

Master 2nde année mention STAPS : EOPS

ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022

MEMOIRE

**TITRE : BENEFICE DES MICROCYCLES DE
RECUPERATION DANS UNE PLANIFICATION PAR
BLOC POUR LA PROGRESSION DE LA
PUISSANCE/VITESSE MAXIMALE AEROBIE**

PRESENTE PAR : QUENTIN MISSER

SOUS LA DIRECTION DE : AURORE HUCHEZ

SOUTENU LE 23/05/2022

DEVANT LE JURY :

STAPS : EOPS (Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive)

« La Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements :

Je tiens à remercier Madame **Aurore Huchez**, pour son investissement et son aide dans la réalisation de mon mémoire terminal de master et aussi pour sa patience avec moi.

Je tiens à remercier Lomme Natation Triathlon, pour m'avoir permis de réaliser mon étude. Je souhaite plus particulièrement remercier le Président **Francis Dejaeghere** et la directrice technique **Laurence Dejaeghere**.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des athlètes s'étant rendu disponible pour réaliser les tests présents dans ce mémoire.

Je remercie la Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique de Ronchin, ainsi que les personnes qui la composent et qui ont pu m'aider dans mon cursus universitaire et dans la réalisation de mon mémoire.

Je remercie aussi mon frère **Dorian Misser**, qui m'a aidé dans la réalisation de ce mémoire et pour avoir passé du temps à corriger mes fautes.

Pour terminer, je tiens à remercier ma copine **Anaëlle Ourdouillie** pour m'avoir soutenu et accompagné.

Sommaire :

Remerciements	2
Sommaire	4
Glossaire	6
1. Introduction	7
2. Revue de la littérature	8
2.1. Le Triathlon	8
2.1.1. Présentation du Triathlon	8
2.1.2. Aspect mécanique, biomécanique et énergétique de chaque discipline du triathlon.....	8
2.1.3. Aspect mécanique, biomécanique et énergétique du triathlon	13
2.2. Quantification de la Charge d'entraînement	15
2.2.1. Définition.....	15
2.2.2. Charge Externe.....	15
2.2.3. Charge Interne	15
2.3. Questionnaire pour le suivi et le contrôle de l'entraînement	20
2.3.1. POMS (Profile of Mood States)	20
2.3.2. REST-Q Sport	20
2.4. L'entraînement	23
2.4.1. La périodisation d'entraînement.....	23
2.4.2. Processus d'entraînement	24
2.4.3. Processus de récupération	25
2.4.4. Modèle de planification	28
3. Problématique, objectif et hypothèse	29
3.1. Problématique	29
3.2. Objectifs	29
3.3. Hypothèses	29
4. Méthode	30

4.1.	Milieu Professionnel	30
4.2.	Sujets.....	30
4.3.	Matériel.....	30
4.4.	Protocole	31
4.4.1.	Période de test :	32
4.4.2.	Plan d'entraînement Développement de la puissance et de la vitesse maximale aérobie :	32
4.4.3.	RESTQ-Sport	33
4.4.4.	Période de retest :	33
4.5.	Analyse Statistique :	34
5.	Résultat	36
5.1.	Résultat PMA/VMA & 400m	36
5.2.	Charge d'entraînement de GA et GB.....	40
5.3.	Comparaison RETSQ-SPORT et Charge d'entraînement.....	40
5.4.	Comparaison des différents items du RETSQ-SPORT entre eux.....	45
5.5.	Comparaison des items du RETSQ-SPORT entre les deux groupes	46
6.	Discussion	49
7.	Conclusion	51
8.	Limites du protocole et perspective :	52
9.	Bibliographie	53
	Articles et Livres :	53
10.	Annexes :	60
	Résumé et mots clés (Français) :	70
	Résumé et mots clés (Anglais) :	72

Glossaire

FFTRI : Fédération Française de Triathlon

ITU : International Triathlon Union (Traduction : Fédération International de Triathlon)

SLT : Super League Triathlon

PA : Phase d'appuis

PO1 : Première phase d'oscillation

PO2 : Deuxième phase d'oscillation

PO3 : Troisième phase d'oscillation

Ga : Le gastrocnémien

TA : Le tibial antérieur

BF : Le biceps fémoral

VL : Le vaste latéral

DF : Droit fémoral

GG : Grand glutéal

VE : Vaste Externe

VO2Max : Consommation maximale d'oxygène

CE : Charge d'Entrainement

RPE : Rating scale of Perceived Exertion (Traduction : Echelle de Perception de l'effort)

U.A : Unité Arbitraire

FC : Fréquence Cardiaque

BPM : Battement par minute

POMS : Profile of Mood States (Traduction : Profil des états d'humeur)

GA : Groupe A, groupe expérimental

GB : Groupe B, groupe control

1. Introduction

En l'espace de 10 ans, le triathlon a doublé son nombre de licenciés et de pratiquants en France. Beaucoup de Français se sont lancés dans ce sport 3-en-1 qui demande autant d'adaptabilité que de rigueur. Le sport, qu'il soit pratiqué en loisir, en compétition ou professionnel, exige d'être de plus en plus précis dans sa charge d'entraînement et son processus d'adaptation. Après une phase d'entraînement, un stress est produit sur l'organisme de l'athlète qui l'oblige à s'adapter. Après une phase de récupération, l'athlète retrouvera un niveau supérieur d'avant l'entraînement. Si l'on optimise ce phénomène, nous devons diminuer la récupération entre les entraînements afin d'augmenter le stress sur l'organisme. Après une phase de récupération, l'athlète sera encore plus performant. Malheureusement si ce processus est trop répété sans phase de récupération, l'athlète tombe alors dans une fatigue physique et psychologique ce qui entraîne une baisse, voire une chute des performances chez l'athlète. C'est pour cela que Cazorla en 2005 parle de phénomène de « décrochage » ou de « récupération active » dans ces mésocycles. La récupération est obligatoire pour permettre à l'organisme du sportif de bien récupérer, de rétablir ses équilibres internes, et surtout, de pouvoir maintenir un état de condition physique correct toute la saison sportive et ce sans éprouver de grande fatigue ou tomber dans le surentraînement. Kellman et Kallus en 2001 ont créé RESTQ-Sport, un questionnaire qui permettrait de mieux comprendre les méthodes de stratégies de récupération et leurs efficacités. Il m'est apparu évident qu'il fallait analyser la programmation du mésocycle de « récupération active » dans un cycle de progression de la puissance/vitesse maximale aérobie en utilisant un questionnaire RESTQ-Sport comme suivi de la fatigue. Nous verrons dans un premier temps l'analyse mécanique, biomécanique et énergétique du triathlon et de ses spécificités. Dans un second temps, nous expliquerons les méthodes nécessaires au suivi de l'entraînement de l'athlète par les méthodes externes, internes du calcul de charge et par les questionnaires de suivi et de contrôle de l'entraînement. Dans un troisième temps, nous expliquerons le développement d'une programmation, son suivi de l'entraînement et de sa récupération afin de permettre son assimilation.

2. Revue de la littérature

2.1. Le Triathlon

Le Triathlon, est défini par la Fédération Française de Triathlon (FFTRI) comme un sport qui consiste à enchaîner dans l'ordre trois activités sportives : natation, cyclisme et course à pied. L'enchaînement s'effectue sans aide extérieure et sans arrêt du chronomètre et est appelé « Transition » (FFTRI, 2022)

2.1.1. Présentation du Triathlon

Le Triathlon est un sport jeune, il n'est apparu que tard au Jeux Olympiques mais il a été largement pratiqué depuis plusieurs années. Son apparition remonte en 1970 à San Diego en Californie sous sa forme moderne. Plusieurs années plus tard, une autre distance est créée à Hawaï en 1978 = « Ironman », berceau du triathlon longue distance. En 1989, la première structure officielle du triathlon est née « l'Union Internationale de Triathlon (ITU) » en France à Avignon. C'est grâce à cela que le Triathlon fait son apparition aux Jeux Olympiques de Sidney en 2000. Les distances parcourues sont de 1 500m en natation, 40km en cyclisme et 10km en course à pied. Depuis plusieurs années, la médiatisation du triathlon grandit avec pour conséquence la création de nombreuses compétitions internationales et une dynamique autour d'elles. On voit actuellement l'apparition d'un circuit privé, la « Super League Triathlon (SLT) », crée par le multiple champion du monde d'Ironman Chris Mc Cormack en 2017 (Trimax, 2017). En France, c'est un sport en devenir qui a commencé à se faire découvrir depuis les excellents résultats en 2019 de l'équipe de France avec la victoire de Vincent Luis sur la série des Championnats du Monde de triathlon ainsi que les multiples podiums sur les championnats des autres athlètes et la première médaille de bronze en relais mixte durant les jeux olympiques de Tokyo (FFTRI, 2022).

2.1.2. Aspect mécanique, biomécanique et énergétique de chaque discipline du triathlon

2.1.2.1. Natation

La natation est un sport avec un aspect technique important pour la performance. Pour être performant en natation, le nageur doit se confronter à un double impératif. Il doit réduire les résistances à l'avancement qui l'opposent à son déplacement et augmenter les résistances propulsives

créées par ses membres pour se déplacer. Le déplacement du nageur va donc être conditionné par la création et le maintien de ces résistances propulsives (Chollet, 1997). La troisième loi de Newton intéresse directement toute la natation. Chaque action oppose une réaction inverse équivalente. Si un nageur souhaite se déplacer vers une direction, il doit exercer une poussée avec ses membres dans la direction opposée. Cela se traduit pour le nageur par une orientation des surfaces propulsives perpendiculaire au sens de déplacement. La part des jambes joue un rôle propulsif important mais elles jouent aussi un rôle stabilisateur en intervenant dans le rééquilibrage du corps. Les battements atténuent le déséquilibre engendré par la rotation des épaules selon l'axe longitudinal. Plus les distances sont longues plus la part propulsive des jambes se réduit (Chollet, 1997). Pour mieux comprendre un cycle de nage nous pouvons le découper en 6 phases :

- Phase 1 : Entrée du bras, elle se fait par la paume de la main légèrement tournée vers l'extérieur avec un coude légèrement fléchi. Suivi juste après d'une extension du coude, avec la paume dirigée vers le fond. Le nageur cherche à réduire ses résistances à l'avancement, elle permet aussi de ne pas perturber la phase propulsive du bras opposé.
- Phase 2 : Prise d'appuis, la main se déplace vers le fond de l'eau et le coude se fléchit progressivement jusqu'à ce qu'il se retrouve au-dessus de la main afin d'orienter le bras et la main vers l'arrière. On recherche à placer les surfaces propulsives.
- Phase 3 : Traction, phase durant laquelle la main est la plus profonde. Le mouvement s'arrondit et continue légèrement vers l'intérieur. La main passe sous le corps, de l'extérieur de l'épaule à l'axe médian et s'oriente vers l'intérieur et le haut à la fin du mouvement.
- Phase 4 : Poussée, la main s'oriente vers l'extérieur et le haut et jusqu'à ce qu'elle arrive au niveau de la cuisse. L'extension du bras est incomplète.
- Phase 5 : Le relâchement se produit lorsque la main croise la cuisse, le coude étant déjà sorti de l'eau à ce moment. La paume de main est tournée vers l'intérieur, coude légèrement fléchi, lors de la sortie de l'eau.
- Phase 6 : Le retour aérien. Durant cette phase une rotation interne de l'épaule est effectuée. Durant la première moitié du retour (*sortie du bras jusqu'au passage de la main à côté de l'épaule*), il y a une flexion du coude et une rotation de la paume de main vers. Puis durant la seconde moitié, il y a une extension et une orientation de la paume vers l'extérieur.

2.1.2.2. Cyclisme

Grappe en 2009 analyse, dans son livre le pédalage en cyclisme. Il a établi 4 phases :

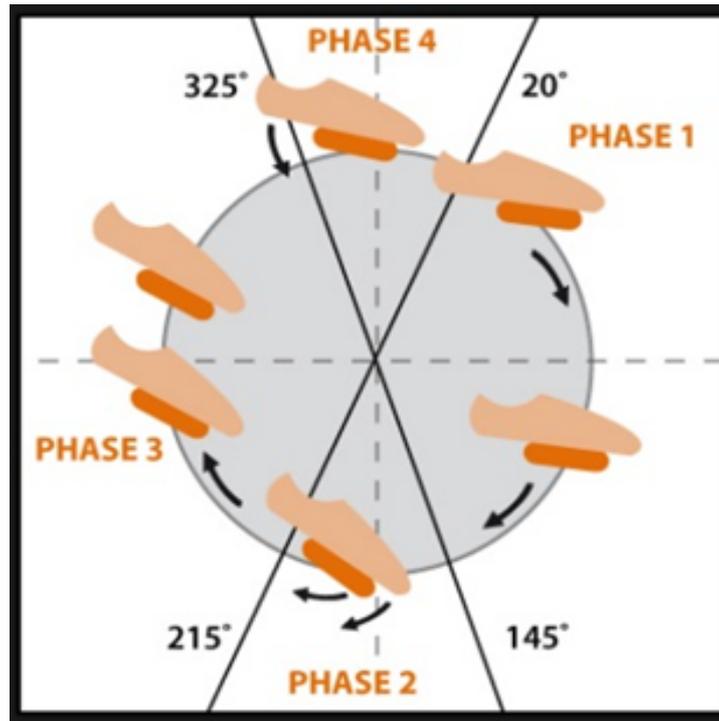


Figure 1 : 4 phases de pédalage en cyclisme (Grappe 2009)

- Phase 1 : la poussée, c'est la phase la plus rentable sur le plan biomécanique. C'est l'extension de la hanche associée à l'extension du genou. Durant la phase de poussée, le bassin doit être fixé par les abdominaux et le carré des lombes. Cette phase démarre de 20° de la verticale à 145° de la verticale.
- Phase 2 : transition basse, c'est la transition entre la phase de poussée (phase 1) et la phase de traction (phase 3). L'extension de la hanche continue par une action des fessiers et prise de relais du couple ischio-jambiers et triceps sural pour conserver l'énergie cinétique accumulée lors de la phase de poussée. En fin de phase, nous pouvons observer une légère flexion plantaire de la cheville.
- Phase 3 : La traction, c'est la phase la moins instinctive. La traction est réalisée par une flexion active de la hanche et du genou. La flexion de la hanche est effectuée par l'action du psoas iliaque, du sartorius. La flexion du genou est réalisée par l'ischio jambiers par une contraction concentrique. Et la cheville permet une extension du pied pour continuer au tirage vers le haut. C'est une phase de relâchement et de récupération pour le quadriceps. Il est important d'avoir une stabilité de la hanche et de la sangle abdominale.

- Phase 4 : transition haute, c'est une phase où interviennent les releveurs du pied. C'est le quadriceps qui prend le relais à la fin de cette phase.

Le pédalage demande une excellente coordination, car il demande plusieurs actions musculaires qui se succèdent dans un temps court et se répètent de nombreuses fois. Un gain même minime dans ce domaine-là est très rentable sur le plan de la performance. (Grappe, 2019) Un bon rendement permet une meilleure puissance et une meilleure économie de pédalage.

Cavanagh (1974) a étudié l'application des forces sur les pédales lors d'un cycle de pédalage. Il analyse que la phase de poussée est très rentable sur le plan mécanique. C'est au niveau des phases de transition et des phases de tirage que le "gaspillage" est le plus important. L'auteur a aussi mis en évidence la différence de rendement entre les différents cyclistes inclus dans son étude. Certains font de la phase de tirage une phase rentable, en accentuant le travail de la cheville, d'autres ne l'utilisent que très peu. On peut penser que, pour les seconds, une meilleure utilisation de cette phase pourrait donner des gains de performance significatifs. Également, on note que pour aller en faveur d'un avantage mécanique efficace, il faut favoriser une position plus en avant (au-dessus du pédalier). C'est pourquoi les cadres se redressent de plus en plus et que les vélos de contre la montre ont une géométrie changeante. En revanche une position trop sur l'avant retarderait la phase de poussée, qui, nous l'avons vu, est la plus efficace (Cavanagh, Petak, Shapiro, & Daly, 1974).

2.1.2.3. Course à pied

Leboeuf et al. (2006) définissent la course pied comme la succession de foulées bondissantes à partir d'appuis pédestres effectués alternativement sur chaque pied. Elle impose une coordination gestuelle, une optimisation de la dépense énergétique et des traumatismes qu'elle peut créer. Un cycle est défini par l'intervalle de temps et d'espace séparant deux positions successives identiques telles que l'instant de pose d'un pied jusqu'à la pose suivante de ce même pied. Le cycle est donc caractérisé par sa longueur et sa durée et peut être lui-même décomposé en deux foulées symétriques droite et gauche, correspondant aux passages d'un pied sur l'autre (Leboeuf, et al., 2006). La foulée est très individuelle, car elle peut varier en longueur (amplitude) et en répétition (fréquence). Ces deux valeurs sont variables en fonction de l'allure de course et de la morphologie du coureur (Durey, 1997).

Hanon (2005) procède à une analyse des activités musculaires, elle décrit 4 phases de la foulée (voir figure 2) :

- Phase d'appui (PA) : elle commence à la pose ipsi-latérale (noir)
- Première phase d'oscillation (PO1) : elle commence lorsque les orteils du pied ipsilatéral (noir) quittent le sol jusqu'à la pose du talon contralateral (blanc). PO1 est une phase aérienne (pied derrière)
- Deuxième phase d'oscillation (PO2) : elle commence à la pose du talon contralateral (blanc) jusqu'à ce que les orteils du même pied contralateral quittent le sol : PO2 est une phase d'appui.
- Troisième phase d'oscillation (PO3) : Elle commence lorsque les orteils du pied contralateral (blanc) quittent le sol et se termine à la pose du talon du pied ipsilatéral (noir) : PO3 est une phase aérienne (pied devant)

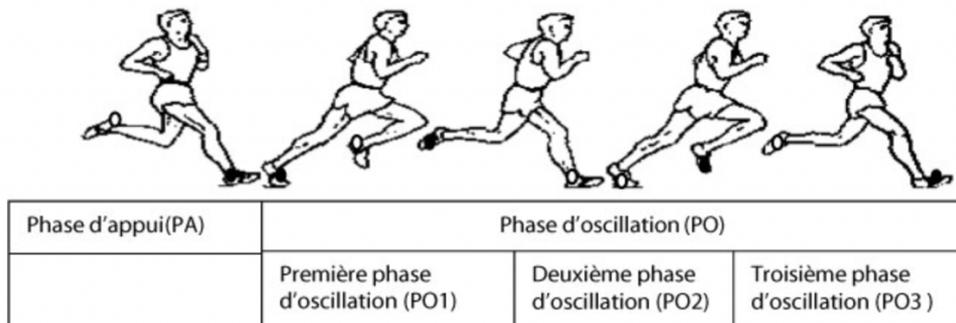


Figure 2 : Schéma des différentes phases de la foulée (Hanon, 2005)

Les muscles en action durant la foulée en course à pied sont (Hanon, 2005) :

- Le gastrocnémien (Ga)
- Le tibial antérieur (TA)
- Le biceps fémoral (BF)
- Le vaste latéral (VL)
- Droit fémoral (DF)
- Grand glutéal (GG)

Grâce à des enregistrements d'électromyographies, les auteurs ont pu observer un nombre variable de bouffées d'activité au cours d'un cycle de foulée selon les muscles considérés. La figure 3 représente l'activité musculaire de Ga, TA, BF, DF, VL au cours d'un cycle de foulée. Les zones grisées représentent une activité musculaire en fonction de sa nuance :

- Gris claire : 10 à 40% de la force maximale volontaire.
- Gris foncé : 40 à 80% de la force maximale volontaire.
- Noir : 80 à 100% de la force maximale volontaire.

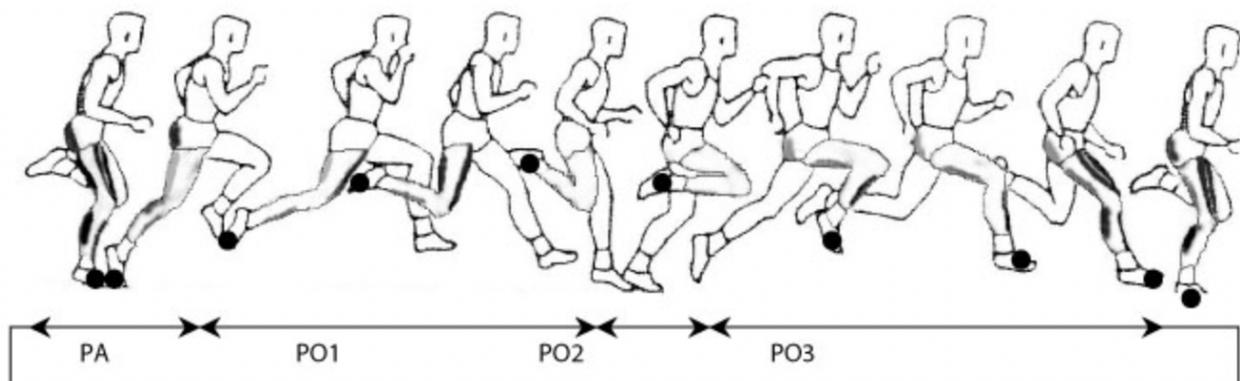


Figure 3 : Activité musculaire du gastrocnémien, du tibial antérieurs, du vaste latéral, du biceps fémoral, du droit fémoral au cours d'un cycle de foulée réalisée à vitesse moyenne (15 km/h) (Hanon, 2005)

Ces pourcentages d'activités varient en fonction de la vitesse de course et de la morphologie du coureur. Andersson et al. (1997) ont comparé sur une gamme de vitesses plus étendue, le niveau d'activité peut être multiplié par 4 ou 5 pour certains fléchisseurs de hanche.

2.1.3. Aspect mécanique, biomécanique et énergétique du triathlon

Chaque discipline a sa spécificité qui influence les autres. Lehénaff (1997) a montré que les triathlètes possèdent des VO₂max supérieures à 70ml/min/kg (Consommation maximale d'oxygène), et ces résultats semblent indiquer que cet effet est obtenu grâce à l'utilisation de « l'entraînement croisé ». La Fédération Française de Triathlon définit l'entraînement croisé, comme « le fait de mixer plusieurs activités sportives au sein d'un cycle d'entraînement, dans une démarche de complémentarité, de transfert et/ou de récupération. » (FFTRI, Fédération Française de Triathlon, 2018). Il est donc primordial dans l'entraînement en triathlon d'intégrer ces entraînements croisés. (Olcina, et al., 2019). Millet (2002), a démontré que la répétition dans le temps de ce type d'entraînements répétés aurait encore plus de résultats sur l'amélioration de la VO₂Max. Delextrat (2003) a prouvé que l'entraînement croisé avait aussi des améliorations sur l'économie de course à des vitesses égales. Olcina (2019) a démontré des résultats identiques sur une diminution de la fatigue musculaire avec l'utilisation d'entraînements croisés. L'activité musculaire est aussi plus importante en raison de l'influence de la partie cycliste sur la course à pied. Heiden et Burnet (2003) ont montré que les niveaux d'activité du BF et du vaste externe (VE) étaient plus élevés durant 2 km de course à pied après 10km de cyclisme. Hausswirth (1996) a observé une position plus penchée du coureur après la partie cycliste, il avait déterminé que ces changements étaient dus à des modifications du recrutement des abdominaux et des lombaires induites

par des nouvelles afférences sensori-motrices. Guézennec et al. (1996), a démontré des baisses d'efficacité de 8% entre un 10km témoin et celui couru sur un 10km sur triathlon olympique (Guezennec, Vallier, & Bigard, 1996) confirmé par Hauswirth (1997). L'aspiration ou le drafting (en anglais) est aussi une pratique du triathlon, elle est l'action de se protéger du vent lorsque l'on se trouve en peloton, afin de diminuer les résistances au vent. Cela s'apprend dès le plus jeune âge, en école de triathlon. On l'enseigne avec pour objectif de diminuer l'impact du vélo sur la fin de course. Avec le drafting, il y a une diminution de la consommation d'oxygène, de la fréquence cardiaque et donc une amélioration significative de la performance en course à pied de 4,2% (Millet Bentley, 2004). En triathlon, le drafting n'est pas toujours autorisé lorsque la sécurité sur la route est compliquée à mettre en place. En revanche lors des triathlons supérieurs à la distance olympique, le drafting est systématiquement interdit. Pour diminuer la résistance à l'avancement, l'utilisation d'un vélo de contre la montre est utilisé pour diminuer de 15% cette résistance par rapport à un vélo classique (Chabroux, 2011). Ce type de vélo est en revanche interdit lors de course en drafting (FFTRI, Règlement Sportive 2019, 2019).

