



HAL
open science

Réponses émotionnelles, motivation et régulation de l'allure en course de demi-fond en éducation physique et sportive

Bertrand Guilloux

► **To cite this version:**

Bertrand Guilloux. Réponses émotionnelles, motivation et régulation de l'allure en course de demi-fond en éducation physique et sportive. Education. Université de la Réunion, 2015. Français. NNT : 2015LARE0017. tel-01279040

HAL Id: tel-01279040

<https://theses.hal.science/tel-01279040>

Submitted on 25 Feb 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de La Réunion
Faculté des Sciences de l'Homme et de l'Environnement – Département STAPS

THESE

Présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur d'Université en Sciences et
Techniques des Activités Physiques et Sportives

Soutenue publiquement par

Bertrand GUILLOUX

Le 21/10/2015

**REPONSES EMOTIONNELLES, MOTIVATION ET
REGULATION DE L'ALLURE EN COURSE DE DEMI-
FOND EN EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE.**

JURY

Pr GROSLAMBERT Alain

Professeur des Universités
Université de Franche-Comté
(Rapporteur)

Dr GRAPPE Frédéric

Maître de Conférences- HDR
Université de Franche-Comté
(Rapporteur)

Pr WALLIAN Nathalie

Professeur des Universités
Université de La Réunion
(Examineur)

Dr BARON Bertrand

Maître de Conférences- HDR
Université de La Réunion
(Directeur)

Ce n'est ni par la force, ni par la puissance, mais par mon esprit...

REMERCIEMENTS

Ce travail doctoral n'aurait pu voir le jour sans l'aide, le soutien ainsi que la présence de certaines personnes qui ont marqué ces années de recherches. C'est avec joie que s'aboutit ce projet qui me tenait tant à cœur. Ainsi ma reconnaissance se tourne vers chaque personne qui a su m'accompagner tout au long de ce parcours.

Tout d'abord, je tiens à remercier **Bertrand Baron** sans qui ce projet n'aurait pas vu le jour. Je ne vous remercierai jamais assez pour l'accomplissement de ce travail. Merci pour votre patience, pour votre aide, pour vos corrections ainsi que votre vision de la recherche. J'ai beaucoup appris sous votre direction, et je m'en sors grandi... tout simplement, merci.

Merci à l'ensemble des collègues de « terrain » qui ont su me soutenir et m'encourager. Merci à **Catherine Vandaele** qui a su m'aider et me lancer au début du projet en me donnant tout une « *encyclopédie* » de bonnes choses à lire.

Merci à **Jean-Yves Fernandez** de m'avoir accordé de son temps aussi de m'avoir permis de mettre en place les protocoles expérimentaux avec ses classes.

Merci à **Richard Wong**, à **Anissa Folio** à **Teidie Elphege** et à **Ruddy Thia** pour leur aide et la relecture de ce document.

Merci aux élèves du lycée M. Gandhi de Saint-André pour leur participation et leur engagement dans les différents protocoles. Merci également aux étudiants STAPS pour leur bonne volonté et leur participation dans un protocole exigeant et pointilleux.

Merci à mes parents, mes frères et sœurs qui m'ont soutenu, surtout pour la dernière année de thèse. Merci à mon ami **Patrice Louiso** pour ses conseils et son soutien.

Merci au **Professeur Gros Lambert** et au **Docteur Grappe** d'avoir bien voulu être rapporteurs de ce travail ainsi qu'au **Professeure Wallian** d'avoir accepté d'être membre du jury.

Enfin, il reste une personne à remercier plus que tout... **Gaëlle**, merci d'être là et d'avoir été à mes côtés durant ces années de recherche. Tu as su me soutenir, m'aider, m'encourager prenant parfois même sur toi un fardeau qui n'était pas le tien. Voyant tout ce que tu as fait pour moi sans en tirer un quelconque bénéfice, je ne peux que te dire merci.

Cette fin de thèse arrive à point car nous sommes en train d'écrire une nouvelle page de notre vie. Alors cette thèse, je la dédie à notre fils qui va naître et à toi.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	9
I) LA REGULATION DE L'ALLURE EN EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE.	14
1) LA RÉGULATION DE L'ALLURE DANS LES TEXTES OFFICIELS DISCIPLINAIRES (<i>ARRÊTÉS DU 8 JUILLET 2008 ET DU 29 AVRIL 2010</i>).	14
2) LA RÉGULATION DE L'ALLURE DANS LES PRATIQUES PROFESSIONNELLES.	21
II) PROCESSUS DE REGULATION DE L'ALLURE ET CONNAISSANCE DE SOI.	24
1) LA RÉGULATION DE L'ALLURE.	24
A) DEFINITION.	24
B) LA TYPOLOGIE DES STRATEGIES DE REGULATION D'ALLURE EN COURSE.	26
C) LA REGULATION DE L'ALLURE CHEZ LES DEBUTANTS ET LES EXPERTS.	33
2) PLACE DE LA CONNAISSANCE DE SOI DANS LE MODÈLE DE RÉGULATION DE L'ALLURE.	36
A) LA CONNAISSANCE DE SOI EN EPS.	36
B) LA CONNAISSANCE DE SOI DANS LES TEXTES OFFICIELS DE L'EPS.	38
C) LES ENJEUX DE LA CONNAISSANCE DE SOI EN EPS.	40
D) LE CONCEPT DE SOI EN EPS.	43
E) DEVELOPPER LA CONNAISSANCE DE SOI EN EPS.	48
3) LA RÉGULATION DE L'ALLURE : ÉLÉMENT DE LA CONNAISSANCE DE SOI.	49
III) LES EMOTIONS DANS LA PRATIQUE SPORTIVE.	53
1) LES ÉMOTIONS EN EPS.	55
2) L'INFLUENCE DES ÉMOTIONS SUR LA PERFORMANCE SPORTIVE.	58
3) MODÈLE THÉORIQUE DES ÉMOTIONS.	59
A) LES DIFFERENCES ENTRE L'EMOTION, L'HUMEUR ET L'AFFECT.	61
B) DISTINCTION ENTRE LES DIFFERENTS TERMES EMOTIONNELS.	64
C) CARACTERISATION DES EMOTIONS.	67
4) THÉORIES EXPLICATIVES DES ÉMOTIONS DANS SA RELATION AVEC LE SPORT.	73
IV) FATIGUE A L'EXERCICE.	77
1) DÉFINITION.	77
2) CARACTÉRISATION DE LA FATIGUE.	78
3) MODÈLES EXPLICATIFS.	80
4) LA PERCEPTION DE L'EFFORT.	84
5) INTÉROCEPTION.	90
A) DEFINITION.	90
B) MECANISMES DE L'INTEROCEPTION.	91
C) L'INTEROCEPTION DANS LES PRATIQUES PHYSIQUE.	95
D) INTEROCEPTION ET EMOTIONS.	97

<u>V) LE PROCESSUS DE REGULATION DE L'ALLURE SELON BARON ET AL., 2011 : LE ROLE DES EMOTIONS ET DE LA MOTIVATION.</u>	99
1) LA VALENCE AFFECTIVE : LES NOTIONS D'EFFORT ET DE PLAISIR.	100
2) LA CHARGE AFFECTIVE.	103
3) LE DÉSIR DE SOUTENIR UNE INTENSITÉ DE COURSE.	104
<u>VI) LA MOTIVATION.</u>	108
1) CONCEPTUALISATION.	108
A) LES BUTS D'ACCOMPLISSEMENT.	111
B) LA THEORIE DE L'EFFICACITE PERSONNELLE.	112
C) L'AUTODETERMINATION.	115
2) MESURER LE NIVEAU DE MOTIVATION.	119
CONTRIBUTION PERSONNELLE	123
<u>STRATEGIES DE REGULATION EMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE SPRINTS REPETES EN MONTEE, DESCENTE, ET PLAT (ETUDE 0).</u>	126
OBJECTIF DE L'ÉTUDE.	126
MÉTHODE.	126
RESULTATS	129
<u>EVOLUTION DES REPONSES EMOTIONNELLES EN FONCTION DE L'INTENSITE LORS D'UN TEST INCREMENTE (ETUDE 1).</u>	135
OBJECTIF DE L'ÉTUDE.	135
MÉTHODE.	135
RESULTATS.	138
<u>STRATEGIES DE REGULATION EMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE COURSES INTERMITTENTES DE 3 ET 6 MINUTES AUTOREGULEES VS SEMI-CONTROLEES A DES NIVEAUX MOYENS DE PERCEPTION DE L'EFFORT (ETUDE 2).</u>	144
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.	144
MÉTHODE.	144
RESULTATS	149
<u>STRATEGIES DE REGULATION EMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE COURSES INTERMITTENTES DE 3, 6 ET 15 MINUTES (ETUDE 3).</u>	177
OBJECTIF DE L'ÉTUDE.	177
MÉTHODE.	177
RESULTATS	180
<u>STRATEGIES DE REGULATION EMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE COURSES INTERMITTENTES AUTOREGULEES ET SEMI-CONTROLEES A DES NIVEAUX ELEVES DE PERCEPTION DE L'EFFORT (120% VS 130%) (ETUDE 4).</u>	184
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.	184
MÉTHODE.	184
RESULTATS	187

DISCUSSION	195
I) EVOLUTION DES PARAMÈTRES ÉMOTIONNELS PROPOSÉS LORS D'EXERCICES INCRÉMENTÉS.	196
1) EVOLUTION DES PARAMETRES EMOTIONNELS EN FONCTION DE L'INTENSITE.	196
2) RELATION ENTRE L'EVOLUTION DE LA PERCEPTION D'EFFORT ET LES PARAMETRES EMOTIONNELS.	199
3) NIVEAU DE VMA ET NIVEAU D'IMPLICATION DANS L'EFFORT.	200
II) RÉGULATION DE L'ALLURE ET RÉGULATION ÉMOTIONNELLE LORS DE COURSES INTERMITTENTES.	206
1) REGULATION D'ALLURE ET REGULATION EMOTIONNELLE EN FONCTION DE DIFFICULTE DE L'EXERCICE: COURSES INTERMITTENTES DE 10 X 60M SUR PLAT, MONTEE ET DESCENTE.	206
2) REGULATION D'ALLURE ET REGULATION EMOTIONNELLE LORS DE COURSES INTERMITTENTES AUTOREGULEES ET SEMI-CONTROLEES.	212
3) REGULATION D'ALLURE ET REGULATION EMOTIONNELLE EN FONCTION DE LA DUREE DE COURSE.	228
4) REGULATION D'ALLURE ET REGULATION EMOTIONNELLE EN FONCTION DU NIVEAU D'IMPLICATION.	232
III) LIENS ENTRE L'ÉVOLUTION DE LA VITESSE DE COURSE ET LES PARAMÈTRES ÉMOTIONNELS.	238
IV) ESTIMATION DU NIVEAU DE MOTIVATION À POURSUIVRE L'EXERCICE FATIGANT.	240
V) INTÉRÊTS PRATIQUES : RECOMMANDATIONS POUR L'APPRENTISSAGE DE LA RÉGULATION DE L'ALLURE EN EPS.	250
1) EXERCICE INCREMENTE.	250
2) AMELIORATION DES PERFORMANCES.	251
3) DETERMINER LE NIVEAU DE MOTIVATION.	253
4) AMELIORER LA CONNAISSANCE DE SOI.	254
LIMITES ET PERSPECTIVES	254
CONCLUSION GENERALE	260
REFERENCES	265
ANNEXES	293
RESUME	314

PRESENTATION GENERALE

Ce chapitre introduit les différents concepts étudiés et utilisés dans cette thèse. Il permet de situer nos travaux parmi ceux déjà existants dans le domaine des réponses émotionnelles et de la régulation de l'allure et de présenter leur intérêt pratique en Education Physique et Sportive.

INTRODUCTION

« Il nous semble [...] que si l'éducation physique bénéficie d'une culture de référence particulièrement active, vivante, et diffusée, elle n'en retient que les aspects formels, savants, oubliant toute la dimension émotionnelle et motivationnelle qui anime les pratiques sportives réelles » (Delignières et Garsault, 2004, p.9).

Encore aujourd'hui, bon nombre d'élèves arrêtent leur activité physique en raison d'un effort trop « important » ou trop « dur » à soutenir. Le goût de l'effort ou bien la persévérance à l'effort devient de plus en plus un contenu difficile à inculquer face aux découragements constants des élèves qui stoppent bien souvent leur activité physique régulière. De fait, l'engagement nécessaire que doit mobiliser l'élève afin de poursuivre l'exercice entrepris (Garcin, 2002) est biaisé par la mauvaise connaissance qu'il a de lui-même, par son manque de volonté à surmonter le degré de pénibilité de l'effort, par le peu de plaisir éprouvé, mais également par le faible degré de motivation qu'il porte sur son activité. Ainsi, force est de constater qu'il ne suffit pas que l'EPS soit programmée dans le cursus scolaire pour garantir chez les élèves une participation active durant les séances (Parish et Treasure, 2003).

Les activités de course sont certainement le parfait exemple parmi les différentes APSA enseignées en EPS. Ne trouvant aucune motivation à continuer et n'éprouvant aucun plaisir, notamment de par leur mauvaise gestion de l'effort, les élèves ne trouveront aucune raison à vouloir poursuivre une pratique régulière, que ce soit dans un objectif de performance ou de santé.

Si pour préserver la santé les recommandations internationales préconisent un volume de pratique très important, de l'ordre de 30 à 60 minutes par jour cela sur cinq jours par semaine (ACSM, 2000), le volume horaire imparti à l'enseignement de l'EPS est largement en deçà. En effet, ce ne sont donc pas les 2 heures en moyenne au lycée ou bien les 3,25 heures en moyenne hebdomadaires au collège qui vont permettre à l'élève de poursuivre des finalités hygiéniques. D'ailleurs certains auteurs soulignent le fait que l'EPS en elle-même n'intervient et n'agit que très peu sur l'état sanitaire des élèves (Tribalat, 2002).

Dès lors, pour que l'activité physique soit pratiquée fréquemment et à une bonne intensité, dans l'optique que les bienfaits occasionnés au niveau de la santé soient probants (Caplette Charrette et Grenier, 2014), l'enseignant d'EPS doit pouvoir transmettre des contenus favorables au développement et au maintien de la santé.

En conséquent, nous faisons le pari que l'acquisition d'un « *habitus santé* » (Mérand et Delhemmes, 1988) passerait alors par une meilleure connaissance du niveau de capacité ainsi que par la compréhension et la maîtrise du processus de régulation de l'allure par l'élève. Car un pratiquant qui sait réguler son investissement dans la tâche physique qui lui est demandée est un pratiquant qui prend du plaisir à la réaliser (Baron et al., 2010) C'est dans cette perspective que l'enseignement d'EPS a un rôle majeur à jouer pour poursuivre les finalités de santé. L'EPS doit pouvoir permettre à l'élève d'apprendre à connaître son potentiel, d'acquérir le goût de l'effort, de connaître les habitudes de vie liées à l'entretien de son corps, et d'organiser ses pratiques, prenant ainsi en charge sa santé ici et maintenant pour ailleurs et plus tard. Dès lors, la capacité de réguler l'allure permettra à l'élève de poursuivre un exercice et plus largement une activité physique, cela grâce au plaisir éprouvé dans l'effort.

Puisque l'autorégulation de comportement engendre du plaisir, augmentant ainsi le sentiment d'efficacité personnel (Ekkekakis et al., 2005), il paraît légitime de penser que le plaisir éprouvé dans la pratique aura des répercussions sur la pratique régulière de l'élève et plus largement sur sa santé.

Le fait que les textes officiels de l'Education Nationale fassent de la régulation de l'allure un contenu incontournable des compétences à acquérir en EPS prend donc à ce titre un encrage fort dans les connaissances scientifiques sur le sujet.

Quelle que soit la stratégie de régulation choisie, l'élève doit accepter les « *désagréments* » d'un effort passager s'il veut être performant. Dès lors, un haut niveau de motivation est donc nécessaire pour supporter les conséquences émotionnelles négatives induites par le choix d'une haute intensité. De fait, il convient de développer le goût de l'activité physique afin que le futur adulte devienne acteur de sa propre pratique en dehors de l'école. D'ailleurs c'est la seule garantie pour que l'objectif santé puisse être atteint.

Par conséquent, faire réaliser aux élèves un travail spécifique visant à améliorer la capacité de réguler l'investissement dans l'effort en fonction de leurs propres capacités psychophysiologiques, offre la possibilité de préserver leur motivation et peut leur permettre de poursuivre un programme d'entraînement et de surcroît de pérenniser une activité physique. Pourtant on peut s'apercevoir dans les pratiques de terrain que l'on laisse librement cette capacité se développer par la répétition. Ainsi, peu d'enseignants accordent de l'importance à son développement spécifique, lui préférant le développement plus classique des ressources énergétiques.

Il faut bien avouer que si les textes officiels accordent de l'importance à cette capacité, peu de recommandations sont fournies à l'enseignant d'EPS qui se trouve alors bien

souvent démunis face à cet apprentissage. Il faut dire également que même les publications scientifiques n'apportent que peu de connaissances dans ce domaine. Nous savons juste que les sportifs experts sont aptes à se réguler en choisissant efficacement l'intensité initiale et en modulant le niveau d'investissement de façon adéquate par rapport à la tâche demandée et au niveau des ressources contrairement aux novices. Mais on se contente de laisser la répétition des entraînements favoriser le développement de cette capacité, y compris dans le domaine de l'entraînement sportif. Si cela est certainement déjà regrettable pour le haut niveau, le volume horaire et la durée d'un cycle d'enseignement d'EPS n'est dans tous les cas pas compatible avec cette solution. De fait, les méthodes visant à favoriser un apprentissage rapide et efficace de cette capacité doivent être développées en EPS. D'un point de vue pratique, c'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail de thèse.

Par ailleurs, la dimension fondamentale de ce travail de recherche vise à proposer une méthode permettant d'estimer le niveau de motivation à poursuivre un exercice fatiguant. Cela nous semble particulièrement important, notamment en EPS. En effet, alors que le concept de la motivation est très étudié en sciences de sport, très peu de travaux s'attachent à comprendre le processus motivationnel qui amène le sportif ou bien l'élève en EPS à continuer un exercice fatiguant. Parmi ces études, un nombre encore plus restreint s'attache à proposer une estimation de la motivation. Le niveau d'effort consenti y est le seul paramètre retenu (Gendolla et Richter (2010) ; Cury et Sarrazin (2000)).

REVUE DE LITTÉRATURE

Cette revue de littérature présente les différents travaux relatifs à la régulation de l'allure et, puisqu'elle participe à celle-ci, à la régulation émotionnelle et à la motivation.

Pour ce faire, un premier chapitre prolongera cette introduction afin de faire un état des lieux sur le processus de régulation de l'allure en Education Physique et Sportive. Le chapitre présentera ainsi le processus de régulation de l'allure, dans les textes officiels de l'EPS (arrêtés du 8 juillet 2008 et du 29 avril 2010) actuelle mais également au sein des pratiques professionnelles les plus répandues.

Le second chapitre conceptualisera plus précisément le processus de régulation de l'allure, décrivant ainsi les différentes stratégies pouvant être utilisées que ce soit en EPS ou bien dans le sport. Ce même chapitre aura pour but de montrer le lien que la capacité à se réguler opère avec la connaissance de soi.

Le troisième chapitre sera consacré à décrire les liens entre la capacité de régulation de l'allure et la fatigue pour montrer que la perception de l'effort et l'intéroception participent à l'identification des émotions et de la motivation suscitée par la pratique sportive.

Un quatrième chapitre présentera l'état des lieux des connaissances sur le concept des émotions et son rôle dans le processus de régulation de l'allure. Ce chapitre aura pour but de présenter le modèle de Baron et al., 2011 selon lequel les émotions ont un rôle incontournable dans le processus de régulation de l'allure.

Le cinquième chapitre présentera alors les études relatives au concept de la motivation au regard du modèle présenté afin de pouvoir comprendre et déterminer un outil de mesure de la motivation.

I) La régulation de l'allure en Education Physique et Sportive.

1) La régulation de l'allure dans les textes officiels disciplinaires (Arrêtés du 8 juillet 2008 et du 29 avril 2010).

La capacité de régulation de l'allure est un élément incontournable dans la programmation officielle de l'EPS qui la place à un point stratégique des compétences à acquérir. En effet, les programmations officielles du collège et du lycée se positionnent de façon à mettre en évidence l'importance de l'enseignement de la course, tout en mettant également en avant les processus de régulation et de maîtrise de l'allure.

En pratique les textes montrent, dans le cadre des compétences propres une et cinq, que la régulation de l'allure constitue premièrement une capacité à acquérir et à développer pour l'acquisition des différentes compétences attendues dans les activités de courses. D'un autre côté la capacité de réguler l'allure devient un élément incontournable dans la gestion de la vie physique d'adulte future.

Nous pouvons ainsi décliner chaque niveau de compétences attendues par l'institution à travers le spectre de la régulation de l'allure pour comprendre et déduire son importance, ses enjeux éducatifs ainsi que ses effets sur l'apprentissage des élèves dans les activités de course telles que le demi-fond et la course en durée.

Au premier niveau les programmes prescrivent que l'élève doit pouvoir « *réaliser la meilleure performance possible dans un enchaînement de 2 ou 3 courses d'une durée différente (de 3 à 9 minutes), en maîtrisant différentes allures adaptées à la durée et à sa VMA, en utilisant principalement les repères extérieurs et quelques repères sur soi. Etablir un projet de performance et le réussir à 1 km/h près* ».

Dans cette étape, la compétence attendue pose le problème de l'identification et de

l'adoption de vitesses de courses différentes basées sur des durées de course différentes (3 à 9 minutes). Les élèves travaillent ainsi sur des pourcentages de VMA bien différents (de 80% à 100%). Ainsi l'élève est confronté à vivre des intensités de course différentes tout en ayant à l'esprit de faire la meilleure performance possible. De plus, la mise en projet de performance à 1km/h pose également le problème de la maîtrise de l'allure. Ainsi pour ce niveau attendu, la régulation de l'allure se place comme une capacité qui permet de réguler et de maintenir une allure précise (à 1km/h près) dans l'optique d'adopter une allure optimale de performance.

Au niveau deux, l'élève doit pouvoir « *réaliser la meilleure performance possible sur un temps de course de 12 à 15 minutes, fractionné en 3 à 4 périodes séparées de temps de récupération compatibles avec l'effort aérobie, en maîtrisant différentes allures très proches de sa VMA et en utilisant principalement des repères sur soi et quelques repères extérieurs. Etablir un projet de performance et le réussir à 0,5 Km/h près* ». A ce niveau, la régulation d'allure fait l'objet du maintien et de l'adoption d'allures de course proches de la VMA avec un projet de course très précis. Ainsi, l'élève doit pouvoir élaborer un projet d'allure différent et adapté sur 3 à 4 périodes, cela en tenant compte du volume total des course, de sa VMA et de la récupération.

En ce qui concerne le niveau trois, celui-ci se caractérise par une compétence où l'élève doit pouvoir « *pour produire la meilleure performance sur une série de courses, se préparer et répartir son effort grâce à une gestion raisonnée de ses ressources* ». De fait, l'élève est directement impliqué à maîtriser des allures à différents pourcentages de sa VMA et de pouvoir maintenir ses allures sur des durées précises.

Pour ce qui est du niveau quatre et cinq, l'élève, ayant acquis un bagage de capacités et de connaissances bien conséquents, affine ses compétences dans le domaine du demi-fond par « *l'anticipation, la régulation, l'optimisation et la répartition des allures et la récupération en fonction des ressources du moment* ». En conséquent, l'élève maîtrise de mieux en mieux des allures de courses proches de la VMA sur des durées ou des distances plus importantes.

L'analyse de ces niveaux de compétences attendues révèle des passages obligés pour définir les contenus de références liés à la régulation de l'allure. Dès lors au regard de ces prescriptions institutionnelles, nous pouvons comprendre que choisir une allure et se réguler correctement revient à gérer au mieux la dualité entre représentation de la tâche et représentation des ressources personnelles. Ainsi, durant des épreuves de course, l'élève doit confronter la représentation qu'il a de la course à exécuter et la représentation exacte qu'il a de ses capacités à réaliser cette course (Baron et al., 2011). L'élève doit alors déterminer le niveau d'effort à consentir pour réaliser une durée de course donnée. Pour y parvenir, l'élève est amené alors à gérer et maîtriser ses émotions et ses sensations, processus caractérisé comme un passage intermédiaire pour une gestion optimale des ressources psychophysiologiques. Par conséquent l'élève est amené à découvrir et à vivre plusieurs intensités de course durant son cursus scolaire afin de développer une meilleure connaissance de lui-même. Ainsi, la forme scolaire de pratique proposée aux élèves en demi-fond permet de faire parcourir aux élèves des séquences de courses à une vitesse proche de la VMA, ceci dans le but de leur faire « *vivre une expérience énergétique de coureur de demi-fond, sous une forme adaptée et personnelle* » (T. Choffin, 2010 et 2002).

Dans cette optique, un axe d'analyse serait de considérer la maîtrise et le maintien des

allures sur une distance ou un temps différent. En effet, pour Lab (2007 et 2002) la maîtrise de différentes vitesses est nécessaire en demi-fond. Il montre que ce thème concerne les compétences nécessaires pour réaliser un temps prévu à l'avance, préciser à posteriori le temps réalisé et surtout apprécier pendant l'effort les variations d'allure. Par conséquent, maîtriser les allures en demi-fond signifie réaliser un temps donné à l'avance, mais également évaluer un temps sur une distance que l'on vient de courir. Cela consiste à percevoir finement ses propres variations d'allure en fonction de ses sensations internes et des repères externes (Lab, 2007). Cette perception est indispensable pour éviter de partir sur un rythme trop élevé ou trop faible et permet ainsi une optimisation de la performance.

Pour cet auteur la maîtrise de l'irrégularité contrôlée, en occurrence la maîtrise des allures en course, est une compétence indispensable en demi-fond. De fait, en demi-fond la difficulté viendra du paradoxe entre la gestion individuelle de course et l'adaptation de cette gestion aux événements extérieurs. En effet, au service des pôles stratégiques et tactiques de la course (Tribalat, 1985), la régulation de l'allure constitue une compétence à la confluence des aspects énergétiques, techniques et tactiques.

En ce qui concerne les aspects énergétiques, un autre axe d'analyse serait le développement des filières énergétiques en puissance et en capacité aérobie par la maîtrise et la régulation d'allure à VMA. En effet, l'élève durant son parcours scolaire travaille sur des allures proches ou équivalentes à sa VMA. Selon Pradet (1999) ce travail à VMA sollicite un certain développement des ressources énergétiques. En effet, l'utilisation des intensités maximales ou supra maximales, pour travailler la puissance d'un processus mais sur des durées inférieures à celles que l'élève est capable, permet d'assurer le développement harmonieux et en alternance de la puissance et de la capacité de chaque processus énergétique. Par conséquent, la maîtrise et la régulation

de ces allures à VMA permettent d'envisager le développement des ressources pour chaque élève.

Enfin un autre axe d'analyse serait le développement et l'affinement du projet de course. Produire la meilleure performance possible nécessite de concevoir un « plan de course » dans l'épreuve que l'on réalise, en ayant recourt à des aides extérieures et des repères internes surtout lorsque l'on court à des intensités élevées. De fait, le pôle méthodologique et social est donc fortement sollicité en demi-fond. La régulation optimale et la maîtrise de l'allure permettraient ainsi à l'élève d'envisager un projet fiable et juste en fonction de ses capacités.

En conséquent, ces axes d'analyse pour le demi-fond, nous montrent que l'apprentissage de la régulation de l'allure est indispensable dans les contenus d'enseignement de la discipline.

En ce qui concerne la course en durée, les textes définissent trois niveaux applicables au lycée. Généralement la pratique de la course en durée au lycée est basée sur l'idée que chaque élève doit être acteur dans le développement de son potentiel physique et favorisant, de ce fait, la possibilité de s'engager physiquement, maintenant ou plus tard en toute sécurité. Cette forme de pratique permet aux élèves de choisir leurs motifs d'action, cela en fonction de leur motivation personnelle. Par conséquent, l'acquisition des compétences attendues en course de durée constitue un moyen privilégié pour donner aux élèves les clefs des grands principes liés à l'entraînement et à la santé. Ainsi, la course en durée est donc programmée principalement au lycée pour viser l'autonomie des élèves. En filigrane, les compétences attendues ainsi que les capacités et connaissances sur la régulation de l'allure viennent éclairer un apprentissage axé sur la réalisation et l'orientation de l'activité physique en vue du développement et l'entretien

de soi.

Dans un premier temps, l'élève doit « *moduler l'intensité et la durée de sa course, en rapport avec une référence personnalisée* » pour produire et identifier des effets immédiats sur l'organisme en fonction d'un mobile d'agir. Pour cela l'élève est invité à différencier globalement les allures en fonction du pourcentage de VMA. Il doit ainsi expérimenter différentes vitesses de course grâce à des efforts progressifs et identifier des gammes de sensation liées à chaque intensité de course.

Au niveau supérieur pour produire et identifier sur soi des effets différés liés à un mobile personnel, l'élève doit « *prévoir et réaliser une séquence de courses en utilisant différents paramètres (durée, intensité, temps de récupération, répétition...)* ». Pour cela l'élève devra intérioriser les différentes allures, les relier à des intensités de courses et les faire correspondre à un mobile d'agir.

Enfin dans le dernier niveau, l'élève doit « *concevoir et mettre en œuvre un projet personnalisé d'entraînement de course* » afin de produire et d'identifier sur soi des effets différés liés à un mobile personnel dans un contexte de vie singulier (préparation à une compétition, entretien physique, bien-être psychologique...).

L'analyse de ces compétences attendues en course en durée au lycée nous montre que les perspectives d'acquisition s'organisent autour des pôles de l'identification des sensations et des charges (intensité), de la détermination du mobile d'agir et de l'objectif visé, et également autour du pôle de la conception et la réalisation de séance d'entraînement relatif au projet visé. Cela rejoint parfaitement l'analyse de Jondeau (2011) qui indique que l'objet d'étude de la course en durée porte sur les éléments permettant d'identifier les sensations en relation à des charges de travail pour réguler au mieux un projet personnel d'entraînement. Dans cette optique, la régulation de

l'allure doit faire l'objet d'une construction fine afin de pouvoir identifier les allures de course et toute la gamme de sensations associées.

Dans cette optique, Christophe Schnitzler (2008) montrent que la question de l'allure en course de durée est un pré-requis pour faire acquérir les contenus proposés dans le cadre de l'enseignement de l'EPS. En effet, les auteurs s'appuient sur la notion d'allures cibles comme aide à la construction des contenus en course de durée au lycée lors d'un cycle terminal. Pour cela, ils décrivent 4 allures types qui sollicitent de manière ciblées les différentes composantes du métabolisme aérobie. Ainsi le choix entre l'allure à VO_{2max} , l'allure dite au seuil, la lipolyse et l'allure de récupération constituent un éventail de choix d'allures cibles que l'élève peut utiliser pour être compétent en course de durée mais aussi et surtout afin d'atteindre un objectif de santé visé par la compétence propre. De fait, l'atteinte d'un objectif de santé tel que la perte de poids, la stabilisation de la silhouette, ou bien même l'accompagnement d'un projet sportif au regard d'une allure cible constitue le ciment de l'enseignement de l'activité. C'est alors que la détermination de la charge de travail, en fonction d'une allure-cible, et l'impact de cette charge, donnée hautement individuelle, a donc une importance primordiale en cycle de course de durée au lycée. En effet, les auteurs précisent que ce travail d'allure dans le cadre de la CP5 en milieu scolaire *« offre une opportunité en EPS susceptible d'aider l'élève à comprendre dans la jungle des pratiques d'entretien, les effets de l'effort sur son métabolisme »*. De fait, la grande partie du travail en course de durée, est de donner l'occasion à l'élève de réguler son allure pour maintenir au mieux une allure cible pendant un temps de travail présumé de façon à atteindre l'objectif de séance. Cette démarche aura pour conséquence de faire entrer l'élève dans une optique d'entraînement acquiesçant ainsi le savoir s'entraîner, compétence propre à la discipline.

En résumé, nous pouvons voir que les textes officiels de l'EPS accordent une place toute particulière à la régulation de l'allure. Parfois même ce processus de régulation d'allure devient même un contenu prioritaire pour permettre la poursuite des étapes d'apprentissage. Cette perspective nous montre que la gestion de l'allure et les stratégies de régulation sont indispensables pour atteindre les objectifs de la discipline notamment ceux de santé.

Cependant, certains auteurs (Terret, 2002 et Lab, 2007) montrent que ce contenu spécifique et primordial est bien souvent délaissé lors des cycles d'enseignement au détriment du développement des filières énergétiques. Ainsi son élaboration dans les apprentissages au sein des pratiques professionnelles reste paradoxale voire problématique.

2) La régulation de l'allure dans les pratiques professionnelles.

Selon l'analyse de Terret (2002) il semble que relativement peu d'enseignants d'EPS accordent toute la place demandée à l'acquisition de la capacité de régulation de l'allure et du développement de la connaissance de soi, préférant souvent mettre la priorité sur le développement des ressources. Nous pouvons constater, comme l'expérimentent Berthoin et Gerbeaux (1999) que les pratiques professionnelles s'orientent vers une pratique individualisée visant un développement soit de la puissance, soit de la capacité énergétique. A l'exemple de la programmation d'APSA, celle-ci est l'objet privilégié des enseignants d'EPS pour permettre le développement des capacités physiques. De plus comme le souligne Fargier (2002), l'EPS en course de demi-fond a toujours eu recours au dilemme entre l'approche de la gestion des ressources bioénergétiques pour la gestion de course et l'approche de l'amélioration des ressources bioénergétiques pour la

course d'endurance.

Ainsi selon Terret (2002), la régulation de l'allure fait l'objet d'un éventail dans le domaine de la recherche en physiologie de l'exercice, cependant elle n'a pas toujours été le domaine privilégié par les enseignants d'EPS. La synthèse des recherches scientifiques de Cazorla (1999 et 1993) et Billat (2001) vont dans ce sens. Ces auteurs abordent les domaines biomécaniques, énergétiques, physiologiques et psychologiques, mais ils restent en définitive sur des propositions d'ordre bioénergétique. Ce qui fait dire à Frédéric Lab dans sa thèse sur « *la réhabilitation du demi-fond pour motiver les élèves* » en 2007, que la maîtrise d'allure est relativement complexe et délicate à travailler au niveau scolaire et que par ce fait, les enseignants se concentrent sur le développement des ressources énergétiques. Ainsi, il montre que la maîtrise de l'allure se situe essentiellement au niveau du pôle technique et tactique de la course. De fait, il n'exclut pas la nécessité d'un apprentissage même si pour lui ce n'est pas un objectif prioritaire, privilégiant alors le développement des ressources bioénergétiques. Globalement, le pôle énergétique reste prégnant dans les programmes et même si on sollicite une réflexion de l'élève à propos des effets produits par son activité, les pôles cognitifs et affectifs sont largement occultés.

Cependant Mérand et Delhemmes (1988) dépassent cette opposition pour faire de la gestion de course un contenu à conquérir et à promouvoir dans la perspective de développer un « *habitus santé* », capital à acquérir par et pour l'élève. En effet, gérer son allure consiste à s'autoréguler librement, éprouvant par la même occasion du plaisir (Ekkekakis et al., 2005), renforçant ainsi le sentiment d'efficacité personnel. Ce processus va alors contribuer pleinement au fait que les élèves vont pratiquer en dehors des cours d'EPS. De son côté Lemeur (2010) montre que les enseignants d'EPS peuvent contribuer à rendre les élèves plus performants en leur apprenant à mieux gérer leurs

efforts, en s'appuyant sur l'analyse des stratégies de régulation de l'allure en course de durée. Il démontre ainsi que la régulation de l'allure est un facteur important pour la gestion de l'effort en course de demi-fond.

Pourtant, mon expérience personnelle et mes discussions avec certains collègues me laissent à penser que c'est parce que les enseignants se sentent démunis pour développer la capacité de régulation de l'allure de leurs élèves qu'ils négligent souvent cet axe de travail, au détriment du développement, plus classique, des ressources énergétiques. Il faut dire aussi que si les textes officiels encouragent vivement le développement de cette capacité, il reste cependant que la ou les méthodes le permettant n'y sont pas présentées.

En conséquent, il m'a donc dès lors semblé important de porter mon attention, non uniquement sur les recommandations institutionnelles mais également sur les connaissances scientifiques relatives au processus de régulation de l'allure pour apporter à l'ensemble des pratiques professionnelles des réponses et des méthodes concernant le développement de la capacité de régulation de l'allure en EPS.

II) Processus de régulation de l'allure et connaissance de soi.

1) La régulation de l'allure.

a) Définition.

Les disciplines sportives de course telles que le demi-fond et la course en durée définies comme « *épreuves en boucle fermée* » par St Clair Gibson et al. (2003), amènent l'athlète à parcourir une distance déterminée et connue à l'avance dans un temps le plus court possible afin de franchir la ligne d'arrivée avant ses adversaires. Partant de ce constat, il est intéressant d'étudier la façon dont le travail est distribué lors d'une épreuve sportive pour comprendre les mécanismes de performance et de gestion de course, en sachant que la puissance développée et la vitesse de déplacement de l'athlète en situation de course en compétition décrit cette gestion du travail lors de l'exercice. En EPS cette gestion de course se fait généralement sur des temps de course de 3 à 9 minutes pour reprendre les instructions officielles.

Selon Baron (2010), dans les activités de moyennes à très longue durée, le sportif doit pouvoir réguler la quantité d'énergie utilisée sous peine d'entraîner l'apparition d'une fatigue préjudiciable pour la performance, voire l'incapacité de finir l'épreuve. La capacité de régulation de l'allure est donc un facteur primordial de la performance de plus en plus étudié (de Koning et al., 2005 ; Foster et al., 1994 ; Hettinga et al., 2007 ; Van Ingen Schenau et Cavanagh, 1990). Cette capacité, appelée « *pacing strategy* », peut faire la différence entre les sportifs ayant les mêmes ressources énergétiques. Elle doit permettre que la diminution de la puissance externe soit minimisée malgré l'apparition de la fatigue (de Koning et al., 1999 ; van Ingen Schenau et al., 1992). Dans cette optique, Abbiss et Laursen (2008) montrent dans leur étude comment un athlète répartit le travail et son énergie tout au long d'un exercice. Leur étude nous révèle une variété de

stratégies de régulation qui influencent considérablement la performance sportive. De plus les avancées technologiques, permettant de décrire plus précisément le profil, la vitesse et la puissance de course délivrée sur toutes les durées de l'exercice, permettent une analyse plus fine de ces stratégies de course (Lemeur, 2010).

Ainsi, la capacité de régulation de l'allure peut se définir comme l'ensemble des mécanismes permettant de contrôler le niveau de dépense énergétique (de Koning et al., 1999 ; Foster et al., 1994 ; Foster et al., 1993).

De fait, cette régulation de l'allure permet de gérer l'apparition de la fatigue, et plus particulièrement à la faire apparaitre au moment le plus judicieux de l'exercice. La capacité de régulation dépend également de multiples facteurs, incluant l'activité pratiquée en elle-même, la durée de l'effort et les conditions environnementales. C'est en ce sens que la stratégie de régulation devient un facteur important de la performance. Leur description est souvent biaisée et compliquée par un grand nombre de facteurs tels que la durée de la course (Foster et al. 2004), le profil du parcours (Swain 1997) les conditions environnementales (De Koning et al. 1999) et la température ambiante (Tucker et al. 2004). Malgré son importance, cette capacité est très peu étudiée alors que les applications dans les domaines de performance sportive et d'éducation physique, dans une optique de santé, peuvent être intéressantes.

Ainsi, pour en savoir plus sur les stratégies de régulation d'allure et en s'appuyant sur les travaux de Lemeur (2010), l'objectif de cette partie est de caractériser les différentes stratégies de régulation de l'allure pour le haut niveau en demi-fond et en course de durée, puis de définir les situations dans lesquelles il est avantageux d'adopter telles stratégies de régulation et enfin de transposer cette analyse à la pratique scolaire du demi-fond et de la course en durée.

b) La typologie des stratégies de régulation d'allure en course.

- ***Les stratégies d'allure décroissante avec un départ à intensité sous-maximale et maximale.***

Cette stratégie (*figure 1*) se caractérise par une diminution progressive de la vitesse lors d'une épreuve de course. C'est ce que montrent Tucker et al. (2006) dans une étude sur le cyclisme où après un départ rapide, les athlètes ont réduit de manière significative leur puissance de pédalage par unité de temps au cours de l'épreuve. De fait, la stratégie d'allure dite décroissante est une stratégie d'allure dans laquelle le sportif commence à une allure élevée et essaye de tenir ainsi jusqu'à ce que l'exercice se termine. Du fait de l'apparition de la fatigue, une diminution de la puissance développée est observée. En effet, la baisse d'intensité survient pour prévenir une quelconque défaillance du système physiologique (Marino, 2004 ; Noakes et al., 2005). Cette baisse d'intensité est également causée en partie par une plus grande accumulation de métabolites responsable d'une baisse de la contractilité musculaire (Thompson et al., 2004) ainsi que par une plus grande augmentation de la difficulté d'effort perçue lors de la phase initiale de l'épreuve (Thompson et al., 2003). La fréquence cardiaque diminue aussi en moyenne de 1 à 2% par heure lors d'épreuve durant entre 6 et 24 heures (Neumayr et al., 2004). Ces mêmes auteurs montrent entre autre que cette réduction progressive de l'intensité serait reliée à la déplétion glyco-génique entraînant un phénomène de fatigue neuromusculaire lui-même entraînant une défaillance psychologique due à l'augmentation de la difficulté d'effort perçue.

Cette stratégie a été décrite comme celle qui permet à l'athlète d'atteindre sa meilleure performance de courte durée. En effet, Sandals et al. (2006) montrent que les coureurs qui s'approchent au mieux de leur record en course du 800m étaient les coureurs qui

utilisaient cette stratégie d'allure. En effet, cette stratégie d'allure décroissante engendre l'utilisation d'une plus grande fraction de $VO_2\text{max}$ durant l'épreuve (Sandals et al., 2006) mais aussi par l'atteinte d'une plus haute valeur du pic de VO_2 (Bailey et al., 2011). Cependant cette stratégie est à utiliser avec précaution car dans de nombreux cas la fatigue survient de façon précoce, entraînant une diminution importante de l'intensité et aboutit à la réalisation d'une contre performance (Hulleman et al., 2007).

Thompson et al. (2003) ainsi que Garland (2005) et Sandals et al. (2006) montrent que cette stratégie est plus souvent utilisée dans les épreuves de 100m et 200m en natation, les courses en aviron et les épreuves de 800m mais également lors des compétitions d'ultra-endurance (Abbiss et al., 2006 ; Laursen et al., 2002).

En ce qui concerne la stratégie d'allure avec un départ à intensité maximale dite « all-out » (Saint-Clair Gibson et al., 2006) elle se caractérise par une stratégie dans laquelle le sportif commence à une allure élevée et essaye de tenir ainsi jusqu'à ce que l'exercice se termine. Mais après que l'athlète ait atteint une haute vitesse de pointe via un départ et allure maximale, sa vitesse tend à décliner progressivement (Lemour, 2010 ; Willberg et Pratt, 1988 ; Witteking et al., 2011). Keller (1974) montre qu'une stratégie all-out conduit virtuellement à une performance optimale jusqu'à des épreuves de courses d'une distance de 291m. De fait, cette stratégie d'allure est utilisée lors des épreuves sportives de courte durée, réalisée avec un départ arrêté ou le coût énergétique associé à l'accélération influence la performance sportive.

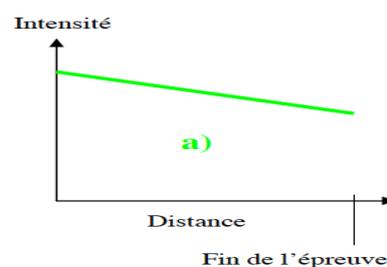


Figure 1 : Stratégie d'allure décroissante.

- **Les stratégies d'allure croissante.**

A l'inverse de la stratégie d'allure décroissante, la stratégie d'allure croissante (*figure 2*) se caractérise par une augmentation finale de la vitesse de déplacement et également d'une augmentation de la puissance délivrée lors d'un exercice (Tucker et al., 2006).

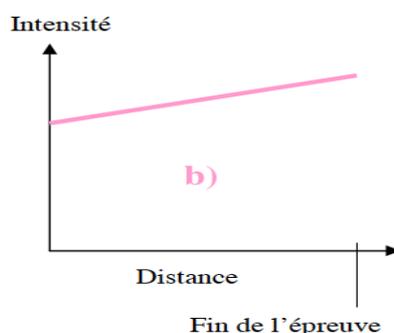


Figure 2 : Stratégie d'allure croissante.

La cause de cette augmentation finale de l'intensité serait pour St Clair Gibson et al. (2001) et Tucker et al. (2006) due au fait que l'athlète est conscient de la distance qui reste à parcourir mais également due au fait de savoir le temps d'épreuve qui lui reste à parcourir (Rauch et al., 2005). De fait, la stratégie d'allure croissante amène le sportif à effectuer un départ lent puis le conduit à augmenter progressivement son intensité de course au fur et à mesure de la durée de l'exercice.

Les auteurs montrent que cette augmentation d'intensité est due grâce à un plus grand nombre de recrutement neuromusculaire (Tucker et al., 2006), mais également grâce à des processus anaérobies de présynthèse de l'ATP (Foster et al., 2004).

Cette stratégie permet alors à l'athlète d'optimiser sa performance en course car l'homéostasie physiologique est préservée pendant une grande partie de la course. En effet, la vitesse de déplétion des carbohydrates est réduite (Palmer et al., 1999), l'accumulation des métabolites responsables de la fatigue est limitée et enfin une faible

concentration des ions lactates est observée (Mattern et al., 2001). Dans cette étude ces auteurs montrent que durant les 9 premières minutes le taux de lactate est relativement faible et que les athlètes améliorent leur performance s'ils réduisent leur puissance initiale de 15%.

Enfin Tucker et al. (2006) montrent que ce type de stratégie est plutôt employé lors des épreuves de 5000m et 10000m en athlétisme.

- **Les stratégies d'allure constante.**

Comme son nom l'indique la stratégie d'allure constante (*figure 3*) se caractérise par une intensité moyenne constante durant toute la durée de la course. En conséquent, le fait de maintenir une vitesse constante lors d'un exercice de durée permet sur le plan biomécanique de s'économiser (Di Prampero et al., 1979), permet de ne pas compromettre la performance par une augmentation du coût énergétique (Zamparo et al., 2005) et permet également de minimiser les phases d'accélération et de décélération (Swain, 1997). De leur côté Atkinson et al. (2007) montrent qu'il est plus difficile de maintenir une stratégie d'allure variable qu'une stratégie d'allure constante car celle-ci demande une débauche d'énergie bien plus importante.

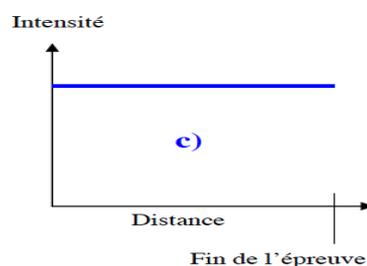


Figure 3 : Stratégie d'allure constante.

Ainsi De Koning et al. (1999) et Thompson et al. (2004) montrent que l'emploi d'une stratégie d'allure constante optimise les épreuves de locomotion de longue durée. En

effet, Wilberg et Pratt (1988) montrent que la course peut être optimisée par l'utilisation d'une allure régulière. Ils démontrent dans leur étude que les cyclistes sur piste les plus performants sont ceux qui utilisent une allure constante durant la totalité de l'épreuve. Padilla et al. (2000) en s'appuyant sur l'évolution de la vitesse d'un cycliste lors de son record de l'heure en course cycliste, montrent également que le fait d'utiliser une stratégie constante permet au cycliste de maintenir une vitesse de déplacement stable et d'optimiser ainsi de surcroît sa performance.

Dans un autre côté, dans une étude récente concernant un contre-la-montre en montée, Grappe (2014) montre qu'à première vue, le cycliste expert va durant toute la durée de l'épreuve développer une puissance relativement stable au niveau du seuil anaérobie, caractérisant dès lors une stratégie constante de régulation. Cependant l'auteur montre que lorsqu'on analyse plus en détail cette gestion de puissance stable, on s'aperçoit que la puissance que produit le cycliste n'est pas linéaire en fonction du temps mais présente des variations. En conséquent, Grappe (2014) montre qu'en condition de contre-la-montre en montée, le cycliste ne parvient pas à maintenir le niveau de puissance cible moyen qu'il s'est fixé tout au long de l'épreuve biaisant par la même sa performance. L'auteur explique ainsi que la stratégie d'effort constant serait un modèle théorique qui se manifeste sur le terrain par « *la sommation des différentes bouffées de puissance issues du système de téléoanticipation* » du cycliste expert durant toute la durée du contre-la-montre.

Enfin, Thompson et al. (2004) montrent que l'utilisation de cette stratégie de régulation de l'allure se fait principalement lors des épreuves de longues durées en course à pieds, en natation, en aviron et cyclisme. De son côté Lab (2007) montre que la stratégie d'allure constante est un modèle qui ne peut fonctionner dans un contexte de compétition à confrontation directe.

- **Les stratégies d'allure parabolique et variable.**

La stratégie d'allure parabolique (*figure 4*) peut se modéliser par la forme d'un « U » ou d'un « J » (Abbis et Laursen, 2008). En effet, les athlètes diminuent progressivement leur allure de déplacement avant d'augmenter celle-ci en fin d'épreuve (Garland 2005 ; Tucker et al. 2004). Garland (2005) étudie l'effet de cette stratégie sur des rameurs lors d'une compétition olympique sur une course de 2000 mètres. L'auteur montre que lors des épreuves, les rameurs ont systématiquement réalisé les 500 premiers mètres plus vite que le reste de l'épreuve, avant de ralentir lors des 1000m médians pour ensuite accélérer à nouveau lors des 500m derniers mètres. Tucker et al. (2004) ont montré de leur côté que des cyclistes engagés dans une épreuve de 20km réduisent leur puissance de pédalage tout au long de l'exercice avant de l'augmenter à nouveau lors des derniers 5% de la course.

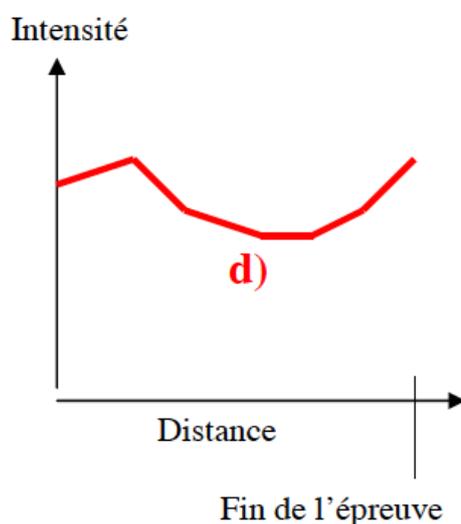


Figure 4 : Stratégie d'allure parabolique.

Concernant la stratégie d'allure variable, elle est utilisée lorsque les conditions externes varient lors de l'épreuve. Elle consiste à faire fluctuer le travail produit en cours de l'épreuve pour le rendre optimal (Atkinson et Brunskill, 2000 ; Liedl et al., 1999). Ainsi une stratégie d'allure variable est généralement adoptée pour contrebalancer les variations des conditions externes d'exercice (Swain, 1997).

Di Prampero et al. (1979) ont montré qu'il est possible d'améliorer la performance lors d'une épreuve cycliste de 10km en augmentant la puissance de pédalage dans des portions ascendantes et en la diminuant dans les portions descendantes, plutôt qu'en maintenant une puissance strictement constante tout au long de l'épreuve. 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).

Cependant concernant la performance lors d'une stratégie variable, Atkinson et al. (2007) ont montré que 2 sujets sur 7 n'étaient pas capables de maintenir une stratégie d'allure variable consistant à varier la puissance de pédalage de plus ou moins 5% autour de la puissance moyenne sur une épreuve cycliste. Ces mêmes auteurs ont même montré que ces variations de puissance ne modifiaient pas significativement la difficulté d'effort perçue et la fréquence de pédalage lors d'une épreuve maximale d'une heure.

De fait, dans cette perspective, de nouvelles études semblent nécessaires pour mieux caractériser et comprendre l'intérêt et les éventuels effets d'une stratégie d'allure variable sur la fatigue et la performance sportive notamment chez des élèves novices qui régulent de façon aléatoire leur allure.

c) La régulation de l'allure chez les débutants et les experts.

Selon Baron (2010) la régulation de l'allure nécessite que l'athlète soit capable de tenir compte « *à la fois de la nature de l'exercice (durée estimée de l'effort, conditions environnementales), et de ses propres capacités physiologiques.* Dès lors, une erreur minime de choix d'intensité, qu'elle soit sous ou surévaluée par rapport au niveau optimal de l'instant, serait irrémédiablement sanctionnée par une contre performance (Baron, 2010).

Dans le milieu de la santé ou pour le public qui nous intéresse en EPS, la répétition d'échecs, liée à la performance mais également à la maîtrise, engendre bien souvent un désengagement du pratiquant face à l'activité proposée. De fait c'est le principal écueil à éviter si l'on veut pouvoir agir positivement sur la santé du futur adulte. Pour cela l'enseignant doit offrir les moyens à l'élève de réussir face à l'exercice occasionné dans l'optique qu'il persévère dans l'action afin de permettre une pratique future saine et pérenne.

Pour ce faire, un moyen pour l'enseignant serait de faire tendre l'élève novice vers le comportement de l'expert. Ainsi en vue de notre étude le but serait d'octroyer à l'élève un bagage d'expérience pour une régulation optimale car selon Lab (2007) « *seule une grande expérience dans le domaine des courses de demi-fond peut être à l'origine d'une maîtrise optimale de la régulation de l'allure* ».

En effet, les mécanismes de régulation sont optimaux quel que soit le niveau de forme chez les sportifs experts alors que chez le non expert cette capacité n'existe même pas. En effet, Hettinga et al. (2011) ont démontré que la stratégie de régulation spontanément utilisée par les experts était optimale, c'est-à-dire qu'elle restait parfaitement adaptée aux possibilités du jour à la fois lors de la meilleure et de la moins

bonne performance. Dès lors, le système de régulation semble permettre à l'expert de s'adapter aux variations de forme du moment et laisse envisager que celui-ci utilise sa sensibilité intérieure (non consciente ou subjective) pour pouvoir le faire. Foster et al., 2004 suggèrent que cette capacité est apprise tôt dans l'expérience d'un athlète.

Ainsi pour y parvenir Grappe (2012) indique que le sportif expert utilise son corps comme un instrument de mesure perceptif à partir des différentes sensibilités ressenties lors de l'exercice. En effet, les athlètes développent une représentation réaliste et stable des intensités qu'ils sont capables de maintenir pour différentes distances ou durée d'exercice (Foster et al., 2009 ; Hettinga et al., 2006).

Dans cette optique, Baron et al. (2011) montrent que le cerveau du sportif permet d'obtenir une représentation fiable de son statut physiologique, intégrant l'ensemble des signaux provenant de l'organisme et le traduisant sous forme d'émotion.

Ainsi, la mémoire des efforts précédents est un facteur important venant améliorer le processus de régulation de l'allure (Ulmer, 1996 ; St Clair Gibson et al., 2006 ; Foster et al., 2003 ; Baron et al., 2011) et par là même, améliore la conscience des changements physiologiques induits par l'exercice. De fait, *« chaque exercice réalisé dans une zone d'intensité, laisse une trace mnésique qui permet d'enrichir la base de données servant au sportif à savoir de plus en plus précisément le niveau d'effort qu'il est capable de soutenir lors des entraînements et compétitions »* (Baron, 2010). Ainsi, plus la mémoire est riche d'événements d'intensité et de durée différentes et plus la précision et la sensibilité de l'échelle de l'horloge interne deviennent performante (Paterson et Marino, 2004). Dès lors, durant l'exercice, le sportif utilisera une horloge interne robuste qui lui permet de reproduire assez fidèlement un exercice de durée connue qu'il a déjà réalisé auparavant (Baron et al., 2011). Pour ces auteurs le rôle de la mémorisation permettra au sportif de comparer l'état émotionnel imposé par la puissance qu'il a sélectionnée et la durée

d'effort à effectuer, ainsi il parviendra à moduler la puissance de façon la plus adaptée à ses capacités. Dès lors, l'enrichissement de cette expérience émotionnelle lui permettra de construire un patron ou un gabarit de puissance à adopter pour chaque durée d'exercice. (Baron et al., 2011).

A contrario, selon Baron et al. (2011) quand un sujet n'a pas d'expérience préalable d'un exercice particulier ou d'une course particulière, les représentations de la tâche sont imprécises car aucun élément de comparaison, à partir d'un événement antérieur, n'est disponible dans la mémoire. De plus, les capacités physiologiques et la capacité à produire un effort important ne sont pas encore connues (Baron et al., 2011). Par conséquent, la stratégie optimale ne peut pas être déterminée, soit avant, soit au cours de la séance d'exercice.

En conséquent, la tâche d'apprentissage de cette capacité de régulation de l'allure qui incombe à l'enseignant d'EPS est donc primordiale mais aussi difficile à transmettre. Cependant bien que cette capacité de régulation de l'allure est reconnue pour être un facteur important de la performance, très peu de travaux voire aucunes méthodes ne visent pourtant son amélioration. Bien qu'elle s'acquiert « *d'elle-même* » au cours de l'expérience du sportif (Buckley et al., 2004 ; Eston et Williams, 1988 ; St Clair Gibson et al., 2006), pour Baron et al. (2011) cette capacité se développe par la mise en place d'un « *patron* » d'intensité que le sportif est capable de soutenir pour une durée d'exercice donnée. Même si l'enfance semble être la phase durant laquelle le sportif acquiert principalement ces stratégies (St Clair Gibson et al., 2001), il n'en demeure pas moins vrai que les méthodes pour améliorer cette capacité restent encore très peu connues pour les enseignants. De fait, si les stratégies s'avèrent être non optimales et qu'elles

doivent être améliorées, cela nécessite de plus beaucoup de temps et d'effort (St Clair Gibson et Foster, 2007).

Il semble donc intéressant pour l'enseignant d'EPS d'améliorer l'apprentissage de ces « *patrons* » par un travail spécifique durant cette phase. En effet, pour prendre en considération la nature de la tâche physique qui lui est demandée ainsi que ses propres capacités, l'élève ne peut s'appuyer en réalité que sur les représentations qu'il en a. De fait, l'élève novice connaît avec très peu de précision son niveau de ressources au moment précis où il doit réaliser une épreuve sportive. De plus, par inexpérience, l'élève n'a que peu de repères à propos de la nature de l'exercice à réaliser. Par conséquent la connaissance de l'exercice, mais aussi la connaissance de soi même doivent être développées pour parvenir à se réguler efficacement.

2) Place de la connaissance de soi dans le modèle de régulation de l'allure.

a) La connaissance de soi en EPS.

Si à l'heure actuelle le gouvernement entérine la réussite éducative pour la refondation de l'école, c'est que celle-ci devient incontournable pour la formation et l'éducation des jeunes au sein du système éducatif français. De plus, comme la réussite éducative recherche le développement harmonieux de l'enfant, il n'en demeure pas moins vrai que celle-ci renvoie parfaitement aux différents concepts de développement (cognitif, mental, physique) et plus particulièrement à la connaissance de soi. Selon Laplante (1995) « *la poursuite de la connaissance de soi est souvent considérée comme liée à notre épanouissement, à notre développement, à notre bonheur et à notre liberté* ».

Pour Famose (2002) « la pertinence de cette notion dans l'éducation est avérée par les recherches scientifiques qui la placent au cœur du développement personnel des enfants et des adolescents. Elle est notamment un révélateur des problèmes d'apprentissage, de motivation et un déterminant des comportements délinquants (Kaplan et al., 1986) ou autres comportements scolaires plus ou moins adaptatifs ».

François Cury (2009) s'inscrit dans cette visée expliquant que « *la capacité à se connaître et à s'accepter semble ensuite une dimension psychologiquement pertinente et pédagogiquement efficace* ». Ainsi, le bien-être des élèves et leur capacité à utiliser leurs échecs et leurs réussites pour progresser impliquent qu'ils accèdent à la connaissance de soi. Pour lui la connaissance de soi « *se révèle enfin comme une visée éducative de premier ordre afin de maintenir l'implication scolaire de tous* ».

