

Université de Franche-Comté



U.P.F.R. Sports Besançon

Mémoire pour l'obtention du

Diplôme de MASTER 2 STAPS Spécialité :

Entraînement, Management et Ingénierie du Sport

Influence de la gestion de l'effort en cyclisme, sur la performance chronométrique et la fréquence cardiaque durant un enchaînement cyclisme – course à pied lors d'un triathlon longue distance

Etudiant : Tom DUREUX

Directeur de mémoire : Dr Laurent MOUROT

(Ph.D-HDR), Département Sport/Santé – EA4660 Culture Sport Santé Société (C3S)

Responsable structure : Mme Agnès FANJAUD

Présidente Ligue Régionale Triathlon Franche-Comté

Année Universitaire 2014 -2015

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont donné le gout du sport tant du côté pratique que de l'entraînement. Merci à toute ma famille, à ceux et celles qui m'ont entraîné, formé, conseillé et motivé pour aboutir à ces projets.

Les Professeurs, particulièrement cette année : Mr Mourot. Sans oublier les autres, avec qui j'ai eu la chance de travailler, particulièrement à la faculté de sport de Besançon.

Mes différents entraîneurs, tuteurs, formateurs, intervenants, dirigeants, collègues et membres des clubs auprès desquels j'ai énormément appris:

Particulièrement André Quet, Agnès Fanjaud, Sébastien Libicz, Sandrine Fariello, Alexandre Lemercier, Manuel Roux, Patrice Clavel, Fabien Lacan, Jérémy Français, Florent Camuset et bien d'autres qui se reconnaitront...

Mon club, le Tri val de Gray, la ligue de Franche-Comté de Triathlon.

*Les sujets triathlètes qui ont réalisé les différents tests avec sérieux et intérêt :
Jean-Marc Lasselin, Florian Grammont, Alexandre Lemercier.*

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ABREVIATIONS	2
INTRODUCTION	3
Le Triathlon, qu'est-ce que c'est ?.....	6
PARTIE I : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE	7
1. Le triathlon Longue Distance, plus précisément ?	9
2. Comment définir le terme de « gestion d'effort » ?	12
3. But du travail et hypothèse	19
PARTIE II : ENQUETE SUR LA GESTION DE L'EFFORT SUR DES EPREUVES LONGUES, CHEZ DES TRIATHLETES.....	20
1. METHODE	20
2. RESULTATS	21
2.1 Analyse globale	24
2.2 Analyse par genre	26
2.3 Analyse par niveau de pratique	26
3. DISCUSSION.....	28
PARTIE III : PROTOCOLE EXPERIMENTAL ENCHAINEMENT CYCLISME – COURSE A PIED	30
1. METHODE	30
1.1 Vue générale de l'étude	30
1.2 Protocole	32
1.3 Traitement des données.....	36
2. RESULTATS	37
2.1 Performances chronométriques	39
2.2 Fréquence cardiaque	41
2.3 Echelle de perception de l'effort, CR10 de Borg	43
3. DISCUSSION.....	45
3.1 Résultats	45
3.2 Limites	48
PERSPECTIVES.....	50

CONCLUSION	50
ANNEXES	52
a. Distances triathlon	52
b. Echelle de Beaufort	53
c. Echelle de Borg	54
d. Nos sujets triathlètes.....	55
e. Liste du matériel nécessaire au protocole	55
Bibliographie.....	56
ABSTRACT.....	61

TABLE DES ABREVIATIONS

ABREVIATION	SIGNIFICATION
RPM	Rotations par minute
FC	Fréquence Cardiaque
Batt	Battements
Puls	Pulsations
W	Watts
*	Résultats significativement différents ($p < 0,05$)
min	minutes
sec	secondes
moy	moyenne
max	maximum
FL	Fréquence de pédalage Libre
FF	Fréquence de pédalage fixée
-/+ X%	-/+ X% du temps cyclisme réalisé lors du test de référence / test étalon
T1	Transition natation-cyclisme
T2	Transition cyclisme c à p
drafting	Terme pour designer la notion d'abris en cyclisme
km	Kilomètres
19:02	19 minutes et 02 secondes
C à p	Course à pied
LD ou L	Triathlon longue distance (3/80/20)
M ou CD	Triathlon courte distance (1,5/40/10)
[C]	Concentration
SV1/SV2	Seuil ventilatoire 1 et 2

INTRODUCTION

Dans le cadre de mon stage Entraînement de Master 2 STAPS, spécialité Entraînement Management et Ingénierie Sportive (EMIS), je suis intervenu au sein de la Ligue de Franche-Comté de Triathlon, en tant que Conseiller Technique de Ligue. Parmi mes missions figurent le conseil et l'expertise. Concrètement, cela consistait à conseiller le licencié pour l'aider à optimiser sa performance, dans la pratique de compétition des disciplines enchainées qu'il a choisi.

Plus précisément, pour la partie entraînement, je suis intervenu au niveau du centre d'entraînement régional de la Ligue, faisant l'objet d'une convention entre La Ligue de Franche-Comté de Triathlon, le lycée Jules Haag et l'Alliance Natation Besançon. Ce dispositif permet à 8 jeunes talents émergents, cadets et juniors de Franche-Comté, de bénéficier d'un encadrement et d'un dispositif d'entraînement solide, avec 16h de créneaux d'entraînement encadré par des professionnels dans les 3 modes de locomotions. Le mode de locomotion aquatique, ou natatoire, les jeunes s'entraînent dans un bassin de 50m l'hiver, et en bassin découvert, voir en eau libre, l'été. Le mode de locomotion cycliste, principalement en extérieur, en vélo de route, sur les routes vallonnées de notre jolie région Franc-comtoise, ainsi que sur home trainer, l'hiver, lorsque le froid sévi sur le bassin bisontin. Et bien sûr, le mode de locomotion pédestre, en nature, sur la piste ou encore le long du Doubs. L'entraînement en triathlon consiste à insérer ces trois modes de locomotion dans un système d'entraînement où chaque mode de locomotion est en interaction avec l'autre, c'est la condition sine qua non pour permettre aux jeunes de tendre vers la pratique sportive de haut niveau en Triathlon.

Dans la continuité de mon mémoire de Master 1, dont l'intitulé était : « Influence des cadences de pédalage faibles et élevées sur la performance chronométrique et la fonction cardiovasculaire durant l'enchaînement Cyclisme – Course à pied, chez des triathlètes », j'ai effectué mon travail de master 2 sur un public de triathlètes adultes, et plus expérimentés sur une pratique longue distance,

L'intitulé de mon mémoire est: « Influence de la gestion de l'effort en cyclisme, sur la performance chronométrique et la fréquence cardiaque durant un enchaînement cyclisme – course à pied, lors d'un triathlon longue distance ».

Laurent Mourot a été mon professeur référent pour le suivi de mon mémoire, dans la continuité de mon travail de Master 1.

Tandis qu'Agnès Fanjaud, présidente de la Ligue de Franche-Comté de Triathlon, a été ma tutrice de structure.

« Influence de la gestion de l'effort en cyclisme, sur la performance chronométrique et la fréquence cardiaque durant un enchaînement cyclisme – course à pied lors d'un triathlon longue distance ».

L'objectif de l'étude sera d'évaluer l'impact négatif ou positif d'un cyclisme pratiqué (pendant un test enchaîné cyclisme- course à pied) au delà de notre allure de référence sur la partie cycliste d'une part, et en s'économisant sur la partie cycliste, d'autre part.

Les allures étaient fixées grâce au premier test effectué qui sert de référence (test étalon) pour les tests suivants.

En plus de l'expérimentation, une partie enquête a été réalisée chez des triathlètes pratiquants des distances longues, afin de mieux connaître leurs vision de la gestion d'effort, la stratégie à adopter, leurs habitudes...

Orienté sur la pratique de l'enchaînement de longues distances, ce travail se singularise de la plupart des travaux scientifiques effectués sur des distances Olympiques (courtes distances). (1) (2) (4) (5) (7) (9) (10) (12) (13) (14) (16) (17) (18) (20)

Plusieurs raisons peuvent expliquer ces choix d'orientation de travail, nous allons les exposer.

Comment expliquer que relativement peu de travaux aient été mis en place sur l'expérimentation de l'enchaînement cyclisme – course à pied sur longues distances ?

- Les protocoles sont plus difficiles à mettre en place sur longues distances, car les moyens logistiques sont conséquents. Très logiquement, le déroulement de chaque test est long, puisque c'est ce qui définit cet effort par définition, donc on y rajoute une contrainte temporelle liée à la durée de mise en place et de test.

- Par ricochet, il est aussi plus difficile de trouver des sujets acceptant de se lancer dans un protocole de test, tout de même relativement contraignant, si on mène le protocole de manière le plus standardisé possible a minima, pour avoir des données exploitables.
- 4 disciplines sont reconnues Haut-niveau par le ministère des sports, au sein de notre fédération : Le Triathlon distance olympique, le triathlon paralympique, le triathlon longue distance (L), et le duathlon courte distance (M). De plus ces disciplines sont reconnus dans cet ordre, bien défini, orientant la priorité du secteur développement et recherche vers la distance olympique, c'est-à-dire les courtes distances. Le monde du perfectionnement sportif en triathlon converge actuellement davantage vers l'expérimentation sur courtes distances (M), puisque c'est le format de compétition aux jeux olympiques, course la plus prisée dans la sphère du triathlon, les chercheurs axes donc leurs investigations sur les courtes distances majoritairement. Voici quelques chiffres issus de la Fédération Française de Triathlon, à titre d'exemple ⁽⁴⁰⁾, rendant compte des différences entre court et long sur le territoire Franc-comtois ; 150 triathlètes pratiquants principalement sur longues distances contre 600 triathlètes sur courtes distances ; 3 épreuves longues (disciplines enchainées répertoriées par la FFTRI) en Franche-Comté en 2015, contre 12 épreuves courtes ; Des pratiquants en moyenne plus âgés sur la pratique longue ; On observe cette notion d'âge tout simplement, en s'intéressant aux carrières des triathlètes performants. Pour la majorité ils performent sur courtes distances entre 20 ans et 32 ans, puis s'acheminent vers la retraite, ou plus vers la pratique longue distance. Cela constitue un plan de carrière type prenant en compte la nécessité d'évoluer vers une pratique plus longue, plus adaptée à l'évolution physiologique du corps du triathlète.
- Le triathlon et les disciplines enchainées, sont issus de la FFTRI, fédération née en 1989. Ce sport est donc encore jeune et en plein développement, d'où parfois le manque de documents scientifiques, puisque certains champs n'ont pas encore été explorés, ou très peu.

Voici ensuite un bref résumé, reprenant les dates marquantes et les fondamentaux du triathlon, afin d'expliquer plus précisément comment est apparu ce sport et la façon dont il se pratique.

Le Triathlon, qu'est-ce que c'est ?

Le triathlon est né dans les années 1980 à Hawaï. Il a été introduit aux Jeux Olympiques à Sydney (Australie) en 2000. Un long chemin a été parcouru depuis, et ce sport est encore en pleine expansion. La Fédération Française de Triathlon compte actuellement 46 000 licenciés, et se développe progressivement. Elle a pour objectif d'atteindre les 50 000 licenciés et de placer un Français sur le podium aux jeux olympiques de Rio en 2016.

Le triathlon est un sport à part entière, qui consiste à enchaîner la natation, le cyclisme et la course à pied. Ces trois modes de locomotion (natatoire, cycliste et pédestre) sont complètement différents, apportant une richesse à ce sport d'endurance, de par ses milieux de pratiques variés : eau, terre et même air en considérant la phase de vol de la course à pied. Mais également de par ses multiples changements de position au cours de l'effort : Horizontale dans l'eau, assis sur le vélo et verticale en course à pied impliquant de nombreux mécanismes d'adaptation, étudiés notamment par Millet et al. (1) (2) (4) (7) (12).



La transition est la phase de liaison entre chaque partie, à savoir :

Transition 1 : entre natation et cyclisme.

Transition 2 : entre cyclisme et course à pied.



Elle a pour but de permettre aux triathlètes de rejoindre leurs emplacements pour s'équiper pour la discipline qui suit. De son vrai nom « Fédération Française de Triathlon et des disciplines enchainées », le type d'effort varie, au niveau des distances, mais aussi du mode de locomotion, avec des variantes du triathlon : Aquathlon, Duathlon, Cross Triathlon, Triathlon des neiges, Bike and run... Certaines pratiques se réalisent en équipe comme le bike and run.

Après avoir introduit le sujet et expliqué les fondements du triathlon, nous allons aborder la première partie de ce mémoire, exposant le contexte de notre travail la problématique qui a guidée notre réflexion et notre travail.

PARTIE I : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Pourquoi avoir choisi de mener une expérimentation sur l'enchaînement de longues distances ?

A l'heure actuelle, les courses sur format sprint, à savoir 750m natation, 20km cyclisme et 5km de course à pied, ainsi que sur format distance olympique (1500m - 40km - 10km) à haut niveau, se déroulent en drafting (cette notion sera définie plus précisément p.8). Cela veut dire, pour les chercheurs, qu'il est très difficile de simuler cette partie avec drafting et de la mesurer scientifiquement, dû aux nombreux paramètres extérieurs, incontrôlables, intervenant avec cette modalité de réalisation de la partie cyclisme.

Or, sur course Longues distances (3000m – 80km – 20km), à haut niveau ou pas, le drafting est toujours interdit. Le besoin d'expérimenter sur le champ du longue distance et la possibilité de mettre en place un protocole d'expérimentation dans ce domaine m'a donc amené à réaliser ce travail. Dans l'optique de mon métier de CTL, je suis régulièrement amené à conseiller des gens, sur la pratique longue distance, Ironman, et les triathlons phares qui se déroulent à proximité de Besançon : Triathlon XL Gérardmer, Triathlon L Vouglans...

Quelles différences entre triathlon court et triathlon long ?

