



la Direction Régionale
de la jeunesse et des
sports de Bourgogne



le Centre d'Expertise de la
Performance de Dijon



la Faculté des Sciences
du Sport – UFR STAPS
de DIJON



Etude des effets de différentes séquences de travail de type

« intermittent »

Document rédigé par
Gilles Cometti

Ont participé à l'étude : Thierry JAFFIOL¹, Docteur Catherine CHALOPIN², Nelly RAPPENAU², Joël DEVILLAIRS², Paul LANCHAIS³, Claude GARAPON³, Régis BERTOGLI³, Arnaud LALY⁴, Thai TRINH⁴, Christos PAIZIS⁴.

1-Pôle Espoir handball de Dijon

2-CREPS Dijon-Bourgogne

3-Direction régionale de la jeunesse et des sports

4-Centre d'expertise de la performance, Faculté des sciences du sport –UFR STAPS Dijon.

Effets de différentes séquences de travail intermittent sur la fréquence cardiaque, la lactatémie, et la détente.

Résumé :

Le but de cette étude était de comparer les effets de 4 modalités de travail intermittent de 8 minutes (10 secondes d'effort alternées avec 20 secondes de repos, répété 16 fois) sur la fréquence cardiaque, la production de lactate et la détente chez des jeunes handballeurs.

8 joueurs de handball âgés de 17,3 ans ($\pm 0,6$) de taille moyenne 185 cm ($\pm 4,6$), et de poids moyen 79,81 kg ($\pm 6,6$) ont participé à 4 exercices intermittents de période 10 s – 20 s de 8 mn de durée, à une semaine d'intervalle. Le premier effort intermittent de 8 mn (INCo) consistait à courir 10 secondes à vitesse maximale aérobie avec un repos passif de 20 secondes. Le deuxième effort intermittent de 8 mn (INSp) consistait à courir 10 secondes à vitesse maximale aérobie et un repos passif de 20 secondes puis 3 secondes de sprint avec 27 secondes de repos passif. Le troisième effort intermittent de 8 mn (INBo) consistait à courir 10 secondes à vitesse maximale aérobie puis un repos passif de 20 secondes puis 10 secondes de bondissements et un repos passif de 20 secondes. Le quatrième effort intermittent de 8 mn (INCh) consistait à courir 10 secondes à vitesse maximale aérobie avec un repos passif de 20 secondes puis 10 secondes de demi-squat avec charges et un repos passif de 20 secondes. La fréquence cardiaque a été enregistrée pendant l'effort, deux prises de lactate ont été effectuées à la fin de l'effort (T0) et 3 mn après la fin de l'effort (T3). Deux tests de détente ont été effectués avant et après l'effort : un contremouvement jump avec l'aide des bras (CMJB) et 6 sauts « de réactivité » (R). Les statistiques ont été effectuées à l'aide d'une analyse de type ANOVA. Les résultats font apparaître une différence significative pour la fréquence cardiaque moyenne entre l'intermittent INCo et l'intermittent INSp (178,8 p/mn contre 169) entre l'intermittent INCo et l'intermittent INCh (178,8 p/mn contre 170). Pour le lactate à T0 on obtient une différence significative entre INCo et l'intermittent INSp. Pour le lactate à T3, l'intermittent INSp présente des différences significatives avec toutes les autres modalités. On constate donc que le fait d'introduire des bondissements et des charges n'augmente pas la production de lactate, l'effort ne devient donc pas plus « lactique ». En ce qui concerne la détente aucune différence n'est à noter dans les deux modalités (CMJB et R) avant et après chacun des efforts. Les 4 modalités n'ont donc pas altéré la détente.

Le travail intermittent constitue une forme d'entraînement très intéressante pour l'amélioration de la puissance maximale aérobie pour les sports collectifs. La plupart du temps il s'effectue à partir de séquences de course (5-15, 10-20, 15-15, etc...) à des vitesses proches de la vitesse maximale aérobie. Nous avons voulu étudier les effets de l'introduction de séquences à forte sollicitation musculaire (sprints, bondissements, charges) dans des intermittents « course » afin de connaître l'effet sur la fréquence cardiaque (tenant compte de l'effet aérobie) et la production de lactate.