Dans cette optique, la réussite éducative s'oriente ainsi non plus seulement vers une réussite scolaire mais également vers un épanouissement personnel et place la connaissance de soi au sein de l'éducation comme un objectif à atteindre, une fin et un moyen pour la réussite aux apprentissages et le développement de l'enfant. Même si ce concept n'est pas une nouveauté à l'école, il prend aujourd'hui un accent particulier. « *Par conséquent, la connaissance de soi apparaît comme un moyen efficace pour favoriser l'autodétermination des jeunes ayant des difficultés ou des troubles d'apprentissage et, ainsi, améliorer leur bien-être* ». (Bergeron et al., 2011).

C'est dans ce contexte que l'EPS poursuit à sa façon les missions de l'école notamment à travers l'atteinte du développement de la connaissance de soi. En effet, l'EPS a su et sait changer ses orientations pour répondre aux différents besoins présents des élèves notamment pour les aider à mieux se connaître, à avoir une meilleure estime d'eux même et pour favoriser en somme leur bien-être. De plus c'est à travers une culture du corps et des APSA que l'EPS enseigne et vise la connaissance de soi. Fargier (1997)

annonce lui-même que les enseignements organisés à l'école autour d'une culture du corps permettraient aux élèves d'apprendre à mieux se connaître. L'auteur considère que les pratiques du corps à l'école au sein de l'EPS doivent permettre à l'élève de vivre le grand ressort des conduites humaines et de se connaître mieux. On s'aperçoit alors, à l'instar de Méard et Klein (2001) que « *ceux qui se posent la question du développement de leurs élèves à long terme, ceux qui enseignent à des élèves en difficulté scolaire ou sont confrontés à des conduites perturbées et perturbatrices, ceux-là savent que, dans le gymnase, on ne se cantonne pas à l'atteinte de transformations motrices ponctuelles et visibles à propos de sports et de danses* ».

C'est à ce titre que les concepteurs des différents textes officiels ont intégré la " connaissance de soi " pour l'élève comme l'une des connaissances essentielles à acquérir aux travers des différentes APSA (Activités Physiques, Sportives, ou Artistiques). (Famose et Guerin, 2002). Ainsi c'est au travers de ces prescriptions institutionnelles que nous pouvons voir la place toute particulière de la connaissance de soi en EPS.

b) La connaissance de soi dans les textes officiels de l'EPS.

Les programmes d'EPS accordent une place importante à cette notion et la déclinent en plusieurs points. En effet, le programme du collège (Arrêté du 8/7/2008) consacre explicitement une compétence méthodologique et sociale à « *Se connaître par la régulation et la gestion de ses ressources et de son engagement (prendre en compte ses potentialités, prendre des décisions adaptées, maîtriser ses émotions...)* » Le programme du lycée (Arrêté du 1/7/2002) définit des « *connaissances sur soi qui sont issues de l'action et correspondent aux enseignements que chacun doit tirer de la pratique. Elles constituent un répertoire de sensations, d'émotions. Elles font appel à une réflexion sur sa*

propre pratique, et permettent ultérieurement une adaptation à des situations nouvelles ».

Même les textes officiels les plus anciens mettaient l'accent sur la connaissance de soi. Les programmes de l'année 2000 pour les lycées soulignaient, en effet, que « *chaque activité physique et sportive ou artistique offre des situations caractéristiques qui conduisent l'élève à produire une performance typique dans cette activité. Dans chacune de ces situations, l'enseignant favorise l'acquisition de connaissances : (...) les connaissances sur soi. Elles constituent toutes des acquisitions caractéristiques de l'éducation physique et sportive et sont définies dans les orientations générales de l'enseignement de l'EPS au Lycée* ». Il s'agit d'aider l'élève à «prendre conscience des possibilités de son corps», à «se connaître», ou à «favoriser l'élaboration d'une image de soi positive». « La pratique des APSA permet [...] la connaissance de ses capacités et de ses limites » (Programmes CAP, BEP, Bac pro, Arrêté du 25/09/2002).

Par conséquent, nous pouvons voir que les prescriptions institutionnelles d'EPS en France ne font pas exception des réalités relatives aux concepts de soi, comme en témoignent les extraits cités en amont. Ainsi aux yeux des législateurs, la promotion d'une meilleure connaissance de soi ainsi qu'une estime de soi positive semble suffisamment importante pour justifier une telle place dans les programmes scolaires. En regardant à travers le prisme des textes officiels, l'EPS contribue à l'atteinte d'une meilleure connaissance de soi pour une activité physique régulière et saine, source de bien-être. « *Elle permet alors à tous les élèves de s'éprouver physiquement et de mieux se connaître, en vivant des expériences corporelles variées et originales, sources d'apprentissage, de progrès moteur, d'émotion et de plaisir* ». (Arrêté du 08/07/08). Les textes disent même que « *progressivement l'élève doit apprendre à connaître son potentiel, à acquérir le goût de l'effort et des habitudes de vies liées à l'entretien de son corps* ». Par conséquent la connaissance de soi devient alors un gage possible de santé

dans la perspective d'une pratique saine et durable en dehors de l'école.

De plus au regard des textes officiels, nous pouvons voir également que la connaissance de soi se décline aussi bien à travers les compétences propres issues des dimensions motrices qu'au travers des compétences méthodologiques issues de méthodes, de démarches réflexives et d'outils permettant l'apprentissage. Par exemple dans la compétence méthodologique « s'engager lucidement dans l'activité » au lycée, la connaissance de soi se décline par une appropriation d'informations sur le fonctionnement de l'élève pour connaître ses limites et apprécier les effets de l'activité sur soi. En ce qui concerne les compétences propres, la connaissance de soi va se référer concrètement et plus précisément dans les contenus d'enseignement du demi-fond, de la course en durée mais aussi de la natation. Ainsi, la maîtrise, la gestion, la connaissance des allures de course deviennent un support incontestable dans ce domaine.

En conséquent, nous pouvons voir que l'utilisation de la connaissance de soi dans les textes est omniprésente et que son utilisation met en évidence les enjeux liés à l'EPS et surtout à notre thématique.

c) Les enjeux de la connaissance de soi en EPS.

Bien que nous ayons vu l'importance de la connaissance de soi dans les textes officiels, il faut également noter que ceux-ci imposent une réflexion portant sur les enjeux qui en découlent. Il importe en effet de percevoir tous les enjeux et toutes les nuances portées par les textes et les recherches pour affirmer cette notion dans l'enseignement de l'EPS.

Un premier enjeu lié à la connaissance de soi serait la lutte contre l'échec scolaire en donnant du sens aux apprentissages. Selon Martinot (2001) « *la connaissance de soi*

fonctionnerait comme un vaccin social qu'il serait utile d'inoculer aux élèves pour lutter contre l'échec scolaire ». En effet, l'auteur discute dans son article des vertus supposées de la connaissance de soi et de l'estime de soi dans le domaine scolaire à partir d'une réflexion théorique empiriquement étayée par des travaux de psychologie sociale. Elle montre que les conceptions de soi des élèves, qui permettent d'appréhender leur connaissance de soi, sont principalement reliées à la réussite scolaire, contribuant ainsi au maintien d'une bonne estime de soi. Une des réflexions principales porte alors sur le rôle de la connaissance de soi dans le décrochage scolaire. Elle montre ainsi les liens qu'il peut y avoir entre réussite scolaire et la conception que l'élève a de lui-même. Ces travaux vont corroborer l'analyse de Fargier (1997) pour qui « *donner du sens aux apprentissages revient à se connaître mieux* ».

Un deuxième enjeu serait la motivation ainsi que l'acceptation de l'effort. Pintrich et Schrauben (1992) ont en effet montré que des conceptions de soi positives favoriseraient une accentuation de l'effort, une persévérance lors de difficultés, une utilisation des capacités et des stratégies acquises, ou encore une efficacité accrue. Par conséquent, posséder une bonne connaissance de soi favoriserait la réussite. En effet, la connaissance de soi serait une précondition favorable pour l'initiation et la persistance de l'effort dans les situations d'apprentissage et de performance (Helmke et Van Aken, 1995). Ce schéma se retrouve parfaitement en EPS dans l'optique de faire accepter l'effort par les élèves. Dans le cadre de la théorie de l'attribution causale de Weiner (1972), l'effort correspond à une cause interne, instable et contrôlable qui est souvent évoquée par les sujets pour préserver leur sentiment de compétence, et qui peut parfois inspirer des stratégies d'auto-handicap, à l'instar de la limitation volontaire de l'engagement dans les tâches (Famose, 2001). De fait, apprendre à mieux se connaître

dans un domaine particulier amènerait l'élève à persévérer dans l'effort pour se transformer. Il prend alors conscience de son état initial mais aussi de l'état final auquel il est amené à poursuivre. Cela vient parfaitement affirmer l'article de Verger et Verger (1993) pour qui la raison de l'EPS est *« d'apprendre à gérer son effort par la connaissance de soi-même afin d'acquérir des savoirs transférables et permettre à long terme la préparation à la vie et aux activités physiques d'adultes »*.

Un autre enjeu serait la mise en projet par la connaissance de soi. Si l'EPS a choisi d'intégrer cette compétence méthodologique dans ses prescriptions, c'est que celle-ci joue un rôle important dans la construction et la réalisation d'un projet en EPS dans l'optique d'atteinte d'une autonomie pour l'élève.

Cette compétence méthodologique est mise en avant dans l'évaluation au baccalauréat notamment dans la compétence propre numéro 5. En effet, guidé par le professeur, l'élève construit la séance en fonction de ses goûts et de ses objectifs. Le mode d'évaluation mis en place pour le bac s'appuie autant sur la connaissance de soi que sur la performance. Les référentiels d'évaluation au bac notamment en course montrent bien l'importance de cet aspect et les programmes mettent aussi l'accent en classe de terminale sur la prise en charge de la pratique par l'élève ainsi que sur l'exercice de son autonomie. Ainsi, pour préparer l'épreuve d'EPS au bac l'élève doit s'évaluer pour définir son objectif.

Un quatrième enjeu serait l'amélioration des performances de l'élève. De nombreux résultats issus de différentes recherches suggèrent que les conceptions de soi sont en cause de façon importante dans la motivation et la performance. *« À compétence égale, pour améliorer ses performances, ce que l'on croit être capable de faire semble être aussi*

important que ce que l'on est capable de faire ». (Martinot, 2001).

Les travaux de Bandura (1997) confirment également l'existence d'un lien important entre ce qu'un individu pense de lui dans un domaine (sa perception d'auto-efficacité) et sa performance dans ce domaine.

En résumé, nous pouvons voir qu'à l'issue de tous ces enjeux, la mission première d'une bonne connaissance de soi est de permettre à l'élève de se placer dans un processus d'apprentissage efficace mais également de viser une réussite scolaire. Ainsi pour favoriser l'apprentissage à la connaissance de soi, il est bon de comprendre un peu plus en détail en quoi consiste ce concept.

d) Le concept de soi en EPS.

- **Modèle théorique en EPS.**

Pour comprendre un peu plus l'utilité et la pertinence de cette notion en EPS, il est bon de définir ce que nous entendons par connaissance de soi.

La connaissance de soi ou « *concept de soi* » est un concept multi dimensionnel relatif aux descriptions et représentations qu'un individu se fait de lui-même, à partir des expériences qu'il vit, sur des plans physiques, sociaux, affectifs et intellectuels. Harter (1994) montre que la part de ces dimensions évolue avec l'âge, avec une prépondérance très rapide (dès huit ans) du domaine physique. Quant à Famose et Guérin (2002), ils mettent en évidence que cette connaissance se fait à la fois par des comparaisons internes (ses propres habiletés dans différents domaines) et par des comparaisons sociales externes (par rapport à un groupe ou à un individu).

Pour Famose et al. (2005), il est important, pour comprendre cette notion et entrevoir

ses possibles opérationnalisations, qu'on se tourne vers l'acceptation de la psychologie cognitive. Il définit, en s'appuyant sur les travaux de Shavelson et Bolus (1982), le concept du soi selon cinq caractéristiques majeures.

En premier lieu le concept de soi possède une dimension descriptive et évaluative de telle sorte que les individus peuvent se décrire et s'évaluer eux-mêmes. Il possède aussi dans une moindre mesure une dimension affective de fait que les perceptions de soi peuvent donner lieu à des réactions émotionnelles ou affectives telles que la fierté ou la honte.

Deuxièmement, le concept de soi est multidimensionnel. Les visions que l'individu a de lui-même sont organisées et structurées en différentes catégories, afin de faciliter le traitement de l'information. L'individu différencie par exemple, les aspects du soi physique de ceux du soi scolaire. Ces différentes catégories ne sont pas hermétiques, mais en rapport les unes avec les autres. Shavelson et al. (1976) ont été les premiers à développer un modèle multidimensionnel du concept de soi montrant les différentes facettes de concept de soi (Figure 5).

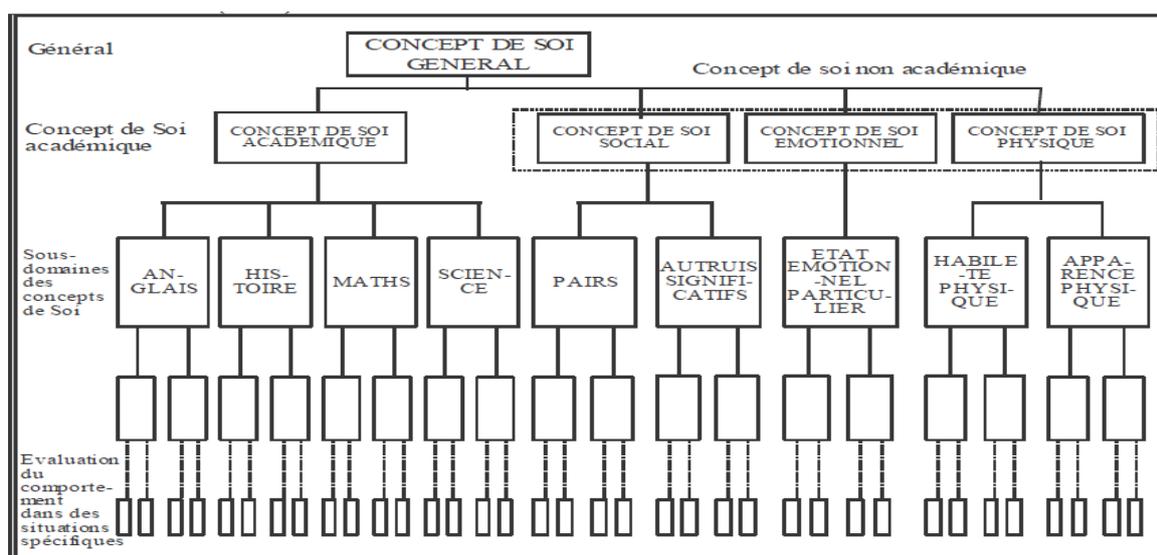


Figure 5 : Le modèle multidimensionnel et hiérarchique du concept de soi selon Shavelson et al. 1976, d'après la traduction en français de Famose et al. 2005.

Troisièmement, comme nous pouvons le voir sur la *figure 5*, le concept de soi est hiérarchisé. Le modèle de Shavelson et al. (1976) illustre ainsi ce postulat. Ils montrent que le concept de soi global se diversifie d'abord en deux branches, le concept de soi académique et le concept de soi non académique. La branche académique comprend les concepts de soi en français, mathématique, histoire et les sciences tandis que la branche non académique comprend le concept de soi social, physique et émotionnel. Selon ce modèle (*Figure 5*) le concept de soi physique se différencie lui-aussi en plusieurs sous-domaines. Selon Marsh et Yeung (1998) le concept de soi physique se compose de neuf dimensions spécifiques telles que la santé, la coordination, l'activité physique, l'adiposité, la compétence sportive, l'apparence physique, la force, la souplesse et l'endurance. Parmi ces dimensions viennent se rajouter deux composants évaluatifs affectifs globaux à l'image de la satisfaction physique globale et l'estime de soi globale.

Quatrièmement, les croyances sur soi sont plus ou moins stables en fonction de leur niveau dans la hiérarchie. Le concept de soi général au « *sommet de la hiérarchie* » est stable mais lorsque l'on descend dans la hiérarchie, il devient progressivement spécifique à la situation et devient par conséquent moins stable. Les changements dans les perceptions de soi, « *à la base de la hiérarchie* », peuvent être atténués par les conceptualisations aux niveaux supérieurs. A ce même titre, des changements dans le concept de soi général peuvent solliciter des changements dans beaucoup de situations spécifiques (Famose et al., 2005).

Enfin, le concept de soi devient progressivement multidimensionnel avec l'âge. Lorsque l'individu se développe de l'enfance à l'âge adulte, le concept de soi se différencie progressivement en de multiples composantes. Les jeunes enfants ont des concepts de

soi qui sont globaux, indifférenciés et spécifiques aux situations, et c'est seulement avec l'âge et l'acquisition des dénominations verbales que le concept de soi devient progressivement différencié et intégré dans un soi à multiples facettes et hiérarchiquement organisé.

De manière plus concrète, le concept de soi est avant tout descriptif. Selon Thill (1999) « *le concept de soi résume les perceptions et les connaissances que nous avons de nos compétences physiques, intellectuelles ou sociales* ». Par conséquent, tout individu possède de très nombreuses connaissances sur lui-même, ou, plus précisément, de très nombreuses conceptions de soi (ce qui ne signifie pas une idée d'exactitude), c'est-à-dire qu'il peut se conceptualiser dans beaucoup de rôles possibles ou comme ayant des attributs différents. (Martinot, 2001).

• **Modèle pratique en EPS.**

En EPS, la connaissance de soi s'attache plus au concept de soi physique avec toutes les facettes qui en découlent. Partant de l'image de son corps à ses niveaux d'habilités bien spécifiques dans chaque domaine physique et sportif, l'élève peut ainsi construire et enrichir sa connaissance de lui-même sur le plan physique. « *Il s'agit ici de prendre du recul sur son action pour chercher à se connaître soi-même. Il est question d'une part, de mettre son corps en action, de vivre son corps et, d'autre part, de prendre de la distance à l'égard de cette action, de penser sa relation au corps. Il est en fait question d'agir pour mieux se connaître et de mieux se connaître pour agir* » (Fargier, 1997). En d'autres termes se connaître en EPS sous-entend de prendre conscience de ses actions, de ses ressentis pour connaître son corps et ses possibilités d'action. De manière pratique un

élève qui se connaît en EPS utilisera les informations que l'activité, l'environnement, ses pairs renvoient sur son activité physique pour se réguler et adapter son action de façon à poursuivre une pratique raisonnée, optimale et autonome. Dans cette optique, Leplat et Pailhous (1976) ont montré que la connaissance que l'élève pouvait avoir de son activité dépendait du mode de contrôle des informations. Dès lors pour ces auteurs le contrôle externe des informations serait prédominant pour un élève qui se connaît très peu, tandis que le contrôle des informations internes serait prédominant pour un élève ayant une bonne connaissance de lui-même. De par ce fait, pour un élève qui se connaît de mieux en mieux, les informations prélevées et ressenties sont de plus en plus précises passant alors d'un mode extéroceptif à un mode intéroceptif.

Cependant, « *la connaissance qu'un élève peut avoir de lui-même, de son niveau, de ses habiletés ou aptitudes en EPS est toujours subjective ou biaisée par des facteurs personnels, affectifs, sociaux ou culturels* ». (Famose et Guerin, 2002). L'auteur va même jusqu'à dire que « *la connaissance de soi de l'individu est gouvernée par la tendance apparente à déformer les informations et les événements, dans le but de vérifier ou de faire prévaloir ses vues* ».

Le rôle de l'enseignant spécialiste de la motricité et de l'éducation physique, est de permettre une amélioration de la lecture des informations prélevées ainsi qu'une construction de sensations fines par des mises en œuvre et des remédiations pertinentes. Ces contenus deviennent alors indispensables dans l'atteinte d'une meilleure connaissance de soi. Ainsi pour développer la connaissance de soi, l'enseignant d'EPS oriente l'élève vers une prise de conscience sur son corps, ses actions, ses capacités et plus précisément sur les sensations ressenties. C'est alors que mieux se connaître c'est prendre conscience de ses perceptions sensorielles.

e) Développer la connaissance de soi en EPS.

Bien entendu, si la contribution de l'EPS dans l'amélioration de la connaissance de soi n'est plus à démontrer (Goñi et Zulaika, 2001 ; Famose et al., 2005a), il reste cependant à approfondir le cheminement pour y arriver. Ainsi comme les instructions disciplinaires l'ont montré, apprendre à se connaître, sur le plan physique notamment, revient à percevoir, sentir et ressentir les effets de l'activité sur son propre corps. De fait, développer la connaissance de soi revient alors à développer ces notions perceptives et sensibles. Dès lors « *apprendre à percevoir, identifier, qualifier des ressentis contribue à une meilleure connaissance de soi au bénéfice d'une pratique physique autonome et volontaire* ». (Desplanques, 2012).

Dès lors, le développement de la connaissance de soi passe par le développement des outils proposés aux élèves pour traduire et analyser leurs perceptions. De fait, l'utilisation des sensations ressenties mais aussi des émotions éprouvées développe la connaissance de soi en permettant d'acquérir une capacité de choisir un objectif de travail mais aussi d'ajuster des séances d'entraînement. (Desplanques, 2012). Ainsi sachant que la principale difficulté pour l'élève consiste à analyser les effets de la pratique sur lui-même (Schwob et al., 2012), l'enseignant d'EPS doit lui permettre d'accéder à cette capacité relative à une connaissance de soi affinée. Dans cette optique, le développement de la connaissance de soi pourrait s'envisager selon deux axes, l'un étant l'amélioration du contrôle intéroceptif et l'autre la gestion des émotions.

En effet en utilisant le contrôle interne des informations, à l'image des informations sur la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire ou bien même de la température du corps, Perrotin (2000) démontre que l'élève est capable d'utiliser les ressentis internes

pour adapter son activité (Perrotin, 2000). C'est donc en interprétant les sensations ressenties lors de l'exercice que l'élève apprendra à mieux se connaître. « *Le simple fait d'exécuter des mesures sur son propre corps lui permet, en outre, de mieux se connaître et de se dépasser en éprouvant, par là même, ses limites* ». (Perrotin, 2000)

La maîtrise et la gestion des émotions quant à elles jouent un rôle incessant dans nos décisions et notre capacité d'apprendre. Goleman (1997) montre que les émotions bloquent ou intensifient nos capacités d'apprendre, de penser, de planifier, de résoudre les problèmes. Cela démontre alors que gérer ses émotions revient à prêter une attention objective sur ses états intérieurs. Cela revient donc à avoir conscience de soi-même, comme une attention permanente de son état intérieur.

Par conséquent, si apprendre à mieux se connaître revient à affiner les repères internes et à maîtriser ses émotions, alors nous pouvons à l'instar de Baron et al. (2011) affirmer que la capacité de régulation de l'allure est un élément incontournable de la connaissance de soi.

3) La régulation de l'allure : Élément de la connaissance de soi.

Comme nous avons pu le voir développer la connaissance de soi, c'est offrir un ensemble d'informations susceptibles de permettre à l'élève de décrire et de maîtriser les sensations qu'il ressent.

Dès lors dans le cadre du développement de la connaissance de soi, l'enseignant d'EPS peut veiller à enrichir le rapport que l'élève entretient avec son corps et à favoriser l'élaboration d'une image de soi positive. Cette fin, il peut privilégier le développement

des perceptions sensorielles. Ainsi, selon Baron al. (2011) la connaissance de soi peut s'approfondir par un travail sur la capacité à réguler son allure. En effet, selon les auteurs le processus de régulation de l'allure permet l'utilisation de repères internes.

En effet, si on se réfère aux travaux de Cameron (2001) nous pouvons comprendre que la conscience de soi est sous-jacente à la mesure de la sensibilité du corps. Pour l'auteur le corps, la conscience subjective du corps, y compris la sensibilité viscérale, instancient le « soi ». C'est en ce sens que la capacité de régulation de l'allure devient un élément incontournable de la connaissance de soi.

Ainsi, par exemple, un élève se connaissant bien pourra, grâce à une lecture fine de ses sensations, envisager de courir sans cardio-fréquencemètre et sans montre et pourra prédire, en fonction de ses sensations, ses temps de passage ainsi que son temps final et sa fréquence cardiaque à l'arrivée.

Dès lors, dans des épreuves de course sollicitant bon nombre de ressources, favoriser l'enrichissement du répertoire comparatif des élèves peut constituer une réponse pour apprendre à mieux se connaître. En effet, si le simple fait de permettre aux élèves de tester les effets du choix de telle ou telle intensité sur leur réussite dans le projet visé participe à la construction d'un bagage de sensations alors ce processus peut améliorer la connaissance de soi.

Dans cette perspective, le fait de passer de repères extéroceptifs à des repères intéroceptifs constituera un gage d'une lecture fine des sensations ressenties. Dès lors, *« au niveau des sensations, l'élève construit ses propres repères psychophysiologiques en relation avec l'intensité et la durée des exercices (contrôle de l'allure, contrôle de l'essoufflement et de la respiration, repérage des types de fatigue) »*. (Perrotin, 2000). Et c'est à cette fin que l'élève aura une meilleure connaissance de lui-même.

De plus, pour garantir une meilleure connaissance de soi l'enseignant peut également s'appuyer sur les émotions dans l'activité. Là encore le processus de régulation de l'allure peut constituer un élément important. En effet, pour Baron et al. (2011), prendre en considération la notion de plaisir, en complément de l'effort, dans la compréhension des mécanismes de la fatigue et de la régulation de l'allure est d'une importance capitale. Pour ces auteurs, réguler son allure revient alors à prendre en compte aussi bien la notion d'effort que les notions de plaisir et de motivation.

Ainsi par exemple un élève se connaissant bien pourra ressentir avec précision le niveau exact de plaisir que l'exercice lui procure. Il pourra également persévérer dans l'effort grâce à la connaissance précise du niveau d'effort qu'il est capable de soutenir durant l'exercice imposé, faisant ainsi appel à son niveau de motivation. Ainsi le rôle des émotions, que nous détaillerons par la suite, dans le processus de régulation de l'allure devient un autre élément caractéristique de la connaissance de soi.

Par conséquent, le processus de régulation de l'allure est tout à fait en accord avec le développement de la connaissance de soi et force est de constater que la capacité de régulation d'allure offre aux élèves une possibilité de mieux se connaître pour gérer leur vie physique d'adulte. Ainsi dans notre cadre d'étude, cette connaissance de soi s'identifiera au travers de la maîtrise des allures, de la gestion des allures ainsi que dans le choix des allures de course. Même si le phénomène de la régulation de l'allure demeure encore un concept très mal maîtrisé, elle a la particularité d'être intimement liée et dépendante de la connaissance de soi (Baron et al., 2011). De plus, on pourrait penser également que la régulation optimale de performance est une capacité non innée s'acquérant alors avec l'expérience et augmentant par là même une connaissance de soi plus fine. En effet, si l'intégration et la stabilisation d'une stratégie d'allure lors d'une

épreuve physique donnée est le résultat d'un apprentissage qui nécessite de la répétition (Foster et al., 2009) alors nous pouvons penser que cette capacité s'acquiert par expérience et que bien se connaître s'apprend au fil des répétitions.

En conséquent, bien se connaître dans des épreuves de course, c'est réguler son investissement pour que la fatigue ne survienne ni trop tôt, ni trop tard. Servant aussi à contrôler l'apparition de la fatigue, cette capacité apparaît alors comme un facteur incontournable d'influence sur la fatigue. Dès lors, même si la fatigue à l'exercice peut être aujourd'hui décrite de façon très précise, ces mécanismes explicatifs sont encore largement débattus à notre époque (Baron et al., 2010) mais que nous développerons pour une meilleure compréhension de notre objet d'étude.

Mais au préalable, il nous paraît nécessaire de consacrer un chapitre apportant un cadre à différents concepts ou notions déjà utilisés. La régulation de l'allure, la connaissance de soi et la fatigue à l'exercice sont des processus qui imposent une approche pluridisciplinaire pour les appréhender dans leur complexité. Les dimensions psychologiques et neurophysiologiques s'ajoutent aux aspects physiologiques. Les sciences de la vie y croisent les sciences humaines, nécessitant une précision quant à l'emploi de certains termes que le langage courant déforme parfois. La notion d'émotion notamment a déjà été utilisée dans les chapitres précédents et son importance dans les processus étudiés impose qu'elle soit plus largement développée.

III) Les émotions dans la pratique sportive.

Les activités physiques et sportives sont sources d'émotions et parfois même ces émotions peuvent devenir intenses quand on fait allusion aux sports et situations extrêmes. De fait, si le sport est particulièrement propice au déclenchement de ces réactions émotionnelles (Martinant, 2007 ; Crocker et al., 2003 ; Vallerand et Blanchard, 2000), nous pouvons alors penser que les liens entre sport et émotions sont très étroits. Pour Martinent (2007) ces émotions dans le domaine du sport ne représentent pas seulement des phénomènes intéressants et fascinants mais peuvent également avoir des conséquences importantes débordant largement le cadre de l'expérience émotionnelle en elle-même. En effet, comme le déclare Martinent dans ses travaux, les émotions peuvent notamment influencer les choix de la participation ou de l'arrêt de la pratique sportive (Berger et Molt, 2000 ; Vallerand et Blanchard, 2000) ; Elles peuvent également concourir à moduler les comportements orientés sur la santé (Biddle, 2000) ou bien faciliter ou handicaper la performance sportive (Hanin, 2000a ; Hardy et al., 1996 ; Jones, 1995). Enfin les émotions peuvent encore jouer une fonction sociale importante notamment au travers de la perception de l'expression des émotions de ses coéquipiers ou adversaires (Hackfort, 1999 ; Poizat et al., 2006).

Pour Campo (2011) en ce qui concerne la psychologie du sport, et plus particulièrement la psychologie des émotions, deux champs d'investigation prédominant à l'heure actuelle dans la littérature sportive. Tout d'abord, le domaine des émotions a été pour le moins prolifique quant aux recherches produites dans le secteur du "sport-santé ". En effet, la recherche s'est focalisée sur différentes thématiques telles que les blessures en sport (Walker et al., 2004), le surentraînement (Raglin et Wilson, 2000), ou bien encore la santé mentale (Raglin, 2001). La performance sportive ouvre elle de son côté un

second champ de recherche au regard de la compréhension des processus émotionnels dans le sport. A ce propos Martinent (2007) montre que les psychologues du sport s'accordent à reconnaître le rôle central joué par la gestion des émotions dans la réalisation d'une performance de haut niveau (Cerin et al., 2000 ; Hardy et al., 1996 ; Jones, 2003 ; Prapavessis, 2000 ; Totterdell et Leach, 2001). Ceux-ci ont d'ailleurs largement reconnu que les émotions ont des conséquences interpersonnelles et intrapersonnelles importantes dans le domaine de la performance sportive (Hackford, 1999 ; Jones, 1995 ; Vallerand et Blanchard, 2000). De ce fait, les phénomènes émotionnels tiennent alors une place prépondérante dans le sport et l'exercice physique (Vallerand et Blanchard, 2000).

Il apparaît alors que le sport et l'activité physique représentent des stimuli multifacettes dans la mesure où ils ont la capacité d'induire une réponse affective à chaque niveau du processus, des affects basiques aux émotions spécifiques (Ekkekakis et Petruzzello, 2000).

Pour ce qui est des incidences des émotions sur la pratique sportive, l'exemple du « *burn out* » est notamment une démonstration de l'influence des émotions sur la fatigue et la motivation du sportif. Les effets du « *burn out* » sont en effet caractérisés par un état de fatigue physique, mais également par un sentiment d'épuisement psychique accompagné d'un affaiblissement de niveau de motivation (Maslach et Goldberg, 1998).

Ainsi, dans le domaine sportif, les émotions apparaissent, aux yeux des entraîneurs et des athlètes, comme un des principaux facteurs susceptibles d'influencer sur la performance. En effet, si les émotions positives sont le plus souvent considérées comme plutôt facilitantes dans la réalisation d'une prestation sportive, le lien entre les émotions négatives et la performance, apparaît plus discuté. (Debois, 2003).

Dès lors, on peut constater que les émotions sont présentes dans la vie sportive que l'on se place du point de vue des sportifs eux-mêmes, des arbitres, des entraîneurs ou des spectateurs (Crocker et al., 2003 ; Vallerand et Blanchard, 2000). Elles sont donc une composante incontournable du fonctionnement sportif. Les comprendre devient alors une nécessité dans le cadre de l'optimisation de la performance (Campo, 2011) mais aussi dans le cadre de l'éducation physique et sportive.

1) Les émotions en EPS.

Pour Gagnaire et Lavie (2005), « le cours d'EPS peut enchanter la journée terne d'un élève, comme il peut devenir un cauchemar hebdomadaire. Rares sont les disciplines qui sollicitent une implication émotionnelle d'une telle intensité. C'est là un phénomène que les enseignants ne peuvent ignorer ». Ainsi comme nous l'expliquent ces auteurs, le privilège de l'EPS est d'avoir recours à des activités physiques et artistiques, source inépuisable d'émotions. De plus si les textes officiels (Arrêté de 08/07/08) mentionnent que l'élève doit « maîtriser ses émotions et apprécier les effets de l'activité physique sur son propre corps » alors nul doute que les émotions en EPS restent un élément incontournable de la discipline.

Pour Ria et Récopé (2005) les émotions en EPS fondent l'activité adaptative de l'élève. Pour ces auteurs, les émotions en EPS sont directement liées à un plaisir ou une douleur référée au bien-être personnel de celui-ci. Pour eux, le ressenti émotionnel en EPS est propre à chaque élève, car ce qui est agréable, menaçant ou négligeable dépendra des inclinaisons de chacun. De fait, le caractère « subjectif et fugace » des émotions rend leur évocation difficile. Ainsi, « les émotions découlent alors de la rationalité personnelle du

sujet, du poids de ses intérêts et de ses manières récurrentes de sentir et d'agir » (Ria et Récopé, 2005). En définitive, ces auteurs veulent montrer que les émotions ne peuvent être traitées que de façon « intra individuelles » mais qu'aussi elles sont constitutives de l'action de chaque élève.

Ainsi, l'émotion peut avoir une fonction inhibitrice pour un élève alors que pour un autre elle aura une fonction stimulante face à la même action. On peut bien penser par exemple qu'avant même de débiter un cycle, les a priori positifs ou bien négatifs des élèves vont indéniablement modifier leur comportement face aux situations d'apprentissage. Pour Lab (2007) en milieu scolaire, l'exemple de l'activité demi-fond laisse souvent des traces négatives, source de déplaisir chez les élèves provoquant un arrêt brutal de l'activité.

En d'autres termes, en cours d'EPS les élèves peuvent ressentir une pluralité d'émotions à chaque moment du cours. « *Certaines sont plus spécifiquement liées au contexte scolaire, d'autres au contexte sportif, d'autres encore à la mise en jeu du corps* » (Gagnaire et Lavie, 2005), modifiant ainsi leur comportement face à l'action. Ainsi, à travers les différentes situations d'apprentissage, les élèves ont ainsi la possibilité de ressentir et de vivre, de manière individuelle ou collective, le cycle d'EPS comme une « expérience authentique » (Delignières et Garsault, 2004).

Pour Nugier et Niedenthal (2005) les émotions en EPS constituent un processus de réaction de l'élève face aux événements pertinents de son environnement. Par là, les auteurs soulignent le fait que les élèves en EPS ont tendance à interpréter ce qu'ils perçoivent en fonction de l'émotion qu'ils ressentent. Par conséquent toutes les

émotions éprouvées auront des répercussions sur l'acquisition des compétences et des connaissances.

Ainsi en EPS, les émotions ont une répercussion sur l'apprentissage des élèves. L'apprentissage est alors biaisé au regard des émotions inhibitrices ou facilitantes. Pour Debois et al. (2007) la mise en situation d'apprentissage s'accompagne chez les élèves d'une expérience émotionnelle, positive ou négative, qu'il convient d'identifier et de comprendre. Pour ces auteurs, les enseignants d'EPS doivent prendre en compte les émotions comme fil directeur dans leur enseignement des APSA à l'école, afin de lier la notion d'apprentissage avec celle d'effort, de plaisir et de motivation. Dans cette optique, « *si l'EPS est génératrice d'émotions, elle est aussi l'occasion d'apprendre à les contrôler* » (Pasquier & Paulmaz, 2004).

Pour ce qui est de la construction des connaissances en EPS, les émotions interféreraient sur le processus de transformation et l'acquisition des connaissances (Terré et al. 2013). En effet, dans leur étude en 2013, Terré et al. défendent l'idée selon laquelle les émotions, qu'elles soient ressenties comme agréables ou désagréables, jouent un rôle central dans la façon dont les élèves définissent leur propre situation. Elles peuvent amplifier les expériences et constituer, en elles-mêmes, des éléments de connaissance.

En conséquence, l'ensemble des auteurs tient à montrer que les émotions constituent un ressort de l'action et de l'apprentissage des élèves. Ainsi il n'en demeure pas moins vrai que la question des émotions en EPS demeure un sujet crucial encore bien d'actualité mais qui mériterait un peu plus d'attention. Derrière cette problématique professionnelle, se cache plusieurs aspects et apprentissages que l'enseignant d'EPS doit

être en mesure d'évaluer, de comprendre et de développer pour la réussite des élèves dans la discipline. Pour Ria (2005) l'enseignement de l'EPS ne tient pas suffisamment compte des émotions véhiculées et générées par les APSA.

Ainsi comprendre comment les émotions influencent les comportements notamment dans le domaine de la performance sportive devient incontournable pour pouvoir faire progresser les élèves en EPS. De ce fait, étudier le processus émotionnel dans une activité comme le demi-fond ne peut être que profitable pour la profession dans l'optique de comprendre encore mieux les comportements liés aux émotions éprouvées.

2) L'influence des émotions sur la performance sportive.

Les émotions sont alors considérées comme un phénomène exerçant un impact prédominant aussi bien sur les performances à réaliser le jour de la compétition (Hanin, 2000a) que sur la qualité de l'apprentissage sportif (Debois et al. 2007 ; Villepreux et al., 2007). Cet égard, Vallerand et Blanchard (2000) expliquent que les émotions peuvent influencer la personne qui les ressent au travers de conséquences intra-personnelles.

Les répercussions intra-personnelles des émotions se caractérisent comme l'effet d'une émotion sur la personne qui la ressent (Vallerand et Blanchard, 2000)

Campo (2011) démontre que l'effet d'une émotion sur un individu peut influencer le traitement cognitif, la motivation et l'état physiologique.

Concernant le traitement cognitif, les émotions semblent influencer directement les processus cognitifs tels que le jugement de l'individu, la perception des situations, la largeur du faisceau attentionnel, ou bien encore le niveau de concentration (Vallerand et Blanchard, 2000).

Concernant l'influence sur la motivation, les émotions négatives telles que le stress, peuvent être accompagnées d'un affaiblissement du niveau de la motivation (Maslach et Goldberg, 1998). En effet, au sein des approches cognitives des émotions (Lazarus, 1999 et 2000), il est reconnu que les émotions sont composées de déterminants motivationnels à l'origine de leur genèse. Ainsi, la motivation peut être impactée en retour par la réponse émotionnelle, tout comme par les conséquences situationnelles au ressenti de l'individu (Lazarus 1999).

Enfin, les émotions influencent aussi l'état physiologique de l'individu. (Russell et Barrett, 1999). Il a été montré qu'elles impactent le système nerveux périphérique, responsable des variations des indicateurs physiologiques, tels que la pression artérielle, le rythme cardiaque, la tension musculaire, etc. (Larsen et al., 2008).

Partant de ces constats, Baron et al. (2011) ont trouvé bon de montrer en quoi les émotions influenceraient la performance sportive en travaillant sur le processus de régulation de la fatigue.

3) Modèle théorique des émotions.

L'émotion est un concept qui renvoie à un ensemble de phénomènes psychologiques. Définir cet ensemble représente un prérequis important permettant de clarifier avec précision les contours de ce concept très souvent étudié (Ekkekakis et Petruzzello, 2000 ; Vallerand et Blanchard, 2000). Cependant, il existe plus d'une centaine de définitions différentes du mot « émotion » et le seul point sur lequel tout le monde s'accorde selon Belzung (2007) c'est que le concept est difficile à définir. Pour l'auteur, une première

difficulté vient probablement du fait qu'il s'agit d'un mot du langage populaire. De plus, la définition varie en fonction du point de vue théorique adopté. (Belzung, 2007). Par exemple Kleinginna et al. (1981) ont analysé et classifié 92 définitions, en montrant qu'il y a peu de points communs entre elles et que la plupart sont trop vagues. D'ailleurs ce n'est pas l'étude des thèses de Charles Darwin (1872), de James William (1884), de Walter Canon (1959) ou bien même des recherches de psychologues contemporains à l'instar de Bernard Rimé (2005), de Robert Plutchik (1984) ou bien même de Richard Lazarus (1991 et 1999) qui permet de trouver un accord commun ou bien même un modèle unique sur les émotions. De fait, la définition elle-même d'une émotion ne trouve pas réellement de consensus parmi les chercheurs (Lane et Terry, 2000), et de nombreux termes sont alors employés pour parler des émotions, comme la notion d'affects ou bien encore d'états d'humeur. Campo (2011) mentionne à ce titre que la question des émotions reste en suspens quant à la définition réelle du concept, et de ce qui fait qu'un ressenti peut-être défini comme une émotion.

Poilat et Bannour (2008) ajoutent même que les psychologues parviennent difficilement à s'entendre sur ce que désignent les termes de phénomènes émotionnels, tout d'abord parce qu'ils naviguent entre plusieurs concepts qui sont fréquemment associés (et parfois inter changés) au terme émotion comme ceux d'affect, d'humeur, de sentiment, etc.

Toutefois, il est tout de même admis de façon consensuelle, que le terme « *émotion* » est réservé aux états affectifs qui sont induits par un processus évaluatif durant lequel un objet spécifique est reconnu comme ayant le potentiel de promouvoir ou d'atteindre à la survie ou au bien être de l'individu (Lazarus, 1991 ; Ortony et al., 1988). Les émotions sont donc des réponses immédiates à des stimuli spécifiques. Elles sont typiquement caractérisées par une durée relativement faible et une haute intensité (Watson et Clark,

1994). De plus, le terme émotion renvoie à une réalité psychique complexe qui implique des processus d'évaluation cognitive du flux d'informations internes ou externes à l'individu, des sensations d'excitation et plaisir (ou déplaisir) qui y sont associées, des changements physiologiques, et que le comportement émotif, habituellement dirigé vers un but, est adaptatif (Poilat et Bannour, 2008).

Bien que les concepts d'émotion, d'humeur et d'affect se complètent d'une manière inextricable et que les lignes exactes de démarcations sont probablement impossibles à dessiner (Smith et Lazarus, 1990), leur distinction doit être apportée. Selon Vallerand et Blanchard (2000), les notions d'affects, d'états d'humeur et d'émotions sont souvent employées avec peu de distinction au sein de la littérature des émotions en sport.

a) Les différences entre l'émotion, l'humeur et l'affect.

• L'émotion.

Selon l'étymologie, les émotions produisent des changements, psychiques ou comportementaux, mais renvoient aussi à un état d'« ébranlement ». Ces états internes peuvent être positifs (plaisir, joie) ou négatifs (dégoût, anxiété, agression). Les comportements associés sont respectivement des comportements d'approche ou d'évitement (Belzung, 2007). En ce sens les émotions guident notre comportement, nos attitudes, et sont ainsi conférées d'un rôle adaptatif dans le fonctionnement humain (Lazarus, 1991) ainsi que dans le fonctionnement social (Fisher et Manstead, 2008).

Pour Philippot (2007) les émotions sont constituées d'un ensemble de processus plus ou moins coordonnés et plus ou moins présents selon la nature de l'émotion. Kleinginna et

al. (1981) quant à eux indiquent que les émotions sont le résultat de l'interaction de facteurs subjectifs et objectifs, réalisés par des systèmes neuronaux ou endocriniens, qui peuvent induire des expériences telles que des sentiments d'éveil, de plaisir ou de déplaisir, générer des processus cognitifs tels que des réorientations pertinentes sur le plan perceptif, activer des ajustements physiologiques globaux et enfin induire des comportements qui sont, le plus souvent, expressifs, dirigés vers un but et adaptatifs. Pour Rimé (2005) les émotions font partie des manifestations affectives qui s'imposent de manière automatique dans le cours de l'adaptation et qui suscitent l'expérience du plaisir ou de la peine. Leur marque la plus distinctive est la rupture de continuité dans le rapport individu-milieu, qu'on perçoit tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'individu. Elles impliquent à la fois les niveaux motivationnel/comportemental, facial/expressif, subjectif/phénoménal, attentionnel/cognitif, et physiologique/végétatif du fonctionnement de l'individu.

Dans cette perspective, Lazarus et al. (1980) définissent les émotions comme des réactions psychophysiologiques complexes et organisées à un événement, un objet ou un agent, incluant non seulement les évaluations cognitives mais également les tendances à l'action et les patterns de réactions somatiques qu'elles engendrent. Une émotion est également un phénomène psychophysiologique conséquent à l'évaluation d'un événement survenant dans l'environnement (Lazarus, 2000). Cette réaction va comporter 3 composantes : subjective (les pensées que chaque individu va associer à cette émotion), comportementale (les actions que va nous pousser à entreprendre l'émotion) et enfin les changements physiologiques (par exemple la hausse de la fréquence cardiaque associée à l'émotion). Belzung (2007) quant à lui note la présence de trois composantes fondamentales : la composante comportementale (dite composante de tendance à l'action (Vallerand et Blanchard, 2000), la composante

physiologique et la composante cognitive/subjective. D'après Martinent (2007) ces trois composantes sont censées opérer comme une unité plutôt que comme des composantes séparées.

•**Les humeurs et sentiments.**

Lane et Terry (2000) définissent les états d'humeur comme « *un ensemble de ressentis de nature éphémère, variant en intensité et en durée, et impliquant généralement plus qu'une seule émotion* » (p.17). Pour Bernard Rimé (2005) l'humeur désignerait les états affectifs perçus comme positifs ou négatifs et pouvant s'étendre de quelques instants à plusieurs mois sans que la personne sache ce qui les a déclenchés ou interrompus chez elle. Elles sont de plus caractérisées comme étant diffuses et, contrairement aux émotions, elles sont typiquement associées à un manque de tendance à l'action. Les humeurs semblent aussi moins intenses et de plus longue durée que les émotions (Parkinson et al., 1996 ; Watson et Clark, 1994). Elles sont donc conceptualisées comme ayant une origine cognitive (Martinent, 2007). D'après Lazarus (1991), les humeurs ne sont pas des réponses à des événements spécifiques, mais plutôt des réponses à comment nous voyons le monde en général et quelle est notre place dans ce monde (Frijda, 1993 et 1994). Les humeurs sont aussi caractérisées comme des « propensions évaluatives » (Frijda, 1993) ou des dispositions contextuelles ou temporelles (en opposition avec les dispositions de la personnalité ; Lazarus, 1991). De manière générale l'humeur est un état d'âme persistant et diffère des émotions car elle est moins spécifique, moins intense et moins influencée par des événements récents (Thayer et al., 1989).

De son côté le sentiment se distingue de l'émotion dans le sens où il désigne plus particulièrement la composante subjective, ressentie, de l'émotion et ne concerne pas

les composantes comportementales et physiologiques (Belzung, 2007). Damasio et al. (2000) enfin, définissent le sentiment comme la perception d'un état du corps ainsi que celle d'un certain mode de pensée.

•Les affects.

D'après Ortony et al. (1987) l'affect est un construit plus large que les émotions. En conséquence, l'utilisation du mot affect implique que toutes les émotions sont des conditions affectives, alors que toutes les conditions affectives ne sont pas des émotions. Les affects renvoient à des composantes personnelles ressenties de toutes les réponses de valence (plaisante ou déplaisante), incluant les émotions et les humeurs (Frijda, 1993 et 1994 ; Gross, 1999 ; Lazarus, 1991 ; Scherer, 1984). De fait le terme affect est employé de façon générique incluant les émotions, les sentiments ou bien encore les états d'humeur (Oatley et Jenkins, 1996 ; Russell et Barret, 1999). Les affects peuvent être identifiés sur des lignes de force allant, par exemple, de très déplaisant (affect négatif) à très plaisant (affect positif) (Poilat et Bannour, 2008).

b) Distinction entre les différents termes émotionnels.

En ce qui concerne la différence entre l'émotion et l'affect, Belzung (2007) montre que l'une des façons de les distinguer est de prendre en considération l'intensité de l'état. Par exemple, s'il s'agit d'une intensité faible, on considère qu'il s'agit d'un affect alors que si l'intensité est forte, il s'agit d'une émotion. Selon Damasio (1999 et 2001) les émotions sont des actions pour lui. Certaines se traduisent par des mouvements des muscles du visage, comme des expressions faciales de joie, de colère, etc. ou du corps, la

fuite ou la posture agressive. D'autres se traduisent par des actions internes, comme celles des hormones, du coeur ou des poumons. Les émotions sont donc d'une certaine façon palpable car on peut les mesurer, les étudier. Les sentiments, par contre, sont privés, subjectifs. Ils sont ressentis par l'individu et lui seul. Il ne s'agit pas de comportements mais de pensées.

Une autre distinction importante dans les travaux sur les émotions concerne la valence des différentes émotions. Cette dernière peut être soit positive (vécu subjectif agréable, plaisant), soit négative (vécu subjectif désagréable, déplaisant). Ainsi, on décrit généralement la joie comme une émotion à valence positive et la tristesse, le dégoût, la colère, la peur, la culpabilité comme des émotions à valence négative (Belzung, 2007).

D'ailleurs Rimé (2005) ajoute que les émotions sont plus différenciées que les autres manifestations affectives car elles varient d'une part sur les dimensions d'intensité et de valence d'autre part. De plus à ces éléments il convient encore d'ajouter la brièveté d'installation et la courte durée, qui distinguent l'émotion des autres manifestations affectives.

Pour Martinent (2007) la voie la plus efficace pour conceptualiser les relations entre les émotions et les affects consiste à examiner ces construits à partir d'une perspective fonctionnelle. En effet, les émotions et les affects facilitent l'adaptation individuelle aux demandes de l'environnement physique et social en détectant les stimuli significatifs pour le bien être de l'individu et donc en produisant des comportements permettant la survie et le bien être (Keltner et Gross, 1999 ; Levenson, 1999 ; Smith et Lazarus, 1990). Cependant, ils représentent des stades d'évolution différents et ils accomplissent leurs buts via différentes routes. Selon lui, les réponses affectives basiques peuvent agir à travers des mécanismes hautement pré-câblés, non flexibles et relativement limités. Par exemple, la douleur renvoie automatiquement à la perception d'un affect négatif

(caractère déplaisant) des individus sans intervention de processus évaluatifs cognitifs. D'un autre côté, les émotions représentent une solution d'une plus grande flexibilité et variabilité, et peut être d'une plus grande précision et efficacité, comme le résultat de connaissances et de jugements (Smith et Lazarus, 1990). Ainsi, les affects peuvent être particulièrement efficaces dans certaines situations critiques alors que l'évolution des capacités cognitives à travers les émotions peut permettre de résoudre des problèmes d'adaptation plus complexe qui émergent en parallèle de l'évolution de la structure sociale (Smith et Lazarus, 1990).

Concernant la distinction émotion/humeur, les émotions seraient plus intenses et d'une durée plus courte comparée aux états d'humeur (Ekman, 1984 ; Parkinson et al., 1996). Par exemple, la sensation de bien-être, ou celle de fatigue, est plutôt apparentée à des états affectifs globaux basés sur une expérience de vie, est ainsi reconnue comme un état d'humeur. Au contraire, les émotions, comme par exemple, la joie d'avoir gagné ou la colère ressentie contre un coach, sont non seulement plus intenses et plus courtes, mais aussi des réactions relatives à des événements spécifiques (Biddle, 2000).

D'après Lazarus (1991), les humeurs renvoient à des issues existentielles plus larges sur sa propre vie, alors que les émotions renvoient à des affaires immédiates, des buts précis par rapport à une adaptation spécifique avec l'environnement. Selon Rimé (2005), ces dernières induisent que la personne éprouve des modifications subjectives puissantes et des impulsions motivationnelles spécifiques.

c) Caractérisation des émotions.

Les émotions sont dites simples ou primaires quand elles s'accompagnent d'expressions faciales ou gestuelles universelles quelle que soit l'empreinte de l'éducation et de la culture (Lotstra, 2002). Les émotions complexes quant à elles résulteraient de la combinaison de plusieurs émotions simples.

Pour Plutchik (1980), il existerait huit émotions primaires : la colère, la peur, la tristesse, la surprise, le dégoût, la joie, l'anticipation-excitation, et la sympathie-attraction. Il considère ces émotions comme étant bipolaires dans le sens où, par exemple, la joie s'oppose à la tristesse, la colère à la peur, la sympathie au dégoût et la surprise à l'anticipation. Comme pour beaucoup d'auteurs, la combinaison des émotions primaires donne lieu à l'émergence d'émotions dites secondaires. Pour lui, la catégorisation des émotions se base sur la notion d'intensité et le degré de similitude (Figure 6). Selon son schéma multidimensionnel l'amour, par exemple, serait un mélange de joie et d'acceptation, la culpabilité, un mélange de joie et de peur.

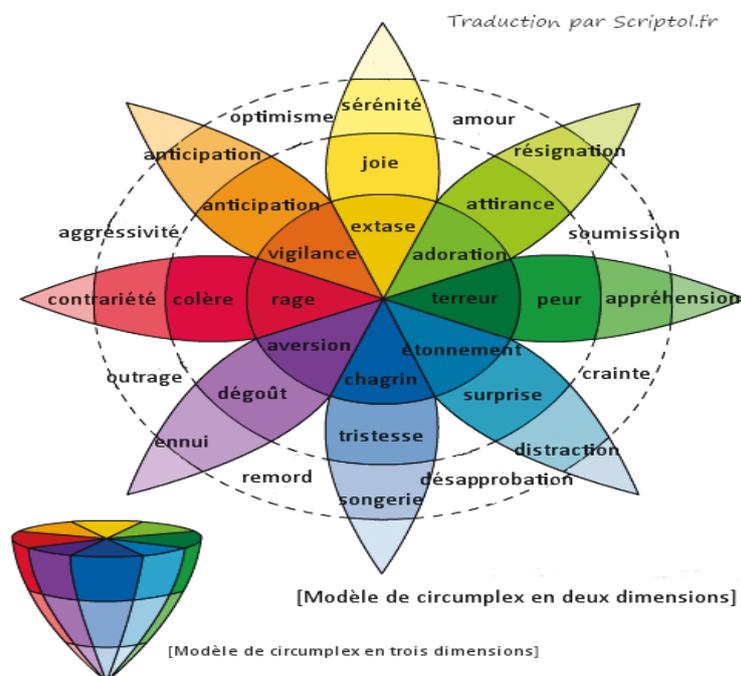


Figure 6 : Le modèle de circumplex de Plutchik (1980).

Cette approche des émotions de base a largement été influencée par les travaux pionniers de Charles Darwin, postulant sur le fait que les émotions sont universelles et permettent à l'espèce de s'adapter aux exigences de l'environnement. Dans cette optique, Shaver et al. (1987) caractérisent les émotions comme des réponses physiologiques comportementales spécifiques qui seraient programmées génétiquement. De son côté, Lazarus (2000) définit la réponse émotionnelle comme « *une réaction psychophysologique organisée en rapport à des relations permanentes avec l'environnement, le plus souvent, mais pas toujours, interpersonnelles ou sociales* » (p.230). Il considère la réponse émotionnelle comme incluant des changements physiologiques, une tendance à l'action, et une expérience subjective.

- ***Composante physiologique.***

Les conceptions psychophysologiques des émotions sont issues des travaux de James (1884) et Lange (1922) qui considéraient que les émotions avaient une origine physiologique, et qu'elles émergeaient de la perception de changements périphériques. Ainsi, c'est la perception de nos réactions face à un stimulus, s'exprimant en réponses musculaires et neurovégétatives, qui ferait émerger une émotion particulière (Martinet, 2007). Par exemple, les réponses physiologiques rencontrées durant les exercices très intenses peuvent être ressenties automatiquement comme déplaisantes par les athlètes (affect négatif). Dans le même temps, l'évaluation cognitive de leurs propres capacités peut induire différentes réponses émotionnelles. Une évaluation positive de leurs capacités peut induire de la fierté et une augmentation de leur estime de soi alors qu'une évaluation négative pourrait faire naître de l'anxiété ou de la honte. Ainsi, l'évaluation par les athlètes de leurs réponses physiologiques comme des signes

de danger pour leur santé ou pour leur performance pourrait induire une réponse émotionnelle associée à l'anxiété (Ekkekakis et Petruzzello, 2000). Au contraire, l'interprétation de ces mêmes symptômes comme des signes d'effort et d'engagement pourrait induire de la satisfaction (Ekkekakis et Petruzzello, 2000).

Dès lors, différentes activations physiologiques sont associées aux états émotionnels. Elles concernent les modifications au niveau du système nerveux autonome (modifications du rythme cardiaque, de la pression artérielle, de la température corporelle, de la réponse électrodermale, du rythme électroencéphalogramme, de la dilatation des pupilles, de l'activité respiratoire, de la motilité gastrique, mais également les taux de certaines hormones et de certains neurotransmetteurs (Belzung, 2007). Ekman et al. (1983) ainsi que Levenson et al. (1990) confirment même que les modifications physiologiques qui se manifestent durant l'émotion incluent des altérations du rythme cardiaque, de la pression sanguine, du débit sanguin ou encore de la résistance cutanée. Dès lors pour Beedie et al. (2012) plusieurs hypothèses provisoires peuvent être proposées pour expliquer un rôle de l'émotion dans les effets physiologiques rapportés. Par exemple pour Ledoux (1998) les plus hauts niveaux d'anxiété observés dans les pratiques sportives sont associés à une augmentation de la tension musculaire, de la fréquence cardiaque et de la fréquence respiratoire. En ce sens pour Beedie et al. (2012) l'émotion pourrait réduire l'énergie métabolique globale disponible pour la performance, et dans le cas de la tension musculaire cela nécessiterait un surplus d'énergie pour surmonter ce phénomène.

Concernant les bases neurophysiologiques des émotions, Ledoux et Muller (1997) indique que chaque émotion correspondrait à une unité cérébrale fonctionnelle distincte, résultat d'une longue sélection au cours de l'évolution. À l'heure actuelle, les neuroanatomistes s'accordent pour reconnaître l'absence de « centres » uniques des

émotions comme d'ailleurs de la raison, de la motricité, de la vision ou du langage. Il existe des « systèmes composés » de plusieurs unités cérébrales reliées. Ces diverses unités cérébrales, selon la place qu'elles occupent dans un système donné, fournissent différentes contributions au fonctionnement de ce dernier, et ne sont donc pas interchangeables. (Lotstra, 2002). Par ailleurs, les parties du cerveau (notamment l'amygdale) impliquées dans l'évaluation émotionnelle des objets ou situations ont une action qui précède l'action du néocortex permettant la reconnaissance et à l'analyse des objets ou situations. Ainsi, devant un phénomène, ce qui compte d'abord, c'est sa perception émotionnelle (peur, plaisir, joie, colère, etc.) (Damasio, 1995; Goleman, 1997). En conséquence, comme le mentionne Damasio (1995), il semble que la perception des émotions ait un statut vraiment privilégié. Elle se réalise à de nombreux niveaux neuronaux sur un pied d'égalité neuro-anatomique et neurophysiologique avec les autres processus perceptifs attachés aux autres modalités sensorielles. Cependant, la perception des émotions se développe en premier et son influence est immense. (Damasio, 1995). Ainsi, selon Damasio, l'individu ne peut pas être conscient sans réaction émotionnelle à des objets, des situations, des événements extérieurs au cerveau, que ce soit dans son corps ou au-dehors.

- ***Composante Cognitive.***

Schachter et Singer (1962) considèrent les émotions comme émanant d'un processus d'avantage cognitif. Leur théorie suggère alors que les modifications physiologiques sont un élément nécessaire mais insuffisant pour permettre à une personne de reconnaître son état émotionnel, dans le sens où ce serait la situation présente qui donnerait une

signification au ressenti (Schachter et Singer, 1962). Pour Umbriaco et al. (2002) l'émotion est une composante de ce que nous appelons pensée, raison et cognition.

Ainsi, il a été démontré que les émotions positives auraient un impact sur la largeur du faisceau attentionnel (élargissement), sur la créativité et la quantité d'actions associées au ressenti, et finalement sur la qualité des relations sociales. Les ressentis affectifs de valence positive sont généralement associés à la réussite au travers de l'accroissement des ressources physiques, intellectuelles et sociales (Fredrikson et Cohn, 2008). En conséquent l'émotion induit des changements attentionnels immédiats et automatiques (Lundqvist et Ohman, 2005). De manière générale, l'attention se focalise automatiquement sur les éléments centraux à l'émotion, principalement lors des émotions négatives. Par exemple, dans une situation de danger, l'attention se centre automatiquement sur tous les indices de danger potentiel. De plus les biais attentionnels induits par l'émotion ne sont pas sans conséquence pour la mémoire des événements émotionnels. Il est évident qu'on ne peut stocker en mémoire que les informations qui ont été enregistrées et auxquelles on a prêté une certaine attention.