D'autres recherches ont étudié l'influence de la partie natation sur la dépense énergétique en cyclisme. Leurs résultats ont démontré une augmentation significative de la dépense énergétique en cyclisme par rapport à un effort isolé. Il y aurait une influence sur la dépense énergétique en cyclisme, notamment par les ajustements thermorégulateurs et le coût du travail respiratoire qu'elle induit. L'adaptation physiologique en cyclisme ne semble pas dépendre de l'importance du travail des jambes en natation (Delextrat, Bernard, Vercruyssen, Hauswirth, & Brisswalter, 2003). L'arrivée du drafting en natation comme en cyclisme a considérablement changé les stratégies, les triathlètes tentent de nager aussi vite que possible pour rester dans le groupe de tête (Delextrat, Bernard, Vercruyssen, Hauswirth, & Brisswalter, 2003). Lors de ces épreuves, il a été montré que la succession d'exercices différents ou de stratégies de réactions différentes entraîne une adaptation physiologique spécifique par rapport à un sport unimodal (Hauswirth, et al., 2001). Delextrat et al. (2003) ont suggéré que le drafting en natation améliore les facteurs physiologiques et psychologiques de la performance en triathlon.

2.2. Quantification de la Charge d'entraînement

La planification de l'entraînement repose sur l'optimisation de la performance par la gestion de la programmation et de sa CE (Charge d'entraînement) . Le volume, l'intensité et la fréquence sont les trois facteurs que l'entraîneur est capable de faire varier dans l'entraînement (Pollock, 1973). Une multitude de méthodes de quantification d'entraînement existe (Halson, 2014).

2.2.1. Définition

Gabriel et al. (1998) ont montré qu'une CE trop faible n'aurait aucun effet sur l'amélioration de la performance et qu'inversement, une charge exagérée aurait un effet délétère sur l'athlète comme le surentraînement ou la blessure. Petibois et Cazorla (2001) montrent aussi qu'il existe bien des charges adéquates pour chaque individu permettant d'augmenter le niveau de performance. Ils mettent aussi en évidence que la quantification de la CE était la seule mesure permettant la conduite d'un entraînement individualisé efficace, où des charges correctement dosées fournissent les stimulus adéquats pour améliorer la performance.

2.2.2. Charge Externe

A partir de ce constat, quelques auteurs se sont donc intéressés à la notion de « quantification de la CE ». Pollock (1973) a défini la charge de travail externe comme les caractéristiques de l'exercice réalisé par l'athlète. Trois variables sont nécessaires pour quantifier cette charge externe :

- Le volume : la durée de l'exercice
- L'intensité : la vitesse ou la puissance
- La fréquence d'entraînement

Platonov (1988) rajoute la forme de l'exercice comme variable nécessaire pour quantifier cette charge externe.

- Forme de l'exercice : entraînement continu et intermittent

2.2.3. Charge Interne

Les méthodes de quantification de la charge interne d'entraînement sont séparées en deux types :

- Objective
- Subjective

La méthode objective calcule des indices physiologiques et la méthode subjective prend en compte le ressenti de l'athlète utilisé par le biais d'une échelle RPE (Borg, 1973).

2.2.3.1. Méthode Objective

La méthode objective permet de quantifier la charge interne par le biais d'une multitude d'indices, tels que la fréquence cardiaque, la lactatémie etc...

Banister et al (1975) ont été les premiers à mettre en place une méthode qu'ils nomment « TRIMP » (Training Impulse), dont l'unité de mesure est dite arbitraire (U.A.). Son but est de quantifier cette charge grâce à l'utilisation de la durée et la FC (Fréquence Cardiaque) moyenne durant l'entraînement. Ils multiplient la fréquence moyenne par la durée. Cette méthode a été utilisée pour construire un modèle de prévision des performances dans des activités aérobies basées sur un équilibre entre la forme et la fatigue. Cette méthode a été critiquée car elle ne prenait pas en compte la fréquence cardiaque du repos. C'est pour cela qu'en 1985, Banister et Hamilton ont amélioré le calcul de CE en prenant en compte la fréquence cardiaque de repos, et un coefficient « k » a été introduit en complément pour représenter l'augmentation exponentielle de la lactatémie au cours de l'exercice (le coefficient d'évolution de la lactatémie est de 1,92 pour les hommes et de 1,67 pour les femmes).

La fréquence cardiaque est donc un indicateur pour mesurer l'intensité d'un exercice aérobic. Cette méthode peut paraître réaliste car elle tient compte directement de l'évolution des paramètres physiologiques de l'individu au cours d'un exercice.

Une autre méthode utilisant la fréquence cardiaque, est apparue en 1993. Cette méthode a été mise en place par Edwards. Il a fondé sa méthode sur le TRIMP de Banister et utilise 5 zones d'intensité au niveau de la fréquence cardiaque, il calcule le temps passé dans chaque zone de l'entraînement et le multiplie par un coefficient de 1 à 5 afin de calculer la CE. (Edwards, 1993)

Borresen et al. (2009) ont relevé des variations importantes de valeurs de CE entre individus, calculées avec les méthodes Edwards, TRIMP et RPE. Cette analyse suggère que les athlètes qui présentent des temps passés dans les zones de haute intensité, voient leur CE surestimée par les méthodes basées sur la FC par rapport à la méthode RPE. A l'inverse, les athlètes qui ont passé plus de temps d'entraînement dans les zones de basse intensité verraient leur CE sous-estimée par rapport à la méthode RPE. Cela se comprend, dans la mesure où les FC inférieures à 50% de la FC maximale ne sont pas prises en compte par la méthode Edwards. En revanche Borresen (2009) met en évidence qu'il est possible d'éviter cette surestimation et sous-estimation en utilisant la méthode RPE.

2.2.3.2. Méthode Subjective

Borg en 1973 a été le précurseur de cette méthode. Borg dit que « la perception de l'effort correspond à la sollicitation d'un ensemble de systèmes et de processus sensoriels s'intégrant en une perception générale de l'effort ; les sensations de tension, de douleur musculaire, articulaire, l'essoufflement, les battements du cœur, et la sudation. »

Afin d'évaluer cette perception de l'effort, Borg en 1970 a créé une échelle allant de 6 à 20.

Cette échelle a été traduite par Shepard et al (1992). Une perception d'effort s'évalue en posant la question au sportif « Comment percevez-vous l'effort effectué ? ». Cette échelle RPE est la représentation de la fréquence cardiaque durant un effort. Les valeurs de 6 à 20 correspondent à une fréquence cardiaque qui peut varier entre 60 et 200 BPM (Battement par minutes) durant l'effort. (Borg, 1973). Selon Borg (1973), cette relation est juste sur des sujets en bonne santé, âgés entre 30 et 50 ans. Il modifiera cette échelle en 1982, par une échelle RPE de 0 à 10. Foster (1996) modifie l'échelle afin d'effectuer une perception d'effort sur une séance puis il a modifié la description verbale en 2001 (Figure 4), (Foster, et al., 2001). Cette méthode a été scientifiquement validée pour mesurer la charge interne. Et pour déterminer la perception de l'effort durant la séance, la question à poser à l'athlète est « Comment avez-vous perçu l'effort effectué durant la séance ? » (En anglais : « How was your workout ? ») La perception de chaque séance doit être réalisée 30 minutes après la fin de la séance, pour éviter que la partie réalisée en fin de séance domine la perception de l'effort du sujet. Il faut que la perception soit le ressenti global de la séance, de l'échauffement au corps de séance jusqu'à la récupération.

COTATION	DESCRIPTION VERBALE
0	REPOS
1	TRES TRES LEGER
2	LEGER
3	MODERE
4	LEGEREMENT DUR
5	DUR
6	
7	TRES DUR
8	
9	
10	MAXIMAL

Figure 4 : Echelle RPE de Foster (2001)

Lorsque la note de perception de la séance a été obtenue, elle est multipliée par la durée en minutes de la séance. (Foster, 1996) (Équation 1 et tableau 1)

$$CE_{(Entrainement)} = Temps_{(minute)} \times \text{Note de perception de l'effort}$$

Équation 1 : Calcul de la CE avec la méthode RPE de Foster (1996)

Temps (min) :	70
Note de perception :	5
CE Total :	350

Tableau 1 : Exemple de calcul de CE grâce à la méthode RPE de Foster (1996)

Les indices de « monotonie » et « contrainte » peuvent être calculés à partir des données de la méthode RPE du microcycle d'entraînement d'une semaine.

La monotonie d'entraînement est calculée par la division de la moyenne de la CE hebdomadaire sur son écart type (Équation 2 et tableau 2).

$$Monotonie = \frac{Moyenne_{(CE\ Hebdomadaire)}}{Ecart\ type_{(CE\ Hebdomadaire)}}$$

Équation 2 : Calcul de la monotonie de la méthode RPE de Foster (1998)

	RPE	Temps (min)	CE
Lundi	5	60	300
Mardi	1	20	20
Mercredi	2	180	360
Jeudi	8	60	480
Vendredi	2	30	60
Samedi	5	50	250
Dimanche	3	200	600
Écart type :			209,91
Moyenne CE :			295,71
Monotonie :			1,41

Tableau 2 : Exemple de calcul de la monotonie de la méthode RPE de Foster (1998)

La monotonie de l'entraînement est une mesure de la variabilité de l'entraînement, elle s'est avérée être liée au début au surentrainement lorsque l'entraînement monotone est combiné avec des charges d'entraînement élevées. (Foster, et al., 2001) Une monotonie supérieure à 2, peut engendrer une

diminution de la capacité de performance et une augmentation de la fatigue. Et une monotonie supérieure à 2,5, une augmentation du taux de blessures et de maladie. (Foster, 1998).

La contrainte est un indice qui permet de déceler un entraînement inadapté. Il peut signifier une fatigue et un surentraînement au-delà de 6000 U.A par semaine, ou une augmentation du taux de blessure au-delà 10 000 U.A. par semaine. Cette recherche a été réalisé chez des athlètes élités de patinage de vitesse de l'équipe nationale américaine. (Foster, 1998).

Pour calculer la contrainte, il faut multiplier la monotonie de l'entraînement par la somme de CE de la semaine (Équation 3 et tableau 3).

$$\text{Contrainte}_{(U.A)} = \text{Monotonie} \times \text{CE}$$

Équation 3 : Calcul de la Contrainte de la méthode RPE de Foster (1998)

	RPE	Temps (min)	CE
Lundi	5	60	300
Mardi	1	20	20
Mercredi	2	180	360
Judi	8	60	480
Vendredi	2	30	60
Samedi	5	50	250
Dimanche	3	200	600
Monotonie :			1,41
CE :			2070
Contrainte :			2916

Tableau 3 : Exemple de la contrainte calculée selon la méthode RPE de la Foster (1998)

Malgré toutes les découvertes relatives à ces échelles, l'élément clé qui en justifie l'utilisation reste le fait qu'elles sont éminemment faciles d'application. Cependant, la RPE est structurée de manière globale, mais d'autres méthodes permettraient une approche multiple pour mieux estimer le stress et la récupération. Ces méthodes rendent compte de problèmes sociaux, émotionnels et cognitifs, comportementaux et de performance (Kellman, 2002). Le POMS (McNair, Lorr, & Droppleman, 1992) a une approche multidimensionnelle, prenant davantage de dimensions en compte.

2.3. Questionnaire pour le suivi et le contrôle de l'entraînement

2.3.1. POMS (Profile of Mood States)

Le POMS, permet une mesure des perturbations de l'humeur et identifie six états d'humeur : la Tension, la Dépression, la Colère, la Vigueur, la Fatigue et la Confusion (Kellman, 2002). Le POMS utilise six échelles pour mesurer les dimensions psychologiques de l'humeur. Le POMS identifie précocement le surentraînement des sportifs, malheureusement le POMS ne fournit pas les informations relatives à la cause de la fatigue. Les avantages du questionnaire de POMS sont :

- Un traitement facile des données ;
- Une grande fiabilité ;
- La capacité à détecter les fluctuations d'humeur à l'exercice ;
- Des données normatives pour des groupes spécifiques.

L'un des inconvénients du questionnaire POMS concerne sa création dans une perspective clinique (McNair, Lorr, & Droppleman, 1992). Kellmann et Kallus en 2001 expliquent qu'une dimension du stress ne peut pas être catégorisée en termes de récupération. La récupération est un processus proactif et individualisé impliquant la restauration de ressources physiologiques et psychologiques. Le POMS manque de clarté sur l'état réel des processus de récupération.

2.3.2. RESTQ Sport

Kellmann et Kallus en 2001 ont créé RESTQ-Sport, un questionnaire qui va au-delà de la simple description des états de stress physique et mental des sportifs, il permet également de mieux comprendre les méthodes de stratégies de récupération et leur efficacité. Kallus à l'origine recherchait les manières possibles d'anticiper les réponses des gens au stress. Il avait fondé en 1995, la version d'origine où le but était d'avoir des réponses contrastées à la question « Comment allez-vous ? » (Kallus, 1995). RESTQ-Sport utilise 4 thèmes différents avec plusieurs échelles :

- Sept échelles générales de stress : Stress Général, Stress émotionnel, Stress social, Conflits/Pression, Fatigue, Manque d'énergie, Plaintes sur l'état physique.
- Cinq échelles générales de récupération : Succès, Relaxation sociale, Relaxation physique, Bien-être, Qualité du sommeil ;
- Trois échelles de stress spécifique sportive : Pauses perturbées, Épuisement émotionnel, Condition physique / Blessures ;

- Quatre échelles de récupération spécifique sportive : Condition physique / Être en forme, Épuisement / Accomplissement personnel, Auto-efficacité, Auto-régulation

Une étude a étudié 17 rameurs et rameuses qui ont rempli six fois le RESTQ-Sport sur une période de 24 semaines durant la préparation des championnats d'Allemagne. Les résultats (*figure 5*) ont démontré que les scores réalisés pour l'item Conflits / Pression commence à augmenter en période préparatoire et continue durant la saison avec un pic juste avant les championnats d'Allemagne. Les scores de Fatigue diminuent durant la période d'affutage (semaine 23 et 24). L'item auto-efficacité augmente lui au cours des 24 semaines, avec un pic avant les championnats d'Allemagne. (Kellmann & Kallus, 2001)

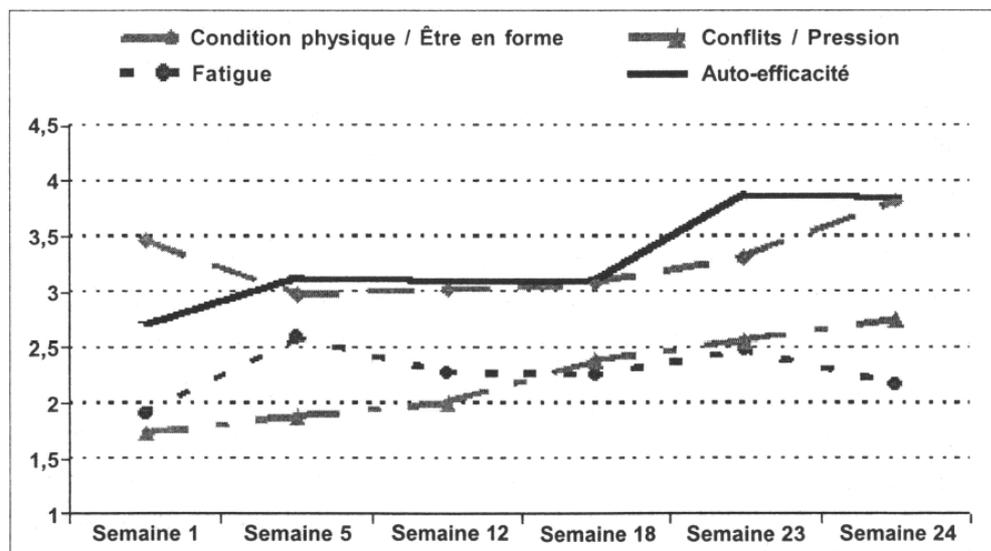


Figure 5 : Comparaison des échelles Condition physique/Être en forme, Fatigue, Conflits/Pression et Auto-efficacité (0=jamais ; 6=toujours) du questionnaire RESTQ-Sport au cours de la saison 2000 de rameurs Juniors Allemands (n=17) (Kellmann & Kallus, 2001)

Kellman (2001) dans une autre étude a démontré l'utilité du questionnaire RESTQ-Sport chez un triathlète de 21 ans. Lors de phase d'entraînement avec un fort volume ou avec de grosses intensités, les scores en Fatigue, Plaintes sur l'état physique et condition physique/Être en forme étaient élevés. Des scores élevés dans les échelles de stress (Stress général, Stress émotionnel et Stress social) et des scores bas dans les items Relaxation sociale et Bien-être, indiquent que l'entraînement n'est pas la seule raison qui affecte le sportif. Après discussion avec le sportif, il a indiqué se trouver dans une relation personnelle instable qui affecte ses relations sociales et ses émotions. Ce même sportif a rempli de nouveau un questionnaire une semaine plus tard avec des scores différents, une augmentation sur les échelles de récupération (récupération générale, récupération sportif) alors que les échelles de Stress diminuent sauf le Stress émotionnel qui ne change pas. Ce qui peut démontrer que la situation personnelle du sportif est à nouveau stable mais toujours chargée en émotion (*figure 6*).

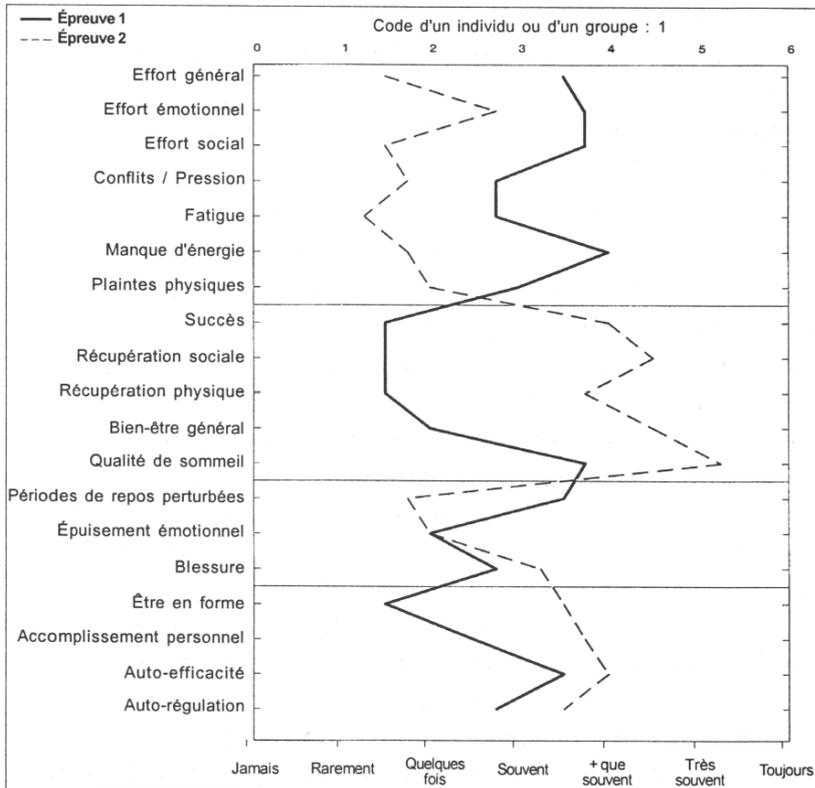


Figure 6 : RESTQ-Sport pour un triathlète (homme), à deux moments différents (Kellman, 2001)

Le questionnaire RESTQ-Sport reflète l'état général d'un sportif à un moment précis et le fait qu'il puisse être remis en cause en permanence. Kellmann et Kallus en 2001, ont décrit qu'il existe énormément de cas similaires. Ils ont donc résumé les avantages du questionnaire :

- Il Identifie les athlètes dont les états au cours d'un stage d'entraînement ne correspondent pas aux changements liés au programme d'entraînement. Celui-ci peut être adapté individuellement (augmentation ou réduction) sur la base de ces informations en retour ;
- Il décrit le sportif à partir d'une perspective différente ;
- Il propose des solutions concrètes aux problèmes identifiés ;
- Il offre une approche multidimensionnelle systématique (évaluation simultanée du Stress et de la Récupération) ;
- Il est pertinent, spécialement lorsque tout contact avec le sportif a été interrompu de manière prolongée (pour cause de vacances ou de blessures) ;
- Il renseigne sur l'importance des activités (en rapport avec le stress/récupération et la performance) ;
- Il permet le suivi et l'évaluation des effets de l'entraînement ;
- Il compare les individus/groupes au cours de la saison, des stages d'entraînement, et au cours de la carrière.

2.4. L'entraînement

2.4.1. La périodisation d'entraînement

« L'entraînement moderne est nécessairement périodisé », dans la mesure où le volume de travail et l'intensité des entraînements auxquels sont soumis les sportifs "Obligent à introduire une progression (du quantitatif au qualitatif ; du volume à l'intensité ; du général au spécifique ; etc.) et une alternance entre les périodes de travail intense et des périodes de repos ou de travail moins intense qui forment des ondulations sur une durée d'un jour, d'une semaine, d'un mois ou d'une année (Péronnet, 1994).

A haut niveau, la périodisation de l'entraînement est obligatoire afin d'amener un sportif à performer à son plus haut niveau durant 3 pics (Issurin, 2010). Cazorla (2005) fait référence au sigle **PPP** pour décrire l'organisation d'entraînement. Il traduit ce sigle comme étant la **P**lanification, la **P**rogrammation et la **P**ériodisation. Péronnet met en place une périodisation sur des cycles d'entraînements avec une temporalité différente.

- L'exercice fait partie de la séance ;
- La séance (un jour ou une demi-journée pour du biquotidien¹) ;
- Le microcycle (plusieurs jours) ;
- Le mésocycle (plusieurs semaines) ;
- Le macrocycle (plusieurs mois) ;
- Le plan annuel (la saison sportive ± 1 an) ;
- Le plan de carrière (plusieurs années, ± 4 ans, échéance olympique).

Dans un macrocycle, il y a plusieurs types de mésocycles. (Mujika, 1995, 1998; Issurin, 2008, 2010; Hellard et al., 2019 ; Cazorla, 2005) .

- Mésocycles de préparation générale (développement des aptitudes générales de l'entraînement) ;
- Mésocycles de préparation spécifique (développement des aptitudes spécifiques à la compétition) ;
- Mésocycles d'affutage (récupération, avec diminution de la fatigue : ce mésocycle est plus court, 2 à 4 semaines en fonction de l'individu) ;
- Mésocycle de décrochage ou récupération active, il permet à l'organisme de bien récupérer (Cazorla, 2005)

¹ Biquotidien : L'action de s'entraîner deux fois par jour. Cela est fréquent chez les triathlètes

2.4.2. Processus d'entraînement

Savard (2002) définit le processus d'entraînement comme la réponse à la CE grâce au processus d'adaptation ou de surcompensation. Lors d'une CE, une fatigue est produite chez l'athlète. Après une phase d'entraînement suit une phase de récupération, ce qui permet au corps de répondre à ce stress. L'athlète retrouvera un niveau de forme supérieur comparé à la période avant entraînement. Ce phénomène s'appelle la surcompensation (Figure 7) (Kuntzer, Gremion, 2014).