Protocole des 4 formes d'intermittent :

Nous avons proposé 4 modalités de travail dont les points communs étaient les suivants :

- le rythme de travail était toujours sur la base de 10 secondes de travail pour un repos de 20 secondes en récupération passive
- la durée de la séquence était de 7 mn 40 s
- l'échauffement était le même 20 mn à base d'exercice de vascularisation de type « russe »

Intermittent 1 : 1ère semaine. Intermittent course à Vitesse Maximale aérobie.(VMA) (INCo) :

Les joueurs effectuaient pendant 10 s une distance comprise entre 45 et 53 m sur un terrain de handball avec 2 changements de direction, puis ils marchaient 20 s pour revenir au départ calmement. Cette séquence était reproduite 16 fois (soit 7 mn 40 d'effort effectif : 8mn moins les 20s de récupération de la dernière séquence)

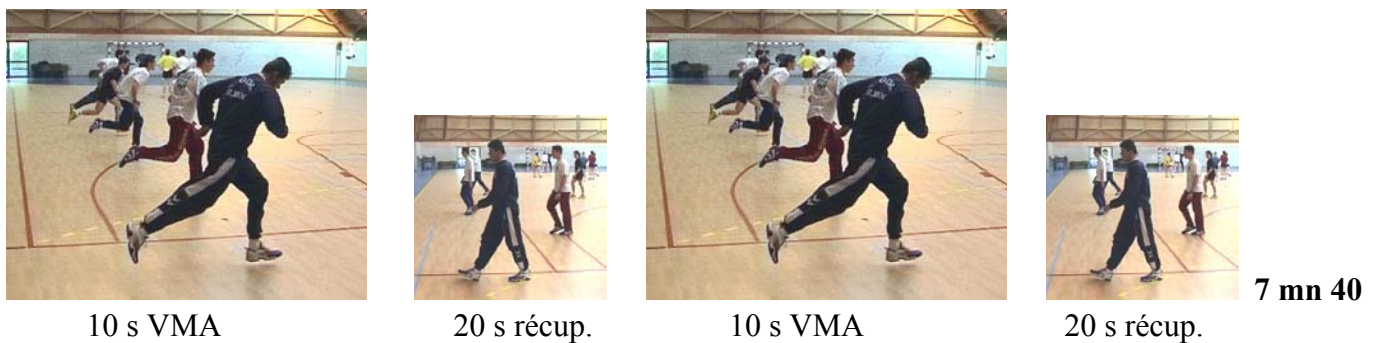


Figure 1 : protocole de l'intermittent «course VMA » (INCo)

Intermittent 2 : 2ème semaine. Intermittent « course VMA-sprint ». (INSp)

Les joueurs effectuaient pendant 10 s une distance comprise entre 45 et 53 m sur un terrain de handball avec 2 changements de direction, puis ils marchaient 20 s pour revenir au départ calmement, puis ils effectuaient un sprint de 20 m (3s) et une récupération de 27 s. Cet enchaînement fut reproduit pendant 7mn 40.

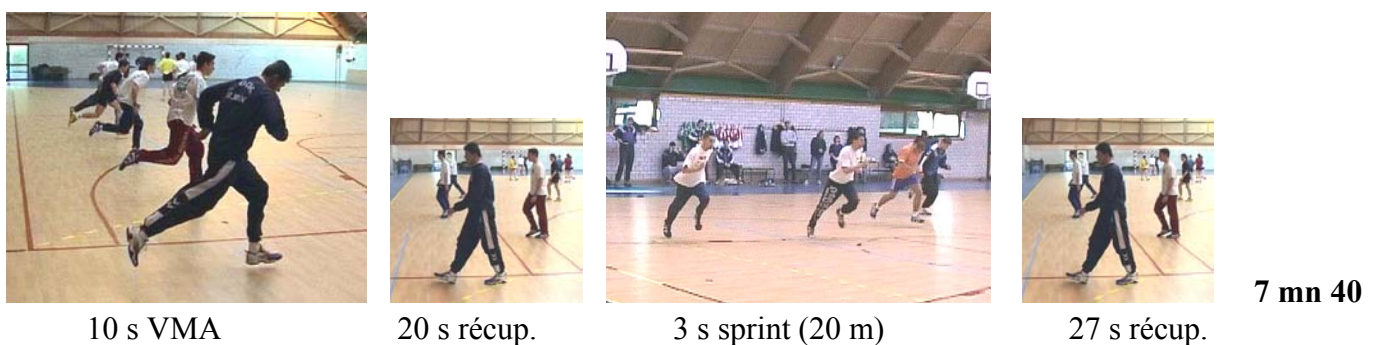


Figure 2 : protocole de l'intermittent « course VMA-sprint ». (INSp)

Intermittent 3 : 3ème semaine. Intermittent « course VMA-bondissements ». (INBo)

Les joueurs effectuaient pendant 10 s une distance comprise entre 45 et 53 m sur un terrain de handball avec 2 changements de direction, puis ils marchaient 20 s pour revenir au départ calmement, puis ils effectuaient 10 s en bondissements pieds joints et une récupération de 20 s. Cet enchaînement fut reproduit pendant 7mn 40.



10 s VMA



20 s récup.



10 s bondissements



20 s récup.