La composante cognitive de l'émotion renvoie alors à la perception consciente par l'individu du ressenti d'une émotion spécifique. C'est cette composante qui permet à l'individu de discuter avec autrui des émotions qu'il ressent. (Lazarus, 1991). D'ailleurs au sein des approches cognitives des émotions, il est reconnu que ces dernières sont composées de déterminants motivationnels à l'origine de leur genèse. Dès lors la motivation peut être impactée en retour par la réponse émotionnelle (Lazarus, 1999 et 2000) liée au ressenti de l'individu. Campo (2011) donne pour exemple le fait que la colère va augmenter la motivation du joueur de rugby à défendre sa ligne d'en-but mais aussi que la colère peut affaiblir la performance du joueur, et que cet affaiblissement, à son tour, réduira son niveau de motivation. De son côté Scherer va démontrer que

l'émotion d'un individu est issue de l'évaluation subjective d'un événement (Scherer, 2000). D'après lui un événement est générateur d'émotion seulement si l'individu pense que cet événement affecte un de ses buts. Dès lors, c'est la relation entre l'événement et le but qui détermine l'émotion déclenchée. Selon cette théorie, une émotion positive est générée quand l'événement facilite ou permet de réaliser un but. Elle est négative lorsque l'événement entrave la réalisation d'un but. De plus, la cause de l'événement peut déterminer l'émotion déclenchée (Scherer, 1988).

Enfin pour Martinent (2007) dans la littérature sportive, trois principales théories ont servi de support pour étudier le rôle des déterminants cognitifs dans le déclenchement et la différenciation des émotions (Vallerand et Blanchard, 2000 ; Crocker et al., 2003) : la théorie de l'attribution causale de Weiner (1985 et 1986) le modèle de l'évaluation intuitive-réfléchie de Vallerand (1987), et enfin la théorie relationnelle cognitive motivationnelle des émotions de Lazarus (1999 et 2000).

- ***Composante comportementale.***

Les tendances à l'action, comme par exemple l'approche, l'évitement, l'attention focalisée sur soi ou encore l'attention focalisée sur l'extérieur, sont considérées par certains chercheurs comme la composante principale des émotions (Arnold et Gasson, 1954 ; Frijda, 1986). Mais parce qu'elles sont modelées par les déploiements de règles et des facteurs sociaux et culturels (Hess et Kirouac, 2000), les tendances à l'action ne se concrétisent pas toujours par des comportements observables.

Si la tendance à l'action est suffisamment activée, un ensemble de réponses émotionnelles sont alors déclenchées. Il peut s'agir de changements physiologiques (le cœur va battre plus vite), expressifs (l'expression du visage va changer),

comportementaux (le phobique va avoir un mouvement de recul) ou cognitifs (l'attention du phobique va se focaliser sur l'objet phobogène). Toutes ces composantes ne sont pas toujours activées, mais plus elles le sont, plus on considérera qu'il s'agit d'une émotion prototypique. (Philippot, 2007).

Pour Beedie et al. (2012) les émotions sont associées à cette tendance à l'action, qui est selon eux une prédisposition câblée à agir au regard de l'émotion. Un autre élément de cette tendance à l'action est un modèle physiologique des réponses qui facilitent l'action en elle-même (Lazarus, 2000). La composante physiologique de cette tendance à l'action se manifeste par une augmentation de la tension musculaire, de la ventilation et la fréquence cardiaque (LeDoux, 1998). Ces émotions sont par conséquent, également associées à un coût énergétique en glucose, d'où leur désignation comme émotions à haute activation. (Beedie et al., 2012).

4) Théories explicatives des émotions dans sa relation avec le sport.

La description des émotions a connu récemment une explosion de recherches et subi une profonde évolution. Les taxonomies des émotions sont aujourd'hui destinées à fournir une représentation du domaine permettant d'accéder à l'architecture du système émotionnel (De Bonis, 1996). Dès lors plusieurs modèles ont tenté de rendre compte de l'organisation interne du domaine des émotions. Ces modèles diffèrent du point de vue des ensembles de variables qu'ils retiennent et du point de vue de la formalisation qu'ils adoptent. (Martinent, 2007).

Dans son approche idiographique des émotions et de la performance présentée dans les travaux de Campo (2011), Hanin (2000) propose une amélioration de son modèle afin de prendre en compte un large panel d'affects, négatifs et positifs, pouvant être vécus en

compétition (Hanin et Syrjä, 1995). En effet, partant de la conceptualisation de la relation émotion/performance basée sur la notion de zone de fonctionnement optimal, Hanin va considérer que les émotions ressenties doivent être prises en compte en fonction de leurs effets sur la performance, et non de leur valence. Cette extension a donné naissance au modèle des Zones Individuelles de Fonctionnement Optimal (IZOF) où il établit une liste d'émotions positives et négatives (plaisantes et déplaisantes), en les répartissant selon leurs effets sur la performance (fonctionnalité facilitante ou handicapante) en termes de mobilisation d'énergie et de son utilisation opérante. Cette taxonomie renvoie alors à quatre catégories d'émotions à savoir les émotions positives fonctionnelles (P+), les négatives fonctionnelles (N+), les positives dysfonctionnelles (P-), et les négatives dysfonctionnelles (N-). (Figure 7).

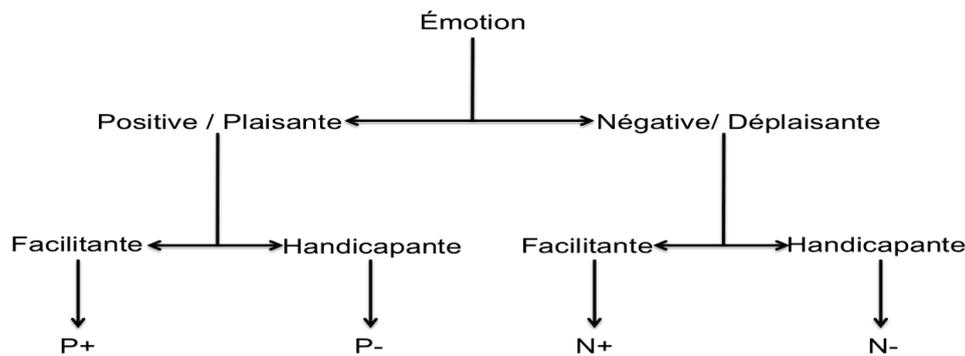


Figure 7. Taxonomie des émotions selon les IZOF de Hanin (2000).

Néanmoins, Kamata et al. (2002) reprochent à ce modèle le fait qu'il soit basé sur des conceptions dichotomiques de l'intensité des émotions et de la performance évaluée. En effet, pour les IZOF une performance est soit optimale, soit non-optimale. Cette considération de la performance soulève des difficultés relatives à la réalité empirique, qui serait alors mieux prise en compte si la performance était elle aussi évaluée sur un

continuum. Ainsi, Kamata et al. (2002) suggèrent l'importance de considérer l'intensité du vécu émotionnel sur un continuum permettant d'évaluer la distance du vécu avec la zone optimale de fonctionnement.

Une autre approche de la relation affects/performance se retrouve dans les travaux de Apter (1982 et 1989) sur la théorie du renversement. Le principe de la théorie du renversement repose sur le fait que ces états fluctuent dans le temps. Cette fluctuation peut alors amener à un état méta-motivationnel opposé à celui d'origine. Ce passage est appelé « renversement ». Ainsi, puisqu'à chaque état méta-motivationnel correspond un état affectif particulier, le renversement peut donc amener un individu à ressentir des affects opposés d'un temps t à un temps $t+1$ (Campo, 2011).

Toujours dans ses travaux de 2011, Campo indique que Johnson et al. (2009) ont développé un modèle récent de la relation émotion/performance en sport. Leur modèle des Zones Affectives Individuelles de Performance (IAPZs) prend en considération les affects via une évaluation des athlètes utilisant une grille considérant un circumplex défini par la tonalité hédonique des émotions, et par le niveau d'activation des ressentis. Cette évaluation des émotions est alors effectuée au plus proche du temps de la réalisation de la performance.

En conséquence de l'étude de ces différentes théories, Martinent (2007) suggère que celle-ci permet de mettre à jour les limites inhérentes à l'adoption d'un modèle dimensionnel des émotions, de mettre en évidence l'intérêt des modèles catégoriels des émotions, mais également d'appréhender la difficulté des chercheurs à se mettre d'accord sur le nombre d'émotions existantes et sur les critères permettant de classer un terme comme appartenant au concept des émotions ou non.

L'approche initiée par Baron et al. (2010) visait à prendre en considération le rôle des émotions dans la régulation de l'allure dans les activités de moyenne à très longue durée plutôt que de se cantonner à une analyse classique de nature purement physiologique. Si nous souscrivons à cette démarche, nous mesurons l'ampleur du travail qui reste à effectuer pour intégrer l'ensemble des connaissances relatives aux émotions dans le domaine qui nous intéresse. D'ailleurs, aussi détaillés et ingénieux soient-ils, ces modèles sur les émotions nous semblent difficilement applicables en l'état à la compréhension des questions fondamentales et pratiques qui nous animent : Les processus intéroceptifs et émotionnels ont-ils un rôle dans la régulation de l'allure des élèves ? Quelle stratégie émotionnelle les élèves utilisent-ils en demi-fond ? Comment augmenter leur niveau de performance ? Comment mesurer leur niveau de motivation ?

Mais avant, puisque pour réguler son allure l'élève doit réguler son niveau de fatigue, une étude des connaissances relative à la fatigue semble un préalable incontournable.

IV) Fatigue à l'exercice.

1) Définition.

La fatigue est un paramètre important du processus de régulation de l'allure (Baron et al, 2011) puisque l'enjeu de la régulation est de parvenir à ce que la fatigue n'entraîne pas de chute brutale de la performance avant la fin de l'épreuve (Hettinga et al., 2006). D'une façon générale, elle indique « *la diminution réversible de la capacité de performance physique et/ou psychique* » (Weineck, 1992).

Ainsi, la fatigue peut être définie comme une diminution de la force, de la puissance ou de la vitesse requise ou espérée au cours de l'exercice (Edwards, 1983). Certains auteurs rajoutent à cette définition une dimension psychologique en soulignant que la fatigue est associée à une augmentation de l'effort perçu par le sportif (Noakes et al., 2004). Dans ce cas, la fatigue est considérée comme une sensation perçue fondée sur l'intégration de feedbacks physiologiques, biomécaniques et sensorimoteurs d'origine périphérique qui précède à la faillite musculaire ou à l'atténuation de la charge de travail. (Lambert et al., 2005).

Dès lors, dans le cadre de la régulation de l'allure, l'effort semble être principalement dicté par la capacité de l'athlète à lutter contre la fatigue (Lemur, 2010). A ce titre lorsqu'un athlète poursuit un effort malgré le stress physiologique engendré, une fatigue apparaît inéluctablement. Son endurance à l'exercice interprétera alors sa capacité à résister le plus longtemps possible à l'apparition de la fatigue.

2) Caractérisation de la fatigue.

On distingue deux types de fatigue, à savoir la fatigue périphérique et la fatigue centrale. Ces deux formes de fatigue entretiennent des relations très étroites entre elles. La distinction entre ces deux types de fatigue se fait en fonction de l'origine de la perte de force par rapport à la jonction neuromusculaire. Elle se fait soit en amont (on l'appelle alors fatigue centrale ou nerveuse), ou soit en aval (on l'appelle alors fatigue périphérique ou musculaire).

Pour ce qui est de la fatigue périphérique, selon les filières énergétiques principalement mises en jeu, la fatigue va s'expliquer par différentes perturbations biologiques. Celles-ci se caractérisent par des déplétions de réserves énergétiques (phosphocréatine, glycogène), par des modifications de l'homéostasie et notamment de l'équilibre acido-basique, ainsi que par des perturbations du couplage excitation/action liées aux neurotransmetteurs.

Concernant la fatigue centrale, celle-ci peut correspondre à une diminution, soit de l'influx nerveux vers les centres moteurs supérieurs, soit de la commande nerveuse vers les motoneurones, soit de l'excitabilité des motoneurones des cornes antérieures de la moelle. En aval de cela, on parle de fatigue périphérique. Elle correspond donc soit à une diminution de la transmission neuromusculaire, soit de l'excitabilité du sarcolemme, soit du couplage excitation-contraction au niveau des tubules « T » et de la captation du calcium par le réticulum sarcoplasmique, soit de la contraction musculaire à proprement parler, soit de la production d'énergie et une augmentation des métabolites produits. Le schéma d'Edwards en 1983 (*Figure 8*) reprend ces éléments et rajoute certaines notions intéressantes avec notamment l'intervention de la motivation dans les paramètres

centraux de la fatigue, tandis que le schéma de Bigland-Ritchie en 1984 (Figure 9) permet de mettre en évidence les 2 sites potentiels de fatigue.

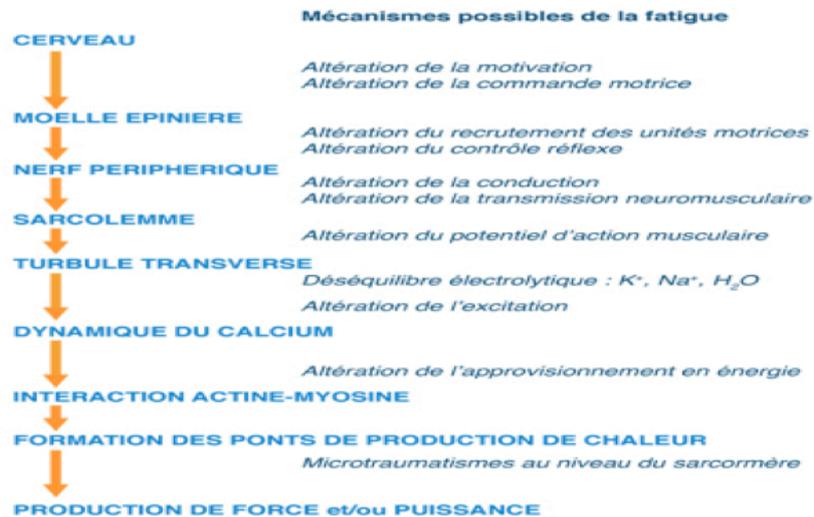


Figure 8 : La fatigue selon le schéma d'Edwards (1983). (D'après l'UV2S : Fatigue : aspects psychophysologiques par Baron et Pelayo, 2013)

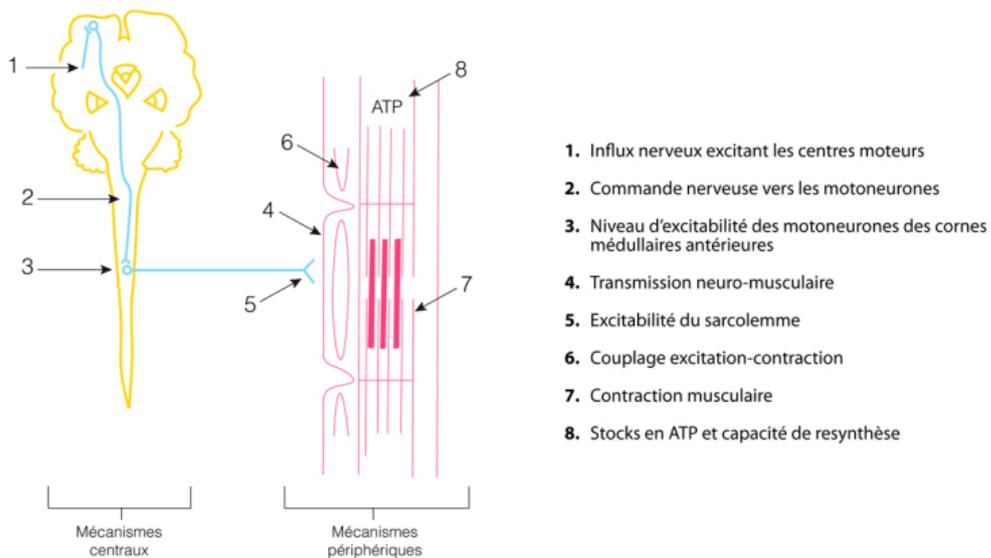


Figure 9 : La fatigue selon le schéma de Bigland-Ritchie (1984). (D'après l'UV2S : Fatigue : aspects psychophysologiques par Baron et Pelayo, 2013).

3) Modèles explicatifs.

A l'heure actuelle le débat sur la fatigue à l'exercice concerne non pas son site d'apparition (périphérique ou central) mais porte plutôt sur le fait que la diminution de la performance soit due uniquement à des aspects physiologiques ou à des mécanismes plus complexes englobant les phénomènes psycho-motivationnels.

Ainsi, d'un côté selon les modèles physiologiques (Abbiss et Laursen, 2005), la diminution de la performance au cours de l'exercice peut s'expliquer facilement et uniquement par une défaillance des systèmes physiologiques en adéquation avec le paradigme « *catastrophe* » de la fatigue (Hill, 1924).

Dans un autre côté, selon les travaux de Noakes et al. (2004a), l'explication originale du paradigme « *catastrophe* » pose un certain nombre de problèmes importants. D'abord, l'absence de défaillances physiologiques graves à la fin d'un exercice physique mené à épuisement constitue la preuve la plus flagrante que la fatigue est toujours régulée de manière ultime par le cerveau, selon un système dynamique complexe, dont la fonction est d'assurer la préservation de l'intégrité physique de l'athlète dans toutes les conditions d'exercice. Ensuite, il semble improbable que la performance sportive humaine puisse être réduite à une seule variable aussi simple qui ne donne aucun rôle aux facteurs psychologiques telle que la motivation (Noakes, 2012), alors même que les pratiquants et les acteurs de terrain y accordent une place incontournable et essentielle. Dès lors, c'est en s'appuyant sur ces constats que Noakes et collaborateurs (2004) proposent un modèle complexe de régulation de l'exercice dans lequel la performance physique ne se limite pas seulement à une défaillance de l'homéostasie physiologique. Pour eux, la diminution de la performance serait plutôt régie par une anticipation spécifiquement programmée par le cerveau pour s'assurer qu'aucune défaillance

catastrophique ne puisse se produire. Cette régulation complexe prend alors son origine au sein même du système nerveux central, d'où l'appellation du modèle du « *gouverneur central* » dont la fonction est de protéger le corps contre les dommages de la fatigue extrême.

Selon le modèle du gouverneur central, les modifications physiologiques des systèmes périphériques constituent les signaux afférents qui modulent l'intensité d'exercice par le contrôle du système nerveux central (SNC) de façon dynamique et intégrative (Noakes et al., 2004 ; Tucker et al., 2006). (Figure 10) De fait, le niveau de sollicitation métabolique, la quantité de réserves énergétiques, le niveau d'accumulation de chaleur, parmi d'autres nombreuses variables, sont intégrées et prises en considération de façon non consciente afin d'ajuster continuellement l'intensité d'exercice (Tucker et al., 2006). Ainsi, le nombre d'unités motrices recrutées au niveau des muscles actifs est régulé par une intégration neurale complexe dont la fonction est d'assurer le maintien de l'homéostasie. (Lemur, 2010) (Figure 10).

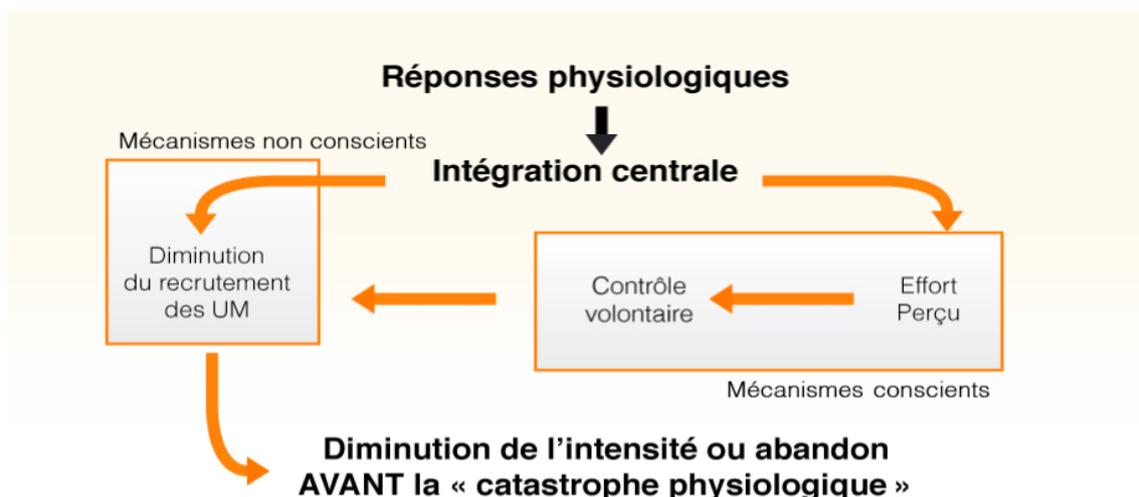


Figure 10 : Mécanismes non conscients et conscients de régulation de l'intensité et d'abandon d'après le modèle du gouverneur central. (D'après l'UV2S : Fatigue : aspects psychophysologiques par Baron et Pelayo, 2013).

Dès lors, selon St Clair Gibson et al. (2006) le cerveau contrôlerait l'intensité d'exercice à partir d'un algorithme décisionnel. Celui-ci prendrait en compte l'estimation de la durée d'exercice qui reste à réaliser ainsi que les conditions environnementales et physiologiques.

Dès lors, cette gestion intelligente de l'effort, appelée « *phénomène de téléanticipation* » (St Clair Gibson et al., 2006 ; Ulmer, 1996) est réalisée afin de fixer une stratégie spécifiquement adaptée à la nature de l'exercice. De plus, ce flux d'informations afférentes, rendant possible cette régulation, se produit durant la totalité de l'exercice, pour permettre un ajustement en fonction de l'évolution des conditions (St Clair Gibson et al., 2006).

Ainsi le centre de téléanticipation utiliserait les informations afférentes des récepteurs qui enregistrent les variations de fréquences cardiaques (Fc), de la fréquence respiratoire (Fr) et de la concentration en glucose (G) pour ajuster l'intensité en fonction de la durée restante de l'exercice (St Clair Gibson et al., 2005). (Figure 11)

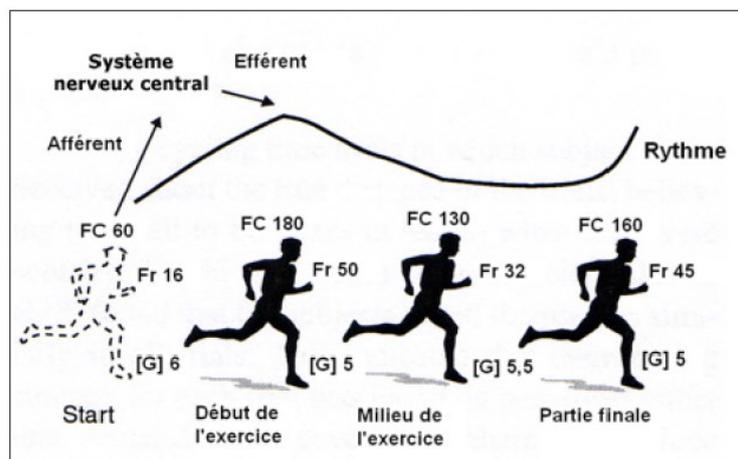


Figure 11 : Phénomène de téléanticipation ajustant continuellement l'intensité de l'exercice selon St Clair Gibson et al., 2005.

Selon cette théorie, si l'algorithme indique que l'intensité d'exercice est trop élevée, une diminution des commandes efférentes à destination des muscles actifs réduit la

puissance délivrée et inversement, afin que l'exercice soit maintenu à l'intensité adéquate jusqu'à la ligne d'arrivée. Ainsi, la puissance musculaire serait continuellement régulée de façon non consciente durant l'exercice par le biais d'une modulation du nombre d'unités motrices recrutées (Noakes et al., 2004). En parallèle, quand l'exercice est poursuivi au-delà de l'apparition de la fatigue, l'augmentation de la perception de l'effort réduirait progressivement le désir de poursuivre l'exercice (Lambert et al., 2005; Noakes et al., 2004). Ce processus conscient s'ajouterait donc aux mécanismes non conscients, permettant de réguler au mieux l'investissement (Noakes et al., 2005).

En conséquence, bien que le modèle du gouverneur central soit critiqué pour les exercices brefs et intenses pour lesquels la fatigue semble être déterminée par des facteurs périphériques et non par une régulation centrale (Lemeur, 2010), force est de constater que ce modèle envisage le sportif dans son intégralité redonnant au cerveau le rôle de régulateur de la puissance développée (St Clair Gibson et Noakes, 2004) tout en prenant également en considération les émotions ressenties (Baron et al., 2011).

Ainsi, la fatigue est envisagée non plus comme un simple événement physiologique mais également comme une sensation dont l'utilité est de protéger l'organisme, empêchant au sportif de produire un effort trop dangereux. Dans cette optique, les études montrent que la fatigue est une perception centrale, une sensation, et non directement une défaillance physique (St Clair Gibson et al., 2003). Dans cette visée Noakes (2012) affirme même que « *la fatigue est une émotion issue du cerveau qui règle la réponse à l'effort pour assurer la protection de l'homéostasie de corps* ». Dans cette optique, la perception de l'effort issue des phénomènes intéroceptifs a donc un rôle central dans le processus de régulation de l'allure. Pour Tucker (2009) la difficulté d'effort perçue semble ainsi constituer une variable essentielle pour protéger l'organisme lors de l'exercice.

4) La perception de l'effort.

Pour Delignières (2000) la perception de l'effort est à l'origine de l'expression de l'effort physique et de l'intensité de l'effort. Bien qu'elle soit subjective (Garcin et al., 1999 ; Borg 1970), la perception d'effort est envisagée comme l'interprétation consciente du niveau de fatigue physiologique (Joseph et al., 2008 ; Noakes et al., 2004). Ainsi selon Borg et Neely (1992), la perception de l'effort correspond à la sollicitation d'un ensemble de systèmes et de processus sensoriels s'intégrant en une perception générale de l'effort pouvant être également modulée par des facteurs émotionnels ou motivationnels. De leur côté, Hampson et al. (2004) ont montré qu'il existe une interprétation non consciente des afférences provenant de la périphérie et que celle-ci induit une perception consciente de l'effort produit durant l'exercice. Ainsi, on peut considérer que ce sont les modifications physiologiques induites en fonction de l'intensité de l'exercice qui entraînent des modifications de la perception de l'effort (Crewe et al., 2008).

Dans cette optique, Noakes (2004) montre que la difficulté d'effort perçue est influencée par les feedbacks physiologiques afférents. Il démontre ainsi que la difficulté d'effort perçue mesurée lors d'une épreuve de longue durée reflète par exemple la vitesse à laquelle les réserves glycolytiques sont épuisées. Dès lors, les études ont montré que la perception d'effort est fortement corrélée avec la température corporelle (Nielsen et al., 2001) mais aussi la fréquence respiratoire (Linossier et al., 2000). Elle peut être également affectée par des modifications de la fréquence cardiaque (G. Borg, 1973 ; Skinner et al., 1973), de la ventilation (Noble et al., 1973) et des concentrations sanguines en lactate (Hetzler et al., 1991).

Cependant, bien que la perception d'effort soit directement liée à l'intensité de l'exercice, la sensation d'effort n'en est pas le reflet fidèle (Delignières, 2000). Selon Lemeur (2010) l'effort que le sportif perçoit durant l'exercice n'est pas réel. Pour lui, il correspondrait en réalité à ce que la partie subconsciente de son cerveau veut lui faire percevoir comme approprié pour un exercice donné. Ainsi il émerge donc que l'épuisement volontaire lors d'un exercice à intensité constante coïncide avec l'atteinte d'une difficulté d'effort tolérable considérée comme maximale (Tucker, 2009).

Pour Delignières (2000) il est donc possible d'étudier la manière dont un individu s'adapte physiologiquement à tel ou tel type d'exercice, en évaluant l'effort ressenti sur l'exercice. On peut par conséquent déterminer cette évaluation subjective en utilisant, par exemple, l'échelle d'effort perçu appelée « *rate of perceived exertion* » (RPE) proposée par Borg (1970). (Figure 12).

COMMENT PERCEVEZ-VOUS L'EFFORT EFFECTUÉ ?

6	
7	TRÈS TRÈS LÉGER
8	
9	TRÈS LÉGER
10	
11	LÉGER
12	
13	NI LÉGER NI DUR
14	
15	DUR
16	
17	TRÈS DUR
18	
19	TRÈS TRÈS DUR
20	

Figure 12 : Echelle RPE de Borg (Borg, 1970).

La « *RPE scale* » s'agit donc d'une échelle en 15 points, notés de 6 à 20, ponctués d'expressions verbales facilitant l'évaluation. Elle est conçue pour prendre en compte l'ensemble du continuum subjectif. La cotation 6 correspond à un effort nul et la cotation 20 à un effort maximal. Les sujets sont donc amenés à déterminer leur effort réalisé grâce au moyen des chiffres correspondants de l'échelle. Pour Delignières (2000) « *cette échelle a été construite pour varier linéairement avec l'intensité objective de l'effort. Plus précisément, le score attribué par les sujets sur la « RPE scale » est approximativement égal à la fréquence cardiaque, divisée par 10* ».

Dans la continuité de ces travaux, Borg a également élaboré une autre échelle appelée CR10 (Borg et al., 1981 et Borg, 1982). Conçue également pour corréler la difficulté de l'exercice perçue avec l'augmentation de la lactatémie et du pH, la CR10 est utilisé aujourd'hui chez les adultes pour des efforts brefs et intenses (Borg, 1998). Dans un autre coté, la CR10 est l'échelle qui a été étudiée pour l'adaptation chez les adolescents.

En Effet, Williams et al. (1994) ont suggéré qu'une échelle simplifiée pourrait être plus adaptée à l'utilisation par les adolescents. Cette suggestion a donné suite à la construction et la validation d'une autre échelle spécifique à l'enfant appelé « échelle CERT (Children's Effort Rating Table).

Ainsi grâce à la CERT l'adolescent peut mesurer son effort sur une échelle allant de 0 à 10. Les travaux menés par Lazaar et al. (2006) proposent une version française de cette échelle (Figure 13).

10	Trop dur : je suis obligé de m'arrêter.
9	C'est très très dur.
8	C'est très dur.
7	C'est dur.
6	Cela devient assez dur.
5	Cela commence à être dur.
4	J'ai une sensation d'effort.
3	C'est facile.
2	C'est très facile.
1	C'est très très facile.

Figure 13 : CERT de Williams et al. (1994) d'après la traduction Française de Lazaar et al. (2006).

En 2002, Yelling et al. ont associé des pictogrammes à la CERT pour favoriser encore plus la compréhension de l'échelle chez les adolescents de 11 à 15 ans. Dès lors grâce à cette échelle illustrée, la perception de l'effort est évaluée sur une échelle de 1 à 10 depuis la question « à quel niveau de pénibilité percevez-vous l'effort effectué ? ». Le principal avantage de cette échelle est qu'elle montre bien la progressivité de l'exercice au regard de la forme en escalier (Figure 14).

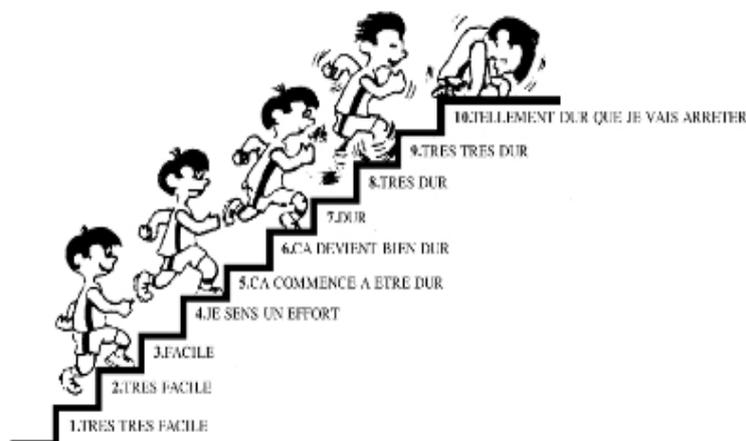


Figure 14 : « The Pictorial Children's Effort Rating Table (P-CERT) » de Yelling et al. (2002) traduit en français par Coquart et al. (2009).

D'autres études (Grolambert et al., 2001 ; Robertson et al., 2000) ont également proposé d'autres échelles à l'image de la RPE-C ou de l'OMNI pour un public d'adolescent. Cependant, l'échelle RPE-C est reproductible principalement aux intensités d'exercice faibles et élevées, alors que sa reproductibilité semble moins bonne lors des intensités d'exercice intermédiaires (Coquart et al., 2009). Pour l'échelle OMNI à l'heure actuelle selon Coquart et al. (2009) aucune traduction française de l'échelle OMNI n'a été proposée.

En conséquent, la perception de l'effort est ainsi utilisée comme un outil permettant au sportif de s'auto-évaluer et d'apprendre à se connaître (Garcin, 1997). De plus cet outil permet une prise de conscience sensorielle ajustant les sensations liées à l'activité. Cet outil représente donc un outil fiable de contrôle du stress induit par un exercice, parfois plus fiable que des indices physiologiques objectifs et indirectement quantifiables. En effet, Garcin (1997) montre que l'utilisation de la perception d'effort lors d'un exercice constitue un indicateur du degré d'effort physique et permet l'ajustement de l'intensité d'exercice en complément des mesures physiologiques. Dès lors, les efforts produits sont clairement différenciés en termes de vitesse de course, de fréquence cardiaque ou de lactatémie. Ainsi il est intéressant de savoir qu'une perception subjective d'effort peut correspondre à une fréquence cardiaque, à un pourcentage de la consommation maximale d'oxygène ou à un pourcentage du seuil (Garcin et Billat, 2001).

De plus, des efforts effectués successivement par un individu en fonction d'une même perception d'effort sont équivalents (Delignières, 2000). Aussi la reproductibilité des niveaux d'effort semble même meilleure lorsque les individus se réfèrent à l'échelle RPE que lorsqu'on leur demande de se baser sur des indices physiologiques (Borg et Noble, 1974). Pour Noble et al. (1996) un autre intérêt de la mesure de la perception de l'effort

repose sur la prédiction de la capacité maximale d'exercice. En effet, pour ces auteurs le fait qu'il existe une relation linéaire entre la perception de l'effort et des variables telles que la vitesse, la puissance développée ou encore le $VO_2\text{max}$, permet de prédire les réponses maximales, qui coïncident avec l'arrêt de l'exercice. D'ailleurs concernant la relation entre la RPE et le $VO_2\text{max}$, Coquart et al. (2014) montrent qu'il est possible de prédire le pic de VO_2 ou bien la $VO_2\text{max}$ en s'appuyant sur la perception de l'effort par l'utilisation d'échelle RPE.

Certains auteurs de leur côté ont démontré que la perception de l'effort évolue proportionnellement avec l'intensité de l'exercice et augmente significativement avec l'apparition de la fatigue (Baron et al., 2009 ; Baron, **Guilloux** et al., 2015 ; Garcin, 1997). Noakes et al. (2004) montrent même que cette relation évolue de manière linéaire. Delignières (2000) rajoute que « *cette relation linéaire a été voulue par G. Borg, qui a longtemps travaillé sur les expressions ponctuant l'échelle* ». Dès lors, c'est l'ensemble des modifications physiologiques induites par l'exercice qui entraîne une augmentation linéaire de celle-ci en fonction de l'intensité et la durée de l'exercice (Crewe et al., 2008).

En conséquent, la perception d'effort est un outil fiable pour mesurer l'effort réalisé au cours de l'exercice mais également pour évaluer la fatigue. Pour Tucker (2009) la perception d'effort incarne le médiateur-clé de la régulation de l'intensité d'exercice. En ce sens il démontre que la difficulté d'effort perçue permet à l'athlète d'ajuster sa stratégie d'effort de manière anticipée en fonction de l'amplitude des modifications physiologiques qu'engendre l'exercice (Tucker et al., 2006). Elle participe à un phénomène auquel le modèle du gouverneur central et de régulation de l'allure (Baron et al, 2011) accordent une place très importante : l'intéroception.

5) Intéroception.

Bien que la plupart des études sur l'intéroception orientent leurs recherches vers un pôle neurophysiologique, Cameron (2001) explique que l'intéroception peut même toucher au domaine de la neuropsychologie car la conscience du corps est la base de la conscience de soi. L'auteur rajoute même que la conscience du « *soi* » dépend dans une certaine mesure de la sensibilité du corps. Le corps, la conscience subjective du corps, y compris la sensibilité viscérale, instancient le « *soi* » et interagissent sur le système nerveux central (SNC) (Cameron, 2001).

a) Définition.

L'intéroception peut être définie comme la perception des signaux corporels, basée sur les afférences, traitée par le cerveau. (Cameron, 2001). L'être humain perçoit des sensations provenant de l'organisme qui lui fournissent une représentation de son statut physiologique et qui sont à la base de son état émotionnel (Craig, 2003). Ces sensations intéroceptives représentent une idée de l'état physiologique de l'ensemble du corps. Elles sont d'ordre physiologique et celles-ci informent le cerveau sur la mécanique, le thermique, le chimique, les articulations, l'état de la peau, les muscles, les dents et les viscères de l'organisme. (Craig, 2003).

Pour Herbert et al. (2012), l'intéroception est une représentation de l'état interne après détection de l'état physiologique de l'organisme lors de l'activité en cours pour assurer la régulation homéostasique.

Craig (2008) montre que la sensibilité intéroceptive joue un rôle crucial dans la conscience émotionnelle. Ainsi, l'intéroception est à la base du lien corps/esprit et des

mécanismes de la réalisation des fonctions affectives et cognitives (Herbert et al., 2012). Les informations afférentes des viscères telles que le cœur, le tractus gastro-intestinal, les voies respiratoires, les voies génito-urinaires (Porges, 1997) impliquant des sensations comme la faim, la soif, la douleur, la température, les démangeaisons, les sensations musculaires et viscérales (Craig, 2003) sont appelés intéroception (Cameron, 2001). En d'autres termes, nous pouvons comprendre que l'intéroception permet à l'individu de prendre conscience de l'état interne de son corps pour modifier son comportement en vue de maintenir l'homéostasie de l'organisme.

b) Mécanismes de l'intéroception.

Sur le plan physiologique les sensations intéroceptives s'opèrent grâce à des récepteurs appelés intérocepteurs. Ces cellules réceptrices sont des transducteurs qui transforment les informations de l'environnement interne en activités neuronales par lesquelles se produisent les perceptions une fois arrivées au cerveau. (Cameron, 2001).

Selon Dworkin (2007) ces récepteurs qui renseignent et qui surveillent l'état interne du corps, correspondent à une des trois catégories de transducteurs sensoriels. Ainsi les intérocepteurs se différencient des extérocepteurs et des propriocepteurs. Les extérocepteurs permettent la perception des champs d'énergies mécaniques et électromagnétiques qui entourent le corps et sont à la base de l'extéroception. Pour ce qui est des propriocepteurs, ceux-ci permettent les perceptions de reflexes des muscles squelettiques, des mouvements complexes ainsi que la perception de l'orientation et de l'action d'un organe dans l'espace et sont à la base de la proprioception.

Les intérocepteurs, situés à l'intérieur des cavités du corps, sont quand à eux la base des perceptions viscérales. Traditionnellement ces intérocepteurs ont été divisé en quatre

familles sur la base des stimuli auxquels ils répondent. On peut ainsi distinguer les mécanorécepteurs, les thermorécepteurs, les osmorécepteurs, et les chémorécepteurs (Chernigovskiy, 1967).

Dworkin (2007) fait la distinction entre ces différents récepteurs notamment grâce à la localisation dans le corps. Pour lui, presque tous les intérocepteurs sont situés dans les structures viscérales, situées elles-mêmes dans la cavité du tronc. Celles-ci à l'exemple du cœur, du foie, des poumons, de l'intestin ont alors une vaste gamme de capteurs primaires. Cependant, Dworkin et al. (1994) montrent également que les métaborécepteurs, situés dans le tissu musculaire et qui renseignent sur l'état métabolique du muscle, ont les mêmes propriétés que les intérocepteurs viscéraux bien que ceux-ci soient situés dans les muscles squelettiques.

Enfin d'un point de vue conventionnel, les sensations liées au système somatosensoriel telles que la douleur, les démangeaisons, et autres sensations corporelles de mécanoréception cutanée sont d'ordre extéroceptif tandis que les sensations viscérales comme la faim, la soif sont de l'ordre de l'intéroceptif (Craig, 2003). Vaitl et al. (1995) montrent également que l'intéroception comprend d'autres systèmes comme les systèmes chimiques, endocriniens et osmotiques. Cependant, Cameron (2001), montre qu'il y a une interaction entre le mode extéroceptif et le mode intéroceptif et que les informations extéroceptives agiraient comme des biofeedback afin d'améliorer les indices du contrôle interne.

Dés lors nous pouvons comprendre que ces intérocepteurs sensoriels ont des fonctions physiologiques importantes, car ils sont à l'origine des afférences et des réflexes viscéraux qui stabilisent le milieu interne. Ils sont considérés comme les premiers éléments de la branche de réaction de tous les mécanismes de réflexes de régulation physiologique (Dworkin et al., 2000). Ainsi, la stimulation de ces récepteurs

intéroceptifs aura des répercussions importantes sur les sensations et la perception du corps. En effet, les influx nerveux produits par ces récepteurs sensoriels seront transmis à travers les voies nerveuses sensibles jusqu'au cerveau et seront responsables des sensations occasionnées et des perceptions éprouvées. Les voies afférentes transportent donc les informations sensorielles au cerveau pour mettre en évidence l'état et le fonctionnement du corps qui vont alors influencer les fonctions mentales et le comportement. (Craig, 2003).

Ces influx nerveux passent alors par la voie spino-thalamo-corticale et convergent vers les centres intéroceptifs dans le cerveau et donnent ainsi lieu aux perceptions viscérales conscientes (Craig, 2009). Une fois l'influx nerveux arrivé au cerveau, quatre régions corticales sont alors fortement impliquées dans le processus d'intéroception. Le cortex somatosensoriel, le gyrus cingulaire, le cortex frontal ainsi que le cortex insulaire (insula) sont les structures cérébrales qui traitent les informations liées aux états internes du corps (Cameron 2001 ; Herbert et al., 2007).

Dans ce réseau intéroceptif, l'insula représente un site de projection important des entrées sensorielles viscérales. En effet, les stimuli intéroceptifs activent le cortex insulaire antérieur donnant lieu par exemple aux sensations de soif, de dyspnée, de rythme cardiaque, de distension de la vessie, de l'estomac ou de l'œsophage mais aussi sur la reconnaissance d'un mouvement du corps, la reconnaissance de soi, la perception du temps (Herbert et Pollatos, 2012).

C'est dans cette optique que Craig (2009) propose un modèle du processus intéroceptif soulignant le rôle fondamental de l'insula pour la traduction des états corporels viscéraux mais aussi pour les sensations subjectives liées à la conscience de soi. Il explique alors que l'insula est un corrélât neuronal de la conscience et que celui-ci est

impliqué dans tous les sentiments subjectifs. Sa fonction joue un rôle fondamental dans la conscience intéroceptive.

Herbert et Pollatos (2012) montrent sur le sujet que les informations intéroceptives traitées par le cortex postérieur de l'insula sont ensuite réintégrées au niveau milieu de l'insula afin de représenter l'activité homéostatique en l'associant à une activité émotionnelle proéminente.

Ainsi chez l'Homme, la méta-représentation de l'activité intéroceptive primaire est engendrée dans l'insula antérieure droite induisant une sensation correspondant étroitement au niveau d'équilibre homéostatique (Craig, 2003). En effet, l'activité du cortex insulaire droit reflète la perception consciente des signaux viscéraux (Craig 2002). Cette méta-représentation des états corporelles donne alors l'accès à un sentiment émotionnel qui guide le processus de décision formant la base de notre conscience de soi (Herbert et Pollatos, 2012).

Contrairement aux perceptions conscientes, Dworkin (2007) indique qu'il existe également des effets établis de stimuli intéroceptifs non conscient sur le système nerveux central et sur le comportement. De fait, pour l'auteur, bien que cette sensibilité intéroceptive ne donne pas toujours lieu à des sensations conscientes, celle-ci peut aussi affecter ou modifier tout de même les réflexes viscéraux.

Cependant si la personne porte son attention sur l'activité sensorielle en cours, elle devient pleinement consciente des sensations qu'elle reçoit (Paoletti, 1999). Dès lors, les effets non-conscients sur le SNC peuvent servir de base aux processus impliqués dans le développement de la perception viscérale consciente (Dworkin, 2007), cela à travers même les activités physiques.

c) L'intéroception dans les pratiques physique.

En ce qui concerne l'activité physique, la sensibilité intéroceptive est étroitement liée à l'autorégulation de l'effort physique. Celle-ci est même considérée comme un facteur décisif de l'autorégulation du comportement lors d'une activité physique (Herbert et Pollatos, 2012). En effet, le contrôle des signaux corporels internes affecte l'autorégulation de la charge physique (Herbert et al., 2007). De fait, au cours d'un effort, l'activité intéroceptive renseigne le sujet sur l'activité cardio-respiratoire mais également sur l'activité musculaire.

Plusieurs études (Herbert et al., 2007 ; Schandry et al., 1993 ; Pennebaker et al., 1980) ont montré que la perception de l'activité cardio-vasculaire joue un rôle important dans l'autorégulation des activités physiques. Les auteurs ont montré que les perceptions du rythme cardiaque, liées à l'amélioration du traitement des signaux cardiaques par le cerveau, constituent un enrichissement de l'expérience émotionnelle et par la même une occasion de réguler son effort. D'autres études (Critchley et al., 2004 ; Pallatos et al., 2005) ont montré également une forte corrélation entre le rythme cardiaque et l'activation des structures cérébrales responsable de l'intéroception lors d'un exercice physique. Une autre étude (Pennebaker et al., 1980) a montré aussi que l'auto-perception d'un processus corporel comme la respiration permettait de contrôler l'intensité de l'effort physique. Dans cette étude, les auteurs ont démontré que les sujets adaptaient leur rythme en fonction de leur perception de fatigue basée sur la perception cardio-respiratoire.

Pour Dworkin (2007) l'intéroception musculaire est proche de la proprioception. Cependant, comme nous l'avons vu en amont, les métaborécepteurs situés dans les muscles squelettiques, informent le cerveau sur l'état métabolique du tissu musculaire.

Leur activation s'oppose aux effets vasodilatateurs des métabolites produits par l'exercice et régule la circulation de manière à ce que chaque fibre musculaire reçoive la fraction du débit cardiaque qui correspond à son activité (Batman et al., 1994).

D'autres études ont montré que le cerveau pouvait être renseigné, grâce aux signaux afférents, sur le contenu en oxygène de l'air expiré (Peltonen et al., 1995 ; Brosnan et al., 2000). Ou encore que le cerveau pouvait être renseigné de la quantité de substrats énergétiques disponibles (Havemann et al., 2005 ; Rauch et al., 2005).

En résumé, l'intéroception intervient par la perception des afférences physiologiques par le cerveau. Cette activité intéroceptive bien présente lors d'une activité physique, sert ainsi de base pour la régulation de l'effort physique. La fatigue perçue est alors déterminée par le codage des indices internes lors de l'exercice (Herbert et al., 2007). Pennebaker et al. (1980) et Fillingim et al. (1986) ont même montré que les sujets ayant une sensibilité intéroceptive développée étaient capables de réguler plus précisément leur charge de travail que ceux qui ont une sensibilité intéroceptive moins accrue. C'est dans cette optique que nous pouvons comprendre le lien effectué dans le modèle du gouverneur central et les travaux de Baron et collaborateurs (2011) concernant la sensibilité intéroceptive et la régulation de l'allure. En effet, les informations afférentes en provenance des récepteurs qui enregistrent les variations des variables des systèmes physiologiques périphériques telles que la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, et la concentration en glucose sanguin sont utilisées par le cerveau qui assure des ajustements de l'intensité appropriée en fonction de la durée de l'exercice restante (St Clair Gibson et al., 2005)

Ainsi le sportif utiliserait son corps comme outil de mesure pour estimer l'intensité de l'effort, pour gérer l'effort et pour estimer le niveau de fatigue (Grappe, 2012). De fait, le processus de régulation de l'allure correspondrait à une négociation interne entre la

sensation actuelle et le niveau attendu de fatigue (Foster et al., 2004). Dès lors, le stress métabolique, le niveau de réserve énergétique ou d'accumulation de chaleur seraient, parmi d'autres variables, autant d'afférences envoyées au cerveau. Celui-ci ajusterait en conséquence l'intensité en diminuant la commande motrice efférente (Tucker et al., 2006). Et comme nous l'avons vu, c'est par l'intermédiaire du traitement cortical du stress physiologique périphérique, qu'il existe une relation étroite entre le niveau de perception de l'état physiologique et le niveau même de cet état (Pollatos et al., 2005). La gestion de l'effort est ainsi la conséquence d'une régulation complexe liée à un processus de contrôle central. C'est cette connaissance intéroceptive qui est utile lorsqu'on se trouve dans des conditions physiologiques différentes de celles correspondant aux conditions types et à un niveau de forme donné. Dès lors que les conditions d'exercices sont différentes en terme de niveau de condition physique ou que la durée d'exercice ou les conditions environnementales sont différentes, et c'est ce qui se passe la plupart du temps lorsque l'on réalise un exercice physique, seuls les repères intéroceptifs deviennent utilisables pour contrôler notre allure et modifier les ressentis sur le travail effectué. Baron et al. (2011) rajoutent même que c'est bien grâce à cette connaissance intéroceptive développée qu'un athlète expert parvient à contrôler efficacement son allure lorsqu'il n'a pas de repères extéroceptifs utilisables comme des temps de passage.

d) Intéroception et émotions.

Tout comme dans le modèle du gouverneur central, les processus intéroceptifs ont une place prépondérante dans la modélisation proposée par Baron et al. (2011). La différence entre les deux se résume principalement à ce qui permet la régulation. Pour

Noakes et ses collègues (2004) le paramètre perceptif généré par les afférences sensorielles permettant de contrôler l'apparition de la fatigue est l'effort.

Pour Baron et ses collaborateurs (2011), d'autres émotions telles que le plaisir interviennent et doivent être prises en compte dans la modélisation du processus de régulation de l'allure. Baron et collaborateurs (2011) proposent alors une alternative considérant une place particulière aux émotions dans l'explication de la fatigue et du principe de régulation de l'allure. Dès lors, les auteurs proposent une modélisation novatrice du processus de régulation de l'allure au cours d'un exercice fatiguant en tentant d'intégrer un plus grand nombre de paramètres émotionnels et motivationnels (Baron et al., 2011).

V) Le processus de régulation de l'allure selon Baron et al., 2011 : Le rôle des émotions et de la motivation.

Si l'approche classique envisage la fatigue comme un phénomène exclusivement physiologique, le modèle du gouverneur central permet de l'appréhender également comme une émotion utilisée par le cerveau pour réguler la performance physique (Tucker, 2009). Cela se traduit par des changements dans la perception de l'effort (RPE) qui augmente au fur et à mesure de l'avancement de la séance (Noakes, 2004 ; Tucker, 2009). Selon le modèle du gouverneur central, lorsque l'exercice est effectué jusqu'à la fatigue, la perception croissante de l'effort, synonyme d'inconfort, entraîne une diminution progressive du désir conscient de surmonter ce mécanisme de contrôle, conduisant alors à une réduction de la puissance ou de l'intensité d'exercice (Noakes et al., 2004).

Mais puisque le processus de régulation de la puissance peut être envisagée comme une négociation interne entre le niveau des perceptions associées à l'exercice à un instant donné et le niveau attendu de fatigue (Foster et al., 2004), Baron et al (2011) considèrent que d'autres paramètres perceptifs doivent être pris en compte pour modéliser le processus de régulation de l'allure. S'appuyant sur la théorie de l'autorégulation (Bandura, 1991 ; Seo et al., 2004), ils considèrent que les émotions associées à l'exercice y ont un rôle prépondérant.

Le terme « *émotion* » est ici utilisé, puisque la régulation de l'allure y est considérée comme une régulation comportementale en réponse à des variations de l'état physiologique (Damasio, 1994 et 1999). Ainsi, comme nous l'avons vu précédemment, Damasio (1994 et 1999) a montré que le fondement de nos émotions réside dans la représentation neuronale de l'état physiologique du corps grâce aux marqueurs

somatiques qui influencent alors la cognition et le comportement. Les phénomènes émotionnels permettent donc à l'être humain de s'adapter à l'environnement au sein duquel il vit (Damasio et al., 2000).

Pour Baron et al. (2011) contrôler son niveau de stress physiologique revient à réguler son niveau d'investissement émotionnel et motivationnel. Ainsi, pour ces auteurs, réguler son allure se caractérise comme une régulation comportementale dans laquelle le sportif module son investissement en fonction des réponses physiologiques et psychologiques reçues durant l'exercice au regard de l'objectif fixé. En intégrant l'ensemble des signaux provenant de l'organisme et le traduisant sous forme d'émotion, le cerveau du sportif permet d'obtenir une représentation fiable de du statut physiologique (Baron et al., 2011).

Selon ces auteurs, si les réponses affectives de valences négatives (l'effort perçu) sont largement étudiées et considérées, les réponses d'ordre positives (le plaisir éprouvé) doivent également être considérées.

1) La valence affective : les notions d'effort et de plaisir.

Pour Kilpatrick et al. (2007) si des sensations désagréables d'effort existent, des sensations agréables, de plaisir, peuvent également être identifiées durant l'exercice. De même, pour Grappe (2012a) « *le plaisir est un bien. Par là, il s'oppose à la souffrance qui tend vers le mal-être. Lorsque le sportif réalise un effort, les sensations qu'il ressent vont donner une certaine signification au plaisir qu'il perçoit* ». Ekkekakis et al. (2005) montrent que les réactions affectives sont fonctions de l'intensité de l'exercice et que le sportif peut ressentir aussi bien du plaisir que du déplaisir.

Ainsi la valence affective reste positive dans des conditions de faible intensité alors que des intensités plus élevées sont associées à une valence affective négative (Lind et al., 2009 ; Acevedo et al., 2003 ; Kilpatrick et al., 2007; Ekkekakis et al., 2005). Ainsi, lorsque l'intensité augmente, la difficulté d'effort perçue croît progressivement. De la même manière, la difficulté d'effort perçue augmente progressivement lors d'un exercice à intensité constante menée jusqu'à épuisement (Crewe et al., 2008).

Quant au plaisir, il peut évoluer selon 2 cas de figure (Baron et al., 2011). D'un côté le plaisir diminue quasi linéairement au fur et à mesure que l'intensité augmente (*Figure 15*). C'est l'évolution la plus logique dans le sens où plus l'intensité augmente et plus l'effort à produire devient important et donc le sportif éprouve de moins en moins de plaisir. Mais le plaisir peut devenir plus important pour les intensités moyennes que pour les intensités faibles (*Figure 16*).

Dès lors selon Ekkekakis et al. (2005) les modèles reliant l'effort et le plaisir sont multiples. Sur certains efforts, le plaisir peut augmenter en fonction de la durée de l'exercice alors que, sur d'autres, il peut suivre un chemin inverse (Ekkekakis et al., 2005). Les observations de terrain montrent que des différences sont également souvent observées selon le niveau de pratique des sportifs. Chez les débutants, le plaisir est le plus fréquemment d'autant plus faible que l'effort augmente. Chez les sportifs experts par contre, il est très fréquent d'observer un plaisir plus important pour des valeurs d'efforts moyennes à élevées, certainement en lien avec un sentiment d'efficacité personnelle.

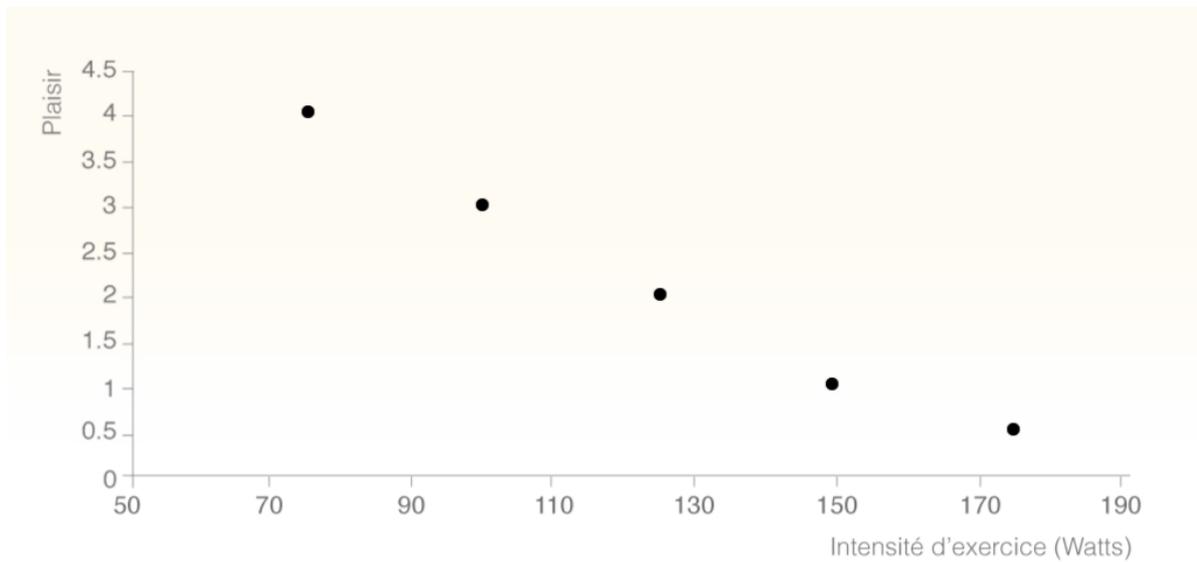


Figure 15 : Diminution du plaisir ressenti avec l'augmentation de l'intensité. (D'après l'UV2S : Fatigue : aspects psychophysiologiques par Baron et Pelayo, 2013)

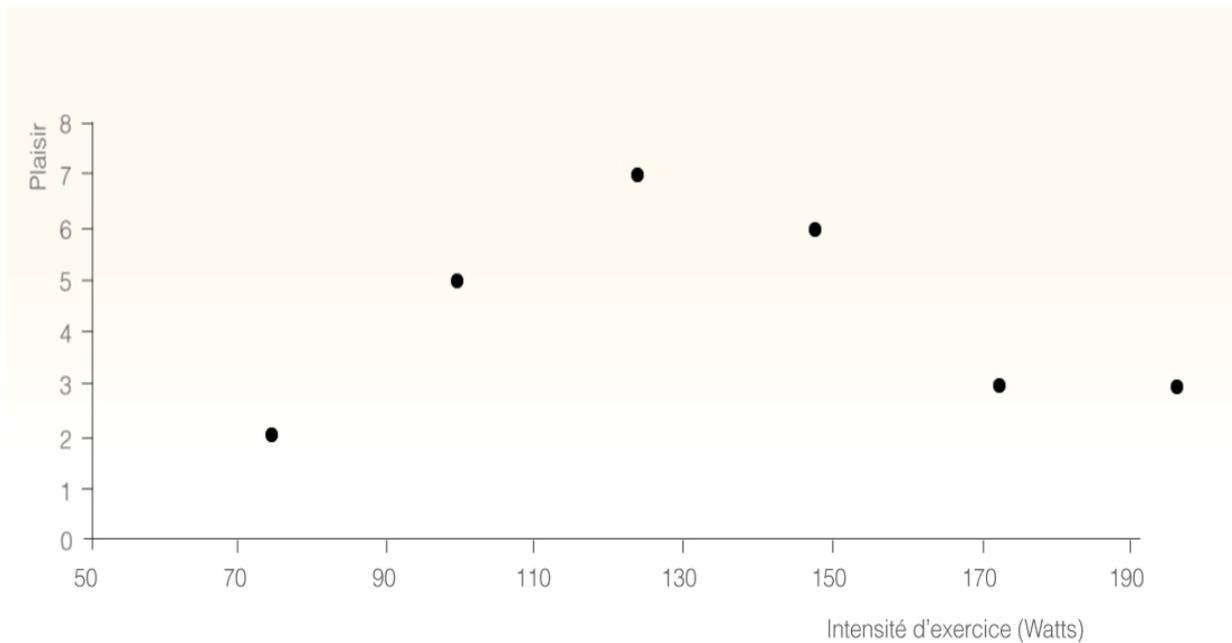


Figure 16 : Evolution croissante puis décroissante du plaisir ressenti avec l'intensité d'exercice. (D'après UV2S : Fatigue : aspects psychophysiologiques par Baron et Pelayo, 2013)

2) La charge affective.