	Triathlon M (1,5/40/10km)	Triathlon L (3/80/20km)
Filière(s) sollicitée(s)	→Aérobic dominante 85%, 15% anaérobic →Départ = anaérobic alactique →Transition/attaque/sprint à l'arrivée = anaérobic lactique	→Aérobic stricte, 99% →Glycolyse aérobic →Lipolyse
Caractéristiques de la course	→Durée : 2h pour les meilleurs →Changements de rythme →Intensité proche du SV2, →Entre 85% et 95% FC Max → Dépenses énergétique : 600 kcal/h. 1200kcal sur la course →Cyclisme CLM ou DRAFTING →Nombre de concurrents limité	→Durée : 4h30 pour les meilleurs →Gestion constante →Intensité proche du SV1, → - de 80% de FC Max →Dépense énergétique : Au moins 2500kcal sur la course →Cyclisme CLM →Grand nombre de concurrents

	Spécificité du Triathlon L (LD, longue distance : 3/80/20km)
Lors du mode de locomotion Aquatique	Gestion constante Utilisation majoritaire des bras pour se propulser Economie d'énergie au niveau des membres inférieurs, renforcé en plus par le port de la combinaison néoprène (améliore gainage et flottaison)
Mode de locomotion cycliste	Gestion constante, sauf si parcours avec du relief ou des cols Optimisation de la position sur le vélo (Aérodynamisme et confort car la course à pied suit) Hydratation et alimentation régulière (gels, barres, sucré, salé)
Mode de locomotion pédestre	Gestion constante Hydratation et alimentation modérée Economie du geste Relâchement des bras

**SV1 : 1er seuil ventilatoire, également appelé seuil aérobie, correspond au moment où la filière anaérobie commence à être sollicitée pour couvrir les besoins en énergie. L'organisme est néanmoins en régime stable car il parvient à dégrader les déchets produits. [C] H+ 2mmol/L.*

**SV2 : 2ème seuil ventilatoire, également appelé seuil anaérobie, il correspond à la limite au delà de laquelle l'acide lactique s'accumule au sein des muscles. L'arrêt de l'exercice ou la baisse de l'intensité interviendront de manière certaine. [C] H+ 4mmol/L. C'est une intensité voisine de celle pouvant être maintenue sur un triathlon courte distance. Vitesse à partir de laquelle l'effort devient difficile (15 sur l'échelle) et la fréquence respiratoire s'accroît fortement. ⁽⁴⁰⁾*

1. Le triathlon Longue Distance, plus précisément ?

La particularité des triathlons longue distance est que la partie cyclisme se déroule toujours selon la modalité « drafting interdit ».



Figure 1 : Equipement partie cyclisme sur triathlon LD Belfort

Cela signifie que l'abri -

aspiration derrière les autres triathlètes est proscrit. Cela revient à réaliser une partie « cyclisme » en contre la montre, en témoigne le matériel adopté d'ailleurs par tous les spécialistes : Vélo de contre la montre, roues profilées, voir pleine, casque profilé,

La zone d' « Aspiration abri » est définie par les zones blanches ci-dessous :

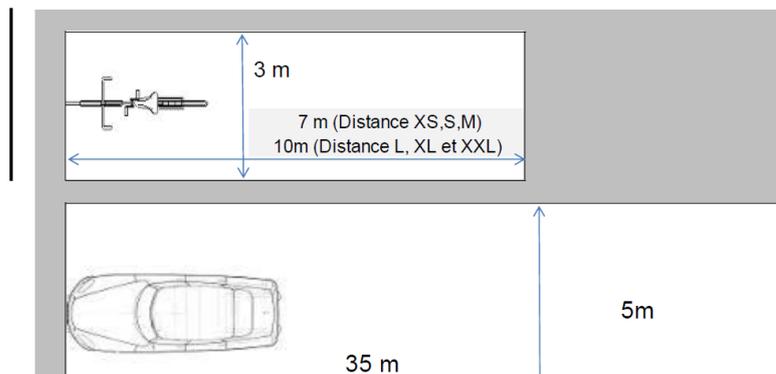


Figure 2 : Distances règlementaires

prolongateurs, bidon intégré sur l'avant, position fessiers sur l'avant de la selle (bec de selle)... Le règlement stipule que 10 mètres doivent être laissés, dans un plan médian, entre la roue avant d'un concurrent (X) et celui qui le suit (Y).

Lorsqu'un concurrent

double, il doit alors dans ce cas laisser 3 mètres en latéral avec son concurrent. Sur le terrain, sur certaines routes, c'est parfois difficile, surtout lorsqu'une règle se surajoute sur certains parcours : interdiction de franchir la ligne blanche de milieu de route...

Ce règlement est donc appliqué par les arbitres de course qui surveillent la partie cyclisme,

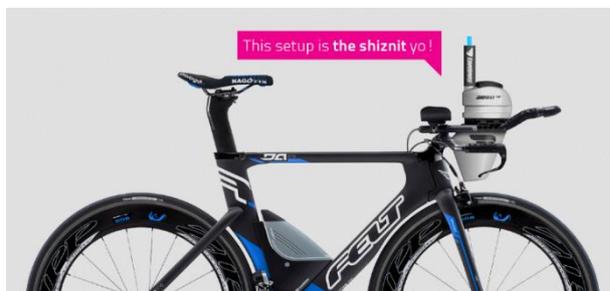


Figure 3 : Matériel spécifique cyclisme LD

veillent au respect des règles et sanctionnent les fautes. Lorsqu'un concurrent ne respecte pas la règle du drafting, un carton noir peut être infligé, celui la implique une boucle de pénalité en course à pied. Le deuxième type de sanction est le « stop and go », signalé par

l'arbitre, le triathlète doit descendre de son vélo, mettre pied à terre, puis peut repartir au

signal de l'arbitre. La plus utilisée aujourd'hui, relativement récente, est la « prison », le triathlète écope d'une pénalité de temps, dû à une faute sur la partie cyclisme. Il effectuera cette pénalité en rejoignant un box durant un certain temps (2 à 20 minutes environ) juste avant de partir pour la course à pied ou en cours de partie course à pied. La dernière sanction est le carton rouge, synonyme d'exclusion de la course. Le carton est utilisé pour les fautes graves et irréversibles comme le non-respect des parcours, le franchissement de ligne blanche en fait partie. ⁽⁴⁰⁾ ⁽⁴¹⁾

Sur le format long, c'est-à-dire à partir de 2km de natation, 90km de cyclisme et 20km de course à pied, il y existe plusieurs stratégies, cependant sur longues distances, la plus souvent utilisée, sans forcément le savoir d'ailleurs, est la stratégie de gestion constante, nous y reviendrons plus précisément dans la partie « définition du terme de gestion d'effort », p.12. Le passage du mode de locomotion cycliste au mode de locomotion pédestre pose de nombreux problèmes. En effet du point de vue physiologique, de nombreux mécanismes interviennent pour réguler ce passage d'une position demi-assise et buste couché, portée, à une position verticale ⁽⁷⁾. Ces mécanismes cités ensuite, sont d'autant plus important lorsque l'effort est long. C'est pour cela que ces compétitions longues, enchainant différents modes de locomotions, demandent une préparation spécifique à ces changements de position.

Après le cyclisme, pourquoi la performance course à pied est-elle altérée?

- Un changement de position intervient, il y a un passage d'une position ½ assise, buste couché sur le vélo en position aérodynamique, de recherche de vitesse (sport porté), à une position verticale, debout, où le triathlète doit alors supporter son poids à chaque foulée (sport en charge). L'organisation spatio-temporelle est perturbée par l'équilibration pour passer de la position horizontale en cyclisme à la position verticale du terrien, avec un changement de repères sensoriels. ⁽⁴²⁾ En effet, le passage du cyclisme à la course à pied provoque une perturbation proprioceptive notamment sur la vitesse de déplacement. Les repères visuels proviennent de la vitesse de défilement du paysage avec le regard fixe sur la trajectoire. Les repères auditifs proviennent du bruit par le déplacement des masses d'air. Le système de rééquilibration n'est pas encore ajusté lors du départ en course à pied. Pour gérer au mieux cet ajustement, la concentration doit s'effectuer sur la qualité du geste et l'alignement du corps par rapport aux points d'appui.

- S'accompagne à cela un changement de régime de contraction musculaire, on passe d'un mode de contraction concentrique en cyclisme (raccourcissement du muscle), à un mode de contraction pliométrique (succession allongement – raccourcissement).
- Les volumes circulants sont modifiés, il y a une redistribution du sang vers les autres muscles (membres inférieurs). ⁽²²⁾
- L'Acidose métabolique est présente avec une accumulation de H⁺. ⁽³⁴⁾
- Il y a diminution des réserves en glycogène (filières sollicitées: glycolyse aérobie). ⁽³⁵⁾
- Le corps peut être en état de déshydratation si la chaleur est présente, ou que l'apport d'eau n'est pas suffisant et régulier. ^{(36) (37)}
- Une fatigue centrale s'installe étant donné la sollicitation cardiovasculaire importante ainsi que la régulation permanente du système nerveux.

Les épreuves enchainées, longues :

Les épreuves sont souvent labellisées par les fédérations.

Il existe aussi des sociétés privées, qui proposent des courses à concept particuliers, beaucoup au niveau de la pratique longue distance, et très en vogue en ce moment.

Ironman : Le concept est simple : c'est le plus grand triathlon proposé sur terre, avec des distances officielles qui sont 3,8 km de natation, suivi de 180 km de vélo, drafting interdit, et pour finir un marathon, 42 km de course à pied. Ces courses ont lieu un peu partout sur chaque continent. Chaque course délivre un certain nombre de « slots », c'est-à-dire de places qualificatives, dans chaque catégorie, permettant de participer à la finale mythique, en Octobre, chaque année : l'Ironman d'Hawaii.



Tri Star : Celui-ci avait la particularité d'attirer particulièrement les cyclistes, car les organisateurs bouleversent la répartition du temps passé dans chaque mode de locomotion, puisqu'ils ne sont pas contraints par le règlement fédérale. Ils ciblent donc plutôt un public de triathlètes ayant pour point fort le cyclisme, ou même parfois de purs cyclistes. Leurs distances phares :



Format 111 : 1 km de natation, 100 km en cyclisme et 10 km en course à pied.

Format 222 : 2 km de natation, 200 km en cyclisme et 20 km en course à pied.

Néanmoins, cette société n'existe plus depuis début 2014, suite à des problèmes financiers.

2. Comment définir le terme de « gestion d'effort » ?

Cette notion de gestion d'effort est essentielle à maîtriser, dans la mesure où c'est le propos de notre expérimentation. Il est donc nécessaire d'y apporter des éléments de définition afin de mieux maîtriser ce champ. Dans le domaine du sport, nombreux sont les chercheurs qui s'intéressent à ce concept ^{(15) (19) (21) (22) (24) (26) (27) (29) (30) (31) (38)}, qui permet d'optimiser cette gestion pour repousser un peu plus les limites de performance des athlètes.

Si l'on s'attache à définir précisément ce terme de « gestion d'effort », commençons par définir ce qu'est « la gestion », puis ce que représente « un effort ».

Le terme gestion vient du verbe gerer : « comprend l'ensemble des techniques mises en œuvre dans une organisation afin qu'elle atteigne ses objectifs ». Bien que générale, cette définition s'applique bien au champ plus spécifique du sport, on y retrouve notamment la notion d'objectif. Alors que l'effort peut se définir de plusieurs manières. Murielle Garcin, dans « l'effort perçu, de l'échelle RPE à l'échelle ETL », s'attache à les définir sur différents plans. Sur le plan biologique, l'effort doit être saisi comme l'accroissement énergétique d'un organisme qui cherche à surmonter une résistance. ⁽⁴³⁾ Alors que d'un point de vue physiologique, l'effort consiste en une énergique contraction des muscles expirateurs qui se produit après une inspiration profonde et l'orifice glottique fermé. Et si l'on s'intéresse au champ psychologique, l'effort est alors l'engagement nécessaire du sujet qui mobilise ses forces afin de poursuivre l'exercice entrepris, lequel comporte un certain degré de pénibilité pour lui, et requiert toute son attention et sa volonté. Delignières (2012), le définit comme un engagement volontaire de l'individu, qui mobilise ses forces afin de poursuivre l'exercice entrepris.

Pour synthétiser nos propos, l'effort représente à la fois le phénomène objectif (travail, dépense énergétique) et subjectif (sensation et perception : prise de conscience). C'est donc la notion d'effort physique d'une part, et la sensation de pénibilité d'une autre. ⁽⁴³⁾

La gestion de l'effort est un mécanisme complexe, issu d'une régulation en partie consciente, mais aussi inconsciente. Le corps humain est capable de percevoir un effort. Il est donc capable de percevoir une difficulté en lien avec cet effort, comme l'a défini Borg, ⁽³⁹⁾, qui, on le verra par la suite, s'est attaché à quantifier cette difficulté. Plus l'athlète est entraîné et a l'habitude d'utiliser un indice de perception, plus il est capable de donner un indice de difficulté d'effort perçu précis (bien que celui-ci reste un indicateur subjectif).

Plusieurs outils d'évaluation de cette sensation, de cette difficulté, ont été mis au point pour qu'athlètes et entraîneurs aient un langage commun : CR10, échelle 6-20 de Borg (1981), et même échelle d'humeur avec les travaux de LeUnes & Burger (1998). Cette difficulté d'effort perçue est reliée à des paramètres physiologiques comme la force musculaire d'après Cafarelli (1982), la fréquence cardiaque, la ventilation, la fréquence respiratoire, la consommation d'oxygène et la lactatémie (Robertson 1982). Borg (1982) a établi que la difficulté d'effort perçue constitue le meilleur indicateur simple de l'effort physique, et intègre de nombreuses informations, notamment les multiples signaux périphériques renvoyés par les muscles actifs, les articulations, les systèmes cardiovasculaire et respiratoire ainsi que le système nerveux central lui-même. La difficulté d'effort perçue intègre aussi des paramètres de natures psychologique et affective (Hardy et Rejeski 1989; Rejeski et Ribisl 1980), de sorte que la sensation globale d'effort mesurée durant l'exercice constitue la manifestation consciente et verbale de l'intégration de ces signaux d'origines psychologique et physiologique (Hampson et al. 2001). Durant l'exercice, le système nerveux central est activé pour réguler les réflexes physiologiques de sorte à ce que ces derniers répondent à la demande énergétique imposée (St Clair Gibson et al. 2006).

La gestion d'effort peut être associée à la perception d'effort. En effet la perception d'effort est un indicateur permettant aux sportifs de gérer et doser leurs efforts. La perception se définit elle comme une faculté bio-physique, ou un phénomène physio-psychologique, qui relie l'action du vivant aux mondes et à l'environnement par l'intermédiaire des sens et des idéologies. Murielle Garcin explique que l'estimation générale de cette perception de l'effort semblerait inclure l'intégration de sensations qui résulteraient de différentes variables physiologiques (fréquence cardiaque, consommation d'oxygène, ventilation, fréquence respiratoire, lactate, pH, température de la peau, température centrale...) dont la contribution relative serait principalement dépendante des conditions de l'exercice. Mais cette estimation serait aussi psychologique avec les domaines cognitif, affectif, perceptif et de la personnalité qui peuvent indépendamment, ou en concert, influencer significativement l'évaluation de l'effort perçue. Tout cela contribue à l'explication du processus perceptif (Delorme, 1982). Pour résumer la notion de régulation d'effort, nous pouvons nous appuyer sur la figure suivante, mise en avant par le laboratoire C3S lors de son travail sur la perception de l'effort ⁽⁴³⁾, qui avait pensé par Noble et Robertson (1996).