7 mn 40

Figure 3 : protocole de l'intermittent « course VMA-bondissements ». (INBo)

Intermittent 4 : 4ème semaine. Intermittent « course VMA-musculation avec charges ». (INCh)

Les joueurs effectuaient pendant 10 s une distance comprise entre 45 et 53 m sur un terrain de handball avec 2 changements de direction, puis ils marchaient 20 s pour revenir au départ calmement, puis ils effectuaient 5 ½ squat à 70% en 10 s et une récupération de 20 s. Cet enchaînement fut reproduit pendant 7mn 40.



10 s VMA



20 s récup.



10 s charges (5 rep.à 70%)



20 s récup.

7 mn 40

Figure 4 : protocole de l'intermittent « course VMA-musculation avec charges ». (INCh)

Résultats :

Nous allons d'abord analyser les résultats en comparant toutes les modalités à l'intermittent « course VMA » N°1 qui sert de référence, puis nous comparerons tous les résultats de façon synthétique.

1) Comparaison intermittent VMA et intermittent "VMA-sprint" :



a) fréquence cardiaque :

Pour rendre l'analyse plus « didactique » nous regarderons d'abord l'allure de la courbe d'un sujet pour ensuite envisager les différences sur la moyenne de tous les sujets.

Illustration sur un sujet :

On constate une différence entre les 2 courbes : la courbe de l'intermittent INSp (course-sprint) marque une fréquence inférieure et on distingue nettement la baisse de la fréquence cardiaque au cours de la récupération du sprint qui est de 27 s.



figure 5 : courbes de fréquence cardiaque pour un joueur au cours de 2 efforts intermittents INCo (courbe supérieure) et INSp (courbe inférieure). On constate nettement la baisse de la fréquence pour l'intermittent INSp au moment de la récupération plus longue (27 s) à la suite du sprint.

Analyse statistique :

L'analyse statistique (ANOVA) sur la moyenne des sujets fait apparaître une différence significative de la fréquence moyenne entre les 2 efforts : 178,8 p/mn (INCo) contre 169 p/mn (INSp)

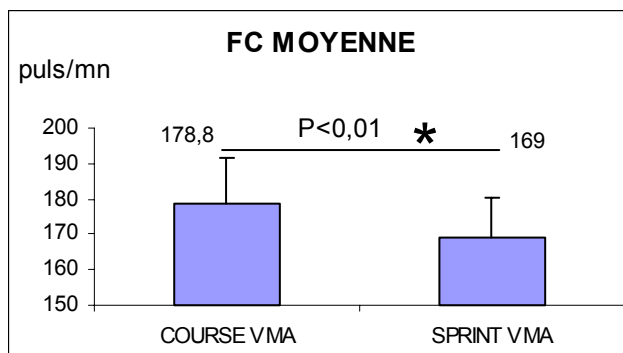


figure 6 : comparaison des fréquences cardiaques moyennes pour tous les joueurs au cours de 2 efforts intermittents INCo et INSp. La fréquence moyenne pour l'effort INCo est supérieure à celle de l'effort INSp ($P<0,01$)

b) le lactate :



Les taux de lactate à la fin des efforts sont représentés sur la figure 7. Les valeurs obtenues pour l'effort INSp sont inférieures aussi bien à T0 qu'à T3.

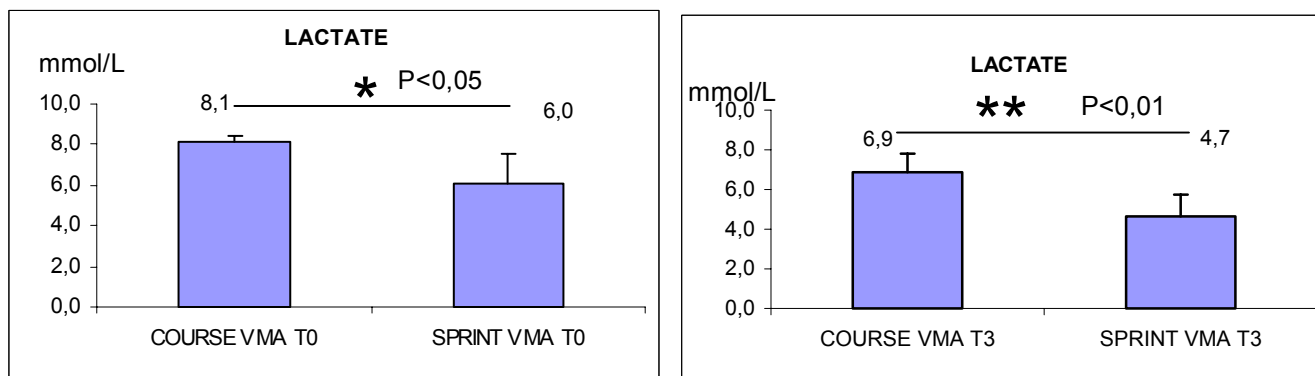


figure 7 : valeurs obtenues lors des prises de lactate pour les efforts INCo et INSp à la fin de l'effort (graphe de gauche) et 3 mn après la fin de l'effort (graphe de droite)