Baron et al. (2011) définissent la charge affective comme la différence entre l'effort perçu et le plaisir éprouvé durant l'exercice. Selon ces auteurs, elle correspond à la représentation mentale de l'état physiologique du sportif.

Ainsi pour Baron et al. (2011) la différence entre les sensations déplaisantes et les sensations plaisantes, semble répondre à la complexité des mécanismes psychologiques liés à la course. Ainsi, selon le modèle proposé, c'est la charge affective qui influence le choix de l'intensité pour un niveau donné de motivation (Baron et al., 2011). Pour un même niveau de motivation, plus le plaisir à réaliser l'exercice serait important, plus le désir de sélectionner une intensité élevée serait important. A l'inverse, plus l'effort serait important, moins le désir le serait. De fait, durant un exercice, c'est bien la charge affective que le sportif régulerait afin que son niveau de charge affective ne dépasse pas celui de l'acceptation de celle-ci avant la fin de l'épreuve. Ainsi, au début d'un exercice de faible intensité, les réactions affectives négatives seront proches de 0 alors que les réponses positives seront elles près de la valeur maximale, de sorte que la charge affective reste proche de -10. A contrario, quand l'exercice est effectué jusqu'à épuisement, la charge affective augmente à des valeurs proches de +10 (*Figure 17*).

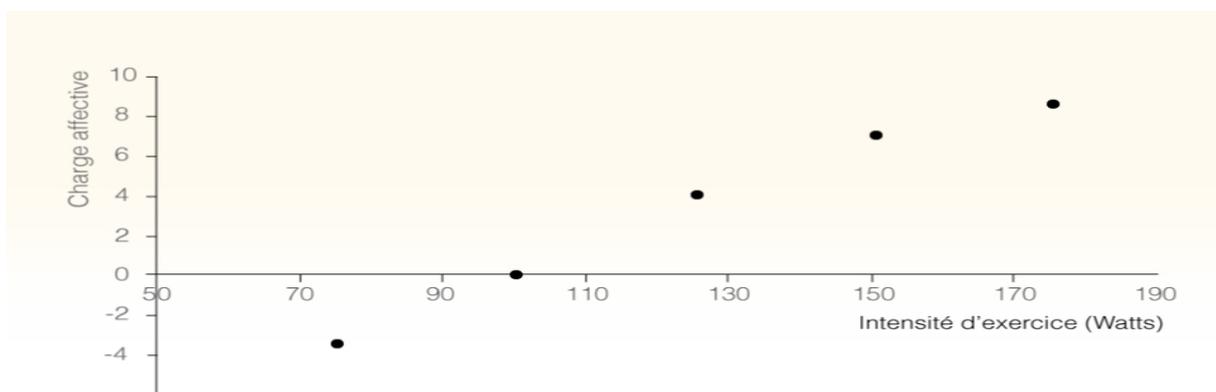


Figure 17 : Evolution de la charge affective avec l'intensité d'exercice. (D'après UV2S : Fatigue : aspects psychophysiologicals par Baron et Pelayo, 2013).

Ainsi le sportif parvient à prendre en compte indirectement mais efficacement le niveau de réserves énergétiques en les traduisant sous forme d'affects.

Enfin les auteurs indiquent que ce paramètre peut être modulé par différents facteurs psychologiques tels que la motivation et le découragement avant et pendant l'exercice, ceci expliquant les contres performances des athlètes.

3) Le désir de soutenir une intensité de course.

Dans leur modèle, Baron et al. (2011) indiquent que la charge affective influence le choix de l'intensité pour un niveau donné de motivation. La motivation est donc dans cette modélisation un paramètre tout aussi important et qui mérite d'être défini au regard du modèle présenté. Au regard des conceptualisations sur la motivation, Baron et al. (2011) s'appuient principalement sur la théorie de l'autorégulation de Bandura (1991) pour consolider la motivation dans le processus de régulation de l'allure. Ainsi, dans cette conception, l'influence de l'environnement sur les comportements reste essentielle, mais à l'inverse de ce qu'on trouve dans les théories behavioristes de l'apprentissage, une place importante est faite aux facteurs cognitifs, ceux-ci pouvant influencer à la fois sur le comportement et sur la perception de l'environnement. Cette perception est en effet plus déterminante que les conditions réelles dans lesquelles se trouve l'individu. Pour Bandura (1980), les humains ne répondent pas seulement à des stimuli, ils les interprètent.

Pour Baron et al. (2011) les athlètes développent des stratégies qui leur permettent d'atteindre leurs objectifs. De fait, les athlètes mobilisent et contrôlent leur comportement afin d'atteindre leurs buts (Seo et al., 2004). Selon les auteurs, pour

atteindre son objectif, l'athlète doit accepter l'inconfort émotionnel et les sensations désagréables associés à l'apparition de la fatigue.

Ainsi les phénomènes émotionnels et motivationnels représenteraient des mécanismes centraux de l'autorégulation qui aideraient les athlètes à traiter leur comportement efficacement avec leur environnements (Seo et al., 2004 ; Bandura 1991).

Dans cette optique, en reprenant l'étude de Hulleman et al. (2007), nous pouvons voir que les athlètes pour atteindre leur but ont développé une stratégie d'autorégulation dite « all-out » supportant alors l'inconfort engendré par la stratégie mise en place. En d'autres termes, pour atteindre leur objectif, les athlètes ont accepté un malaise important causé par l'apparition précoce des troubles physiologiques. Ainsi, cette étude révèle que la motivation améliore la performance par un désir important de soutenir l'effort occasionné (Baron et al., 2009 et 2011; Noakes et al., 2004 et 2005).

Ce désir de maintenir un niveau donné d'effort dépend ainsi de la différence entre le niveau d'acceptation de charge affective pour une certaine durée d'effort et le niveau effectif de charge affective à ce moment donné (Baron et al., 2011) .

Par conséquent, pour un niveau donné de motivation, la charge affective influencera le choix de l'intensité.

En résumé, l'interaction entre les sensations agréables et désagréables et le niveau de motivation semble pouvoir expliquer le processus de régulation de l'allure. Ainsi Baron et al. (2011) présentent le processus de régulation de l'allure à travers des mécanismes d'interrelation entre la nature de la tâche, le niveau d'effort consenti, la charge affective, les réponses physiologiques, la motivation et la mémorisation des efforts précédents. (Figure 18).

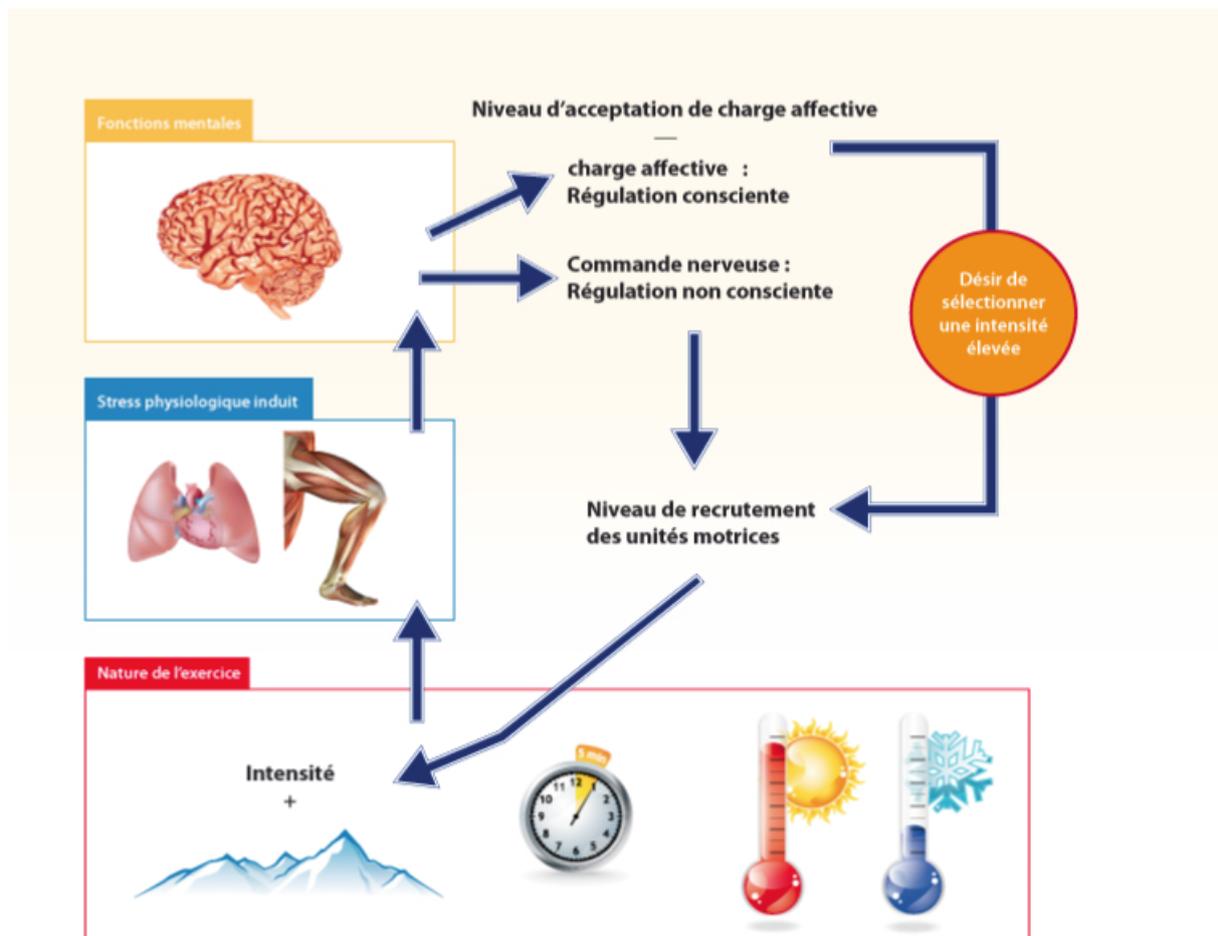


Figure 18 : Modélisation du processus de régulation de l'allure (D'après UV2S : Fatigue : aspects psychophysiques par Baron et Pelayo, 2013).

Pour ce qui est du niveau d'acceptation de la charge affective, les auteurs ne proposent pas de méthode permettant de la mesurer à ce stade de leurs travaux. L'importance est pourtant capitale puisque ce paramètre est proposé comme étant le témoin du niveau de motivation à poursuivre l'exercice fatiguant. C'est dès lors un des enjeux de ce travail de thèse.

Ainsi, si la motivation est un concept largement étudié en psychologie, aucune publication dans le champ de la psychologie du sport ne permet sa mesure durant un exercice fatiguant.

Ainsi le modèle du gouverneur central et le modèle de Baron et collaborateurs (2011) redonnent un rôle à la motivation dans une modélisation scientifique tentant d'expliquer les mécanismes permettant la poursuite d'un exercice fatigant, rôle que les praticiens lui ont toujours reconnu. Mais ces auteurs étant plus spécialistes des réponses physiologiques que de la psychologie du sport, une étude plus approfondie de l'état des connaissances dans ce dernier domaine nous semble être un préalable important à notre contribution personnelle.

VI) La motivation.

La thématique de la motivation reste au cœur des préoccupations des enseignants, rappelant ainsi toute la difficulté de renforcer ou maintenir un niveau motivationnel conséquent au sein même de la séance. A ce sujet, peu de recherches se sont réellement appliquées au niveau situationnel (Goudas et al., 1994). De son côté, Yann Lemeur (2010) indique que « *la relation motivation et performance reste à être démontrée et validée par des études supplémentaires* ». Selon Baron et al. (2011), le problème réside principalement dans le fait qu'aucune méthode n'est jusqu'alors proposée pour estimer le niveau de motivation à poursuivre un exercice fatiguant chez un élève en EPS, un sportif ou tout autre pratiquant.

1) Conceptualisation.

La motivation est un concept général représentant un ensemble de mécanismes de régulations auxquels on accorde des fonctions de direction et d'activation (Bandura, 1993). Pour l'auteur ce construit englobe les diverses classes d'événements qui stimulent un individu à passer à l'action. En d'autres termes on peut caractériser la motivation comme un ensemble de causes conscientes ou inconscientes, qui sont à l'origine du comportement individuel. Dès lors, les indices typiques du niveau de motivation sont le choix de l'action ainsi que l'intensité et la persistance de l'effort (Bandura, 1993). Par conséquent la motivation peut se définir comme un construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes qui permettent le déclenchement de l'action, l'orientation de celle-ci, mais également l'intensité et la persistance du comportement (Vallerand et Thill, 1993).

Ainsi le déclenchement du comportement indique le changement d'un état d'absence d'activité à l'exécution d'une tâche. De plus la motivation dirige notre comportement dans la direction de nos besoins. Pour ce qui est de l'intensité du comportement, celui-ci est un indice indiquant la qualité de la motivation. Enfin la persistance d'un comportement indique notre motivation à s'engager dans une activité. Pour Vallerand et Thill (1993) ces caractéristiques de la motivation sont en relation les unes avec les autres et elles représentent les principales manifestations d'un état de motivation. Selon Martinent (2007), Lazarus (1991) et Izard et al. (2000) les émotions, la variabilité, la diminution et l'arrêt du comportement seraient aussi des indices de la nature de la motivation.

De son côté Elliot (2006) définit la motivation comme le processus qui détermine la direction et l'intensité du comportement. En s'appuyant sur ce principe Gendolla et Richter (2010) démontrent que les individus mobilisent exactement la quantité de ressource nécessaire pour atteindre leurs objectifs. De fait pour ces auteurs, les ressources mobilisées sont proportionnelles à la mesure de la tâche demandée (Gendolla et Richter, 2010). Ainsi les efforts sont mobilisés proportionnellement à la difficulté de la tâche montrant que plus la tâche est difficile plus grand sera l'effort mis en œuvre. Dans ce concept l'intensité de l'effort est alors déterminée par la difficulté de la tâche. Ainsi, les efforts sont mobilisés pour surmonter les obstacles et se caractérisent par la mobilisation des ressources pour mener à bien l'objectif (Gendolla et Wright, 2009). Dans leur conception Gendolla et Richer démontrent que suivant la tâche à accomplir, suffisamment d'énergie est mobilisée, de fait une conservation d'énergie s'obtient à travers ce principe.

Dans un autre côté, en reprenant les termes de la théorie socio cognitiviste de Bandura (1986) située dans un contexte de performance sportive de course, la motivation se présenterait alors comme un concept dynamique qui a ses origines dans la perception qu'un sportif a de lui-même et de l'épreuve qu'il a à parcourir et qui l'incite à choisir une intensité de course, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but.

Conjuguée aux émotions, la motivation entretiendrait de plus des relations étroites avec le processus émotionnel, car la motivation élève le niveau d'activation. (Davis, 1991). En effet, tenir compte de ces notions sur l'activité du sportif engendrerait des conditions optimales d'apprentissage (Récopé, 2001).

Selon Roberts (2001), trois grandes théories dominent actuellement le champ d'étude de la motivation dans les activités physiques et sportives : la théorie des buts d'accomplissement (Nicholls, 1984), la théorie de l'efficacité personnelle (Bandura, 1986) et la théorie de l'autodétermination (Deci et Ryan, 1985, 1991 et 2000). De leur côté, Vallerand et Blanchard (2000) indiquent que dans la psychologie du sport, ces trois théories de la motivation servent de cadre théorique pour étudier les notions de motivation et d'émotions au sein des pratiques sportives ainsi que leur relation commune.

En conséquent ces trois grandes théories constituent un ensemble théorique nécessaire pour expliquer en quoi la motivation influence la performance sportive. Cet ensemble peut être utile pour appréhender les processus de régulation de l'allure.

a) Les buts d'accomplissement.

A l'instar de Nuttin (1980), l'activité du sujet serait dirigée et réglée vers un résultat à atteindre, c'est-à-dire vers un but présent cognitivement qui concrétise le besoin du sujet. Tout acte est donc motivé, et son objet se définit par un but à atteindre. Dès lors, dans son modèle conceptuel, Nicholls (1984) postule que les individus s'engagent dans une activité notamment sportive pour démontrer à eux-mêmes ou aux autres leurs compétences et masquer leurs incompétences. Plus précisément, il est avancé que les différentes variables comportementales liées à la motivation d'un individu dans une activité ou une tâche particulière sont influencées par l'interaction entre le but poursuivi par l'individu et l'habileté qu'il estime avoir dans la situation (Sarrazin et al., 1995).

Pour Elliot (1999) les individus en situation d'accomplissement peuvent se fixer quatre types de buts. Selon l'auteur il y aurait les buts d'approche de maîtrise, les buts d'évitement de maîtrise, les buts d'approche de performance et les buts d'évitement de performance.

Ainsi dans ses travaux en 2007, Martinent montre qu'au regard du modèle de Nicholls, il existe deux façons de démontrer ses compétences. Ainsi, soit l'individu poursuit des buts d'investissement sur la tâche, soit il poursuit des buts sur l'égo. Dans le premier cas, les individus essaient de démontrer leur compétence à travers des critères relatifs à l'apprentissage, à l'amélioration et à la maîtrise. Ces individus se reposent alors sur des critères personnels auto référencés. Les individus qui s'engagent dans une activité de cette manière estiment que leurs efforts représentent la clé de leur performance et ils jugent leur rendement par comparaison avec leurs résultats antérieurs (Martinent, 2007). A contrario dans le second cas, lorsque les individus poursuivent les buts d'investissements basés sur l'égo, la réalisation de progrès et la maîtrise personnelle ne

peuvent suffire pour démontrer leurs compétences. Ces individus ont avant tout besoin de faire la démonstration de leur compétence en se montrant à eux-mêmes et en montrant à autrui qu'ils sont les meilleurs. La perception de compétence repose alors sur des critères externes et sur un processus de comparaison normative avec autrui qui est nécessaire puisque le succès n'est déterminé que par une performance supérieure à celle des autres (Martinent, 2007).

En résumé, dans le cadre de notre étude en l'EPS, les travaux de Nicholls (1984) montrent que l'élève s'investit dans une tâche selon ses espérances de réussite. Si l'élève pense que la situation peut lui permettre d'atteindre son but d'accomplissement, alors il acceptera de fournir les efforts nécessaires. Mais si la tâche paraît inaccessible, il n'acceptera pas de s'engager ou ne persévèrera pas longtemps. En d'autres termes, la représentation qu'il a de la situation ne doit être ni trop facile, ni trop difficile. De fait cet optimum de difficulté perçue est plus important chez les élèves animés par des buts d'implication dans la tâche (ou des buts d'apprentissage), par rapport aux élèves animés par des buts de comparaison sociale, ou buts d'implication de l'ego. Dès lors, la capacité à se représenter la difficulté de la tâche va constituer un atout majeur pour l'élève dans le but de maintenir la motivation lors d'un exercice.

b) La théorie de l'efficacité personnelle.

Pour Albert Bandura (1986), le système de croyance sur son sentiment d'efficacité personnelle (SEP), est au fondement de la motivation, du bien-être et des accomplissements humains. Pour lui, si les gens ne sont pas convaincus qu'ils peuvent

obtenir les résultats qu'ils souhaitent grâce à leur propre action, ils auront peu de raisons d'agir ou de persévérer face aux difficultés. Le sentiment d'efficacité personnel ne consiste cependant pas seulement à savoir ce qu'il faut faire et à être motivé. Il s'agit plutôt d'une capacité productrice au sein de laquelle les sous-compétences cognitives, sociales, émotionnelles et comportementales doivent être organisées et orchestrées efficacement pour servir de nombreux buts (Biellerot, 2004).

Le SEP renvoie « *aux jugements que les personnes font à propos de leur capacité à organiser et réaliser des ensembles d'actions requises pour atteindre des types de performances attendus* » (Bandura, 1986) mais aussi aux croyances à propos de leurs capacités à mobiliser la motivation, les ressources cognitives et les comportements nécessaires pour exercer un contrôle sur les événements de la vie (Wood et Bandura, 1989).

Pour Bandura (1980 et 1986), les croyances d'un individu à l'égard de ses capacités à accomplir avec succès une tâche ou un ensemble de tâches sont à compter parmi les principaux mécanismes régulateurs des comportements. Il postule ainsi que les individus qui parviennent à réguler efficacement leurs comportements atteignent les buts qu'ils se sont fixés et font l'expérience d'émotions plaisantes. Bandura (1991) suggère également que les individus qui n'y parviennent pas vont faire l'expérience d'une diminution de leur perception d'auto-efficacité ce qui va s'accompagner de l'expérience d'affects négatifs.

Ainsi, les processus d'autorégulation moduleraient les perceptions d'auto-efficacité des athlètes qui entraînerait à leur tour le déclenchement d'affects positifs ou négatifs suivant les progrès perçus (ou non) en direction de l'attente de leurs buts. En d'autres

termes, les perceptions d'auto-efficacité joueraient un rôle médiateur entre les processus d'autorégulation et les émotions (Vallerand et Blanchard, 2000).

Par conséquent pour Bandura, les personnes qui ont un faible SEP dans un domaine particulier évitent les tâches difficiles qu'elles perçoivent comme menaçantes. Elles ont des niveaux faibles d'aspiration et une faible implication par rapport aux buts qu'elles ont choisis. Confrontées à des difficultés, elles diminuent leurs efforts et abandonnent rapidement face aux difficultés (François, 2000). A contrario, un SEP élevé augmente les accomplissements et le bien-être personnel de plusieurs façons. Ainsi les personnes avec une forte assurance concernant leurs capacités dans un domaine particulier considèrent les difficultés comme des paris à réussir plutôt que comme des menaces à éviter. Ces personnes se fixent des buts stimulants et maintiennent un engagement fort à leur égard. Elles augmentent et maintiennent leurs efforts face aux difficultés. Elles attribuent l'échec à des efforts insuffisants ou à un manque de connaissances ou de savoir-faire qui peuvent être acquis (François et Botteman, 2002).

En résumé dans le cadre de l'EPS, on parlera d'autorégulation de l'apprentissage et de la motivation lorsque les élèves se fixent des buts pour leur apprentissage et puis tentent d'enregistrer leurs comportements et résultats actuels. L'élève devient non plus un acteur de ses apprentissages, se contentant de les construire avec l'aide de l'enseignant mais un agent au sens où la théorie sociocognitive l'entend. Ainsi « *il est alors considéré non seulement comme apprenant mais aussi comme capable de mettre en œuvre tout une série d'actions qui, se faisant, agissent et modifient son comportement et son environnement immédiat. L'élève influence donc de manière active les circonstances de son apprentissage et ne se contente plus de les subir* » (Masson, 2011).

Dès lors en EPS, le sentiment de compétence s'avère être le médiateur psychologique le

plus à même d'expliquer les motivations des jeunes dans leur pratique sportive (Ntoumanis, 2001). Dans cette optique, Standage et al. (2003) montrent dans le contexte EPS, que plus l'élève se perçoit compétent, plus il se montre autodéterminé et moins il fait preuve d'amotivation durant les cours.

c) L'autodétermination.

La théorie de l'autodétermination suppose que tous les individus ont des besoins et lorsque ces besoins sont satisfaits, ils peuvent conduire à une augmentation du degré d'autodétermination. Ainsi pour Hauw (2006) « *être autodéterminé, c'est donc avant tout avoir le choix et être à l'origine ou libre de ses choix. (...) Cette propension à être naturellement autodéterminé est davantage considérée comme un besoin psychologique qu'une capacité, mais elle peut être également supportée ou entravée par le contexte social* ».

De fait, la théorie de l'autodétermination résulte de la satisfaction d'un ensemble de trois besoins psychologiques basiques que sont les besoins de compétence, d'autonomie et d'affiliation. Ainsi les perceptions individuelles de compétence, d'autonomie et d'affiliation agissent comme des médiateurs psychologiques entre les facteurs sociaux et la motivation (Vallerand et Losier, 1999).

Dès lors, Ryan et Deci (2000) montrent que la satisfaction de ces besoins basiques favorisera la santé et le bien-être et à contrario si ces besoins ne sont pas satisfaits cela contribuera au mal-être. Dans cette optique, Deci (1980) postule que le niveau d'autodétermination entretient une relation directement proportionnelle avec le bien-

être psychologique de telle sorte que les formes les plus autodéterminées seraient associées aux affects les plus positifs (Vallerand, 1997).

Ainsi pour Vallerand (1997) et Pelletier et al. (1995) cette théorie postule que les individus s'engagent dans une activité pour plusieurs types de raisons. Martinent (2007) indique alors que certaines raisons renvoient à une motivation intrinsèque telle que le simple plaisir de s'engager dans une activité, mais également pour des raisons extrinsèques dérivant plutôt de ce que Deci et Ryan (1985 et 1991) appellent l'autorégulation.

La motivation intrinsèque renvoie à la pratique volontaire d'une activité pour l'intérêt qu'elle présente en elle-même et en l'absence de récompense extérieure (Ryan et Deci, 2000a), tandis que la motivation extrinsèque se réfère à l'engagement dans un but non inhérent à l'activité soit en vue de retirer quelque chose de plaisant, soit afin d'éviter quelque chose de déplaisant, se caractérisant ainsi comme une fonction instrumentale (Deci et Ryan, 1985).

Cependant au lieu de traiter la motivation comme un concept binaire entre la motivation intrinsèque et extrinsèque, Deci et Ryan (1985, 1991 et 2000a) conceptualisent la motivation comme un système continu lié au degré d'autodétermination. En effet, les différents types de motivation s'organisent alors le long d'un continuum en fonction de leur degré d'autodétermination. De fait au regard du curseur le plus haut niveau vers le plus bas niveau d'autodétermination, la motivation se différencie entre la motivation intrinsèque, la régulation identifiée, la régulation introjectée, la régulation externe et l'amotivation (Vallerand, 1997 ; Martinent, 2007). (*Figure 19*)

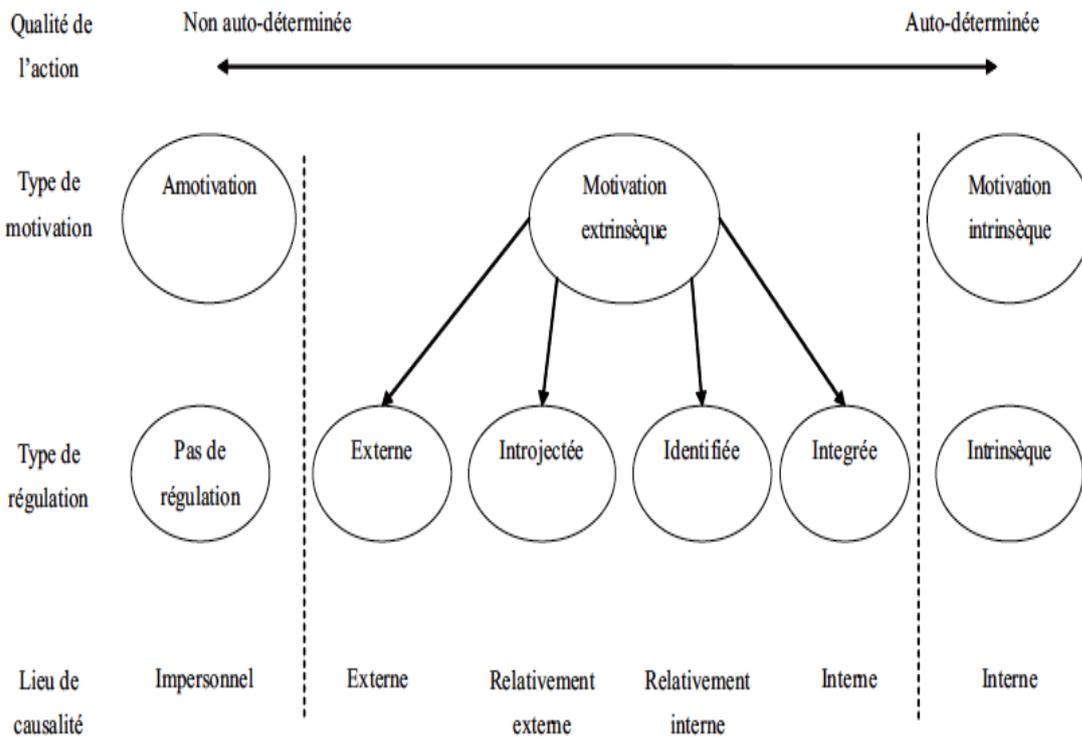


Figure 19 : La motivation en fonction du degré d'autodétermination (Deci et Ryan, 2000a).

En ce qui concerne la régulation identifiée, celle-ci fait référence à l'ensemble des comportements qui ont acquis suffisamment d'importance pour être valorisés pour eux-mêmes par l'individu qui s'y engage. Pour ce qui est de la régulation introjectée, celle-ci fait référence à un engagement dans une activité de par la pression interne que l'individu s'impose à lui-même. Enfin, la régulation externe désigne l'engagement dans une activité parce que des pressions sont exercées sur l'individu par des personnes externes. Dans leur théorie l'amotivation fait référence à l'absence relative de motivation d'aucun type (Martinent, 2007).

De fait, au regard de la théorie de l'autodétermination de Deci et Ryan, la nature de l'engagement d'un athlète dans une activité sportive permet de faire la distinction entre deux formes de motivation, à savoir les motivations intrinsèques et extrinsèques. Dès

lors, un individu intrinsèquement motivé décidera de s'investir librement dans une activité pour le plaisir, l'intérêt et la satisfaction qu'elle lui procure. Dans le cas contraire, un sujet extrinsèquement motivé pratiquera une activité afin d'obtenir des bénéfices liés à l'engagement dans cette activité. Dans ce cas, l'activité n'est pas une fin en soi. (Gillet et al., 2009). Pour ce qui est d'un athlète amotivé, celui-ci ne parviendra pas à mettre en relation son comportement et les conséquences qui lui sont associées. Dans ce cas, il ne percevra aucune raison de continuer à s'engager dans l'activité (Vallerand et Fortier, 1998 ; Gillet et al., 2009).

Dans le cadre de l'EPS, certains élèves, animés par une motivation intrinsèque, y participent pour l'activité en elle-même et, plus précisément, pour le plaisir qu'ils en retirent. Pour d'autres, ils s'engageront parce qu'ils perçoivent le cours d'éducation physique comme important, par exemple, pour la santé, la condition physique, le défoulement, les relations sociales. D'autres élèves, contraints par une motivation introjectée ou à régulation externe, participent parce qu'ils se sentent obligés de le faire ou parce que des pressions externes sont perçues. Enfin, des élèves présentant une amotivation ne s'engageront pas réellement. De plus, la motivation des élèves peut rapidement évoluer dans un sens ou dans l'autre sur le continuum motivationnel en fonction de la situation et de la présence ou de l'absence de facteurs contextuels et/ou personnels spécifiques.

En résumé de ces différentes théories, bien que les connaissances et les recherches scientifiques permettent de déterminer et de comprendre au mieux le concept de la motivation, Thill et Vallerand (1993) montrent clairement qu'il est délicat de vouloir comparer les théories de la motivation entre elles.

Ainsi, pour Baron et al. (2011) ce n'est pas tant le fait de vérifier ou bien de valider l'influence de telle ou telle théorie qui sera important mais bien de comprendre comment la motivation « fonctionne ». En effet, qu'elle soit extrinsèque, intrinsèque, autorégulée ou bien déterminée, l'importance est bien de comprendre, lors d'un exercice mené à épuisement, le processus motivationnel que l'élève ou le sportif va mettre en œuvre pour réguler son comportement.

Ainsi, les auteurs ne remettent pas en question les différentes applications théoriques connues mais recherchent le moyen de décrire le phénomène qui permet de maintenir voire d'augmenter l'intensité de l'exercice.

2) Mesurer le niveau de motivation.

L'étude de la motivation et de ses effets sur le comportement s'attache à décrire l'énergie responsable du comportement, sa direction ainsi que la persistance du comportement (Roberts, 2001). Cependant, Deci et Ryan (1985) notent que les théories socio-cognitivistes ne sont pas techniquement parlantes parce qu'elles ne s'intéressent pas à la notion d'énergie fournie par la motivation. Et c'est pourtant précisément sur ce point que l'on doit être renseigné si l'on veut pouvoir comprendre les mécanismes motivationnels qui poussent un sportif fatigué à vouloir poursuivre l'effort dans le but d'atteindre l'objectif fixé, malgré les désagréments associés. Et c'est bien parce que aucune théorie motivationnelle existante ne pouvait répondre à cette problématique que Baron et al. (2011) ont considéré le niveau d'acceptation de la charge affective comme le meilleur paramètre permettant d'estimer le niveau de motivation à poursuivre l'exercice. En fait, certains auteurs, spécialistes de psychologie du sport

s'étaient également attachés à proposer des moyens simples d'estimation de la motivation dans ce contexte, après qu'ils aient fait le même constat que les théories classiques étaient inadaptées pour cette problématique.

Ainsi, selon Gendolla et Richter (2010) le paramètre rendant compte du niveau de motivation correspond à tout simplement au niveau d'effort consenti. On imagine ainsi aisément que si on demande à des élèves de réaliser une course de demi-fond ou de fond à allure libre, l'effort moyen consenti durant l'épreuve sera faible si la motivation est peu élevée alors que son niveau sera plus important si la motivation l'est également. La proposition de Gendolla et Richter (2010) semble donc être en adéquation avec les observations de terrain si l'on compare la moyenne de l'effort consenti lors de deux ou plusieurs tests à allure libre de durée identique.

Cette proposition nous semble néanmoins incompatible avec l'évolution logique de la motivation lors d'un test dont on fait varier l'intensité ou au cours d'un exercice à allure constante ou libre mené jusqu'à l'épuisement.

Ainsi, si la proposition de Gendolla et Richter (2010) est juste, l'augmentation progressive de la perception de l'effort observée au cours d'un test incrémenté témoignerait de l'augmentation de la motivation. On peut effectivement envisager que le fait de savoir que la fin de l'épreuve est proche peut engendrer un surcroît de motivation chez le sportif ou l'élève en train de subir un niveau d'effort important. Ou encore que le surcroît de motivation d'un sportif sentant la victoire approcher peut s'accompagner d'un plus haut niveau d'effort consenti.

Mais il nous semble totalement inadéquat d'affirmer pour autant que la motivation est d'autant plus importante que le niveau de souffrance et d'effort sont élevés du fait du stress physiologique induit par la fatigue.

Cette inadéquation nous a poussés à tester d'autres paramètres perceptifs permettant de rendre compte plus logiquement du niveau de motivation à poursuivre un exercice engendrant un haut niveau de stress physiologique, que ce soit du fait de l'intensité ou de la durée de l'épreuve.

D'autres auteurs ont publié des échelles afin de mesurer le niveau de motivation. Depuis les premières mesures de la motivation intrinsèque par le biais des tâches dites de libre choix (Deci, 1971), de nombreux outils de mesure se sont succédés au fil des recherches afin d'appréhender au mieux les motivations des individus dans les contextes du sport et de l'éducation physique. Ainsi, Hauw (2006) montre dans ses travaux que ces échelles de mesure peuvent être classées selon le niveau intrinsèque et extrinsèque de la motivation, selon le niveau de généralité auquel s'applique la motivation (global, contextuel et situationnel) et enfin selon le construit dimensionnel de la motivation.

En conséquent dans ces travaux Hauw (2006) recense deux échelles de mesure permettant d'appréhender la motivation globale de l'individu à l'image de « *l'Echelle de Motivation Globale* » (Vallerand et al., 1992), et de « *l'Echelle des Orientations Générales à la Causalité* » (Deci et Ryan, 1985a).

Pour le niveau contextuel au regard de la littérature, trois échelles de mesure de la motivation ont fait l'objet d'étude dans le contexte du sport. A savoir « *l'Echelle de Motivation dans les Sports* » (Brière et al., 1995), le questionnaire d'autorégulation développé par Ryan et Connell en 1989 et enfin l'Echelle « *Intrinsic Motivation Inventory* » de McAuley et al. (1989).

Enfin pour ce qui est des mesures au niveau situationnel, Hauw (2006) montre que les mesures de la motivation situationnelle visent à appréhender la motivation d'une personne au moment même où celle ci est engagée dans une activité. De fait, de

nombreuses mesures comportementales se sont attachées à évaluer le niveau d'autodétermination des individus. Ainsi « *l'échelle de motivation situationnelle* » (Guay et al., 2000) ainsi que deux autres questionnaires à l'image du questionnaire de réaction face à la tâche de Mayo (1977) et de l'échelle de l'état de flow (Jackson et Marsh, 1996) se sont attachées à mesurer la motivation au niveau situationnel.

Ainsi, les travaux de Hauw (2006) montrent que les différentes échelles renvoient davantage aux déterminants et conséquences motivationnelles plutôt qu'au niveau quantitatif de la motivation. De fait, les nombreuses échelles de mesure récemment citées confirment la prise en compte de la diversité des comportements motivés mais pas des niveaux de motivation. En conséquent pour ces échelles la question du « *pourquoi* » reste incontournable mais cependant elles n'envisagent pas la question du « *combien* » de la motivation.

De plus, ces échelles se caractérisent parfois avec un nombre important de sous échelles et restent difficiles à appréhender et à utiliser.

Dés lors, les connaissances académiques du champ de la psychologie et de la psychologie du sport semblent effectivement peu adaptées pour proposer un ou des outils permettant de mesurer le niveau de motivation d'un sportif à continuer l'exercice fatigant qu'il est en train de réaliser. Ce constat est d'ailleurs partagé, y compris par certains psychologues qui cherchent eux aussi les meilleurs outils, simples et adaptés à cet objectif.

Comme nous l'avons vu, dans leur modèle Baron et al. (2011) définissent la motivation sans pour autant donner les moyens de la mesurer. C'est dans cette tentative de recherche des meilleurs outils de mesure de la motivation à l'exercice que s'inscrit la partie fondamentale de cette thèse.

CONTRIBUTION PERSONNELLE

Cette partie présente les différents travaux réalisés durant cette thèse.

Les différentes études font suite à l'étude de Baron et al (2011) qui propose une approche holistique de la régulation de l'allure. Selon le modèle proposé, c'est en régulant le niveau de ses réserves émotionnelles que le pratiquant régule son allure et de ce fait contrôle l'apparition de la fatigue.

Les travaux de cette thèse se sont donc attachés à la fois à proposer des outils permettant une estimation du niveau de réserve énergétique et à étudier les réponses émotionnelles dans différentes conditions de courses induisant un niveau de fatigue. ***En faisant varier la difficulté, l'intensité, le niveau d'implication du coureur et la durée de course, les différentes études avaient pour objectif de mieux comprendre les fondements des stratégies de régulation émotionnelle et de l'allure.***

Chaque étude avait le double objectif de développer des connaissances scientifiques et d'envisager des applications pratiques pour l'enseignement du demi-fond en EPS. ***D'un point de vue fondamental, l'objectif de l'analyse globale des résultats des différentes études était de proposer un outil fiable d'estimation du niveau de motivation à poursuivre l'exercice fatiguant.***

Le protocole de l'étude 0 (Baron, Guilloux et al., 2015) permettait de faire varier le niveau de difficulté de la course par le biais de pente (sprints répétés en montée vs plat vs descente). De nouvelles échelles perceptives ont été proposées afin d'appréhender le

niveau de réserve énergétique. Cette étude a été réalisée sur une population d'étudiants STAPS.

Les autres études ont été réalisées sur une population de lycéen dans le cadre des enseignements d'EPS.

L'étude 1 avait pour objectif de tester l'évolution des réponses émotionnelles en fonction de l'intensité. Elle permettait de vérifier si les échelles proposées dans l'étude 0 étaient utilisables en EPS avec des lycéens.

L'étude 2 permettait de comparer la performance, et les stratégies de régulation émotionnelle et de l'allure entre des tests autorégulés et des tests « semi-contrôlés ». Lors des tests autorégulés, les élèves avaient pour seule consigne de réaliser la meilleure performance possible. Lors des tests « semi-contrôlés », cette même consigne était maintenue mais un niveau minimal de perception de l'effort leur été également imposé. Ces tests ont été réalisés lors de courses intermittentes de 3 minutes (*Guilloux et Baron, 2015*) et de 6 minutes.

L'étude 3 avait pour objectif de comprendre les effets de la durée de course (3, 6 et 15 minutes) lors de tests autorégulés sur les stratégies de régulation émotionnelle et de l'allure.

Les résultats de l'étude 2 nous ont conduits à mener un autre protocole afin de les compléter. Ainsi, **l'étude 4** visait à faire varier le niveau minimal d'implication afin de

déterminer le niveau permettant le meilleur compromis entre la performance atteinte et le niveau de réponse émotionnelle.

L'ensemble des travaux a été réalisé au sein de l'Equipe d'Accueil 4075, Ingénierie et Recherche en Intervention, Sport, Santé et Environnement (IRISSE), de l'Université de La Réunion.

Les publications scientifiques, congrès et séminaires issus de ces études figurent dans la partie « Annexe ».

STRATÉGIES DE RÉGULATION EMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE SPRINTS RÉPÉTÉS EN MONTEE, DESCENTE, ET PLAT (Etude 0).

Publication associée à cette étude :

Bertrand Baron, **Bertrand Guilloux**, et al. (2015). Emotional responses during repeated sprint intervals performed on level, downhill and uphill surfaces. *Journal of Sports Sciences*; 33(5):476-86.

Objectif de l'étude.

Suite aux travaux de Baron et al. (2011) indiquant le rôle prépondérant des émotions dans le principe de régulation de l'allure, le but de la présente étude est donc d'analyser ces réponses émotionnelles durant une série de sprint sur des surfaces d'évolution différentes à l'image du plat, de la descente et de la montée. L'objectif sera alors de comprendre plus précisément le rôle des émotions au regard des stratégies de régulation de l'allure chez un public novice. Dès lors en s'appuyant sur différentes surfaces de pratique (plat, montée, descente), l'objectif est de déterminer si les stratégies de régulation émotionnelle restent les mêmes quelles que soient les surfaces d'évolution.

Méthode.

- **Population.**

Cette étude concerne 50 étudiants de la faculté des sports de l'Université de la réunion. Les participants ont noté qu'ils s'entraînaient à hauteur de $12,4 \pm 3,3$ heures par semaine dans différents sports. Pendant un an les sujets se sont entraînés sur la course à pied sur piste. Par ce fait, ce groupe a appris à utiliser l'échelle de Borg et al. (1985) pour quantifier leur effort perçu sur les épreuves de course à pied sur piste d'athlétisme. Ainsi les étudiants ont été habitués à mesurer non seulement leur RPE mais également d'autres paramètres émotionnels tels que le plaisir (P), le désir de continuer (EDC), le désir d'arrêter (EDA) ainsi que les ressources nécessaires pour la tâche (SC). Les caractéristiques de la population sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques générales de la population.

EFFECTIF TOTAL	EFFECTIF FILLE	EFFECTIF GARCON	AGE moyen	Taille moyenne (m)	Poids moyens (kg)
50	12 (24%)	38 (76%)	$24,2 \pm 4,7$	$1,77 \pm 1,02$	$67,6 \pm 6,9$

- **Procédure.**

Les tests sur la surface plane (tests 1 et 4) ont été réalisés sur une piste d'athlétisme de 400m. Les tests sur la surface en montée et en descente (tests 2, 3, 5, 6) ont été réalisés sur une piste inclinée dont la pente était de 5,9%.

Avant les tests les étudiants ont eu recours à une séance d'entraînement de 10 répétitions de 60m sur les différentes surfaces d'évolution. Dans cette phase de familiarisation, et pour tous les autres tests (à l'exception du test 1), il a été demandé aux étudiants de réaliser chaque sprint le plus vite possible, cependant les étudiants étaient libres de moduler leur intensité comme ils le souhaitaient. A noter également que durant les différents tests, les étudiants n'étaient pas informés de leurs temps sur chaque sprint. Enfin les tests ont été précédés par 15 minutes de footing qui incluait trois accélérations progressives de 60m.

Cinq groupes de dix étudiants ont été créés afin que les tests soient réalisés dans un ordre différent (groupe A: tests 2-3-4-5-6, groupe B: tests 3-5-4-6-2, groupe C : tests 4-5-6-3-2, groupe D : tests 5-3-2-6-4, groupe E: tests 6-5-2-4-3).

Tests 1, 2 et 3.

Ces tests sont mis en place afin de mesurer l'intensité maximale sur les différentes surfaces. Dès lors l'effort maximal sur le plat (EMP) sur la montée (EMM) et sur la descente (EMD) a été mesuré en chronométrant les étudiants sur un sprint maximal de 60m cela sur le plat, en descente et en montée.

Tests 4, 5 et 6.

Les étudiants devaient réaliser une série de 10 sprints de 60m en descente, plat et montée. Les sprints devaient être réalisés le plus vite possible, bien que les étudiants pouvaient moduler leur vitesse comme ils le souhaitaient. Entre chaque sprint le temps de repos était de 4min. Ainsi chaque sprint de 60m sur les différentes séries a été mesuré afin de déterminer la régulation de l'effort sur le plat (REP), sur la montée (REM) ainsi que sur la descente (RED). De plus la fréquence cardiaque (FC) a été mesurée en continue grâce au moniteur « Polar RS800 ». La RPE a été mesurée à l'aide de l'échelle CR10 de Borg et al. (1985). Le plaisir (P), le désir de continuer (EDC), le désir d'arrêter (EDA) ainsi que les ressources nécessaires pour la tâche (SC) ont été déterminées à l'aide d'une échelle de type « Likert » adaptée de l'échelle de Borg. Cette échelle « Likert » est une échelle allant de 0 à 10.

Ainsi pour le plaisir, la question était « Epreuves-tu du plaisir à courir ? ». Pour l'envie de continuer la question était « As-tu envie de continuer à courir ? ». Pour l'envie d'arrêter, la question était « As-tu envie de t'arrêter de courir ? ». Pour les ressources engagées la question était « Penses-tu avoir les ressources nécessaires pour effectuer la tâche ? Enfin pour le sentiment de compétence la question était « Penses-tu avoir les capacités pour réaliser la tâche ? ». La charge affective (CA), définie comme la différence entre RPE et P, a aussi été calculée.

- **Analyses statistiques.**

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel SPSS. Ainsi les méthodes statistiques standards ont été utilisées pour le calcul de moyenne et d'écart type. L'analyse de la variance a été utilisée pour déterminer les différences significatives entre les différentes variables utilisées (plat, montée, descente). Les distributions gaussiennes normales des données ont été réalisées par le test Shapiro-Wilk. L'ANOVA à une ou deux facteurs à mesures répétées a été réalisée pour comparer les changements entre les paramètres sur la fin et le début de chaque répétition. La sphéricité a été faite par le test de Mauchly. Les comparaisons multiples étaient faites par les tests post-hoc de Tukey HSD lorsque le facteur « p » est supérieur à 0,5 ou avec le test de Bonferroni lorsque le facteur « p » est inférieur à 0,5. Enfin le coefficient de Pearson a été calculé pour tester les corrélations linéaires entre les variables à la fin de chaque répétition. La signification statistique a été fixée à $p=0,05$ pour toutes les analyses.

RESULTATS

Les tests d'intensité maximale (Tests 1, 2 et 3).

Le tableau 2 montre les valeurs significativement différentes entre les valeurs maximales en descente, plat et montée.

Tableau 2 : Intensité maximale en descente, plat et montée en km/h.

	PLAT	DESCENTE	MONTEE
INTENSITE MAX (km/h)	27,01 ± 2,4	30,33 ± 2,7	22,91 ± 2,0 *

*= Différence significative entre les trois modalités de course (p<0,001).

Les tests autorégulés (Tests 4, 5 et 6).

Evolution de l'intensité (autorégulée) dans chaque modalité de course sur les sprints répétés.

La vitesse diminue significativement entre la première et la dernière répétition pour le plat et la montée (27,15 ± 2,04 vs 25,56 ± 1,58 km.h⁻¹ ; 22,85 ± 1,68 vs 21,93 ± 1,58 km.h⁻¹). Pour la descente, la vitesse entre la première et dernière répétition augmente significativement (27,31 ± 2,85 vs 28,43 ± 1,49 km.h⁻¹).

La figure 20 montre l'évolution de la vitesse en pourcentage de la valeur maximale sur les différentes modalités de course.

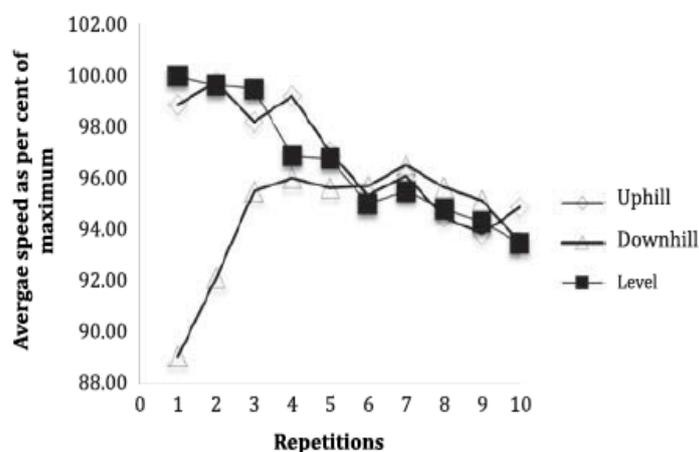
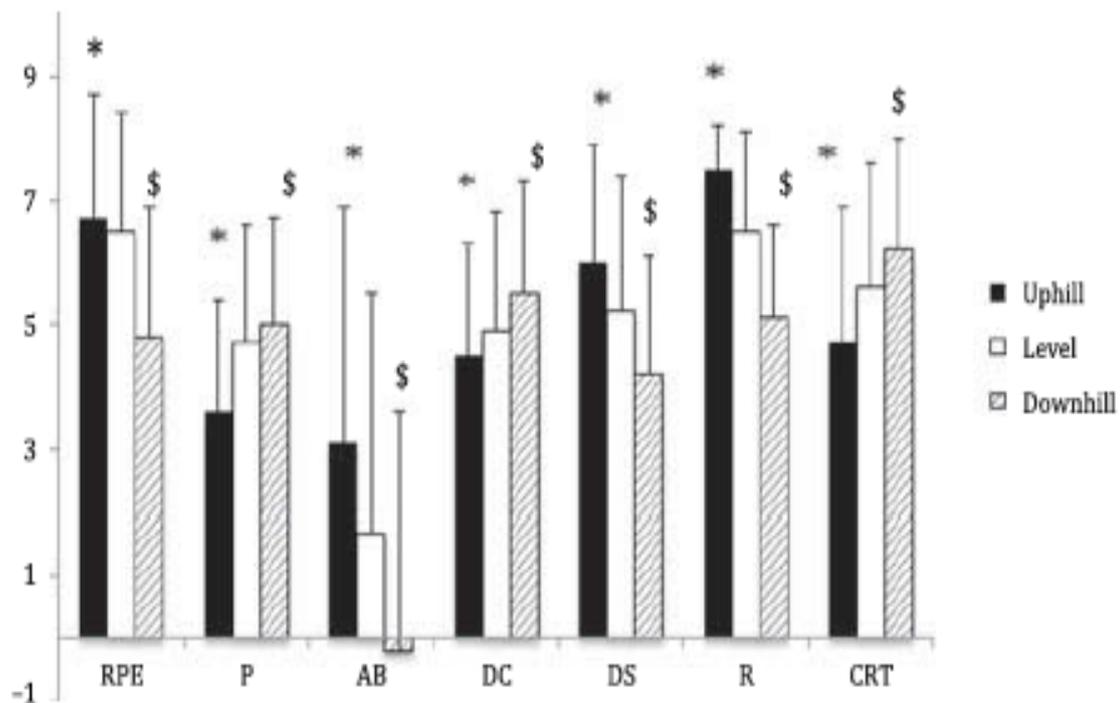


Figure 20 : Evolution de la vitesse (%age du max) sur le plat (Level), montée (Uphill) et descente (Downhill). Graphique tiré de l'article Baron, Guilloux al. (2015).

Influence du type de surface de course (plat, montée et descente) sur l'évolution de la vitesse et l'évolution des paramètres émotionnels.

Les tests ANOVA montrent une différence significative de la vitesse sur les différentes modalités de course. Ainsi la vitesse en descente est significativement différente de la vitesse en montée et sur le plat. La vitesse sur le plat est significativement différente de la vitesse en montée et descente.

Concernant le niveau émotionnel sur les tests, la figure 21 montre les valeurs moyennes des différents paramètres émotionnels sur les trois modalités de course.



*: Différence significative entre le plat et la montée.
\$: Différence significative entre le plat et la descente.

Figure 21 : Valeurs moyennes sur le test 10x60m en montée (Uphill), descente (Downhill) et sur le plat (Level) pour la perception de l'effort (RPE), le plaisir (P), la charge affective (AB), l'envie de continuer (DC), l'envie d'arrêter (DS), les ressources nécessaires pour la tâche (R) et le sentiment de compétence (CRT). Graphique tiré de l'article de Baron, Guilloux et al. (2015).

Relation entre la fréquence cardiaque et les paramètres émotionnels.

La fréquence cardiaque a été corrélée significativement avec l'ensemble des paramètres émotionnels. Le tableau 3 résume l'ensemble des corrélations.

Tableau 3 : Matrice de corrélation entre la fréquence cardiaque (FC) et les paramètres émotionnels (perception de l'effort (RPE), le plaisir (P), la charge affective (CA), l'envie de continuer (EDC), l'envie d'arrêter (EDA), les ressources nécessaires pour la tâche (R), et le sentiment de compétence (SC)) durant le test des 10x60m sur plat, descente et montée.

	RPE	P	CA	EDC	EDA	R	SC
FC montée	0,75*	-0,63*	0,73*	-0,71*	0,72*	0,57*	-0,77*
FC plat	0,79*	-0,66*	0,77*	-0,67*	0,74*	0,71*	-0,76*
FC descente	-0,49*	0,48*	-0,50*	0,52*	-0,48*	-0,41*	0,55*

* Corrélation significative ($p < 0,05$).

Relation entre la vitesse autorégulée et les paramètres émotionnels.

La vitesse autorégulée est corrélée significativement avec les paramètres émotionnels pour toutes les modalités de course à l'exception du P, de l'EDC et du SC pour les répétitions en descente. Le tableau 4 reprend l'ensemble des corrélations entre la vitesse et les paramètres émotionnels.

Tableau 4 : Matrice de corrélation entre la vitesse autorégulée et les différents paramètres émotionnels lors des sprints en montée, descente et sur le plat.

	RPE	P	CA	EDC	EDA	R	SC
Vitesse montée	-0,49*	0,48*	-0,50*	0,52*	-0,48*	-0,41*	0,55*
Vitesse plat	-0,69*	0,59*	-0,68*	0,62*	-0,71*	-0,73*	0,56*
Vitesse descente	0,26*	-0,20 ns	0,24*	-0,20 ns	0,24*	0,35*	-0,18 ns

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

ns : Corrélation non significative ($p > 0,05$).

Relation entre les répétitions et les paramètres émotionnels.

Lors des sprints en montée, la RPE, la CA, l'EDA et les R augmentent significativement entre la première et la dernière répétition tandis que le P, l'EDC et le SC diminuent significativement entre le début et la fin des répétitions.

Le tableau 5 résume l'évolution des paramètres émotionnels entre la première répétition et la dernière répétition en montée.

Tableau 5 : Valeurs moyennes de la première répétition et de la dernière répétition lors des sprints en montée pour les différents paramètres émotionnels.

	Valeur 1er sprint	Valeur dernier sprint
RPE	3,4 ± 1,9	9,1 ± 0,9*
CA	-3,0 ± 4,2	7,9 ± 1,8*
EDA	3,0 ± 2,5	8,8 ± 1,3*
R	6,0 ± 2,3	8,2 ± 2,3*
P	6,4 ± 2,6	1,2 ± 1,0*
EDC	7,4 ± 2,3	1,7 ± 1,3*
SC	7,7 ± 1,2	1,4 ± 1,2*

* : Différence significative entre la valeur du 1^{er} sprint et la valeur du dernier sprint en montée.

Lors des sprints sur le plat, la RPE, la CA, l'EDA et les R augmentent significativement entre la première et la dernière répétition tandis que le P, l'EDC et le SC diminuent significativement entre le début et la fin des répétitions. Le tableau 6 résume l'évolution des paramètres émotionnels entre la première répétition et la dernière répétition sur le plat.

Tableau 6 : Valeurs moyennes de la première répétition et de la dernière répétition lors des sprints sur le plat pour les différents paramètres émotionnels.

	Valeur 1er sprint	Valeur dernier sprint
RPE	3,4 ± 1,4	9,1 ± 0,9*
CA	-3,4 ± 1,8	7,0 ± 2,4*
EDA	2,5 ± 0,8	8,9 ± 1,3*
R	3,9 ± 1,1	8,8 ± 1,3*
P	6,9 ± 1,5	2,1 ± 1,5*
EDC	7,4 ± 1,7	1,5 ± 1,6*
SC	8,2 ± 1,3	2,7 ± 1,5*

* : Différence significative entre la valeur du 1^{er} sprint et la valeur du dernier sprint en montée.

Lors des sprints en descente, comme pour les deux autres modalités, la RPE, la CA, l'EDA et les R augmentent significativement entre la première et la dernière répétition tandis que le P, l'EDC et le SC diminuent significativement entre le début et la fin des répétitions.

Le tableau 7 résume l'évolution des paramètres émotionnels entre la première répétition et la dernière répétition sur la descente.

Tableau 7 : Valeurs moyennes de la première répétition et de la dernière répétition lors des sprints en descente pour les différents paramètres émotionnels.

	Valeur 1er sprint	Valeur dernier sprint
RPE	1,8 ± 1,2	8,1 ± 1,1*
CA	-5,3 ± 2,7	5,9 ± 2,1*
EDA	1,3 ± 1,5	7,2 ± 1,2*
R	2,8 ± 2,0	7,0 ± 2,2*
P	7,1 ± 2,3	2,2 ± 1,3*
EDC	8,0 ± 1,3	2,6 ± 1,0*
SC	8,8 ± 1,2	3,3 ± 1,1*

* : Différence significative entre la valeur du 1^{er} sprint et la valeur du dernier sprint en montée.

Les résultats montrent que chaque paramètre émotionnel est corrélé avec les répétitions dans chaque condition de course.

Le tableau 8 résume l'ensemble des corrélations entre les répétitions et les paramètres émotionnels dans chaque modalité de course.

Tableau 8 : Matrice de corrélation entre les répétitions et les différents paramètres émotionnels lors des sprints en montée, sur le plat et en descente.

	RPE	P	CA	EDC	EDA	R	SC
Répétition montée	0,74*	-0,67*	0,72*	-0,62*	0,68*	0,38*	-0,88*
Répétition plat	0,87*	-0,76*	0,89*	-0,74*	0,85*	0,76*	-0,87*
Répétition descente	0,85*	-0,74*	0,83*	-0,78*	0,80*	0,63*	-0,91*

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

Des tests ANOVA ont été effectués pour mesurer la différence entre des pentes d'évolution des différents paramètres émotionnels sur chaque modalité de course.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas d'effet de la modalité de course sur les pentes d'évolution des paramètres émotionnels sauf pour le niveau de ressources nécessaire et le sentiment de compétence (Tableau 9).

Tableau 9 : Niveau de pente d'évolution pour les différents paramètres émotionnels sur les différentes modalités de course.

	MONTEE	PLAT	DESCENTE
RPE	0,66 ± 0,17	0,64 ± 0,15	0,69 ± 0,17 ns
P	-0,60 ± 0,24	-0,61 ± 0,28	-0,57 ± 0,20 ns
CA	1,26 ± 0,42	1,24 ± 0,38	1,26 ± 0,29 ns
EDC	-0,65 ± 0,15	-0,66 ± 0,24	-0,63 ± 0,12 ns
EDA	0,69 ± 0,18	0,76 ± 0,26	0,69 ± 0,17 ns
R	0,50 ± 0,16	0,61 ± 0,15	0,51 ± 0,17*
SC	-0,77 ± 0,06	-0,72 ± 0,27	-0,61 ± 0,19*

* Différence significative entre les trois modalités de course ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative entre les trois modalités de course ($p > 0,05$).

Les tests ANOVA ont été également effectués pour mesurer la différence entre les niveaux d'ordonnée à l'origine (Y) et les différents paramètres émotionnels sur chaque modalité de course. Les résultats montrent une différence significative Y de l'effort, de sur les différentes modalités de course. Une importante différence significative a été observée pour l'ensemble des paramètres émotionnels à l'exception du P et de l'EDC.

Le tableau 10 résume les niveaux Y pour chaque paramètre émotionnel sur les différentes modalités de course.

