 328 (1951C).
- Doughaday, W.H., Jaffe, H., et Williams, R.H.: Chemical assay for "CORTIN". J. cli. Endocr. 8 : 166 - 174 (1948).
- Dougherty, T.F., et White, A.: An evaluation of alterations produced in lymphoid tissue by pituitary-adrenal cortical secretion. J. lab. & cli. Med. 32 : 584 - 605 (1947).
- Ekblom, B., Astrand, P.-O., et Saltin, B.: Effect of training on circulatory response to exercise. J. Appl. Physiol. 24 : 518 - 528 (1968)
- Elmadjian, F., Freeman, H., et Pincus, G.: The adrenal cortex and the lymphocytopenia due to glucose administration. Endocr. 39 : 293 - 299 (1946).
- Everse and de Fremery test (1932), dans Textbook of Endocrinology par Hans Selye. Acta Endocrinologica. Université de Montréal, pp. 103 (1947)
- Forbes, A.P., Donaldson, E.C., Reifensstein, C., et Albright, F.: The effect of trauma and disease on the urinary 17-ketosteroid excretion in man. J. clin. Endocr. 7 : 264 - 268 (1947).

- Forsham, P.H., Thorn, G.W., Prunty, F.T.G., et Hills, A.G.:  
Clinical studies with pituitary adrenocorticotropin.  
J. Clin. Endocr. 8 : 15 - 66 (1948).
- Gardner, G.W., Bratton, R., et Chowdhury, S.R.: Effect of  
exercise on serum enzyme levels in trained subjects.  
J. Sports Med. 4 : 103 - 110 (1964).
- Gemmill, C., Booth, W., Detrick, J., et Schiebel, H.: Severe  
Muscular training. Amer. J. Physiol. 96 : 265 - 277  
(1931).
- Gray, C.H., et Bacharach, A.L.: Hormones in Blood, vol. 2,  
2nd ed. London & New York. Academic Press, pp. 326  
(1967A).
- Gray, C.H., et Bacharach, A.L.: Hormones in Blood, vol. 2,  
2nd ed. London & New York. Academic Press, pp. 325  
(1967B).
- Gray, C.H., et Bacharach, A.L.: Hormones in Blood, vol. 2,  
2nd ed. London & New York. Academic Press, pp. 332  
(1967C).
- Heard, R.D.H., Sobel, H.: Steroids. VIII Colorimetric method  
for the estimation of reducing steroids. J. Biol.  
Chem. 165 : 687 - 698 (1946).
- Henderson, Y., et Haggard, H.H.: The maximum of human power  
and its fuel. Amer. J. Physiol. 72 : 264 - 282  
(1925).

- Herbert, V., Gottlieb, C., Lau, K.-S., et Wasserman, L.R.:  
Intrinsic-factor assay. *Lancet* 11 : 1017 - 1018  
(1964).
- Hill, S.R., Thorn, G.W.,  
Studies on adrenocortical and psychological response  
to stress in man. *A.M.A. Arch. Inter. Med.* 97 :  
269 - 298 (1956).
- Hills, A.G., Forsham, P.H., et Finch, C.A.: Changes in cir-  
culating leukocytes induced by administration of  
pituitary adrenocortrophic hormone (ACTH) in man.  
*Blood* 3 : 755 - 768 (1948).
- Hunter, W.M., Fonseka, C.C., et Passmore, R.: Growth hormone:  
Important role in muscular exercise in adults.  
*Science* 150 : 1051 - 1053 (1965).
- Ingle, D.J.: Work capacity of the adrenalectomized rat treated  
with cortin. *Amer. J. Physiol.* 116 : 622 - 625 (1936).
- James, V.H., et Landon, J.: Some observations on the control  
of cortisol secretion in man. *Proc. Roy. Soc. Med.*  
60 : 907 (1967).
- Johnson, W.R.: Science and medicine of exercise and sports.  
New York. Harper & Brothers Publishers, pp. 403 (1960).
- Kagi, H.R.: Der Einflub von Muskelarbeit auf die blutkonzen-  
tration der nebennierenrindenhormone. *Helv. Med.*  
*Acta* 22 : 258 - 267 (1955).
- Karlson, P.: New concepts on the mode of action of hormones.  
*Persp. Biol. Med.* 6 : 203 - 214 (1963).

- Keeney, C.E.: Effect of training on eosinophil response of exercised rats. *J. Appl. Physiol.* 15 : 1046 - 1047 (1960).
- Lardy, H.A., Foster, D.O., Shrago, E., et Ray, P.D.: Metabolic and hormonal regulation of phosphoenolpyruvate synthesis. *Advances in Enzyme Regulation*, vol 2, pp. 39 - 47 (1964).
- Little, B., Vance, V.K., et Rossi, E.: Plasma 17-hydroxycorticosteroid levels in patients with abnormal glucose tolerance during pregnancy. *J. Clin. Endocr. & Metab.* 18 : 49 - 53 (1958)
- Long, C.N.H., Katzin, B., et Fry, E.G.: The adrenal cortex and carbohydrate metabolism. *Endocr.* 26 : 309 - 351 (1940).
- Majumber, D.N., et Wintrobe, M.M.: Influence of adrenalectomy and of adrenal cortical hormone on hypoferremia and other blood changes associated with injection of turpentine. *J. Lab. & Clin. Med.* 33 : 532 - 541 (1948).
- Mason, H.L., Myers, C.S., et Kendall, E.C.: The chemistry of crystalline substances isolated from the suprarenal gland. *J. Biol. Chem.* 114 : 613 - 631 (1936).
- Migeon, C.J., Lawrence, B., Bertrand, J., et Holman, G.H.: In vivo distribution of some 17-hydroxycorticosteroids between the plasma and red blood cells of man. *J. Clin. Endocr. & Meta.* 19 : 1411 - 1419 (1959).