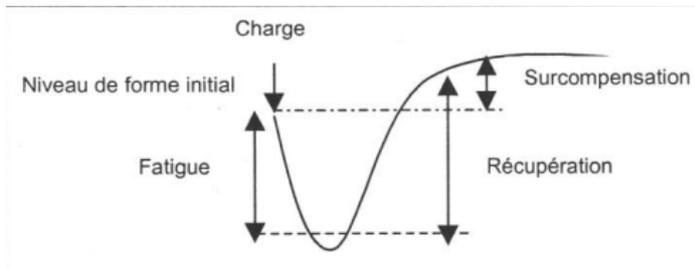


Figure 7 : Phénomène de surcompensation (Savard, 2002)

Si l'on veut optimiser ce processus, nous devons diminuer la récupération entre les entraînements afin d'augmenter la fatigue. Après un temps de récupération, il y aura un niveau de forme supérieure à celui de départ. Le phénomène de surcompensation est plus fort. (Savard, 2002) (Figure 8). Ce phénomène va être recherché chez nos triathlètes afin d'améliorer la puissance/vitesse maximale aérobie notamment.

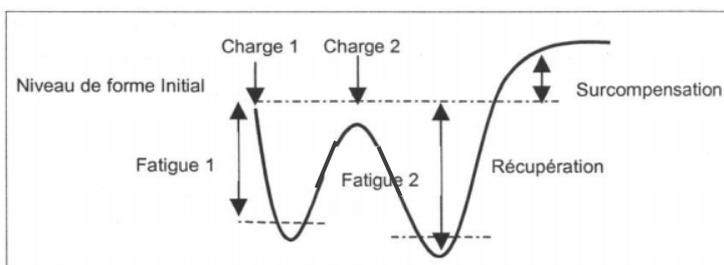


Figure 8 : Phénomène d'entraînement (Savard, 2002)

Cependant s'il y a une trop forte récupération après la dernière CE, le niveau obtenu après la surcompensation va finir par diminuer jusqu'à retrouver son niveau initial (Savard, 2002).

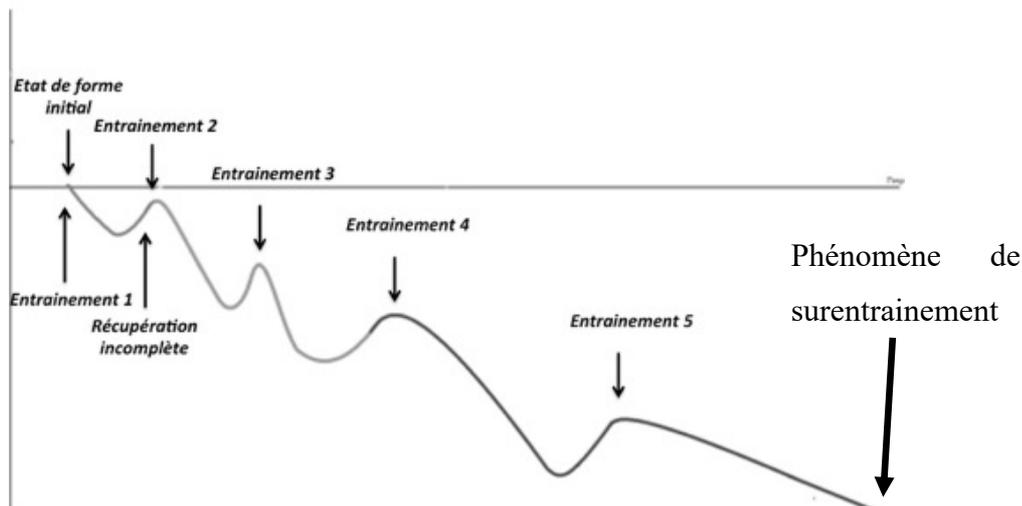


Figure 9 : Phénomène de entraînement (Savard, 2002)

Le surentraînement est un phénomène connu des triathlètes (FFTRI, Fédération Française de Triathlon, 2018). Il est présent chez le sportif lors d'un enchaînement de charges d'entraînement sans phase de récupération nécessaire à l'organisme (Figure 9). On tombe alors dans une fatigue chronique, ce qui entraîne un manque d'entraîn, une baisse de forme, une mauvaise humeur, des troubles du sommeil, une perte d'appétit, une diminution de la libido, une blessure ou des tensions musculaires... (Kuntzer, 2014 ; FFTRI, 2018)

2.4.3. Processus de récupération

La récupération est obligatoire pour permettre à l'organisme du sportif de bien récupérer, de rétablir ses équilibres internes, et surtout, de pouvoir maintenir un état de condition physique correct toute la saison sportive et ce sans éprouver de grande fatigue ou tomber dans le surentraînement (Cazorla, 2005). C'est pour cela qu'il est important d'insérer de la récupération à l'intérieur de chaque cycle de l'entraînement. Avant une compétition, nous appelons cette phase l'affutage. Mujika et Padilla (2000) ont défini l'affutage comme une réduction progressive et non linéaire de la CE pendant une période variable de temps, dont le but est de réduire le stress physiologique et psychologique de l'entraînement quotidien, afin d'optimiser la performance sportive. Mujika (1996) met en évidence que l'affutage ne permet en aucun cas l'acquisition des capacités non acquises préalablement, il permettra juste d'éliminer la fatigue cumulée. Durant cette phase, une diminution de la CE peut être planifiée en réduisant l'intensité, le volume et/ou la fréquence de l'entraînement (Mujika I. , Bases scientifiques de la préparation terminale à la compétition, 2003). Cites-en plusieurs recherches ont porté sur l'affutage, Mujika fut l'un des précurseurs sur ce sujet. Ils ont souvent établi que l'affutage ne permettait qu'une amélioration limitée (environ 3%). Ils pensent que la partie la plus important dans l'entraînement reste la récupération active, c'est elle qui permet à l'organisme de récupérer dans la séance, dans le microcycle et dans le mésocycle

(Cazorla, 2005). Une (Cazorla, 2005) étude de Clingman et Hilliard (1987) ont démontré que les triathlètes étaient moins soucieux et attentifs sur leur récupération que les nageurs, coureurs et cyclistes d'endurance. Cazorla met en valeur un acronyme mnémotechnique F.A.I.T.P.A.S. Chacune des lettres correspond à une modalité dont la programmation doit tenir compte (Cazorla, 2005).

« **F** » représente la fréquence

« **A** » représente l'assiduité

« **I** » représente l'intensité

« **T** » représente le temps

« **P** » représente la progressivité

« **A** » représente l'alternance de l'exercice et la récupération

« **S** » représente la spécificité

La partie qui nous intéresse le plus est l'alternance entre de l'exercice et de la récupération qui se fonde sur le principe de surcharge et de régénération. Cazorla explique le mécanisme de l'augmentation de la performance du sportif par le résultat d'une adaptation due à la succession d'une période de surcharge pour créer une contrainte à l'organisme et d'une période de récupération (Cazorla, 2005). Une bonne récupération doit non seulement permettre la reconstitution des réserves énergétiques utilisées, la correction des perturbations neuromotrices et l'homéostasie liées à l'exercice, mais aussi l'élimination des déchets produits. La récupération dépend donc de l'intensité et de la durée de l'exercice. Sur le plan de sa durée, elle peut être complète pour permettre, en principe, la reconstitution totale des réserves énergétiques utilisées ou comme au cours de la plupart des entraînements, incomplète, période durant laquelle seule une partie des réserves est reconstituée tout en permettant la reprise à une intensité relative des exercices suivants, prévus dans une séance d'entraînement. Elle peut être passive, pour reconstituer les stocks d'ATP et de phosphocréatine ou active (50-60 % de la VAM), pour accélérer l'oxydation du lactate (voir le tableau 1).

Reconstitution de la totalité des réserves en :	Récupération complète		Récupération incomplète	
	Durée	Nature	Durée	Nature
	10 à 15 s 6 à 8 min 24 à 48h	Passive Passive Passive ou active à intensité faible : moins de 50% VAM + apport en glucides		
Oxygène	10 à 15s	Passive	10 à 15s	Passive
ATP – PCr	6 à 8min	Passive	2 à 3 min	Passive
Glycogène	24 à 48h	Passive ou active à intensité faible : moins de 50% VAM + apport en glucides	18 à 24h	Passive + Apport de glucide
Transformation du lactate	1h à 1h30	Passive	6 à 10 min	Active (intensité faible)
	12 à 20min	Active (50-60% de VAM)		

Tableau 4 : Durées nécessaires pour reconstituer complètement les principales réserves métaboliques de l'organisme et métaboliser le lactate produit (Cazorla, 2005).

Pour ces mêmes raisons, il est fortement recommandé de prévoir toutes les 4 séances et tout les 3 microcycles d'entraînement (un microcycle correspond généralement à une semaine), respectivement une séance et un microcycle dit de "décrochage" ou, plus simplement, de récupération active donc, à moindre intensité (Cazorla 2005).

2.4.4. Modèle de planification

Après avoir compris la périodisation d'entraînement, son processus d'entraînement et sa récupération. Il est important de faire un point sur les différents modèles de planification. Il existe 2 types de modèle de planification. Le modèle polarisé et le modèle au seuil. Tout d'abord, un modèle polarisé consiste à effectuer une grande partie de son entraînement (entre 75% et 80%) à intensité faible avec un faible temps à intensité modérée (entre 5 et 10%) et le reste sera effectué à intensité élevée (entre 15 et 20%) (Neal, et al., 2013). Cependant, le modèle au seuil a une répartition complètement différente de l'intensité, surtout à intensité modérée (entre 40 et 50%), le temps passé à intensité élevée est faible voire nul et pour l'intensité faible, il se fait à l'équilibre du temps d'entraînement passé à intensité modérée. Plusieurs études suggèrent que le temps passé à faible intensité était déterminant dans l'adaptations à l'endurance et dans les performances (Esteve, et al., 2007 ; Esteve, et al., 2005). Une étude a démontré qu'une distribution polarisée de l'entraînement, améliore la consommation maximale d'oxygène, l'économie de course et les performances pour un coureur de 1500 sur piste (Ingham et al., 2012). Seiler, et al. (2007) ont constaté que le temps de récupération après un entraînement à faible intensité était plus court et qu'il n'y avait pas de différence de temps de récupération entre un entraînement d'intensité modérée et élevée. Ils en ont conclu que la récupération était meilleure lors d'une distribution polarisée de l'intensité à celui d'une distribution au seuil. Neal et al, (2013) ont démontré qu'il fallait favoriser des séances d'intervalles à haute intensité, tout en réduisant les séances à intensité modérée, tout en maintenant le volume de séances à faible intensité. Stöggl et Sperlich (2014) ont décrit quatre concepts de planification d'entraînement : l'entraînement à haut volume, l'entraînement au seuil, l'entraînement par intervalle à haute intensité et un équilibre de ces 3 concepts que l'on appelle entraînement polarisé. Le but de Stöggl et Sperlich était de déterminer lequel de ses concepts permettrait une amélioration des performances d'endurance. Leurs résultats ont démontré que le concept qui aurait les meilleurs résultats étaient l'entraînement polarisé pour la progression de la VO₂max. Aucune recherche dans la littérature ne met en évidence si la récupération est important dans une programmation par bloc dont le but est d'améliorer ses performances. Et aucune recherche ne met en lumière la CE que devrait avoir ces semaines de décrochage/récupération.

3. Problématique, objectif et hypothèse :

3.1. Problématique

Plusieurs études ont démontré l'intérêt de l'utilisation de la planification par bloc dans la progression de la filière de la puissance/vitesse maximale aérobie (Neal, et al., 2013). Beaucoup de coaches utilisent empiriquement une semaine de récupération dans leur planification afin de permettre à leur athlète d'assimiler le travail effectué. A ce jour, Cazorla en 2005 est le seul à utiliser le terme de microcycle de décrochage ou de récupération active afin de permettre au sportif de maintenir un état de condition physique correct toute la saison sportive et ce sans éprouver de grande fatigue ou tomber dans le surentrainement (Cazorla, 2005). D'autres études ont démontré l'utilité de l'affutage qui arrive juste avant la compétition (Mujika, 1996 ; Mujika et Padilla, 2000 ; Mujika, 2003). Actuellement, des études comme celle de Stöggl et Sperlich (2004) utilise un protocole avec des semaines de récupération afin d'améliorer la VO2max. Mais il se base sur un programme de 2 semaine suivi d'une semaine de récupération.

3.2. Objectifs

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets de ce microcycle de décrochage pour le développement de la puissance/vitesse maximale aérobie chez le triathlète.

Le second objectif sera de comparer les deux groupes de mieux comprendre l'évolution de l'intensité sur ce microcycle de décrochage.

Le troisième objectif sera de voir l'évolution de RESTQ-Sport en fonction de l'évolution des charges d'entraînement.

3.3. Hypothèses

Nous pensons que chaque individu progressera sur sa puissance/vitesse maximale aérobie sans de différences significatives entre les différents groupes.

Nous verrons une évolution complètement différente des charges entre les différents groupes qui n'impactera pas la progression sur leur puissance/vitesse maximale aérobie.

Nous verrons une différence significative dans l'évolution des deux groupes sur les items *Effort général / Fatigue / Manque d'énergie / Plaintes Physiques / Récupération physique / Être en forme / Auto-efficacité* en fonction de leur charge durant la semaine de décrochage/récupération actif.

4. Méthode

4.1. Milieu Professionnel

Cette étude se déroulera durant 12 semaines, de janvier 2022 à mi-mars 2022 au sein du club de triathlon de Lomme, une association de loi 1901, créée au début des années 2000 par la famille Dejaeghere pour répondre à une attente du monde sportif de Lomme afin notamment d'ancrer un club au sein d'une piscine existante depuis 1985 ainsi qu'au sein de ma structure Ch'tri Coaching créée en 2019 en microentreprise qui compte aujourd'hui une vingtaine d'athlètes.

4.2. Sujets

Afin de réaliser mon étude, j'ai pu m'appuyer sur le groupe compétition du club et d'athlètes de ma structure Ch'Tri Coaching avec une base de 20 sujets. Ce sont des triathlètes amateurs qui s'entraînent entre 10h et 12h par semaine. Nous avons séparé l'effectif en deux groupes égaux de 10 sujets. La répartition des deux groupes a été effectuée à la suite du pré-test afin d'avoir deux groupes avec un niveau de performance moyen identique.

	Groupe expérimentale / Groupe A (GA)	Groupe contrôle / Groupe B (GB)
Âge	40,9 ans \pm 7,6 ans	37,5 ans \pm 6,5 ans
Taille	172,7 cm \pm 5,8 cm	176,7 cm \pm 3,3 cm
Poids	69,1 kg \pm 7,4 kg	76,2 kg \pm 6,8 kg
Expérience en Triathlon	6,3 ans \pm 3,4 ans	9,36ans \pm 7,6 ans
Volume horaire par semaine	9,4h/sem \pm 2,9h/sem	9,4h/sem \pm 1,6h/sem
Niveau initial à PMA	259,8 watts \pm 33,6 watts	240,9 watts \pm 40,21watts
Niveau initial à VMA	16,26 km/h \pm 2,31 km/h	15,31 km/h \pm 1,75 km/h
Niveau initial au 400m	06min 33sec \pm 1min 7sec	06min 43sec \pm 1min 10sec

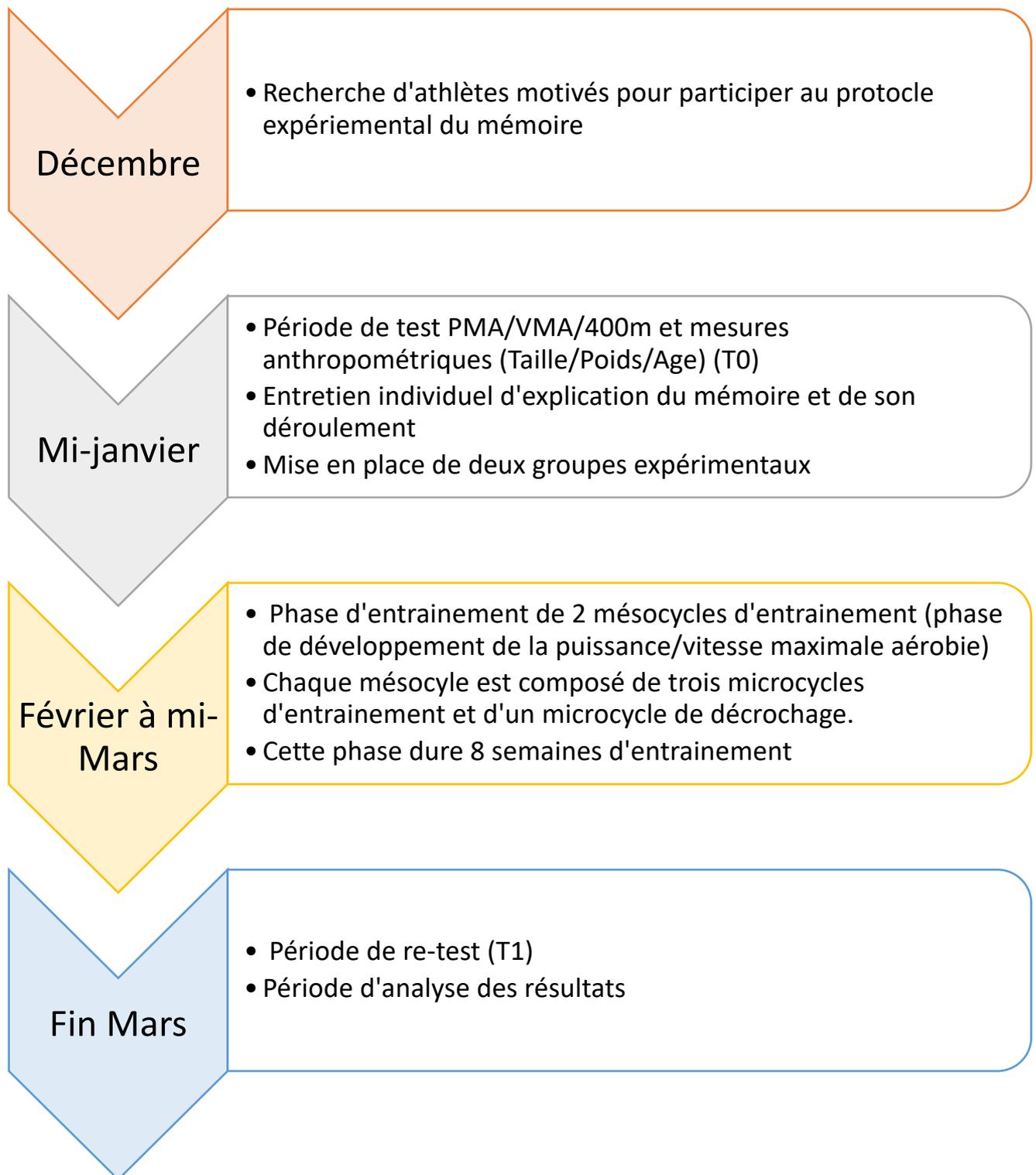
Tableau 5 : Caractéristiques des athlètes de l'étude

4.3. Matériel

Les matériels utilisés sont les suivants :

- Word Excel 2020
- Un pèse-personne
- Une piste d'athlétisme de 400m
- Une piscine de 25m
- Un Home Trainer connecté avec les données de puissance
- MacBook pro pour l'analyser des données
- Logiciel Idosport

4.4. Protocole



4.4.1. Période de test :

Un test « Demi-cooper » de Cooper pour évaluer la VMA est un test continu sur une durée de 6 minutes dont l'objectif est de réaliser la plus grande distance possible. Pour évaluer le résultat, nous diviserons par 100 la distance réalisée. Ce test a été réalisé sur la piste de Lambersart pour les sportifs de la région et pour les sportifs habitant plus loin, le test s'est déroulé en autonomie. Nous prendrons en compte son résultat si la perception de l'effort est supérieure ou égale à 18/20 sur l'échelle de Borg de 6 à 20 de 1973. Le deuxième test effectué est un test de puissance maximale aérobie réalisé sur un Home Trainer Connecté avec le logiciel Zwift qui gère automatiquement la puissance du home trainer et un cardio-fréquence-mètre est installé sur chaque athlète afin de vérifier son effort maximal. Le test commence à 100 Watts avec une incrémentation de 30 Watts par minute (Czajkowski, 2016). Nous mettons un terme au test lorsqu'un palier n'a pas pu être terminé malgré un encouragement de notre part et une demande de perception de l'effort supérieure ou égale à 18/20 sur l'échelle de Borg (1973). Le troisième test est un 400m en crawl réalisé en piscine de 25m. Lavoie et Montpetit (1986) ont rapporté que le test de 400m semble être plus précis sur le terrain car il peut permettre aux athlètes d'atteindre leur puissance maximale aérobie dans des périodes plus courtes (Lavoie, Montpetit, 1986). Un échauffement est effectué avant le test (400m crawl + 200 4N + 4*50m crawl accélération). Nous prendrons en compte son résultat si la perception de l'effort est supérieure ou égale à 18/20 sur l'échelle de Borg de 6 à 20 de 1973.

4.4.2. Plan d'entraînement Développement de la puissance et de la vitesse maximale aérobie :

Chaque groupe passa les 3 tests (PMA/VMA/400m) avant (T0) et après les huit semaines d'entraînements (T1). Chaque groupe démarrera un cycle de progression de la vitesse/puissance maximale aérobie avec une séance par semaine entre 95% et 105% VMA/PMA/400m), les séances restantes se sont faites en endurance fondamentale à 65% de VMA/PMA/400m). Les semaines 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème}, 7^{ème} sont identiques entre les groupes A et B.

4.4.2.1. Groupe expérimental :

Le premier groupe est le groupe expérimental (GA). Il aura un plan avec dans chaque microcycle (semaine), une séance de progression de VMA/PMA/400m sauf pendant le microcycle 4 et 8. Il y a une augmentation de la CE du 1^{er} microcycle au 3^{ème} microcycle et une diminution sur le 4^{ème} microcycle afin de permettre à l'athlète de récupérer. Puis durant le 5^{ème} au 7^{ème} microcycle la CE re-augmente et il y a

une diminution au 8^{ème} microcycle (*Figure 10*). L'augmentation de la charge se fera par l'augmentation du volume et la diminution en enlevant les séances de progression de la VMA/PMA/400m mais en maintenant le volume.

4.4.2.2. Groupe contrôle :

Le second groupe est le groupe control (GB). Ils ont eu un plan avec dans chaque microcycle (semaine), une séance de progression de VMA/PMA/400m. Il y a eu une augmentation de la CE du premier microcycle au huitième microcycle (*Figure 10*). L'augmentation de la charge s'est faite par l'augmentation du volume.