Tableau 10 : Niveau d'ordonnée à l'origine pour les différents paramètres émotionnels sur les différentes modalités de course.

	MONTEE	PLAT	DESCENTE
RPE	3,07 ± 2,36	3,03 ± 1,13	0,10 ± 1,24*
P	6,88 ± 2,74	8,13 ± 1,57	8,16 ± 1,65*
CA	-4,00 ± 4,82	-5,08 ± 1,75	-7,17 ± 2,28*
EDC	7,80 ± 2,60	8,21 ± 1,29	8,78 ± 1,28*
EDA	2,46 ± 2,49	1,23 ± 1,05	0,60 ± 1,60*
R	4,82 ± 1,49	3,59 ± 1,32	2,96 ± 1,97*
SC	8,70 ± 1,03	9,39 ± 1,51	9,71 ± 1,48*

* Différence significative entre les trois modalités de course ($p < 0,05$).

ÉVOLUTION DES RÉPONSES ÉMOTIONNELLES EN FONCTION DE L'INTENSITÉ LORS D'UN TEST INCRÉMENTÉ (Etude 1).

Objectif de l'étude.

Comme vu dans la littérature, pendant un exercice effectué à intensité sévère, l'apparition de la fatigue est prévenue par l'activation d'un mécanisme de protection qui se manifeste par un déplaisir croissant (Ekkekakis et al., 2005) augmentant alors la perception d'effort (Tucker et al., 2006) démontrant ainsi que le sportif régule son niveau d'investissement émotionnel (Baron et al., 2011).

De fait, l'objectif de cette étude est d'étudier les réponses perceptives émotionnelles et motivationnelles, à travers l'utilisation des échelles de ressenti (Effort (RPE)), plaisir (P), envie de continuer (EDC), envie d'arrêter (EDA), sentiment de compétence (R)) au cours d'un exercice incrémenté.

L'objectif est aussi de valider la pertinence des échelles perceptives utilisées chez des scolaires.

Méthode.

• Population.

La première étude concerne 157 élèves scolarisés en classe de seconde et de première. Les données ont été recueillies dans le cadre des cours obligatoires d'Education Physique et Sportive. Les caractéristiques de la population sont résumées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Caractéristiques générales de la population.

	EFFECTIF	EFFECTIF FILLE	EFFECTIF GARCON	AGE moyen
GROUPE VMA	157	91 (58%)	66 (42%)	15,17 ± 0,65

• Procédure.

Après une séance de familiarisation avec les échelles de perception, les élèves sont amenés à effectuer un test incrémenté de type « test de VMA par palier ». Après chaque palier du test l'élève coureur répond aux questionnaires afin de renseigner sa perception d'effort (E), le plaisir éprouvé (P), l'envie de continuer (EDC), l'envie d'arrêté (EDA) et le sentiment de compétence (C).

Le test VMA.

Le test choisi est le test de VAUSSENAT adapté pour le milieu scolaire (Giroud et al., 2006). Les coureurs doivent réaliser le plus grand nombre de palier. L'objectif étant de maintenir la cadence imposée par la vitesse de chaque palier c'est-à-dire d'être à la balise à chaque signal sonore donné. Un palier dure 3 minutes. Le temps de récupération entre chaque palier est de 1 minute. Les coureurs commencent le test au palier 8 km/h.

L'allure critique est établie quand le coureur ne peut plus suivre le rythme imposé. Dès lors, la vitesse de la dernière séquence de trois minutes parcourue complètement par le coureur est sa vitesse maximale aérobie (VMA). De fait, le dernier palier atteint par l'élève rend compte de sa VMA.

Concrètement, le test est réalisé sur une piste balisée tous les cinquante mètres. Des coups de sifflet, donnés à intervalles réguliers, indiquent à quel instant l'élève doit passer devant chaque balise pour respecter la vitesse requise. Le grand intérêt du test est qu'il permet de répondre aux différentes questions perceptives au début de chaque période de repos. Ainsi à chaque fin de palier, les coureurs répondent à 5 questions puis se préparent en se plaçant à une balise pour le palier suivant.

Détermination des paramètres émotionnels.

La perception d'effort (RPE) est mesurée grâce à l'échelle P-CERT (Yelling et al., 2002) (Figure 22). La question posée est : « quel niveau d'effort percevez-vous ? ».

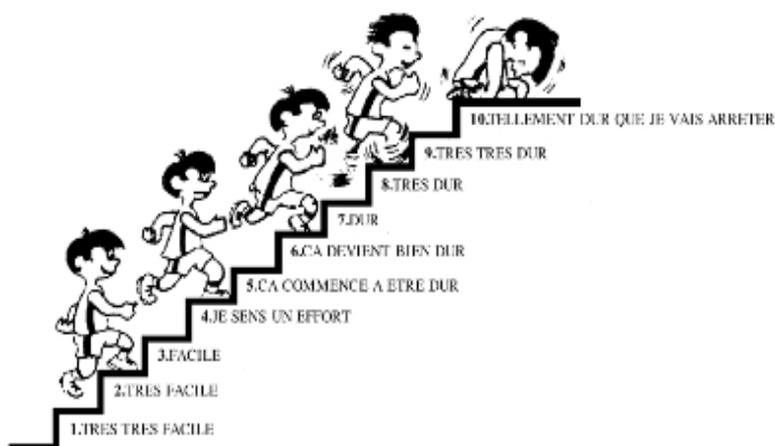


Figure 22 : Echelle P-CERT de Yelling et al. (2002) traduit en français par Coquart et al. (2009).

Le plaisir (P), le désir de continuer (EDC), le désir d'arrêter (EDA) ont été déterminés à l'aide d'échelles de « Likert » adaptés de l'échelle CR10 de Borg (*Figure 23*). Le sentiment de compétence (SC) a été apprécié à partir du niveau de ressources disponibles pour la tâche. La charge affective (CA), définie comme la différence entre RPE et P, a été calculée.

2) Eprouves-tu du plaisir à courir?

Aucun		Faible			Fort		Très fort		Maximal	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) As-tu envie de continuer de courir ?

Aucune		Faible			Forte		Très forte		Maximale	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4) As-tu envie de t'arrêter de courir?

Aucune		Faible			Forte		Très forte		Maximale	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5) Selon toi, as-tu les ressources pour faire face à cette situation?

Pas du tout	Un peu		Moyennement			Plutôt		Beaucoup		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figure 23 : Echelle de Likert pour les autres paramètres émotionnels.

- **Analyses statistiques.**

Les calculs statistiques ont été effectués grâce au logiciel statistique XLSTAT.

Des statistiques descriptives (moyenne et Ecart Type) pour l'effort, le plaisir, l'envie de continuer, l'envie d'arrêter et le sentiment de compétence ont été calculés pour les différents paliers du test VMA.

Les résultats ont été traités par une analyse des corrélations entre les différents paramètres émotionnels et la vitesse des différents paliers ainsi que par des corrélations entre variables émotionnelles entre-elles. Le coefficient de Pearson a été calculé pour tester la corrélation linéaire entre les variables mesurées à la fin de chaque palier. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

RESULTATS.

1) Relation entre l'intensité et l'évolution des paramètres émotionnels.

1-1) Evolution des paramètres émotionnels.

Les résultats (figures 24, 25 et 26) montrent que l'évolution des différents paramètres émotionnels suit une évolution linéaire au cours du déroulement du test ($p < 0,05$).

La perception d'effort (RPE), la charge affective (CA) ainsi que l'envie d'arrêter (EDA) augmentent significativement entre le premier et le dernier palier. ($2,86 \pm 1,57$ vs $9,42 \pm 0,78$ ($p < 0,05$); $-2,78 \pm 4,08$ vs $6,85 \pm 4,01$ ($p < 0,05$); $2,28 \pm 2,51$ vs $8,85 \pm 1,67$ ($p < 0,05$))

Alors que le plaisir (P), l'envie de continuer (EDC), le sentiment de compétence (SC) et le rapport EDC/RPE diminuent significativement durant le test incrémenté ($5,64 \pm 3,26$ vs $2,57 \pm 3,59$ ($p < 0,05$); $5,93 \pm 3,14$ vs $4,14 \pm 4,48$ ($p < 0,05$); $7,43 \pm 2,37$ vs $1,85 \pm 2,28$ ($p < 0,05$); $2,95 \pm 2,88$ vs $0,22 \pm 0,26$ ($p < 0,05$)).

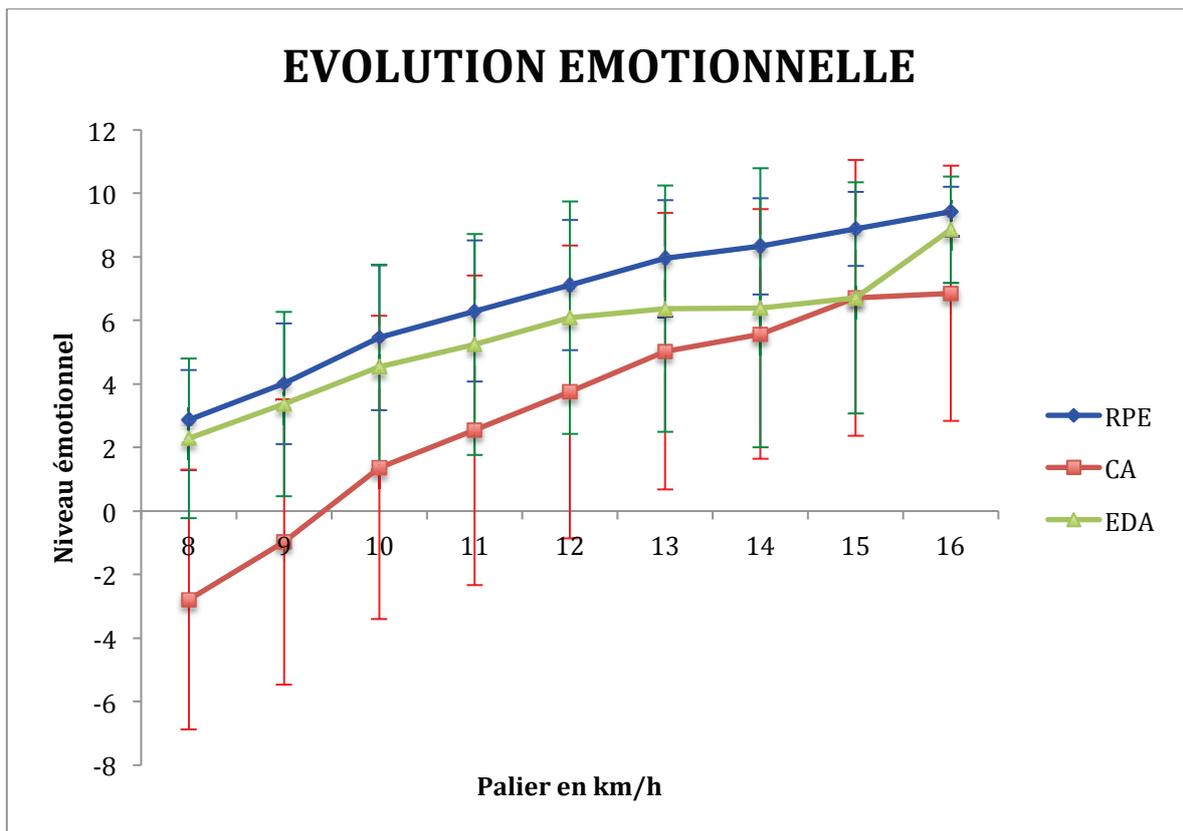


Figure 24 : Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) lors du test incrémenté.

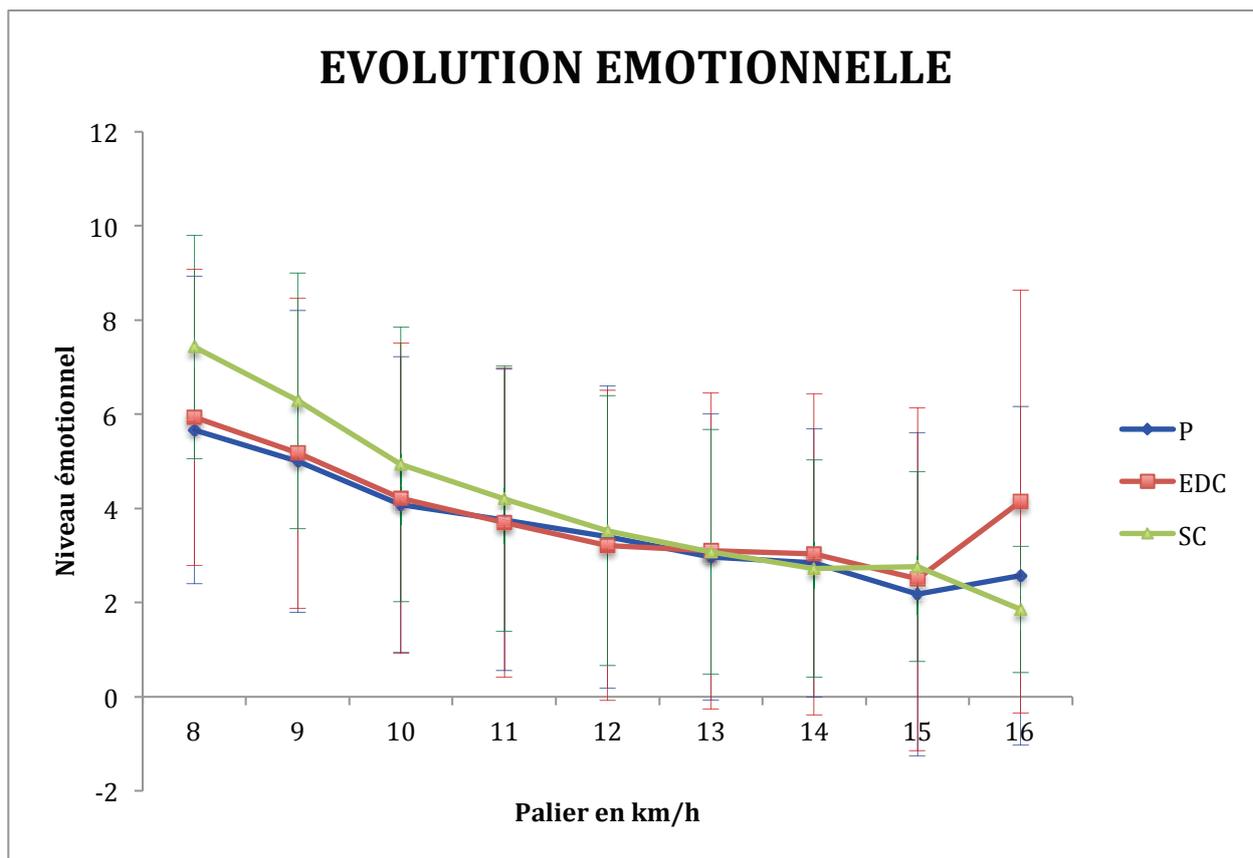


Figure 25: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) lors du test incrémenté.

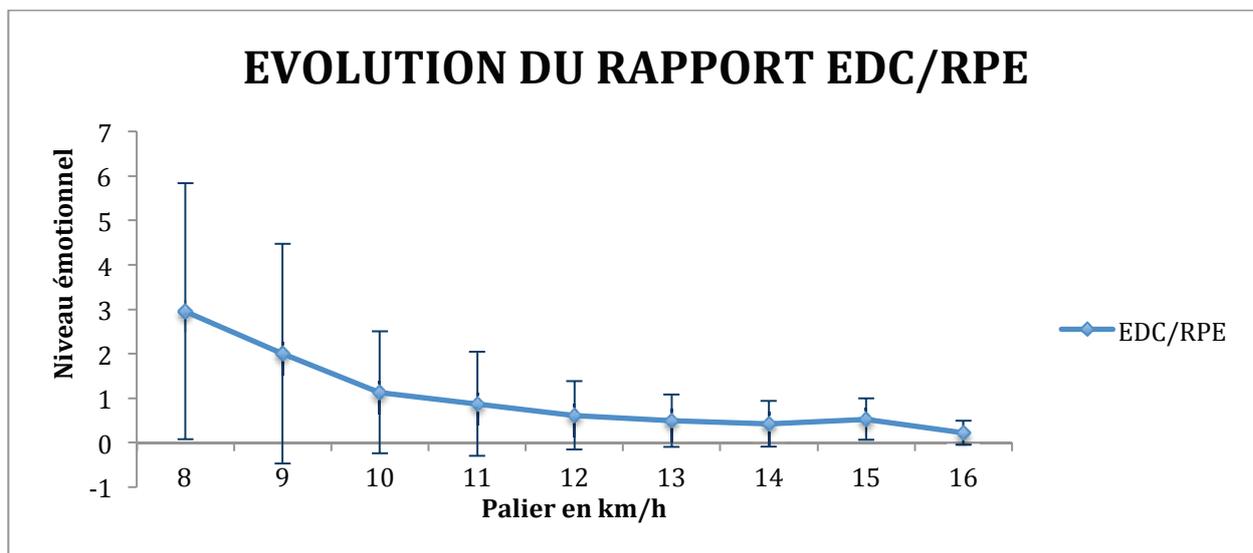


Figure 26 : Evolution du rapport EDC/RPE lors du test incrémenté.

1-2) Stratégie de régulation émotionnelle.

Les figures 24, 25 et 26 montrent que tous les paramètres émotionnels évoluent significativement de manière linéaire ($p < 0,05$).

Dés lors, le niveau de pente d'évolution ainsi que le niveau d'ordonnée à l'origine renseignent plus en détail de l'évolution des paramètres émotionnels.

Le tableau 12a reprend les niveaux moyens de pente pour les différents paramètres ainsi que les niveaux moyens d'ordonnée à l'origine pour l'ensemble des paramètres émotionnels en fonction de l'intensité.

Tableau 12a : Niveau de pente et niveau d'ordonnée à l'origine pour RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE lors du test incrémenté.

	PENTE D'AUGMENTATION	ORDONNEE A L'ORIGINE
RPE	1,25 ± 2,03	-2,98 ± 5,51
CA	1,10 ± 1,33	-10,51 ± 14,56
EDA	0,45 ± 0,93	-0,49 ± 9,71
P	-0,28 ± 1,08	7,33 ± 11,75
EDC	-0,24 ± 0,98	7,14 ± 10,69
SC	-0,61 ± 0,80	11,58 ± 8,69
EDC/RPE	-0,57 ± 0,98	7,22 ± 10,58

Les résultats de la pente et de l'ordonnée à l'origine montrent que chaque paramètre émotionnel évolue différemment montrant ainsi l'unicité de chaque variable. De plus, on peut s'apercevoir que P, EDC, SC et EDC/RPE ont des pentes négatives tandis que RPE, CA et EDA ont des pentes positives.

1-3) Corrélation entre l'intensité et l'évolution des paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation, entre l'intensité et les différents paramètres émotionnels puis entre la RPE et les paramètres émotionnels sont représentées dans le tableau 12b et le tableau 13.

Tableau 12b : Matrice de corrélation entre l'intensité et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE lors du test incrémenté.

	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Intensité	0,67 *	-0,33 *	0,55 *	-0,31 *	0,43 *	-0,50 *	-0,40 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

1-4) Corrélation entre l'évolution de la perception d'effort et l'évolution des autres paramètres émotionnels.

Tableau 13 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la perception d'effort (RPE) et les évolutions du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE lors du test incrémenté.

	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
RPE	-0,39 *	0,85 *	-0,61 *	0,66 *	-0,75 *	-0,39 *

* : Corrélation significative avec $p < 0,05$.

2) Relation entre le niveau de VMA et les réponses émotionnelles.

Nous avons classé les résultats du test incrémenté par niveau de VMA atteint à la fin du test par les élèves afin de pouvoir comparer les paramètres émotionnels par niveau de VMA atteint.

En terme d'effectif, les résultats montrent que sur l'ensemble de la population c'est-à-dire sur les 157 élèves, 30 ont atteint le palier 10km/h, 26 ont atteint le palier 11km/h, 37 ont atteint le palier 12km/h, 29 ont atteint le palier 13km/h, 17 ont atteint le palier 14km/h, 10 ont atteint le palier 15km/h et enfin 8 élèves ont atteint le palier 16km/h. Les résultats statistiques montrent qu'il y a une différence significative entre les groupes ($p < 0,05$).

Le tableau 14 montre les niveaux moyens des paramètres émotionnels sur l'ensemble du test pour chaque niveau de VMA atteint. Les tableaux 15 et 16 montrent les niveaux de fin et de début sur le test pour chaque paramètre émotionnel et pour chaque groupe.

Tableau 14 : Niveau moyen de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA) du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE pour les différents groupes de VMA.

GROUPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
10 km/h	6,12 ± 1,49	1,94 ± 2,12	4,19 ± 3,00	2,30 ± 2,07	6,55 ± 2,15	3,37 ± 2,05	0,54 ± 0,37
11 km/h	5,50 ± 1,23	3,69 ± 2,24	1,81 ± 3,15	3,50 ± 2,10	4,78 ± 2,14	4,32 ± 1,57	1,11 ± 0,85
12 km/h	5,45 ± 1,22	3,81 ± 2,25	1,64 ± 2,95	3,63 ± 1,83	4,85 ± 1,78	4,67 ± 1,66	1,24 ± 1,05
13 km/h	5,28 ± 1,03	4,05 ± 2,50	1,23 ± 2,90	4,58 ± 2,40	4,53 ± 2,06	5,58 ± 1,54	1,10 ± 0,83
14 km/h	5,33 ± 1,22	5,24 ± 2,69	0,08 ± 3,72	4,83 ± 2,69	4,00 ± 2,23	5,31 ± 1,86	2,13 ± 1,64
15 km/h	5,42 ± 1,19	5,28 ± 1,55	0,13 ± 1,79	6,55 ± 2,81	2,85 ± 2,16	6,09 ± 2,05	1,77 ± 0,94
16 km/h	5,19 ± 0,67	6,30 ± 2,77	-1,11 ± 3,32	6,49 ± 3,46	3,26 ± 2,33	6,50 ± 1,12	1,72 ± 1,27
ANOVA	ns	*	*	*	*	*	ns

*: Différence significative entre les groupes VMA. (p<0,05).

ns : Différence non significative entre les groupes VMA. (p>0,05).

Tableau 15 : Valeur de fin (100%) de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), d'envie de continuer (EDC), d'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE pour les différents groupes de VMA.

GROUPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
10 km/h	7,88 ± 2,26	1,38 ± 2,07	6,50 ± 3,28	1,07 ± 1,89	7,61 ± 3,21	1,65 ± 2,17	0,20 ± 0,37
11 km/h	8,11 ± 2,14	2,61 ± 2,77	6,53 ± 3,15	1,53 ± 2,06	7,07 ± 3,30	1,88 ± 1,90	0,27 ± 0,53
12 km/h	8,27 ± 2,00	2,10 ± 2,84	6,16 ± 3,93	1,02 ± 1,65	8,13 ± 2,92	1,37 ± 1,72	0,15 ± 0,25
13 km/h	9,03 ± 1,23	1,86 ± 2,35	7,24 ± 3,18	1,51 ± 2,35	8,65 ± 2,27	1,82 ± 1,98	0,19 ± 0,36
14 km/h	9,25 ± 1,39	3,12 ± 3,72	7,12 ± 3,38	0,93 ± 1,43	7,62 ± 3,26	1,62 ± 1,78	0,12 ± 0,19
15 km/h	9,50 ± 0,70	3,80 ± 4,31	8,9 ± 2,16	5,10 ± 3,54	7,00 ± 3,65	3,10 ± 2,99	0,43 ± 0,34
16 km/h	9,42 ± 0,78	2,57 ± 3,59	6,85 ± 4,01	4,14 ± 4,48	8,85 ± 1,67	1,85 ± 1,34	0,44 ± 0,47
ANOVA	*	ns	ns	*	ns	ns	*

*: Différence significative entre les groupes de VMA. (p<0,05).

ns : Différence non significative entre les groupes VMA. (p>0,05).

Tableau 16 : Valeur de début du test incrémenté (palier 8km/h) pour la perception d'effort (RPE), le plaisir (P), la charge affective (CA), l'envie de continuer (EDC), l'envie d'arrêter (EDA), le sentiment de compétence (SC) et le rapport EDC/RPE pour les différents groupes de VMA.

GROUPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
10 km/h	4,46 ± 1,55	2,54 ± 2,53	1,92 ± 3,21	3,58 ± 2,95	4,38 ± 2,99	5,21 ± 2,38	0,94 ± 0,84
11 km/h	3,19 ± 1,47	5,46 ± 2,86	-2,27 ± 3,83	5,46 ± 2,59	2,23 ± 2,07	6,63 ± 2,12	2,15 ± 2,11
12 km/h	2,70 ± 1,22	5,27 ± 2,33	-2,57 ± 2,59	5,94 ± 2,48	2,43 ± 2,13	7,26 ± 2,20	2,96 ± 2,48
13 km/h	2,21 ± 1,05	5,90 ± 3,39	-3,69 ± 3,53	6,48 ± 3,36	1,79 ± 2,62	8,56 ± 1,76	2,48 ± 2,48
14 km/h	2,00 ± 1,41	7,93 ± 2,98	-5,94 ± 3,55	7,12 ± 3,28	1,06 ± 1,61	8,79 ± 1,89	5,50 ± 4,02
15 km/h	2,50 ± 1,78	9,70 ± 0,67	-7,20 ± 1,81	8,50 ± 2,32	0,70 ± 0,95	9,25 ± 1,16	3,88 ± 3,50
16 km/h	1,86 ± 1,57	8,00 ± 2,08	-6,14 ± 2,19	7,71 ± 3,59	1,00 ± 1,29	9,20 ± 1,30	3,15 ± 3,40
ANOVA	*	*	*	*	*	*	*

* : Différence significative entre les groupes de VMA. (p<0,05).

3) Niveau de motivation.

La mesure de l'envie de continuer le test sur le dernier palier est présentée dans le tableau 17 avec le rapport EDC/RPE pour chaque groupe de VMA.

Tableau 17 : Rapport EDC/RPE sur la fin de la course (100%) pour chaque groupe de VMA.

GROUPE	10 km/h	11 km/h	12 km/h	13 km/h	14 km/h	15 km/h	16 km/h	ANOVA
EDC/RPE	0,20 ± 0,37	0,27 ± 0,53	0,15 ±0,25	0,20 ± 0,36	0,12 ± 0,19	0,43 ± 0,34	0,44 ± 0,47	*

*: Différence significative entre les groupes de VMA ($p < 0,05$).

STRATÉGIES DE RÉGULATION ÉMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE COURSES INTERMITTENTES DE 3 ET 6 MINUTES AUTORÉGULÉES VS SEMI-CONTRÔLÉES A DES NIVEAUX MOYENS DE PERCEPTION DE L'EFFORT (Etude 2).

Publication associée à cette étude (pour les courses de 3 minutes uniquement):

Bertrand Guilloux et Bertrand Baron (2015). Pacing strategies and emotional pattern during intermittent 3-min runs in secondary school participants. *Journal of Exercise, Sports & Orthopedics*; 2(2): 1-9. published online. June 01.

Objectifs de l'étude.

Les exercices à intensité librement choisie sont le plus souvent utilisés en Education Physique et Sportive lors des épreuves de demi-fond, cela dans le but d'améliorer la connaissance de soi. Ces exercices imposent une régulation émotionnelle, processus connu pour induire un surplus de dépense énergétique (Beedie et al., 2012). De plus, sachant que le novice possède une régulation non optimale (Baron et al., 2011), la régulation émotionnelle doit alors devenir un contenu et un outil essentiel pour optimiser la performance chez les élèves.

L'objectif de l'étude est donc de comparer l'influence de courses de 3 minutes et de 6 minutes librement régulées par rapport à des courses semi-contrôlées sur la régulation de l'allure et les réponses émotionnelles et motivationnelles. Il s'agit également de vérifier les effets des courses semi-contrôlées sur le niveau de performance et la régulation de l'allure des élèves.

Méthode.

• Population.

Cette étude concerne 116 lycéens, scolarisés respectivement en classe de seconde et de première, et qui ont été séparés en deux groupes. Un groupe expérimental (RPE), constitué de 60 élèves, est mis en place pour étudier l'évolution des paramètres émotionnels et motivationnels sur les courses de 3min et de 6min semi-régulé. Pour ce groupe une perception minimale d'effort sera imposée lors du protocole du test.

Un groupe témoin (TEM) constitué de 56 élèves est mis en place pour comparer les résultats du groupe RPE dans l'optique de valider ou non l'hypothèse mise en place. En effet ce groupe témoin (TEM) a pour but de vérifier si les résultats du test 2 du groupe RPE ne sont pas induits par la répétition du test (effet d'entraînement).

Les caractéristiques générales de ces deux groupes de population sont résumées dans le tableau 18. Ce récapitulatif montre que les caractéristiques des deux groupes sont statistiquement non différents au niveau statistique.

Tableau 18 : Caractéristiques générales des groupes.

	EFFECTIF	EFFECTIF FILLE	EFFECTIF GARCON	AGE moyen	VMA (Km/h)
GROUPE RPE	60	35 (58%)	25 (42%)	15,03 ± 0,66	12,41 ± 1,90
GROUPE TEM	56	33 (59%)	23 (41%)	15,01 ± 0,23 ns	12,42 ± 1,70 ns

ns : Différence non significative entre les groupes ($p > 0,05$).

• Procédures.

La durée de l'étude s'est étendue sur un cycle de 6 séances dont les objectifs de séance sont résumés dans le tableau 19. Les objectifs de séance étaient similaires pour les deux groupes mis en place, à l'exception du groupe RPE pour qui le niveau de perception de l'effort consenti lors du test 2 doit être au minimum équivalent au niveau moyen observé lors du test 1. Les élèves ont été partagés en 2 groupes. L'un commençait par les courses de 3 minutes, l'autre par celles de 6 minutes.

Tableau 19 : Objectifs des séances de l'étude.

Séance	Objectifs
S1	Familiarisation avec les échelles de perceptions.
S2	Test VMA.
S3	Test 1 : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes.
S4	Test 1 : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes.
S5	Test 2 : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes. (perception d'effort minimal imposée pour le groupe RPE).
S6	Test 2 : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes. (perception d'effort minimale imposée pour le groupe RPE).

Test VMA.

Le test VMA de VAUSSENAT est utilisé pour permettre une meilleure familiarisation avec les échelles perceptives utilisées.

Tests de 3 minutes et 6 minutes autorégulés.

Il est demandé aux élèves de réaliser la meilleure performance possible. L'exercice est réalisé sur une piste de 100m balisée tous les 25m. Ainsi la performance est mesurée par le nombre de tours de piste ainsi que le nombre de balises que le coureur effectue pendant le temps de course. Le coureur s'arrête tous les 100m et répond aux différentes questions relatives aux aspects émotionnels et motivationnels. L'arrêt du coureur à chaque 100m n'excède pas les 20 secondes. Les temps de course de 3 minutes et de 6 minutes sont effectifs. Les temps « d'arrêt » ne sont pas comptabilisés dans la durée des tests.

Tests de 3 minutes et 6 minutes semi-contrôlés (Groupe RPE).

L'organisation des tests de 3 minutes et de 6 minutes semi-contrôlés est la même que pour les courses librement régulées. Concernant ce test 2, une perception d'effort minimale est imposée pour les courses de 3 minutes et de 6 minutes pour le groupe RPE. Dès lors la perception de l'effort doit être au minimum équivalente au niveau moyen observé lors du test 1.

Bien entendu, l'élève peut se réguler comme il le souhaite sur l'ensemble de la course à condition que son niveau de RPE ne descende pas en dessous du seuil autorisé.

La valeur minimale imposée est calculée d'après les résultats des courses du test 1. Ainsi la valeur minimale d'effort imposée est égale à la moyenne de la perception d'effort du test 1. Le tableau 20 montre un exemple pour le choix de la valeur de perception d'effort pour le test 2.

Tableau 20 : Exemple de la sélection de la RPE minimale pour le test 2 de 3 minutes pour un élève du groupe RPE.

COUREUR n°1 TEST 1 de 3min.								
DISTANCE	100	200	300	400	500	600	700	Moyenne
RPE	2	4	6	6	8	10	10	6,57
RPE minimale pour le test 2 = 6								

Détermination des paramètres émotionnels.

La perception d'effort (RPE) est mesurée grâce à l'échelle P-CERT (Yelling et al., 2002) (Figure 22). La question posée est : « quel niveau d'effort percevez-vous ? ».

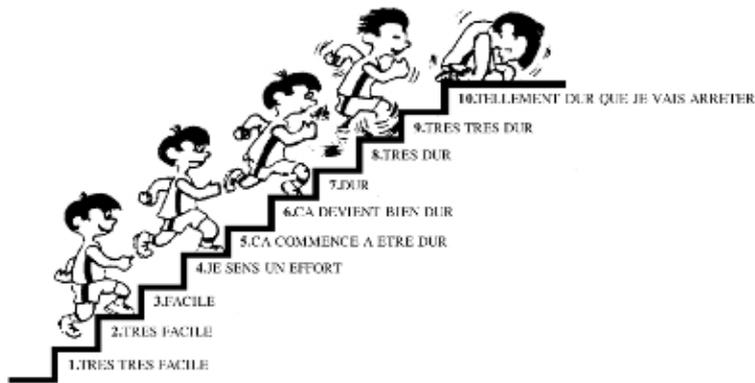


Figure 22 : Echelle P-CERT de Yelling et al. (2002) traduit en français par Coquart et al. (2009).

Le plaisir (P), le désir de continuer (EDC), le désir d’arrêter (EDA) ont été déterminées à l’aide d’échelles de « Likert » adaptées de l’échelle CR10 de Borg (Figure 23). Le sentiment de compétence (SC) a été apprécié à partir du niveau de ressources disponibles pour la tâche. La charge affective (CA), définie comme la différence entre RPE et P, à été calculée.

2) Eprouves-tu du plaisir à courir?

Aucun	Faible			Fort		Très fort		Maximal		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) As-tu envie de continuer de courir ?

Aucune	Faible			Forte		Très forte		Maximale		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4) As-tu envie de t’arrêter de courir?

Aucune	Faible			Forte		Très forte		Maximale		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5) Selon toi, as-tu les ressources pour faire face à cette situation?

Pas du tout	Un peu		Moyennement			Plutôt		Beaucoup		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figure 23 : Echelle de Likert pour les autres paramètres émotionnels.

- **Analyses statistiques.**

Les calculs statistiques ont été effectués grâce au logiciel statistique XLSTAT.

Des statistiques descriptives (moyenne et Ecart Type) pour la performance, la vitesse, l'effort, le plaisir, l'envie de continuer, l'envie d'arrêter et le sentiment de compétence ont été calculés pour les 25, 50, 75, 100% du temps des différentes courses de trois minutes et de six minutes.

Les résultats ont été traités par une analyse des corrélations entre les différents paramètres émotionnels et la vitesse des différents paliers ainsi que par des corrélations entre variables émotionnelles entre-elles. Le coefficient de Pearson a été calculé pour tester la corrélation linéaire entre les variables mesurées et les pourcentages du temps de course effectués. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

L'effet des périodes (25%, 50%, 75% et 100%) a été analysé en utilisant une analyse de la variance à mesure répétée. Un test post-hoc de Newman-Keuls a été utilisé pour déterminer les différences significatives entre les temps de course. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

RESULTATS

1) Résultats des courses de 3 minutes (Test 1 et test 2) pour les groupes TEM et RPE.

1-1) Performance globale des tests 1 et 2 pour les groupes RPE et TEM.

La performance globale, en terme de distance moyenne, de vitesse moyenne et de vitesse relative en pourcentage de la VMA des deux groupes pour le test 1 et le test 2 de 3 minutes, est présentée dans le tableau 21.

Tableau 21 : Distance moyenne, vitesse absolue (km/h) et vitesse relative en pourcentage de la VMA pour le groupe TEM et le groupe RPE lors du test 1 et test 2. Rappelons que la performance maximale a été demandée aux deux groupes durant les deux courses. Pour le test 1 les deux groupes contrôlaient librement leur vitesse, tandis que pour le test 2 le groupe RPE devait réaliser la course à une perception d'effort au moins égale au niveau moyen de la perception d'effort effectuée pour le test 1.

TEST 3min	Distance (mètres)	Vitesse (km/h)	Vitesse (%age VAM)
Test 1 Groupe TEM	737,00 ± 122,28	14,74 ± 2,45	118,80 ± 13,28
Test 2 Groupe TEM	745,53 ± 144,61 ns	14,91 ± 0,80 ns	120,36 ± 18,86 ns
Test 1 Groupe RPE	710 ± 131,58 §	14,2 ± 2,63	114,51 ± 14,04
Test 2 Groupe RPE	810,83 ± 130,62* (+14,2%)	16,21 ± 2,61 * (+14,2%)	131,16 ± 14,61 * (+14,6%)

* : Différence significative par rapport au test 1 (p<0,05).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 (p>0,05).

§ : Différence non significative entre le test 1 groupe TEM et le test 1 groupe RPE (p<0,05).

Les valeurs moyennes de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE relatives aux deux tests de 3 minutes pour les deux groupes sont présentées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Niveau moyen de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE pour le groupe TEM et le groupe RPE durant le test 1 et le test 2 de 3 minutes.

3min	Test 1 groupe TEM	Test 2 groupe TEM	Test 1 groupe RPE	Test 2 groupe RPE	Différentiel (T2-T1)	
					TEM	RPE
RPE	3,56 ± 1,92	2,87 ± 1,70*	4,94 ± 1,73	6,37 ± 1,93 *	-0,69 ± 2,25	1,42 ± 1,78 **
P	6,96 ± 2,97	7,79 ± 2,66*	4,83 ± 2,85	5,09 ± 2,95 ns	0,83 ± 2,64	
CA	-3,39 ± 4,27	-4,92 ± 3,70*	0,11 ± 3,93	1,27 ± 3,82 *	-1,53 ± 4,00	1,16 ± 3,78 **
EDC	7,44 ± 2,57	8,43 ± 1,74*	5,04 ± 2,70	5,40 ± 2,92 ns	0,99 ± 2,45	
EDA	2,19 ± 1,99	1,49 ± 1,58*	4,02 ± 2,53	4,21 ± 2,59 ns	-0,70 ± 2,02	
SC	7,38 ± 2,39	8,50 ± 1,73*	5,41 ± 2,43	5,80 ± 2,29 ns	1,11 ± 2,19	
EDC/RPE	3,92 ± 2,68	4,88 ± 2,82 ns	1,88 ± 1,39	1,00 ± 0,61 *		-0,87 ± 1,23

* : Différence significative par rapport au test 1 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 ($p > 0,05$).

** : Différence significative entre le différentiel des deux groupes ($p < 0,05$).

1-2) Relation entre l'évolution de la vitesse et l'évolution des paramètres émotionnels.

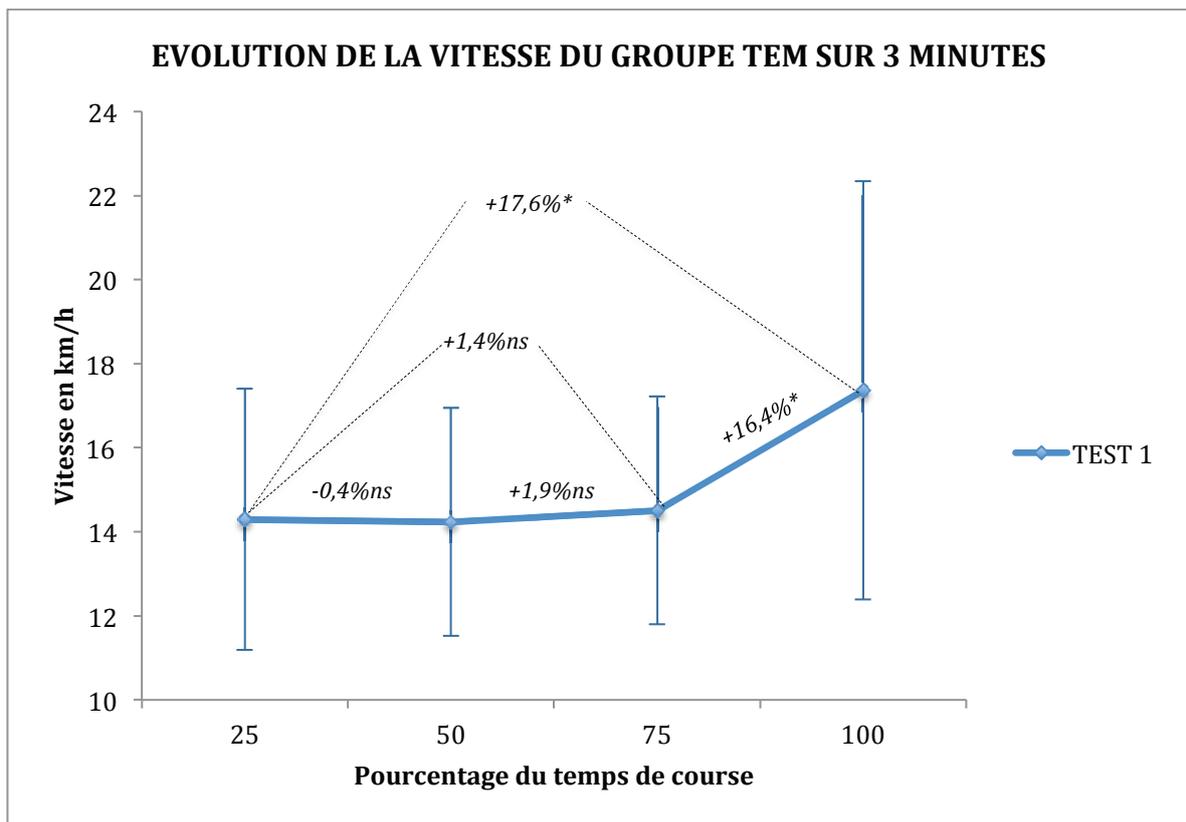
1-2-1) Evolution de l'allure pour les groupes TEM et RPE sur les deux tests.

Groupe TEM.

La vitesse autorégulée du groupe TEM pour le test 1 a significativement augmenté entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$).

Cependant les tests post-hoc montrent des différences non significatives entre les différents temps de course (25, 50 et 75%) ($p > 0,05$) ce qui montre que la vitesse est constante sur ces temps de course. (Figure 27).

Concernant le test 2, l'évolution de la vitesse n'est pas significativement différentes avec l'évolution de la vitesse du test 1 ($p < 0,05$).



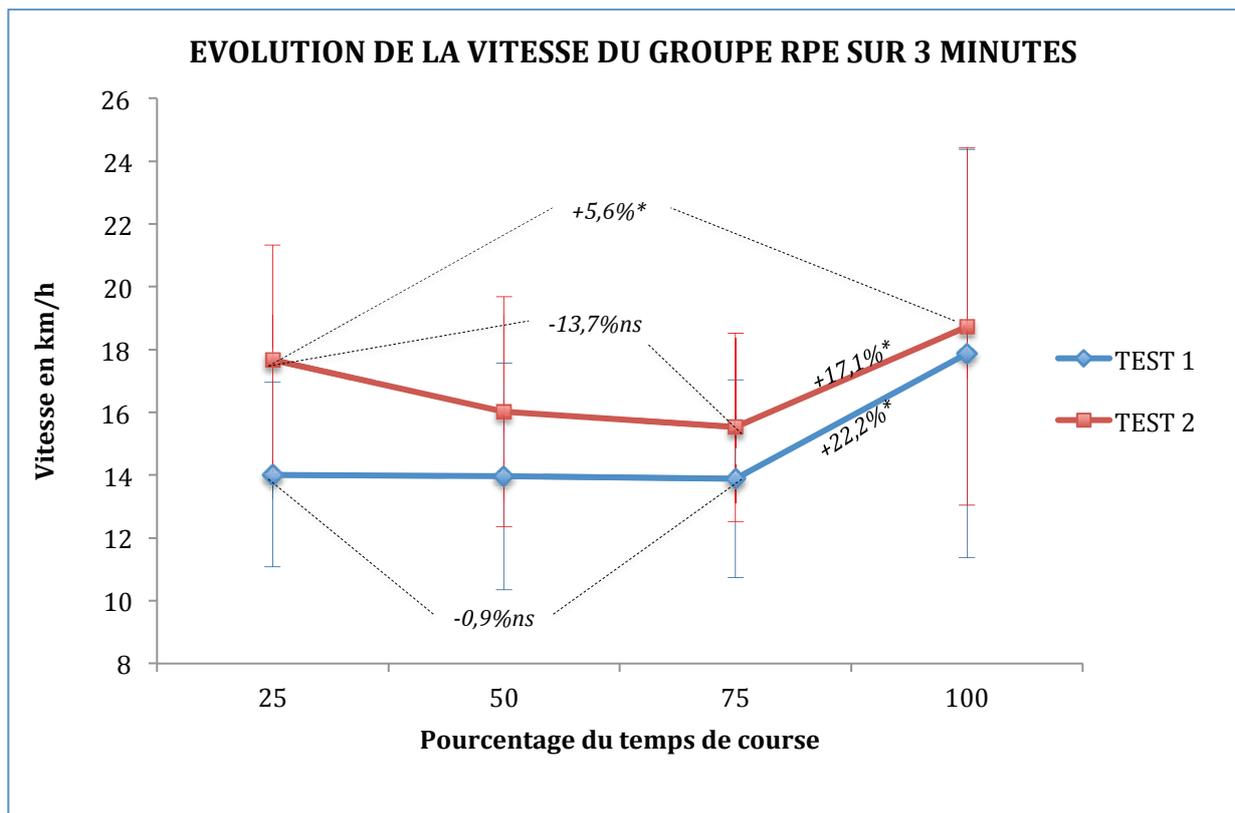
* : Différence significative entre les différents temps de courses ($p < 0,05$).
 ns : Différence non significative entre les différents temps de course ($p > 0,05$).

Figure 27: Evolution de la vitesse lors des tests 1 de 3 minutes pour le groupe TEM lorsque la vitesse était autorégulée.

Groupe RPE.

Pour ce qui est du groupe RPE, la vitesse du test 1, qui est autorégulée, a significativement augmenté entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$). Cependant entre le début et les 75% du temps de course, il n'y a pas de variation significative de la vitesse. Les tests post-hoc montrent ainsi des différences non significatives entre les 25, 50 et 75% ($p > 0,05$) du temps de course. (Figure 28).

Concernant le test 2, l'évolution de la vitesse est significativement différente par rapport au test 1. La vitesse, qui est autorégulée mais aussi guidée sur ce test, a donc significativement augmenté entre le début et la fin de la course. Les tests post-hoc montrent également des différences non significatives entre les 25, 50 et 75% du temps de course. La vitesse reste donc constante entre ces différents temps de course. (Figure 28).



* : Différence significative entre les différents temps de courses ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative entre les différents temps de course ($p > 0,05$).

Figure 28 : Evolution de la vitesse lors des tests 1 et 2 de 3 minutes pour le groupe RPE.

1-2-2) Corrélation entre l'évolution de la vitesse et les paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation, entre le temps de course et l'évolution des différents paramètres émotionnels, sont représentées dans le tableau 23 pour le groupe RPE et le tableau 24 pour le groupe TEM.

Tableau 23 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la vitesse et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 3 minutes (Test 1) et la seconde course de 3 minutes (Test 2) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Intensité Test 1	0,20*	0,03 ns	0,08 ns	-0,007 ns	0,09 ns	-0,005 ns	0,11 ns
Intensité Test 2	0,05 ns	0,23*	-0,15*	0,22*	0,38*	-0,07 ns	-0,19 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

ns : Pas de corrélation significative ($p > 0,05$).

Tableau 24 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la vitesse et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC), et du rapport EDC/RPE durant la première course de 3 minutes (Test 1) et la seconde course de 3 minutes (Test 2) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Intensité Test 1	0,18*	0,032 ns	0,07 ns	-0,10 ns	0,13*	-0,09 ns	0,18 *
Intensité Test 2	0,19*	0,12 ns	0,006 ns	0,12 ns	0,04 ns	-0,07 ns	-0,17 *

* : Corrélacion significative ($p < 0,05$) ;

ns : Corrélacion non significative ($p > 0,05$).

1-3) Relation entre l'évolution du temps de course et l'évolution des paramètres émotionnels.

1-3-1) Evolution des paramètres émotionnels pour les groupes TEM et RPE pour les deux tests.

Pour le test 1 du groupe RPE, la perception d'effort (RPE), la charge affective (CA) ainsi que l'envie d'arrêter (EDA) ont significativement augmenté entre le début de la course (25%) et la fin de la course (100%) tandis que le plaisir (P), l'envie de continuer (EDC), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE ont significativement diminué durant la course. Concernant le test 2, l'évolution des paramètres émotionnels est la même que pour le test 1. (Tableau 25).

Tableau 25 : Evolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE entre le début (25%) de course et la fin (100%) de la course pour les tests 1 et 2 de 3 minutes pour le groupe RPE.

3min Groupe RPE	TEST 1		TEST 2		t de Student
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	2,60 ± 1,71	7,11 ± 2,18 *	5,18 ± 1,56	7,51 ± 2,25 *	a
P	6,08 ± 3,65	3,46 ± 2,73 *	6,63 ± 4,02	3,65 ± 3,13 *	ns
CA	-3,48 ± 4,49	3,65 ± 4,20 *	-1,45 ± 4,57	3,86 ± 4,37 *	a
EDC	6,76 ± 3,27	3,11 ± 2,61 *	6,98 ± 3,90	3,80 ± 3,29 *	ns
EDA	2,26 ± 2,70	6,02 ± 2,85 *	2,88 ± 3,85	5,83 ± 3,37 *	ns
SC	7,41 ± 2,78	3,15 ± 2,42 *	7,78 ± 2,15	3,76 ± 3,03 *	ns
EDC/RPE	4,09 ± 3,39	0,55 ± 0,54 *	1,49 ± 0,95	0,58 ± 0,53 *	a

* : Différence significative entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$).

a : Différence significative entre le début du test 1 et le début du test 2 ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la fin du test 1 et la fin du test 2 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative ($p > 0,05$).

L'évolution des paramètres émotionnels basée sur les différents temps de course est représentée sur les figures 29, 30 et 31 pour le test 1 et les figures 32, 33 et 34 pour le test 2 du groupe RPE.

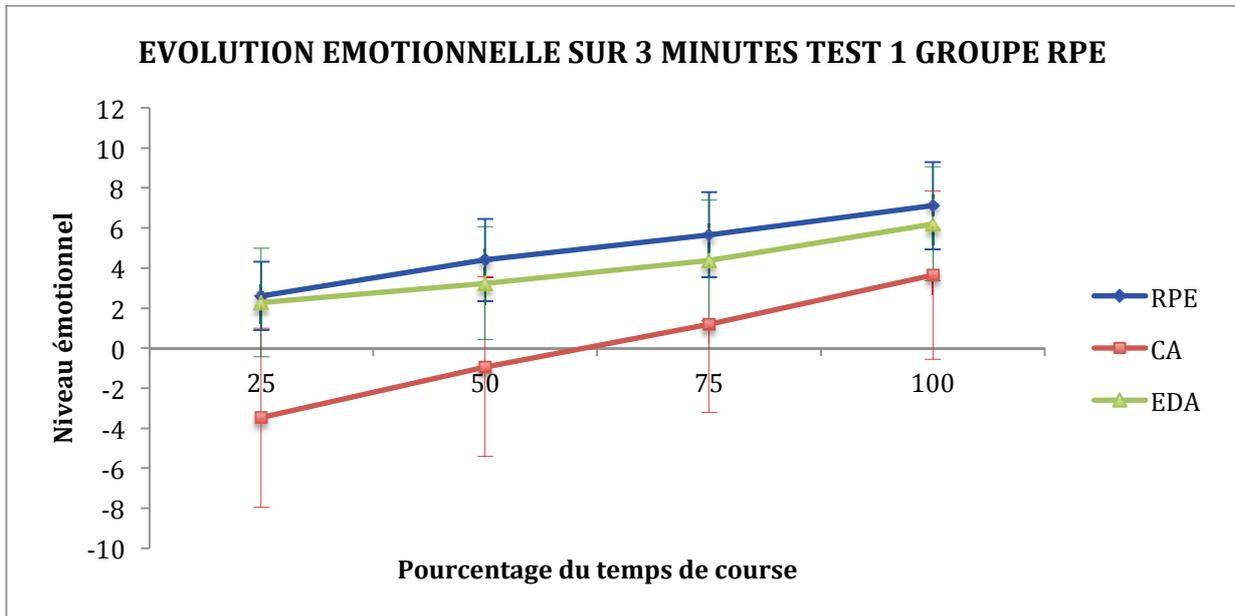


Figure 29 : Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 1 du groupe RPE.

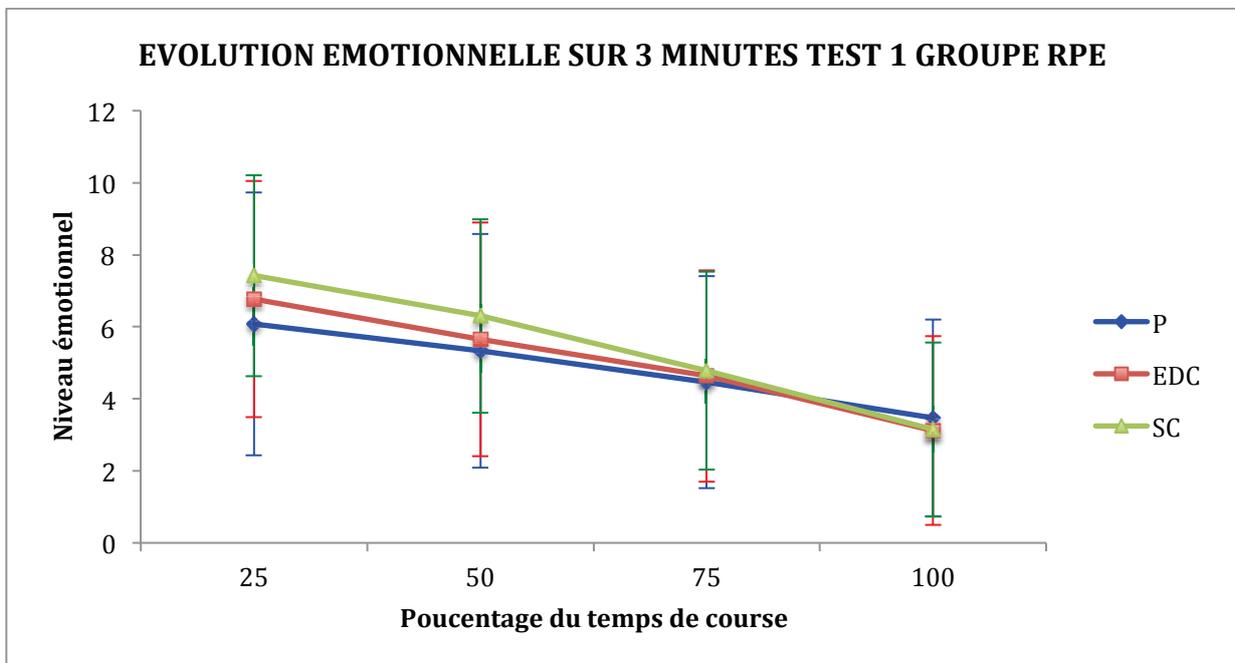


Figure 30 : Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 1 du groupe RPE.

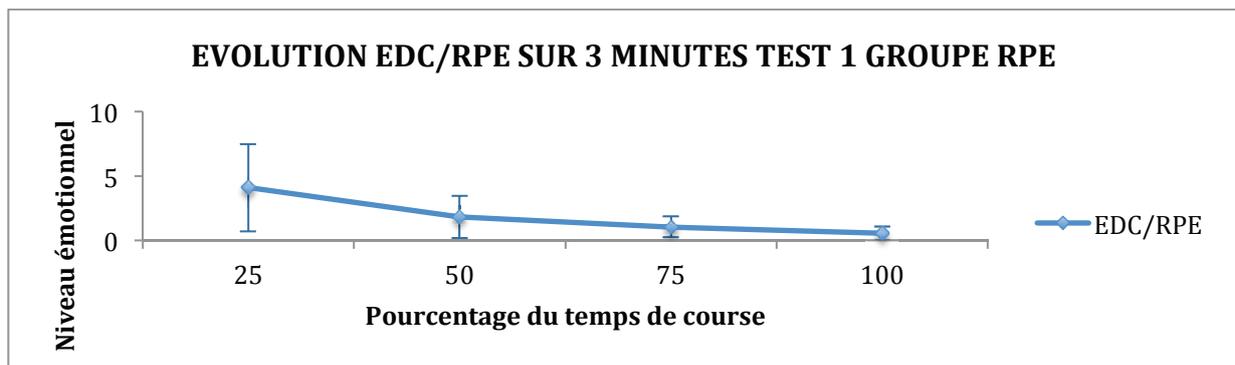


Figure 31: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 1 du groupe RPE.

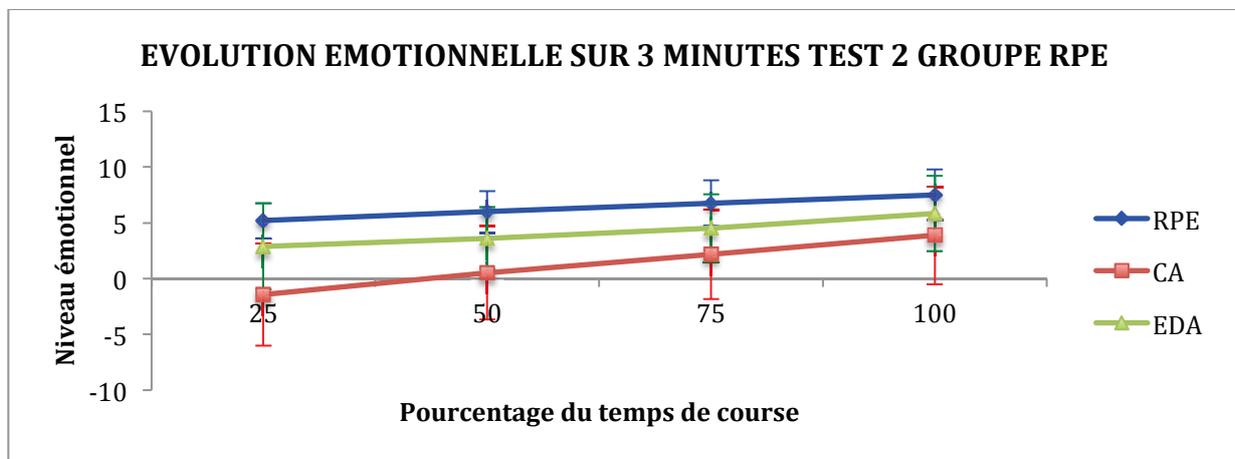


Figure 32: Evolution de la perception d'effort (RPE), la charge affective (CA) et l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 2 du groupe RPE.

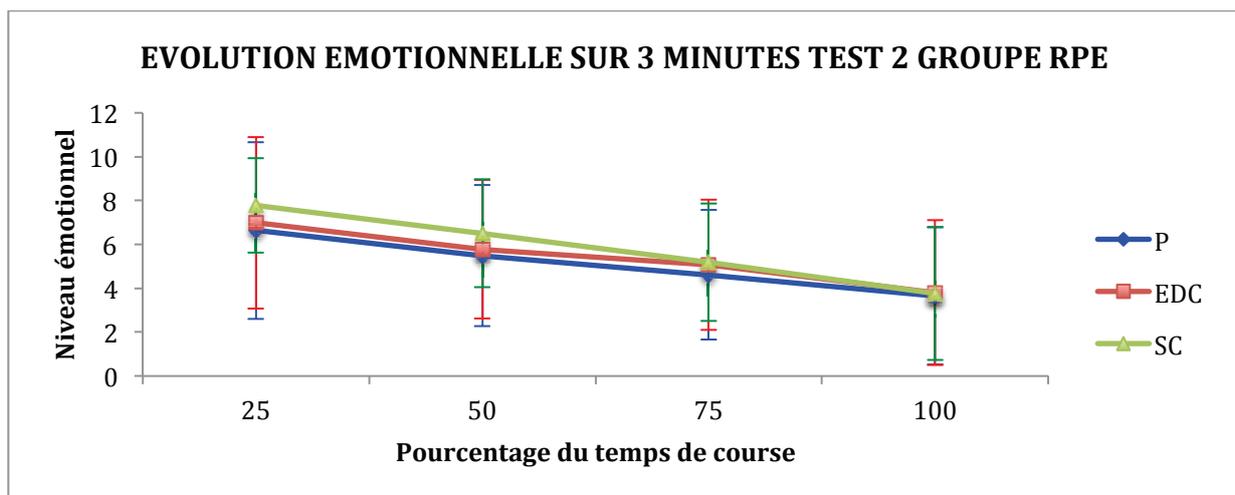


Figure 33: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 2 du groupe RPE.