- Munck, A.: Studies on the mode of action of glucocorticoids in rats. II. The effect in vivo and in vitro on net glucose uptake by isolated adipose tissue. *Biochem. Biophys. Acta* 57 : 318 - 326 (1962).
- Munck, A., et Koritz, S.B.: Studies on the mode of action of glucocorticoids in rats. I. Early effects of cortisol on blood glucose and on glucose entry into muscle, liver, and adipose tissue. *Biochem. Biophys. Acta* 57 : 310 - 317 (1962).
- Murphy, B.E.P.: Application of the property of protein-binding to the assay of minute quantities of hormones and other substances. *Nature* 201 : 679 - 682 (1964).
- Murphy, B.E.P., Engelberg, W., et Pattee, C.J.: Simple method for the determination of plasma corticoids. *J. clin. Endocr.* 23 : 293 - 300 (1963).
- Murphy, B.E.P., et Pattee, C.J.: Determination of plasma corticoids by competitive protein-binding analysis using gel filtration. *J. clin. Endocr.* 24 : 919 - 923 (1964).
- Murphy, B.E.P.: Some studies of the protein-binding of steroids and their application to the routine micro and ultramicro measurement of various steroids in body fluids by competitive protein-binding radioassay. *J. clin. Endocr.* 27 : 973 - 990 (1967).
- Murray, D.: Cortisol binding to plasma proteins in man in health, stress and at death. *J. Endocr.* 39 : 571 - 591 (1967).

- Nazar, K.: Changes in the 17-hydroxycorticosteroid level in blood plasma under the influence of muscular exercise. *Acta Physiol. Polon.* 16 : 176 - 185 (1965).
- Nazar, K.: Relations between total muscular work in humans and changes in the levels of 17-hydroxysteroids in the blood. *Acta Physiol. Polon.* 17 : 767 - 773 (1966).
- Nelson, D.H., et Samuels, L.T.: A method for the determination of 17-hydroxycorticosteroids in blood: 17-hydroxycorticosterone in the peripheral circulation. *J. clin. Endocr.* 12 : 519 - 526 (1952).
- Nugent, C.A., et Mayes, D.M.: Plasma corticosteroids determined by use of corticosteroid-binding globulin and dextran-coated charcoal. *J. clin. Endocr.* 26 : 1116 - 1122 (1966).
- Parizkova, J., et Powba, O: Some metabolic consequences of adaptation to muscular work. *Brit. J. Nut.* 17 : 341 - 345 (1963).
- Paterson, J.Y.F., et Harrison, F.A.: The specific activity of plasma cortisol in sheep after I.V. infusion of labeled cortisol, and its relation to the distribution of cortisol. *J. Endocr.* 40 : 37 - 47 (1967).
- Paul, P., et Issekutz, B.: Role of extramuscular energy sources in the metabolism of the exercising dog. *J. Appl. Physiol.* 22 : 615 - 622 (1967).

- Perkoff, G.T., Eik-Nes, K., Nugent, C.A., Fred, H.L., Nimer, R.A., Rush, L., Samuels, L.T., et Tyler, F.H.:  
Studies of the diurnal variation of plasma 17-hydroxycorticosteroids in man. J. clin. Endocr. & Meta. 19 : 432 - 443 (1959).
- Pfiffner, J.J., Swingle, W.W., et Vars, H.M.: The cortical hormone requirement of the adrenalectomized dog, with special reference to a method of assay. J. Biol. Chem. 104 : 701 - 716 (1934).
- Porte, D. et Williams, R.H.: Inhibition of insulin release by norepinephrine in man. Science 152 : 1248 - 1250 (1966).
- Porter, C.C., et Silber, R.H.: The determination of 17,21-dihydroxy-20-ketosteroids in urine and plasma. J. Biol. Chem 210 : 923 - 932 (1954).
- Radigan, L.R., et Robinson, S.: Effects of environmental heat stress and exercise on renal blood flow and filtration rate. J. Appl. Physiol. 2 : 185 - 191 (1949).
- Reinecke, R.M., et Kendall, E.C.: Method for bio-assay of hormone of adrenal cortex which influence deposition of glycogen in the liver. Endocr. 31 : 573 - 577 (1942).
- Reinhardt, W.O., et Li, C.H.: Depression of lymphocyte content of thoracic duct lymph by adrenocorticotrophic hormone. Science 101 : 360 - 361 (1945).

- Rodahl, K., Miller, H.I., et Issekutz, G.: Plasma free fatty acids in exercise. *J. Appl. Physiol.* 19 : 489 - 492 (1964).
- Rogoff, J.M., et Stewart, G.N.: Influence of adrenal extracts on the survival of adrenalectomized dogs. *Science* 66 : 327 - 328 (1927).
- Rowell, L.B., Blackmon, J.R., et Bruce, R.A.: Indocyanine green clearance and estimated hepatic blood flow during mild to maximal exercise in upright man. *J. clin. Invest.* 43 : 1677 - 1690 (1964).
- Ruderman, N.B., et Herrera, M.G.: Glucose regulation of hepatic gluconeogenesis. *Amer. J. Physiol.* 214 : 1346 - 1351 (1968).
- Sayers, G., Sayers, M.A., Fry, E.G., White, A., et Long, C.N.H.: Effect of adrenotrophic hormone of anterior pituitary on cholesterol content of adrenals, with review of literature of adrenal cholesterol. *Yale J. Biol. & Med.* 16 : 361 - 392 (1944).
- Sayers, G., Sayers, M.A., Liang, T.Y., et Long, C.N.H.: Cholesterol and ascorbic acid content of adrenal, liver, brain, and plasma following hemorrhage. *Endocr.* 37 : 96 - 110 (1945).
- Sayers, G., et Sayers, M.A.: The pituitary-adrenal system. *Recent Progress in Hormone Research* 2 : 81 - 115 (1948).

- Selye, H., Schenker, V.: A rapid and sensitive method for bioassay of the adrenal cortical hormone. *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.* 39 : 518 - 522 (1938).
- Suzuki, T., Otsuka, K., Matsui, H., Ohukuzi, S., Kazumori, S., et Harada, Y.: Effect of muscular exercise on adrenal 17-hydroxycorticosteroid secretion in the dog. *Endocr.* 80 : 1148 - 1152 (1967).
- Sweat, M.L.: Sulfuric acid-induced fluorescence of corticosteroids. *Analyt. Chem.* 26 : 773 - 776 (1954).
- Swingle, W.W., et Pfiffner, J.J.: An aqueous extract of suprarenal cortex which maintains the life of bilaterally adrenalectomized cats. *Science* 71 : 321 - 322 (1930).
- Swingle, W.W., et Remington, J.W.: The role of the adrenal cortex on physiological processes. *Physiol. Rev.* 24 : 89 - 127 (1944).
- Talbot, N.B., Saltzman, A.H., Wixom, R.L., et Wolfe, J.K.: The colorimetric assay of urinary corticosteroid-like substances. *J. Biol. Chem.* 160 : 535 - 546 (1945).
- Taylor, H.L., Buskirk, E., et Henschel, A.: Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J. Appl. Physiol.* 8 : 73 - 80 (1955).
- Tepperman, J., Engel, F.L., et Long, C.N.H.: Review of adrenal cortical hypertrophy. *Endocr.* 32 : 373 - 402 (1943).