Après avoir défini le terme de gestion d'effort, passons aux différentes stratégies d'allure existantes, afin de définir laquelle serait la plus adaptée à des efforts longs. Nous pourrions voir aussi dans notre enquête sur la pratique longue distance (Partie II), quelles stratégies sont adoptées actuellement par les triathlètes.

De manière générale, la « stratégie » est la conduite d'un ensemble d'opérations. Elle sous entend qu'on doit faire un choix dans l'action ou les opérations à effectuer. En effet, plusieurs manières existent pour réaliser ces opérations qui constituent l'action globale, ces manières de faire constituent donc des stratégies. Si l'on parle des « stratégies d'allures », dans le champ que nous explorons, à savoir le champ sportif, cela implique des conséquences au niveau physiologique, avec des variations de fréquence cardiaque, de pH...

Du point de vue physiologique, les stratégies d'allure ont été définies par Tucker et Noakes (2009) comme « l'optimisation de l'utilisation des ressources énergétiques lors d'une épreuve sportive, de sorte à atteindre le plus haut niveau de performance possible sans engendrer de défaillances physiologiques graves et irréversibles ». Dans cette perspective, il apparaît nécessaire pour comprendre les stratégies d'allure adoptées par un athlète en situation de compétition, de cerner les interactions entre les variations d'allure et la réponse physiologique à l'exercice, en fonction du type d'épreuve réalisée et des conditions environnementales de pratique.

Concernant l'environnement et plus précisément les conditions pouvant influencer sur les stratégies d'allures : La disponibilité des substrats énergétiques est souvent identifiée comme un facteur limitant de la performance sportive. L'épuisement durant un exercice de longue durée est souvent expliqué dans la littérature par la déplétion du stock glycogénique hépatique (Bergstrom et al. 1967; Havemann et al. 2006; Rauch et al. 2005). Dans cette perspective, si la stratégie d'allure est effectivement régulée de sorte à prévenir la survenue de défaillances physiologiques graves, alors la stratégie d'allure adoptée lors d'une épreuve maximale, où celle-ci est laissée libre, est susceptible d'être influencée par des stratégies nutritionnelles conduisant à une modification du stock glycogénique, aux niveaux musculaire et hépatique. D'où l'importance de contrôler et d'orienter l'alimentation des individus qui ont réalisé les tests, avant le premier test et entre chaque test (Tableau 2, p.33).

Elément déterminant à mettre en relation, la gestion d'effort est fonction de la durée. Notre protocole questionne la problématique de gestion sur une durée déjà relativement longue, bien qu'insuffisante en durée pour être rangé dans la classe « ultra endurance » (Effort de plus de 6h). Le Meur (2010) a modélisé les différentes stratégies d'allures existantes dans les activités sportives de compétition, puis a défini les facteurs d'influence agissant sur ces stratégies d'allures. En triathlon, on peut rapidement écarter certaines stratégies, comme celle de l'allure croissante, ou l'allure parabolique, ne trouvant pas leurs places dans la logique interne du triathlon.

La première modélisation pouvant convenir est la **stratégie d'allure décroissante**. C'est d'ailleurs celle que Yann Le Meur retient pour les triathlons format olympique avec drafting autorisé. En effet, Vleck et al (2006) ont montré à la suite d'une expérimentation sur une manche de coupe du monde de Triathlon, à Lausanne, en 2002, que la stratégie d'allure est décroissante dans les 3 modes de locomotion du triathlon. Dans la légende, les « 1^{er} 50% » désignent, parmi tous les participants, la moyenne du groupe des participants ayant réalisés un temps course à pied classé dans la première moitié du classement des temps courses à pied, isolés. Alors que « 2^{ème} 50% » représente la seconde moitié de l'effectif total, représentant les moins bons temps sur les 10km du mode de locomotion pedestre.

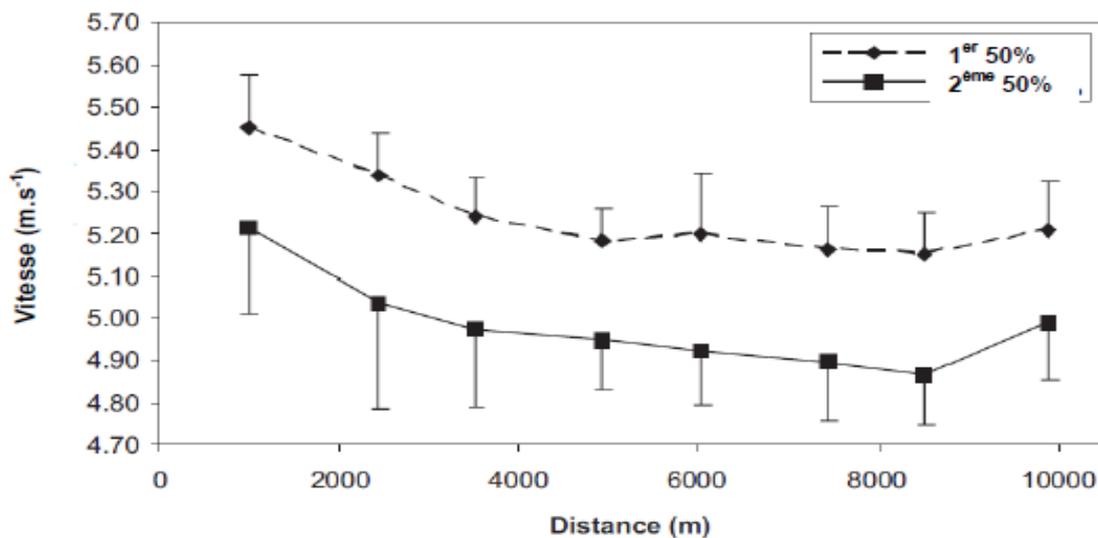


Figure 5. Evolutions de la vitesse de course moyenne, des premiers et des derniers 50% des compétiteurs engagés, lors de l'épreuve de Coupe du Monde de triathlon de Lausanne en 2002. La vitesse était significativement différente entre les deux groupes sur toutes les portions du parcours pedestre ($p < 0.01$). D'après Vleck et al. (2006).

Cette stratégie d'allure décroissante est adoptée majoritairement dans les épreuves de durée relativement courte, type 800m ou 1500m en athlétisme. On la retrouve aussi sur les triathlons distance olympique, dans chaque mode de locomotion : la partie natation dure en moyenne 18 minutes, la partie cyclisme est bouclée en 1h et la partie course à pied, couru en à peine plus de 30' pour les meilleurs mondiaux à titre indicatif.

Lors de compétitions d'ultra endurance (Abbiss et al. 2006; Laursen et al. 2005; Laursen et al. 2002; Martin et al. 2010; Neumayr et al. 2002; Neumayr et al. 2004; O'Toole et al. 1998), ce sont des courbes de FC décroissantes qui sont exposées. Les investigations sont modélisées dans la figure 6, ci-dessous.

Par exemple, des études ont montré que la fréquence cardiaque diminue en moyenne de 1 à 2% par heure lors d'épreuves de cyclisme et de triathlon durant entre 6 et 24 heures, réalisées par des sportifs amateurs. (Laursen et al. 2005; Neumayr et al. 2004) ou « élite » (Neumayr et al. 2004).

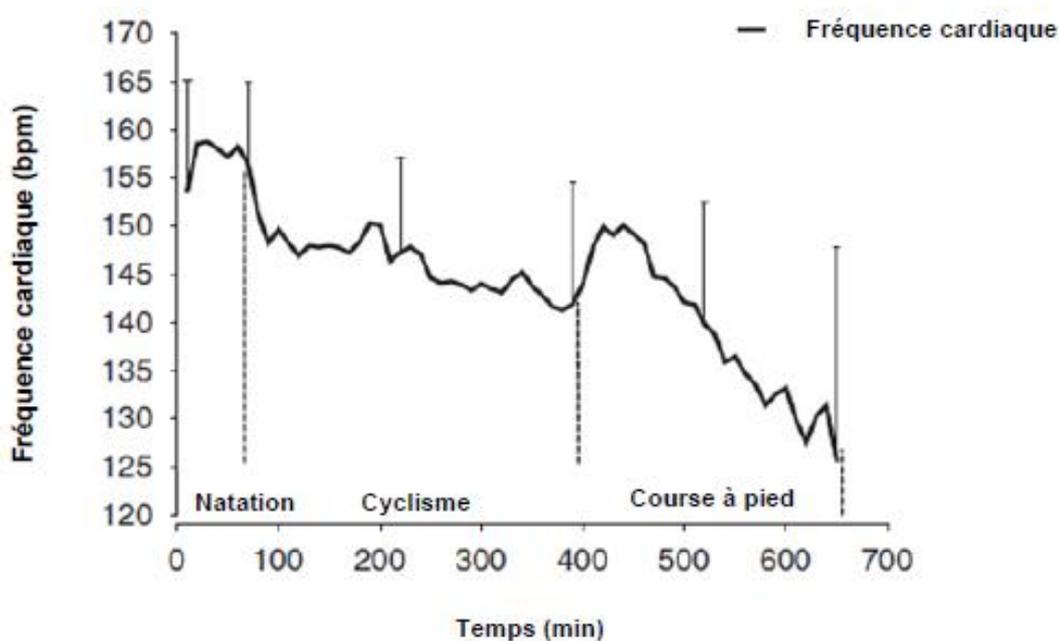
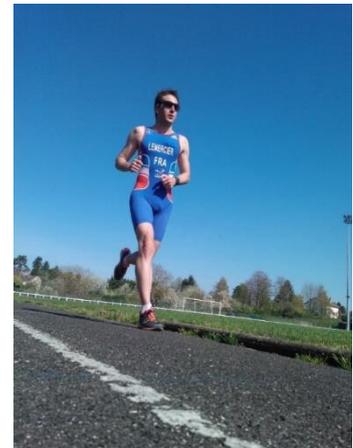


Figure 6. Exemple de stratégie d'allure décroissante révélée par la baisse de la fréquence cardiaque durant un triathlon longue distance Ironman ; n = 27. D'après Laursen et al. (2005); Laursen et al. (2006).

La deuxième stratégie d'allure, pouvant être optimale, sur une partie cyclisme au profil montagneux uniquement, d'un triathlon, est **l'allure variable, la stratégie stochastique**. Celle-ci consiste à adopter une stratégie d'allure non constante, avec une puissance supérieure à la moyenne sur les parties ascendantes, et une puissance inférieure à la moyenne lors des parties descendantes. C'est dans cette perspective et grâce à l'utilisation du modèle mathématique, que Di Prampero et al.(1979) et, Swain (1997) ont montré qu'il est possible d'améliorer la performance lors d'une épreuve cycliste de contre-la-montre de 10km en augmentant la puissance de pédalage dans les portions ascendantes et en la diminuant dans les portions descendantes, plutôt qu'en maintenant une puissance strictement constante tout au long de l'épreuve (22,8min contre 24,3min). Cette stratégie est basée sur le postulat que sur un circuit vallonné, une plus grande portion du temps de course globale est passée dans les portions ascendantes que dans les portions descendantes, à condition que celles-ci soient d'un dénivelé identique (Swain, 1997). En augmentant le travail produit dans les sections en montée et en le diminuant dans celles en descente, les cyclistes sont ainsi capables de maintenir une allure plus constante, se concrétisant par une meilleure performance globale (Swain 1997).

La troisième stratégie est la plus connue, **l'allure constante**, est utilisée dans de nombreux sport se déroulant sur la base d'une épreuve de locomotion, individuel, et de longue durée dans la majorité des cas. La natation longue, et le cyclisme avec le record de l'heure, sont des exemples de cette stratégie appliquée.

C'est sur ce modèle là que nous allons mettre en place nos tests d'enchaînement cyclisme – course à pied.



3. But du travail et hypothèse

Notre postulat est qu'il existerait une allure cyclisme optimale, permettant de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting). Si l'on se réfère aux revues scientifiques, l'allure spontanée, que l'on peut définir comme gestion personnelle,⁽²¹⁾ devrait permettre de réaliser la meilleure performance.

Cependant, la règle n'est pas toujours vraie, on a pu voir, notamment dans mon travail de Master 1, que la fréquence de pédalage spontanée pour les distances longues (60 km de cyclisme sur home trainer) ne permettait pas la meilleure performance pour la course à pied qui suit, c'est la modalité -10% de la fréquence de pédalage spontanée qui permettait la meilleure performance, sur les 15 km de course à pied suivant.

Le but de notre travail était d'explorer différentes allures en cyclisme par rapport à une allure cyclisme de référence afin de définir si une des allures semblaient optimale à la performance sur l'enchaînement cyclisme – course à pied, à l'issue des tests.

Nous avons émis l'**hypothèse** qu'une allure « cyclisme » en léger surrégime (- 3% du temps) par rapport au test étalon, permettrait de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting). Le gain de temps obtenu sur la partie cyclisme ne serait pas complètement perdu sur la partie course à pied, sur des longues distances d'enchaînement, par conséquent un gain de temps serait réalisé sur l'enchaînement.

Nous allons donc exposer les résultats de notre enquête dans la partie qui suit, puis dans la partie III nous aborderons les tests de terrains que nous avons mis en place pour évaluer l'impact des différentes gestions possibles sur la partie cyclisme d'un triathlon.

PARTIE II : ENQUETE SUR LA GESTION DE L'EFFORT SUR DES EPREUVES LONGUES, CHEZ DES TRIATHLETES

1. METHODE

Une enquête a été menée auprès de triathlètes de tous niveaux confondus, licenciés dans les clubs de triathlon, principalement en Franche-Comté (FC), afin de mieux connaître leur vision de la gestion d'effort et leur manière de l'appliquer, sur des courses longues. Le questionnaire, sous forme numérique, devait être simple, rapide et anonyme afin d'obtenir le maximum de réponses, pour cela j'ai utilisé Google docs qui est un outil simple et efficace pour réaliser des questionnaires de ce type.