2) Comparaison « intermittent VMA » et « intermittent VMA –bondissements » (INBo) :



a) fréquence cardiaque :

Illustration sur un sujet :

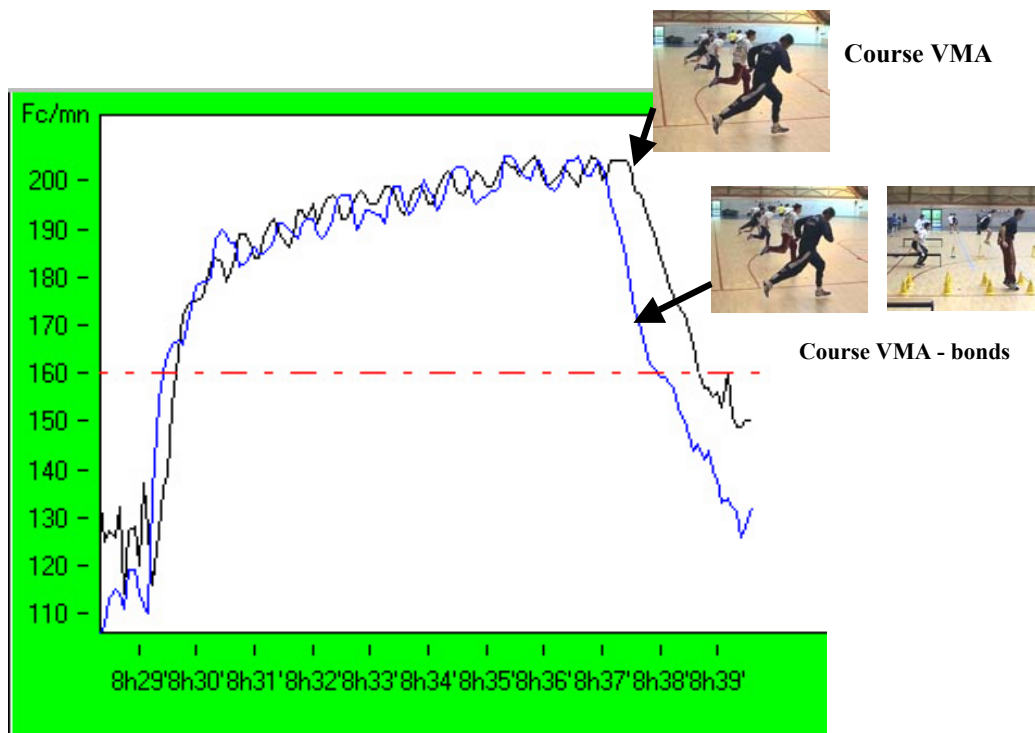


figure 8 : courbes de fréquence cardiaque pour un joueur au cours de 2 efforts intermittents INCo et INSp. On constate que les courbes sont pratiquement superposées.

Analyse statistique :

L'analyse statistique (ANOVA) sur la moyenne des sujets ne montre aucune différence significative de la fréquence moyenne entre les 2 efforts : 178,8 p/mn (INCo) contre 175,4 p/mn (INBo)

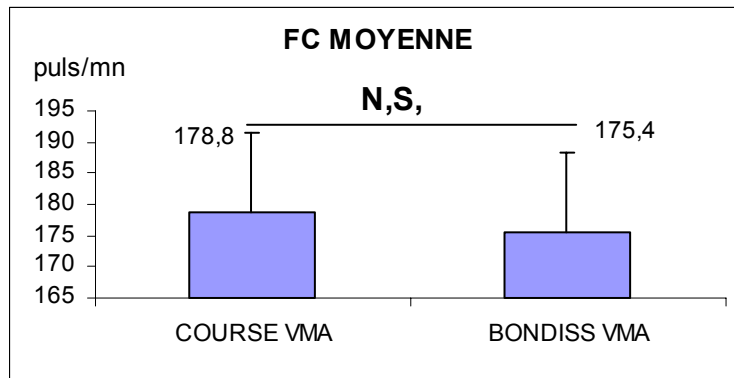


figure 9 : comparaison des fréquences cardiaques moyennes pour tous les joueurs au cours de 2 efforts intermittents INCo et INBo. On ne constate pas de différences significatives.

b) le lactate :

Les taux de lactate à la fin des efforts sont représentés sur la figure 10. Les valeurs obtenues pour l'effort INCo et INBo sont équivalentes aussi bien à T0 qu'à T3.