- Tobian, L.: Physiology of the juxtaglomerular cells. *Ann. Int. Med.* 52 : 395 - 410 (1960)
- Tobian, L., Tombouliau, A., et Janacek, J.: The effect of high perfusion pressures on the granulation of juxtaglomerular cells in an isolated kidney. *J. clin. Invest.* 38 : 605 - 610 (1959).
- Torres, H.N., Marechal, L.R., Bernard, E., et Belocopitow, E.: Control of muscle glycogen phosphorylase activity by insulin. *Biochim. Biophys. Acta* 156 : 206 - 209 (1968).
- Urquhart, J., et Li, C.C.: The dynamics of adrenocortical secretion. *Amer. J. Physiol.* 214 : 73 - 85 (1968).
- Venning, E.H., et Browne, J.S.L.: Biological activity of synthetic 11-dehydrocorticosterone acetate. *Ann. N. Y. Acad. Sc.* 501 : 553 - 555 (1949).
- Vermeulen, A.: Role of the erythrocytes in transport and metabolism of 4 -  $^{14}\text{C}$  - cortisol. *Acta Endocr.* 37 : 348 - 352 (1961).
- Wade, O.L., et Bishop, J.M.: Cardiac output and regional blood flow. Philadelphia. F.A. Davis co., (1962).
- White, H.L., et Rolf, D.: Effects of exercise and of some other influences on the renal circulation in man. *Amer. J. Physiol.* 152 : 505 - 516 (1948)
- Williams, R.H.: Textbook of Endocrinology, 3rd edition. Toronto. W. B. Saunders Company. pp. 292 (1962)

- Williams, R.H.: Textbook of Endocrinology, 4th edition.  
Toronto, W. B. Saunders Company. pp. 292 (1968A).
- Williams, R.H.: Textbook of Endocrinology, 4th edition.  
Toronto, W. B. Saunders Company. pp. 296 - 297  
(1968B)
- Williams, R.H.: Textbook of Endocrinology, 4th edition.  
Toronto, W. B. Saunders Company. pp. 292 (1968C)
- Winer, B.J.: Statistical Principles in Experimental Design.  
New York, McGraw-Hill Book Company. pp. 306 - 307  
(1962A).
- Winer, B.J.: Statistical Principles in Experimental Design.  
New York, McGraw-Hill Book Company. pp. 374 - 378  
(1962B).
- Wintrobe, M.M.: Clinical Hematology, 6th edition. Phila-  
delphia, Lea & Febiger, pp. 428 (1967A).
- Wintrobe, M.M.: Clinical Hematology, 6th edition. Phila-  
delphia, Lea & Febiger, pp. 413 - 415 (1967B).
- Wright, P.H., et Malaisse, W.J.: Effects of epinephrine,  
stress and exercise on insulin secretion by the rat.  
Amer. J. Physiol. 214 : 1031 - 1034 (1968).
- Yalow, R.S., et Berson, S.A.: Immunoassay of endogenous plasma  
insulin in man. J. clin. Invest. 39 : 1157 - 1175  
(1960).
- Young, J.D., Sutton J.R., Lazarus L. et Hickie, J.B.: Hor-  
monal studies during exercise. Abstract no. 19, de  
la 11ième réunion scientifique annuelle de l'Endocrine  
Society of Australia, du 14 au 16 août 1968. (page 6).

APPENDICE A1.1 Analyse de la variance.

Nous reproduisons dans cet appendice le traitement statistique intégral appliqué à chacun des paramètres observés. Nous reprenons le schème de Winer pour groupements inégaux (19628) en utilisant les valeurs individuelles obtenues pour le cortisol plasmatique. Le tableau suivant provient donc des entrées inscrites au tableau II(A), page 49 , que nous reproduisons en page suivante.

TABLEAU II(A)  
CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - VALEURS INDIVIDUELLES

| Groupes           | Sujets | Temps de collection (minutes) |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|--------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                   |        | 0                             | 10   | 20   | 30   | 60   | 90   | 150  |
| A<br>athlètes     | Zi     | 10.6                          | 6.5  | 7.7  | 7.7  | 3.6  | 1.6  | 4.5  |
|                   | Di     | 25.9                          | 22.6 | 25.5 | 23.4 | 18.2 | 15.4 | 11.1 |
|                   | Pl     | 28.0                          | 22.0 | 23.4 | 24.3 | 19.3 | 13.8 | 10.5 |
|                   | Sp     | 26.5                          | 15.7 | 15.7 | 15.9 | 12.5 | 9.1  | 6.2  |
|                   | Tr     | 17.4                          | 11.6 | 14.0 | 15.4 | 14.6 | 11.5 | 6.9  |
|                   | Br     | 12.3                          | 8.8  | 9.0  | 7.8  | 7.3  | 17.6 | 11.6 |
|                   | Du     | 14.2                          | 9.6  | 8.9  | 9.8  | 6.7  | 6.9  | 6.2  |
| B<br>non-athlètes | Se     | 20.0                          | 22.4 | 29.5 | 28.8 | 32.1 | 24.4 | 16.2 |
|                   | Ri     | 10.5                          | 10.1 | 12.3 | 14.4 | 14.6 | 13.3 | 12.3 |
|                   | Fo     | 6.4                           | 6.4  | 10.0 | 14.1 | 14.9 | 12.2 | 10.1 |