Ainsi, au mois de Février 2015, un e-mail a été envoyé aux triathlètes Franc-comtois participants à des épreuves longues en triathlon, ainsi qu'à des triathlètes non Franc-comtois via le réseau social Facebook. Les participants avaient alors juste à cocher les réponses.

Le questionnaire complet est disponible en consultant le lien : https://docs.google.com/forms/d/1tT6vBooHx7pKNHwv8vx_e_GLU5_6MFMSwLe1TTP70tI/viewform

2. RESULTATS

Nous avons analysé les résultats du questionnaire, auquel 85 triathlètes ont répondu. Dans une première partie les détails chiffrés sont compilés dans un tableau, puis une deuxième partie est réservée à l'analyse de ces résultats.

	Nombre de réponses	Pourcentage (%)
Effectif	85	
Age		
20-29 ans	31	36.5 %
30-39 ans	23	27.1 %
40-49 ans	29	34.1 %
50-59 ans	2	2.4 %
Plus de 59 ans	0	0 %
Sexe		
Une femme	13	15.3 %
Un homme	72	84.7 %
Spécialité (2 réponses possibles)		
Triathlon	83	97.6 %
Duathlon	16	18.8 %
Aquathlon	4	4.7 %
Triathlon des neiges	2	2.4 %
Cross triathlon	8	9.4 %
Bike and run	3	3.5 %
Niveau de pratique		
International	6	7.1 %
National	20	23.5 %
Interrégional	13	15.3 %
Régional	23	27.1 %
Départemental	23	27.1 %
Expérience en sport		
1 an	0	0 %
2 à 5 ans	5	5.9 %
6 à 10 ans	13	15.3 %
11 à 20 ans	23	27.1 %
Plus de 20 ans	44	51.8 %
Expérience sur triathlon longues distances		
1 an	14	16.5 %
2 à 5 ans	43	50.6 %
6 à 10 ans	21	24.7 %
11 à 20 ans	6	7.1 %
Plus de 20 ans	1	1.2 %

Expérience pratique sportive triathlon toute distance		
1 an	2	2.4 %
2 à 5 ans	32	37.6 %
6 à 10 ans	28	32.9 %
11 à 20 ans	18	21.2 %
Plus de 20 ans	5	5.9 %
Nombres de triathlon longue distance réalisés		
1	7	8.2 %
Entre 2 et 5	26	30.6 %
Entre 6 et 10	32	37.6 %
Entre 11 et 20	15	17.6 %
Plus de 20	5	5.9 %
Volume d'entraînement hebdomadaire moyen		
Plutôt 8h	24	28.2 %
Plutôt 12h	31	36.5 %
Plutôt 15h	23	27.1 %
Plutôt 20h	6	7.1 %
Plutôt 25h	1	1.2 %
Plus de 30h	0	0 %
Volume d'entraînement maximal sur 1 semaine		
15h	21	24.7 %
20h	13	15.3 %
25h	16	18.8 %
30h	16	18.8 %
35h	13	15.3 %
Plus de 40h	6	7.1 %
Mode de locomotion préféré sur triathlon longue distance		
Partie Aquatique	7	8.2 %
Partie Cycliste	52	61.2 %
Partie Pédestre	26	30.6 %
Mode de locomotion où ils sont les plus performants		
Partie Aquatique	18	21.2 %
Partie Cycliste	41	48.2 %
Partie Pédestre	26	30.6 %
Cause associée au plus gros échec sur course LD		
Gestion de l'effort	23	27.1 %
Nutrition / hydratation	36	42.4 %
Préparation / entraînement	26	30.6 %
Cause associée à la meilleure performance sur course LD		
Gestion de l'effort	32	37.6 %
Nutrition / hydratation	6	7.1 %
Préparation / entraînement	47	55.3 %
Gestion partie cyclisme		
Plutôt gestion planifiée	49	57.6 %
plutôt en fonction du contexte	36	42.4 %
→ Si planifiée		
Progressive tout le long du parcours	3	3.9 %

Constante	45	59.2 %
Constante, mais en levant le pied sur la fin du parcours cyclisme	28	36.8 %
→ Si en fonction du contexte		
Vos sensations	61	83.6 %
Les autres concurrents	8	11 %
Le public	0	0 %
Le compteur	4	5.5 %
Stratégie pour réaliser meilleur performance sur l'enchaînement complet cyclisme-Càp		
Légèrement en surrégime sur la partie cycliste	16	18.8 %
Légèrement en sous-régime sur la partie cycliste	69	81.2 %
Importance nutrition / hydratation sur LD		
Je suis très attentif avant, pendant et après	44	51.8 %
Je suis assez attentif avant, pendant et après	28	32.9 %
Je suis très attentif pendant uniquement	7	8.2 %
Je suis assez attentif pendant uniquement	6	7.1 %
Gestion partie pédestre		
Plutôt gestion planifiée	41	48.2 %
Plutôt en fonction du contexte	44	51.8 %
Si en fonction des circonstances, influencé par		
Vos sensations	68	86.1 %
Les autres concurrents	8	10.1 %
Le public	3	3.8 %
Evolution de l'allure		
Progressive tout le long du parcours	10	11.8 %
Constante	46	54.1 %
Dégressive	29	34.1 %
Instruments utilisés pour optimiser gestion de course		
Rien	14	16.5 %
Capteur de puissance	27	31.8 %
cardio fréquencemètre	52	61.2 %
GPS	49	57.6 %
Métronome	13	15.3 %
Autre	8	9.4 %
Fréquence d'utilisation à l'entraînement		
Tout le temps (au moins 9 fois sur 10)	48	60 %
Très souvent (au moins 7 fois sur 10)	14	17.5 %
Régulièrement (au moins 5 fois sur 10)	10	12.5 %

De temps en temps (au moins 2 fois sur 10)	4	5 %
Jamais	4	5 %
Fréquence d'utilisation en compétition		
Tout le temps (au moins 9 fois sur 10)	45	57 %
Très souvent (au moins 7 fois sur 10)	11	13.9 %
Régulièrement (au moins 5 fois sur 10)	10	12.7 %
De temps en temps (au moins 2 fois sur 10)	5	6.3 %
Jamais	8	10.1 %
Modèle capteur de puissance		
SRM	1	3.2 %
Power 2 Max	12	38.7 %
Powertap	9	29 %
Autre	9	29 %

Tableau 1 : Résultats du questionnaire

2.1 Analyse globale

Tous les triathlètes ayant répondu à cette enquête ont entre 20 et 59 ans, 97% d'entre eux ont moins de 49 ans. Cela est bien en concordance avec le public majoritairement présent sur ces courses longues, comme indiqué dans la lettre des entraîneurs FFTRI, de Septembre 2013, indiquant avoir relevé que 9 pratiquants LD sur 10 font partie de la tranche d'âge 20-50 ans ⁽⁴⁰⁾.

Sur les 6 disciplines enchainées existantes répertoriées et reconnue par la Fédération Française de Triathlon, 2 réponses étaient acceptées par sujet. 97% ont reconnu le triathlon comme leur discipline favorite.

61% des triathlètes disent préférer la partie cycliste sur les triathlons longs. 48% disent être le plus performant sur ce mode de locomotion. Cela confirme que le cyclisme est bien l'activité centrale, le mode de locomotion incontournable des pratiquants longues distances. Les triathlètes viennent sur ces courses pour faire du cyclisme !

On peut expliquer cela par une démonstration plus mathématique :

En moyenne, sur un triathlon Format L (et sur les différents formats longs en général), parcouru en 4h30, 2h15 sont passé sur le vélo, soit la moitié de la course, 50% du temps.

Sur cette partie essentielle et déterminante pour la performance et le classement final, la gestion de l'effort en cyclisme et course à pied est donc une question essentielle.

Cela nous permet de rebondir sur la question suivante, centrale, car c'est notre problématique. Nous leur demandions, pour eux, quel type de gestion permet de réaliser la meilleure performance sur l'enchaînement cyclisme-course à pied. 4 personnes sur 5 pensent qu'une gestion prudente de la partie cyclisme permet ensuite d'être plus performant en course à pied, et d'être gagnant du point de vue chronométrique sur l'ensemble de l'enchaînement. Par conséquent, seulement 1 personne sur 5 partage notre hypothèse qu'une allure cyclisme en léger surrégime par rapport au test étalon, - 3% du temps cyclisme du premier test étalon, permettrait de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting).

Concernant les plus gros échecs des triathlètes sur des triathlons longs, ils les assimilent dans 43% des cas à une mauvaise nutrition et hydratation, alors que 27% les assimilent plutôt à une mauvaise gestion de l'effort. On peut laisser supposer 2 possibilités, car nous n'avons pas demandé plus de précisions à ce sujet dans l'enquête : un surrégime bien trop important à un moment donné, ou une économie trop importante sur le début de course, aboutissant à une répartition de l'intensité d'effort non-optimale.

En revanche, lorsqu'on parle des meilleures performances réalisées, la préparation (entraînement) est mise en avant dans 55% des cas, tandis que 37% attribuent eux cette réussite une gestion d'effort optimale ou presque.

Concernant le matériel de mesure permettant de contrôler sa gestion d'effort, le cardio fréquencemètre est l'instrument le plus utilisé devant le capteur de puissance. D'autres, réticents, ne préfèrent rien utiliser et se fier à leurs sensations et ressentie de l'effort (16%).

2.2 Analyse par genre

16% des sujets participant à l'enquête étaient des femmes. C'est en dessous de la part de femmes licenciées à la Fédération Française de Triathlon, à 24% en 2015, part encore légèrement plus importante sur notre territoire Franc-comtois, avec 27% de licenciées.

Toutes s'entraînent actuellement entre 8h et 15h par semaine. Leur mode de locomotion préféré dans le triathlon long est clairement la course à pied pour les femmes, avec 70% des réponses. Les femmes ne viennent clairement pas pour nager sur longues distances (7%).

Si l'on s'intéresse de plus près à la partie cycliste, 81% des femmes adoptent une gestion constante sur la partie cycliste, c'est plutôt rassurant dans notre perspective de maîtrise et de gestion des allures de course. La question suivante spécifiait cette notion par rapport à la logique interne triathlon, où après la partie cycliste, suit immédiatement la course à pied. La gestion était « purement » constante pour 55% d'entre elles, pour les autres 45%, elle est constante, mais en levant le pied sur la fin de la partie cycliste. Dans notre protocole (partie III), c'est un élément que nous ne pouvions pas intégrer car cette différence serait difficile à quantifier et à mesurer clairement en milieu ouvert.

2.3 Analyse par niveau de pratique

7% des sujets indiquent être, ou avoir été, au niveau international durant leur carrière. 23% indique avoir un niveau national. Cela constitue une part de 30% de l'échantillon total, à savoir 26 individus sur 85 au total, étant dans une optique d'optimisation de la performance. Nous pouvons donc développer cette partie. Ils ont indiqué s'entraîner entre 15h et 25h par semaine en moyenne.

Sur la partie gestion, pas de différence avec l'analyse globale. En revanche au niveau du matériel, 65% utilisent tout le temps ou presque tout le temps un capteur de puissance ainsi qu'un cardio fréquencemètre. Cela leur permet de contrôler leur gestion d'effort via un écran de contrôle (compteur). Ils contrôlent le facteur « puissance développée », comprenant

la force appliquée sur les pédales et la vitesse à laquelle ils tournent les jambes, au niveau périphérique.

Au niveau central, la fréquence cardiaque est un indicateur sur lequel ils s'appuient, pour vérifier qu'ils soient bien dans la zone d'intensité d'effort souhaité, pour optimiser cette gestion d'effort en vue d'effectuer la meilleure performance possible sur l'enchaînement des trois modes de locomotions.

Si l'on dissocie les 2 niveaux de pratique étudié dans ce paragraphe, on observe des spécificités chez les meilleurs, les internationaux. D'abord, la partie où ils sont les meilleurs est la course à pied dans 66% des cas, on explique cela car à haut niveau, cette pratique nécessitant de déplacer son poids de corps avec une pré fatigue importante, crée des écarts importants entre les concurrents, au même titre que la partie cycliste.

Quant à la meilleure course de leur vie, chez les internationaux, 66% l'assimile à une gestion de l'effort adaptée, qu'ils avaient planifié précisément au préalable. Ce n'est pas le cas chez les triathlètes de niveau national où 30% associent la réussite à cette gestion, car la majorité l'associe à la préparation et l'entraînement (60%). Le reste l'attribue à un plan nutrition et hydratation parfait ce jour-là (10%).

3. DISCUSSION

Il existerait une allure cyclisme optimale, permettant de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting).

Nous avons émis l'hypothèse qu'une allure « cyclisme » en léger surrégime (- 3% du temps) par rapport au test étalon, permettrait de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting).

La partie cycliste sur laquelle nous nous focalisons ressort bien dans l'enquête menée, comme le mode de locomotion principal sur longue distance, mais aussi comme le préféré des triathlètes.

Concernant la gestion de l'effort sur cette partie, les sportifs sont plutôt prudents sur ces courses longues, où 4 personnes sur 5 disent réaliser la partie cycliste légèrement en dessous de leurs limites afin de pouvoir réaliser la meilleure performance sur l'ensemble de l'enchaînement. Cela va à l'encontre de notre hypothèse, et peut poser d'une part la question de la réelle connaissance de ce public concernant la gestion d'effort optimale. Dans la société d'aujourd'hui, les idées reçues sont très nombreuses, parfois infondées, mais bien ancrées, notamment grâce aux nombreux canaux de communication existants. Mais d'autre part, cela permet aussi de constater l'originalité du protocole proposé par la suite, afin d'en savoir plus sur la pertinence ou pas, de notre hypothèse.

Sur longues distances, la gestion de l'effort dépend aussi du plan adopté durant la course concernant la nutrition et l'hydratation. Sharwood et al (2004) explique l'importance d'une nutrition et d'une hydratation adaptée. Nous abordons cet aspect dans l'enquête, ainsi 43% des triathlètes assimilent leur plus gros échec à cet aspect nutritionnel pendant la course. Les déterminants de ce plan nutritionnel sont un apport en glucide régulier, un apport suffisant en minéraux et une hydratation adaptée. Les quantités dépendent de plusieurs facteurs : poids de l'athlète, intensité de l'effort, température extérieur, état de forme,⁽²³⁾⁽³²⁾⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾ et s'effectuent en réponse aux dépenses énergétiques et besoins physiologiques engendrées par cet effort long.⁽³³⁾ Nosaka et al. (2010) se sont eux intéressés à l'impact de cet effort physique de longue durée, et de la récupération et reconstruction physiologique post-effort. Pour un effort de 10h, ce sont environ 5000kcal qui sont brûlées et qui devront être rapportées assez rapidement à l'organisme, ainsi qu'environ 5L d'eau perdu sous forme de sueur et par les urines.