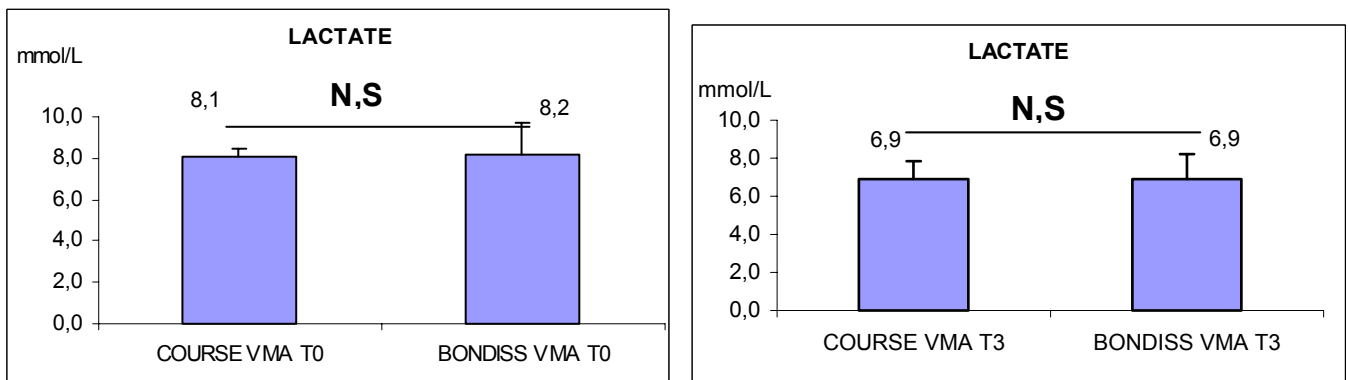


figure 10 : valeurs obtenues lors des prises de lactate pour les efforts INCO et INBo à la fin de l'effort (graphe de gauche) et 3 mn après la fin de l'effort (graphe de droite)

3) Comparaison « intermittent VMA » et « intermittent VMA-charges » (INCh) :



a) fréquence cardiaque :

Illustration sur un sujet :

On constate une différence entre les 2 courbes : la courbe de l'intermittent INCh (course-charges) marque une fréquence inférieure et on distingue nettement la baisse de la fréquence cardiaque au cours de l'effort avec charge.

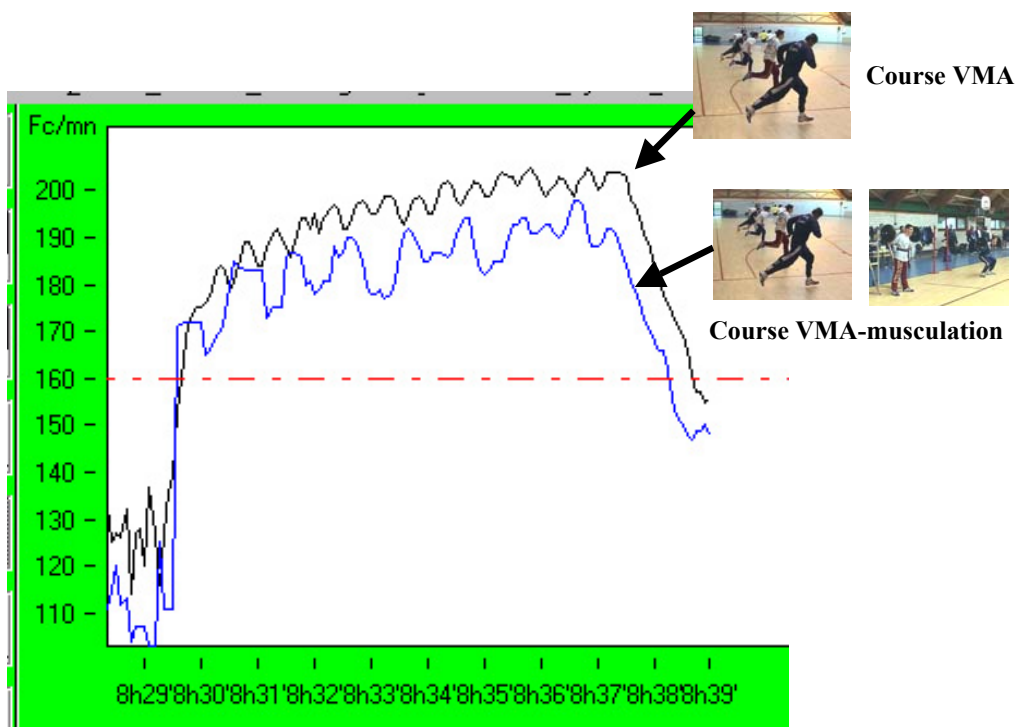


figure 11 : courbes de fréquence cardiaque pour un joueur au cours de 2 efforts intermittents INCo (courbe supérieure) et INCh (courbe inférieure). On constate nettement la baisse de la fréquence pour l'intermittent INCh.