TABLEAU XVII(A)  
CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - ECARTS DES VALEURS INDIVIDUELLES DEPUIS L'AUTO-TEMOIN

| Groupes               | Sujets | Temps de collection |                     |                     |                     |                     |                     |                      | Total  |
|-----------------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------|
|                       |        | B <sub>1</sub> (0)  | B <sub>2</sub> (10) | B <sub>3</sub> (20) | B <sub>4</sub> (30) | B <sub>5</sub> (60) | B <sub>6</sub> (90) | B <sub>7</sub> (150) |        |
| A<br>athlètes         | Zi     | 0                   | - 4.1               | - 2.9               | - 2.9               | - 7.0               | - 9.0               | - 6.1                | -32.0  |
|                       | Di     | 0                   | - 3.3               | - 0.4               | - 2.5               | - 7.7               | -10.5               | -14.8                | -39.2  |
|                       | Pl     | 0                   | - 6.0               | - 4.6               | - 3.7               | - 8.7               | -14.2               | -18.5                | -55.7  |
|                       | Sp     | 0                   | -10.8               | -10.8               | -10.6               | -14.0               | -17.4               | -20.3                | -83.9  |
|                       | Tr     | 0                   | - 5.8               | - 3.4               | - 2.0               | - 2.8               | - 5.9               | -10.5                | -30.4  |
|                       | Br     | 0                   | - 3.5               | - 3.2               | - 4.5               | - 5.0               | 5.3                 | - 0.7                | -11.6  |
|                       | Du     | 0                   | - 4.6               | - 5.3               | - 4.4               | - 7.5               | - 7.3               | - 8.0                | -37.1  |
| B<br>non-<br>athlètes | Se     | 0                   | 2.4                 | 9.5                 | 8.8                 | 12.1                | 4.4                 | - 3.8                | 33.4   |
|                       | Ri     | 0                   | - 0.4               | 1.8                 | 3.9                 | 4.1                 | 2.8                 | 1.8                  | 14.0   |
|                       | Fo     | 0                   | 0                   | 3.6                 | 7.7                 | 8.5                 | 5.8                 | 3.7                  | 29.3   |
|                       |        | 0                   | -36.1               | -15.7               | -10.2               | -28.0               | -46.0               | -77.2                | -213.2 |

TABLEAU XVII(B)

CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - TABLEAU SOMMAIRE AB

|                |   | Temps de collection (minutes) |                     |                     |                     |                     |                     |                      | Total  |
|----------------|---|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------|
|                |   | B <sub>1</sub> (0)            | B <sub>2</sub> (10) | B <sub>3</sub> (20) | B <sub>4</sub> (30) | B <sub>5</sub> (60) | B <sub>6</sub> (90) | B <sub>7</sub> (150) |        |
| A <sub>1</sub> | 0 | -38.1                         | -30.6               | -30.6               | -30.6               | -52.7               | -59.0               | -78.9                | -289.9 |
| A <sub>2</sub> | 0 | 2.0                           | 14.9                | 20.4                | 24.7                | 24.7                | 13.0                | 1.7                  | 76.7   |
|                | 0 | -36.1                         | -15.7               | -10.2               | -28.0               | -46.0               | -77.2               |                      | -213.2 |

TABLEAU XVII(C)

CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - FORMULES DE COMPILATION AB

|       |                              |   |                                                               |   |          |
|-------|------------------------------|---|---------------------------------------------------------------|---|----------|
| (1) : | $G^2 / Nq$                   | = | $(-213.2)^2 / 10 \times 7$                                    | = | 649.35   |
| (2) : | $\Sigma X^2$                 | = | $(0)^2 + (-4.1)^2 + (-2.9)^2 + \dots (3.7)^2$                 | = | 3,686.20 |
| (3) : | $\Sigma (A_i^2 / n_{iq})$    | = | $[(-289.9)^2 / 49] + [(76.7)^2 / 21]$                         | = | 1,995.28 |
| (4) : | $\Sigma (B_j^2) / N$         | = | $[(0)^2 + (-36.1)^2 + \dots (-46.0)^2 + (77.2)^2] / 10$       | = | 1,051.36 |
| (5) : | $\Sigma [(AB_{ij})^2 / n_i]$ | = | $[(-38.1)^2 + \dots (-78.9)^2] / 7 + [(2.0)^2 + (1.7)^2] / 3$ | = | 2,732.98 |
| (6) : | $\Sigma (P_n^2) / q$         | = | $[(-32.0)^2 + \dots (14.0)^2 + (29.3)^2] / 7$                 | = | 2,472.50 |

TABLEAU XVII(D)

CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - TABLEAU SOMMAIRE AB<sup>1</sup>

| Temps de collection (minutes) |                    |                     |                     |                     |                     |                     |                      | TOTAL |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------|
|                               | B <sub>1</sub> (0) | B <sub>2</sub> (10) | B <sub>3</sub> (20) | B <sub>4</sub> (30) | B <sub>5</sub> (60) | B <sub>6</sub> (90) | B <sub>7</sub> (150) |       |
| A <sub>1</sub>                | 0                  | -5.4                | -4.4                | -4.4                | -7.5                | -8.4                | -11.3                | -41.4 |
| A <sub>2</sub>                | 0                  | 0.7                 | 5.0                 | 6.8                 | 8.2                 | 4.3                 | 0.6                  | 25.6  |
|                               | 0                  | -4.7                | 0.6                 | 2.4                 | 0.7                 | -4.1                | -10.7                | -15.8 |

TABLEAU XVII(E)

CORTISOL PLASMATIQUE (ug%) - FORMULES DE COMPILATION AB<sup>1</sup>

|                   |   |                                                 |   |                                                                                            |   |        |
|-------------------|---|-------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------|
| (1 <sup>1</sup> ) | : | G <sup>2</sup> / Nq                             | = | (-15.8) <sup>2</sup> / 10x7                                                                | = | 3.57   |
| (3 <sup>1</sup> ) | : | (Σ A <sub>i</sub> <sup>12</sup> ) / q           | = | [(-41.4) <sup>2</sup> + (25.6) <sup>2</sup> ] / 7                                          | = | 338.47 |
| (4 <sup>1</sup> ) | : | (Σ B <sub>j</sub> <sup>12</sup> ) / p           | = | [(-4.7) <sup>2</sup> + (0.6) <sup>2</sup> + ... (-10.7) <sup>2</sup> ] / 2                 | = | 80.00  |
| (5 <sup>1</sup> ) | : | Σ (AB <sub>ij</sub> <sup>1</sup> ) <sup>2</sup> | = | [(-5.4) <sup>2</sup> + (-4.4) <sup>2</sup> + ... (4.3) <sup>2</sup> + (0.6) <sup>2</sup> ] | = | 480.20 |