Le plus gros échec à un objectif majeur est assimilé à la gestion dans 27% des cas. Ici il semble important d'énoncer une limite du questionnaire : il n'était pas demandé directement après cette question si cet échec avait été occasionné par une gestion inadaptée, avec une intensité trop élevée sur le début de course ou à un moment précis, ou à l'inverse une économie d'énergie et une intensité trop basse sur la première partie de course.

Concernant le matériel utilisé par les triathlètes, le cardio-fréquencemètre est de loin l'outil le plus apprécié, utilisé, et maîtrisé. D'abord utilisé à l'entraînement pour découvrir, maîtriser et ajuster ses plages de fréquences cardiaques (Zones en % de FC Max), une partie l'utilise également en course afin de contrôler l'intensité à laquelle ils sont et dans laquelle ils doivent être, afin d'optimiser leur gestion de course. A noter une particularité sur triathlon, encore aujourd'hui, peu de systèmes sont capables d'enregistrer la fréquence cardiaque sous l'eau. En plus de cela, il n'y a pas intérêt à avoir la FC en instantanée dans l'eau puisque l'organisation de la nage ne permet pas de voir les informations sur l'écran de la montre, puisque les bras sont tout le temps en action, effectuant des mouvements type circulaire qu'il ne faut pas interrompre, dans un but d'efficacité. Nous pouvons mettre en avant deux raisons majeures expliquant une meilleure optimisation de la gestion d'effort chez des experts, en comparaison avec des confirmés. D'une part, les experts ont une plus grande connaissance de leurs corps, et du ressenti des processus physiologiques qui interviennent lors d'un triathlon, l'interoception est importante. D'autre part, ils bénéficient d'outils de mesure performants et adaptés (Cardio-fréquencemètre, capteur de puissance...) afin de réguler encore plus précisément leur intensité d'effort et donc leur gestion de course. Cela est confirmé par une des questions suivantes de l'enquête concernant l'attribution de la meilleure performance. Les sujets internationaux de l'enquête, disent attribuer leur meilleure performance à une gestion de l'effort optimale le jour-J. On peut expliquer cette différence par le fait qu'à haut niveau, la préparation est primordiale, certes, mais la différence peut se faire aussi sur des subtilités plus fines le jour de la course, notamment la gestion de course, tellement le niveau des compétiteurs est homogène.

Alors que les confirmés, de niveau régional ou national, accordent cette réussite en majorité à la préparation et l'entraînement réalisé en amont.

Après avoir exposé et analysé les habitudes et différentes stratégies de gestion d'effort, utilisées par les triathlètes, sur des courses longues, à l'aide de notre enquête, nous allons donc aborder la partie III, les tests de terrains que nous avons mis en place, afin d'évaluer l'impact des différentes gestions possibles sur la partie cycliste d'un triathlon.

PARTIE III : PROTOCOLE EXPERIMENTAL **ENCHAINEMENT CYCLISME – COURSE A PIED**

1. METHODE

3 sujets, masculins, Triathlètes de niveau national ont pris part à cette étude. Ils sont âgés de 22 ans à 50 ans et disposent d’au moins 6 ans de pratique du triathlon (6 ± 3 ans), ils réalisent tous des compétitions chaque saison, courte distance, longue distance ou Ironman.

	Masse (kg)	Taille (cm)	âge
Moyenne	66,5	1,76	32
Ecart type	± 3 kg	± 3 cm	± 8 ans

1.1 Vue générale de l'étude



Chaque sujet a réalisé les 5 tests décrit ci-dessous, en réalisant à chaque test un enchaînement de 80km de cyclisme et 15km de course à pied.

- 1- Test d'habituatation, réalisation de l'enchaînement dans les conditions des vrais tests. Ce test était nécessaire aux triathlètes pour qu'ils puissent découvrir l'environnement, le parcours, la piste.
- 2- Test Enchaînement cyclisme - course à pied n°1, avec enchaînement allure et gestion libre, mais avec comme objectif de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement (cyclisme, transition et course à pied). Ces temps nous servent d'étalon (situation de référence), c'est en fonction des temps recueillis que nous fixerons le temps cyclisme des tests suivants.

3- Test Enchaînement cyclisme - course à pied n°2, avec partie cyclisme à + 3% du temps réalisé au premier test, même objectif : meilleur temps chronométrique possible.

4- Test Enchaînement cyclisme - course à pied n°3, avec partie cyclisme à - 3% du temps réalisé au premier test, même objectif : meilleur temps chronométrique possible.

5- Test Enchaînement cyclisme - course à pied n°4, avec partie cyclisme à - 5% du temps réalisé au premier test. Même objectif : meilleur temps chronométrique possible.

Même cadence de pédalage que le test enchaînement n°1

Randomisé

Ce protocole nous permet de nous rapprocher au maximum de la course « triathlon », où les athlètes ne résonnent pas en terme de durée mais bien en terme de distance, la stratégie de gestion est différente, comme le démontre les travaux de Timothy Noakes⁽¹⁵⁾. L'objectif est de simuler au mieux ces conditions de course. Nous avons choisi de réaliser 5 tests, ce choix s'explique d'abord par le nombre maximal de test que nous pouvons faire passer à chaque triathlète. En terme de logistique, il était difficile mettre en place davantage de tests. En termes de charge d'entraînement pour les triathlètes, nous ne pouvions pas dépasser les 5 semaines de tests, à raison d'un test par week-end. Au delà, nous aurions pu exposer les athlètes à un réel risque de se blesser, ou de rentrer dans un processus de surmenage, voir de surentrainement. De plus, nous avons choisi de réaliser 2 tests avec un cyclisme réalisé plus rapidement que le test étalon, et un seul réalisé plus lentement. Nous avons choisi d'être plus précis, avec deux tests sur l'allure cyclisme supérieur au test étalon, car nous supposons que la meilleure performance soit réalisée avec cette modalité de réalisation.

1.2 Protocole

Nous avons veillé à ce que les tests se déroulent dans les mêmes conditions. A savoir des conditions climatiques semblables. Pour cela nous avons relevé les conditions météorologiques à chaque journée test avec les informations suivantes : Température extérieure, vent, humidité, ensoleillement, état de la route.

La consigne donnée à chaque triathlète était : « réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'ensemble de l'enchaînement cyclisme – course à pied ».

La transition doit se réaliser le plus rapidement possible conformément à la logique interne de la course en triathlon. Le temps est mesuré à partir du moment où le triathlète descend du vélo, jusqu'au moment où il franchi la ligne matérialisant au sol le début de la partie course à pied (Il y a donc un temps cyclisme – un temps transition (très court) – un temps course à pied - et un temps total (additionnant les 3 précédant).

6 jours au moins séparent chaque test pour un athlète donné, cette durée a été choisie car elle est suffisamment longue pour que l'athlète ait récupéré totalement, et suffisamment courte pour ne pas induire un effet entraînement entre le premier et le dernier test (maximum 1 mois et demi pour réaliser les 5 tests).

Voici le programme imposé à chaque fois durant ces 6 jours pour, d'une part, assurer une période de repos suffisante pour que le triathlète ait récupéré. D'autre part que le triathlète débute chaque nouveau test avec des conditions de pré-test similaire, pour que notre protocole soit le plus cohérent et recevable possible.

TEST 1 – Jour 1	Récupération Jour 2	Récupération Jour 3	Rappel Jour 4	Récupération Jour 5	Récupération Jour 6	TEST 2 Jour 7...
Enchaînement cyclisme-course à pied intense durant 4h30 80% FC Max	Natation -70% de FC Max 1h			<i>Repos complet</i>		Ench. Intense 4h30 80% FC Max
		Cyclisme - 70% FC Max 1h30			Déblocage 45' cyclisme 75% FC Max	
			Course à pied 40'. avec 5' au seuil 90% FC Max	<i>Repas féculent (↗ apports Glucidiques)</i>	<i>Repas féculent (↗ apports Glucidiques)</i>	
Test 4h30	<i>Récupération et Maintient seuil minimum d'entraînement : 4h</i>					Test 4h30
<i>Semaine à 13h d'entraînement, puis 8h30, déjà conséquent. D'où l'importance de la période de récupération entre chaque test</i>						
<i>Cette semaine type doit donc s'enchaîner 5 fois pour chaque triathlète, afin de réaliser tous les tests du protocole</i>						

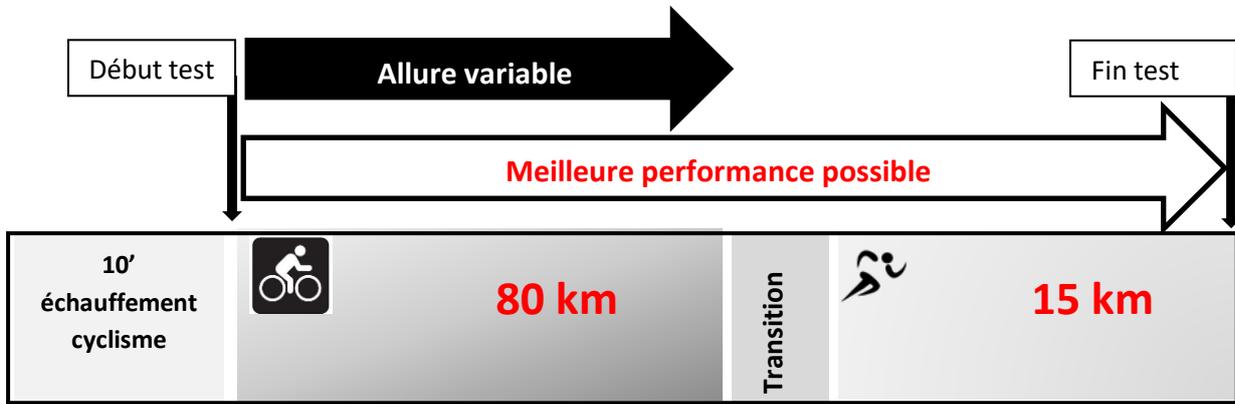
Tableau 2 : Planification de l'enchaînement des tests

Vision plus précise, tests détaillés :

Test d'habitation



Tests enchainement Cyclisme - Course à pied



- Partie cycliste → sur parcours décrit ci-dessous

- Partie pedestre → Sur piste d'athlétisme de 400 m (Gray).

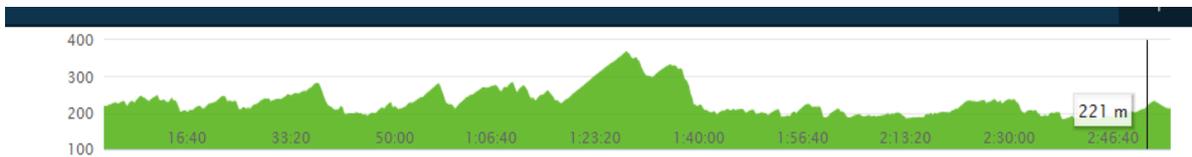
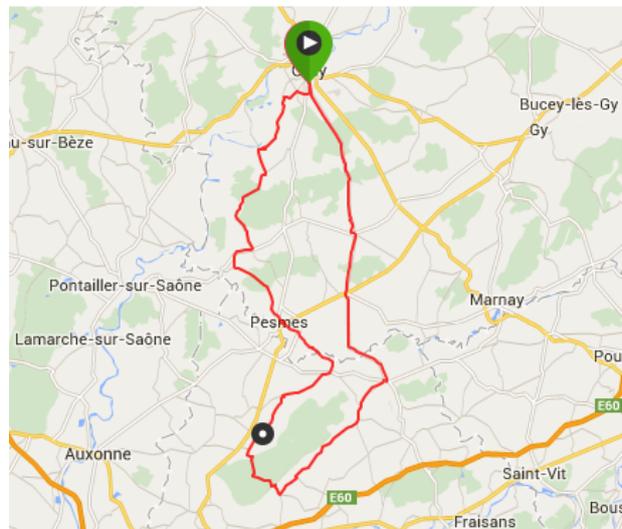


Figure 7 : profil du parcours cyclisme



Tout d'abord pour la partie cyclisme, nous avons utilisé une roue Powertap montée sur le vélo du sujet. Cette roue permet de recueillir la puissance développée en cyclisme, instantanément et en moyenne.



Les triathlètes portaient des tri fonction (tenue triathlon) spécifique pour assurer le confort sur les 2 parties de l'enchaînement. Ils utilisent des chaussures de vélo avec cales automatiques.



Accompagné d'un compteur Garmin 810, nous pouvons suivre l'évolution de ces données (vitesse, cadence, puissance, FC) en temps réel et les exporter pour ensuite les analyser avec un ordinateur équipé du logiciel d'analyse « SRM Win » ou « power agent ».

En course à pied nous avons utilisé un cardio fréquencemètre Garmin 910 XT pour recueillir les FC.



1.3 Traitement des données

Analyse des résultats et des différences:

- performance chronométrique sur l'ensemble de l'enchaînement (cyclisme et course à pied).
- performance chronométrique sur la partie cycliste et la partie course à pied.
- Analyse de l'impact de la partie cyclisme effectuée plus ou moins rapidement, sur la partie pédestre, en comparant les gains/pertes de temps sur l'ensemble du test.
- Analyse de la Fréquence cardiaque et de la fréquence de pédalage moyenne, en fonction des différentes modalités de réalisation.
- CR10 relevé toute les 20 minutes.

Cyclisme	Course à pied
<p><u>Variables mesurées</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Temps partie cyclisme - Puissance moyenne développée - Cadence de pédalage (vérification pour éviter facteurs confondants) - CR10 toutes les 20 minutes - Variation et moyenne de Fréquence cardiaque 	<p><u>Variables mesurées</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Temps intermédiaire tous les 1000m - Temps final - Vitesse moyenne sur l'ensemble du parcours. - CR10 tous les 1000m - Variation et moyenne de Fréquence cardiaque

Tableau 3. Variables mesurées

Les temps seront exprimés en minutes et secondes de la manière suivante pour que la modélisation soit la plus claire possible : 19 minutes et 02 secondes → 19:02

2. RESULTATS

Nous avons exposé les résultats obtenus à travers trois parties majeures qui sont les temps chronométriques, la fréquence cardiaque et la perception de l'effort. On peut constater qu'il y existe de nombreux liens entre les différentes variables.