Analyse statistique :

L'analyse statistique (ANOVA) sur la moyenne des sujets fait apparaître une différence significative de la fréquence moyenne entre les 2 efforts : 178,8 p/mn (INCo) contre 170 p/mn (INCh)

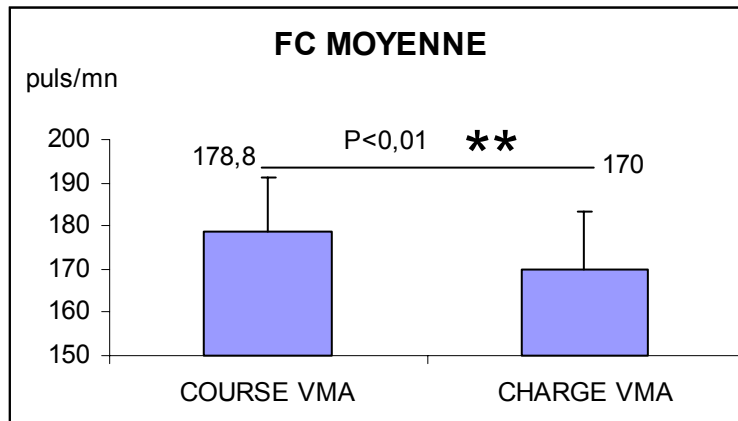


figure 12 : comparaison des fréquences cardiaques moyennes pour tous les joueurs au cours de 2 efforts intermittents INCo et INCh. La fréquence moyenne pour l'effort INCo est supérieure à celle de l'effort INCh ($P < 0,01$)

b) le lactate :

Les taux de lactate à la fin des efforts sont représentés sur la figure 13. Les valeurs obtenues pour l'effort INCh sont inférieures aussi bien à T0 qu'à T3.

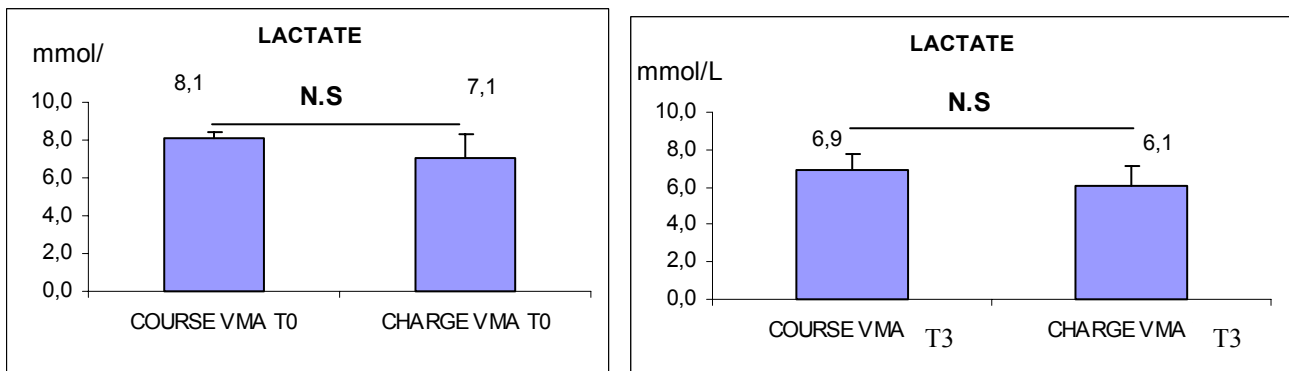


figure 13 : valeurs obtenues lors des prises de lactate pour les efforts INCO et INCh à la fin de l'effort (graphe de gauche) et 3 mn après la fin de l'effort (graphe de droite)

4) Comparaison de l'ensemble des efforts :

a) fréquence cardiaque :

La figure 14 synthétise l'ensemble des résultats des fréquences cardiaques moyennes pour tous les efforts.