TABLEAU XVII(F)

| SOURCE DE VARIATION | FORMULES DE COMPILEATION                | SC      | dL | CM      | F     |
|---------------------|-----------------------------------------|---------|----|---------|-------|
| <u>ENTRE SUJETS</u> |                                         |         |    |         |       |
| A                   | $N_h [ (3^1) - (1^1) ]$                 | 1406.58 | 1  | 1406.58 | 23.58 |
| SUJETS DANS GROUPES | (6) - (3)                               | 477.22  | 8  | 59.65   |       |
| <u>DANS SUJETS</u>  |                                         |         |    |         |       |
| B                   | $N_h [ (4^1) - (1^1) ]$                 | 321.01  | 6  | 53.50   | 5.39  |
| AB                  | $N_h [ (5^1) - (3^1) - (4^1) + (1^1) ]$ | 274.26  | 6  | 45.71   | 4.61  |
| B x SUJETS          |                                         |         |    |         |       |
| DANS GROUPES        | (2) - (5) - (6) + (3)                   | 476.00  | 48 | 9.92    |       |

## APPENDICE B

### 1.2 Body Density Measurement<sup>1</sup>

#### Procedure.

Subjects are weighed in the nude to the nearest quarter pound. The weighted lead belt is secured about the subject's waist. The cable is attached to the weight scale which is fastened to the diving board (Figure 1). The subject slides into the water slowly and gently to cause a minimum of water disturbance. The subject submerges and rubs his hair and entire body surface in order to dislodge air bubbles clinging to the hair. (The weight scales are adjusted to a zero reading with the attached weights to simplify and facilitate scale readings).

The subject is asked to take a maximum forced inspiration through the mouth in such a way that the intake is audible. The two practice trials are usually sufficient to ensure that a maximum forced inspiration has been made.

The subject is directed to take a maximum forced inspiration and to hold his breath as he is gently lowered by means of the cable to full extension. While completely

---

<sup>1</sup> M.S. Yuhasz, Ph.D., University of Western Ontario, London, Canada.

submerged, the subject holds his legs together in a fully extended position and his arms at his sides. The scale read to the nearest quarter of a pound. The subject is instructed to remain completely motionless until touched on the chest with a pole, which he grasps and is pulled to the surface. Two further trials are made following recovery of normal breathing. The lighter of the three recorded weights is used in the calculations.

The subject is then asked to take the same deep inspiration as previously and fully expire into the Narrangansett Wet Spirometer. He performs this three times, while submerged to the neck in an extended body position. The temperature of the spirometer is taken and the highest of the three volume readings of vital capacity is used in the calculations.

#### Body Density Calculation.

The density of the human body is the ratio of the body weight in air to its volume. The technique for the determination of body volume is by means of its displacement of water (Archimedian Principle). The body, fully submerged, is weighed in water. The volume of the body is equal to its weight in air minus its true body weight in water divided by the density of water. To eliminate the effect of air remaining in the lungs, the body weight in water must be cor-

submerged, the subject holds his legs together in a fully extended position and his arms at his sides. The scale read to the nearest quarter of a pound. The subject is instructed to remain completely motionless until touched on the chest with a pole, which he grasps and is pulled to the surface. Two further trials are made following recovery of normal breathing. The lighter of the three recorded weights is used in the calculations.

The subject is then asked to take the same deep inspiration as previously and fully expire into the Narrangansett Wet Spirometer. He performs this three times, while submerged to the neck in an extended body position. The temperature of the spirometer is taken and the highest of the three volume readings of vital capacity is used in the calculations.

#### Body Density Calculation.

The density of the human body is the ratio of the body weight in air to its volume. The technique for the determination of body volume is by means of its displacement of water (Archimedian Principle). The body, fully submerged, is weighed in water. The volume of the body is equal to its weight in air minus its true body weight in water divided by the density of water. To eliminate the effect of air remaining in the lungs, the body weight in water must be cor-

rected for the residual air in the lungs. The true body weight in water is determined from the apparent weight of the body in water, plus the volume of the residual air, times the density of the water. When the body is weighed with a maximum inspiration of air in the lungs, a correction for this vital capacity has to be made.

Formula for Body Density at Full Inspiration.

Body Density =

$$\frac{\text{Weight in Air}}{\text{Weight in air} - 0.0362 (\text{vital capacity} + \text{residual air})} \times \text{density of water}$$

The weight equivalent of 1 cu. inch of air at standard temperature and pressure = 0.0362 pounds. The density of water at 77°F = 0.997.

The subject's lowest apparent weight of the body in water is subtracted from the weight of the sinkers. The subject's highest vital capacity, while submerged to the neck, is corrected to 37 degrees Centigrade. Thirty per cent of the corrected vital capacity is the constant used for the value of residual air.

## CONVERSION TABLE

## VITAL CAPACITY (Cu.Ins. 37°C) TO POUNDS

1 cubic inch of water - 0.0362 lbs.

| Vital Capacity | Lbs.  | Vital Capacity | Lbs.  | Vital Capacity | Lbs.   |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|--------|
| 200            | 7.240 | 230            | 8.326 | 260            | 9.412  |
| 201            | 7.276 | 231            | 8.362 | 261            | 9.448  |
| 202            | 7.312 | 232            | 8.398 | 262            | 9.484  |
| 203            | 7.349 | 233            | 8.435 | 263            | 9.521  |
| 204            | 7.385 | 234            | 8.471 | 264            | 9.557  |
| 205            | 7.421 | 235            | 8.507 | 265            | 9.593  |
| 206            | 7.457 | 236            | 8.543 | 266            | 9.629  |
| 207            | 7.493 | 237            | 8.579 | 267            | 9.665  |
| 208            | 7.530 | 238            | 8.616 | 268            | 9.702  |
| 209            | 7.566 | 239            | 8.652 | 269            | 9.738  |
| 210            | 7.602 | 240            | 8.688 | 270            | 9.774  |
| 211            | 7.638 | 241            | 8.724 | 271            | 9.810  |
| 212            | 7.674 | 242            | 8.760 | 272            | 9.846  |
| 213            | 7.711 | 243            | 8.797 | 273            | 9.883  |
| 214            | 7.747 | 244            | 8.833 | 274            | 9.919  |
| 215            | 7.783 | 245            | 8.869 | 275            | 9.955  |
| 216            | 7.819 | 246            | 8.905 | 276            | 9.991  |
| 217            | 7.855 | 247            | 8.941 | 277            | 10.027 |
| 218            | 7.892 | 248            | 8.978 | 278            | 10.064 |
| 219            | 7.928 | 249            | 9.009 | 279            | 10.100 |
| 220            | 7.964 | 250            | 9.050 | 280            | 10.136 |
| 221            | 8.000 | 251            | 9.086 | 281            | 10.172 |
| 222            | 8.036 | 252            | 9.122 | 282            | 10.208 |
| 223            | 8.073 | 253            | 9.159 | 283            | 10.245 |
| 224            | 8.109 | 254            | 9.195 | 284            | 10.281 |
| 225            | 8.145 | 255            | 9.231 | 285            | 10.317 |
| 226            | 8.181 | 256            | 9.267 | 286            | 10.353 |
| 227            | 8.217 | 257            | 9.303 | 287            | 10.390 |
| 228            | 8.254 | 258            | 9.340 | 288            | 10.426 |
| 229            | 8.290 | 259            | 9.376 | 289            | 10.462 |