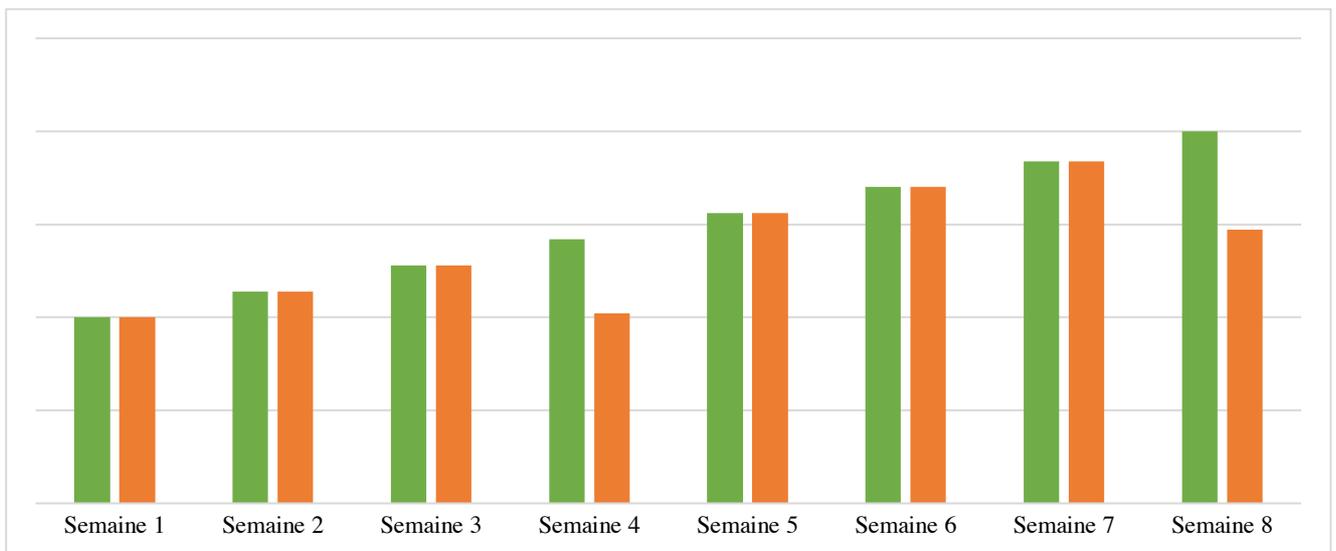


Figure 10 : Graphique de la charge d'entraînement durant le mésocycle d'entraînement (8 semaines). Groupe expérimentale en orange et groupe contrôle en vert.

4.4.3. RESTQ-Sport

Chaque groupe a dû remplir le questionnaire RESTQ-Sport (Kellmann & Kallus, 2001) après chaque semaine. Ils devraient remplir le matin au début de chaque semaine d'entraînement.

4.4.4. Période de retest :

Entre le 28 mars et le 03 avril, les athlètes ont dû repasser les tests de PMA/VMA et 400m.

4.5. Analyse Statistique :

Toutes les données présentées dans cette étude ont été produites avec le logiciel Microsoft Excel 2020. Les valeurs des différents paramètres sont exprimées par des moyennes \pm les écarts-types standards à la moyenne.

Pour déterminer les différences, nous effectuerons un test de comparaison pour deux échantillons appariés. Nous effectuerons un test de Shapiro-Wilk afin de déterminer la normalité des données puis nous effectuerons un test d'homogénéité des données de Levene. Si les deux conditions sont remplies, nous effectuerons un test paramétrique, si l'une des deux conditions voire les deux conditions ne sont pas remplies alors nous effectuerons un test non paramétrique. Le test paramétrique sera un test de Student et pour le test non paramétrique nous effectuerons un test de Wilcoxon apparié. Nous effectuerons cette méthode sur :

- Comparaison entre les résultats de PMA/VMA & 400m entre T0 et T1 ;

Pour des échantillons indépendants nous effectuerons aussi des tests de normalité et d'homogénéité des données. Cependant pour des tests paramétriques, nous ferons le test de Student pour échantillon apparié et pour des tests non paramétriques, nous effectuerons un test Mann & Whitney. Nous effectuerons cette méthode statistique sur :

- Comparaison entre les résultats moyens de chaque groupe des items « Être en Forme », « Fatigue », « Manque d'énergie », « Plaintes Physiques », « récupération physique », « Auto-efficacité » du RESTQ-Sport entre ceux de la 4^{ème} semaine et de la 8^{ème} semaine.
- Comparaison de la CE de GA et GB ;
- Comparaison de chaque item « Être en Forme », « Fatigue », « Manque d'énergie », « Plaintes Physiques », « récupération physique », « Auto-efficacité » entre les GA et GB.
- Relation de l'item « Être en forme » et du % de différence de la CE de la semaine 3 et 4
- Relation de l'item « Être en forme » et du % de différence de la CE de la semaine 7 et 8

Pour mieux comprendre les relations existantes, nous effectuerons un test de comparaison. Dans un premier temps, nous testerons la normalité des données grâce au test de Shapiro-Wilks. Si les données sont normalement distribuées, nous effectuerons un test de corrélation de Bravais-Pearson sinon nous effectuerons un test de Spearman. Ce test de corrélation sera fait sur :

- Relation entre la moyenne du groupe du résultat de l'item « Être en Forme », « Fatigue », « Manque d'énergie », « Plaintes Physiques », « récupération physique », « Auto-efficacité » et la moyenne de la CE pour GA et GB

- Relation entre la moyenne de chaque groupe du résultat chaque l'item entre eux pour les items « Être en Forme », « Fatigue », « Manque d'énergie », « Plaintes Physiques », « récupération physique », « Auto-efficacité » pour les GA et GB.
- Relation de l'item « Être en forme » et du % de différence de la CE de la semaine 3 et 4
- Relation de l'item « Être en forme » et du % de différence de la CE d'entraînement de la semaine 7 et 8

Pour chaque donnée, une moyenne, un écart-type, un quartile 1 (Q1), un quartile 3 (Q3), un maximum et un minimum seront calculés, pour permettre lors de l'analyse des résultats de pouvoir comprendre où se situe chaque donnée dans le groupe.

5. Résultat

5.1. Résultat PMA/VMA & 400m

		Test 0 PMA (watt)	Test 1 PMA (watt)	Test 0 VMA (km/h)	Test 1 VMA (km/h)	Test 0 400 (temps)	Test 1 400 (temps)
Groupe A	Athlète 1	254	262	15,1	15,4	06:17	06:21
	Athlète 2	268	271	14	14,1	06:42	06:38
	Athlète 3	316	329	18	18,1	08:24	07:59
	Athlète 4	220	224	18,1	17,6	05:58	06:09
	Athlète 5	311	323	18,1	18,2	04:37	04:48
	Athlète 6	249	244	19,1	19,1	06:46	06:26
	Athlète 7	260	273	12,2	13,1	07:01	07:05
	Athlète 8	213	202	14,1	14,3	07:46	07:37
	Athlète 9	241	251	16	16,8	05:14	05:05
	Athlète 10	266	271	17,9	17,7	06:41	06:25
Groupe B	Athlète 1	207	230	13	13,5	06:59	06:43
	Athlète 2	304	298	15,9	16,3	06:50	06:46
	Athlète 3	208	214	13,7	14	08:59	08:20
	Athlète 4	206	214	12,8	13,8	05:25	05:28
	Athlète 5	300	309	17,4	17,6	06:54	06:42
	Athlète 6	260	268	14,8	14,7	05:11	05:14
	Athlète 7	275	278	15	15,6	08:07	08:22
	Athlète 8	204	206	16,9	17,3	06:42	06:50
	Athlète 9	228	235	16	15,7	06:14	06:22
	Athlète 10	217	224	17,6	17,6	05:50	05:20

Tableau 6 : Résultat des tests de PMA (puissance maximale aérobie), de VMA (vitesse maximale aérobie) et du 400m pour l'ensemble des 10 athlètes du groupe A et B

		Test 0 PMA (watt)	Test 1 PMA (watt)	Test 0 VMA (km/h)	Test 1 VMA (km/h)	Test 0 400 (temps)	Test 1 400 (temps)
Groupe A	Moyenne :	259,8	265,0*	16,3	16,4°	06:33	06:27
	Q1	243,0	245,8	14,4	14,6	06:03	06:12
	Q3	267,5	272,5	18,1	18,0	06:57	06:58
	Max	316,0	329,0	19,1	19,1	08:24	07:59
	Min	213,0	202,0	12,2	13,1	04:37	04:48
	Ecart-type	33,6	39,3	2,3	2,1	01:07	00:59
Groupe B	Moyenne :	240,9	247,6	15,3	15,6	06:43	06:37
	Q1	207,3	216,5	14,0	14,2	05:56	05:41
	Q3	271,3	275,5	16,7	17,1	06:53	06:49
	Max	304,0	309,0	17,6	17,6	08:59	08:22
	Min	204,0	206,0	12,8	13,5	05:11	05:14
	Ecart-type	40,2	37,5	1,7	1,6	01:10	01:06

Tableau 7 : Figure 11 : Résultat des moyennes, quartile 1, quartiles 3, maximum, minimum et écart-types des tests de PMA (puissance maximale aérobie), de VMA (vitesse maximale aérobie) et du 400m pour le groupe A et B. *Différence significative à $p < 0,1$ °Différence significative à $p < 0,25$

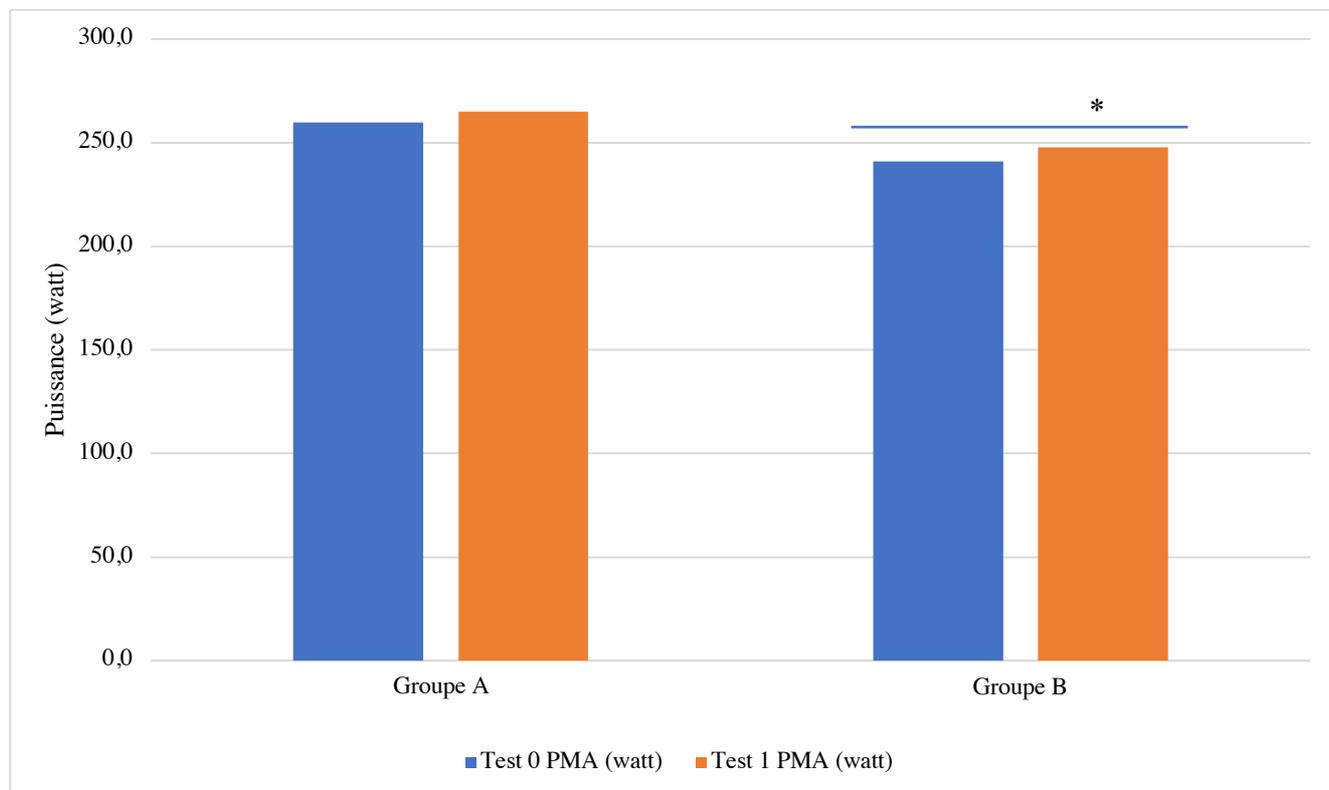


Tableau 8 : Graphique des résultats des tests T0 (test 0) et T1 (test 1) pour la PMA (puissance maximale aérobie) pour le groupe A et B. *Différence significative à $p < 0,1$.

Pour les résultats de PMA, aucune différence significative entre T0 et T1 pour la PMA pour GA. Mais il y a une différence significative $p < 0,1$ entre T0 et T1 pour GB.

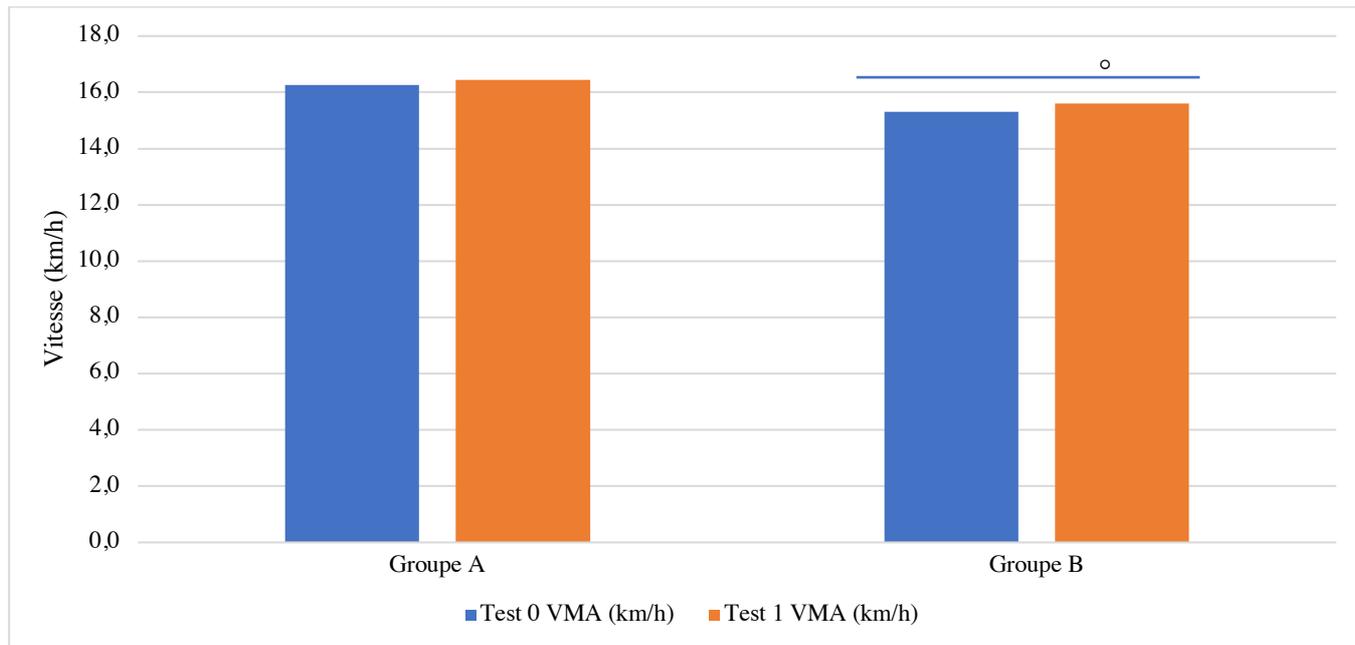


Tableau 9 : Graphique des résultats des tests T0 (test 0) et T1 (test 1) pour la VMA (vitesse maximale aérobie) pour le groupe A et B. *Différence significative à $p < 0,1$.

Pour les résultats en à VMA, Aucune différence significative entre T0 et T1 pour GA. Cependant il y a bien une différence significative $p < 0,1$ entre T0 et T1 pour GB.

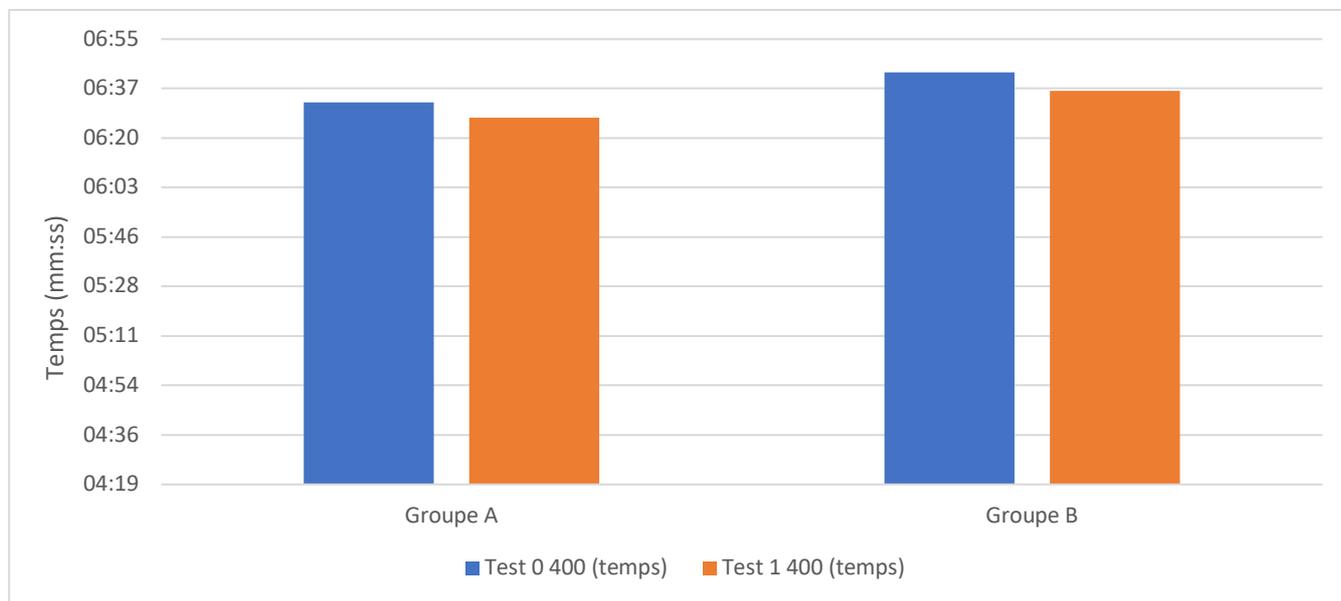


Tableau 10 : Graphique des résultats des tests T0 (test 0) et T1 (test 1) pour le 400m pour le groupe A et B

Pour le 400, il n'y a aucune différence significative entre T0 et T1 pour GA et aucune différence significative entre T0 et T1 pour GB.

		Progression PMA (watt)	Progression PMA en %	Progression VMA (km/h)	Progression VMA en %	Progression 400m (sec)	Progression 400m en %
Groupe A	Athlète 1	8,00	3,15%	0,30	1,99%	-4,00	-1,06%
	Athlète 2	3,00	1,12%	0,10	0,71%	4,00	1,00%
	Athlète 3	13,00	4,11%	0,10	0,56%	25,00	4,96%
	Athlète 4	4,00	1,82%	-0,50	-2,76%	-11,00	-3,07%
	Athlète 5	12,00	3,86%	0,10	0,55%	-11,00	-3,97%
	Athlète 6	-5,00	-2,01%	0,00	0,00%	20,00	4,93%
	Athlète 7	13,00	5,00%	0,90	7,38%	-4,00	-0,95%
	Athlète 8	-11,00	-5,16%	0,20	1,42%	9,00	1,93%
	Athlète 9	10,00	4,15%	0,80	5,00%	9,00	2,87%
	Athlète 10	5,00	1,88%	-0,20	-1,12%	16,00	3,99%
	Moyenne	5,20	1,79%	0,18	1,37%	5,00	1,35%
Groupe B	Athlète 1	23,00	11,11%	0,50	3,85%	-4,00	-3,82%
	Athlète 2	-6,00	-1,97%	0,40	2,52%	4,00	-0,98%
	Athlète 3	6,00	2,88%	0,30	2,19%	25,00	-7,24%
	Athlète 4	8,00	3,88%	1,00	7,81%	-11,00	0,92%
	Athlète 5	9,00	3,00%	0,20	1,15%	-11,00	-2,90%
	Athlète 6	8,00	3,08%	-0,10	-0,68%	20,00	0,96%
	Athlète 7	3,00	1,09%	0,60	4,00%	-4,00	3,08%
	Athlète 8	2,00	0,98%	0,40	2,37%	9,00	1,99%
	Athlète 9	7,00	3,07%	-0,30	-1,88%	9,00	2,14%
	Athlète 10	7,00	3,23%	0,00	0,00%	16,00	-8,57%
	Moyenne	6,70	3,03%	0,30	2,13%	5,00	1,59%

Tableau 11 : Résultat de la progression de chaque athlète en watt et en % pour la PMA (Puissance Maximale Aérobie), en km/h et en % pour la VMA (Vitesse Maximale Aérobie), en sec et en % pour le 400m en natation

Pour la PMA, la progression moyenne de GA est de 5,2 watts ce qui fait une progression de 1,79%. La progression moyenne de GB est de 6,7 watts ce qui fait une progression de 3,03%. En ce qui concerne la VMA, la progression moyenne de GA est de 0,18km/h donc 1,37% et pour GB la progression moyenne est de 0,3km/h donc 2,13%. Pour le 400m, la progression moyenne de GA est de 5 secondes comme GB. Leur pourcentage est pourtant différent avec 1,35% pour GA et 1,59% pour le GB. Les résultats complets de chaque athlète sont détaillés en annexe 1 et 2.

5.2. Charge d'entraînement de GA et GB

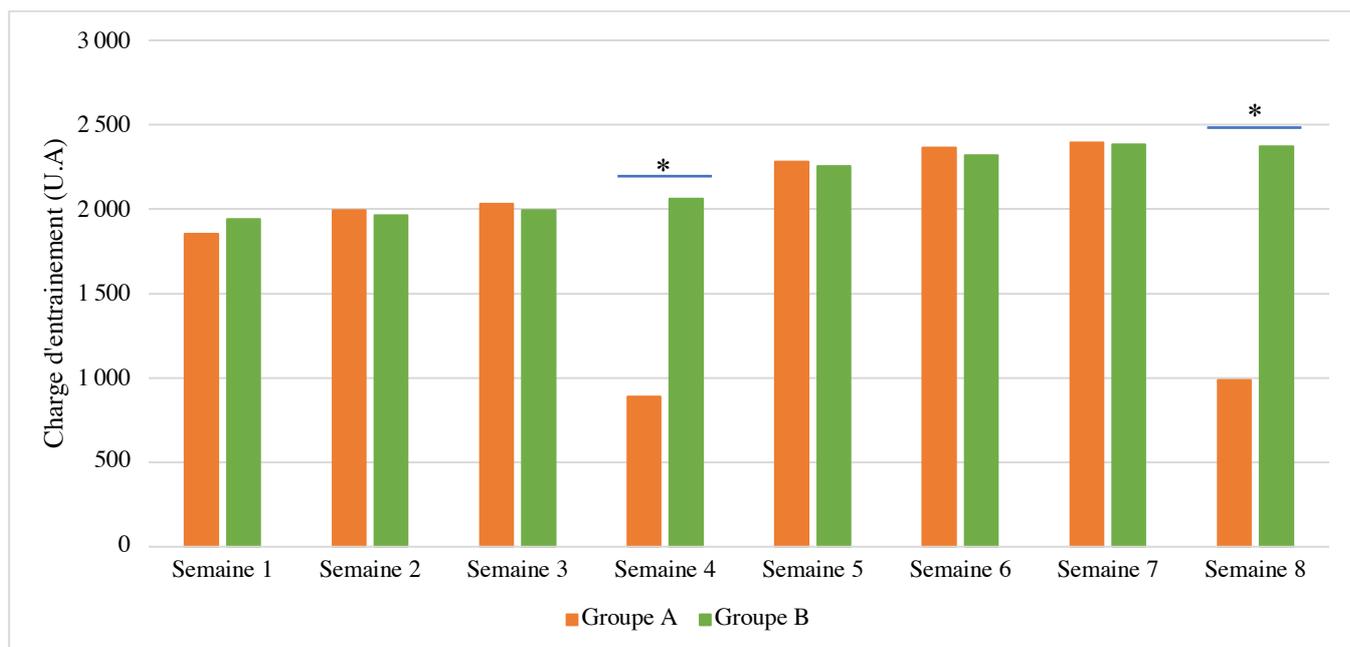


Figure 11 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement en fonction des semaines. *Différence significative à $<0,05$.