La fréquence de pédalage était fixée afin d'éliminer tout biais lié à ce facteur. Nous pouvons constater que les fréquences de pédalages ont été respectées.

Voici le tableau récapitulatif des conditions dans lesquelles se sont réalisés les tests.

	TEST 1 (Habituation)	TEST 2	TEST 3	TEST 4	TEST 5
DATE	07/03/15	14/03/15	21/03/15	28/03/15	04/04/15
HEURE	7H-11H	7H-11H	7H-11H	7H-11H	7H-11H
T° EXTERIEURE DEBUT TEST	3°C	2°C	7°C	6°C	7°C
T° EXTERIEURE FIN TEST	7°C	11°C	12°C	11°C	13°C
VENT (échelle Beaufort)	1/12 5km/h	2/12 10km/h	0/12 pas de vent	1/12 5km/h	1/12 5km/h
ENSOLEILLEMENT	Nuageux, sec	Soleil, sec	Nuageux, sec	Nuageux, sec	Soleil, sec
ROUTE	RAS, dégagée	RAS, dégagée	RAS, dégagée	RAS, dégagée	RAS, dégagée

Tableau 4. Conditions environnementales

Puis voici dans le tableau récapitulatif, les valeurs obtenues dans l'étude.

Modalité de réalisation	Temps cyclisme (min)	Fréquence de pédalage fixée (t/min)	Temps Course à pied (min)	Temps total (min)	FC moyenne (batt/min)
Gestion libre	166,16 ± 5,06 2h46'16''	77 ± 4	69,49 ± 9,28 1h09'49''	239,35 ± 15,40 3h59'35''	161 ± 11
+ 3 % temps cyclisme	169,27 ± 4,67 2h49'27''	76 ± 5	67,46 ± 7,82 1h07'46''	241,07 ± 14,32 4h01'07''	161 ± 8
- 3 %	162,12 ± 5,02 2h42'12''	78 ± 5	73,57 ± 8,31 1h13'57''	239,25 ± 14,59 3h59'25''	165 ± 10
- 5 %	160,10 ± 4,88 2h40'10''	77 ± 6	76,36 ± 8,30 1h16'36''	240,33 ± 14,61 4h00'33''	166 ± 7

* Temps transition non apparent mais comptant dans temps total (temps toujours le même).

Tableau 5. Tableau de valeurs

Ce tableau de valeurs reprend les résultats obtenus pour notre groupe. Nous voyons que la modalité « - 3% du temps cyclisme », semble être la plus propice à la performance sur l'enchaînement des deux modes de locomotion : le cyclisme et la course à pied, avec un temps total de 3h59'25''. (tab.2)

En effet, le temps cyclisme de 2h42'12'', a permis un gain de 4 minutes comparé au temps de la partie cycliste du test étalon 2h46'16'', puis la partie pédestre a été effectuée 3 minutes et 50 secondes moins vite. La modalité « gestion libre », correspondant au test étalon, arrive donc juste derrière la modalité « -3% ».

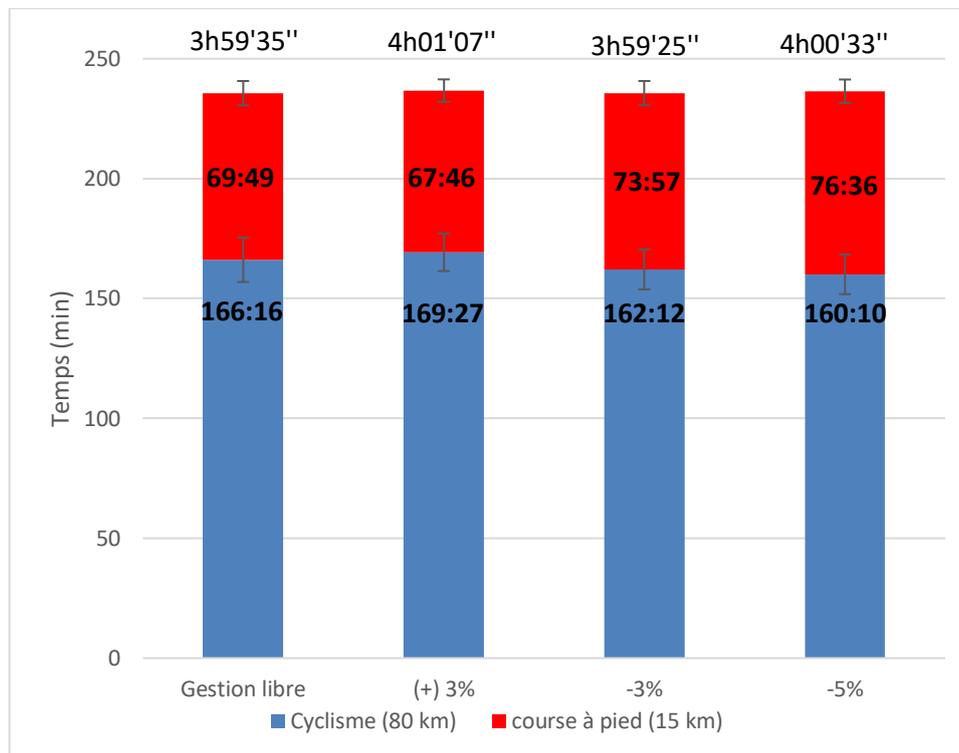
Les modalités « +3% » et « -5% » semblent moins intéressantes avec des temps totaux de 4h01'07'' et 4h00'33''.

Globalement, le test étalon, ainsi que celui avec la partie cycliste réalisée plus lentement, sont ceux qui ont sollicité le moins la fréquence cardiaque avec une moyenne de 161 batt/min sur l'ensemble du test. Tandis que les 2 tests avec partie cycliste plus rapide, à savoir « -3% » et « -5% », semblent solliciter davantage la fréquence cardiaque avec des moyennes respectives de 165 batt/min et 166 batt/min en moyenne.

Afin de rendre la partie résultats détaillés, ci-dessous, plus lisible et clair, nous remplacerons chaque modalité par une lettre :

- (GL) = modalité Gestion libre
- (+3%) = modalité + 3 % du temps cyclisme
- (-3%) = modalité - 3 % du temps cyclisme
- (-5%) = modalité - 5 % du temps cyclisme

2.1 Performances chronométriques



Graphique 1. Performance chronométrique réalisée sur l'enchaînement cyclisme – course à pied en fonction de la modalité de réalisation du test

* Temps transition non apparent mais comptant dans temps total (temps toujours le même).

- Comparaison des temps globaux

Tout comme (-3%), (GL) semble être aussi bien appropriée à la réalisation de l'objectif de meilleure performance chronométrique possible sur l'enchaînement.

Effectivement, seulement 10 secondes séparent la performance réalisée avec (-3%) et (GL). Sur une durée d'effort de 4 heures, cette différence est dérisoire.

Un peu moins intéressantes du point de vue chronométrique, les performances (+3%) et (-5%) se situent respectivement à 1 minute et 42 secondes, et 1 minute et 08 secondes du meilleur temps, réalisé avec (-3%).

Les modalités (+3%) et (-5%) sont celles que nous pouvons qualifier d'extrême, en effet, si l'on s'attache à découper et dissocier les parties cycliste et pédestre, ces 2 modalités sont celles où l'on observe les écarts de temps les plus importants en cyclisme et en course à pied, à savoir le moins bon temps cyclisme pour (+3%), mais la meilleure course à pied. Et à

l'inverse, on observe le meilleur temps cyclisme et le moins bon temps course à pied pour (-5%).

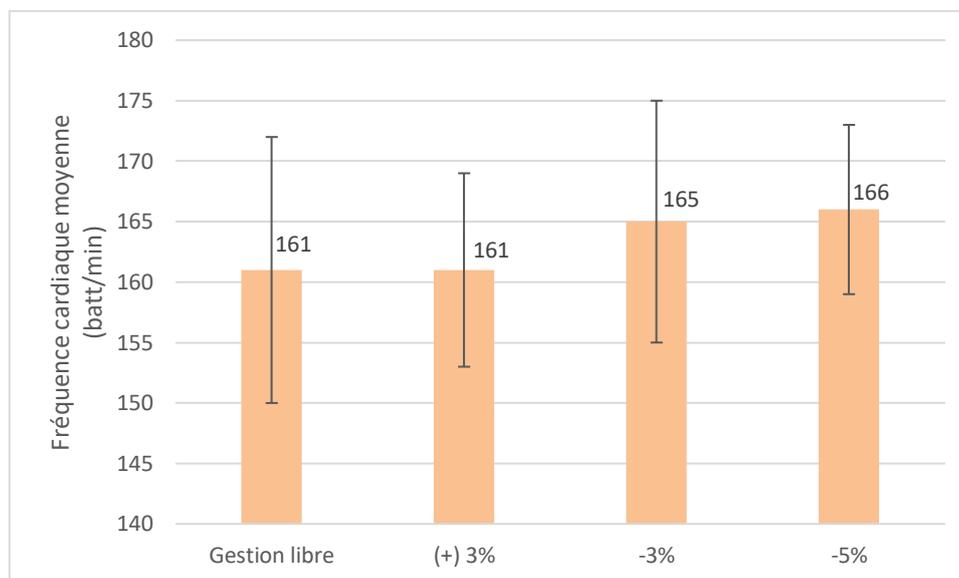
En lien avec la consigne donnée, on note 9 minutes et 17 secondes de plus sur la partie cycliste avec (+3%), à savoir la plus lente modalité des quatre tests, qu'avec (-5%), modalité la plus rapide pour la partie cycliste. Il est intéressant d'observer l'impact chronométrique qui s'en suit en course à pied : 8 minutes et 50 secondes sont perdues avec (-5%), à savoir pratiquement tout le gain du cyclisme à intensité plus élevée.

Si nous comparons maintenant le test ayant permis la meilleure performance (-3%) et le test de référence (GL), de manière similaire aux observations précédentes, le gain de temps en cyclisme de 4 minutes, est perdu sur la course à pied.

Au vue de la durée de chaque test d'enchaînement, proche des 4 heures d'effort, ces écarts de temps de l'ordre d'une minute, sont infimes et donc peu exploitables.

En analysant les résultats des sujets de manière individuelle, on note toutefois que 2 sujets sur 3 ont réalisé la meilleure performance avec (-3%).

2.2 Fréquence cardiaque



Graphique 2. Fréquence cardiaque moyenne obtenue lors de chaque test enchainé, en fonction de la modalité de réalisation de la partie cycliste

- Comparaison des fréquences cardiaque en cyclisme

On observe les FC les plus élevées avec les modalités (-3%) et (-5%) avec respectivement 161 ± 8 batt/min et 164 ± 9 batt/min. Alors que la FC la plus basse correspond à la modalité (+3%), avec 158 ± 7 batt/min. (GL) reste relativement proche de (+3%) avec 159 ± 9 batt/min.

- Comparaison des fréquences cardiaque en course à pied

La moyenne de fréquence cardiaque la plus élevée a été relevée avec la modalité (-3%), avec $173 \text{ batt/min} \pm 10$ puls. Tandis qu'elle n'a que très peu augmentée lors que la partie pédestre pour (-5%). (GL) est la modalité où la fréquence est restée la plus basse avec 165 batt/min.

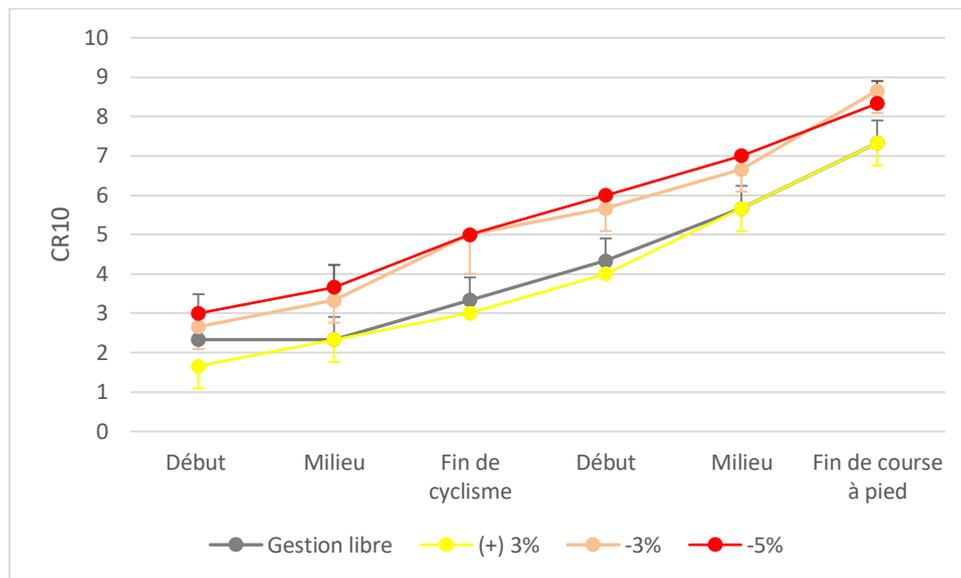
- Comparaison des fréquences cardiaque sur l'enchainement complet

Les modalités (GL) et (+3%) sont celles qui sont accompagnées des moyennes de fréquence cardiaque les plus basses sur le test complet d'enchainement, c'est-à-dire sur les 4 heures d'exercice. Pour (GL), on y associe une fréquence cardiaque moyenne de 161 ± 11 batt/min.

Alors qu'on observe pour les 2 tests avec partie cycliste intensifiée (-3%) et (-5%), une moyenne sur l'effort complet, de 165 ± 10 batt/min pour (-3%) et 166 ± 7 batt/min pour (-5%).

A noter que l'écart type est relativement important sur la moyenne de fréquence cardiaque de nos 3 sujets.

2.3 Echelle de perception de l'effort, CR10 de Borg



Graphique 3. Evolution du CR10 lors des tests

- Comparaison des perceptions en cyclisme

Dès vingt minutes d'effort, des différences de perception de l'effort sont observables. 3 est la note moyenne donnée lors de (-5%), alors que 1,5 est donnée lors de (+3%). Ensuite les deux profils se dessinent véritablement, avec (GL) et (+3%) comme premier profil. Alors que (-5%) et (-3%) sont les modalités où la difficulté de l'effort est jugé la plus importante, avec 2 points de plus que le premier profil. Cet indice de perception de l'effort semble augmenter de manière relativement linéaire au cours de l'effort cycliste

- Comparaison des perceptions en course à pied

L'indice de perception d'effort continu à augmenter relativement linéairement tout au long de la partie pédestre, et les 2 profils sont toujours clairement dissociables.