| Vital Capacity | Lbs.   | Vital Capacity | Lbs.   | Vital Capacity | Lbs.   |
|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| 290            | 10.498 | 330            | 11.946 | 370            | 13.394 |
| 291            | 10.534 | 331            | 11.982 | 371            | 13.430 |
| 292            | 10.570 | 332            | 12.018 | 372            | 13.466 |
| 293            | 10.606 | 333            | 12.055 | 373            | 13.503 |
| 294            | 10.642 | 334            | 12.091 | 374            | 13.539 |
| 295            | 10.678 | 335            | 12.127 | 375            | 13.575 |
| 296            | 10.715 | 336            | 12.163 | 376            | 13.611 |
| 297            | 10.751 | 337            | 12.199 | 377            | 13.647 |
| 298            | 10.788 | 338            | 12.236 | 378            | 13.684 |
| 299            | 10.824 | 339            | 12.272 | 379            | 13.720 |
| 300            | 10.860 | 340            | 12.308 | 380            | 13.756 |
| 301            | 10.896 | 341            | 12.344 | 381            | 13.792 |
| 302            | 10.932 | 342            | 12.380 | 382            | 14.828 |
| 303            | 10.969 | 343            | 12.417 | 383            | 13.865 |
| 304            | 11.005 | 344            | 12.453 | 384            | 13.901 |
| 305            | 11.041 | 345            | 12.489 | 385            | 13.937 |
| 306            | 11.077 | 346            | 12.525 | 386            | 13.973 |
| 307            | 11.113 | 347            | 12.561 | 387            | 14.009 |
| 308            | 11.150 | 348            | 12.598 | 388            | 14.046 |
| 309            | 11.186 | 349            | 12.634 | 389            | 14.082 |
| 310            | 11.222 | 350            | 12.670 | 390            | 14.118 |
| 311            | 11.258 | 351            | 12.706 | 391            | 14.154 |
| 312            | 11.294 | 352            | 12.742 | 392            | 14.190 |
| 313            | 11.330 | 353            | 12.779 | 393            | 14.227 |
| 314            | 11.367 | 354            | 12.815 | 394            | 14.263 |
| 315            | 11.403 | 355            | 12.851 | 395            | 14.299 |
| 316            | 11.439 | 356            | 12.887 | 396            | 14.335 |
| 317            | 11.475 | 357            | 12.923 | 397            | 14.371 |
| 318            | 11.512 | 358            | 12.960 | 398            | 14.408 |
| 319            | 11.548 | 359            | 12.996 | 399            | 14.444 |
| 320            | 11.584 | 360            | 13.032 | 400            | 14.480 |
| 321            | 11.620 | 361            | 13.068 | 401            | 14.516 |
| 322            | 11.656 | 362            | 13.104 | 402            | 14.552 |
| 323            | 11.693 | 363            | 13.140 | 403            | 14.589 |
| 324            | 11.729 | 364            | 13.177 | 404            | 14.625 |
| 325            | 11.765 | 365            | 13.213 | 405            | 14.661 |
| 326            | 11.801 | 366            | 13.249 | 406            | 14.697 |
| 327            | 11.837 | 367            | 13.285 | 407            | 14.733 |
| 328            | 11.874 | 368            | 13.322 | 408            | 14.770 |
| 329            | 11.910 | 369            | 13.358 | 409            | 14.806 |

## CONVERSION TABLE

## HUMAN BODY DENSITY TO TOTAL BODY FAT

$$\text{Total Fat} = \frac{4.201}{D} - 3.813 \quad (\text{Brozek \& Keys})$$

| Body Density | Total Fat | Body Density | Total Fat | Body Density | Total Fat |
|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| 1.100        | .005      |              |           |              |           |
| 1.0995       | .008      | 1.0795       | .079      | 1.0595       | .152      |
| 1.099        | .010      | 1.079        | .080      | 1.059        | .154      |
| 1.0985       | .011      | 1.0785       | .082      | 1.0585       | .156      |
| 1.098        | .013      | 1.078        | .084      | 1.058        | .158      |
| 1.0975       | .015      | 1.0775       | .086      | 1.0575       | .160      |
| 1.097        | .016      | 1.077        | .087      | 1.057        | .161      |
| 1.0965       | .018      | 1.0765       | .089      | 1.0565       | .163      |
| 1.096        | .020      | 1.076        | .091      | 1.056        | .165      |
| 1.0955       | .022      | 1.0755       | .093      | 1.0555       | .167      |
| 1.095        | .023      | 1.075        | .095      | 1.055        | .169      |
| 1.0945       | .025      | 1.0745       | .097      | 1.0545       | .171      |
| 1.094        | .027      | 1.074        | .099      | 1.054        | .173      |
| 1.0935       | .029      | 1.0735       | .100      | 1.0535       | .175      |
| 1.093        | .030      | 1.073        | .102      | 1.053        | .176      |
| 1.0925       | .032      | 1.0725       | .104      | 1.0525       | .178      |
| 1.092        | .034      | 1.072        | .106      | 1.052        | .180      |
| 1.0915       | .036      | 1.0715       | .108      | 1.0515       | .182      |
| 1.091        | .038      | 1.071        | .110      | 1.051        | .184      |
| 1.0905       | .039      | 1.0705       | .111      | 1.0505       | .186      |
| 1.090        | .041      | 1.070        | .113      | 1.050        | .188      |
| 1.0895       | .043      | 1.0695       | .115      | 1.0495       | .190      |
| 1.089        | .044      | 1.069        | .117      | 1.049        | .192      |
| 1.0885       | .046      | 1.0685       | .119      | 1.0485       | .194      |
| 1.088        | .048      | 1.068        | .121      | 1.048        | .196      |
| 1.0875       | .050      | 1.0675       | .122      | 1.0475       | .198      |
| 1.087        | .051      | 1.067        | .124      | 1.047        | .199      |
| 1.0865       | .053      | 1.0665       | .126      | 1.0465       | .201      |
| 1.086        | .055      | 1.066        | .128      | 1.046        | .203      |
| 1.0855       | .057      | 1.0655       | .130      | 1.0455       | .205      |
| 1.085        | .058      | 1.065        | .131      | 1.045        | .207      |