Il y a une différence significative à $p < 0,05$ pour les semaines 4 et 8 entre le GA et GB. Le tableau récapitulatif des charges individuelles en annexe 3.

5.3. Comparaison RETSQ-SPORT et Charge d'entraînement

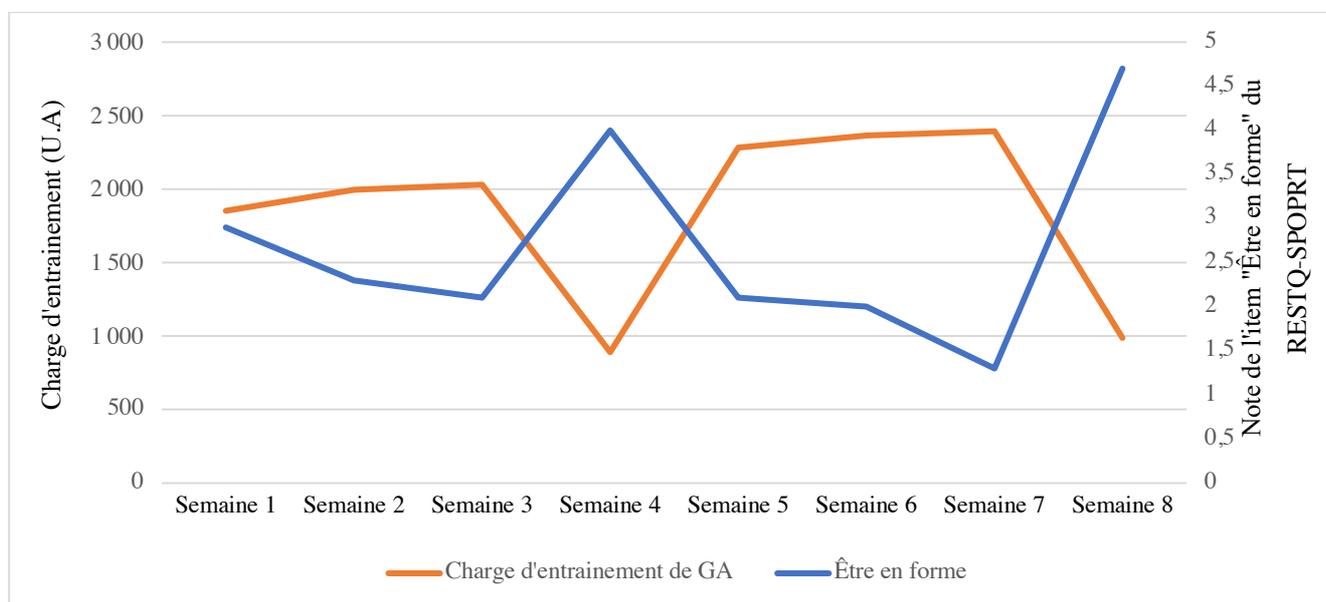


Figure 12 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe A (GA) en fonction de l'item « Être en forme » du RESTQ-SPORT. $\rho = -0,9701$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GA et l'item « Être en forme » du RESTQ-SPORT.

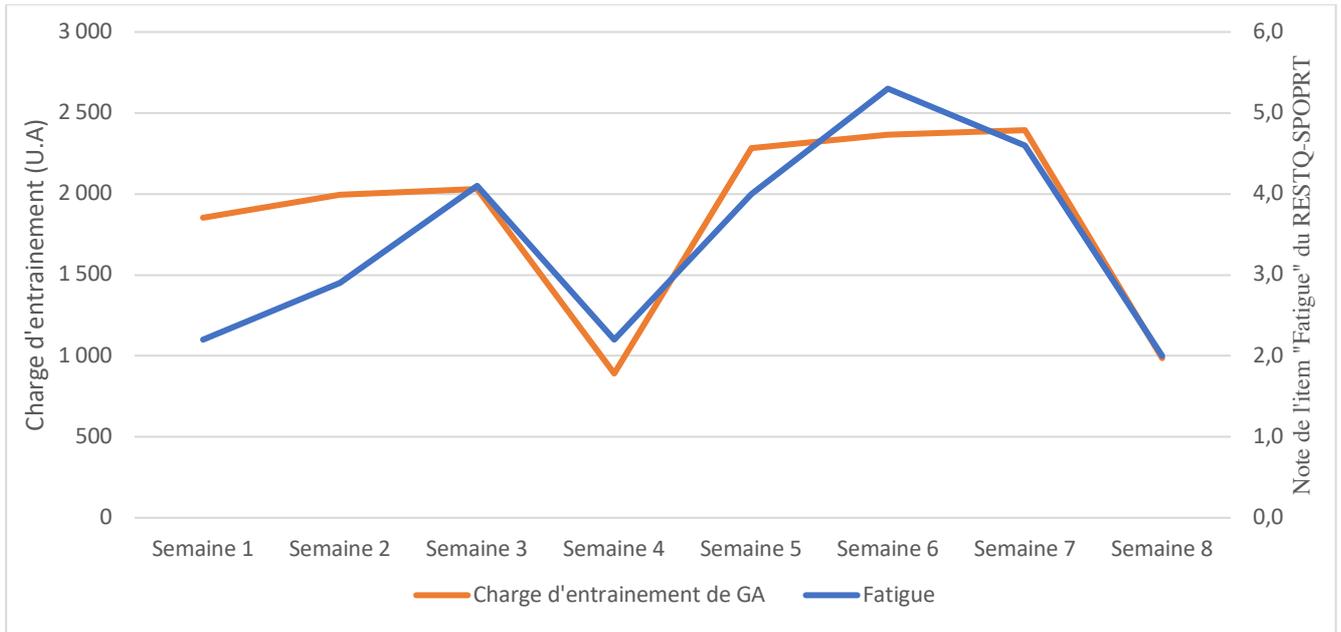


Figure 13 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe A (GA) en fonction de l'item « Fatigue » du RESTQ-SPORT. $\rho = 0,9102$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GA et l'item « Fatigue » du RESTQ-SPORT.

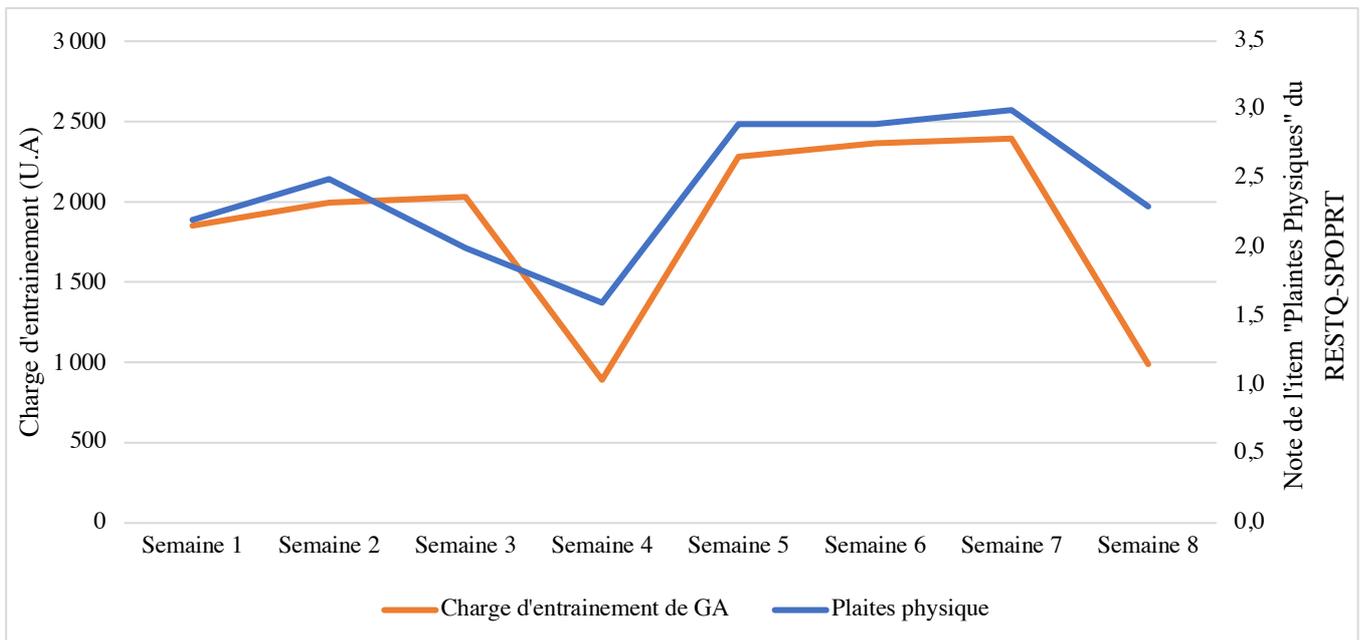


Figure 14 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe A (GA) en fonction de l'item « Plaintes Physiques » du RESTQ-SPORT. $\rho = 0,8264$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GA et l'item « Plaintes Physiques » du RESTQ-SPORT avec $\rho =$ Aucune autre corrélation significative entre la CE de GA et les items « Récupération Physique », « Auto-efficacité », « Manque d'énergie ».

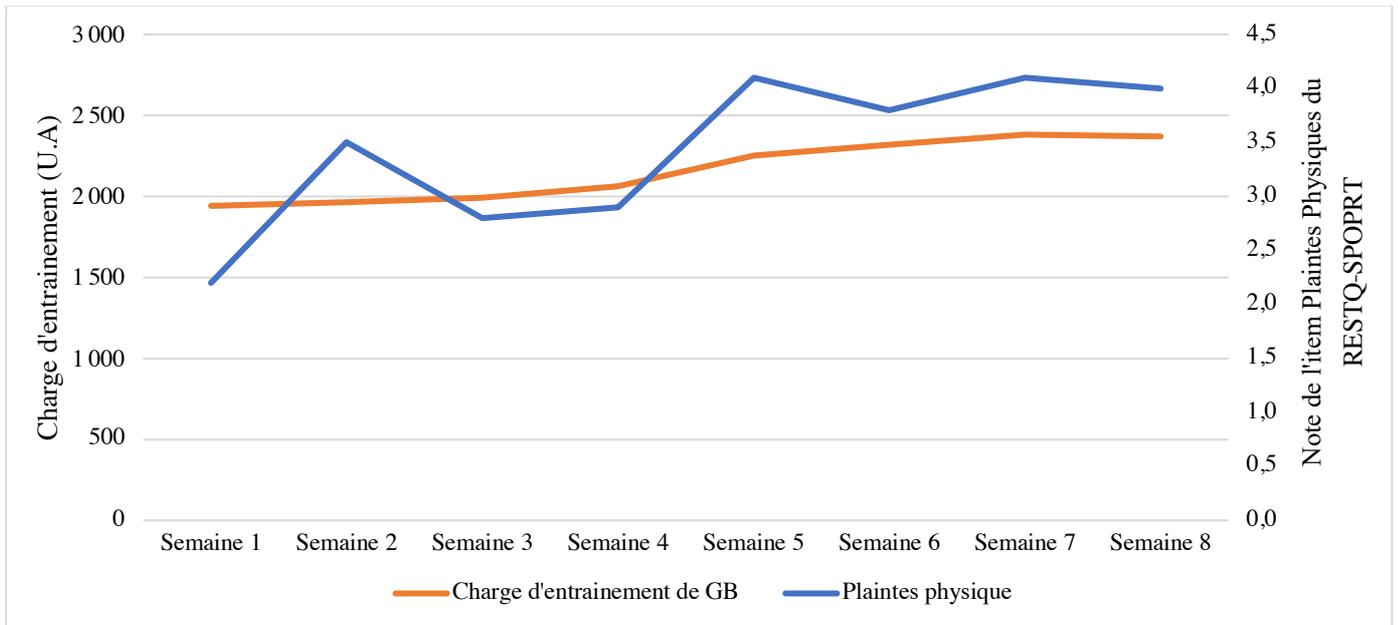


Figure 15 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Plaintes Physiques » du RESTQ-SPORT. $\rho = -0,8264$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GB et l'item « Plaintes » du RESTQ-SPORT.

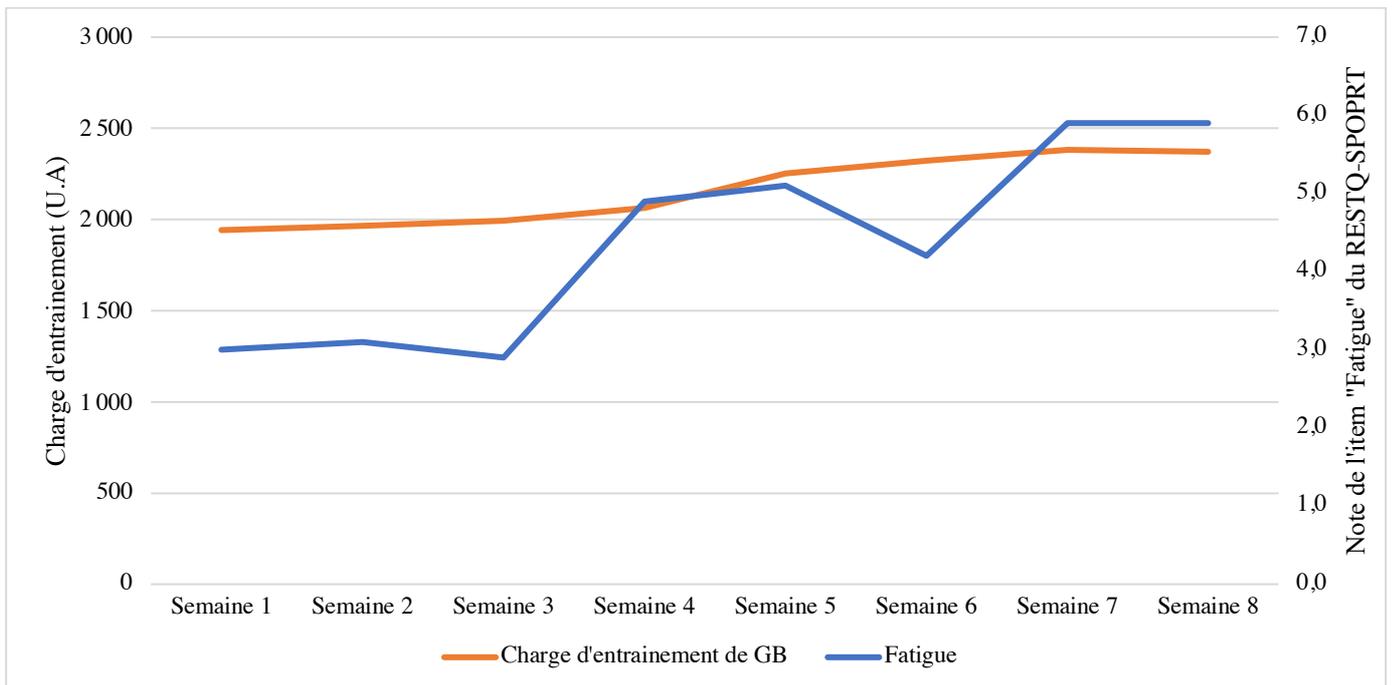


Figure 16 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Fatigue » du RESTQ-SPORT. $\rho = 0,8333$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GB et l'item « Fatigue » du RESTQ-SPORT.

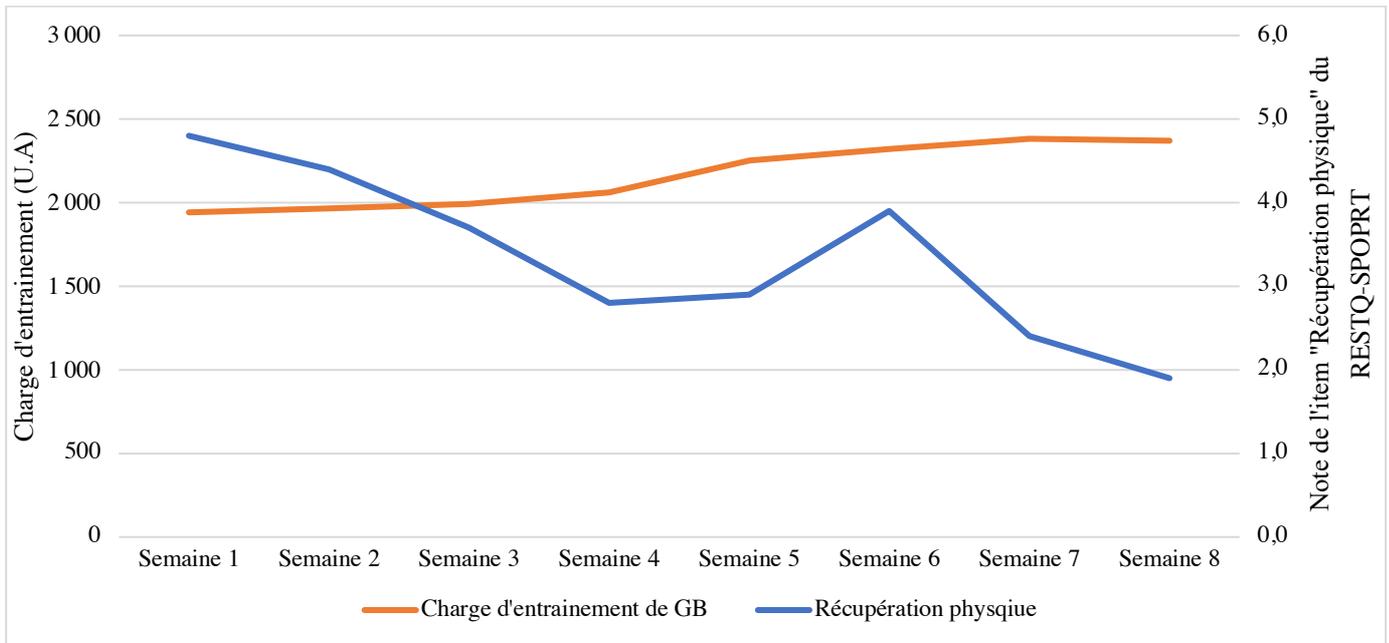


Figure 17 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Récupération physique » du RESTQ-SPORT. $\rho = -0,8095$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GB et l'item « Récupération physique » du RESTQ-SPORT.

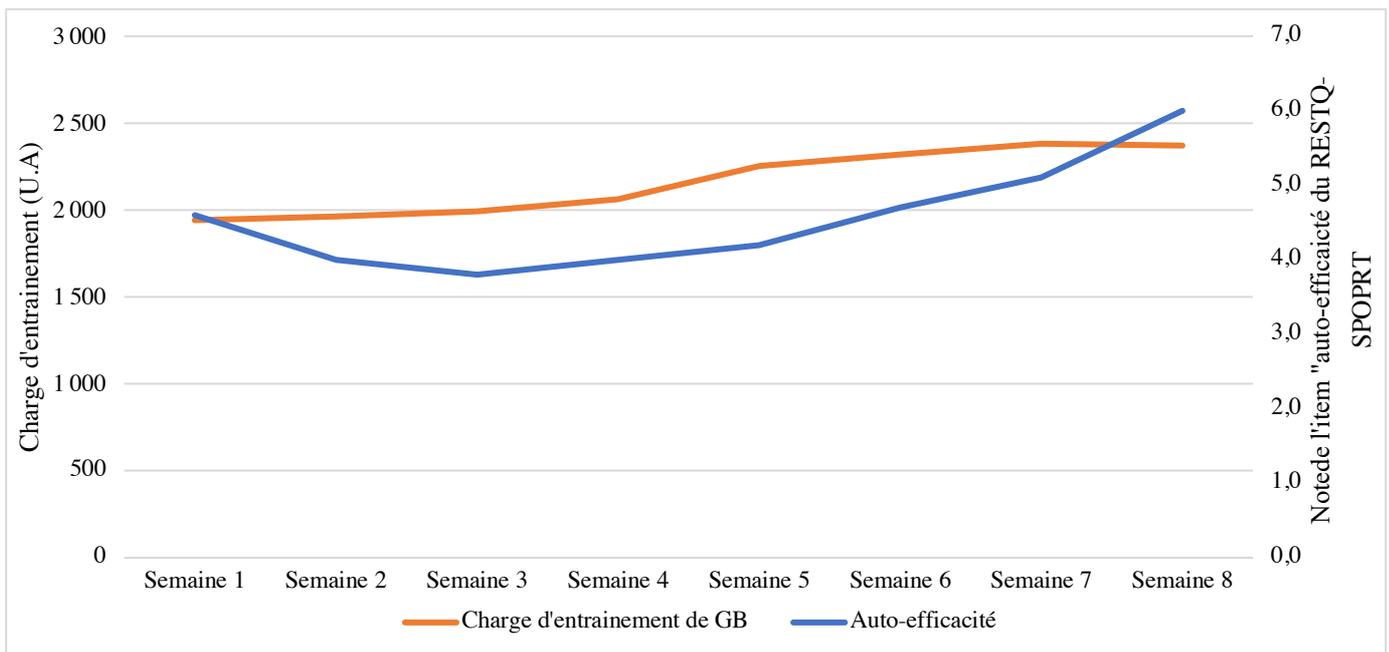


Figure 18 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Auto-efficacité » du RESTQ-SPORT. $\rho = 0,6946$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GB et l'item « Auto-efficacité » du RESTQ-SPORT.

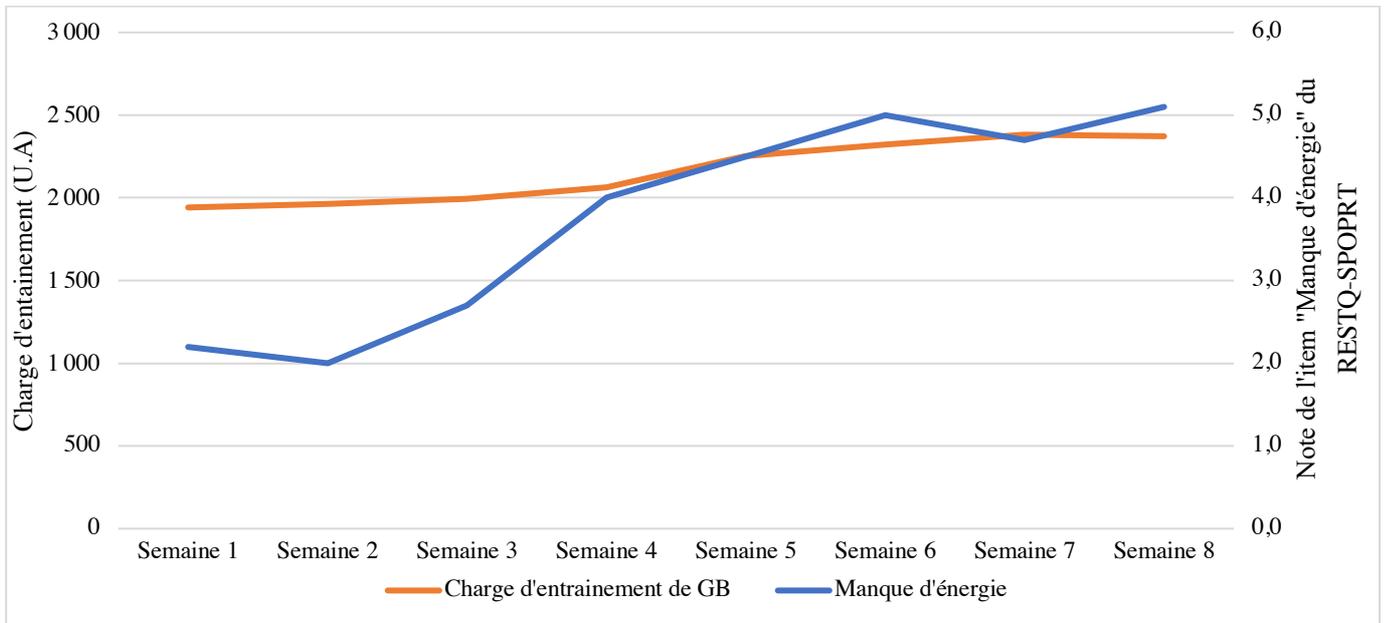


Figure 19 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Manque d'énergie » du RESTQ-SPORT. $\rho = 0,9048$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ entre la CE de GB et l'item « Manque d'énergie » du RESTQ-SPORT.