- Comparaison des perceptions sur l'enchaînement complet

Deux profils se dégagent donc clairement.

La difficulté de l'effort est perçue de manière semblable entre (GL) et (+3%). En effet, (GL) étant l'effort à l'allure que l'on adopte spontanément, est toujours celui qu'on perçoit le plus

facile. Cela se confirme avec les données recueillies ci-dessus. (+3%), avec une partie cycliste moins rapide, donc, ne diminue que très peu la perception de l'effort.

Le deuxième profil qui se dégage concerne (-3%) et (-5%), cela s'explique par le fait que, ce sont les 2 modalités où la partie cycliste est plus rapide que lors du test (GL). On observe une différence majeure des perceptions par rapport au premier profil, dès le milieu de la partie cyclisme, avec un indice entre 3,5 et 4 sur l'échelle de Borg, correspondant à une allure modérée, voir pénible pour (-3%) et (-5%) (deuxième profil). Alors que pour (GL) et (+3%) (Premier profil), l'indice se trouve entre 2 et 2,5 correspondant à une intensité faible, modérée. Cette écart tend à s'accroître encore légèrement à la fin du cyclisme et au début de la course à pied, avec 2 points de différence sur l'échelle de Borg. Les résultats recueillis au niveau de la perception de l'effort sont relativement homogènes.

3. DISCUSSION

Notre postulat est qu'il existerait une allure optimale pour la partie cycliste d'un triathlon longue distance, permettant de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting).

Nous avons émis l'hypothèse qu'une allure « cyclisme » en léger surrégime (- 3% du temps) par rapport au test étalon, permettrait de réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'enchaînement cyclisme - course à pied (sans drafting). Le gain de temps obtenu sur la partie cyclisme ne serait pas complètement perdu sur la partie course à pied, sur des longues distances d'enchaînement, par conséquent un gain de temps serait réalisé sur l'enchaînement.

3.1 Résultats

- Performance chronométrique

Concernant l'analyse du résultat global, peu de différences ont été mises en évidence, puisqu'elles restent infimes, lorsqu'une variation de moins d'une minute est observée, lors d'un effort de quatre heures. Les modalités (+3%) et (-5%) ont été les moins favorables à la performance. La modalité (-5%) peut être classée comme la moins intéressante de toute, puisqu'elle demande un investissement physique et psychologique très important, pour ne pas optimiser la performance au final.

La modalité (+3%) est plus discutable. En effet, bien qu'elle ne soit pas apparue la plus adaptée à l'optimisation de la performance lors de notre protocole, elle pourrait s'avérer sécurisante du point de vue psychologique pour des triathlètes disposant de peu d'expérience sur triathlon longue distance. En dehors de l'optimisation de la performance pure et dure, on pourrait envisager de préconiser cette gestion d'effort pour des pratiquants qui débutent sur des triathlons longue distance.

- Fréquence cardiaque et échelle de perception de l'effort

La fréquence cardiaque moyenne la plus basse correspond au test (GL). En effet la gestion libre est la plus instinctive, le corps va donc être le plus économique pour une allure donné.

On peut faire le lien avec la perception d'effort qui intervient dans le choix de l'allure, allure qui impacte alors sur les réactions physiologiques, notamment l'évolution de la fréquence cardiaque.

Ce choix d'allure, puis de régulation de cette allure, découle de nombreux mécanismes intéroceptifs, expliqué et résumé par Noble et Robertson (1996). Différents déterminants (Physiologiques, psychologiques et environnementaux) agissent pour modifier la capacité du muscle à générer de la force. Les signaux moteurs sont copiés et envoyés au cortex sensoriel, celui-ci va agir comme un filtre de référence perceptif, qui permettra alors d'induire une réponse générale, ou plus précise, au niveau cardio respiratoire ou périphérique, afin de réguler l'allure en fonction de la durée d'effort à réaliser.⁽⁴³⁾ En revanche, la performance obtenu n'est pas la meilleure bien qu'elle s'en rapproche (+10'').

Tandis que la fréquence cardiaque moyenne la plus élevée a été relevée sur les tests (-3%) et (-5%). (-3%) étant la modalité ayant permise les meilleures performances chronométriques, on peut alors observer que sur la partie cyclisme, les triathlètes ont réussi à maintenir une FC légèrement plus haute que sur les autres tests, notamment (GL), puisque l'intensité exigée était légèrement plus élevée. Ensuite, en course à pied, la fréquence cardiaque est restée la même que sur les autres tests. Cela a pour conséquence une moyenne globale de FC légèrement plus élevée sur ce test (-3%), corrélée avec une performance meilleure. On peut alors émettre l'hypothèse que ce protocole pourrait amener les sujets à dépasser légèrement leurs limites physiques et psychologiques. Cette hypothèse peut être appuyée par un élément supplémentaire : l'analyse des courbes d'évolution du CR10 au cours de chaque test montre bien une difficulté perçue de l'effort, plus importante lors de (-3%) pouvant justifier que les athlètes aient repoussé leurs seuils d'acceptation de la difficulté perçue sur cette modalité.

Cependant cette amélioration de performance et ce seuil d'acceptation de la difficulté perçue ne sont pas augmentables de façon illimitée. Notre modalité (-5%) permet de mettre en avant ce phénomène. En effet, une augmentation encore plus importante de l'allure à

soutenir sur le parcours cyclisme n'a pas eu les mêmes effets : la FC moyenne est restée la même que sur (-3%) à 1 battement près, tout comme la courbe d'évolution du CR10 au cours de l'effort de 4h, pratiquement superposable à celle de (-3%). Pour finir la performance a été légèrement moins bonne au final (+1'08''), bien que les écarts ne soient pas majeurs.

- Cas particuliers, différences interindividuelles

Si l'on s'extrait de l'analyse globale qui consiste à moyenniser les résultats recueillis des trois individus, disponible dans le tableau, et que l'on s'attache à interpréter les résultats de chaque individu isolé, nous pouvons mettre en avant plusieurs points.

Deux sujets sur les 3 au total, ont réagi positivement avec une performance optimale réalisée sur le test (-3%), donnant une réponse individuelle positive à notre hypothèse. Le temps total sur ce test se solde à chaque fois, pour les deux sujets, par un gain d'au moins deux minutes en comparaison du deuxième meilleur résultat effectué (GL), ce qui est une différence notable.

En revanche, le troisième sujet n'a pas réagi de la même façon, n'étant pas au mieux sur (-3%). Il réalise trois minutes de plus sur le test (-3%) qu'avec le test (GL). Son état de forme semblait pourtant similaire. Trois facteurs peuvent tout de même justifier en parti cet échec avec (-3%). Tout d'abord le sujet concerné est probablement parti à une intensité légèrement trop élevée sur le test étalon, lors de la partie cyclisme, ce qui conditionnait les allures des autres tests par la suite. Cela n'a pas eu de conséquence sur (GL), en revanche, sur les tests avec cyclisme à réaliser encore plus rapidement par la suite, le triathlète a rencontré une grande difficulté à maintenir le niveau d'allure exigée, comme en atteste ses relevés de fréquence cardiaque nettement plus haut sur le début du cyclisme, avec environ 6 pulsations de plus entre (GL) et (-3%), en moyenne, sur les deux premières heures du test. Une FC qui s'effondre ensuite, le sujet n'étant pas capable de maintenir cette intensité plus de deux heures, alors que la partie cyclisme durait presque trois heures. S'ajoute à cela le fait que la partie cycliste soit le point faible de l'athlète concerné, les effets négatifs sont alors parfois encore accentués psychologiquement⁽⁴³⁾. Et pour finir cet athlète est très centré sur lui-même, à l'écoute de ses sensations, et fait ressortir une incapacité à écouter et prendre en compte correctement les informations extérieures, en comparaison à nos deux autres sujets qui n'ont pas semblé être perturbés par les contraintes, de temps, d'allure ou de fréquence de pédalage.

3.2 Limites

- Tests

Notre protocole s'appuie sur cinq tests, dont quatre avec des modalités bien précises. Parmi ces quatre tests, le premier qui est le test étalon (ou test référence, GL), sert de base chronométrique pour tous les autres. La réussite du protocole repose donc sur ce test, qui, s'il est biaisé par quelque facteurs que ce soit, impacte alors directement sur les trois tests suivants. La réalisation et gestion de ce test étalon est donc très importante. La consigne de réalisation était « réaliser la meilleure performance chronométrique sur l'ensemble de l'enchaînement ». Nous avons évoqué la possibilité d'apporter une aide aux triathlètes dans leur gestion d'effort sur ce test étalon, en leur demandant de rester à 80% de leurs FC Max en cyclisme. Nous avons rapidement dû éliminer cette possibilité pour les raisons suivantes, d'abord sur un parcours qui n'est pas exclusivement plat, en milieu ouvert, la FC varie et il est difficile de rester à cette fréquence cardiaque. Ensuite cette consigne s'imposait plutôt comme une contrainte supplémentaire et ne s'inscrivait donc pas vraiment comme une aide à la gestion d'effort.

Nous sommes contraints d'utiliser un temps chronométrique afin de quantifier la performance, car c'est la seule unité comparable sur les deux modes de locomotion, cycliste et pédestre. Celle-ci n'est malheureusement pas optimale sur la partie cycliste. En effet le meilleur indicateur de l'effort produit sur bicyclette est bien la puissance exprimée en watt, puisqu'elle élimine tout biais lié à l'environnement⁽³⁾. En course à pied, l'indicateur de performance le plus fiable est toujours le temps ou la vitesse courue sur une distance donnée. Il est tout de même nécessaire de préciser, bien que la puissance soit une donnée très utilisée dans le cyclisme, que le temps reste le moyen de quantification de la performance le plus utilisé sur les courses sur route ou les contre la montre. A ce jour, aucune compétition arbitrée par la puissance développée en watts, n'est reconnue par les instances nationales et mondiales du cyclisme⁽⁴⁴⁾. Ces faits nous permettent de justifier l'utilisation du temps, comme l'indicateur et le moyen le plus juste, pour évaluer les performances réalisées lors d'enchaînement cyclisme – course à pied, et effectuer des comparaisons entre les deux modes de locomotions.

Cela nous permet d'aborder la spécificité de ce protocole en milieu ouvert. Cela implique une limite identifiée nommée condition environnementale. En effet, sur route en

milieu ouvert, nous avons dû veiller à effectuer les tests dans des conditions environnementales semblables, pour cela nous avons fait un état des lieux avant, pendant et après chaque test, comprenant : Température extérieure, vent, humidité, ensoleillement, nutrition, hydratation, état de la route. Le but étant de réaliser ces tests dans des conditions similaires, pour que notre protocole soit le plus cohérent et recevable possible.

Nous réalisons cette étude dans le cadre de l'activité triathlon, la limite suivante peut donc être posée, la partie natation qui précède le cyclisme en triathlon a-t-elle un impact sur la gestion en cyclisme ?

Effectivement, notre protocole ne comprend pas de partie natation. C'est un choix justifié par les limites logistiques en terme de structure et de temps. Nous supposons que l'heure de natation à allure modérée (60% FC Max) n'entraîne pas de changements majeurs⁽⁴⁰⁾.

Nous n'avons pas utilisé d'outils vérifiant l'état de motivation des triathlètes avant chaque test. Avec du recul, nous aurions pu utiliser le questionnaire POMS (Profile of mood states) qui consiste à évaluer l'état psychologique d'un sujet avant chaque test. Cela consiste de manière concrète à décrire son humeur et sa motivation à l'aide d'une notation de 1 à 5 de plusieurs dizaines d'adjectifs. A l'issue de ce questionnaire réalisé sur informatique, l'outil calcul et donne une note globale. L'objectif est de vérifier si l'état psychologique d'un athlète est stable d'un test à l'autre, pour éviter les biais pouvant être liés à l'instabilité psychologique du sujet.

- Echantillon

Notre échantillon était composé de 3 sujets seulement. Cela signifie une très faible puissance statistique, et si l'on obtient des résultats, on ne peut pas les qualifier de significatifs puisque le protocole ne serait pas valide à cause de cet échantillon insuffisant.

De plus, au-delà de l'aspect chiffré, nous restons sur des notions de gestion d'effort et d'organisation de courses qui peuvent différer, effectivement des différences interindividuelles peuvent exister, ainsi les résultats et les généralités ne s'appliquent jamais à tout le monde.

PERSPECTIVES

Dans la continuité de ce travail, nous pourrions envisager d'analyser les relevés de puissance, de fréquence cardiaque, d'allure et de temps de plusieurs sujets, directement sur des triathlons longue distance. La compilation d'un nombre conséquent de données chez des triathlètes spécialistes du long, ou des triathlètes professionnels, pourrait permettre de réaliser un travail avec une puissance statistique plus importante. Les possibilités de gestion d'effort pourraient être aussi différenciées en fonction des profils de parcours. On pourrait par exemple comparer la gestion d'effort sur un parcours cycliste sur route plate sans changement de direction comme l'Ironman d'Hawaii, avec le parcours de l'Embrunman, réputé pour être l'un des plus durs au monde, avec près de 5000m de dénivelé.

CONCLUSION

Ce protocole se voulait volontairement original et proche du terrain, avec l'envie d'explorer ce champ de la gestion d'effort lors d'un enchaînement de deux modes de locomotions, en se rapprochant de la réalité, et en reproduisant au mieux les conditions rencontrées lors d'un triathlon. En sortant des laboratoires et en mettant en place de véritables tests de terrains, nous avons pu vérifier dans quelle mesure nous pouvions contrôler les différents facteurs interagissant avec les triathlètes lors des tests, et quels facteurs étaient incontrôlables. L'approche pourra être jugée novatrice si l'on s'attache au fait que nous veillons à rester proche des conditions réelles de course, ou à l'inverse, certains pourront la qualifier d'empirique, si l'on met en avant le fait que ces tests ne se réalisent pas en laboratoire dans un cadre purement standardisé, mais qu'importe.

Nous avons pu mettre en avant quelques pistes de travail sur le choix de gestion d'effort à adopter en cyclisme, il semblerait qu'un cyclisme pratiqué en gestion libre, ou en léger surrégime, soient les 2 possibilités de gestion propices à la performance sur l'enchaînement du cyclisme et de la course à pied.

La gestion en surrégime important (-5% du temps cyclisme) ou au contraire en économie (+3% du temps cyclisme) semblent elles moins intéressantes pour optimiser la performance.