| Body<br>Density | Total<br>Fat | Body<br>Density | Total<br>Fat | Body<br>Density | Total<br>Fat |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1.0845          | .060         | 1.0645          | .133         | 1.0445          | .209         |
| 1.084           | .062         | 1.064           | .135         | 1.0435          | .211         |
| 1.0835          | .064         | 1.0635          | .137         | 1.0435          | .213         |
| 1.083           | .066         | 1.063           | .139         | 1.043           | .215         |
| 1.0825          | .068         | 1.0625          | .141         | 1.0425          | .217         |
| 1.082           | .070         | 1.062           | .143         | 1.042           | .219         |
| 1.0815          | .071         | 1.0615          | .145         | 1.0415          | .221         |
| 1.081           | .073         | 1.061           | .146         | 1.041           | .223         |
| 1.0805          | .075         | 1.0605          | .148         | 1.0405          | .224         |
| 1.080           | .077         | 1.060           | .150         | 1.040           | .226         |

APPENDICE C

Il a paru valable de présenter ici les observations qui ont motivé la redistribution de nos groupes de sujets.

Pour chacun des paramètres, nous présentons un premier tableau donnant les valeurs individuelles observées au cours de la période pré-agressive (10 minutes), de la période agressive (30 minutes), et de la période post-agressive (15 minutes), et un second tableau portant les moyennes des groupes et l'erreur-type de chaque moyenne.

TABLEAU XVIII(A)  
CONSOMMATION D'OXYGENE (cc/kg) - VALEURS INDIVIDUELLES

| Sujets | Temps de collection (minutes) |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|--------|-------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
|        | 0                             | 5   | 10  | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45  | 50  | 55  |
| Zi     | 5.6                           | 4.2 | 5.2 | 31.5 | 30.2 | 32.4 | 32.9 | 33.2 | 31.9 | 5.8 | 5.5 | 5.6 |
| Di     | 3.9                           | 4.2 | 4.6 | 22.2 | 23.8 | 26.0 | 25.1 | 25.4 | 25.8 | 5.6 | 4.1 | 3.5 |
| Pl     | 5.7                           | 5.2 | 4.5 | 33.4 | 36.9 | 38.0 | 37.3 | 39.8 | 36.8 | 7.1 | 5.7 | 5.0 |
| Sp     | 5.6                           | 4.8 | 4.9 | 26.2 | 28.9 | 29.1 | 28.8 | 31.5 | 30.3 | 5.5 | 5.3 | 5.1 |
| Tr     | 5.8                           | 4.4 | 5.0 | 29.0 | 29.6 | 29.1 | 30.8 | 30.8 | 31.6 | 6.4 | 5.4 | 4.9 |
| Br     | 4.0                           | 4.8 | 5.8 | 25.8 | 27.1 | 24.5 | 28.1 | 27.2 | 28.0 | 8.1 | 6.1 | 5.0 |
| Du     | 5.1                           | 4.9 | 3.5 | 29.7 | 30.6 | 30.7 | 30.2 | 30.5 | 31.7 | 6.6 | 5.8 | 6.5 |
| Se     | 7.2                           | 5.7 | 5.6 | 33.7 | 37.1 | 39.2 | 34.9 | 36.1 | 38.3 | 7.1 | 6.7 | 6.5 |
| Ri     | 4.5                           | 5.4 | 4.4 | 32.0 | 36.8 | 37.2 | 37.4 | 40.9 | 41.5 | 7.6 | 8.3 | 7.7 |
| Fo     | 4.3                           | 4.4 | 4.8 | 31.3 | 35.0 | 35.7 | 39.4 | 38.9 | 42.7 | 8.5 | 6.8 | 7.0 |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|        |                               |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |

TABLEAU XVIII(B)

CONSOMMATION D'OXYGENE (cc/kg) - MOYENNES ET ERREURS-TYPES DES MOYENNES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |          |          |           |           |           |
|------------------|-------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 0                             | 5        | 10       | 15        | 20        | 25        |
| A (athlètes)     | 5.1±0.30                      | 4.6±0.15 | 4.8±0.26 | 28.3±1.32 | 29.6±1.40 | 30.0±1.55 |
| B (non-athlètes) | 5.3±0.75                      | 5.2±0.35 | 4.9±0.29 | 32.3±0.58 | 36.3±0.52 | 37.4±0.81 |

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |           |           |          |          |          |
|------------------|-------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
|                  | 30                            | 35        | 40        | 45       | 50       | 55       |
| A (athlètes)     | 30.5±1.36                     | 31.2±1.63 | 30.9±1.21 | 6.4±0.34 | 5.4±0.23 | 5.1±0.30 |
| B (non-athlètes) | 37.2±1.04                     | 38.6±1.15 | 40.8±1.10 | 7.7±0.35 | 7.3±0.40 | 7.1±0.29 |