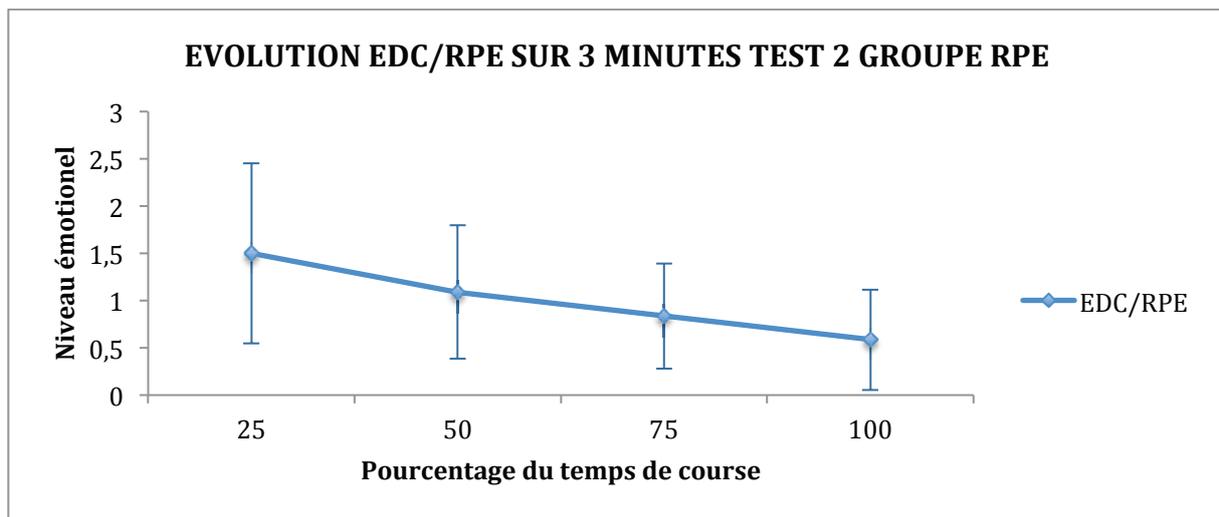


Figure 34: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 2 du groupe RPE.

Pour ce qui est du groupe TEM tout comme pour le groupe RPE lors du test 1 la perception d'effort (RPE), la charge affective (CA) ainsi que l'envie de continuer (EDA) augmentent significativement entre le début de la course (25%) et la fin de la course ($p < 0,05$) tandis que le plaisir (P), l'envie de continuer (EDC), le sentiment de compétence (SC) et le rapport EDC/RPE ont significativement diminué durant la course ($p < 0,05$). Concernant le test 2, l'évolution des paramètres émotionnels est la même que pour le test 1. (Tableau 26)

Tableau 26 : Evolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE entre les 25% du temps de course et la fin de la course pour les tests 1 et 2 de 3 minutes pour le groupe TEM.

3min Groupe TEM	TEST 1		TEST 2		t de Student
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	2,05 ± 1,61	5,19 ± 2,74 *	2,00 ± 1,64	3,91 ± 2,33 *	b
P	8,00 ± 2,82	5,89 ± 3,23 *	8,41 ± 2,62	7,07 ± 3,00 *	b
CA	-5,96 ± 3,60	-0,69 ± 5,36 *	-6,41 ± 3,33	-3,16 ± 4,77 *	b
EDC	8,58 ± 2,27	5,98 ± 3,25 *	9,16 ± 1,42	7,55 ± 2,66 *	a, b
EDA	1,01 ± 1,61	3,44 ± 2,98 *	0,58 ± 1,14	2,58 ± 2,87 *	a
SC	8,67 ± 1,99	5,85 ± 3,15 *	9,21 ± 1,42	7,64 ± 2,63 *	a, b
EDC/RPE	6,19 ± 3,76	2,19 ± 2,49 *	6,28 ± 3,43	3,15 ± 2,61 *	a, b

* : Différence significative entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$).

a : Différence significative entre le début du test 1 et le début du test 2 ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la fin du test 1 et la fin du test 2 ($p < 0,05$).

L'évolution des paramètres émotionnels basée sur les différents temps de course est représentée sur les figures 35, 36 et 37 pour le test 1 et les figures 38, 39 et 40 pour le test 2 du groupe TEM.

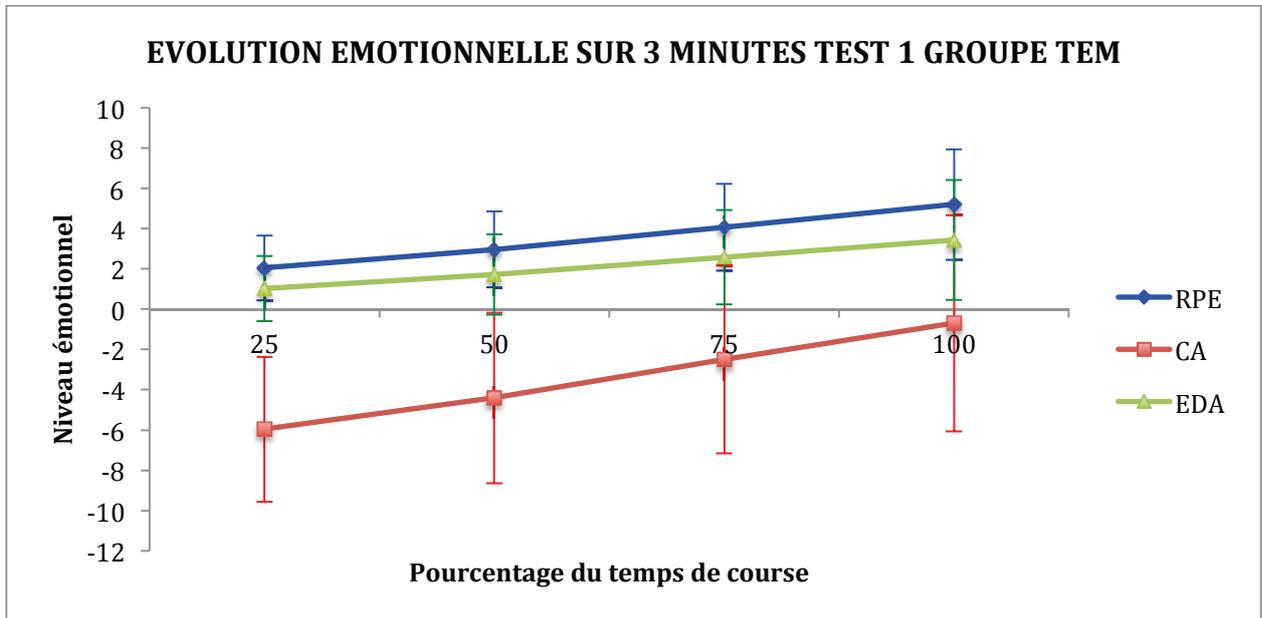


Figure 35: Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 1 du groupe TEM.

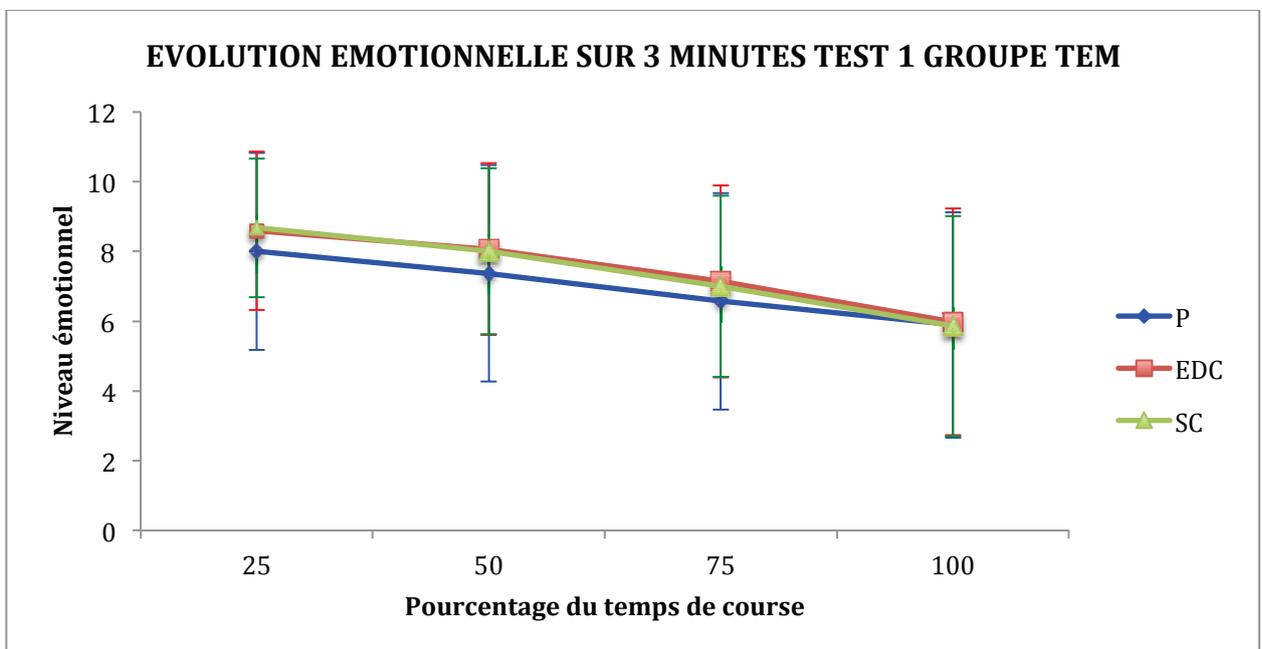


Figure 36: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 1 du groupe TEM.

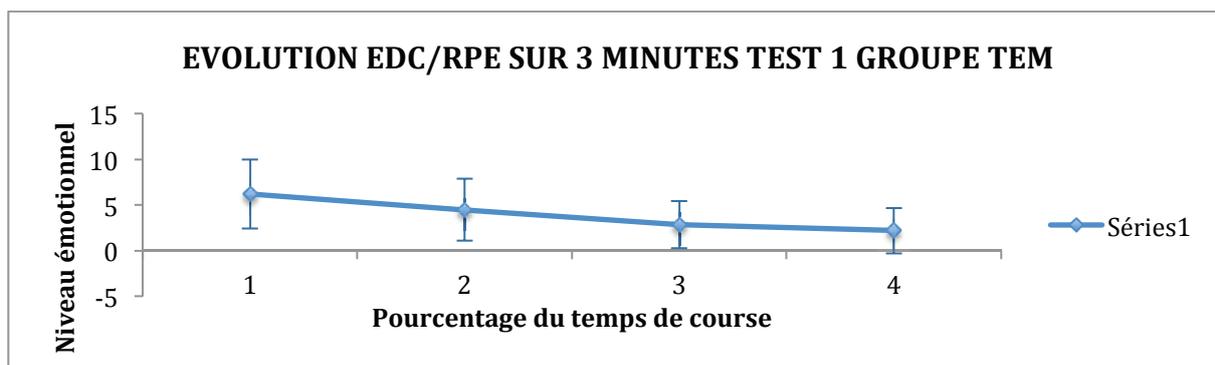


Figure 37: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 1 du groupe TEM.

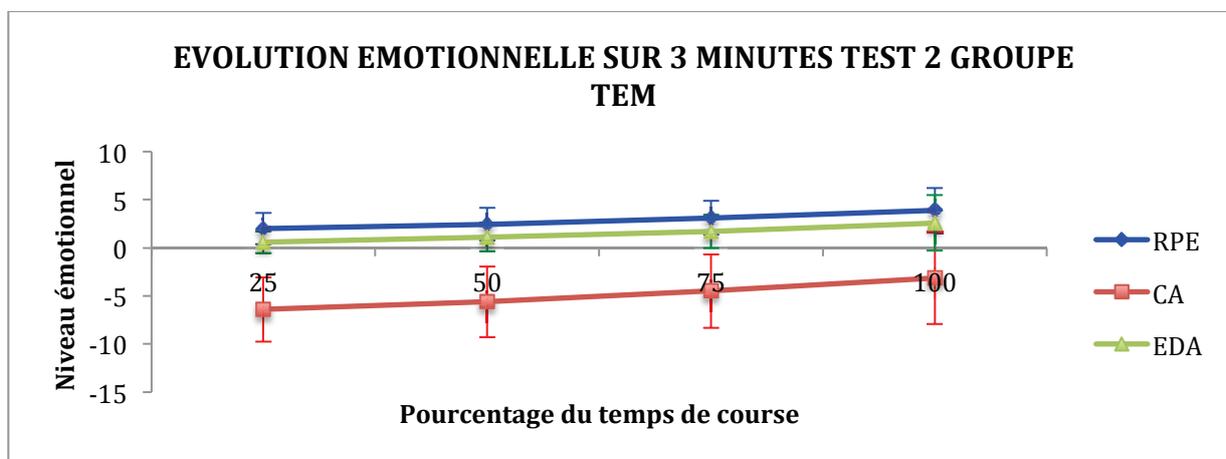


Figure 38: Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 2 du groupe TEM.

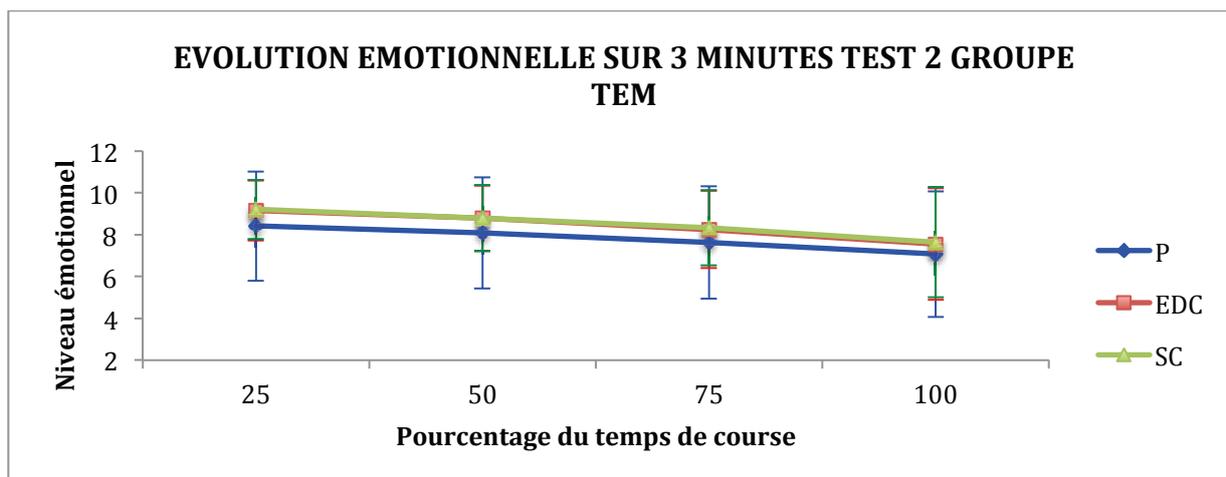


Figure 39: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 2 du groupe TEM.

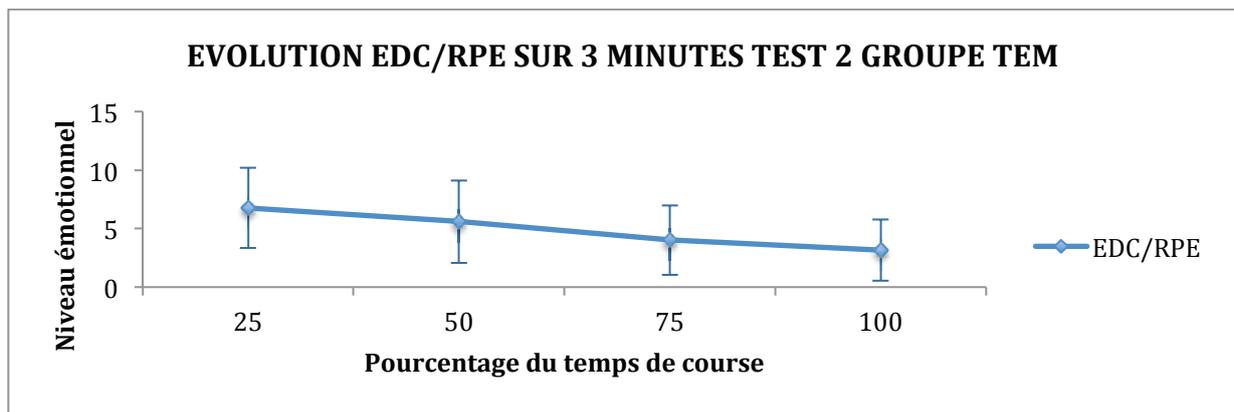


Figure 40: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course pour le test 2 du groupe TEM.

Les figures 29 à 40 montrent que quel que soit le test (test 1 et test 2) et quel que soit le groupe (TEM et RPE), les paramètres émotionnels évoluent de la même façon à savoir de façon linéaire.

1-3-2) Corrélation entre le temps de course et l'évolution des paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation, entre le temps de course et l'évolution des différents paramètres émotionnels, sont représentées dans le tableau 27 pour le groupe RPE et le tableau 28 pour le groupe TEM.

Tableau 27 : Matrice de corrélation entre le temps de course et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 3 minutes (Test 1) et la seconde course de 3 minutes (Test 2) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Durée de course Test 1	0,64*	-0,30*	0,52*	-0,41*	0,47*	-0,52*	-0,54*
Durée de course Test 2	0,41*	-0,31*	0,41*	-0,32*	0,31*	-0,50*	-0,43*

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

Tableau 28 : Matrice de corrélation entre le temps de course et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 3 minutes (Test 1) et la seconde course de 3 minutes (Test 2) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Durée de course Test 1	0,48*	-0,25*	0,40*	-0,34*	0,38*	-0,38*	-0,43 *
Durée de course Test 2	0,35*	-0,17*	0,29*	-0,29*	0,35*	-0,29*	-0,40*

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

1-3-3) Critères de la relation entre le temps et les paramètres émotionnels.

La pente de la relation entre le temps et l'évolution de chaque paramètre émotionnel a été calculée pour les groupes RPE et TEM sur chaque test (Tableaux 29 et 30).

Tableau 29 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps de course (3 minutes) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Pente Test 1	0,059 ± 0,031	-0,034 ± 0,042	0,094 ± 0,061	-0,047 ± 0,040	0,051 ± 0,037	-0,057 ± 0,032	-0,04 ± 0,04
Pente Test 2	0,031 ± 0,027*	-0,039 ± 0,047 ns	0,070 ± 0,060*	-0,041 ± 0,048 ns	0,038 ± 0,057 ns	-0,053 ± 0,036 ns	-0,01 ± 0,01*

* : Différence significative par rapport au test 1 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 ($p > 0,05$).

Tableau 30 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps de course (3 minutes) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Pente Test 1	0,042 ± 0,030	-0,028 ± 0,024	0,072 ± 0,047	-0,035 ± 0,027	0,032 ± 0,035	-0,037 ± 0,029	-0,054 ± 0,04
Pente Test 2	0,025 ± 0,026*	-0,017 ± 0,021*	0,043 ± 0,042*	-0,021 ± 0,026*	0,026 ± 0,034 ns	-0,020 ± 0,025*	-0,04 ± 0,04 ns

* : Différence significative par rapport au test 1 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 ($p > 0,05$).

Les ordonnées à l'origine de la relation entre le temps et l'évolution de chaque paramètre émotionnel ont été calculées pour les groupes RPE et TEM sur chaque test (Tableaux 31 et 32).

Tableau 31 : Ordonnée à l'origine de l'évolution des différents paramètres émotionnels sur le temps de course de 3 minutes pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Ordonnée	1,24 ±	7,01 ±	-5,77 ±	8,03 ±	0,78 ±	8,95 ±	4,73 ±
Test 1	2,30	4,58	5,77	4,18	3,42	3,41	3,93
Ordonnée	4,42 ±	7,55 ±	-3,12 ±	7,97 ±	1,78 ±	9,15 ±	1,75 ±
Test 2	1,98*	4,73 ns	5,58*	4,55 ns	4,19 ns	2,73 ns	1,14 *

* : Différence significative par rapport au test 1 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 ($p > 0,05$).

Tableau 32 : Ordonnée à l'origine de l'évolution des différents paramètres émotionnels sur le temps de course de 3 minutes pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Ordonnée	0,91 ±	8,74 ±	-7,90 ±	9,63 ±	0,16 ±	9,75 ±	7,33 ±
Test 1	1,94	3,06	3,89	2,38	2,11	2,13	4,47
Ordonnée	1,27 ±	8,91 ±	-7,64 ±	9,77 ±	-0,14 ±	9,79 ±	7,99 ±
Test 2	1,95 ns	2,74 ns	3,61 ns	1,54 ns	1,62 ns	1,54 ns	4,28 ns

* : Différence significative par rapport au test 1 ($p < 0,05$). ns : Différence non significative par rapport au test 1 ($p > 0,05$).

1-4) Relation entre l'évolution des paramètres émotionnels entre eux.

Les matrices de corrélation entre l'évolution de la perception de l'effort et l'évolution des autres paramètres émotionnels sont présentées dans le tableau 33 pour le groupe RPE et le tableau 34 pour le groupe témoin.

Tableau 33 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la perception de l'effort (RPE) et l'évolution du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA) et du sentiment de compétence (SC) durant la première course de 3 minutes (Test 1) et la seconde course de 3 minutes (Test 2) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
RPE Test 1	-0,48 *	0,82 *	-0,54 *	0,65 *	-0,56 *	-0,69 *
RPE Test 2	-0,34 *	0,71 *	-0,24 *	0,29 *	-0,31 *	-0,59 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

Tableau 34 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la perception de l'effort (RPE) et l'évolution du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA) et du sentiment de compétence (SC) durant la première course de 3 minutes (Test 1) et la seconde course de 3 minutes (Test 2) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
RPE Test 1	-0,53 *	0,83 *	-0,68 *	0,57 *	-0,70 *	-0,78 *
RPE Test 2	-0,45 *	0,79 *	-0,57 *	0,58 *	-0,53 *	-0,81 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

1-5) Niveau de motivation.

La mesure de l'envie de continuer l'exercice intermittent sur la période de 3 minutes est représentée dans le tableau 35 avec le rapport EDC/RPE pour les tests 1 et 2 pour les deux groupes.

Tableau 35 : Rapport entre l'EDC et la RPE pour les 3 minutes pour les groupes TEM et RPE.

	3 MIN TEST 1	3 MIN TEST 2
EDC/RPE groupe RPE	1,88 ± 1,39	1,00 ± 0,61 *
EDC/RPE groupe TEM	3,92 ± 2,68	4,88 ± 2,82 ns

* : Différence significative entre les deux tests ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative entre les deux tests ($p > 0,05$).

2) Résultats des courses de 6 minutes (Test 1 et Test 2) pour les groupes TEM et RPE.

2-1) Performance globale pour les groupes RPE et TEM.

La performance globale, en terme de distance moyenne, de vitesse moyenne et de vitesse relative en pourcentage de la VMA des deux groupes pour le test 1 et le test 2 de 6 minutes, est présentée dans le tableau 36.

Tableau 36 : Distance moyenne, vitesse absolue (km/h) et vitesse relative en pourcentage de la VMA pour le groupe TEM et le groupe RPE lors du test 1 et test 2 de 6 minutes.

TEST 6min	Distance (mètres)	Vitesse (km/h)	Vitesse (%age VAM)
Test 1 Groupe TEM	1393,30 ± 234,39	13,93 ± 2,34	112,24 ± 13,29
Test 2 Groupe TEM	1400,89 ± 249,72 ns	14,01 ± 2,49 ns	113,30 ± 18,41 ns
Test 1 Groupe RPE	1341,25 ± 218,71 §	13,41 ± 2,18 §	108,71 ± 13,88 §
Test 2 Groupe RPE	1510,00 ± 306,07* (+12,5%)	15,10 ± 3,06* (+12,5%)	125,19 ± 32,47 * (+15,15%)

* : Différence significative par rapport au test 1 (p<0,05).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 (p>0,05).

§ : Différence non significative entre le test 1 groupe TEM et le test 1 groupe RPE (p<0,05).

Les valeurs moyennes des paramètres émotionnels relatives aux deux tests pour les deux groupes sont présentées dans le tableau 37.

Tableau 37 : Valeurs moyennes de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) ainsi que du rapport EDC/RPE pour le groupe TEM et le groupe RPE durant le test 1 et le test 2 de 6 minutes.

6min	Test 1 groupe TEM	Test 2 groupe TEM	Test 1 groupe RPE	Test 2 groupe RPE	Différentiel (T2-T1)	
					TEM	RPE
RPE	4,77 ± 1,67	3,52 ± 1,43*	5,43 ± 1,69	7,08 ± 1,47*	-1,25 ± 1,81	1,65 ± 2,22 **
P	5,76 ± 2,53	7,13 ± 2,51*	4,10 ± 2,48	4,63 ± 2,82ns	1,36 ± 2,43	
CA	-0,99 ± 3,79	-3,61 ± 3,79*	1,33 ± 3,17	2,45 ± 3,45*	-2,62 ± 3,90	1,11 ± 3,71 **
EDC	5,99 ± 2,26	7,41 ± 2,09*	4,51 ± 2,55	4,67 ± 2,72ns	1,42 ± 2,39	
EDA	3,36 ± 2,35	2,33 ± 1,88*	4,83 ± 2,50	4,93 ± 2,54ns	-1,03 ± 2,62	
SC	6,27 ± 2,14	7,49 ± 1,85*	5,28 ± 2,10	5,00 ± 2,19ns	-1,21 ± 2,00	
EDC/RPE	2,14 ± 1,51	3,41 ± 1,89*	1,12 ± 0,70	0,76 ± 0,47*	1,27 ± 2,30	-0,35 ± 0,75 **

* : Différence significative par rapport au test 1 (p<0,05).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 (p>0,05).

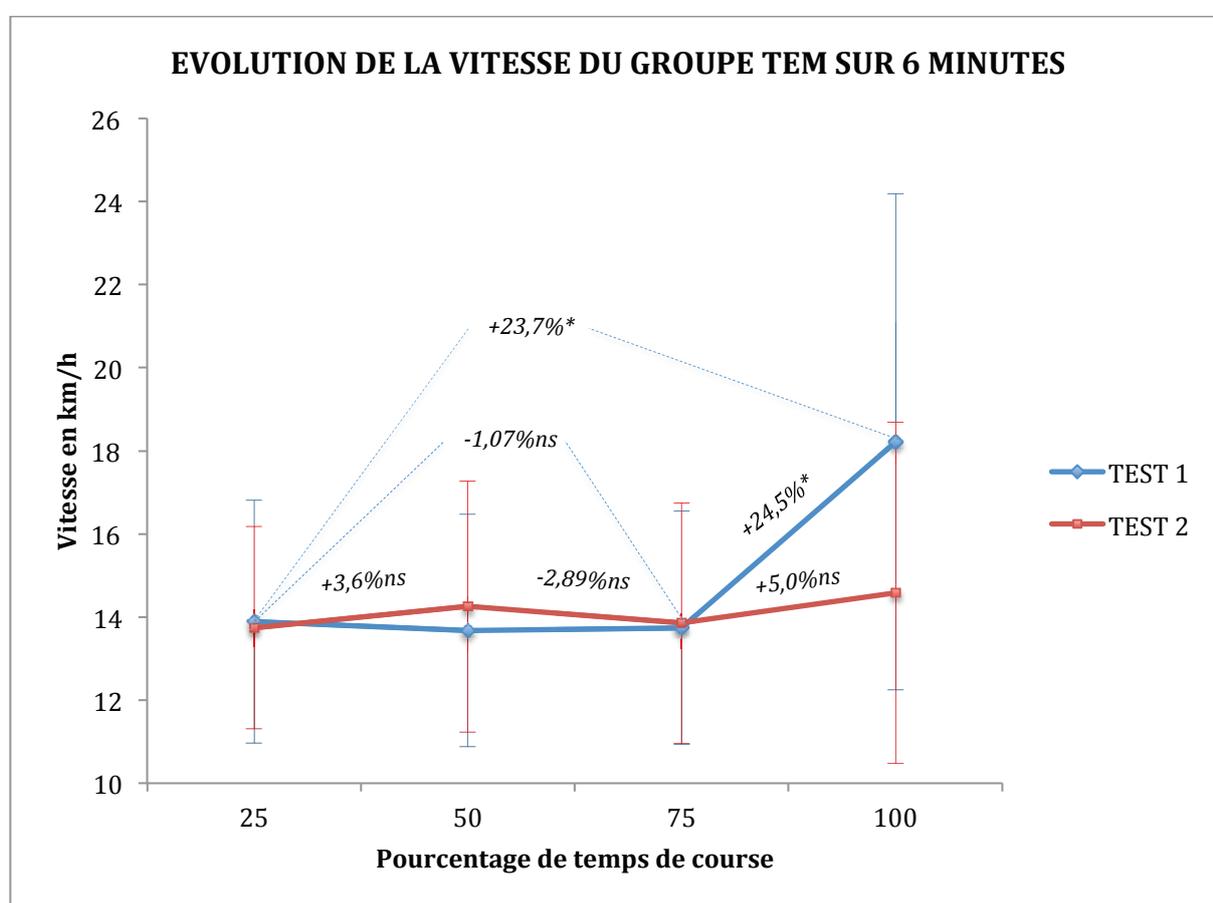
** : Différence significative entre le différentiel des deux groupes (p<0,05).

2-2) Relation entre l'évolution de la vitesse et l'évolution des paramètres émotionnels.

2-2-1) Evolution de la régulation de l'allure pour les groupes TEM et RPE sur les deux tests de 6min.

Groupe TEM.

La vitesse autorégulée du groupe TEM pour le test 1 de 6 minutes a significativement augmenté entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$). Cependant les tests post-hoc montrent des différences non significatives entre les différents temps de course (25, 50 et 75%) ($p > 0,05$). Cela montre que la vitesse est constante sur ces temps de course. Pour le test 2, la vitesse est significativement non différente ($p > 0,05$) sur l'ensemble du temps de course (Figure 41).



* : Différence significative entre les différents temps de courses ($p < 0,05$).

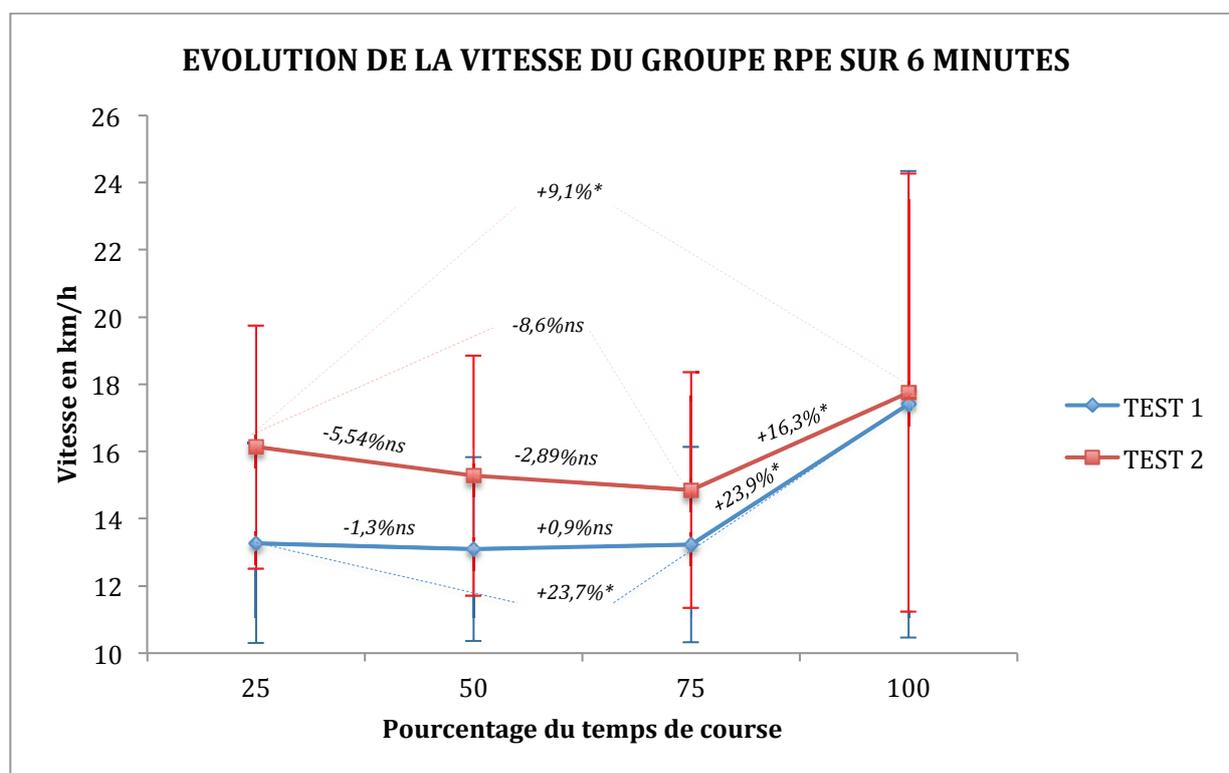
ns : Différence non significative entre les différents temps de course ($p > 0,05$).

Figure 41: Evolution de la vitesse lors des tests 1 et 2 de 6 minutes pour le groupe TEM lorsque la vitesse était autorégulée.

Groupe RPE.

Pour ce qui est du groupe RPE, la vitesse du test 1, qui est autorégulée, a significativement augmenté entre le début et la fin de la course (+23,7% ($p < 0,05$)). Cependant entre le début et les 75% du temps de course, il n'y a pas de variation significative de la vitesse. Les tests post-hoc montrent ainsi des différences non significatives entre les 25, 50 et 75% ($p > 0,05$) du temps de course. (Figure 42).

Concernant le test 2, l'évolution de la vitesse est significativement différente avec le test 1 ($p < 0,05$). La vitesse, qui est autorégulée mais aussi guidée sur ce test, a donc significativement augmenté entre le début et la fin de la course. Les tests post-hoc montrent également des différences non significatives entre les 25, 50 et 75% du temps de course. La vitesse reste donc constante entre ces différents temps de course. (Figure 42).



* : Différence significative entre les différents temps de courses ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative entre les différents temps de course ($p > 0,05$).

Figure 42: Evolution de la vitesse lors du test 1 de 6 minutes et du test 2 de 6 minutes pour le groupe RPE.

2-2-2) Corrélation entre l'évolution de la vitesse et les paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation, entre le temps de course (6minutes) et l'évolution des différents paramètres émotionnels, sont représentées dans le tableau 38 pour le groupe RPE et le tableau 39 pour le groupe TEM.

Tableau 38 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la vitesse et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 6 minutes (Test 1) et la seconde course de 6 minutes (Test 2) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Intensité Test 1	0,23*	-0,02 ns	0,14*	-0,03 ns	0,13*	-0,13*	-0,11 ns
Intensité Test 2	0,20*	-0,06 ns	0,13*	-0,04 ns	0,14*	-0,03 ns	-0,05 ns

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

ns : Corrélation non significative ($p > 0,05$).

Tableau 39 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la vitesse et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 6 minutes (Test 1) et la seconde course de 6 minutes (Test 2) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Intensité Test 1	0,22*	-0,02 ns	0,13*	-0,08 ns	0,05 ns	-0,13*	-0,17 *
Intensité Test 2	0,10 ns	-0,003ns	0,05 ns	-0,02 ns	-0,01ns	-0,05ns	-0,08ns

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

ns : Pas de corrélation significative ($p > 0,05$).

2-3) Relation entre l'évolution du temps de course et l'évolution des paramètres émotionnels.

2-3-1) Evolution des paramètres émotionnels pour les groupes TEM et RPE pour les deux tests de 6min.

Pour le test 1 de 6 minutes du groupe RPE, la perception d'effort (RPE), la charge affective (CA) ainsi que l'envie d'arrêter (EDA) ont significativement augmenté entre le début (25%) et la fin de la course (100%), tandis que le plaisir (P), l'envie de continuer (EDC), le sentiment de compétence (SC) et le rapport EDC/RPE ont significativement diminué durant la course.

Concernant le test 2 qui a été guidé au niveau de la perception d'effort, l'évolution des paramètres émotionnels est la même que pour le test 1. (Tableau 40).

Tableau 40 : Evolution de RPE, P, CA, EDC, EDA et SC entre les 25% du temps de course et la fin de la course pour les tests 1 et 2 de 6 minutes pour le groupe RPE.

6min Groupe RPE	TEST 1		TEST 2		t de Student
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	3,03 ± 1,61	7,35 ± 2,15 *	5,81 ± 1,46	8,2 ± 2,04 *	a, b
P	5,75 ± 2,92	2,28 ± 2,70 *	6,18 ± 3,13	3,28 ± 3,22 *	b
CA	-2,71 ± 3,48	5,06 ± 3,55 *	-0,36 ± 3,83	4,91 ± 4,16 *	a
EDC	6,23 ± 3,02	2,83 ± 3,01 *	6,65 ± 2,86	3,03 ± 3,22 *	ns
EDA	2,95 ± 2,37	6,85 ± 3,14 *	3,11 ± 2,80	6,71 ± 3,28 *	ns
SC	7,46 ± 1,93	2,80 ± 2,72 *	7,65 ± 2,04	2,55 ± 2,73 *	ns
EDC/RPE	2,09 ± 1,69	0,43 ± 0,48*	1,26 ± 0,75	0,41 ± 0,44*	a

* : Différence significative entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$).

a : Différence significative entre le début du test 1 et le début du test 2 ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la fin du test 1 et la fin du test 2 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative ($p > 0,05$).

L'évolution des paramètres émotionnels basée sur les différents temps de course suit comme pour la course de 3 minutes une évolution linéaire. Celle-ci est représentée dans les figures 43, 44 et 45 pour le test 1 de 6 minutes et les figures 46, 47 et 48 pour le test 2 de 6 minutes pour le groupe RPE.

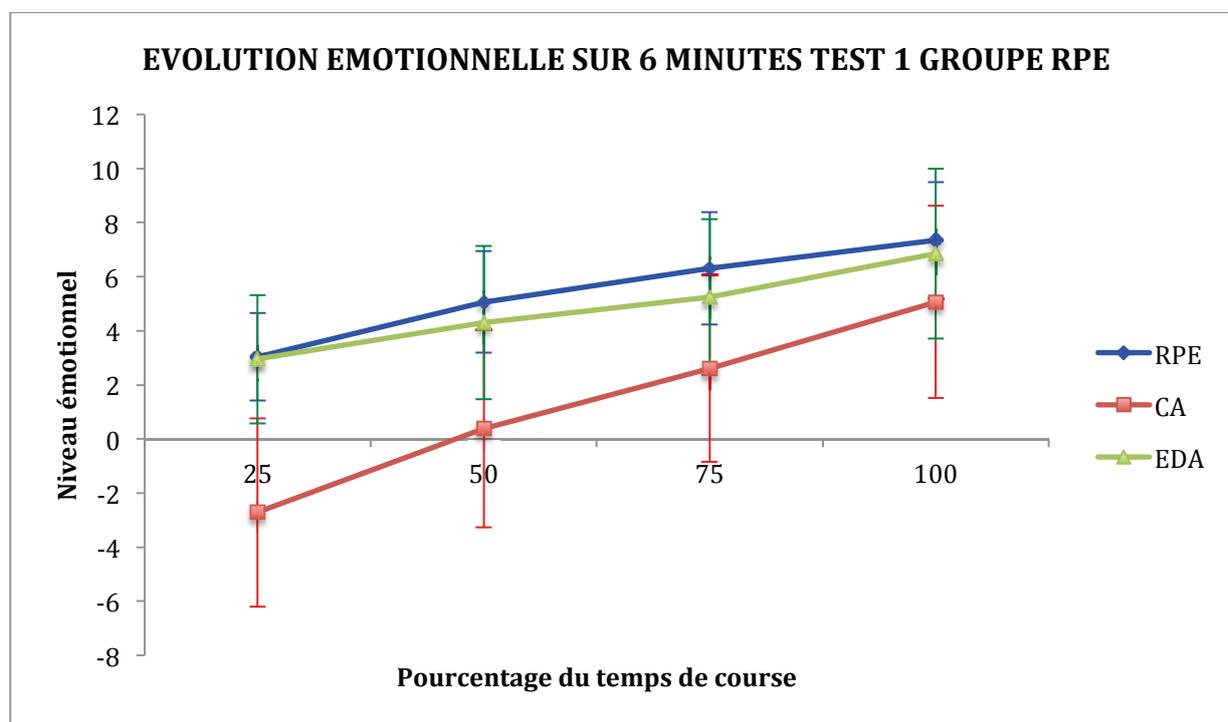


Figure 43: Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 1 du groupe RPE.

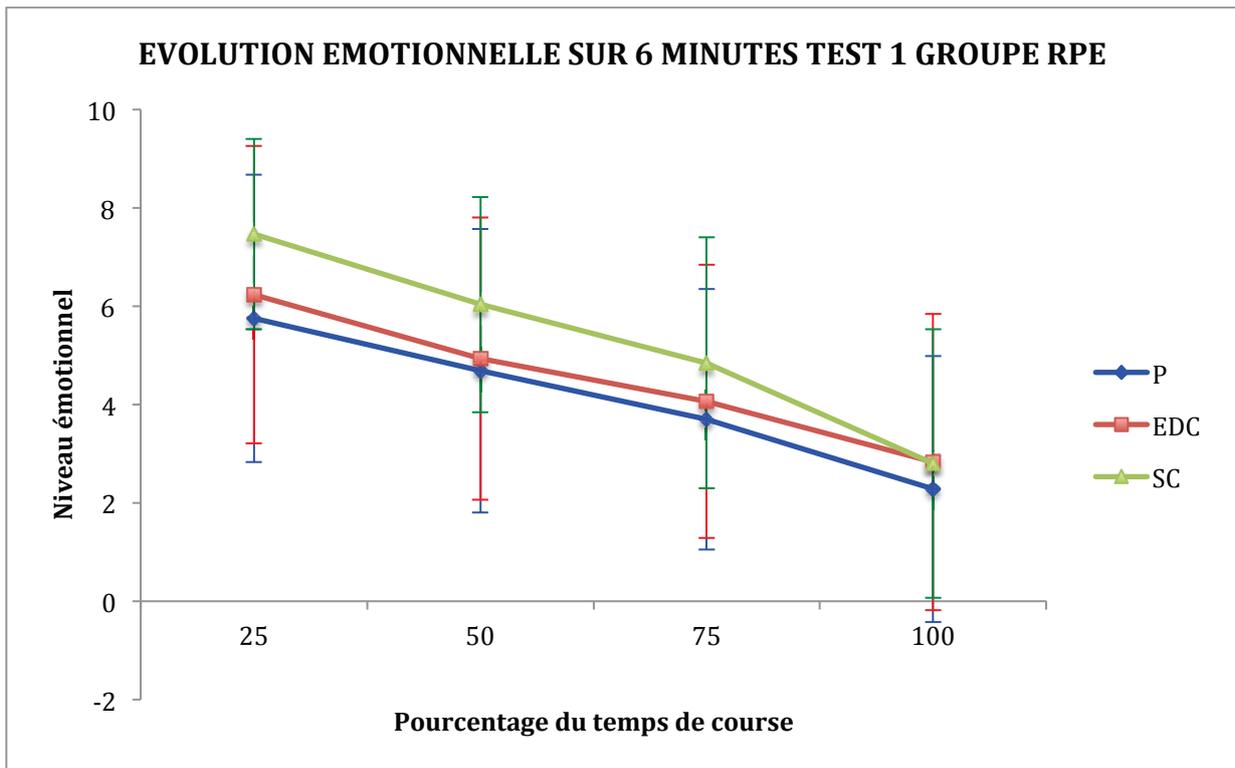


Figure 44: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 1 du groupe RPE.

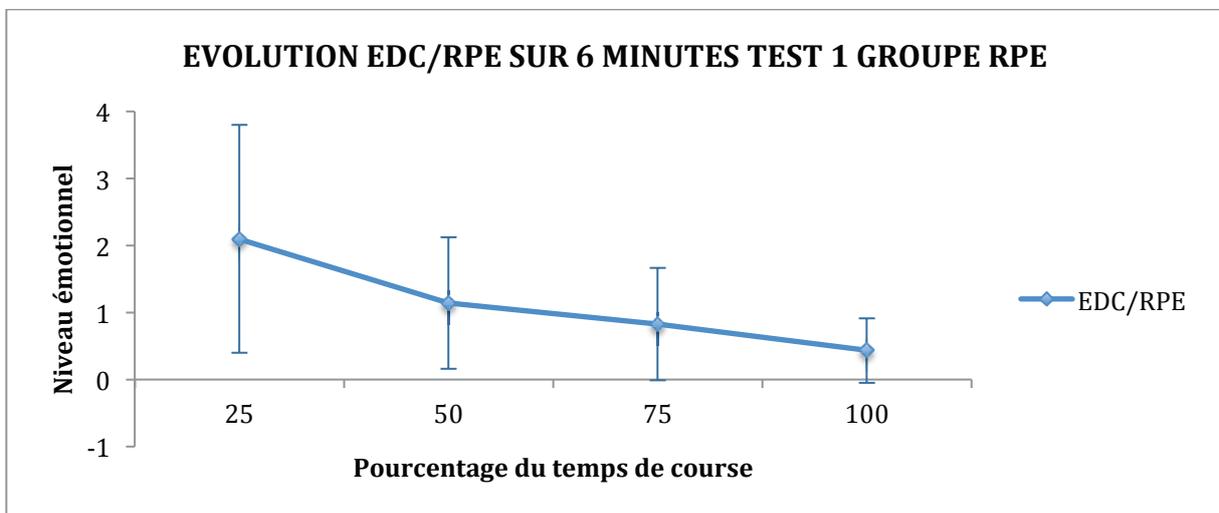


Figure 45: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 1 du groupe RPE.

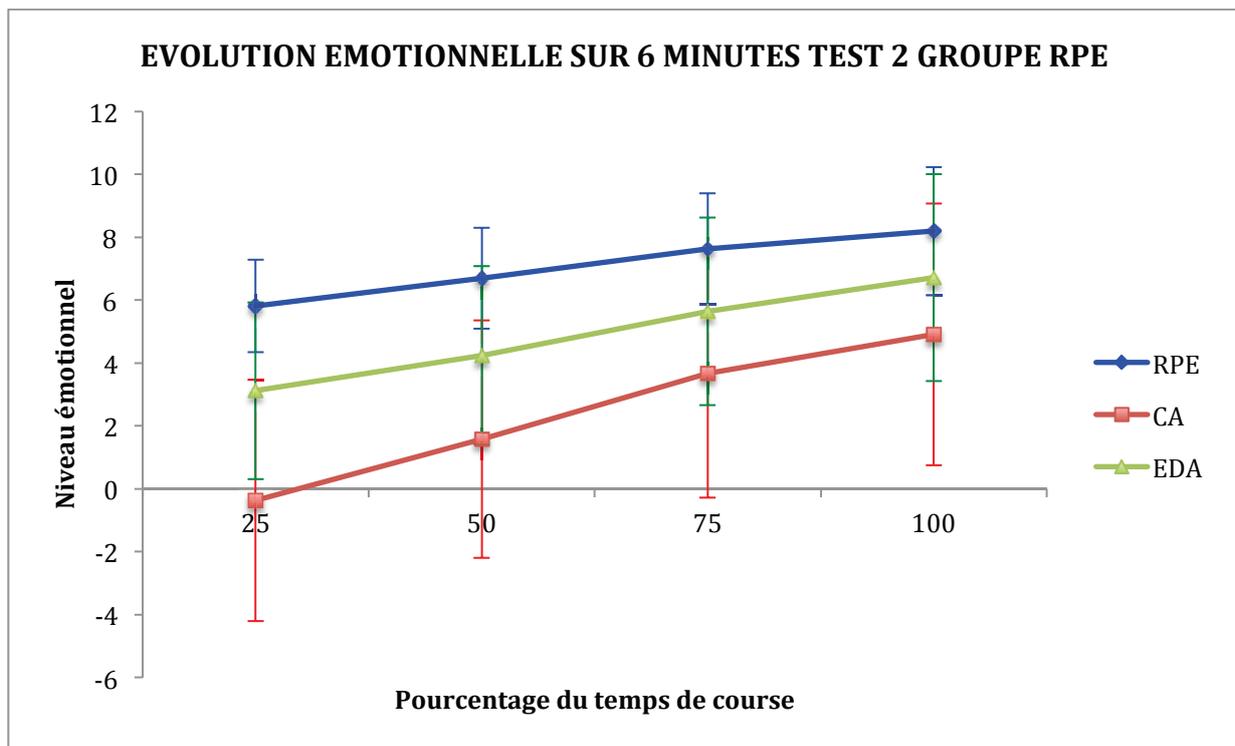


Figure 46: Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 2 du groupe RPE.

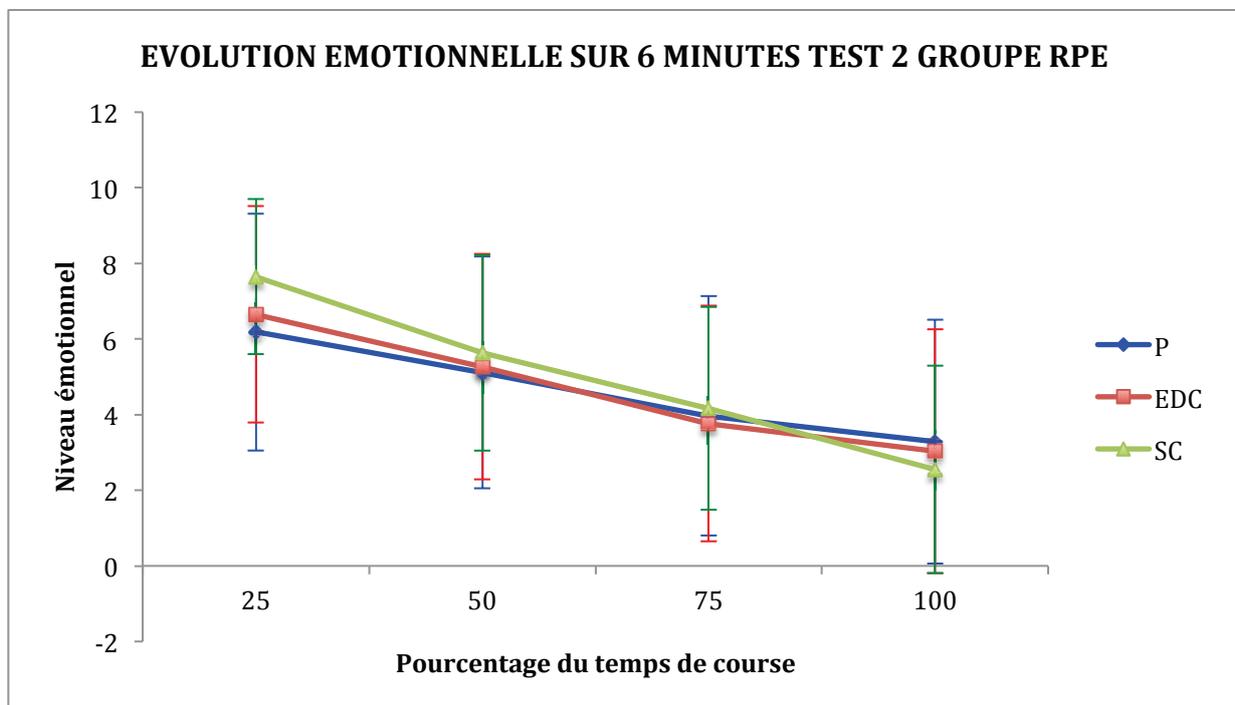


Figure 47: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence SC basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 2 du groupe RPE.

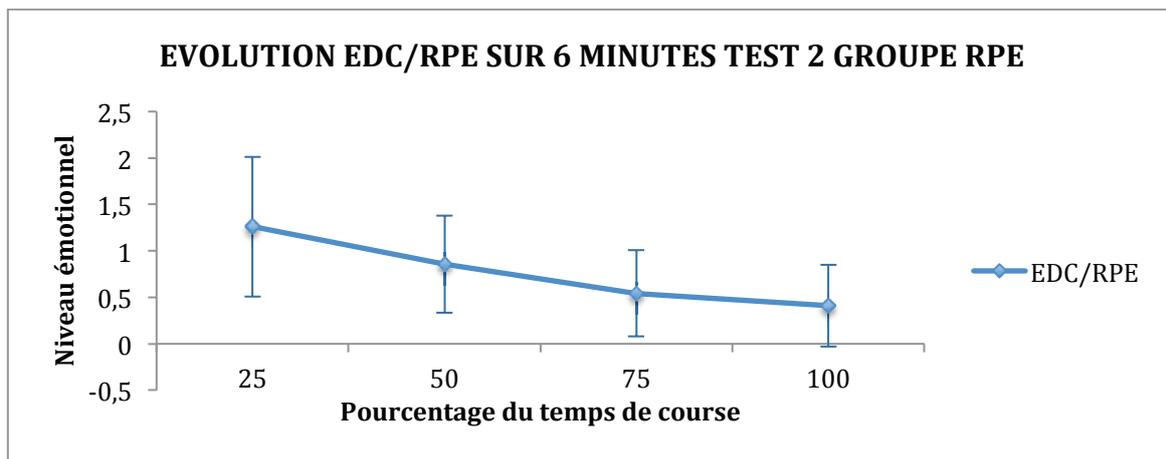


Figure 48: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 2 du groupe RPE.

Pour ce qui est du groupe TEM, tout comme pour le groupe RPE, lors du test 1 de 6 minutes la perception d'effort (RPE), la charge affective (CA) ainsi que l'envie d'arrêter (EDA) augmentent significativement entre le début (25%) et la fin de la course (100%) tandis que le plaisir (P), l'envie de continuer (EDC), le sentiment de compétence (SC) ainsi que le rapport EDC/RPE ont significativement diminué durant la course.

Concernant le test 2, l'évolution des paramètres émotionnels est la même que pour le test 1. (Tableau 41)

Tableau 41 : Niveau de départ (25%) et de fin (100%) de RPE, P, CA, EDC, EDA et SC de la course pour les tests 1 et 2 de 6 minutes pour le groupe TEM.

6min Groupe TEM	TEST 1		TEST 2		t de Student
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	2,53 ± 1,38	6,85 ± 2,43 *	1,83 ± 1,12	5,30 ± 2,32 *	a, b
P	7,33 ± 2,75	4,26 ± 3,00 *	8,42 ± 2,59	5,71 ± 3,11 *	a, b
CA	-4,80 ± 3,52	2,58 ± 4,90 *	-6,58 ± 3,26	-0,41 ± 5,12 *	a, b
EDC	7,87 ± 2,20	4,08 ± 3,09 *	9,00 ± 1,57	5,82 ± 3,11 *	a, b
EDA	1,44 ± 1,77	5,14 ± 3,57 *	0,75 ± 1,22	4,07 ± 2,97 *	a, b
SC	8,25 ± 1,86	4,14 ± 3,10 *	9,03 ± 1,46	5,67 ± 2,88 *	a, b
EDC/RPE	4,31 ± 3,15	0,83 ± 0,85 *	6,41 ± 3,49	1,54 ± 1,30 *	a

* : Différence significative entre le début et la fin de la course ($p < 0,05$).

a : Différence significative entre le début du test 1 et le début du test 2 ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la fin du test 1 et la fin du test 2 ($p < 0,05$).

L'évolution des paramètres émotionnels basée sur les différents temps de course est représentée sur les figures 49, 50 et 51 pour le test 1 de 6 minutes et les figures 52, 53 et 54 pour le test 2 de 6 minutes pour le groupe TEM.

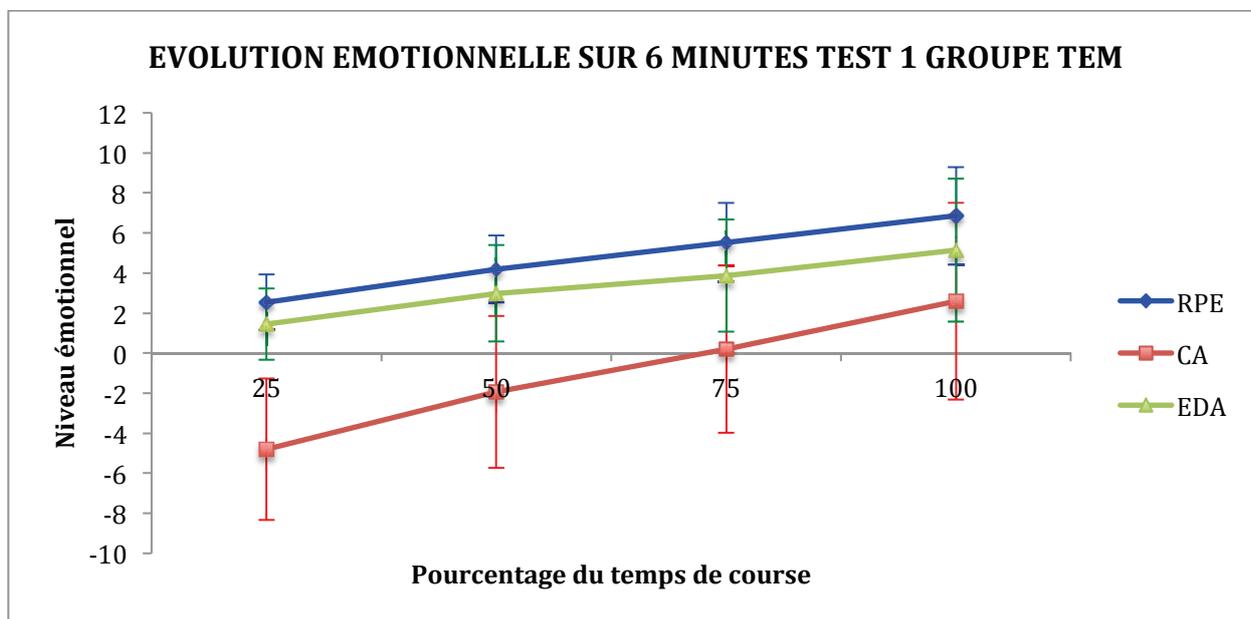


Figure 49: Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 1 du groupe TEM.

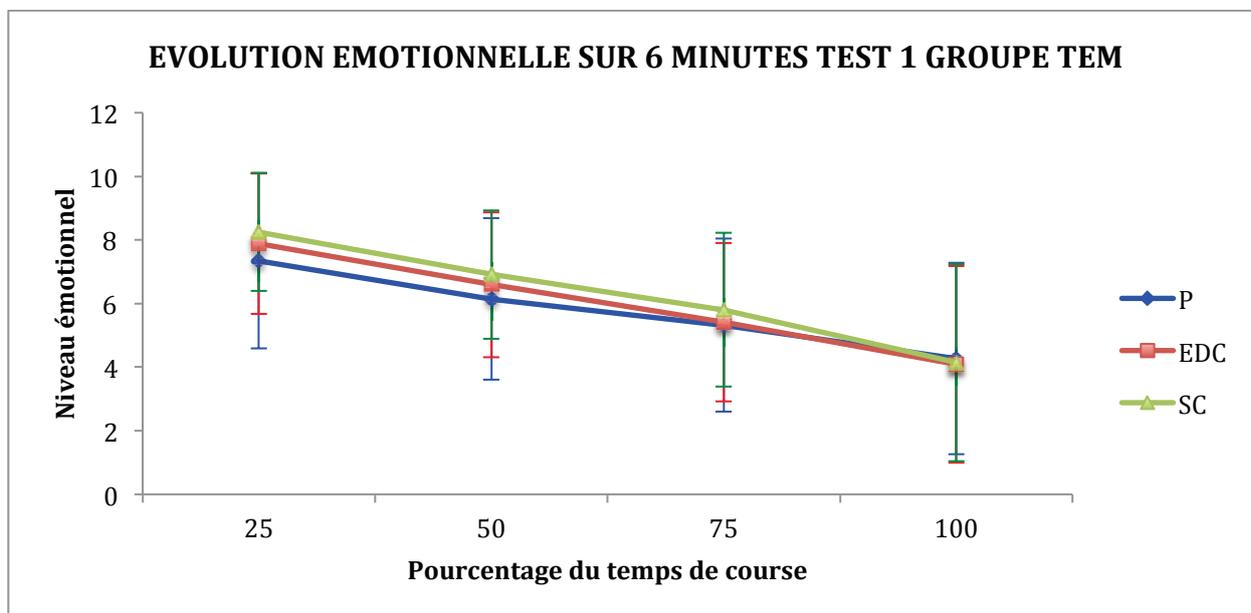


Figure 50: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 1 du groupe TEM.