Nous avons aussi pu constater les limites importantes d'un protocole de test en milieu extérieur, notamment au niveau de conditions extérieures. L'essentiel est bien de considérer les résultats comme des pistes de travail et d'approfondissement éventuel, et de ne surtout pas les considérer comme justes, acquis, et universel.

ANNEXES

a. Distances triathlon

Triathlon	Natation	Cyclisme	Course à pied
Distance XS	400m	10km	2.5km
Distance S	750m	20km	5km
Distance M	1.5km	40km	10km
Distance L	3km	80km	20km
Distance XL	4km	120km	30km
Distance XXL	3.8km	180km	42.195km

Tableau 6 : Distances officielles Fédération Française de Triathlon

Distance Découverte	400 mètres	10 kilomètres	2,5 kilomètres
Distance Sprint	750 mètres	20 kilomètres	5 kilomètres
Courte distance ou Distance Olympique	1 500 mètres	40 kilomètres	10 kilomètres
Moyenne distance	3 000 mètres	80 kilomètres	20 kilomètres
Distance 70.3 ou half ironman	1 900 mètres	90 kilomètres	21,1 kilomètres
Longue distance	4 000 mètres	120 kilomètres	30 kilomètres
<u>Ironman</u>	3 800 mètres	180 kilomètres	42,195 kilomètres

Tableau 7 : Distances officielles International Triathlon Union

b. Echelle de Beaufort

Force Beaufort	Echelle de couleurs	Termes descriptifs français (<i>english</i>)	Vitesse du vent	
			Nœuds	km/h
0		calme (<i>calm</i>)	< 1	< 1
1		très légère brise (<i>light air</i>)	1 - 3 Nds	1 - 5 km/h
2		légère brise (<i>light breeze</i>)	4 - 6 Nds	6 - 11 km/h
3		petite brise (<i>gentle breeze</i>)	7 - 10 Nds	12 - 19 km/h
4		jolie brise (<i>moderate breeze</i>)	11 - 15 Nds	20 - 28 km/h
5		bonne brise (<i>fresh breeze</i>)	16 - 20 Nds	29 - 38 km/h
6		vent frais (<i>strong breeze</i>)	21 - 26 Nds	39 - 49 km/h
7		grand vent frais (<i>moderate gale</i>)	27 - 33 Nds	50 - 61 km/h
8		coup de vent (<i>fresh gale</i>)	34 - 40 Nds	62 - 74 km/h
9		fort coup de vent (<i>strong gale</i>)	41 - 47 Nds	75 - 88 km/h
10		tempête (<i>storm</i>)	48 - 55 Nds	89 - 102 km/h
11		violente tempête (<i>violent storm</i>)	56 - 63 Nds	103 - 117 km/h
12		Ouragan (<i>hurricane</i>)	> 64 Nds	> 118 km/h

c. **Echelle de Borg**

Echelle de CR10 de Borg

(Borg CR10 Scale, Gunnar Borg, 1981, 1982, 1998)

0 Rien du tout Pas de douleur

0.3

0.5 Extrêmement faible A peine perceptible

1 Très faible

1.5

2 Faible Légère

2.5

3 Modéré

4

5 Forte Pénible

6

7 Très forte

8

9

10 Extrêmement forte "Douleur max"

11

Maximum absolu Plus élevée possible

(Traduction A. Gros Lambert)

d. Nos sujets triathlètes



e. Liste du matériel nécessaire au protocole

- Ordinateur et logiciel SRM Win – Power Agent
- Oreillette
- Voiture
- Roue Power tap
- Compteur Garmin.
- Garmin 910 XT
- Echelle CR10 et tableau de relevé de données
- Trousse matériel technique pour réglages du vélo
- Chronomètre pour la mesure des temps
- Triathlètes : Trifonction / chaussures de cyclisme / chaussures de course à pied

Bibliographie

- (1) Hausswirth C., Vallier J.M., Brisswalter J., Smith D, Millet G. *Effect of two drafting modalities in cycling on running performance*, medicine & science in sport & exercise. p.489 (2000).
- (2) T Bernard, F Vercruyssen, F Grego, C Hausswirth, R Lepers, J-M Vallier, J Brisswalter. *Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes*, Unité Ergonomie Sportive et Performance, Université deToulon-Vars. p.156 (2002).
- (3) F Grappe, *Cyclisme et optimisation de la performance: sciences et méthodologie de l'entraînement*. De Boeck Supérieur, (2005).
- (4) Thierry Bernard, Fabrice Vercruyssen, Cyrille Mazure, Philippe Gorce, Christophe Hausswirth, Jeanick Brisswalter. *Constant versus variable-intensity during cycling: effects on subsequent running performance*, INSEP. p.105 (2007).
- (5) Jason Bonacci, Philo U. Saunders, Mark Alexander, Peter Blanch & Bill Vicenzino. *Neuromuscular control and running economy is preserved in elite international triathletes after cycling*. Division of Physiotherapy, University of Queensland, St Lucia, Queensland, Australia. p.60 (2010).
- (6) Alain Gros Lambert et al. *Effets d'une alcalinisation exogène sur la performance et les réponses physiologiques et perceptives du skieur de fond élite en compétition simulée*. EDP Sciences, Movement & Sport Sciences (2006).
- (7) Andrew R. Chapman , Bill Vicenzino , Paul W. Hodges, Peter Blanch, Allan G. Hahn & Theodore E. Milner. *A protocol for measuring the direct effect of cycling on neuromuscular control of running in triathletes*. Journal of sport science p.767 (2009).
- (8) J. Simon, Ph. Lescure, C. Marble, O. Costes, M. Bouloudhine, J.-M. Lagarde, C. Thiebaut, J. Simon, P. Dreano. *Le triathlon*. L'observatoire du mouvement, lettre d'information n°16 (2005).
- (9) Christophe Hausswirth, Yann Le Meur, Francois Bieuzen, Jeanick Brisswalter, Thierry Bernard . *Pacing strategy during the initial phase of the run in triathlon: influence on overall performance*. INSEP (2009). P.1115-1123

- (10) Tamika Heiden and Angus Burnett. *The Effect of Cycling on Muscle Activation in the Running Leg of an Olympic Distance Triathlon*. Sports biomechanics (2003). P.35-49
- (11) Menetrier A, Mourot L, Bouhaddi M, Regnard J, Tordi N. *Compression increases O2 saturation but not performance*. International Journal of Sports Medicine 32 p.864-868). IF 2011: 1.59. AERES 74 : 2è niveau. (2011).
- (12) Y. Le Meur, S. Dorel, G. Rabita , T. Bernard, J. Brisswalter, C. Hausswirth. *Spring-mass behavior and electromyographic activity evolution during a cycle-run test to exhaustion in triathletes*. Journal of Electromyography and Kinesiology, (2011).
- (13) Gregoire P Millet, Veronica E Vleck. *Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: review and practical recommendations for training*. Education and debate. (1999).
- (14) G. P. Millet, G. Y. Millet, M. D. Hofmann, R. B. Candau. *Alterations in Running Economy and Mechanics After Maximal Cycling in Triathletes: Influence of Performance Level*. Training and testing. P.128 (1999).
- (15) Timothy David Noakes, *Lore of Running*, 4th Edition, (2003).
- (16) Hausswirth C, Bernard T, Vallier JM, et al. *Effects of different running strategies on running performance in Olympic distance triathlon*. Proceeding of the 7th annual congress of the ECSS; (2002) Jul 24-28; Athens: 183.
- (17) Millet GP, Chollet D, Chatard JC. *Effects of drafting behind a two- or a six-beat kick swimmer in elite female triathletes*. Eur J Appl Physiol (2000); 82: 413-7.
- (18) Vercruyssen F, Brisswalter J, Hausswith C. *Influence of cycling cadence on subsequent running performance in triathletes*. Med Sci Sports Exerc (2002); 34:530-6.
- (19) Kevin G. Thompson, PhD .*Pacing: Individual Strategies for Optimal Performance*. Human kinetics. Part 2, pacing applications for sport, chapter 6 to 10. Chapitre 10 : Olympic and ironman triathlon.
- (20) S. Dorel, A. Couturier, F. Hug (2007) - *Influence of different racing positions on mechanical and electromyographic patterns during pedaling*. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.

- (21) Y. Le Meur. *Les stratégies d'allure dans la performance sportive de Haut Niveau : Analyse des variabilités et expose des phénomènes explicatifs*. Thèse, université de Nice. (2010)
- (22) Lutz Herbst. *Pacing Strategy and Change in Body Composition during a Deca Iron Triathlon*. 1Institute of General Practice and Health Services Research. (2011)
- (23) Paul B Laursen. *Long distance triathlon: demands, preparation and performance*. New Zealand Academy of Sport Auckland, New Zealand. (2011)
- (24) Swain DP. *A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in 364 wind*. *Med Sci Sports Exerc.* (1997) ;20:1104-1108.
- (25) Di Prampero PE, Cortili G, Mognoni P and Saibene F. *Equation of motion of a cyclist*. *Journal Applied of Physiology* 47:201–206, (1979)
- (26) Abbiss CR, Laursen PB. *Describing and understanding pacing strategies during athletic competition*. *Sports Med.* (2008) ;38(3):239-52.
- (27) Abbiss CR, Quod MJ, Martin DT, Netto KJ, Nosaka K, Lee H, Surriano R, Bishop D, Laursen PB. *Dynamic pacing strategies during the cycle phase of an Ironman triathlon*. *Med Sci Sports Exerc.* (2006) Apr;38(4):726-34.
- (28) Laursen PB, Rhodes EC, Langill RH, McKenzie DC, Taunton JE. *Relationship of exercise test variables to cycling performance in an Ironman triathlon*. *Eur J Appl Physiol.* (2002) Aug;87(4-5):433-40. Epub 2002 Jun 26.
- (29) Laursen PB, Rhodes EC. *Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon*. *Sports Med.* (2001) ;31(3):195-209.
- (30) Lepers R. *Analysis of Hawaii ironman performances in elite triathletes from 1981 to 2007*. *Med Sci Sports Exerc.* (2008) Oct;40(10):1828-34.

- (31) Millet GP, Dréano P, Bentley DJ. *Physiological characteristics of elite short- and long-distance triathletes*. Eur J Appl Physiol. 2003 Jan;88(4-5):427-30. Epub (2002) Nov 19.
- (32) Nosaka, K., C.R. Abbiss, G. Watson, B. Wall, K. Suzuki, and P. Laursen. *Recovery following an Ironman triathlon: A case study*. European Journal of Sports Science. 10, 3 (2010): 159-165.
- (33) O'Toole ML, Douglas PS, Laird RH, Hiller DB. *Fluid and electrolyte status in athletes receiving medical care at an ultradistance triathlon*. Clin J Sport Med. (1995);5(2):116-22.
- (34) Sharwood KA, Collins M, Goedecke JH, Wilson G, Noakes TD. *Weight changes, medical complications, and performance during an Ironman triathlon*. Br J Sports Med. (2004) Dec;38(6):718-24.
- (35) Sharwood K, Collins M, Goedecke J, Wilson G, Noakes T. *Weight changes, sodium levels, and performance in the South African Ironman Triathlon*. Clin J Sport Med. (2002) Nov;12(6):391-9.
- (36) Speedy DB, Faris JG, Hamlin M, Gallagher PG, Campbell RG. *Hyponatremia and weight changes in an ultradistance triathlon*. Clin J Sport Med. (1997) Jul;7(3):180-4.
- (37) Speedy DB, Noakes TD, Kimber NE, Rogers IR, Thompson JM, Boswell DR, Ross JJ, Campbell RG, Gallagher PG, Kuttner JA. *Fluid balance during and after an ironman triathlon*. Clin J Sport Med. (2001) Jan;11(1):44-50.
- (38) Baron, B., Moullan, F., Deruelle, F. and Noakes, T.D. *The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration sport events*. Brit. J. Sports Med. 45: 511-517, (2011).
- (39) Gunnar Borg, *Borg RPE Scale*. Pedagogie en Sport Universitaire de Nantes. Swiss olympique tests effort. Sport/organisation index.echelle de Borg, Sport des adultes andurance.ch (1981).

- (40) Billard N, Libicz S, Fédération Française de Triathlon, *formations BF4, Physiologie de l'entraîneur triathlon* (2013) et *séminaire* (2014).
- (41) <http://www.triathlon.org/about/downloads/category/rules>
- (42) Cascua S, *La deuxième transition vous attaque par derrière*. Médecine du sport, Santé sport mag (2011).
- (43) Gros Lambert A, Ferréol G, *perception de l'effort : applications dans les domaines de l'éducation physique, du sport et de la santé*. Séminaire, axe 3 sport & santé, laboratoire C3S (2014).
- (44) <http://www.ffc.fr/reglementation-federale/>

ABSTRACT

DUREUX.T

Effect of effort management in cycling, on performance and cardiovascular fonction, during long distance triathlon.

PURPOSE : The objective of this study is to propose and test an optimal management of the effort to perform on a subsequent cycling-running long. After review of literature, it appears that utilisation of a constant and free management would be more judicious. We put forth the hypothesis that light rise of intensity on the cycling part could make it possible to optimize the performance on the long sequence.

METHODS : 3 triathletes, men of national level, took part in this study. They are 22 years old to 50 years (average and standard deviation - 32 ± 8 years) and have at least 6 years of triathlon pratices (6 ± 3 years), they realize competitions each season, short distance, long distance or Ironman.

First test is habituation test, realization of the sequence under the conditions of the true tests, 80km of cycling and 15 km of running. Second test is a sequence cycling - running n°1, pace and free management, but with objective, to realise the best chronometric performance on the sequence. Next tests are randomised. Sequence cycling - running n°2, with cycling part to + 3% of the time carried out with the first test. Test Sequence cycling - running n°3, with cycling part with - 3% of the time carried out with the first test. Test Sequence cycling - running n°4, with cycling part with - 5% of the time carried out with the first test.

RESULTS: We could see that the method “- 3% of cycling time”, seems to be the most favourable to performance on the sequence of the two modes of locomotion: cycling and the running.

Indeed, cycling time allowed a 4 minutes profit compared to time of the cyclist part on the standard test, then the pedestrian part was carried out 4 minutes less quickly. The method “management free”, corresponding to the standard test, thus arrives just behind the method “-3%”. The methods “+3%” and “-5%” seem less interesting.

KEY WORD : TRIATHLON, MANAGEMENT, SEQUENCE, SUBSEQUENT, EFFORT, LONGUE DISTANCE.