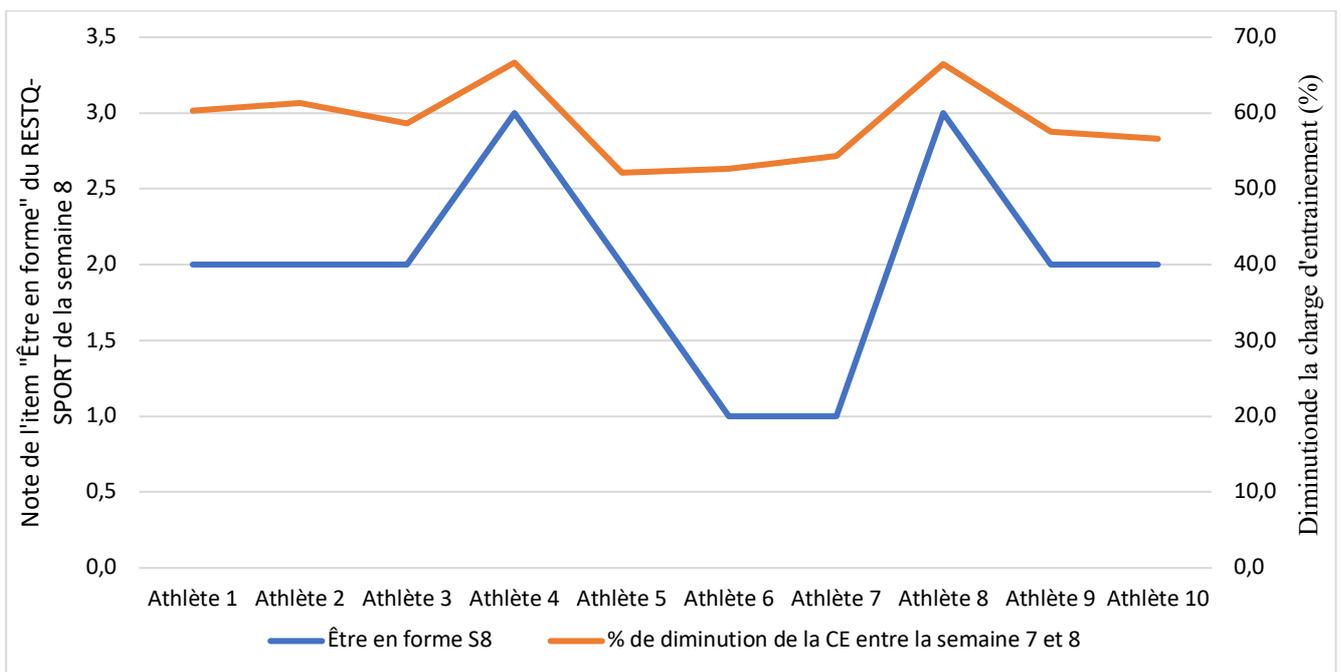


Figure 20 : Graphique de comparaison entre le pourcentage de diminution de la charge d'entraînement entre la semaine 7/8 et l'item « Être en forme de la semaine 8 » du RESTQ-SPORT du groupe A $\rho = 0,7707$.

Corrélation significative à $p < 0,1$ entre le pourcentage de diminution de la CE entre la semaine 7 et 8 de GA et l'item « Être en forme » de la semaine 8 du RESTQ-SPORT. Tableau complet de l'item « Être en forme » et du pourcentage de diminution de la CE entre semaine 7 et 8 (Annexe 10).

5.4. Comparaison des différents items du RESTQ-SPORT entre eux

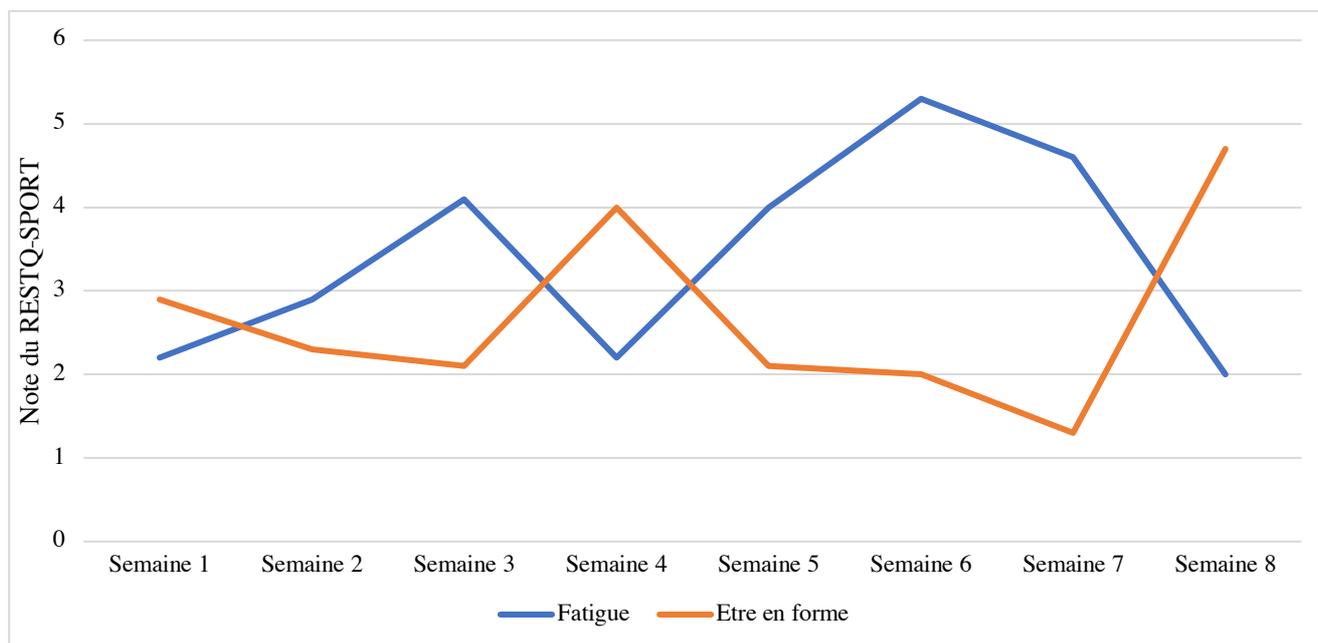


Figure 21 : Graphique de l'évolution de l'item "Fatigue" en fonction de l'item "Être en forme" du RESTQ-SPORT du groupe A (GA). $\rho = -0,9639$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ dans un sens inverse l'un à l'autre.

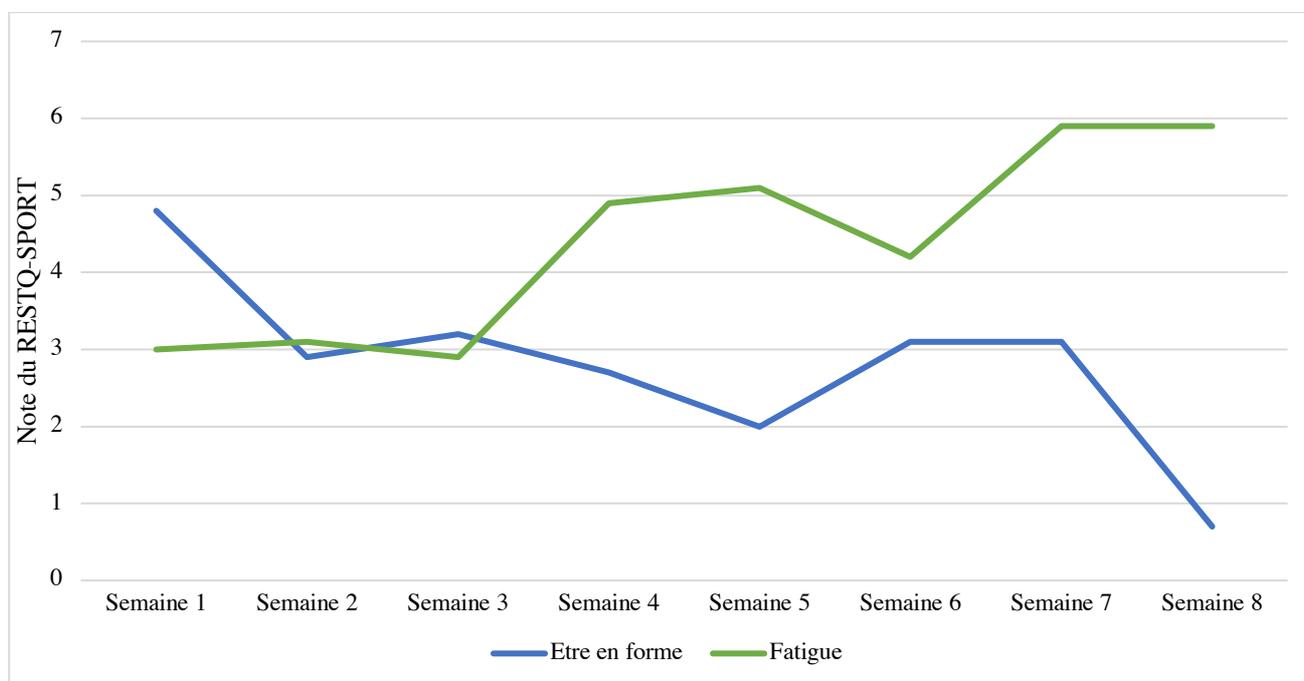


Figure 22 : Graphique de l'évolution de l'item "Fatigue" en fonction de l'item "Être en forme" du RESTQ-SPORT du groupe B (GB). $\rho = -0,7545$.

Corrélation significative à $p < 0,05$ dans un sens inverse l'un à l'autre.

5.5. Comparaison des items du RESTQ-SPORT entre les deux groupes

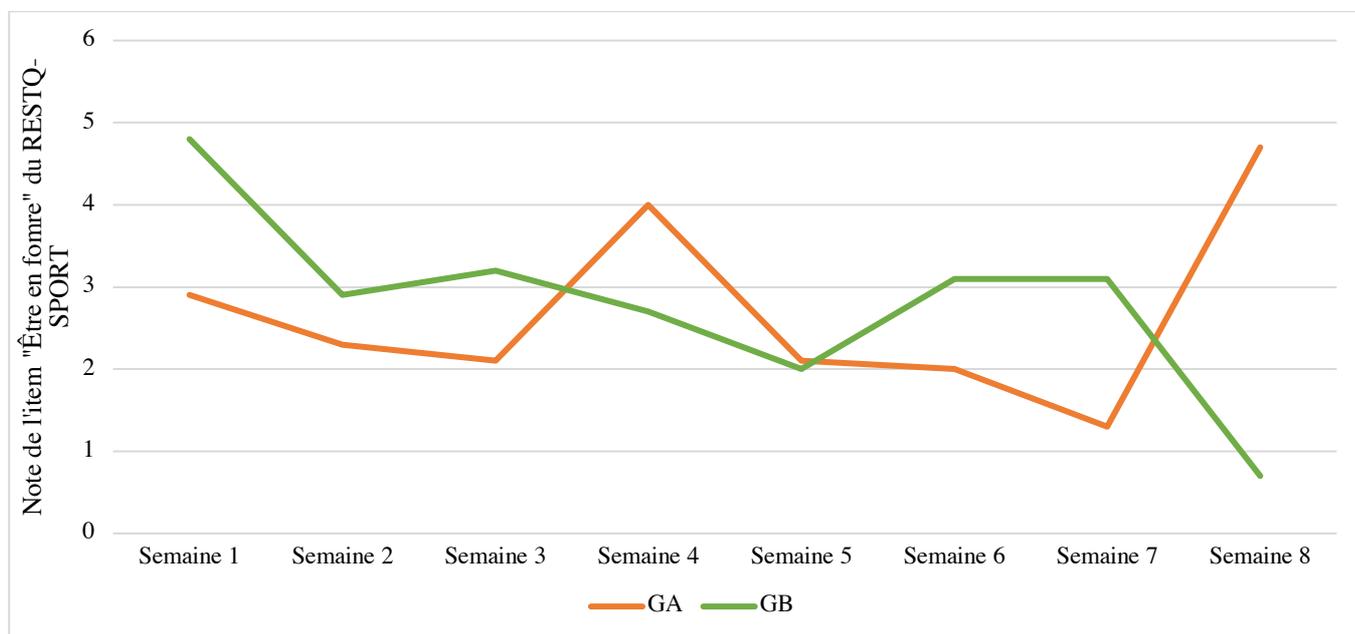


Figure 23 : Graphique de l'évolution de l'item "Être en forme" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)

Aucune différence significative entre GA et GB pour l'item « Être en forme » entre GA et GB

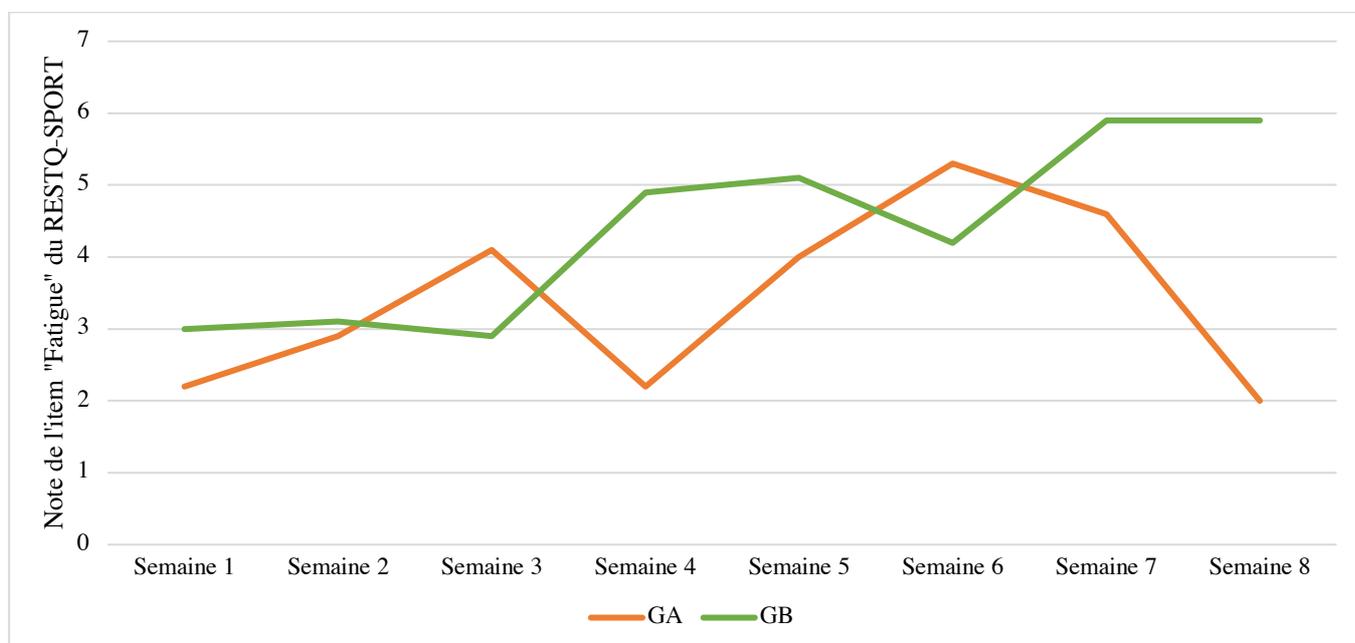


Figure 24 : Graphique de l'évolution de l'item "Fatigue" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)

Aucune différence significative entre GA et GB pour l'item « Fatigue » entre GA et GB

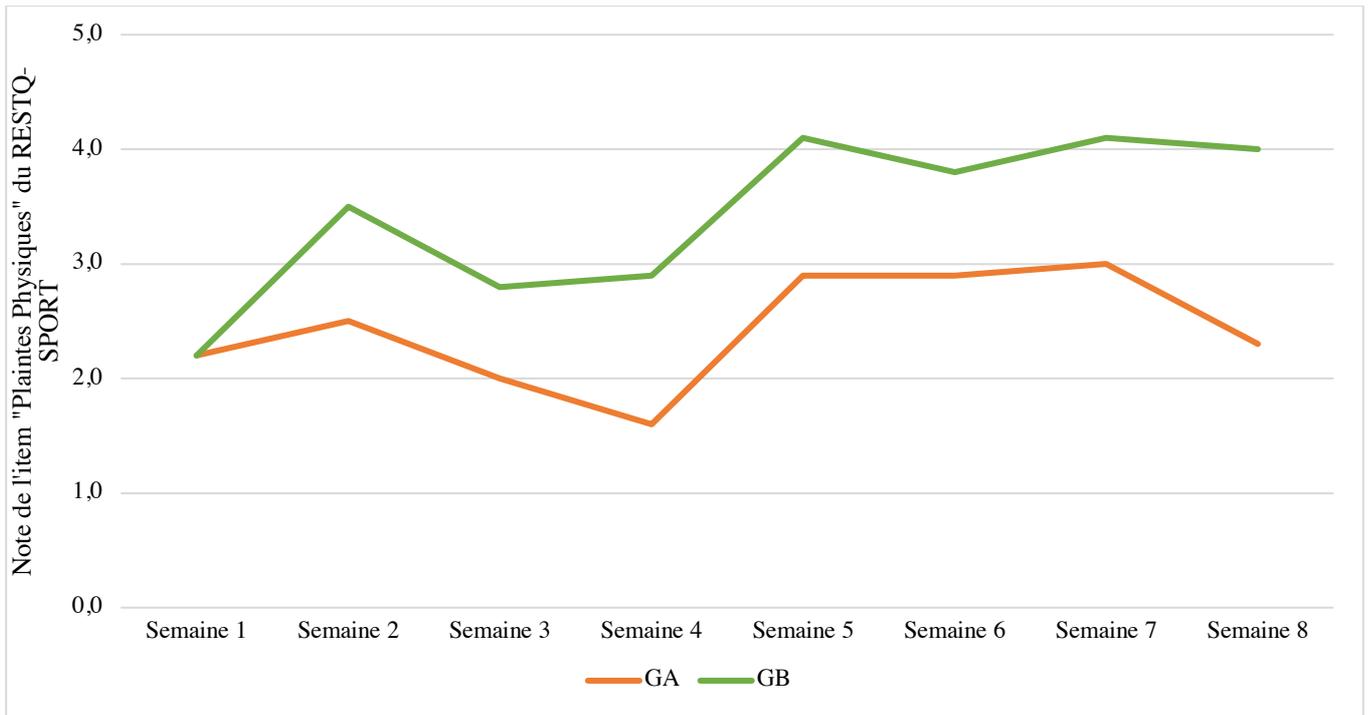


Figure 25 : Graphique de l'évolution de l'item "Plaintes Physiques" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)

Il y a une différence significative $p < 0,05$ entre GA et GB pour l'item « Plaintes Physiques » mais il y a aussi une corrélation significative $p < 0,05$ et $\rho = 0,8012$.

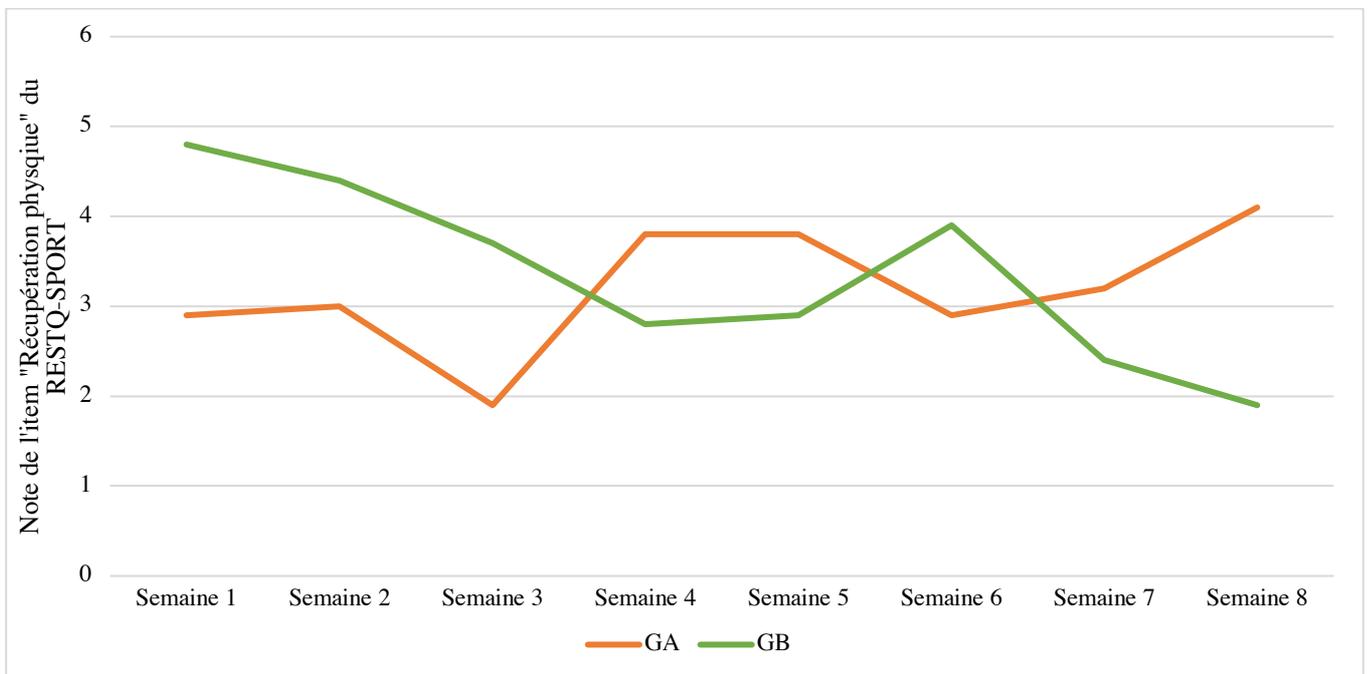


Figure 26 : Graphique de l'évolution de l'item "Récupération physique" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)

Il n'y a pas de différence significative $p < 0,05$ de l'item « Récupération physique » entre GA et GB ni de corrélation significative $p < 0,05$.