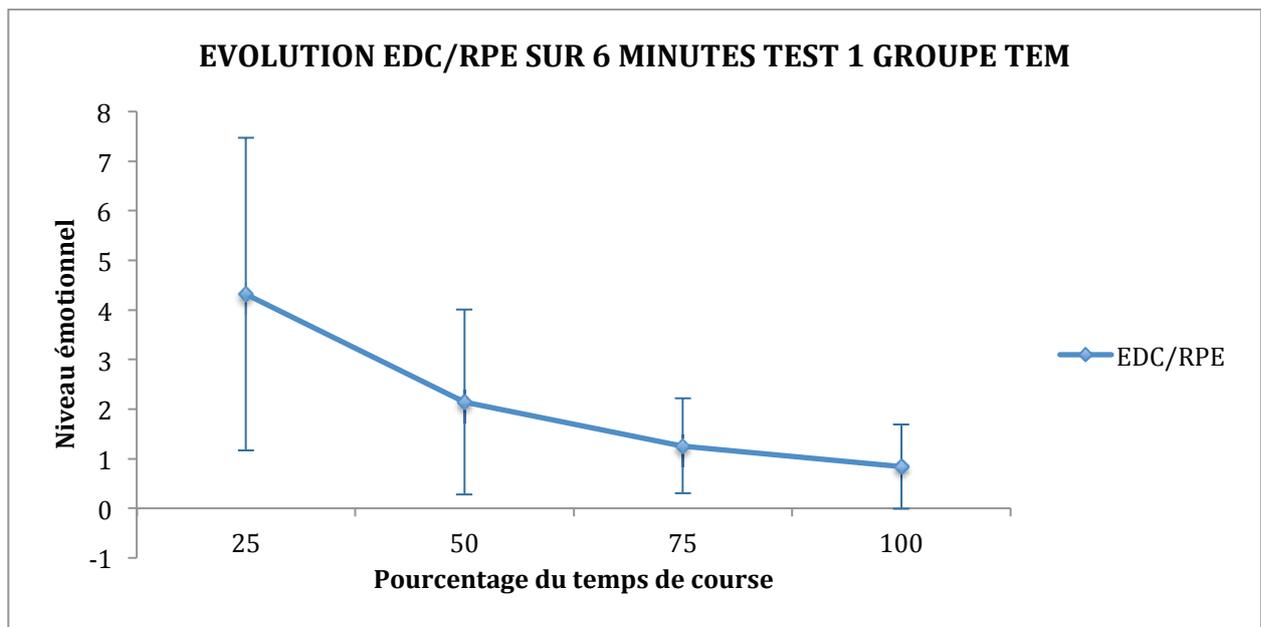


Figure 51: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 1 du groupe TEM.

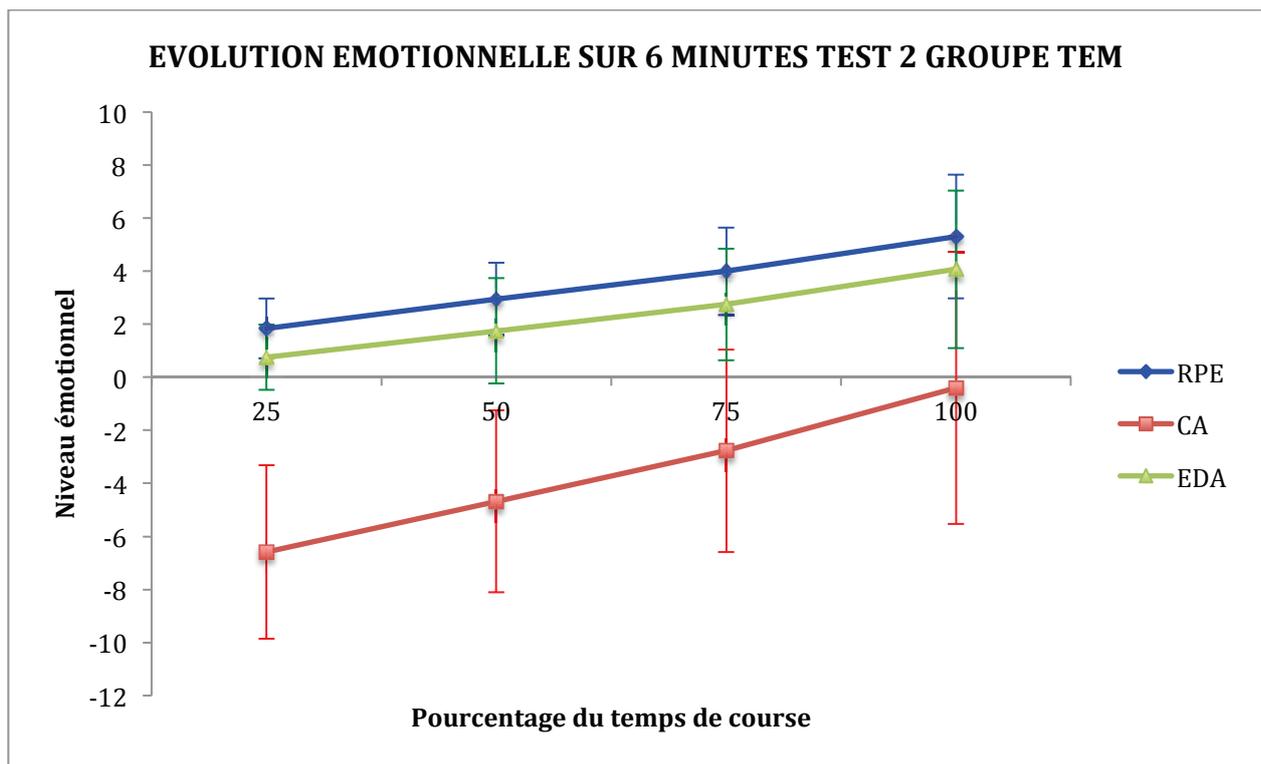


Figure 52: Evolution de la perception d'effort (RPE), de la charge affective (CA) et de l'envie d'arrêter (EDA) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 2 du groupe TEM.

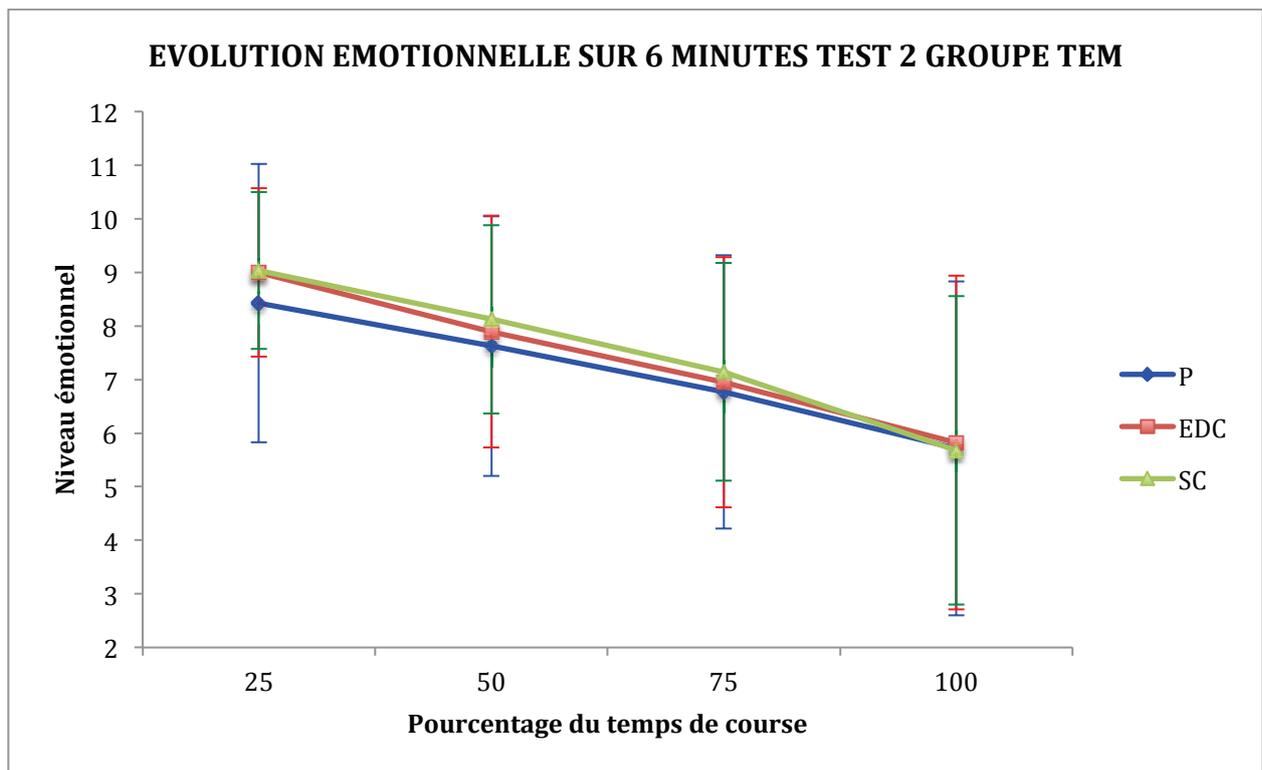


Figure 53: Evolution du plaisir (P), de l'envie de continuer (EDC) et du sentiment de compétence (SC) basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 2 du groupe TEM.

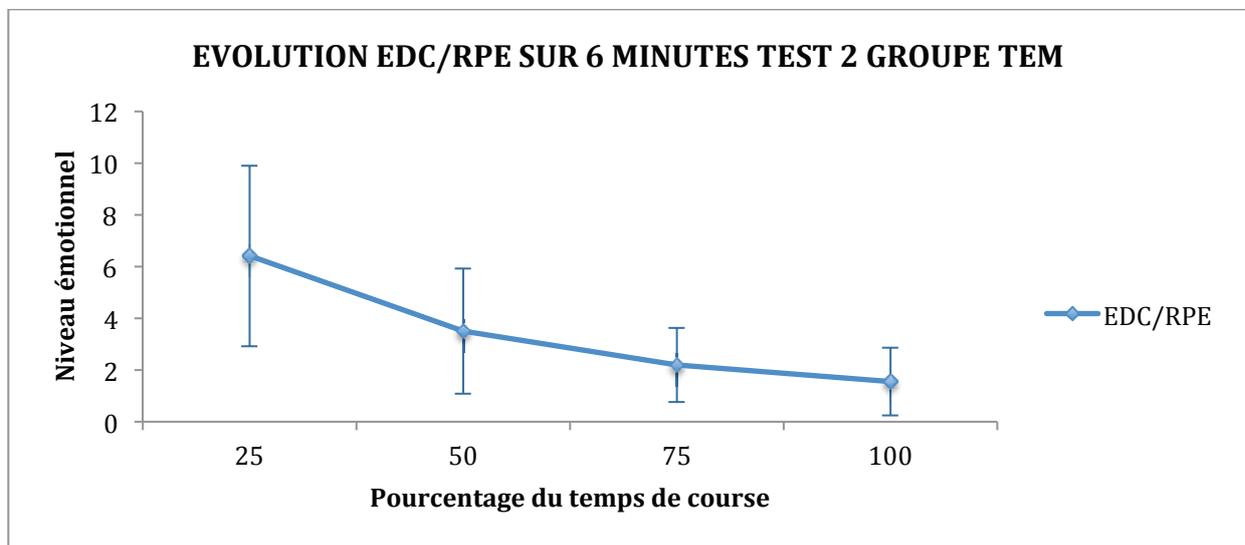


Figure 54: Evolution du rapport EDC/RPE basée sur le pourcentage du temps de course de 6 minutes pour le test 2 du groupe TEM.

2-3-2) Niveau de pente et niveau d'ordonnée à l'origine pour les différents paramètres émotionnels sur les différentes courses.

La pente de la relation entre le temps (6 minutes) et l'évolution de chaque paramètre émotionnel a été calculée pour les groupes RPE et TEM sur chaque test (Tableaux 42 et 43).

Tableau 42 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps de course (6 minutes) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Pente Test 1	0,056 ± 0,007	-0,045 ± 0,040	0,10 ± 0,046	-0,044 ± 0,001	0,050 ± 0,0037	-0,060 ± 0,030	-0,02 ± 0,02
Pente Test 2	0,032 ± 0,027*	-0,039 ± 0,043 ns	0,071 ± 0,059*	-0,049 ± 0,043 ns	0,048 ± 0,050 ns	-0,067 ± 0,036 ns	-0,01 ± 0,009 *

* : Différence significative par rapport au test 1 (p<0,05).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 (p>0,05).

Tableau 43 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps de course (6 minutes) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Pente Test 1	0,057 ± 0,028	-0,040 ± 0,033	0,097 ± 0,049	-0,050 ± 0,035	0,047 ± 0,041	-0,053 ± 0,033	-0,045 ± 0,035
Pente Test 2	0,045 ± 0,028*	-0,036 ± 0,030 ns	0,081 ± 0,053*	-0,041 ± 0,033 ns	0,043 ± 0,032 ns	-0,044 ± 0,031*	-0,063 ± 0,037 *

* : Différence significative par rapport au test 1 (p<0,05).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 (p>0,05).

Les ordonnées à l'origine de la relation entre le temps et l'évolution de chaque paramètre émotionnel ont été calculées pour les groupes RPE et TEM sur chaque test (Tableaux 44 et 45).

Tableau 44 : Ordonnée à l'origine de l'évolution des différents paramètres émotionnels sur le temps de course de 6 minutes pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Ordonnée Test 1	1,89 ± 2,00	6,95 ± 3,73	-5,05 ± 4,39	7,28 ± 3,88	1,67 ± 3,11	9,08 ± 2,32	2,45 ± 1,86
Ordonnée Test 2	5,05 ± 1,90*	7,10 ± 3,86 ns	-2,03 ± 4,90*	7,76 ± 3,52 ns	1,88 ± 3,66 ns	9,19 ± 2,78 ns	1,48 ± 0,88 *

* : Différence significative par rapport au test 1 (p<0,05).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 (p>0,05).

Tableau 45 : Ordonnée à l'origine de l'évolution des différents paramètres émotionnels sur le temps de course de 6 minutes pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Ordonnée Test 1	1,20 ± 1,67	8,27 ± 3,06	-7,07 ± 3,93	9,12 ± 2,59	0,36 ± 2,16	9,63 ± 2,20	4,93 ± 3,59
Ordonnée Test 2	0,66 ± 1,54 ns	9,38 ± 2,79*	-8,73 ± 3,67*	10,03 ± 1,87*	-0,41 ± 1,48*	10,25 ± 1,76*	7,38 ± 3,95 *

* : Différence significative par rapport au test 1 ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative par rapport au test 1 ($p > 0,05$).

2-3-3) Relation entre le temps de course et l'évolution des paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation, entre le temps de course (6 minutes) et l'évolution des différents paramètres émotionnels, sont représentées dans le tableau 46 pour le groupe RPE et le tableau 47 pour le groupe TEM.

Tableau 46 : Matrice de corrélation entre le temps de course et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 6 minutes (Test 1) et la seconde course de 6 minutes (Test 2) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Durée de course Test 1	0,62 *	-0,41 *	0,62 *	-0,39 *	0,45 *	-0,58 *	-0,47 *
Durée de course Test 2	0,47 *	-0,33 *	0,46 *	-0,41 *	0,42 *	-0,60 *	-0,50 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

Tableau 47 : Matrice de corrélation entre le temps de course et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE durant la première course de 6 minutes (Test 1) et la seconde course de 6 minutes (Test 2) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Durée de course Test 1	0,64 *	-0,38 *	0,56 *	-0,48 *	0,44 *	-0,53 *	-0,54 *
Durée de course Test 2	0,61 *	-0,35 *	0,50 *	-0,45 *	0,50 *	-0,51 *	-0,60 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

2-4) Relation entre l'évolution des paramètres émotionnels entre eux.

Les matrices de corrélation entre l'évolution de la perception de l'effort et l'évolution des autres paramètres émotionnels sont présentées dans le tableau 48 pour le groupe RPE et le tableau 49 pour le groupe témoin pour les deux courses de 6 minutes.

Tableau 48 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la perception de l'effort (RPE) et l'évolution du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA) et du sentiment de compétence (SC) durant la première course de 6 minutes (Test 1) et la seconde course de 6 minutes (Test 2) pour le groupe RPE.

Groupe RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
RPE Test 1	-0,32 *	0,77 *	-0,32 *	0,37 *	-0,41*	-0,56 *
RPE Test 2	-0,35 *	0,70 *	-0,37 *	0,52 *	-0,45 *	-0,60 *

*: Corrélation significative ($p < 0,05$).

Tableau 49 : Matrice de corrélation entre l'évolution de la perception de l'effort (RPE) et l'évolution du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA) et du sentiment de compétence (SC) durant la première course de 6 minutes (Test 1) et la seconde course de 6 minutes (Test 2) pour le groupe TEM.

Groupe TEM	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
RPE Test 1	-0,63 *	0,88 *	-0,72 *	0,74 *	-0,77 *	-0,73 *
RPE Test 2	-0,69 *	0,89 *	-0,64 *	0,71 *	-0,81 *	-0,64 *

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

2-5) Le niveau de motivation.

La mesure de l'envie de continuer l'exercice intermittent sur la période de 3 minutes est représentée dans le tableau 50 avec le rapport EDC/RPE pour les tests 1 et 2 pour les deux groupes.

Tableau 50 : Rapport entre l'EDC et la RPE pour les 6 minutes pour les groupes TEM et RPE.

	6 MIN TEST 1	6 MIN TEST 2
EDC/RPE groupe RPE	1,12 ± 0,70	0,76 ± 0,47 *
EDC/RPE groupe TEM	2,14 ± 1,51	3,41 ± 1,89 *

* Différence significative entre les deux tests ($p < 0,05$).

STRATÉGIES DE RÉGULATION ÉMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE COURSES INTERMITTENTES DE 3, 6 ET 15 MINUTES (Etude 3).

Objectif de l'étude.

La meilleure stratégie à adopter dépend de multiples facteurs, incluant l'activité pratiquée en elle-même, la durée de l'effort, la géographie de la course et les conditions environnementales (Lemur, 2010). De fait, concernant la durée de l'effort, celui-ci influence les stratégies de régulations émotionnelles. Ainsi l'objectif de cette étude est d'étudier les réponses émotionnelles et motivationnelles sur des durées de course différentes.

Méthode.

• Population.

Cette étude concerne 56 lycéens scolarisés respectivement en classe de seconde. Ce groupe expérimental (TPS) est mis en place pour comparer l'évolution des paramètres émotionnels et motivationnels sur des temps de course différents à savoir sur du 3 minutes, 6 minutes et 15 minutes. Les caractéristiques générales du groupe de population sont résumées dans le tableau 51.

Tableau 51. Caractéristiques de la population.

EFFECTIF	EFFECTIF FILLE	EFFECTIF GARCON	AGE moyen	VMA (Km/h)
56	33 (59%)	23 (41%)	15,01 ± 0,23	12,42 ± 1,70

• Procédures.

La durée de l'étude s'est étendue sur un cycle de 5 séances dont les objectifs de séances sont résumés dans le tableau 52. Les élèves ont été répartis en 3 groupes. Le premier groupe réalisait la course de 3 puis 6 puis 15 minutes. Le deuxième groupe réalisait la course de 15 puis 6 puis 3 minutes. Le troisième groupe courait le 6 puis le 3 puis le 15 minutes.

Tableau 52 : Objectifs de séance de l'étude numéro 3.

Séance	Objectifs
S1	Familiarisation avec les échelles de perceptions.
S2	Test VMA.
S3	Test 1 : Meilleure performance sur 3, 6 ou 15 minutes.
S4	Test 2 : Meilleure performance sur 3, 6 ou 15 minutes.
S5	Test 3 : Meilleure performance sur 3, 6 ou 15 minutes.

Tests de 3, 6 et 15 minutes autorégulés.

Il est demandé aux élèves de réaliser la meilleure performance possible. L'exercice est réalisé sur une piste de 100m balisée tout les 25m. Ainsi la performance est mesurée par le nombre de tours de piste ainsi que le nombre de balises que le coureur effectue pendant le temps de course. Le coureur s'arrête tout les 100m et répond aux différentes questions relatives aux aspects émotionnels et motivationnels. L'arrêt du coureur à chaque 100m n'excède pas les 20 secondes. Les temps de course de 3 minutes, de 6 minutes et de 15 minutes sont effectifs. Les temps « d'arrêt » ne sont pas comptabilisés dans le temps attribué aux courses.

Détermination des paramètres émotionnels.

Comme pour les autres études, la perception d'effort (RPE) est mesurée grâce à l'échelle P-CERT (Yelling et al., 2002) (Figure 20). La question posée est : « quel niveau d'effort percevez-vous ? ».

Le plaisir (P), le désir de continuer (EDC), le désir d'arrêter (EDA) ont été déterminés à l'aide d'échelles de « Likert » adaptées de l'échelle CR10 de Borg (Figure 21). Le sentiment de compétence (SC) a été apprécié à partir du niveau de ressources disponibles pour la tâche. La charge affective (CA), définie comme la différence entre RPE et P, a aussi été calculée.

• **Analyses statistiques.**

Les calculs statistiques ont été effectués grâce au logiciel statistique XLSTAT.

Des statistiques descriptives (moyenne et Ecart Type) pour la distance, la vitesse, l'effort, le plaisir, l'envie de continuer, l'envie d'arrêter et le sentiment de compétence ont été calculées pour les 25, 50, 75, 100% du temps des différentes courses de trois minutes et de six minutes. Les résultats ont été traités par une analyse des corrélations entre les différents paramètres

émotionnels et la vitesse des différents paliers ainsi que par des corrélations entre variables émotionnelles entre-elles.

Le coefficient de Pearson a été calculé pour tester la corrélation linéaire entre les variables mesurées et les pourcentages du temps de course effectués. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

L'effet des périodes (25%, 50%, 75% et 100%) a été analysé en utilisant une analyse de la variance à mesure répétée. Un test post-hoc de Newman-Keuls a été utilisé pour déterminer les différences significatives entre les temps de course. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

RESULTATS

1) Performance globale pour les 3 courses.

Les performances globales en terme de distance, de vitesse moyenne (km/h) et en vitesse relative en pourcentage de la VMA sont résumées dans le tableau 53.

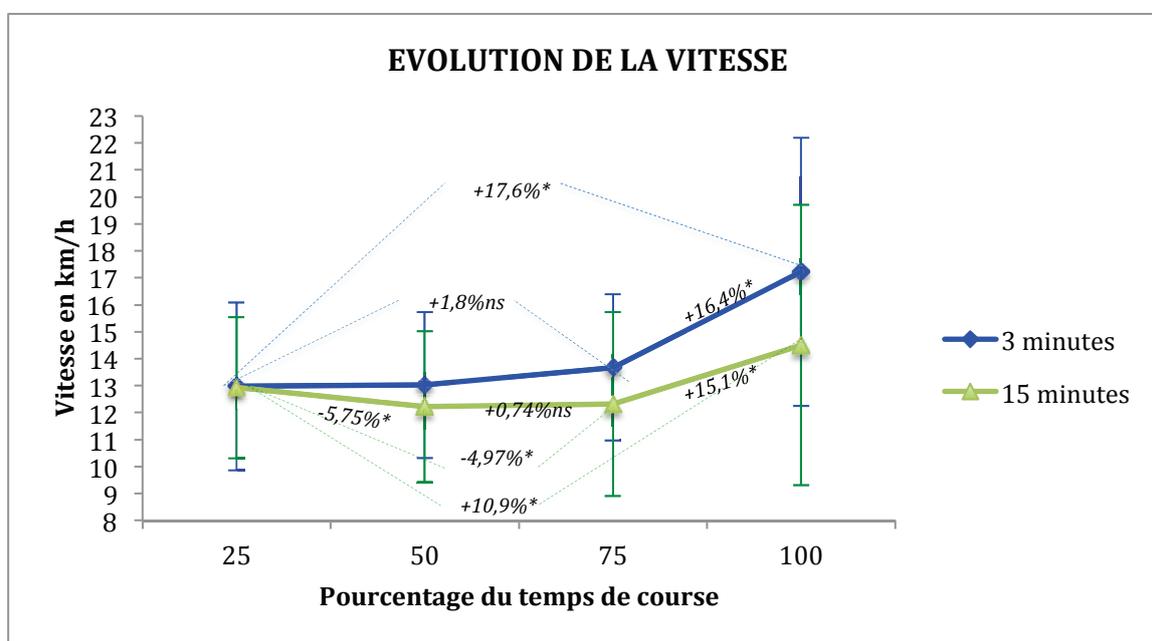
Tableau 53 : Distance moyenne, vitesse absolue (km/h) et vitesse relative en pourcentage de la VMA pour les courses de 3, 6 et 15 minutes.

TEST	Distance (m)	VITESSE (km/h)	VITESSE (%age VAM)
3 minutes	737,00 ± 122,28	14,74 ± 2,45	118,80 ± 13,28
6 minutes	1393,30 ± 234,39	13,93 ± 2,34	112,24 ± 13,29
15 minutes	3137,43 ± 597,43 *	12,55 ± 2,38 *	100,87 ± 12,14 *

* : Différence significative entre les 3 courses (p<0,05).

2) Evolution de l'intensité de course.

L'analyse statistique montre que les courses de 3 minutes et de 6 minutes sont significativement non différentes (p<0,05) tandis que les courses de 3 minutes et 15 minutes sont significativement différentes (p<0,05). Ainsi, l'évolution de l'intensité pour la course de 3 minutes est identique à l'évolution de l'intensité de la course de 6 minutes mais différente lorsque l'on compare à l'évolution de la course de 15 minutes (Figure 55).



* : Différence significative entre les différents temps de courses (p<0,05).

ns : Différence non significative entre les différents temps de course (p>0,05).

Figure 55: Evolution de l'intensité (en km/h) sur les différents temps de course pour les courses de 3 minutes et 15 minutes.

3) La régulation émotionnelle.

3-1) Le niveau moyen des paramètres émotionnels.

Les valeurs moyennes pour les niveaux émotionnels relatifs aux 3 tests sont présentées dans le tableau 54.

Tableau 54 : Niveau moyen de perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) ainsi que du rapport EDC/RPE pour les trois courses.

	TEST 3min	TEST 6min	TEST 15min	ANOVA
RPE	3,56 ± 2,10	4,77 ± 1,67	6,28 ± 1,47	a, b, c
P	6,96 ± 2,97	5,76 ± 2,53	4,57 ± 2,27	a, b, c
CA	-3,52 ± 4,24	-0,99 ± 3,79	1,70 ± 3,49	a, b, c
EDC	7,44 ± 2,57	5,99 ± 2,26	4,87 ± 1,95	a, b, c
EDA	2,19 ± 1,99	3,36 ± 2,35	4,80 ± 2,20	a, b, c
SC	7,38 ± 2,39	6,27 ± 2,14	4,70 ± 1,97	a, b, c
EDC/RPE	3,92 ± 2,68	2,14 ± 1,51	1,17 ± 0,61	a, b, c

a : Différence significative entre la course de 3min et la course de 6min ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la course de 6min et la course de 15min ($p < 0,05$).

c : Différence significative entre la course de 3min et la course de 15min ($p < 0,05$).

3-2) Evolution des paramètres émotionnels.

Comme pour les études précédentes l'évolution des paramètres émotionnels suit une droite linéaire cela pour les 3 courses.

Le tableau 55 compare les niveaux de chaque paramètre entre le début et la fin de chaque course mais compare également le niveau du début sur chaque course et le niveau de fin également sur chaque course.

Les résultats des ANOVA montrent que seul le niveau de début pour P est non significatif entre les trois tests ($p > 0,05$).

Tableau 55 : Niveau de départ (25%) et de fin (100%) pour RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE pour les courses de 3 minutes, 6 minutes et 15 minutes.

	TEST 3min		TEST 6min		TEST 15min		ANOVA
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	2,05 ± 1,61	5,19 ± 2,74*	2,53 ± 1,38	6,85 ± 2,43*	3,58 ± 1,49	8,60 ± 1,79*	a, b, c, d, e, f
P	8,00 ± 2,82	5,89 ± 3,23*	7,33 ± 2,75	4,26 ± 3,00*	6,82 ± 2,74	2,48 ± 2,60*	d, e, f
CA	-5,96 ± 3,60	-0,69 ± 5,36*	-4,80 ± 3,52	2,58 ± 4,90*	-3,23 ± 3,79	6,12 ± 4,05*	a, b, c, d, e, f
EDC	8,58 ± 2,27	5,98 ± 3,25*	7,87 ± 2,20	4,08 ± 3,09*	7,44 ± 1,98	2,39 ± 2,58*	a, c, d, e, f
EDA	1,01 ± 1,61	3,44 ± 2,98*	1,44 ± 1,77	5,14 ± 3,57*	2,28 ± 2,04	7,12 ± 3,20*	b, c, d, e, f
SC	8,67 ± 1,99	5,85 ± 3,15*	8,25 ± 1,86	4,14 ± 3,10*	7,33 ± 2,12	1,96 ± 2,28*	b, c, d, e, f
EDC/RPE	6,19 ± 3,76	2,19 ± 2,49*	4,31 ± 3,15	0,83 ± 0,85*	2,60 ± 1,67	0,29 ± 0,32*	a, b, c, d, e, f

* : Différence significative entre le début et la fin (p<0,05).

a : Différence significative des valeurs du début de course entre le 3min et le 6min (p<0,05).

b : Différence significative des valeurs du début de course entre le 6min et le 15min (p<0,05).

c : Différence significative des valeurs du début de course entre le 3min et le 15min (p<0,05).

d : Différence significative des valeurs de fin de course entre le 3min et le 6min (p<0,05).

e : Différence significative des valeurs de fin de course entre le 6min et le 15min (p<0,05).

f : Différence significative des valeurs de fin de course entre le 3min et le 15min (p<0,05).

3-3) Niveau de pente et niveau d'ordonnée à l'origine pour les différents paramètres émotionnels sur les différentes courses.

Tout comme les études précédentes les niveaux de pentes ont été calculés d'après les droites linéaires des différents paramètres émotionnels.

Tableau 56 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps des différentes courses (3 minutes, 6 minutes et 15 minutes).

PENTE	TEST 3min	TEST 6min	TEST 15min	ANOVA
RPE	0,042 ± 0,030	0,057 ± 0,028	0,066 ± 0,025	a, c
P	-0,028 ± 0,024	-0,040 ± 0,033	-0,057 ± 0,040	a, b, c
CA	0,072 ± 0,047	0,097 ± 0,049	0,12 ± 0,045	a, b, c
EDC	-0,035 ± 0,027	-0,050 ± 0,035	-0,067 ± 0,033	a, b, c
EDA	0,032 ± 0,035	0,047 ± 0,041	0,064 ± 0,042	a, b, c
SC	-0,037 ± 0,029	-0,053 ± 0,033	-0,071 ± 0,030	a, b, c
EDC/RPE	-0,054 ± 0,04	-0,045 ± 0,035	-0,030 ± 0,021	b, c

a : Différence significative entre la course de 3min et la course de 6min (p<0,05).

b : Différence significative entre la course de 6min et la course de 15min (p<0,05).

c : Différence significative entre la course de 3min et la course de 15min (p<0,05).

Tableau 57 : Niveau des ordonnées à l'origine pour l'évolution des différents paramètres émotionnels pour les trois courses.

ORDONNEE	TEST 3min	TEST 6min	TEST 15min	ANOVA
RPE	0,91 ± 1,94	1,20 ± 1,67	2,10 ± 6,28	b, c
P	8,74 ± 3,06	8,27 ± 3,06	8,14 ± 3,56	ns
CA	-7,90 ± 3,89	-7,07 ± 3,93	-6,25 ± 4,13	b, c
EDC	9,63 ± 2,38	9,12 ± 2,59	9,08 ± 4,87	ns
EDA	0,16 ± 2,11	0,36 ± 2,16	0,78 ± 2,85	ns
SC	9,75 ± 2,13	9,63 ± 2,20	9,17 ± 2,76	ns
EDC/RPE	7,33 ± 4,47	4,93 ± 3,59	3,07 ± 1,90	a, b, c

a : Différence significative entre la course de 3min et la course de 6min (p<0,05).

b : Différence significative entre la course de 6min et la course de 15min (p<0,05).

c : Différence significative entre la course de 3min et la course de 15min (p<0,05).

ns : Différence non significative entre les 3 courses (p>0,05).

3-4) Lien entre l'évolution de la vitesse, le temps et les paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation entre la vitesse et les paramètres émotionnels, entre le temps de courses et les paramètres émotionnels sont présentées dans les tableaux 58 et 59.

Tableau 58 : Matrice de corrélation entre l'évolution de l'intensité et l'évolution de RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE pour les trois courses.

VITESSE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Test 3min	0,18*	0,032 ns	0,07 ns	-0,10 ns	0,13*	-0,09 ns	0,18 *
Test 6min	0,22*	-0,02 ns	0,13*	-0,08 ns	0,05 ns	-0,13*	-0,17 *
Test 15min	0,05 ns	0,002 ns	0,02 ns	0,001 ns	0,05 ns	-0,04 ns	-0,09 ns

* : Corrélation significative (p<0,05).

ns : Corrélation non significative (p>0,05).

Tableau 59 : Matrice de corrélation entre l'évolution du temps de course et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE pour les trois courses.

DUREE DE COURSE	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
Test 3min	0,48 *	-0,25 *	0,40 *	-0,34 *	0,38 *	-0,38 *	-0,43 *
Test 6min	0,64 *	-0,38 *	0,56 *	-0,48 *	0,44 *	-0,53 *	-0,54 *
Test 15min	0,72 *	-0,52 *	0,65 *	-0,64 *	0,56 *	-0,67 *	-0,63 *

* : Corrélation significative (p<0,05).

**STRATÉGIES DE RÉGULATION ÉMOTIONNELLE ET DE L'ALLURE LORS DE COURSES
INTERMITTENTES AUTOREGULÉES ET SEMI-CONTRÔLÉES A DES NIVEAUX ÉLEVÉS DE
PERCEPTION DE L'EFFORT (120% vs 130%) (Etude 4).**

Objectifs de l'étude.

L'étude 3 montre un gain de performance lorsqu'une perception d'effort plus importante est imposée. Néanmoins, les résultats de cette étude témoignent d'un niveau encore important de réserves émotionnelles à la fin des épreuves.

L'objectif de l'étude 4 est donc de déterminer le niveau optimal d'implication à imposer aux élèves pour obtenir les meilleurs niveaux de performance et de stratégie de régulation de l'allure. Il s'agit également de comparer les régulations émotionnelles et motivationnelles à des niveaux d'implication différents.

Méthode.

• Population.

Cette quatrième étude concerne 20 lycéens scolarisés en classe de seconde. Les caractéristiques générales de cette population sont résumées dans le tableau 61.

Tableau 61. Caractéristiques des groupes.

	EFFECTIF	EFFECTIF FILLE	EFFECTIF GARCON	AGE moyen	VMA (Km/h)
GROUPE RPE	20	12 (60%)	8 (40%)	15,1 ± 0,30	11,62 ± 1,32

• Procédure.

La durée de l'étude s'est étendue sur un cycle de 8 séances dont les objectifs de séances sont résumés dans le tableau 62. Les élèves avaient à réaliser des courses autorégulées de 3 et de 6 minutes en ayant la consigne de réaliser la meilleure performance possible. Ces courses permettaient de calculer les niveaux moyens de perception de l'effort observés. Ils devaient ensuite réaliser des courses de même durée avec la même consigne mais leurs niveaux de perception de l'effort ne devaient pas être inférieurs à 120 et 130% des niveaux observés lors des courses autorégulées.

Les élèves ont été partagés en 2 groupes. L'un commençait par les courses de 3 minutes, l'autre par celles de 6 minutes.

Tableau 62 : Objectifs de séance de l'étude 4.

Séance	Objectifs
S1	Familiarisation avec les échelles de perceptions.
S2	Test VMA.
S3	Test libre : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes.
S4	Test 120% : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes à 120%.
S5	Test 130% : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes à 130%.
S6	Test libre : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes.
S7	Test 120% : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes à 120%.
S8	Test 130% : Meilleure performance sur 3 ou 6 minutes à 130%.

Test incrémenté.

Le test VMA de VAUSSENAT est utilisé pour permettre une meilleure familiarisation avec les échelles perceptives utilisées.

Test de 3 minutes et de 6 minutes autorégulés.

Il est demandé aux élèves de réaliser la meilleure performance possible. L'exercice est réalisé sur une piste de 100m balisée tous les 25m. Ainsi la performance est mesurée par le nombre de tours de piste ainsi que le nombre de balises que le coureur effectue pendant le temps de course. Le coureur s'arrête tous les 100m et répond aux différentes questions relatives aux aspects émotionnels et motivationnels. L'arrêt du coureur à chaque 100m n'excède pas les 20 secondes. Les temps de course de 3 minutes et de 6 minutes sont effectifs. Les temps « d'arrêt » ne sont pas comptabilisés dans la durée des tests.

Test de 3 minutes et de 6 minutes semi-contrôlés à 120%.

Sur ce test l'objectif reste toujours la meilleure performance possible, mais la perception d'effort minimale imposée est égale à 120% de la moyenne de perception du test librement régulé.

Test de 3 minutes et de 6 minutes semi-contrôlé à 130%.

L'objectif reste toujours la meilleure performance possible pour le coureur. La perception d'effort minimale imposée est égale à 130% de la moyenne de perception du test librement régulé.

Détermination des paramètres émotionnels.

Comme pour les autres études, la perception d'effort (RPE) est mesurée grâce à l'échelle P-CERT (Yelling et al., 2002) d'après la question « quel niveau d'effort percevez-vous ? ».

Le plaisir (P), le désir de continuer (EDC), le désir d'arrêter (EDA) ont été déterminés à l'aide d'échelles de « Likert » adaptées de l'échelle CR10 de Borg (*Figure 21*). Le sentiment de compétence (SC) a été apprécié à partir du niveau de ressources disponibles pour la tâche. La charge affective (CA), définie comme la différence entre RPE et P, a été calculée.

• **Analyses statistiques.**

Les calculs statistiques ont été effectués grâce au logiciel statistique XLSTAT.

Des statistiques descriptives (moyenne et Ecart Type) pour la distance, la vitesse, l'effort, le plaisir, l'envie de continuer, l'envie d'arrêter et le sentiment de compétence ont été calculées pour les 25, 50, 75, 100% du temps des différentes courses de 3 minutes et de 6 minutes.

Les résultats ont été traités par une analyse des corrélations entre les différents paramètres émotionnels et la vitesse des différents paliers ainsi que par des corrélations entre variables émotionnelles entre-elles. Le coefficient de Pearson a été calculé pour tester la corrélation linéaire entre les variables mesurées et les pourcentages du temps de course effectués. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

L'effet des périodes (25%, 50%, 75% «et 100%») a été analysé en utilisant une analyse de la variance à mesure répétée utilisant la vitesse et les paramètres émotionnels comme variables indépendantes. Un test post-hoc de Newman-Keuls a été utilisé pour déterminer les différences significatives entre les temps de course. Pour toutes les analyses menées, le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$.

RESULTATS

1) Performance globale pour les courses de 3 et 6 minutes.

Les performances globales exprimées en mètres, en vitesse absolue (km/h) et en vitesse relative à la VMA sont présentées dans le tableau 63 pour les trois courses de 3 minutes et le tableau 64 pour les trois courses de 6 minutes.

Tableau 63 : Distance moyenne, vitesse absolue (km/h) et vitesse relative en pourcentage de la VMA pour les 3 courses de 3 minutes.

TEST 3min	Distance (m)	Vitesse (km/h)	Vitesse (%age VAM)
Test LIBRE	616,3 ± 76,65	12,32 ± 1,57	108,5 ± 11,71
Test 120%	670 ± 88,74 (a)	13,4 ± 1,77 (a)	118,87 ± 10,57 (a)
Test 130%	729,5 ± 100,5 (c) (+18,4%)	14,59 ± 2,01 (c)	127,45 ± 11,2 (c)

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% (p<0,05).

c : Différence significative entre le course libre et la course de 130% (p>0,05).

(Il n'y a pas de différence significative entre la course de 120% et la course de 130% (p>0,05)).

Tableau 64 : Distance moyenne, vitesse absolue (km/h) et vitesse relative en pourcentage de la VMA pour les 3 courses de 6 minutes.

TEST 6min	Distance (m)	Vitesse (km/h)	Vitesse (%age VAM)
Test LIBRE	1175 ± 174,34	11,75 ± 1,74	101,19 ± 10,83
Test 120%	1376,92 ± 124,77 (a)	13,76 ± 1,24 (a)	118,84 ± 10,89 (a)
Test 130%	1393 ± 231,1 (c) (+18,5%)	13,93 ± 2,31 (c)	121,1 ± 9,72 (c)

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% (p<0,05).

c : Différence significative entre le course libre et la course de 130% (p>0,05).

(Il n'y a pas de différence significative entre la course de 120% et la course de 130% (p>0,05)).

2) Evolution de l'intensité de course.

L'évolution de l'allure pour les courses de 3 minutes est représentée sur la figure 56 et pour l'évolution de l'allure pour les courses de 6 minutes la figure 57.

Ainsi les résultats montrent que l'évolution de l'allure est significativement différente pour les courses libres et de 120% du 3 et 6 minutes (p<0,05) tandis que pour les course à 130% du 3 minutes et du 6 minutes l'évolution de l'allure n'est pas significativement différente (p>0,05). (Figures 56 et 57).

Les résultats montrent que pour les deux courses librement autorégulées, l'allure est significativement non différente entre le début et les 75% du temps de course (p>0,05), puis

l'allure augmente de 31,4% pour les 3 minutes et de 49,3% pour les 6 minutes entre les 75% et la fin de course. (Figures 56 et 57).

Pour les deux courses de 120%, l'allure décroît significativement jusqu'au 75% ($p>0,05$), puis augmente jusqu'à la fin de la course (Figures 56 et 57).

Pour les deux courses de 130% l'allure est significativement identique ($p>0,05$) sur toute la course. (Figures 56 et 57).

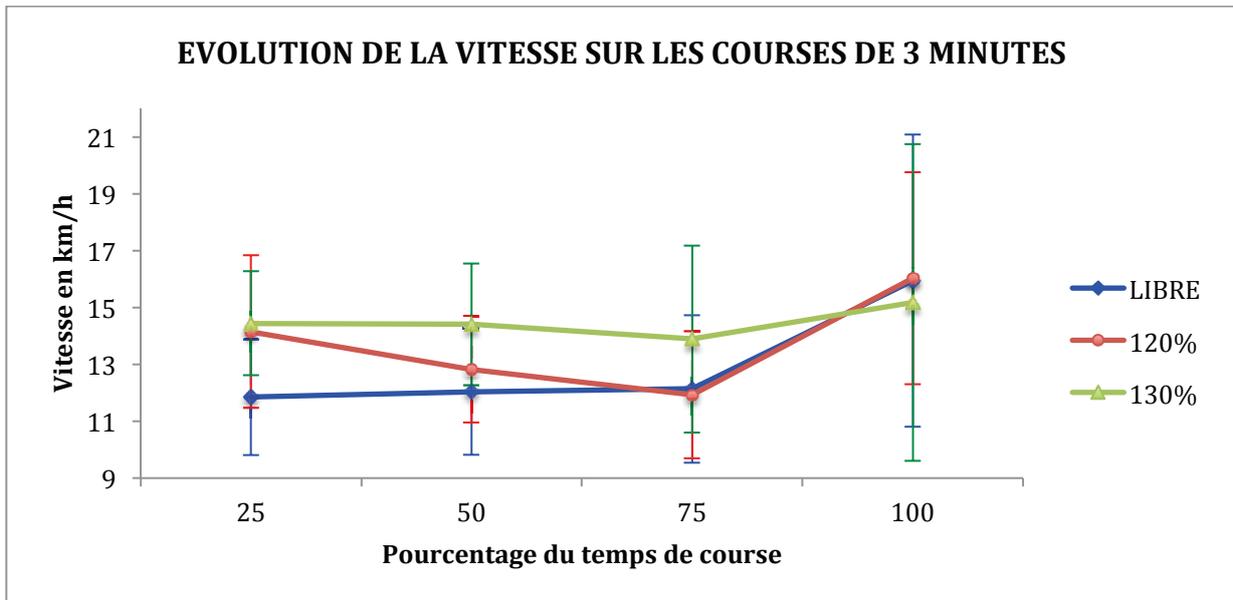


Figure 56: Evolution de l'intensité (en km/h) sur les différents temps de course pour les trois courses de 3 minutes.

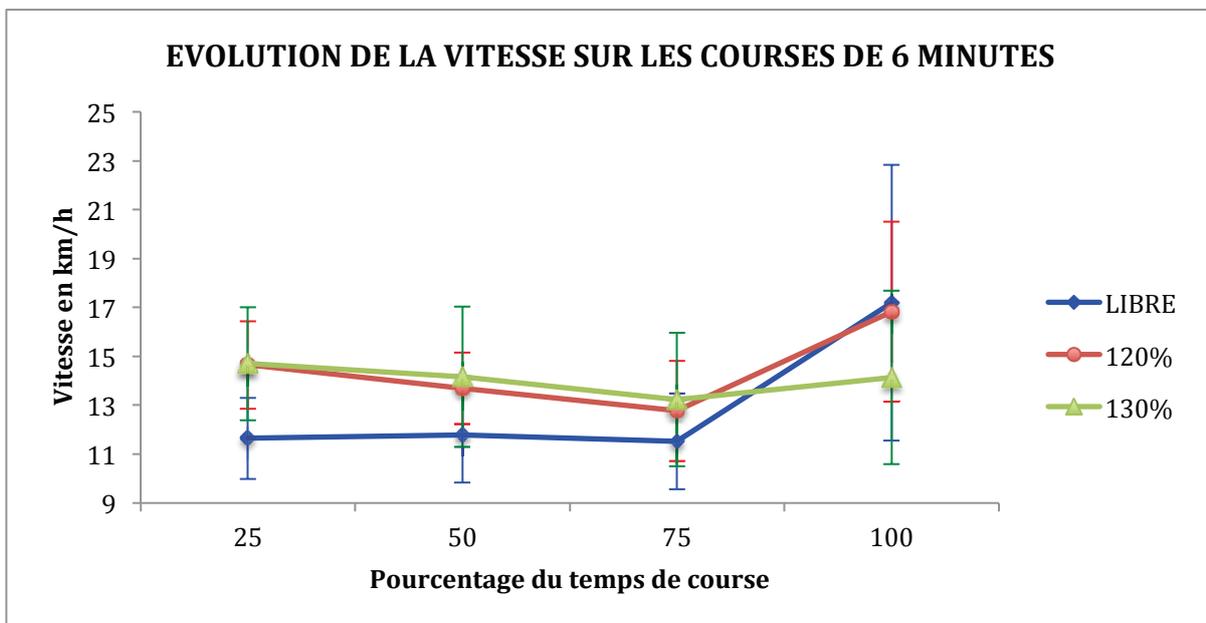


Figure 57: Evolution de l'intensité (en km/h) sur les différents temps de course pour les trois courses de 6 minutes.

3) La régulation émotionnelle.

3-1) Le niveau moyen des paramètres émotionnels.

Les valeurs moyennes des paramètres émotionnels sont présentées dans le tableau 65 pour les courses de 3 minutes et le tableau 66 pour les courses de 6 minutes.

Tableau 65 : Niveau moyen de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) ainsi que du rapport EDC/RPE pour les trois courses de 3 minutes.

3min	LIBRE	120%	130%	ANOVA
RPE	4,73 ± 1,51	7,35 ± 1,42	7,88 ± 1,12	a, c
P	4,98 ± 2,69	3,05 ± 2,42	3,45 ± 2,50	ns
CA	-0,25 ± 3,80	4,30 ± 3,10	4,43 ± 3,31	a, c
EDC	5,29 ± 2,31	3,65 ± 1,79	4,25 ± 2,02	ns
EDA	2,97 ± 2,34	5,75 ± 2,46	5,09 ± 2,92	a, c
SC	5,80 ± 2,07	4,38 ± 1,73	5,75 ± 2,04	ns
EDC/RPE	1,93 ± 1,35	0,59 ± 0,37	0,58 ± 0,32	a, c

ns : Différence non significative entre les 3 courses ($p < 0,05$).

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la course de 120% et la course de 130% ($p < 0,05$).

c : Différence significative entre la course libre et la course de 130% ($p < 0,05$).

Tableau 66 : Niveau moyen de perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) ainsi que du rapport EDC/RPE pour les trois courses de 6 minutes.

6min	LIBRE	120%	130%	ANOVA
RPE	6,30 ± 1,30	8,61 ± 0,77	8,70 ± 0,98	a, c
P	3,63 ± 2,22	2,44 ± 2,52	2,36 ± 1,79	ns
CA	2,66 ± 3,43	6,17 ± 2,66	6,34 ± 2,60	a, c
EDC	3,85 ± 2,02	2,75 ± 1,84	3,09 ± 1,65	ns
EDA	4,65 ± 1,90	7,30 ± 1,71	6,88 ± 2,80	a, c
SC	4,45 ± 1,80	2,94 ± 1,19	3,38 ± 1,61	a, c
EDC/RPE	0,90 ± 0,62	0,36 ± 0,26	0,39 ± 0,24	a, c

ns : Différence non significative entre les 3 courses ($p < 0,05$).

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% ($p < 0,05$).

b : Différence significative entre la course de 120% et la course de 130% ($p < 0,05$).

c : Différence significative entre la course libre et la course de 130% ($p < 0,05$).

3-2) Evolution des paramètres émotionnels.

Les résultats montrent que les paramètres émotionnels évoluent significativement selon une droite linéaire du début à la fin ($p < 0,05$). Les tests ANOVA montrent que le début et la fin de tous les paramètres émotionnels sont significativement différents.

Lorsque l'on compare les trois intensités, les tests ANOVA montrent que les débuts sont significativement différents entre les trois courses (3 et 6 minutes) que pour la RPE, CA et l'EDA. Les tests post-hoc montrent qu'il n'y a cependant aucune différence entre le 120% et le 130%.

Pour les 6 minutes le niveau de fin de tous les paramètres émotionnels sont identiques (Tableau 68).

Tableau 67 : Niveau de départ (25%) et de fin (100%) pour RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE pour les trois courses de 3 minutes.

3min	LIBRE		120%		130%		ANOVA
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	2,34 ± 1,15	7,04 ± 2,36*	6,13 ± 1,40	8,73 ± 1,70*	7,00 ± 1,26	8,72 ± 1,19*	a, c, d, f
P	5,78 ± 3,52	4,04 ± 3,02*	4,26 ± 3,01	1,80 ± 2,75*	4,54 ± 3,35	2,27 ± 1,90*	d, f
CA	-3,43 ± 4,04	3,00 ± 5,04*	1,86 ± 3,56	6,93 ± 3,39*	2,45 ± 4,20	6,45 ± 2,73*	a, c, d, f
EDC	6,69 ± 2,68	3,95 ± 3,02*	5,26 ± 2,37	1,86 ± 2,35*	6,00 ± 2,44	2,54 ± 1,96*	ns
EDA	1,69 ± 2,00	4,39 ± 3,65*	4,26 ± 2,68	7,40 ± 2,92*	3,36 ± 2,97	7,00 ± 3,22*	a, c, d, f
SC	7,13 ± 2,34	3,78 ± 2,67*	6,80 ± 1,69	1,73 ± 2,18*	7,81 ± 2,04	3,54 ± 2,46*	d, f
EDC/RPE	3,79 ± 2,60	0,86 ± 1,10*	0,93 ± 0,52	0,25 ± 0,32*	0,87 ± 0,42	0,31 ± 0,27*	a, c, d, f

* : Différence significative entre le début et la fin (p<0,05).

a : Différence significative des valeurs du début de course entre le libre et le 120% (p<0,05).

b : Différence significative des valeurs du début de course entre le 120% et le 130% (p<0,05).

c : Différence significative des valeurs du début de course entre le libre et le 130% (p<0,05).

d : Différence significative des valeurs de fin de course entre le libre et le 120% (p<0,05).

e : Différence significative des valeurs de fin de course entre le 120% et le 130% (p<0,05).

f : Différence significative des valeurs de fin de course entre le libre et le 130% (p<0,05).

ns : Pas de différence significative (p>0,05).

Tableau 68 : Niveau de départ (25%) et de fin (100%) pour RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE pour les trois courses de 6 minutes.

6min	LIBRE		120%		130%		ANOVA
	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	Début (25%)	Fin (100%)	
RPE	3,80 ± 1,39	8,45 ± 2,18*	7,23 ± 1,36	9,76 ± 0,83*	8,09 ± 1,30	9,54 ± 0,82*	a, c
P	5,35 ± 2,81	1,95 ± 2,58*	3,84 ± 2,96	1,23 ± 2,74*	3,96 ± 2,33	1,09 ± 1,64*	ns
CA	-1,55 ± 3,89	6,50 ± 4,16*	3,38 ± 3,75	8,53 ± 2,93*	4,45 ± 3,35	8,45 ± 2,33*	a, c
EDC	5,95 ± 2,52	1,65 ± 1,98*	4,30 ± 2,25	1,38 ± 2,39*	4,63 ± 1,68	1,63 ± 2,20*	ns
EDA	2,35 ± 1,69	7,45 ± 2,96*	4,61 ± 3,04	9,53 ± 1,39*	5,00 ± 2,79	8,27 ± 3,19*	a, c
SC	7,10 ± 1,94	1,60 ± 2,39*	5,92 ± 1,93	0,30 ± 0,48*	5,72 ± 1,67	1,36 ± 1,68*	ns
EDC/RPE	1,84 ± 1,21	0,28 ± 0,41*	0,66 ± 0,47	0,16 ± 0,30*	0,61 ± 0,31	0,19 ± 0,26*	a, c

* : Différence significative entre le début et la fin (p<0,05).

a : Différence significative des valeurs du début de course entre le libre et le 120% (p<0,05).

b : Différence significative des valeurs du début de course entre le 120% et le 130% (p<0,05).

c : Différence significative des valeurs du début de course entre le libre et le 130% (p<0,05).

d : Différence significative des valeurs de fin de course entre le libre et le 120% (p<0,05).

e : Différence significative des valeurs de fin de course entre le 120% et le 130% (p<0,05).

f : Différence significative des valeurs de fin de course entre le libre et le 130% (p<0,05).

ns : Pas de différence significative (p>0,05).

Les comparaisons entre les deux temps de courses (3 et 6 minutes) pour le début montrent que seuls la RPE du libre et du 120% est significativement différent ($p < 0,05$). Seul SC du 130% est significativement différent entre les deux courses (Tableau 69).

Tableau 69 : Comparaison entre la course de 3 minutes et de 6 minutes sur les niveaux de départ pour RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE.

DEBUT	LIBRE		120%		130%	
	3min	6min	3min	6min	3min	6min
RPE	2,34 ± 1,15	3,80 ± 1,39 *	6,13 ± 1,40	7,23 ± 1,36 *	7,00 ± 1,26	8,09 ± 1,30 ns
P	5,78 ± 3,52	5,35 ± 2,81 ns	4,26 ± 3,01	3,84 ± 2,96 ns	4,54 ± 3,35	3,96 ± 2,33 ns
CA	-3,43 ± 4,04	-1,55 ± 3,89 ns	1,86 ± 3,56	3,38 ± 3,75 ns	2,45 ± 4,20	4,45 ± 3,35 ns
EDC	6,69 ± 2,68	5,95 ± 2,52 ns	5,26 ± 2,37	4,30 ± 2,25 ns	6,00 ± 2,44	4,63 ± 1,68 ns
EDA	1,69 ± 2,00	2,35 ± 1,69 ns	4,26 ± 2,68	4,61 ± 3,04 ns	3,36 ± 2,97	5,00 ± 2,79 ns
SC	7,13 ± 2,34	7,10 ± 1,94 ns	6,80 ± 1,69	5,92 ± 1,93 ns	7,81 ± 2,04	5,72 ± 1,67 *
EDC/RPE	3,79 ± 2,60	1,84 ± 1,21 *	0,93 ± 0,52	0,66 ± 0,47 ns	0,87 ± 0,42	0,61 ± 0,31 ns

*: Différence significative entre les deux courses 3min et 6min ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative entre les deux courses 3min et 6min ($p < 0,05$).

Les comparaisons entre les deux temps de courses (3 et 6 minutes) pour la fin montrent que seuls P, CA, EDC, EDA et SC sont significativement différents pour le libre ($p < 0,05$). (Tableau 70). Pour les 120% seuls EDA et SC sont significativement différents. Pour les 130% seul SC est significativement différent. (Tableau 70).

Tableau 70 : Comparaison entre la course de 3 minutes et de 6 minutes sur les niveaux de fin pour RPE, P, CA, EDC, EDA, SC et EDC/RPE.

FIN	LIBRE		120%		130%	
	3min	6min	3min	6min	3min	6min
RPE	7,04 ± 2,36	8,45 ± 2,18 ns	8,73 ± 1,70	9,76 ± 0,83 ns	8,72 ± 1,19	9,54 ± 0,82 ns
P	4,04 ± 3,02	1,95 ± 2,58 *	1,80 ± 2,75	1,23 ± 2,74 ns	2,27 ± 1,90	1,09 ± 1,64 ns
CA	3,00 ± 5,04	6,50 ± 4,16 *	6,93 ± 3,39	8,53 ± 2,93 ns	6,45 ± 2,73	8,45 ± 2,33 ns
EDC	3,95 ± 3,02	1,65 ± 1,98 *	1,86 ± 2,35	1,38 ± 2,39 ns	2,54 ± 1,96	1,63 ± 2,20 ns
EDA	4,39 ± 3,65	7,45 ± 2,96 *	7,40 ± 2,92	9,53 ± 1,39 *	7,00 ± 3,22	8,27 ± 3,19 ns
SC	3,78 ± 2,67	1,60 ± 2,39 *	1,73 ± 2,18	0,30 ± 0,48 *	3,54 ± 2,46	1,36 ± 1,68 *
EDC/RPE	0,86 ± 1,10	0,28 ± 0,41 *	0,25 ± 0,32	0,16 ± 0,30 ns	0,31 ± 0,27	0,19 ± 0,26 ns

*: Différence significative entre les deux courses 3min et 6min ($p < 0,05$).

ns : Différence non significative entre les deux courses 3min et 6min ($p < 0,05$).

3-3) Niveau de pente et niveau d'ordonnée à l'origine pour les différents paramètres émotionnels sur les différentes courses.

Les niveaux de pente d'évolution et les niveaux d'ordonnée à l'origine sont résumés dans les tableaux 71 à 74.

Tableau 71 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps des différentes courses de 3 minutes.

PENTE 3min	LIBRE	120%	130%	ANOVA
RPE	0,061 ± 0,031	0,034 ± 0,023	0,023 ± 0,013	a, c
P	-0,023 ± 0,045	-0,032 ± 0,036	-0,031 ± 0,033	ns
CA	0,088 ± 0,062	0,067 ± 0,044	0,054 ± 0,040	ns
EDC	-0,035 ± 0,036	-0,045 ± 0,040	-0,046 ± 0,028	ns
EDA	0,033 ± 0,040	0,041 ± 0,039	0,047 ± 0,031	ns
SC	-0,044 ± 0,039	-0,066 ± 0,026	-0,056 ± 0,022	ns
EDC/RPE	-0,036 ± 0,031	-0,009 ± 0,006	-0,007 ± 0,004	a, c

ns : Différence non significative entre les 3 courses (p<0,05).

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% (p<0,05).

b : Différence significative entre la course de 120% et la course de 130% (p<0,05).

c : Différence significative entre la course libre et la course de 130% (p<0,05).

Tableau 72 : Pente d'évolution des différents paramètres émotionnels par rapport au temps des différentes courses de 6 minutes.

PENTE 6min	LIBRE	120%	130%	ANOVA
RPE	0,061 ± 0,025	0,033 ± 0,021	0,019 ± 0,017	a, c
P	-0,045 ± 0,045	-0,035 ± 0,039	-0,033 ± 0,028	ns
CA	0,10 ± 0,060	0,068 ± 0,052	0,052 ± 0,042	a, c
EDC	-0,055 ± 0,036	-0,039 ± 0,033	-0,039 ± 0,027	ns
EDA	0,069 ± 0,046	0,065 ± 0,039	0,043 ± 0,032	ns
SC	-0,072 ± 0,034	-0,074 ± 0,025	-0,056 ± 0,019	ns
EDC/RPE	-0,019 ± 0,014	- 0,006 ± 0,006	-0,005 ± 0,004	ns

ns : Différence non significative entre les 3 courses (p<0,05).

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% (p<0,05).

b : Différence significative entre la course de 120% et la course de 130% (p<0,05).

c : Différence significative entre la course libre et la course de 130% (p<0,05).

Tableau 73 : Niveau des ordonnées à l'origine pour l'évolution des différents paramètres émotionnels pour les trois courses de 3 minutes.