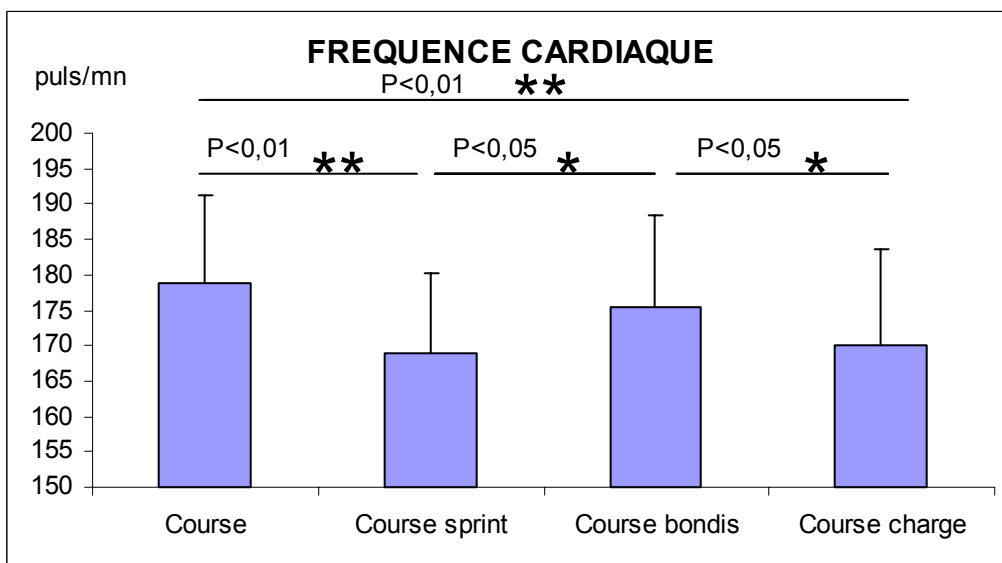


figure 14 : graphique des fréquences cardiaques moyennes pour les 4 types d'intermittent.

b) le lactate :

la figure 15 montre tous les résultats des prises de lactate à T0 et à T3.

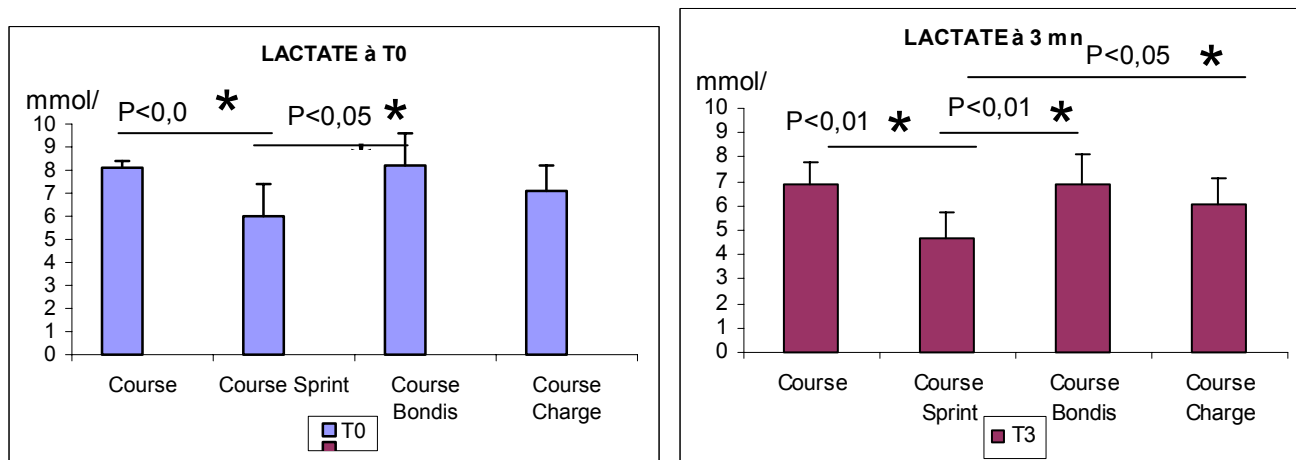


figure 15 : valeurs obtenues lors des prises de lactate pour tous les exercices à la fin de l'effort (graphe de gauche) et 3 mn après la fin de l'effort (graphe de droite)

c) la détente :



Avant et après chaque intermittent 2 tests de détente ont été effectués : un contremouvement jump avec l'aide des bras (CMJB) qui rend compte de la puissance des « cuisses » et un test de 6 sauts en réactivité (Réactivité) qui rend compte de la puissance des mollets. L'évolution des performances de ces 2 tests est susceptible de nous renseigner sur l'impact des différents efforts sur la puissance des cuisses et des mollets. La figure 16 montre le CMJB avant et après chaque effort pour la moyenne de tous les joueurs, on constate une légère augmentation pour les efforts INSp, INBo et INCh mais l'analyse statistique ne montre aucune différence significative. Il est donc clair que la puissance des « cuisses » n'a pas baissé malgré les sollicitations musculaires intenses.