Fig. 19

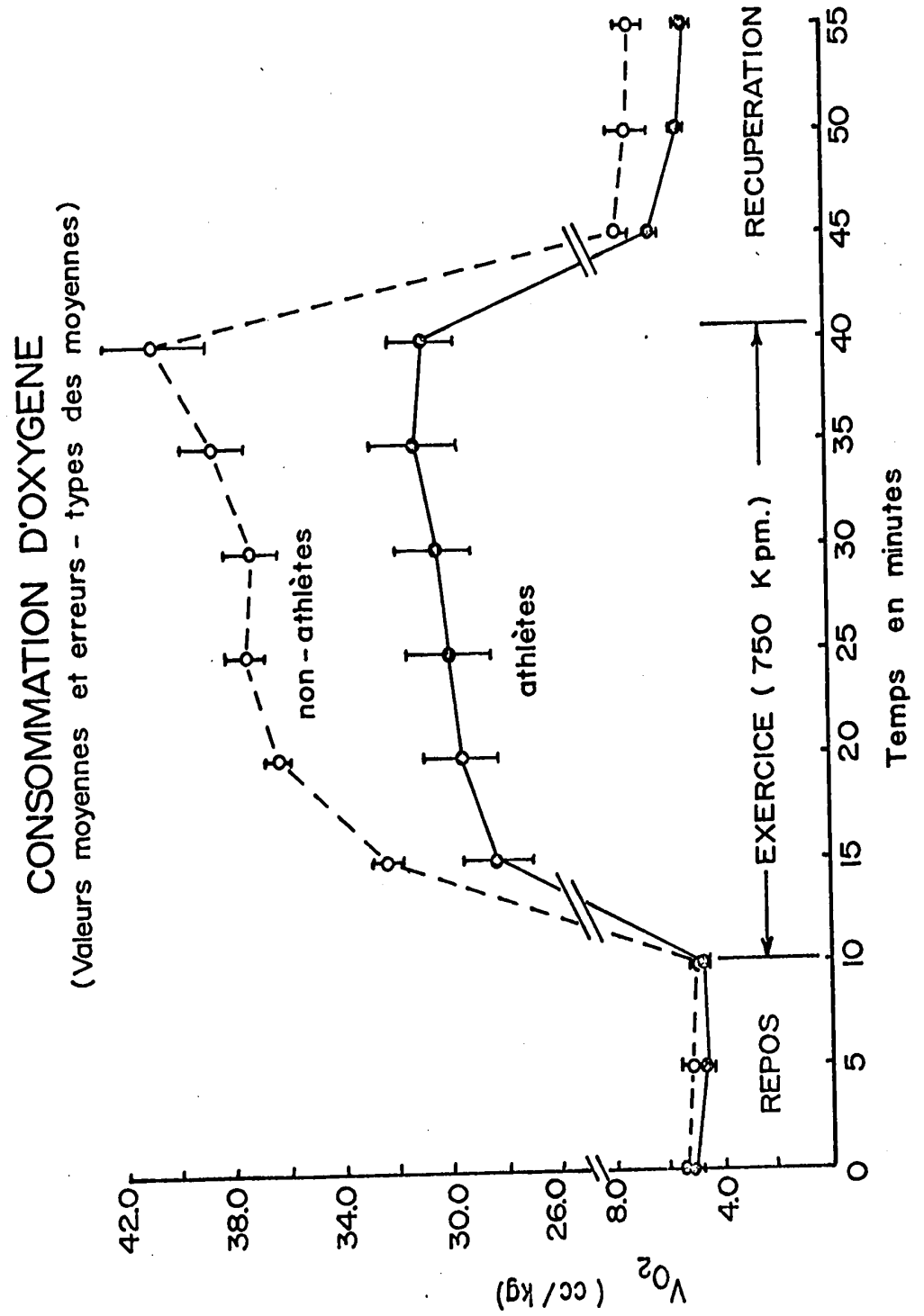


TABLEAU XIX(A)  
FREQUENCE CARDIAQUE (par min.) - VALEURS INDIVIDUELLES

| Sujets | Temps de collection (minutes) |    |     |                      |     |     |     |     |                           |     |     |     |
|--------|-------------------------------|----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|
|        | 0                             | 5  | 10  | 15                   | 20  | 25  | 30  | 35  | 40                        | 45  | 50  | 55  |
| Zi     | 89                            | 83 | 99  | 156                  | 160 | 167 | 167 | 169 | 159                       | 110 | 114 | 96  |
| Di     | 62                            | 73 | 101 | 126                  | 139 | 134 | 148 | 141 | 149                       | 81  | 81  | 79  |
| Pl     | 54                            | 58 | 81  | 124                  | 134 | 147 | 144 | 155 | 153                       | 91  | 79  | 77  |
| Sp     | 66                            | 66 | 79  | 140                  | 149 | 154 | 157 | 164 | 148                       | 90  | 93  | 83  |
| Tr     | 74                            | 72 | 78  | 143                  | 155 | 157 | 170 | 173 | 167                       | 95  | 94  | 91  |
| Br     | 89                            | 94 | 107 | 143                  | 155 | 156 | 158 | 163 | 169                       | 121 | 122 | 110 |
| Du     | 84                            | 82 | 93  | 151                  | 166 | 170 | 173 | 168 | 178                       | 108 | 104 | 101 |
| Se     | 96                            | 93 | 122 | 180                  | 191 | 187 | 187 | 191 | 195                       | 125 | 117 | 114 |
| Ri     | 80                            | 88 | 81  | 143                  | 173 | 184 | 191 | 195 | 200                       | 123 | 117 | 111 |
| Fo     | 88                            | 83 | 103 | 160                  | 177 | 182 | 187 | 187 | 193                       | 133 | 123 | 122 |
|        | période<br>pré-agressive      |    |     | période<br>agressive |     |     |     |     | période<br>post-agressive |     |     |     |

TABLEAU XIX(B)

FREQUENCE CARDIAQUE (par min.) - MOYENNES ET ERREURS-TYPES DES MOYENNES

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |              |               |               |               |               |
|------------------|-------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                  | 0                             | 5            | 10            | 15            | 20            | 25            |
| A (athlètes)     | 74 $\pm$ 4.9                  | 75 $\pm$ 4.2 | 91 $\pm$ 4.1  | 140 $\pm$ 4.2 | 151 $\pm$ 4.0 | 155 $\pm$ 4.3 |
| B (non-athlètes) | 88 $\pm$ 3.8                  | 88 $\pm$ 2.4 | 102 $\pm$ 9.7 | 161 $\pm$ 8.7 | 180 $\pm$ 4.4 | 184 $\pm$ 1.2 |

| Groupes          | Temps de collection (minutes) |               |               |               |               |               |
|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                  | 30                            | 35            | 40            | 45            | 50            | 55            |
| A (athlètes)     | 160 $\pm$ 3.9                 | 162 $\pm$ 3.8 | 160 $\pm$ 4.0 | 99 $\pm$ 4.9  | 98 $\pm$ 5.6  | 91 $\pm$ 4.3  |
| B (non-athlètes) | 188 $\pm$ 1.1                 | 191 $\pm$ 1.9 | 196 $\pm$ 1.7 | 127 $\pm$ 2.5 | 119 $\pm$ 1.6 | 116 $\pm$ 2.7 |

Fig. 20