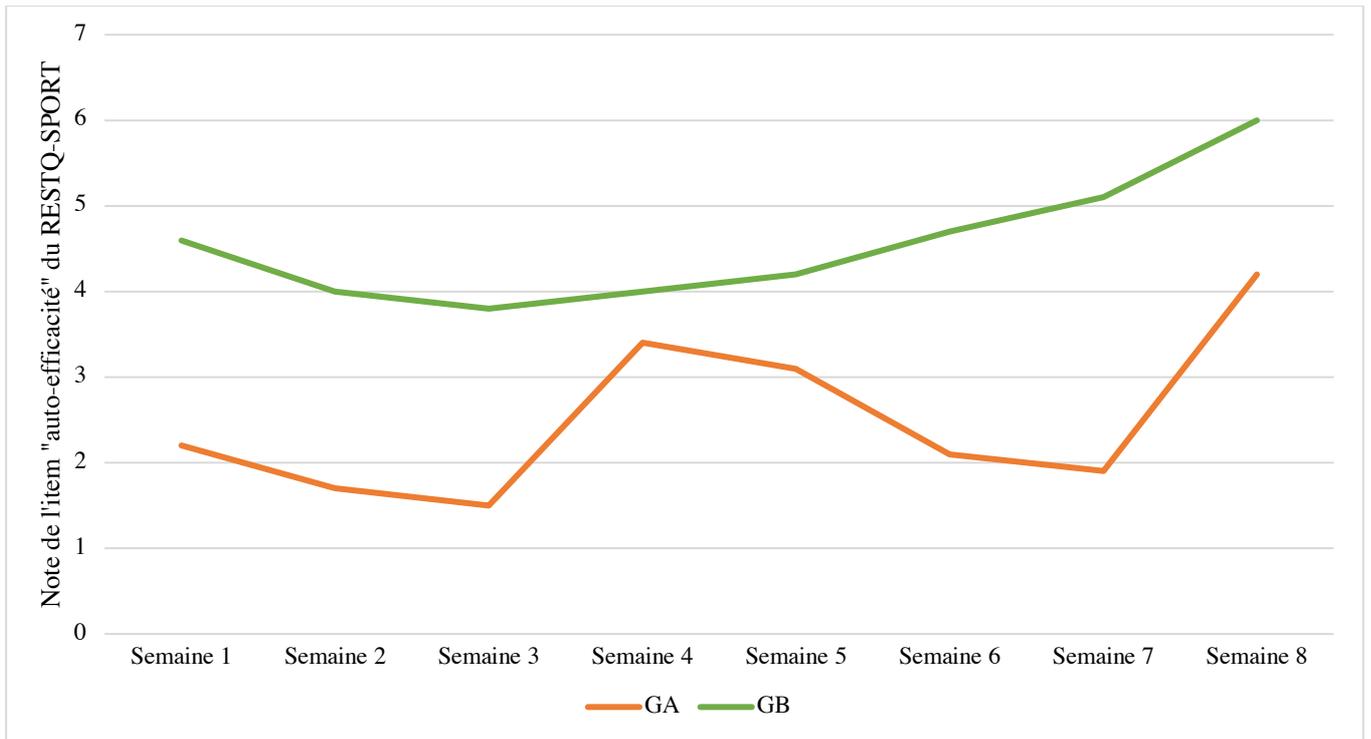


Figure 27 : Graphique de l'évolution de l'item "Auto-efficacité" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)

Il y a une différence significative $p < 0,05$ de l'item « Auto-efficacité » entre GA et GB.

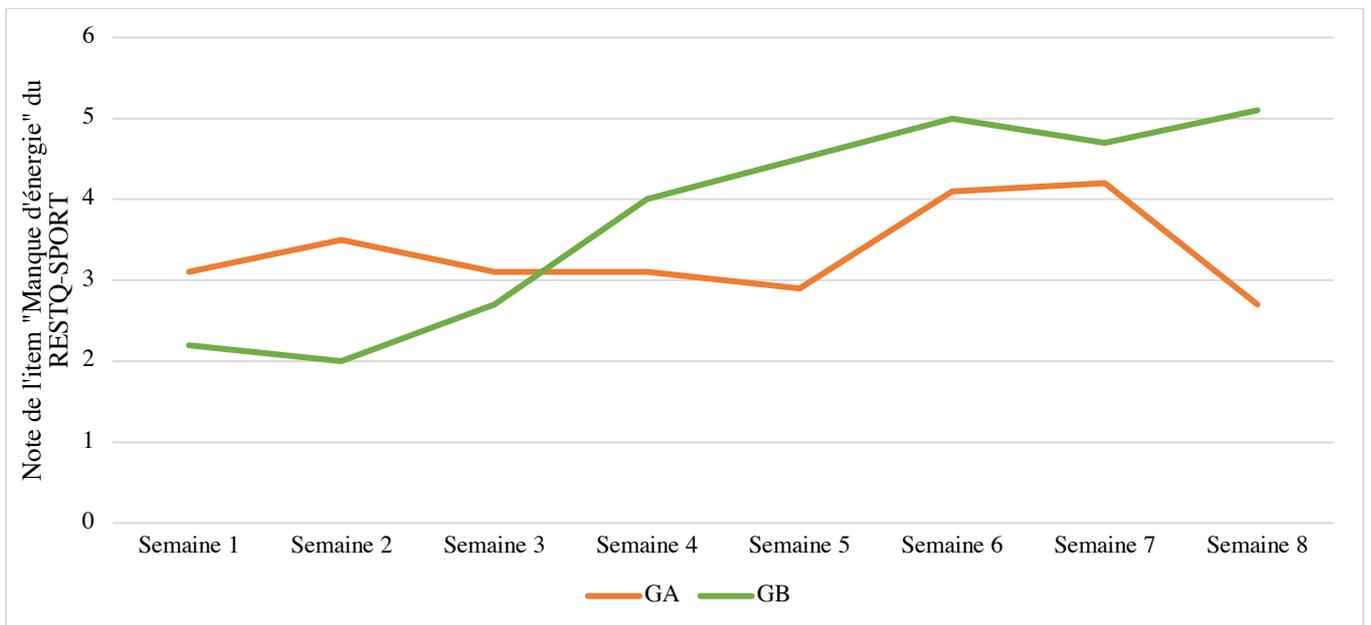


Figure 28 : Graphique de l'évolution de l'item "Manque d'énergie" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)

Il n'y a aucune différence significative $p < 0,05$ de l'item « Manque d'énergie » entre GA et GB.

6. Discussion

Après analyse et lecture des résultats, il semblerait que les deux groupes aient en moyenne progressés. GA a progressé de 1,79% sa PMA, de 1,37% sa VMA et 1,35% son 400 (voir tableau 11). Mais après analyse statistique aucune différence significative n'a été trouvée. Quant au groupe B (GB), il a progressé en moyenne de 3,3% sa PMA, 2,13% sa VMA et 2% son 400m (voir tableau 11). Après analyse statistique une différence significative a été obtenue pour la PMA et la VMA. Il est important de noter que les meilleurs résultats ont été obtenus avec une planification impliquant une plus grande succession de sessions d'entraînement à un effort maximale aérobie. Comme Matveiv (1980) disait « Seuls les exercices qui sollicitent fortement les réserves énergétiques et qui entraînent une fatigue aiguë permettent une amélioration du potentiel initial par des phénomènes de surcompensation ». Selon Matveiv, plus la CE sera importante plus le phénomène de surcompensation le serait (Matveiv, 1980). Il faut cependant faire attention à cela et à intercaler des périodes de récupération pour éviter le phénomène de surentrainement (Savard, 2002).

En suivant la théorie énoncée plus haut, on peut donc déduire que le cycle d'entraînement le plus exigeant fut celui du GB en raison de plus faibles phases de récupération et donc chaque athlète de ce groupe a eu 2 séances par discipline de progression de puissance/vitesse maximale aérobie de plus que le GA. L'entraînement a donc été plus productif pour ce groupe.

Durant le protocole au début de chaque semaine d'entraînement, les athlètes devaient compléter un questionnaire le RESTQ-SPORT. Ce questionnaire a pu nous indiquer les possibles corrélations entre l'impression de l'athlète et la réalité de son état physique. Si l'on regarde la CE et qu'on la compare avec l'item « Être en Forme » (voir figure 12, 13), le graphique nous montre que lorsque la charge est importante, la forme de l'athlète est inversement proportionnelle alors qu'à l'inverse lors des 4^{èmes} et 8^{ème} semaines la CE étant faible (voir figure 11), le graphique montre qu'une diminution de la CE implique un état de forme ascendant pour l'athlète. Cette diminution de charge s'est faite principalement en maintenant le volume et en diminuant l'intensité. Ce résultat est renforcé par la corrélation significative entre l'item « Être en forme » de la semaine 8 et le pourcentage de diminution de la CE entre la semaine 7 et 8 (voir figure 21). Cette diminution a été en moyenne de 58,7% pour une note moyenne de 2 pour l'item « Être en forme » (voir annexe 10).

Au fil de la recherche et au regard des résultats obtenus, il est important de noter que d'autres items sont corrélés avec la CE comme la « Fatigue », les « plaintes physiques » pour le GA. Cependant aucune corrélation, n'est observable sur l'item « Récupération Physique ». Cependant pour ce qui est du GB, il y a une corrélation significative sur les items « être en forme », « fatigue », « Plaintes Physiques » ; « récupération physique » ; « auto-efficacité » et « manque d'énergie ». Cette différence de résultat entre

GA et GB peut se comprendre car la charge progresse linéairement dans GB alors que dans le GA, la charge varie en semaine 4 et 8 afin de permettre aux sportifs de récupérer. Le RESTQ-SPORT est un indicateur correct pour avoir des indications sur l'états de forme de l'athlète afin d'éviter toute surentrainement. D'autres items auraient pu être analyser, dans une planification annuelle d'entrainement. Ces autres items sont des facteurs extérieurs à la pratique du sport comme « stress général », « stress émotionnel », « stress social » ou « conflits/pression ».

7. Conclusion

Pour conclure, l'effet principal de ce microcycle de décrochage permettrait de récupérer d'un mésocycle de préparation générale ou spécifique, afin de permettre à l'athlète de récupérer et de repartir sur un nouveau mésocycle. Ceci a été validé par le RESTQ-SPORT pour l'item « être en forme » et « fatigue ». Il se peut aussi que ce microcycle de décrochage ait freiné la progression des athlètes. Lorsqu'une planification utilise des phases de récupération, c'est pour progresser sur le long terme. Contrairement à une planification sans récupération, on remarque une meilleure progression mais l'athlète a tendance à être plus fatigué et donc il est plus facile de tomber dans le surentrainement. Durant notre protocole ces microcycles de décrochage avaient été effectués en gardant le volume et en diminuant la CE. Il serait intéressant de se questionner sur l'équilibre entre le volume et l'intensité. Le RESTQ-SPORT est un outil très utile pour permettre à l'entraîneur de détecter des périodes de fatigue chez l'athlète et d'éviter le surentrainement ou le sous entraînement.

8. Limites du protocole et perspective :

Nous avons déterminé plusieurs limites à notre protocole, l'amélioration du temps sur 400m en natation pourrait venir d'une amélioration technique et non d'une progression de sa vitesse maximale aérobie (Boukhar, Évaluation de la puissance aérobie maximale en natation (Test progressif maximal à paliers multiples), 2015). Nous pensons que le protocole aurait pu être rallongé sur un mésocycle complet afin d'avoir des résultats plus significatifs sur l'amélioration de la PMA/VMA et 400m en natation. Plusieurs sportifs avaient des retards dans le remplissage des séances, nous ne savons pas si cela aurait un impact avec un jour ou deux de retard. Ces deux jours pourraient impacter la notation de la séance, aucune recherche ne porte sur ce sujet-là. Mais nous supposons que c'était aussi le cas pour les notations de la perception d'effort et qui aurait pu impacter la quantification de la CE (Singh et al. 2007). Il aurait été intéressant d'avoir un troisième groupe avec une autre disposition des semaines de récupération ou avec une récupération différente, en conservant l'intensité mais en diminuant le volume. L'utilisation du RESTQ-SPORT, reste très fastidieux avec beaucoup d'items différents. Nous pensons qu'il aurait été intéressant d'utiliser l'échelle de Hooper (1995) (voir annexe 11), une échelle plus simple à utiliser du fait d'être une échelle plus claire dans sa notation puisque chaque note correspond à une sensation physique et/ou psychologique. Notre perspective sur ce sujet des semaines récupération serait de faire varier la CE. Faire de nouvelle recherche avec plusieurs groupes. Nous ferions varier le volume et l'intensité des semaines de récupération entre les différents groupes. Afin de trouver la dose adéquate aux athlètes de récupérer sans régresser.

9. Bibliographie

Articles et Livres :

- Andersson, E., Nilsson, J., & Thorstensson, A. (1997). Intramuscular EMG from the hip flexor muscles during human locomotion. *Acta Physiol Scand*, 361-370.
- Banister, E. W., & Hamilton, C. L. (1985). Variations in iron status with fatigue modelled from training in female distance runners. *54*, 16-23.
- Banister, E. W., Calvert, I. W., Savage, M. V., & Bach, I. M. (1975). A system model of training for athletic performance. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 57-61.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*, 2, 92-98.
- Borg, G. (1973). Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5, 90-93.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14, 377-381.
- Borresen, J., & Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. *Sports Med*, 39, 779-795.
- Boukhar, K. (2015). *Évaluation de la puissance aérobie maximale en natation (Test progressif maximale à palier multiples)*. Université du Québec à Montréal.
- Boukhar, K. (2015). *Évaluation de la puissance aérobie maximale en natation (Test progressif maximal à paliers multiples)*.
- Cavanagh, P., Petak, K., Shapiro, R., & Daly, D. (1974). Bilateral asymmetry in work output during cycling ergometer pedaling. *Medicine and Science in Sports*, 80-81.
- Cazorla, G. (2005). *Planification, programmation et périodisation de l'entraînement*. Aeaps.
- Cejuela, R. (2009). *Tesis doctoral análisis de los factores de rendimiento del triatlón olímpico. Aplicación a los contenidos de la asignatura deportes individuales: TRIATLÓN*. Alicante.
- Chabroux, V. (2011). *Approche biomécanique et aérodynamique de l'amélioration des performances de cyclistes en course de contre la montre*. Aix-Marseille: Thèse de doctorat non publié, Université de la méditerranée.
- Chollet, D. (1997). *Approche scientifique de la natation sportive*. Ed Vigot, 389.

- Clingman, J., & Hilliard, D. (1987). Some personality characteristics of the super-adherers : Following those who go beyond fitness. *Journal of Sport Behavior*, 10(3), 123-136.
- Czajkowski, M. (2016). *Etude du temps limite à PMA sur terrain plat et en montée à partir de l'utilisation du profil de Puissance Record*. Université de Franche-Comté.
- Delextrat, A., Bernard, T., Vercruyssen, F., Hausswirth, C., & Brisswalter, J. (2003). Influence des caractéristiques de la natation sur la performance lors d'un enchaînement natation–cyclisme. *Science & Sports*, 18(188-195).
- Delextrat, A., Tricot, V., Hausswirth, C., Bernard, T., Vercruyssen, F., & Brisswalter, J. (2003). Influence of drafting during swimming on ratings of perceived exertion during a swim-to-cycle transition in well-trained triathletes. *96(2)*, 664-666.
- Durey, A. (1997). *Physique pour les sciences du sport*. Paris: Massin.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. *The Heart rate monitor book*, 113-123.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *J Strength Cond Res*, 943-949.
- Esteve-Lanao, J., San Juan, A., Earnest, C., Foster, C., & Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med Sci Sports Exerc*, 496-504.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 1164-1168.
- Foster, C., Daines, E., & Hector, L. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 370-374.
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., . . . Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 109-115.
- Gabriel, H., Urhausen, A., Valet, G., Heidelbach, U., & Kindermann, W. (1998). Overtraining and immune system : a prospective longitudinal study in endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 1151-1157.
- Guezennec, C., Vallier, J., & Bigard, A. (1996). Increase in energy-cost of running at the end of a triathlon. *Eur J Appl Physiol*, 440-445.
- Halson, S. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139-147.

- Hanon, C. (2005). Activité musculaire des membres inférieurs en course à pied sur le plat. *STAPS*, 111-124.
- Hauswirth, C., Bigard, A., & Berthelot, M. (1996). Variability in energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *Int J Sports Med*, 572-579.
- Hauswirth, C., Bigard, A., & Guezennec, C. (1997). Relationship between running mechanics and energy cost. *Int J Sports Med*, 330-339.
- Hauswirth, C., Vallier, J., Lehenaff, D., Brisswalter, J., Smith, D., Millet, G., & Dreano, P. (2001). Effect of two drafting modalities in cycling on running performances. *Med Sci Sports Exerc*, 33(1-8).
- Hellard, P., Avalos-Fernandes, M., Lefort, G., Pla, R., Mujika, I., Toussaint, J., & Pyne, D. (2019). Elite Swimmers' Training Patterns in the 25 Weeks Prior to Their Season's Best Performances : Insights Into Periodization From a 20- Years Cohort. *Frontiers in Physiology*, 10(363), 1-16.
- Hooper, S., Mackinnon, L., Howard, A., Gordon, R., & AW, B. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 106-112.
- Ingham, S., Fudge, B., & Pringle, J. (2012). Training distribution, physiological profile, and performance for a male international 1500-m runner. *Int J Sports Physiol Perform*, 193-195.
- Issurin, V. (2008). Block periodization versus traditional training theory : A review. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 48, 65-75.
- Issurin, V. (2010). New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. *Sports Med*, 40, 189-206.
- Kallus, K. (1995). Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen.
- Kellman, M. (2002). Le suivi psychologique de l'entraînement. 33, 126-136.
- Kellmann, M., & Kallus, K. (2001). The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes : User manual. *Human Kinetics*, 151-167.
- Kuntzer, G., & Gremion, T. (2014). Fatigue et réduction de la performance motrice chez le sportif syndrome de surentraînement. *Revue Médicale Suisse*, 10, 962-965.
- Lavoie, J., & Montpetit, R. (1986). Applied Physiology of Swimming. *Sports Medicine*, 3, 165-189.
- Leboeuf, F., Achard de Leluardière, F., Lacouture, P., Duboy, J., Leplanquais, F., & Junqua, A. (2006). *Étude biomécanique de la course à pied*. Poitiers: Elsevier.

- Lehénaff, D., & Héral, H. (1997). *Un sport, deux enchaînements, trois disciplines : le triathlon* (Vol. 20). Les Cahiers de l'INSEP.
- Matveiv, L. P. (1980). *La base de l'entraînement*. Paris: Vigot.
- McNair, D., Lorr, M., & Droppleman, L. (1992). Revised manual for the Profile of Mood States manual. *Educational and Industrial Testing Services*.
- Menaspà, P. (2017). Are rolling averages a good way to assess training load for injury prevention? *British Journal of Sports Medecine, 51*, 618-619.
- Millet, G., & Bentley, D. (2004). The Physiologica Responses to Runnung After Cycling in Elite Junior and Senior Triathletes. *International Journal of Sports Medicine, 25*, 191-197.
- Millet, G., Candau, R., Barbier, B., Busso, T., Rouillon, J., & J.C., C. (2002). Modelling the Transfers of Training Effects on Performance Triathletes. *Sport Medicine 2002, 23*, 55-63.
- Mujika, I. (1998). The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review.
- Mujika, I. (2003). Bases scientifiques de la préparation terminale à la compétition. *34*, 181-185.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies.
- Mujika, I., Busso, T., Lacoste, L., Barale, F., Geysabt, A., & Chartard, j.-c. (1996). Modeled responses to training and taper in competitive swimmers.
- Mujika, I., Chatard, J., Busso, T., Geysant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1995). Effects of Training on performance in competitive swimming. *Canadian Journal of Applied Physiology, 20*, 395-406.
- Mujika, I., Padilla, S., Geysant, A., & Chatard, J. (2000). Hematological Responses to training and taper in competitive swimmers: relationships with performance. *Archives of Physiology and Biochemisty, A05*, 379-385.
- Neal, C. M., Hunter, A. M., Brennan, L., O'Sullivan, A., Hamilton, D. L., De Vito, G., & Galloway, S. D. (2013). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiologicaland performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *J Appl Physiol, 461-471*.
- Olcina, G., Ángel Perez-Sousa, M., Escobar-Alvarez, J., & Timón, R. (2019). Effects of cycling on Subsequent Running Performance, Stride Length, and Muscle Oxygen Saturation in Triathletes. *MDPI, 7*, 115.

- Petibois, C., Cazorla, G., Déléris, G., & Gin, H. (2001). L'étiologie clinique du surentraînement au travers de l'examen sanguin : état des connaissances. *Revue de Médecine Interne*, 22, 723-736.
- Platonov, V. (1988). *L'entraînement Sportif. Théorie et Méthodologie*. Editions Revue EPS.
- Pollock, M. (1973). The Quantification of Endurance Training Programs. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 1, 155-188.
- Savard, C. (2002). Processus d'adaptation à la charge d'entraînement : particularités et complications. *Cahiers de l'INSEP*, 33, 137-145.
- Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. (2007). Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Med Sci Sports Exerc*, 1366-1373.
- Shephard, R., Vandewalle, H., Gil, V., Bouhlef, E., & Monod, H. (1992). Respiratory muscular and overall perceptions of effort : the influence of hypoxia and muscle mass. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 24, 556-567.
- Singh, F., Foster, C., Tod, D., & McGuigan, M. (2007). Monitoring Different Types of Resistance Training Using Session Rating of Perceived Exertion. *International journal of sport psychology and performance*, 34-35.
- Trimax. (2017). Super League Triathlon. *Trimax*, 26-27.
- Williams, S., West, S., Cross, M., & Stokes, K. (2017). Better way to determine the acute:chronic workload ratio? *British Journal of Sports Medicine*, 21, 209-210.