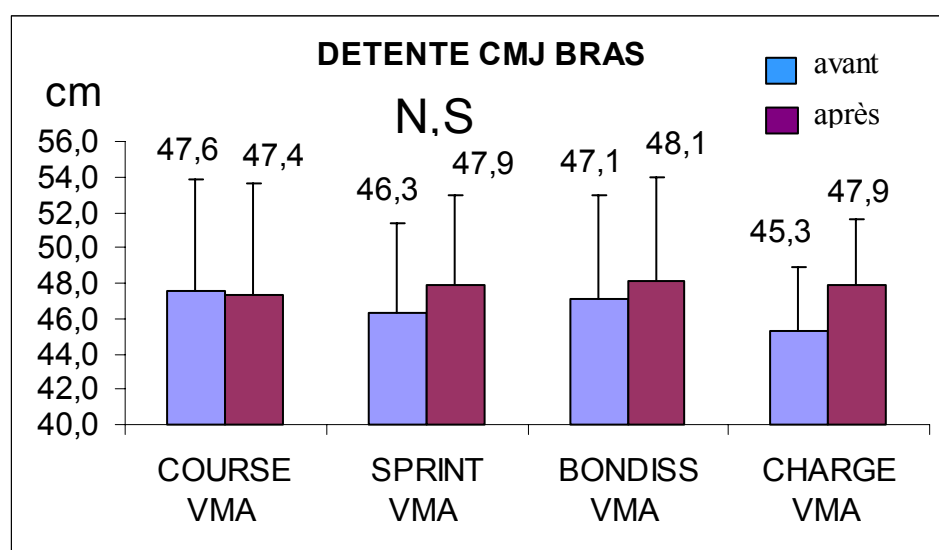


Figure 16 : Valeur du CMJB avant et après chaque effort pour la moyenne de tous les joueurs

La figure 17 montre le test de réactivité avant et après chaque effort pour la moyenne de tous les joueurs, on constate une légère baisse pour les efforts INCo, INBo mais l'analyse statistique ne montre aucune différence significative. La puissance des « mollets » n'a donc pas été affectée par les différents efforts.

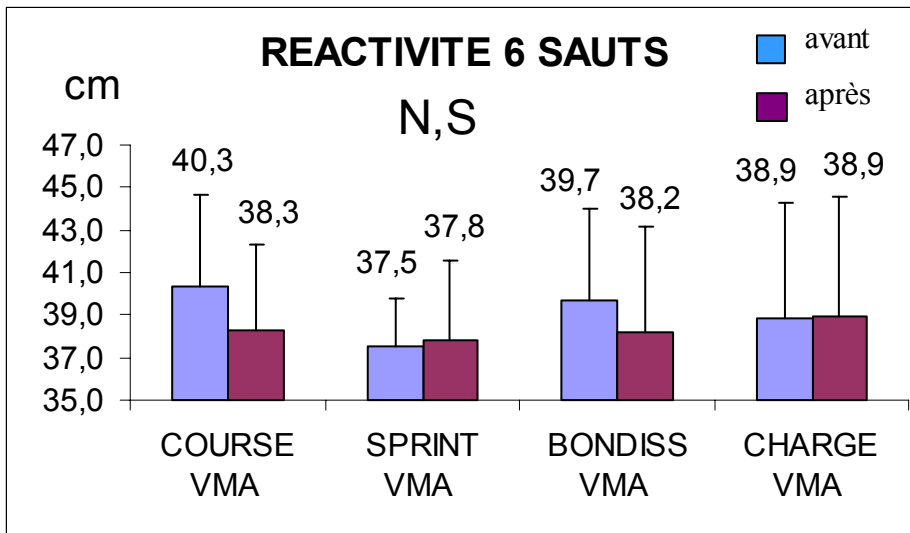


Figure 17 : Valeur du test de Réactivité avant et après chaque effort pour la moyenne de tous les joueurs

Conclusions pratiques :

Pour améliorer les aspects aérobies avec un travail de type « 10-20 » :

En considérant la fréquence cardiaque moyenne au cours de l'effort comme critère d'efficacité pour développer l'aspect aérobie on constate que :

- 1) la course est le meilleur moyen et le plus simple (à vitesse maximale aérobie).
- 2) L'introduction de bondissements ne diminue pas l'efficacité du travail aérobie et permet par ailleurs de jouer sur l'aspect pliométrique
- 3) L'introduction d'un sprint et surtout d'une récupération plus longue (27 s au lieu de 20) diminue significativement l'impact aérobie
- 4) Le travail avec charge entraîne lui aussi une diminution de l'impact aérobie

Pour jouer sur le facteur « lactique » :

- 1) la course est la sollicitation la plus lactique
- 2) l'introduction de bondissements n'augmente pas la lactatémie même si cet effort était ressenti comme plus pénible par les joueurs
- 3) la présence de charges a plutôt diminué la présence de lactate même si l'effort était ressenti comme le plus pénible musculairement (présence de courbatures)
- 4) enfin l'introduction de sprints et surtout d'une récupération plus longue est favorable à la diminution du lactate

Les effets sur la « détente » :

Contrairement à toute attente aucune des formules testées ne met en difficulté la détente. Un seul intermittent ne suffit pas pour altérer la qualité d'impulsion.



la Direction Régionale
de la jeunesse et des
sports de Bourgogne



le Centre d'Expertise de la
Performance de Dijon



la Faculté des Sciences
du Sport – UFR STAPS
de DIJON

Etude des effets de différentes séquences de travail de type « intermittent »