Site Internet :

- FFTRI. (2018). *Fédération Française de Triathlon*. Consulté le Janvier 7, 2020, sur <https://www.fftri.com/pratiquer/disciplines/triathlon/>
- FFTRI. (2019). *Règlement Sportive 2019*. Récupéré sur FFTRI: <https://www.fftri.com/actualite/avenant-n1-a-la-reglementation-sportive-2019/>
- FFTRI. (2022). *Définition du Triathlon*. Récupéré sur FFTRI: <https://www.fftri.com/pratiquer/disciplines/triathlon/>

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Exemple de calcul de CE grâce à la méthode RPE de Foster (1996)	18
Tableau 2 : Exemple de calcul de la monotonie de la méthode RPE de Foster (1998)	18
Tableau 3 : Exemple de la contrainte calculée selon la méthode RPE de la Foster (1998)	19
Tableau 4 : Durées nécessaires pour reconstituer complètement les principales réserves métaboliques de l'organisme et métaboliser le lactate produit (Cazorla, 2005)	27
Tableau 5 : Caractéristiques des athlètes de l'étude	30
Tableau 6 : Résultat des tests de PMA (puissance maximale aérobie), de VMA (vitesse maximale aérobie) et du 400m pour l'ensemble des 10 athlètes du groupe A et B	36
Tableau 7 : Figure 11 : Résultat des moyennes, quartile 1, quartiles 3, maximum, minimum et écart-types des tests de PMA (puissance maximale aérobie), de VMA (vitesse maximale aérobie) et du 400m pour le groupe A et B. *Différence significative à $p < 0,1$ °Différence significative à $p < 0,25$	37
Tableau 8 : Graphique des résultats des tests T0 (test 0) et T1 (test 1) pour la PMA (puissance maximale aérobie) pour le groupe A et B. *Différence significative à $p < 0,1$	37
Tableau 9 : Graphique des résultats des tests T0 (test 0) et T1 (test 1) pour la VMA (vitesse maximale aérobie) pour le groupe A et B. °Différence significative à $p < 0,1$	38
Tableau 10 : Graphique des résultats des tests T0 (test 0) et T1 (test 1) pour le 400m pour le groupe A et B	38
Tableau 11 : Résultat de la progression de chaque athlète en watt et en % pour la PMA (Puissance Maximale Aérobie), en km/h et en % pour la VMA (Vitesse Maximale Aérobie), en sec et en % pour le 400m en natation	39

Liste des figures :

Figure 1 : 4 phases de pédalage en cyclisme (Grappe 2009)	10
Figure 2 : Schéma des différentes phases de la foulée (Hanon, 2005)	12
Figure 3 : Activité musculaire du gastrocnémien, du tibial antérieurs, du vaste latéral, du biceps fémoral, du droit fémoral au cours d'un cycle de foulée réalisée à vitesse moyenne (15 km/h) (Hanon, 2005)	13
Figure 4 : Echelle RPE de Foster (2001)	17
Figure 5 : Comparaison des échelles Condition physique/Être en forme, Fatigue, Conflits/Pression et Auto-efficacité (0= jamais ; 6= toujours) du questionnaire RESTQ-Sport au cours de la saison 2000 de rameurs Juniors Allemands (n=17) (Kellmann & Kallus, 2001)	21
Figure 6 : RESTQ-Sport pour un triathlète (homme), à deux moments différents (Kellman, 2001)	22
Figure 7 : Phénomène de surcompensation (Savard, 2002)	24
Figure 8 : Phénomène d'entraînement (Savard, 2002)	24
Figure 9 : Phénomène de surentrainement (Savard, 2002)	25
Figure 10 : Graphique de la charge d'entraînement durant le mésocycle d'entraînement (8 semaines). Groupe expérimentale en orange et groupe contrôle en vert.	33
Figure 11 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement en fonction des semaines. *Différence significative à $< 0,05$	40
Figure 12 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe A (GA) en fonction de l'item « Être en forme » du RESTQ-SPORT	40

Figure 13 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe A (GA) en fonction de l'item « Fatigue » du RESTQ-SPORT	41
Figure 14 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe A (GA) en fonction de l'item « Plaintes Physiques » du RESTQ-SPORT	41
Figure 15 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Être en forme » du RESTQ-SPORT	Erreur ! Signet non défini.
Figure 16 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Plaintes Physiques » du RESTQ-SPORT	42
Figure 17 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Fatigue » du RESTQ-SPORT	42
Figure 18 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Récupération physique » du RESTQ-SPORT	43
Figure 19 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Auto-efficacité » du RESTQ-SPORT	43
Figure 20 : Graphique de l'évolution de la charge d'entraînement du groupe B (GB) en fonction de l'item « Manque d'énergie » du RESTQ-SPORT	44
Figure 21 : Graphique de comparaison entre le pourcentage de diminution de la charge d'entraînement entre la semaine 7/8 et de l'item « Être en forme de la semaine 8 » du RESTQ-SPORT du groupe A	44
Figure 22 : Graphique de l'évolution de l'item "Fatigue" en fonction de l'item "Être en forme" du RESTQ-SPORT du groupe A (GA)	45
Figure 23 : Graphique de l'évolution de l'item "Fatigue" en fonction de l'item "Être en forme" du RESTQ-SPORT du groupe B (GB)	45
Figure 24 : Graphique de l'évolution de l'item "Être en forme" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)	46
Figure 25 : Graphique de l'évolution de l'item "Fatigue" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)	46
Figure 26 : Graphique de l'évolution de l'item "Plaintes Physiques" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)	47
Figure 27 : Graphique de l'évolution de l'item "Récupération physique" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)	47
Figure 28 : Graphique de l'évolution de l'item "Auto-efficacité" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)	48
Figure 29 : Graphique de l'évolution de l'item "Manque d'énergie" en fonction des différentes semaines du groupe A (GA) et B (GB)	48

Liste des équations :

Équation 1 : Calcul de la CE avec la méthode RPE de Foster (1996)	18
Équation 2 : Calcul de la monotonie de la méthode RPE de Foster (1998)	18
Équation 3 : Calcul de la Contrainte de la méthode RPE de Foster (1998)	19

10. Annexes :

Annexe 1 : Résultat des tests T0 et T1 de puissance maximale aérobie (watt), de vitesse maximale aérobie (km/h) et du 400m (temps) des 10 athlètes de GA et GB

		Test 0 PMA (watt)	Test 1 PMA (watt)	Test 0 VMA (km/h)	Test 1 VMA (km/h)	Test 0 400 (temps)	Test 1 400 (temps)
Groupe A	Athlète 1	254	262	15,1	15,4	06:17	06:21
	Athlète 2	268	271	14	14,1	06:42	06:38
	Athlète 3	316	329	18	18,1	08:24	07:59
	Athlète 4	220	224	18,1	17,6	05:58	06:09
	Athlète 5	311	323	18,1	18,2	04:37	04:48
	Athlète 6	249	244	19,1	19,1	06:46	06:26
	Athlète 7	260	273	12,2	13,1	07:01	07:05
	Athlète 8	213	202	14,1	14,3	07:46	07:37
	Athlète 9	241	251	16	16,8	05:14	05:05
	Athlète 10	266	271	17,9	17,7	06:41	06:25
Groupe B	Athlète 1	207	230	13	13,5	06:59	06:43
	Athlète 2	304	298	15,9	16,3	06:50	06:46
	Athlète 3	208	214	13,7	14	08:59	08:20
	Athlète 4	206	214	12,8	13,8	05:25	05:28
	Athlète 5	300	309	17,4	17,6	06:54	06:42
	Athlète 6	260	268	14,8	14,7	05:11	05:14
	Athlète 7	275	278	15	15,6	08:07	08:22
	Athlète 8	204	206	16,9	17,3	06:42	06:50
	Athlète 9	228	235	16	15,7	06:14	06:22
	Athlète 10	217	224	17,6	17,6	05:50	05:20

Annexe 2 : Résultat brut et en % de la progression entre les tests T0 et T1 de puissance maximale aérobie (watt), de vitesse maximale aérobie (km/h) et du 400m (sec) des 10 athlètes de GA et GB avec la moyenne de la progression.

		Progression PMA (watt)	Progression PMA en %	Progression VMA (km/h)	Progression VMA en %	Progression 400m (sec)	Progression 400m en %
Groupe A	Athlète 1	8,00	3,15	0,30	1,99	-4,00	-1,06
	Athlète 2	3,00	1,12	0,10	0,71	4,00	1,00
	Athlète 3	13,00	4,11	0,10	0,56	25,00	4,96
	Athlète 4	4,00	1,82	-0,50	-2,76	-11,00	-3,07
	Athlète 5	12,00	3,86	0,10	0,55	-11,00	-3,97
	Athlète 6	-5,00	-2,01	0,00	0,00	20,00	4,93
	Athlète 7	13,00	5,00	0,90	7,38	-4,00	-0,95
	Athlète 8	-11,00	-5,16	0,20	1,42	9,00	1,93
	Athlète 9	10,00	4,15	0,80	5,00	9,00	2,87
	Athlète 10	5,00	1,88	-0,20	-1,12	16,00	3,99
	Moyenne	5,20	1,79	0,18	1,37	5,00	1,35
Groupe B	Athlète 1	23,00	11,11	0,50	3,85	-4,00	-3,82
	Athlète 2	-6,00	-1,97	0,40	2,52	4,00	-0,98
	Athlète 3	6,00	2,88	0,30	2,19	25,00	-7,24
	Athlète 4	8,00	3,88	1,00	7,81	-11,00	0,92
	Athlète 5	9,00	3,00	0,20	1,15	-11,00	-2,90
	Athlète 6	8,00	3,08	-0,10	-0,68	20,00	0,96
	Athlète 7	3,00	1,09	0,60	4,00	-4,00	3,08
	Athlète 8	2,00	0,98	0,40	2,37	9,00	1,99
	Athlète 9	7,00	3,07	-0,30	-1,88	9,00	2,14
	Athlète 10	7,00	3,23	0,00	0,00	16,00	-8,57
	Moyenne	6,70	3,03	0,30	2,13	5,00	1,59

Annexe 3 : Tableau de l'évolution des charges d'entraînement hebdomadaire des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque athlète pour les 8 semaines et une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculer.

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10	
	Charge d'entraînement											Moyenne
Groupe A	Semaine 1	1 970	1 960	1 917	1 982	1 864	1 807	1 902	1 766	1 650	1 710	1 853
	Semaine 2	2 086	1 886	1 863	2 050	2 168	2 056	2 032	2 059	1 802	1 938	1 994
	Semaine 3	2 217	1 958	2 110	2 055	1 869	2 296	2 107	1 889	1 860	1 943	2 030
	Semaine 4	739	837	1 051	777	888	738	856	895	1 087	1 044	891
	Semaine 5	2 279	2 438	2 151	2 398	2 306	2 288	2 203	2 345	2 501	1 899	2 281
	Semaine 6	2 354	2 278	2 257	2 497	2 397	2 717	2 517	2 390	2 016	2 235	2 366
	Semaine 7	2 367	2 632	2 448	2 305	2 464	2 469	2 082	2 575	2 382	2 213	2 394
	Semaine 8	940	1 018	1 013	769	1 180	1 168	951	864	1 010	960	987
	Moyenne	2 002	1 998	1 971	2 009	1 994	2 053	1 957	1 988	1 899	1 855	1 973
Groupe B	Semaine 1	2 156	1 746	1 956	2 102	1 946	1 798	1 916	1 897	2 104	0	1 762
	Semaine 2	2 055	1 837	2 012	2 019	1 847	2 033	1 961	1 974	1 856	0	1 759
	Semaine 3	2 059	1 860	2 108	2 060	2 036	1 801	1 915	1 973	2 029	0	1 784
	Semaine 4	2 137	1 963	2 011	2 136	1 947	1 880	2 255	1 917	2 273	0	1 852
	Semaine 5	2 206	2 516	2 351	2 066	2 246	2 406	2 174	2 007	2 249	0	2 022
	Semaine 6	2 401	2 149	2 331	2 402	2 061	2 283	2 457	2 379	2 096	0	2 056
	Semaine 7	2 475	2 556	2 090	2 216	2 387	2 645	1 951	2 265	2 628	0	2 121
	Semaine 8	2 260	2 388	2 635	2 338	2 530	2 345	2 072	2 241	2 663	0	2 147
	Moyenne	2 186	2 078	2 104	2 126	2 058	2 112	2 073	2 050	2 142	232	1 916

Annexe 4 : Tableau de l'évolution de l'item « Être en Forme » sur RESTQ-SPORT des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculée.

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10	
	Être en forme											Moyenne
Groupe A	Semaine 1	4	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2,90
	Semaine 2	5	2	2	3	2	1	2	3	1	2	2,30
	Semaine 3	3	2	2	2	1	2	1	2	3	3	2,10
	Semaine 4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4,00
	Semaine 5	5	2	1	2	2	3	3	1	1	1	2,10
	Semaine 6	4	2	1	1	2	2	2	1	3	2	2,00
	Semaine 7	4	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1,30
	Semaine 8	4	5	4	6	5	4	4	5	4	6	4,70
Groupe B	Semaine 1	5	5	5	4	4	4	6	4	5	6	4,80
	Semaine 2	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	2,90
	Semaine 3	3	3	3	3	2	4	4	3	3	4	3,20
	Semaine 4	3	2	3	2	2	3	3	4	2	3	2,70
	Semaine 5	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2,00
	Semaine 6	3	3	2	3	4	3	3	3	3	4	3,10
	Semaine 7	3	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3,10
	Semaine 8	1	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0,70

Annexe 5 : Tableau de l'évolution de l'item « Fatigue » sur RESTQ-SPORT des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculée.

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10	
	Fatigue											Moyenne
Groupe A	Semaine 1	5	2	1	2	3	1	2	2	2	2	2,22
	Semaine 2	3	3	3	4	3	2	3	3	3	2	3,00
	Semaine 3	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4,11
	Semaine 4	5	2	2	1	1	1	1	3	3	3	2,11
	Semaine 5	4	4	4	5	4	3	5	4	4	3	4,11
	Semaine 6	5	5	6	5	5	5	6	5	6	5	5,33
	Semaine 7	3	5	6	4	4	4	6	5	5	4	4,67
	Semaine 8	2	2	2	3	2	1	1	3	2	2	2,00
Groupe B	Semaine 1	3	2	4	4	3	2	2	4	4	2	3,11
	Semaine 2	3	4	3	2	3	3	4	2	4	3	3,11
	Semaine 3	3	3	3	2	3	2	4	2	3	4	2,78
	Semaine 4	5	5	5	4	6	4	5	5	5	5	4,89
	Semaine 5	5	5	5	6	4	5	5	5	5	6	5,00
	Semaine 6	4	3	5	5	4	5	4	4	4	4	4,22
	Semaine 7	6	5	5	6	6	6	6	7	5	7	5,78
	Semaine 8	6	7	6	5	6	6	6	5	6	6	5,89

Annexe 6 : Tableau de l'évolution de l'item « Plaintes Physiques » sur RESTQ-SPORT des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculée.

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10	
	Plaintes Physiques											Moyenne
Groupe A	Semaine 1	2	2	3	3	2	1	1	3	3	2	2,20
	Semaine 2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2,50
	Semaine 3	1	2	2	3	1	2	2	2	3	2	2,00
	Semaine 4	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1,60
	Semaine 5	1	3	3	3	3	3	4	3	2	4	2,90
	Semaine 6	4	3	2	4	2	3	3	2	3	3	2,90
	Semaine 7	2	3	3	3	4	3	2	3	4	3	3,00
	Semaine 8	3	2	2	2	2	3	1	3	3	2	2,30
Groupe B	Semaine 1	2	3	1	2	3	2	2	2	3	2	2,20
	Semaine 2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3,50
	Semaine 3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2,80
	Semaine 4	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3	2,90
	Semaine 5	4	5	5	4	4	3	3	4	5	4	4,10
	Semaine 6	4	4	4	3	3	4	5	3	4	4	3,80
	Semaine 7	4	4	3	3	4	5	5	5	4	4	4,10
	Semaine 8	4	4	4	5	3	5	5	4	3	3	4,00

Annexe 7 : Tableau de l'évolution de l'item « Récupération physique » sur RESTQ-SPORT des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculée.

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10		
	Récupération Physique											Moyenne	
Groupe A	Semaine 1	3	3	2	3	3	3	3	4	3	2	2,90	
	Semaine 2	4	3	3	3	4	2	4	3	2	2	3,00	
	Semaine 3	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1,90	
	Semaine 4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3,80	
	Semaine 5	2	4	4	4	4	4	4	4	3	5	3,80	
	Semaine 6	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	4	2,90
	Semaine 7	4	3	4	3	3	3	3	4	2	3	3	3,20
	Semaine 8	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	4	4,10
Groupe B	Semaine 1	5	4	4	6	5	5	5	4	5	5	4,80	
	Semaine 2	4	4	5	4	5	5	3	4	5	5	4,40	
	Semaine 3	4	5	4	2	4	4	3	3	3	5	3,70	
	Semaine 4	3	4	2	3	2	2	2	4	2	3	3	2,80
	Semaine 5	3	3	3	2	3	3	3	4	2	3	3	2,90
	Semaine 6	4	3	4	4	3	5	4	4	4	5	3	3,90
	Semaine 7	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2,40
	Semaine 8	2	3	1	1	3	1	1	2	1	2	3	1,90

Annexe 8 : Tableau de l'évolution de l'item « Auto-efficacité » sur RESTQ-SPORT des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculée.

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10	
	Auto-efficacité											Moyenne
Groupe A	Semaine 1	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,20
	Semaine 2	4	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1,70
	Semaine 3	4	1	1	1	1	2	1	2	2	0	1,50
	Semaine 4	5	3	3	4	4	3	2	4	3	3	3,40
	Semaine 5	4	3	2	2	3	4	3	3	4	3	3,10
	Semaine 6	4	2	3	3	1	1	2	3	1	1	2,10
	Semaine 7	4	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1,90
	Semaine 8	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4,20
Groupe B	Semaine 1	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4,60
	Semaine 2	4	3	5	4	4	5	4	4	3	4	4,00
	Semaine 3	4	3	4	2	4	4	5	4	4	4	3,80
	Semaine 4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	3	4,00
	Semaine 5	4	3	4	5	5	4	4	4	4	5	4,20
	Semaine 6	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4,70
	Semaine 7	5	5	5	5	6	5	4	5	5	6	5,10
	Semaine 8	6	5	6	7	6	5	6	7	6	6	6,00

Annexe 9 : Tableau de l'évolution de l'item « Manque d'énergie » sur RESTQ-SPORT des 10 athlètes de GA et GB en fonction des semaines. Une moyenne de chaque semaine par groupe a été calculée

		Athlète 1	Athlète 2	Athlète 3	Athlète 4	Athlète 5	Athlète 6	Athlète 7	Athlète 8	Athlète 9	Athlète 10		
	Manque d'énergie											Moyenne	
Groupe A	Semaine 1	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	3,10	
	Semaine 2	2	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3,50	
	Semaine 3	5	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3,10	
	Semaine 4	1	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3,10	
	Semaine 5	2	3	4	3	2	2	3	4	3	3	2,90	
	Semaine 6	2	4	5	3	5	5	5	5	5	3	4	4,10
	Semaine 7	2	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4,20
	Semaine 8	1	3	4	2	4	3	2	3	2	3	3	2,70
Groupe B	Semaine 1	2	3	2	2	2	2	3	3	2	1	2,20	
	Semaine 2	2	2	2	1	1	3	3	2	2	2	2,00	
	Semaine 3	3	2	3	2	3	3	2	3	4	2	2,70	
	Semaine 4	4	5	4	3	4	3	4	4	4	5	4,00	
	Semaine 5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4,50	
	Semaine 6	5	5	4	5	5	5	5	5	6	5	5,00	
	Semaine 7	5	6	5	5	4	4	4	4	4	6	4,70	
	Semaine 8	5	6	5	5	5	5	5	4	6	5	5,10	

Annexe 10 : Tableau comparatif de l'item « Être en forme » de la semaine 8 et du pourcentage de diminution de la charge d'entrainement entre la semaine 7 et 8 de GA.

	Être en forme S8	% de diminution de la CE entre la semaine 7 et 8
Athlète 1	2	60,3
Athlète 2	2	61,3
Athlète 3	2	58,6
Athlète 4	3	66,7
Athlète 5	2	52,1
Athlète 6	1	52,7
Athlète 7	1	54,3
Athlète 8	3	66,4
Athlète 9	2	57,6
Athlète 10	2	56,6
Moyenne :	2	58,7

Annexe 11 : Questionnaire de l'échelle de Hooper (1995)

<u>Sommeil</u>		<u>Stress</u>	
1	Excellent	1	Aucun stress
2	Très bon	2	Très léger stress
3	Bon	3	Léger Stress
4	Moyen	4	Stress moyen
5	Mauvais	5	Stress très important
6	Très mauvais sans insomnie	6	Très mauvais sans insomnie
7	Très mauvais avec insomnie	7	Extrêmement stressé

<u>Douleur musculaires</u>		<u>Fatigue générale</u>	
1	Aucune douleur	1	Aucune fatigue
2	Très légère lassitude musculaire	2	Très légère fatigue
3	Légère lassitude musculaire	3	Légère fatigue
4	Lassitude musculaire	4	Fatigue moyenne
5	Légère douleur musculaire	5	Fatigue importante
6	Douleurs musculaires moyennes	6	Fatigue très importante
7	Importantes douleurs musculaire	7	Extrêmement fatigué

Résumé et mots clés (Français) :

Objectif : L'objectif de cette étude est d'analyser les effets et ses bénéfiques d'un microcycle de récupération dans une planification pour la progression de la puissance/vitesse maximale aérobie chez des triathlètes.

Méthode : 20 athlètes ont réalisé 3 tests ; VMA/PMA et 400m afin de mesurer leur aptitude aérobie. 2 groupes égaux ont été formé ; un groupe A (GA) et un groupe B (GB). Chaque groupe a été réalisé une planification de 8 semaines. GA a réalisé 2 mésocycles de 4 semaines, avec 3 semaines d'augmentation de la charge et une semaine de récupération en maintenant le volume mais diminuant l'intensité. Pendant que GB lui a réalisé une augmentation de la charge de la 1^{er} et à la 8^{ème} semaine. Durant chaque semaine de charge, chaque athlète réalisé une séance de puissance/vitesse maximale aérobie dans chaque discipline du triathlon. Chaque sportif à remplit le question RESTQ-SPORT à chaque début de semaine afin de suivre les états de stress physique et mental. Il nous permettra de mieux comprendre les méthodes de stratégies de récupération et leur efficacité.

Résultats : Après analyse statistique des résultats, nous pouvons dire que seul GB a significativement progresser à PMA ($p < 0,1$) et VMA ($p < 0,25$). Aucune différence significative pour le GA. La CE (Charge d'entraînement) était significativement différente pour GA et GB pour la 4^{ème} et 8^{ème} semaine. Il y a une corrélation significativement ($p < 0,05$) entre la CE et les items du RESTQ-SPORT de « Fatigue », « Être en forme », « Plaintes Physiques » pour GA. Cependant pour GB, il y a une corrélation significativement ($p < 0,05$) entre la CE et les items de « Fatigue », « Être en forme », « Plaintes Physiques », « récupération physique », « auto-efficacité », « manque d'énergie ». Il y a une corrélation significative entre l'item « Être en forme » et « Fatigue », ils sont dans un sens inverse l'un à l'autre. Pour l'item « Plaintes Physiques », il y a une corrélation significative ($p < 0,05$) et une différence significative ($p < 0,05$) entre GA et GB. Il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre GA et GB pour l'item « Auto-efficacité », « Manque d'énergie ».

Conclusion : Pour conclure, l'effet principale de ce microcycle de décrochage permettrait de récupérer d'un mésocycle de préparation générale ou spécifique, afin de permettre à l'athlète de récupérer et de repartir sur un nouveau mésocycle. Ceci a été validé par le RESTQ-SPORT pour l'item « être en forme » et « fatigue ». Il se peut aussi que ce microcycle de décrochage est freiné la progression des athlètes. Lorsqu'une planification utilise des phases de récupération, c'est pour progresser sur le long terme. Contrairement à une planification sans récupération, on remarque une meilleure progression mais l'athlète a tendance à être plus fatigué et donc il est plus facile de tomber dans le surentraînement.

Mots clés : Puissance Maximale Aérobie / Vitesse Maximale Aérobie / Triathlon / Semaine de récupération / Planification / RESTQ-Sport

Compétence acquise : Recherche scientifique sur un sujet / Mise en place d'une planification par le suivi de la fatigue de l'athlète / Développement de mes compétences en triathlon

Résumé et mots clés (Anglais) :

Objective : This Study objective is to analyze the effects and the benefits of the recovery microcycles in a planning oriented to develop the Maximum Aerobic Power in triathletes.

Method : 20 athletes have achieved 3 tests ; vVO₂Max (velocity at maximum oxygen uptake), MAP (Maximal Aerobic Power) and a 400 meters in order to Measure the aerobic aptitudes. 2 similar groups have been formed : Group A (GA) and Group B (GB). Each group have been assigned an 8 week planning. GA have realized 2 mesocycles of 4 weeks including 3 weeks of training load increase and a week of recovery with a steady volume but a decrease in intensity.

Meanwhile, the GB has been assigned an increase of the training load for the first and the 8th week. During each week of training load, each athlete have realized a vVO₂max/MAP session in each Triathlon's discipline. Each athlete had to answer the RESTQ-SPORT questionnaire at the beginning of each week in order to track the different physical and mental condition evolutions. It will enable us to understand the methods of recovery strategy and their efficiency.

Results : After analyzing the statistical results, we can affirm that only GB have significantly increased their MAP ($p < 0,1$) and vVO₂Max ($P < 0,25$). On the group (GA), no significant differences have been observed. The Training Load was significantly different for GA and GB in the 4th and 8th week. There is an important correlation ($p < 0,05$) between the training load and the following items of the RESTQ-SPORT questionnaire : « Fatigue », « Being in shape » and « physical complaints » for GA. However in GB, there is a significant correlation ($p < 0,05$) between training load and the following items : « Fatigue », « Being in Shape », « physical complaints », « physical recovery », « Self-efficacy » and « lack of energy ». There is also a significant correlation between the items « being in shape » and « fatigue », indeed the evolution is opposed for the both items.

Regarding the « physical complaints » item, **there is a strong correlation ($p < 0,05$) and a significant difference ($p < 0,05$)** between GA and GB.

There is a significant difference ($p < 0,05$) between GA and GB for the items « auto-efficacy » and « lack of energy ».

Conclusion : To conclude, the main effect of this recovery microcycle is to allow the athletes to retrieve from a general or specific training in order to enable a better recovery and to be able to restart a new mesocycle. This was validated by the RESTQ-SPORT questionnaire for the items « being in shape » and « fatigue ».

There is also a possibility that this recovery microcycle could slow down the athletes progress.

When a planning uses recovery phases, the aim is to make progress on the long term. On the contrary, a planning with no recovery phases, you can notice better progress, however, the athlete has a tendency to be more tired and it is easy to fall under the over-training state.

Key words : Maximal Aerobic Power / Velocity at maximum oxygen uptake / Maximum Aerobic Speed / Triathlon / Recovery week / Planning / RESTQ-Sport