ORDONNEE 3min	LIBRE	120%	130%	ANOVA
RPE	0,88 ± 1,53	5,16 ± 1,93	6,40 ± 1,42	a, c
P	6,43 ± 4,23	5,10 ± 3,42	5,40 ± 4,12	ns
CA	5,56 ± 4,65	0,066 ± 4,25	1,00 ± 5,11	a, c
EDC	7,52 ± 2,90	6,46 ± 3,03	7,18 ± 3,04	ns
EDA	0,86 ± 2,40	3,16 ± 3,33	2,13 ± 3,30	ns
SC	7,97 ± 3,00	8,53 ± 2,13	9,27 ± 2,06	ns
EDC/RPE	4,20 ± 2,87	1,16 ± 0,69	1,06 ± 0,54	a, c

ns : Différence non significative entre les 3 courses (p<0,05).

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% (p<0,05).

b : Différence significative entre la course de 120% et la course de 130% (p<0,05).

c : Différence significative entre la course libre et la course de 130% (p<0,05).

Tableau 74 : Niveau des ordonnées à l'origine pour l'évolution des différents paramètres émotionnels pour les trois courses de 6 minutes.

ORDONNEE 6min	LIBRE	120%	130%	ANOVA
RPE	2,47 ± 1,65	6,53 ± 1,74	7,50 ± 1,84	a, c
P	6,47 ± 3,73	4,65 ± 3,63	4,45 ± 2,99	ns
CA	-4,0 ± 4,87	1,88 ± 4,50	3,04 ± 4,49	a, c
EDC	7,30 ± 3,44	5,19 ± 2,74	5,54 ± 2,05	ns
EDA	0,325 ± 2,51	3,19 ± 3,67	4,18 ± 3,08	a, c
SC	8,95 ± 2,54	7,61 ± 2,67	6,90 ± 2,16	ns
EDC/RPE	2,14 ± 1,43	0,77 ± 0,53	0,74 ± 0,40	a, c

ns : Différence non significative entre les 3 courses (p<0,05).

a : Différence significative entre la course libre et la course de 120% (p<0,05).

b : Différence significative entre la course de 120% et la course de 130% (p<0,05).

c : Différence significative entre la course libre et la course de 130% (p<0,05).

3-4) Lien entre l'évolution de la vitesse et les paramètres émotionnels.

Les matrices de corrélation entre l'intensité et les paramètres émotionnels sont présentées dans le tableau 75 pour le 3 minutes et le tableau 76 pour le 6 minutes.

Tableau 75 : Matrice de corrélation entre l'évolution de l'intensité et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE pour les trois courses de 3 minutes.

VITESSE 3min	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
LIBRE	0,35*	-0,18 ns	0,29*	-0,17 ns	0,32*	-0,14 ns	-0,22*
120%	0,09 ns	0,01 ns	0,03 ns	-0,17 ns	0,26*	-0,19 ns	-0,13 ns
130%	0,16 ns	-0,40*	0,35*	-0,35*	0,28 ns	-0,39*	-0,33*

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

ns : Corrélation non significative ($p > 0,05$).

Tableau 76 : Matrice de corrélation entre l'évolution de l'intensité et l'évolution de la perception d'effort (RPE), du plaisir (P), de la charge affective (CA), de l'envie de continuer (EDC), de l'envie d'arrêter (EDA), du sentiment de compétence (SC) et du rapport EDC/RPE pour les trois courses de 6 minutes.

VITESSE 6min	RPE	P	CA	EDC	EDA	SC	EDC/RPE
LIBRE	0,25*	-0,16 ns	0,22*	-0,14 ns	0,26*	-0,21 ns	-0,11 ns
120%	0,05 ns	-0,14 ns	0,13 ns	-0,10 ns	0,13 ns	-0,24 ns	-0,05 ns
130%	0,02 ns	0,07 ns	-0,04 ns	0,11 ns	-0,05 ns	0,15 ns	0,10 ns

* : Corrélation significative ($p < 0,05$).

ns : Corrélation non significative ($p > 0,05$).

DISCUSSION

l) Evolution des paramètres émotionnels proposés lors d'exercices incrémentés.

1) Evolution des paramètres émotionnels en fonction de l'intensité.

Nos résultats sont en accord avec les travaux de Garcin et Billat (2001) et Garcin et al. (1998) sur la relation entre la RPE et l'intensité de l'exercice. Ainsi ces auteurs ont montré que la RPE augmentait significativement de façon linéaire au cours d'un test incrémenté.

Des études ont déjà permis de montrer que c'est l'ensemble des modifications physiologiques induites par l'exercice qui entraîne une augmentation linéaire de la perception de l'effort en fonction de l'intensité (Crewe et al., 2008).

Les résultats du test incrémenté révèlent également des corrélations significatives entre l'intensité et les autres paramètres émotionnels du test incrémenté ($p < 0,05$). (Tableau 12b)

Ainsi la RPE, la CA et l'EDA augmentent significativement de façon linéaire entre le début du test alors que le P, l'EDC et le SC diminuent linéairement de manière significative entre le début et la fin du test (Figures 24 et 25).

On pourrait spontanément opposer le plaisir à l'effort et l'envie de continuer à l'envie d'arrêter. Bien évidemment le plaisir et l'envie de continuer diminuent durant l'exercice incrémenté alors que l'effort et l'envie d'arrêter augmentent. Mais il est important de noter que les réponses affectives de valences négatives ne correspondent pas à l'opposé des réponses affectives de valences positives. C'est l'analyse des pentes d'évolution et des ordonnées à l'origine des différents paramètres qui permet d'objectiver cela.

Ainsi, alors que la pente d'évolution et l'ordonnée à l'origine de l'évolution de l'effort en fonction de l'intensité sont respectivement de $1,25 \pm 2,03$ et $-2,98 \pm 5,51$ elles sont de $-0,28 \pm 1,08$ et $7,33 \pm 11,75$ pour le plaisir. De même, la pente et l'ordonnée à l'origine de l'évolution de l'envie d'arrêter en fonction de l'intensité sont respectivement de $0,45 \pm 0,93$ et $-0,49 \pm 9,71$ alors qu'elles sont de $-0,24 \pm 0,98$ et $7,14 \pm 10,69$ pour l'envie de continuer (Tableau 12a).

Ces paramètres correspondent donc à des valences d'évolution inverses (positives vs négatives) mais pas opposées et leur analyse permet un diagnostic de l'état émotionnel du pratiquant durant l'exercice. Ce diagnostic est plus précis grâce à l'analyse des quatre questions que de deux questions uniquement. Car questionner le pratiquant sur ces paramètres de valences d'évolution inverses permet de rendre compte de l'ambivalence à laquelle le pratiquant est confronté durant l'exercice. Car celui-ci est soumis à un dilemme. Gendolla et Richter (2010) expliquent ainsi que le sportif est confronté d'un côté au désir de dépenser suffisamment d'énergie pour être performant et de l'autre du désir d'en conserver suffisamment pour être certain de parvenir au bout de l'épreuve.

De notre côté, nous exprimons ce dilemme en disant que le pratiquant est partagé entre l'envie de continuer pour parvenir à atteindre l'objectif qu'il s'est fixé, et l'envie de s'arrêter du fait de la souffrance ressentie aux intensités élevées (Baron, **Guilloux** et al., 2015). On comprend alors que ces deux paramètres ne sont pas forcément opposés et qu'il est important de questionner l'élève sur ceux-ci plutôt que sur un seul. Un élève peut ainsi avoir un niveau d'envie de continuer relativement élevé avec un niveau

d'arrêter important puisque les raisons de ces envies ne sont pas identiques : le désir de performance d'un côté, la souffrance de l'autre.

C'est l'analyse de l'ensemble des quatre paramètres mesurés qui permet d'estimer ce que nous appelons le niveau de réserve émotionnelle (Baron, **Guilloux** et al., 2015). Un niveau d'effort faible avec beaucoup de plaisir, une envie de continuer importante et une faible envie d'arrêter témoignera d'un haut niveau de réserve émotionnelle. Cela signifie que le pratiquant possède les moyens émotionnels de continuer à l'intensité imposée, voire d'accélérer. C'est typiquement ce que l'on observe en début de test incrémenté. Un haut niveau d'effort avec peu de plaisir, une envie de continuer faible et une envie d'arrêter importante témoigne d'un faible niveau de réserve émotionnelle. Le pratiquant ne possède alors plus les moyens émotionnels de lutter contre les processus psychophysiologiques de la fatigue et l'abandon est proche. C'est ce que l'on observe en fin de test incrémenté (Figures 24, 25 et 26).

Nous suggérons ainsi que l'analyse de ces quatre questions apporte donc une plus-value par rapport à la simple perception de l'effort pour objectiver le niveau de stress psychophysiologique à l'exercice et pour rendre compte des mécanismes ambivalents auxquels le pratiquant est confronté.

Tout comme pour la perception de l'effort, les trois autres questions permettent l'analyse d'une évolution intra-individuelle mais en aucun cas des comparaisons interindividuelles, notamment du fait des différences quant à l'interprétation des questions posées (Delignières, 2000).

2) Relation entre l'évolution de la perception d'effort et les paramètres émotionnels.

Selon Borg (1982) 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* ». De nombreuses recherches ont pu mettre en lumière une forte corrélation de la perception d'effort (RPE) avec l'évolution des variables physiologiques telles que la fréquence cardiaque (Borg, 1961), la consommation d'oxygène (Sargeant et Davies, 1973), la ventilation (Pandolf, 1983) ou bien la lactatémie (Allen et al., 1985).

Les relations entre la perception de l'effort et les paramètres psychologiques font moins consensus. Pour Mercier et al. (2010) il n'existe aucune relation entre les variables psychologiques et la RPE. Ils ont ainsi montré que pour une population d'adolescents obèses et non obèses, l'estime de soi n'influçait en rien la perception d'effort. Si leurs résultats indiquaient une anxiété plus importante et une estime globale de soi plus faible dans la population des adolescents obèses, aucune relation cependant n'avait été observée entre les variables psychologiques et l'effort perçu.

D'autres études au contraire montrent que la difficulté d'effort perçue intègre aussi des paramètres de natures psychologiques et affectives (Rejeski et Ribisl, 1980). Selon Borg et Neely (1992) la perception de l'effort correspondrait à la sollicitation d'un ensemble de systèmes et de processus sensoriels s'intégrant à une perception générale de l'effort, pouvant être modulée par des facteurs émotionnels ou motivationnels. De même, pour Hampson et al. (2001) la sensation globale d'effort mesurée durant l'exercice constitue

la manifestation consciente de l'intégration de ces signaux d'origine psychologique et physiologique.

Nos résultats quant à eux, révèlent des corrélations entre la perception d'effort et les différents paramètres émotionnels lors du test incrémenté (Tableau 13). Même si notre protocole ne permet en rien d'être affirmatif sur ce point, nous ne pensons pas que les paramètres émotionnels influencent la RPE. Il est au contraire plus logique de penser que c'est le niveau de stress psychophysologique induit par l'intensité d'exercice qui influence conjointement le niveau de RPE et des autres paramètres testés.

3) Niveau de VMA et niveau d'implication dans l'effort.

Quel que soit le niveau de VMA atteint, le pattern d'évolution des réponses émotionnelles est le même. Il correspond à une évolution linéaire des paramètres émotionnels d'un haut niveau de réserve émotionnelle au début du test incrémenté vers un faible niveau à la fin du test.

Par contre, nos résultats montrent qu'en fonction du niveau de VMA atteint par l'élève, les niveaux moyens du P, d'EDC, d'EDA, de la CA et du SC sont significativement différents entre chaque groupe de VMA. Seul le niveau d'effort moyen et l'évolution de l'effort restent identique pour tous les groupes de VMA ($p > 0,05$). En d'autre terme sur le test incrémenté, l'effort moyen est le même pour tous les niveaux de VMA tandis que les moyennes des autres paramètres émotionnels sont toutes différentes pour tous les niveaux de VMA (Tableau 14).

En conséquent, les résultats sur le test incrémenté montrent que le groupe d'élève ayant une VMA de 10km/h possède un profil émotionnel qu'on pourrait qualifier de « négatif ». Les résultats nous montrent que pour ces élèves, le plaisir moyen ressenti

durant le test incrémenté est très faible ($1,94 \pm 2,12$), qu'ils ont également un faible sentiment de compétence ($3,37 \pm 2,05$), une grande EDA ($6,55 \pm 2,15$) et un EDC très faible ($2,30 \pm 2,07$) et un rapport EDC/RPE très faible également ($0,54 \pm 0,37$).

A contrario, le groupe d'élève ayant une VMA de 16km/h possède un profil émotionnel qu'on pourrait qualifier de « positif ». Les résultats nous montrent que ces élèves ont éprouvé beaucoup de plaisir lors du test incrémenté ($6,30 \pm 2,77$), qu'ils ont eu une faible EDA ($3,26 \pm 2,33$), une forte EDC ($6,49 \pm 3,46$), un fort SC ($6,50 \pm 1,12$) et un rapport EDC/RPE plus important ($1,72 \pm 1,27$) (Tableau 14).

Mais en réalité, il semble hasardeux de faire ce genre de constatation à partir de l'analyse des valeurs moyennes des paramètres émotionnels. En effet, l'intensité de départ du test incrémenté étant la même pour tous les élèves, les premiers paliers engendrent un plus haut niveau de stress physiologique relatif pour les élèves ayant un faible niveau de VMA que pour ceux ayant un plus haut niveau de VMA.

Ainsi les élèves qui ont une faible VMA éprouvent un plaisir moyen plus faible car ils atteignent très rapidement leur seuil ventilatoire synonyme de déplaisir (Ekkekakis et al., 2005 et Ekkekakis, 2005 et 2009). Il en est de même pour les niveaux moyens de CA, EDC, EDA et SC. Pour eux, le premier palier est déjà un palier bien plus difficile que pour ceux ayant un haut niveau de VMA. Analyser les valeurs des paramètres émotionnels en début et fin de test, c'est à dire au moment de l'abandon, nous semble donc plus propice pour appréhender le niveau d'investissement des élèves que les valeurs moyennes.

Pour le groupe VMA 10 km/h, le fait d'éprouver peu de plaisir, et d'avoir un sentiment de compétence très faible dès le début du test, pourrait indiquer que les élèves ont une

représentation négative de l'intensité, même pour une intensité faible. Dès lors, à l'instar de Beedie et al. (2012) on pourrait émettre l'hypothèse que les élèves investissent un niveau émotionnel très important dès le début de test débouchant alors sur un surplus de dépense énergétique qui les empêcherait de s'investir correctement sur le test et de donner leur vrai potentiel. D'ailleurs, le niveau de charge affective est plus élevé dès le début du test chez le groupe 10km/h que pour le groupe 16km/h ($1,92 \pm 3,21$ vs $-6,14 \pm 2,19$) (Tableau 16).

Lorsque l'on regarde les valeurs de fin (Tableau 15), valeurs qui correspondent au 100% de la course pour les différents paramètres, on peut s'apercevoir que tous les groupes de VMA terminent avec le même niveau de P, de CA, d'EDA et de SC ($p > 0,05$). Seuls les niveaux de la RPE, de l'EDC ainsi que du rapport EDC/RPE sont significativement différents entre les groupes VMA ($p < 0,05$). Ainsi les valeurs de RPE, d'EDC et de EDC/RPE sont significativement plus élevées pour les groupes qui ont une VMA élevées que pour les groupes qui ont une VMA plus faibles (Tableau 15).

En conséquent on peut penser que le niveau de VMA atteint est en relation avec le niveau d'effort consenti et donc le niveau de motivation (Gendolla et Richter, 2010).

On peut également s'apercevoir que seuls les élèves ayant un haut niveau de VMA ont envie de continuer un effort important. En effet, les résultats montrent que pour le groupe de 16km/h lorsque la RPE est de $9,42 \pm 0,78$, l'EDC est de $4,14 \pm 4,48$ tandis que pour le groupe de 10km/h lorsque la RPE est de $7,88 \pm 2,26$, l'EDC est de $1,07 \pm 1,89$. Le niveau d'envie de continuer pour un niveau d'effort donné en fin de test est donc bien plus important pour les élèves ayant un haut niveau de VMA que pour ceux en ayant un faible. Nous émettons alors l'hypothèse selon laquelle le niveau de VMA atteint par les

élèves ne s'explique pas seulement par le niveau de condition physique mais également par le niveau de motivation. D'ailleurs les résultats confirment que le niveau de motivation pour le groupe de VMA de 16km/h est plus élevé que pour le groupe VMA de 10 km/h ($0,44 \pm 0,47$ vs $0,20 \pm 0,37$ ($p < 0,05$)) (Tableau 17). L'idée fréquemment véhiculée selon laquelle un exercice physique occasionne plus d'effort pour les élèves au niveau de condition physique plus faible est largement sujette à caution. Au contraire, nos résultats soutiennent l'idée selon laquelle le niveau d'effort consenti est d'autant plus important que le niveau de performance est élevé. Les élèves ayant un haut niveau de condition physique ne déméritent pas par rapport aux autres, bien au contraire.

Le niveau de plaisir ressenti pour un niveau d'effort donné est par contre bien plus important pour les élèves ayant le plus haut niveau de performance. Nos résultats confortent donc les recommandations officielles indiquant que pour les élèves les plus faibles, il faut en premier lieu faire accepter l'effort pour ensuite permettre de prendre plaisir dans l'effort.

On peut noter également que dans cette étude les élèves réalisaient le test incrémenté collectivement. Ainsi au départ du test l'ensemble des élèves se retrouvent confrontés au même objectif qui est de produire la meilleure performance possible.

De fait, on pourrait penser que cette situation collective interfère sur les niveaux de motivation des élèves. Comme nous l'avons vu Nichols (1984) montre que les individus s'engagent dans une activité sportive pour démontrer à eux-mêmes ou aux autres leurs compétences mais aussi pour masquer leurs incompétences. Ainsi on pourrait penser que les différents comportements liés à la motivation dans cette tâche soient influencés par l'interaction que l'élève possède avec ses pairs. Dans notre condition, le test

incrémenté révèle à l'ensemble des coureurs qui participent à la tâche le niveau de compétence mais aussi d'incompétence de chaque élève.

En d'autre terme, nous pouvons penser, à l'instar de Bandura (1986), que dans cette condition débouchant sur des comparaisons sociales, les élèves qui ont un faible sentiment de compétence auront recours à des stratégies d'évitement, conduisant alors à un effort qui ne correspond pas à leur potentiel, abandonnant par la même rapidement le test. A contrario, nous pouvons aussi penser que les élèves ayant un fort sentiment de compétence ont envie de montrer leur niveau de compétence. D'ailleurs nos résultats montrent (tableau 16) bien le lien entre le niveau de performance et le niveau de sentiment de compétence. Les résultats montrent que les élèves qui débutent avec un faible SC se retrouvent dans un groupe moins performant que les élèves qui débutent avec un fort SC (Tableau 16). Par exemple, nous pouvons voir que les élèves qui démarrent avec un SC de $5,21 \pm 2,38$ se retrouvent dans le groupe VMA 10km/h alors que ceux qui débutent avec un SC de $9,20 \pm 1,30$ se retrouvent dans le groupe VMA 16km/h.

Ainsi, nous pouvons penser que dans cette situation certains élèves refusent consciemment de produire de l'effort pour préserver leur estime personnelle vis-à-vis des autres élèves.

Bien qu'il existe plusieurs théories explicatives sur l'évitement de la tâche, nos résultats conduisent à considérer non pas la nature de la motivation mais bien le niveau d'investissement de la tâche. Ainsi comme nous avons pu le constater, les élèves les moins performants sont ceux qui ont un niveau final de motivation plus faible à l'inverse des élèves qui réussissent mieux le test (Tableau 15).

En résumé, les résultats du test incrémenté ont mis en évidence l'importance de l'analyse des paramètres émotionnels lors d'un test incrémenté. Leurs analyses permettent ainsi d'avoir un diagnostic plus précis du niveau de stress émotionnel en situation incrémentée.

Ces outils revêtent un intérêt important pour comprendre et interpréter le comportement des élèves et plus largement celui du sportif. Dès lors leur utilisation et leur analyse sur des exercices autorégulés devrait permettre une approche novatrice pour tenter de comprendre les processus de régulation de l'allure et de la fatigue.

II) Régulation de l'allure et régulation émotionnelle lors de courses intermittentes.

1) Régulation d'allure et régulation émotionnelle en fonction de difficulté de l'exercice: courses intermittentes de 10 x 60m sur plat, montée et descente.

Cette partie se réfère à l'article Baron, Guilloux et al. (2015) figurant dans la partie annexe.

Performance globale.

Les résultats de cette étude montrent que la performance moyenne lors des courses intermittentes (10 x 60m) exprimée en pourcentage de la vitesse maximale est significativement différente ($p < 0,001$) lors des différentes modalités de course. Dès lors le fait marquant, à l'image des travaux réalisés par Baron et al. (2009), est de voir que la vitesse autorégulée en descente (RED) est significativement plus faible que la vitesse autorégulée sur le plat (REP) (environ -2,2%) bien que la vitesse maximale en descente (EMD) soit plus élevée que dans les autres modalités. De plus la vitesse autorégulée en montée (REM) est significativement légèrement plus importante que celle de la vitesse autorégulée sur le plat (REP) (+0,6%), Ainsi, lorsque la vitesse est exprimée en relatif, les étudiants courent moins vite en descente que sur les autres surfaces (Figure 20).

Baron et al. (2009) expliquent ce résultat à travers la composante excentrique du muscle. Ainsi pour ces auteurs, la course en descente est régulée pour conserver l'homéostasie physiologique. En effet, les sujets régulent leur comportement pour éviter d'endommager les muscles locomoteurs soumis aux contractions excentriques (Mizrahi et al., 2000 ; Peake et al., 2005). Ainsi la vitesse en descente est influencée par les contractions excentriques impliquées dans les mécanismes de rétroaction des mécanorécepteurs qui sont plus actifs pendant les phases de descente.

Dès lors, deux mécanismes pourraient expliquer ce phénomène. Premièrement, il pourrait être expliqué par la prépondérance du contrôle non conscient lorsque des dommages physiologiques importants sont observés (Baron et al., 2009). Ainsi, comme la prise de conscience de la sensation de fatigue est permise par le contrôle subconscient (Saint Clair Gibson et al., 2003), et que ce contrôle fait partie du processus intéroceptif (Herbert et al., 2007) alors que l'organisme subit des dommages physiologiques importants, le contrôle non conscient deviendrait plus important que le contrôle conscient dans le processus de régulation afin de préserver l'organisme. En effet, Baron et al. (2011) montrent que ce contrôle est prépondérant quand il faut ajuster rapidement l'intensité. Les auteurs suggèrent que ça n'est que lorsque l'exercice se prolonge, que le contrôle conscient renforcerait le contrôle subconscient.

Une autre explication serait de s'appuyer sur la théorie de Gendolla et Richter (2010). Pour ces auteurs, l'intensité de l'effort consenti serait proportionnelle à la difficulté perçue de la tâche. Ainsi selon eux l'organisme mobiliserait l'effort nécessaire pour atteindre l'objectif visé. Dans leur théorie de l'intensité de la motivation la variable clé est bien entendu la dimension subjective de la tâche. Ainsi la mobilisation se ferait au regard de la difficulté perçue de l'exercice. D'ailleurs les résultats viennent confirmer cette hypothèse car l'effort est fortement corrélé aux ressources nécessaires pour effectuer la tâche ($p < 0,001$, $r^2 = 0,72$). De plus lors de la course en descente les ressources nécessaires pour la tâche étaient inférieures au niveau de ressources nécessaires pour la montée.

De fait, si pendant la descente les étudiants ont couru moins vite, cela peut s'expliquer par le fait que les étudiants ont perçu cette condition de course comme moins difficile et qu'ils ont donc mobilisé moins d'énergie pour la tâche à accomplir. A l'inverse, la

difficulté de la course en montée étant perçue comme plus importante, le niveau d'effort consenti l'a été également et la vitesse exprimée en pourcentage de la vitesse maximale a été plus élevée. En fait, on peut penser que les conditions de course imposant une part importante aux contractions concentriques influencent la vitesse moyenne des courses intermittentes de par le biais d'une implication émotionnelle plus importante elle-même induite par une perception de difficulté plus importante.

Stratégie de régulation de l'allure.

Les résultats de cette étude montrent que l'intensité diminue significativement ($p < 0,001$) au fil des répétitions sur les modalités de course en montée et sur le plat. La stratégie utilisée correspond ainsi à la stratégie dite décroissante (St Clair Gibson et al., 2006) corroborant ainsi les travaux de Baron et al. (2009) (Figure 20).

Cependant la différence avec les travaux de 2009 se trouve au niveau de la course en descente. En effet, les résultats montrent que la vitesse augmente de façon significative dans notre étude alors que dans les travaux de 2009 la vitesse diminuait décrivant ainsi une stratégie dite « décroissante » (St Clair Gibson et al., 2006). Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les deux premières répétitions ont été réalisées moins rapidement que lors des travaux de 2009. Cela est certainement en lien avec le fait que les courses ont été réalisées dans une descente dont la pente était plus importante que pour les travaux de Baron et al. (2009). Dès lors, le fait que la pente soit plus importante entraînerait les étudiants à courir moins rapidement. Ainsi on pourrait penser qu'au fil des répétitions ils ont donc accentué leur vitesse grâce au modèle de téléoanticipation dans lequel les signaux afférents sont comparés avec les essais précédents (Ulmer, 1996). Ainsi les résultats de l'étude laisseraient penser qu'en condition de descente les étudiants partent moins vite car ils comparent les sensations de « douleur » associées à

la course en descente survenues lors de la familiarisation ou lors des expériences passées.

Stratégie de régulation émotionnelle et motivation.

Les niveaux moyens des paramètres émotionnels témoignent d'un niveau d'investissement plus élevé en montée que sur le plat et moins élevé en descente. (Tableaux 5, 6, 7 et Figure 21).

Ces résultats sont en accord avec Gendolla et Richter (2010) qui ont montré que l'investissement est proportionnel à la difficulté de la tâche, jusqu'à un niveau pour lequel le sujet ne s'investit plus, jugeant que la tâche est devenue trop difficile pour lui. Il semble donc logique que l'investissement soit plus important en montée, que l'on considère comme plus difficile.

Les résultats montrent que le patron de régulation émotionnelle correspond à une évolution linéaire de tous les paramètres émotionnels observés avec le nombre de répétitions dans les trois modalités de course. Ainsi, que ce soit sur le plat, en descente ou en montée, les niveaux de RPE, de l'EDA et de la CA augmentent linéairement entre le début et la fin. Le P, l'EDC et le SC diminuent quant à eux linéairement entre le début et la fin du test (Tableaux 5, 6, 7 et Figure 21).

Si ce résultat ne paraît pas forcément surprenant au premier abord, il ne faut pas oublier que les sujets étaient libres de réguler leur allure et leur investissement comme ils le désiraient. Le fait que les paramètres émotionnels évoluent de façon linéaire est donc tout à fait remarquable. Les sujets ont fait évoluer, consciemment ou non, leur niveau de réserve émotionnelle pour qu'elle passe d'un haut niveau au début des courses intermittentes vers un faible niveau à la fin des tests. Ce comportement constitue donc la

preuve que les sujets régulent leur niveau d'implication émotionnelle durant les tests, afin qu'aucune catastrophe ne survienne avant la fin, conformément à l'hypothèse de Baron et al. (2011).

Sachant que l'évolution est de nature linéaire, notre hypothèse était que l'analyse des paramètres mathématiques de ces droites pouvait permettre d'aller plus loin dans la compréhension du processus de régulation émotionnelle. En conséquence, l'ordonnée à l'origine (OO) (Tableau 10) ainsi que le coefficient directeur (CD) (Tableau 9), ou pente de la droite, constituent deux nouveaux outils que nous avons utilisés pour analyser le processus émotionnel.

Cette analyse permet de mettre en évidence que les pentes d'évolution des paramètres émotionnelles ne sont pas significativement différentes d'une modalité à une autre (Tableau 9). Par contre, les ordonnées à l'origine sont significativement différentes. En d'autre terme, lorsque la modalité de course est changée, le patron de régulation semble rester identique, il est juste translaté vers un niveau inférieur ou supérieur (Tableau 10).

Ainsi lorsque l'on s'intéresse à l'évolution de l'effort, les résultats mettent en évidence que l'ordonnée à l'origine est significativement plus faible pendant la course en descente comparée aux deux autres modalités. Les résultats montrent aussi que dans les conditions de plat et de montée, l'ordonnée à l'origine de l'effort n'est pas différente.

L'analyse des ordonnées à l'origine des autres paramètres émotionnels montre qu'elles sont plus élevées en descente qu'en montée pour le P, l'EDC et le SC et plus basses pour l'EDA et la CA. Ces résultats révèlent un investissement plus important en montée qu'en descente (Gendolla et Richter, 2010). Nous pensons les ordonnées à l'origine des

paramètres émotionnels constituent un outil important et novateur pour estimer le niveau de motivation initial d'un pratiquant à réaliser l'exercice demandé. Des ordonnées à l'origine importantes des paramètres émotionnels de valences négatives (RPE, EDA, CA) et des ordonnées à l'origine faibles pour les paramètres de valence positives (P, EDC) témoignent d'un haut niveau d'implication dans l'effort, et donc d'un haut niveau de motivation. Ensuite, le pratiquant pourrait faire varier la pente d'évolution de ces paramètres pour passer d'un haut niveau de réserve émotionnelle vers un bas niveau afin que l'exercice puisse être maintenu jusqu'à l'arrêt de l'épreuve.

Mais quelle que soit la modalité de pente de course, la pente d'évolution des paramètres émotionnels n'est pas significativement différente. Cela témoigne du fait que le patron de régulation émotionnelle n'est pas influencé par la modalité de la course.

2) Régulation d'allure et régulation émotionnelle lors de courses intermittentes autorégulées et semi-contrôlées.

La partie sur les courses de 3 minutes fait référence à l'article Guilloux et Baron (2015) figurant en annexe.

La performance globale.

Les résultats du test de 3min du groupe TEM montrent qu'il n'y pas d'amélioration de distance ni de vitesse entre les courses du test 1 et 2. En effet, la performance de la deuxième course de 3 minutes (test 2) est significativement non différente de la première course de 3 minutes (test 1).

A contrario, les résultats du test pour le groupe RPE montrent une amélioration significative de la distance et de la vitesse entre les courses du test 1 et 2 alors que le potentiel de performance du groupe RPE est non différent du groupe TEM. En effet, les performances des groupes RPE et TEM sont non significativement différentes lors des tests 1. La performance de la deuxième course du groupe RPE est ainsi améliorée de 14,2% par rapport à la course 1 (Tableau 21).

Pour ce qui est de la performance des groupes TEM et RPE pour les 6 minutes, les résultats vont dans le même sens que pour les courses de 3'. Ainsi le groupe RPE améliore significativement sa performance de 12,5% par rapport au test 1 alors que le groupe TEM n'améliore pas significativement sa performance (Tableau 36).

En conséquent, ce test permet de dire que la méthode utilisée pour le groupe RPE est une méthode efficace pour augmenter la performance sur un temps de course tels que les 3 et 6 minutes. Ainsi le fait d'imposer une perception d'effort minimale au début du test (correspondant au niveau moyen de RPE observé lors du test 1) suffit pour

améliorer la performance des élèves. Dès lors, cela confirme la logique qui montre que lorsqu'un effort plus important est imposé, une performance plus importante est réalisée, à condition que la difficulté demandée ne dépasse pas le niveau jugé comme acceptable par le sujet (Gendolla et Richter, 2010). Nos résultats confirment que le niveau de perception de l'effort imposé en début de test dans notre protocole n'a pas dépassé le niveau jugé comme acceptable par les élèves, ni lors des 3 minutes, ni lors des 6 minutes.

De plus, lorsqu'on analyse la vitesse relative exprimée en pourcentage de la VMA, pour les courses de 3 et 6 minutes du test 1, les résultats montrent que les élèves couraient à une vitesse supra-maximale (Tableaux 21 et 36). Ces résultats montrent bien que la consigne consistant à faire la meilleure performance possible est respectée. Mais, le fait marquant est de voir que les élèves à qui l'on impose un niveau d'implication plus importante lors du test 2 (groupe RPE) sont capables d'augmenter cette vitesse. Cela témoigne du fait qu'il existe donc une discordance entre la représentation du niveau de capacité des élèves et la représentation de la tâche à réaliser (Baron et al., 2011) dans le sens d'une sous-estimation avec la conservation d'un niveau de réserve émotionnelle trop important pour la réalisation d'une performance maximale. Un travail visant à améliorer la prise de conscience du réel niveau de capacité pour une tâche donnée est donc à envisager chez les élèves.

Stratégie de régulation d'allure.

Les résultats nous montrent que les groupes TEM et RPE utilisent la même stratégie de régulation de vitesse pour les deux courses (test 1 et 2) sur les deux courses (3 minutes et 6 minutes). En effet, les résultats indiquent une vitesse constante du départ jusqu'au

75% du temps de course puis indiquent une augmentation de la vitesse entre les 75% et les 100% du temps de course. Cette évolution de la vitesse correspond à une stratégie d'allure constante (St Clair Gibson et al., 2006), cela pour l'ensemble des courses de 3 et 6 minutes (Graphiques 4, 5, 10 et 11).

Ce résultat pourrait s'expliquer à travers l'expérience acquise par les élèves. En effet, durant leur cursus scolaire les élèves ont travaillé principalement la régularité de course.

En EPS, l'enseignement de la régularité de course est un principe transmis depuis déjà plusieurs décennies. L'histoire montre que les enseignants d'EPS se centrent sur cette stratégie pour transmettre un patrimoine athlétique aux élèves.

Comme constaté dans la partie théorique sur les stratégies de régulation de l'allure, la stratégie d'allure constante ou régulière garantit une certaine économie d'énergie et garantit une optimisation de performance. En effet, Gacon et Durand (1983) défendent l'idée qu'on ne peut pas réaliser une performance au maximum de ses possibilités sans avoir recourt à une allure régulière. Ainsi la construction de la régularité en passant par une prise de conscience de la notion d'allure, et par une prise de conscience de changement d'allure est un passage obligé en EPS et cela dès le cycle 3 de l'école primaire. De fait, courir à allure régulière devient le principe fondamental en course permettant ainsi à l'élève de pouvoir courir longtemps.

En effet, Terret (2002) montre que la course régulière dans les pratiques scolaires apparait comme un mythe. L'idée dominante dans la profession est que pour tenir longtemps, il faut apprendre à courir régulièrement. De ce fait, la régularité devient souvent l'objet d'une évaluation, montrant que la course régulière n'est plus un moyen de performance pour parcourir une grande distance mais une fin en soi. On prône ainsi

au niveau scolaire une régularité stricte et l'évaluation de la maîtrise se fait souvent à travers l'appréciation de cette stratégie d'allure constante. Elle constitue une part très importante des contenus d'enseignement. De surcroît, la stratégie d'allure régulière est la plus utilisée dans les cycles en EPS. (Lab, 2007).

Par conséquent si les résultats témoignent d'une stratégie de course régulière, cela est probablement dû à l'expérience passée des élèves en EPS. De plus, l'évolution de l'allure montre que cette stratégie régulière utilisée par les élèves n'est pas la plus efficace. En effet, vu que les élèves sont capables d'améliorer leurs résultats (groupe RPE) et vu que leur réserve émotionnelle est encore importante on peut penser que cette stratégie est non optimale dans une optique de performance. Cette idée est partagée par Lab (2007) pour qui l'allure régulière n'est pas gage d'une performance optimale. Il démontre ainsi que le modèle d'allure régulière fait largement référence dans le domaine scolaire, mais qu'il n'existe aucune relation positive entre régularité et performance. De plus, il est même démontré que lorsque les performances en course de demi-fond s'améliorent, l'indice de régularité tend à régresser (Lab, 2002). Ainsi, les professeurs d'EPS qui proposent la course régulière dans leur enseignement veulent protéger leurs élèves d'une expérience pénible orientant ceux-ci vers des choix inadaptés d'allures. (Terret, 2002).

Le fait que les élèves aient couru à un pourcentage supérieur à leur VMA indique qu'ils étaient bien dans une optique de performance sans pour autant utiliser une stratégie d'allure garantissant la meilleure performance.

Par conséquent, ces résultats vont dans le sens de la théorie de la conservation d'énergie de Gendolla et Richter (2010). En effet, pour ces auteurs dans les conditions de

performance les sujets s'autoréguleraient de manière à conserver l'énergie. Pour eux ce principe de conservation réduirait la probabilité de l'épuisement et permettrait donc l'accomplissement des objectifs tout en faisant preuve de souplesse sur les incertitudes liées à l'épreuve. Pour eux si l'organisme répond toujours avec une intensité maximale, l'accomplissement de l'épreuve serait moins probable car l'organisme serait incapable de réagir aux imprévus.

Dès lors si les élèves ont utilisé cette stratégie c'est probablement pour s'économiser tout au long de l'épreuve. D'ailleurs cette stratégie est caractérisée comme une stratégie de conservation d'énergie. En effet, il est moins coûteux sur le plan biomécanique de maintenir une vitesse constante plutôt que d'adopter une stratégie variable (Di Prampero et al., 1979).

Concernant la régulation de l'allure pour le groupe TEM lors du test 2 du 6 minutes, la vitesse est identique durant toute la course (Figure 41) et l'évolution suit une stratégie de course régulière. Ainsi comme pour les courses de 3 minutes la stratégie adoptée démontre bien que la course régulière est la stratégie acquise par les scolaires. Cependant la différence se fait sur la fin de course avec une accélération non significative. Ainsi l'évolution de la vitesse de la seconde course de 6 minutes pour le groupe TEM, significativement différente du test 1, montre que les élèves n'ont pas effectué d'accélération en fin de course. Cette performance du test 2 de 6 minutes pour le groupe TEM s'accompagne d'une réserve émotionnelle plus importante que pour le test 1. En effet, les niveaux de P, EDC et SC sont significativement plus importants au test 2 ($p < 0,05$) et les niveaux de RPE, CA et EDA sont significativement plus faibles que le test 1 ($p < 0,05$) (Tableau 37).

Lemur (2010) explique que tout au long d'une épreuve de course il existerait un « degré d'incertitude » lié à la connaissance de la distance ou de la durée de la course. De fait, l'interprétation des feedbacks afférents et la continuelle régulation de l'intensité d'exercice sont ainsi sujettes à un niveau d'incertitude qui est d'autant plus grand que la durée de l'épreuve est longue, mais qui se réduit progressivement peu à peu quand le sportif s'approche du point de fin. Etant donné que le rôle des processus de régulation est de prévenir la survenue des perturbations liées à la fatigue, cette incertitude engendrerait le maintien d'une réserve en unités motrices et en énergie tout au long de l'exercice. Dès lors lorsque le sportif s'approche de la ligne d'arrivée, l'incertitude se réduit, de sorte que ces réserves n'ont plus besoin d'être conservées, ce qui permet l'augmentation de la puissance développée. Ceci expliquerait l'accélération finale rapportée par bon nombre d'études scientifiques ayant investigué les stratégies d'allure spontanément adoptées par des athlètes lors d'exercices librement régulés (Noakes et al., 2009 ; Tucker et al., 2006).

Dès lors, si on se réfère à Lemur (2010) on peut émettre l'hypothèse que si les élèves n'ont pas effectué d'accélération de fin de course cela est dû au fait que l'incertitude de la course est encore importante. Cependant, le fait d'avoir déjà effectué une répétition (test 1) laisserait penser que l'incertitude sur la course serait minimisée. Par conséquent on peut émettre une autre hypothèse selon laquelle la stratégie émotionnelle utilisée ne permet pas d'accélérer en fin de course. D'ailleurs lorsque l'on se réfère à la motivation (Tableau 50) on peut voir que les élèves sont autant motivés sur le test 2 de 6 minutes que sur le test 1 de 6 minutes. En conséquent on pourrait penser que si ils n'accélèrent pas c'est qu'ils ne sont pas plus assez motivés pour le faire.

Cependant l'hypothèse la plus probable consiste à dire que lors de la seconde course et en l'absence de nouvelle consigne, les élèves se contentent de ne pas faire une moins bonne performance que lors du test 1. L'analyse des réponses émotionnelles ci-après permettra de vérifier cette dernière hypothèse.

En conséquent, les résultats montrent que les stratégies de régulation d'allure utilisées lors des tests 2 de 3 et 6 minutes sont les même quel que soit le groupe (TEM et RPE) alors que les performances sont différentes. (Figures 27, 28, 41 et 42). De fait si la différence de performance ne s'explique pas au travers la stratégie de régulation de vitesse, l'analyse des paramètres émotionnels peut être plus révélatrice des mécanismes sous-jacents.

Les paramètres émotionnels.

Comme vu précédemment les résultats indiquent que pour le groupe TEM la performance de la deuxième course (test 2) est non significativement différente de la première course (test 1) cela pour les courses de 3 et 6 minutes. Or, la comparaison des paramètres émotionnels montre l'existence d'une réserve émotionnelle plus importante au cours du test 2. En effet, pour les 3 minutes les niveaux moyens d'effort, de CA, de EDA sont significativement plus faibles lors du test 2 que lors du test 1 alors que les niveaux moyens de P, de EDC, et de R qui sont significativement plus élevés au test 2 qu'au test 1 (Tableau 22). Ce phénomène semble se reproduire sur les tests de 6 minutes. En effet pour le groupe TEM lors des 6 minutes la réserve émotionnelle est plus importante au test 2 qu'au test 1. Ainsi comme pour le 3 minutes les niveaux moyens d'effort, de CA, de EDA sont significativement plus faibles au test 2 qu'au test 1 alors que

les niveaux moyens de P, de EDC, et de R sont significativement plus élevés au test 2 qu'au test 1 (Tableau 37).

A ce stade, on peut proposer comme explication à cela que le fait de répéter la course une deuxième fois susciterait chez les élèves un sentiment d'efficacité qui engendrait une augmentation du sentiment de compétence suscitant une augmentation du plaisir et par là même une augmentation du niveau de réserve émotionnelle.

Cependant, il est important de garder à l'esprit que les élèves étaient invités à réaliser la meilleure performance possible au cours des deux courses de trois minutes. Dès lors, si les élèves éprouvent plus de plaisir ils devraient produire une performance meilleure au regard de la modélisation de la régulation d'allure proposée par Baron et al. (2011). Ce n'est pas le cas ici et donc l'explication doit être trouvée ailleurs.

Nos résultats confirment que l'effort est fortement corrélée avec les ressources jugées nécessaires pour effectuer la tâche lors du test 2 ($r^2 = -0,53$ ($p < 0,05$) pour le 3' et $r^2 = -0,81$ ($p < 0,05$) pour le 6 minutes (Tableaux 34 et 49) conformément aux travaux de Gendolla et Richter (2010). Ainsi, nous pensons alors que les élèves se sont moins investis lors de la deuxième course que durant la première, probablement parce qu'ils se sont contentés de faire aussi bien que lors de la première course.

Selon Locke et Latham (1990) la motivation est moins intense si les sujets accomplissent des tâches trop faciles pour eux. On peut envisager que la deuxième course soit considérée comme plus facile pour les élèves, en s'appuyant sur leur expérience de la première course. La tâche étant considérée comme moins difficile, la motivation à la réaliser sera alors moins importante si on se réfère aux travaux de Locke et Latham (1990). D'ailleurs si on regarde le rapport entre l'EDC et la RPE on peut voir que celui-ci

pour les 3 minutes n'est pas significativement différent que lors du test1. (Tableau 35). Ceci confirmerait bien le fait que les élèves du groupe TEM sur le test 2 de 3 minutes sont moins motivés à réaliser la tâche prescrite. En conséquent ce serait une raison pour laquelle les élèves n'améliorent pas leur performance.

On peut aussi penser que les élèves étaient tournés vers une recherche de maîtrise de leur activité plutôt que vers un but de performance. Pour Biddle et Goudas (1994) l'adoption de buts de maîtrise, telle que la maîtrise d'une course de 3 minutes ici par exemple, accroît le plaisir éprouvé.

Le fait de répéter la course une deuxième fois susciterait alors chez les élèves un sentiment d'efficacité qui engendrerait une augmentation du sentiment de compétence suscitant le plaisir.

Dans ce cadre, le sentiment de compétence constitue un exemple d'élément de motivation intrinsèque lié à l'accomplissement (Scanlan et Lewthwaite, 1986).

Dès lors, on pourrait faire l'hypothèse que la représentation individuelle du niveau de performance est développée durant le test 1 et que le niveau d'investissement n'est pas plus important durant le test 2 car le but des élèves réside alors dans la conservation de l'énergie (Gendolla et Richter, 2010) et dans la maîtrise.

Une dernière hypothèse peut être apportée pour expliquer que le niveau de performance ne soit pas amélioré durant le test 2. Ainsi, il est admis que la régulation émotionnelle au cours d'un exercice librement régulé impose une demande énergétique importante utilisant les ressources physiologiques (Lane et al., 2011). On peut penser que la demande énergétique sur la deuxième course imposée par la régulation émotionnelle est moins importante puisque les élèves ont déjà réalisé la même tâche

préalablement. Pour une même quantité totale d'énergie, une part plus importante peut alors être réservée à la course. En d'autres termes, l'énergie servant à la régulation émotionnelle a été diminuée laissant une utilisation énergétique plus importante pour les ressources physiologiques nécessaires pour l'exercice.

Quel que soit le mécanisme sous-jacent, nos résultats montrent que l'enseignant d'EPS doit garder à l'esprit que même lorsqu'une consigne de performance est donnée, le but de maîtrise va certainement être recherché prioritairement au but de performance par les élèves en accord avec la théorie de Gendolla et Richter (2010). Ainsi, confronté au dilemme de dépenser suffisamment d'énergie pour être performant et en conserver suffisamment pour être économe, nos résultats montrent que les élèves s'orientent spontanément vers le but de maîtrise et de l'économie. Les choses sont différentes si une nouvelle consigne, imposant un investissement supplémentaire, est donnée.

Ainsi, pour le groupe RPE, la performance est plus importante lors du test 2 pour les courses de 3 et de 6 minutes, du fait d'un investissement majoré. Ceci se traduit par une réserve émotionnelle plus faible par rapport au test 1. Le fait d'imposer une perception d'effort minimale va bien entendu engendrer une augmentation de l'effort qui passe de $4,94 \pm 1,73$ à $6,37 \pm 1,93$ ($p < 0,05$) pour le 3 minutes et qui passe de $5,43 \pm 1,69$ à $7,08 \pm 1,47$ ($p < 0,05$) pour le 6 minutes, modifiant ainsi la CA qui passe de $0,11 \pm 3,93$ à $1,27 \pm 3,82$ ($p < 0,05$) pour le 3 minutes et qui passe de $1,33 \pm 3,17$ à $2,45 \pm 3,45$ ($p < 0,05$) pour le 6 minutes. Mais cependant les autres paramètres émotionnels sont restés au même niveau que lors du test 1 pour les deux courses. (Tableaux 22 et 37)

Concrètement les élèves ont produit une intensité de course supérieure en consentant à un effort plus important grâce à une motivation plus importante selon Gendolla et Richter (2010).

En effet, Gendolla et Richter (2010) montrent que les ressources ne sont mobilisées que si le succès est possible. Dès lors, pour le groupe RPE, la consigne imposée lors du test 2 de 3 minutes et de 6 minutes n'a pas fait dépasser le potentiel de motivation qui est défini comme l'effort maximum qu'une personne est prête à mobiliser pour atteindre l'objectif visé. Ce potentiel de motivation est déterminé par l'importance de la réussite (Gendolla et Richter, 2010). Dès lors, nous nous sommes attachés également à imposer des perceptions de l'effort plus importantes pour tenter d'estimer à quel niveau la motivation et la performance sont optimales (étude 4 sur l'intensité libre, à 120% de la valeur moyenne de la RPE et 130% de la valeur moyenne de la RPE).

Connaissance de soi.

Les résultats montrent que les élèves ne connaissent pas leur potentiel maximal. Les résultats laisseraient penser ici que la connaissance de leurs capacités à réaliser une course est souvent limitée ou sous-estimée pour les élèves. C'est pour cette raison que la réserve émotionnelle est importante lors de la première course pour chaque durée (tests 1). (Tableaux 22, 25, 26, 37, 40 et 41).

De manière pratique, on peut penser que ce travail de contrôle sur la perception d'effort lors des tests 2 pour le groupe RPE a amené l'élève à reconsidérer son potentiel physique.

Notre expérimentation n'a pas permis de savoir si cela se fait de façon consciente ou non, mais la première course a permis aux élèves de confronter leur propre capacité avec la nature de la tâche à réaliser. A l'issue de cette première course, consciemment ou

non, avec un tel niveau de réserve émotionnelle, y compris en fin de course, l'élève sait qu'il peut se permettre de s'investir plus sans mettre en péril sa capacité à finir la course sans fatigue prématurée. Conformément aux hypothèses de Baron et al. (2011), ce premier test a donc permis d'enrichir la base de données stockée en mémoire et qui permet au pratiquant d'augmenter la connaissance qu'il a de ses capacités à réaliser cette tâche. Lorsqu'on demande à l'élève de courir pour la même durée mais avec un niveau minimum de RPE lors du test 2, il considère qu'il a les capacités nécessaires pour cela et accepte un investissement plus important.

Cependant ce travail n'a pas été suffisant pour que les élèves puissent prendre conscience de leur potentiel maximum vu que leur réserve émotionnelle est encore conséquente et que leur pourcentage d'accélération en fin de course est encore élevé.

Stratégie de régulation émotionnelle.

Les résultats mettent en évidence qu'il existe une évolution linéaire des paramètres émotionnels entre le début et la fin de toutes les courses (Figures 29 à 40 et 43 à 54 et aussi Tableaux 25, 26, 40 et 41) alors que les élèves étaient libres de réguler leur investissement comme ils le souhaitaient. Ainsi, les résultats montrent une évolution linéaire positive pour RPE, EDC, CA et une évolution linéaire négative pour P, EDA et SC, quel que soit le groupe RPE ou TEM.

Par la suite quand l'effort est imposé au début du test 2 des 3 et 6 minutes pour le groupe RPE, ce patron émotionnel semble être juste reproduit pour tous les paramètres émotionnels à l'exception de la RPE, de la CA et du rapport EDC/RPE (Tableaux 25 et 40) Ainsi, lorsqu'on analyse les pentes d'évolution, les résultats montrent que la RPE et CA évoluent moins rapidement lors des tests 2 que lors des tests 1 des 3 et 6 minutes

(Tableaux 29 et 42). En parallèle, les ordonnées à l'origine de ces deux paramètres sont plus élevées lors des tests 2 (Tableaux 31 et 44), tout simplement parce qu'une RPE minimale a été imposée. Cela révèle que dans tous les cas, les élèves modulent les niveaux des ordonnées à l'origine et/ou la pente d'évolution des paramètres émotionnels pour faire en sorte que le niveau de réserve émotionnelle passe d'un haut niveau vers un bas niveau et que ce niveau bas coïncide avec la fin de l'épreuve. Si on augmente expérimentalement le niveau d'ordonnée à l'origine de l'effort, l'élève diminue la pente d'augmentation de ce même paramètre.

Concernant la RPE, ces résultats corroborent les études antérieures de Noakes (2004) et Baldwin et al. (2003). Ce dernier étudiait l'évolution de la perception de l'effort lors d'un exercice de longue durée réalisé à puissance constante jusqu'à l'arrêt volontaire, dans des conditions où les coureurs possédaient des réserves glycoénergétiques différentes. Il a montré que la performance était déterminée par la cinétique de la difficulté d'effort perçue, de sorte que l'exercice est stoppé lorsque le niveau maximal de difficulté d'effort tolérable est atteint. Les résultats de ces travaux ont mis alors en évidence que l'augmentation de la difficulté perçue se traduisait selon un modèle linéaire et qu'elle augmentait significativement plus vite dans la condition où les sujets débutaient avec un stock de glycogène bas, mais aussi qu'aucune différence significative n'était observée en termes de difficulté d'effort perçue au début et à la fin de leurs tests. De leurs côtés Faulkner et al. (2008) et Joseph et al. (2008) ont observé une linéarité entre la RPE et la durée de l'exercice démontrant que l'évolution de la RPE pouvait pendant un travail prolongé être utilisée comme un indicateur sensible de la fatigue.

Concernant le groupe TEM lors des courses de 3 minutes, l'évolution des paramètres émotionnels se fait également de manière linéaire. Les résultats montrent que les ordonnées à l'origine ne sont significativement différentes entre le test 1 et le test 2 des 3 minutes pour aucun paramètre, alors que les pentes sont significativement différentes dans le sens d'une diminution de la réserve émotionnelle moins rapide, sauf pour l'EDA (Tableaux 30 et 32).

Pour le groupe TEM sur les courses de 6 minutes, les résultats montrent que les ordonnées à l'origine sont significativement différentes pour tous les paramètres émotionnels à l'exception pour l'effort, tandis que les pentes d'augmentation ne sont significativement différentes que pour RPE, CA et SC (Tableaux 43 et 45).

Par conséquent, pour le groupe TEM on ne peut pas affirmer que le modèle émotionnel resterait exactement le même dans toutes conditions.

Il nous est difficile d'expliquer ces différences entre les observations faites lors des 3 et 6 minutes sur ce groupe TEM. D'autres expérimentations sont encore nécessaires dans ce sens.

Par conséquent les résultats pour le groupe TEM et RPE montrent que la stratégie de régulation émotionnelle se traduit par une évolution linéaire des paramètres émotionnels. De plus comme les élèves régulaient librement leur intensité et leurs émotions, cela impliquerait que rien ne les obligeait à produire cette stratégie. En conséquent ce phénomène semble être la base la plus importante dans la structure d'une régulation émotionnelle lorsque l'on demande aux élèves de réaliser la meilleure performance possible comme nous l'avons déjà proposé (Baron, **Guilloux** et al., 2015).

A noter que pour les 3 minutes du groupe RPE les élèves s'arrangent pour faire évoluer leurs ressources émotionnelles au même niveau de fin. En effet lorsque nous regardons les valeurs de fin entre le test 1 et 2 (Tableau 25) aucune différence n'est à noter. Ainsi pour les 3 minutes du groupe RPE les élèves terminent sur le même niveau de réserve émotionnelle. Dès lors sur un exercice très court, on pourrait penser que les élèves ne fassent pas évoluer le niveau de fin de réserve émotionnelle mais modifient le niveau d'évolution. Cependant lorsque nous regardons les niveaux de pente d'évolution (Tableau 29), seuls la RPE et la CA sont significativement différents par rapport au test 1 ($p < 0,05$). Dès lors on peut affirmer qu'ils ont modifié l'évolution de l'effort (ce qui est logique par rapport au semi-contrôle de la perception d'effort) ainsi que la CA sans avoir modifié l'évolution de P, EDC, EDA et SC. Dès lors sur un temps court d'effort l'élève s'arrangerait pour faire évoluer l'effort vers un niveau qui serait toujours le même.

Quoi qu'il en soit, les résultats des deux courses (3 minutes et 6 minutes) montrent qu'une « forme globale » du schéma émotionnel correspondrait à une évolution linéaire des paramètres émotionnels durant les deux courses pour les deux groupes et que cette forme globale est reproduite quelle que soit la durée de course.

Ce modèle émotionnel impliquerait une diminution de la réserve émotionnelle alors que les élèves étaient libres de réguler leurs courses comme ils le souhaitaient. De fait, quand il est supposé que chaque individu dispose d'une stratégie de régulation unique optimale (St Clair Gibson et al., 2006), alors on peut émettre l'hypothèse que cela est dû au fait que chacun possède un schéma émotionnel global qui reste le même quel que soit le niveau d'implication pour une durée donnée. Ainsi lors d'une course de 3 minutes et de 6 minutes chez les élèves, ce schéma correspondrait à une augmentation linéaire tout au long de la course. On pourrait alors suggérer que la diminution de la réserve

émotionnelle tout au long des courses participe à l'augmentation de la vitesse entre le début et la fin des courses. On pourrait supposer alors que pendant la course, les élèves comparent leur perception d'effort avec le niveau maximum d'effort qu'ils seraient prêts à mobiliser pour atteindre le but (Ekkekakis et al., 2005). En d'autre terme, la comparaison se ferait entre le niveau de réponse émotionnelle et le niveau consenti d'effort au regard du temps restant de course (Baron et al., 2011). A ce sujet, il existe une relation entre l'effort consenti par le sujet et la difficulté perçue, relation faisant apparaître un niveau optimal de difficulté perçue. D'ailleurs selon Kukla (1972), l'effort consenti croît proportionnellement avec la difficulté perçue, jusqu'à un maximum subjectif au-delà duquel le sujet cesse tout investissement, donc tout effort, car la difficulté semble alors insurmontable. Notons que la position de l'optimum de difficulté perçue dépend également du niveau d'habileté perçue. En d'autres termes, les sujets abandonnent d'autant plus rapidement que leur niveau d'habileté perçue est faible, et inversement (plus l'individu s'estime compétent dans la tâche, plus la position de l'optimum de difficulté est élevée). D'une manière générale, ces résultats suggèrent que la difficulté perçue n'est pas directement liée à la difficulté objective, ni à la performance, mais reflète la quantité de ressources notamment motivationnelle qui a été investie dans la tâche (Delignières, 2004).

3) Régulation d'allure et régulation émotionnelle en fonction de la durée de course.

La stratégie de régulation de l'allure est de type constant dans les 3 premiers quarts du temps avec une augmentation dans le dernier quart pour les courses de 3 et 6 minutes. Pour la course de 15 minutes, les résultats montrent que la régulation de l'allure est irrégulière en forme de « J » (Figure 55), stratégie probablement moins efficace en demi-fond (St Clair-Gibson et al., 2006). On sait que la course de 15 minutes est aujourd'hui une durée de course qui est très peu travaillée dans la scolarité des élèves et par conséquent n'a jamais été véritablement expérimenté par les élèves. Cela explique que la régulation de l'allure soit inefficace. Ainsi pour Ekkekakis et al. (2005) les sujets qui n'ont pas d'expérience dans des épreuves de courses, sont incapables de réguler l'intensité de leurs efforts avec précision.

Un fait marquant de cette étude est que le niveau moyen de réponse émotionnelle durant la course ainsi que le niveau final de réserve émotionnelle sont différents selon la durée du test (Tableau 54). Ainsi, plus la durée du test est importante, plus le niveau de réserve émotionnelle est faible. Ainsi avec l'augmentation de la durée du test, les élèves augmentent significativement leur niveau moyen de RPE, CA et EDA et diminuent significativement leur niveau moyen de P, EDC et SC (Tableau 54).

De plus les niveaux de fin de course sont significativement plus élevés lorsque la durée du test augmente. Ainsi, les niveaux de fin pour la RPE, CA et EDA augmentent significativement tandis que les niveaux de fin pour P, EDC et SC diminuent significativement. (Tableau 55).

Cela n'est pas logique et ça ne correspond pas à ce qui peut être observé chez un sportif de plus haut niveau qui est capable de mettre en parfaite adéquation son niveau

d'investissement et la durée de l'exercice. Ainsi, si on demande à un athlète de haut niveau de réaliser une performance maximale sur ces trois tests, au plus la durée sera courte, au plus son investissement de départ sera important. Il acceptera alors un haut niveau de souffrance pour une faible durée. Au contraire, au plus la durée sera importante, au moins l'investissement de départ sera important. Il acceptera alors un effort moins élevé mais pendant plus longtemps. D'ailleurs c'est ce que montrent Tucker et al. (2006a) dans une étude consacrée à comparer la vitesse de course sur des distances allant du 800m au 10000m lors des records du monde. Ainsi ces auteurs montrent que les athlètes s'investissent plus sur un début de 800m que sur un début de 10000m. Ils montrent ainsi que pour les athlètes de haut niveau plus la distance est courte et plus la vitesse sera importante dès le début de l'épreuve.

Ainsi nous pouvons dire que l'athlète de haut niveau est ainsi pleinement acteur et décideur de son niveau d'engagement en fonction de la durée de l'exercice à réaliser.

Au contraire, nos résultats montrent que chez les élèves, plus l'épreuve est longue, plus la réserve émotionnelle de fin de course est faible. Cela s'explique par le fait que les élèves subissent les effets de la fatigue induite par le temps, au lieu d'en maîtriser et d'en contrôler la survenue par un investissement adapté dès le début de la course.

Pire encore, l'investissement de départ, déterminé par le niveau de RPE, est d'autant plus important que l'est la durée du test à réaliser. Encore une fois, cela peut s'expliquer par la difficulté subjective de la tâche (Gendolla et Richter, 2010) et le fait que pour les élèves, plus la durée d'une épreuve est importante, plus elle leur semble difficile. Mais ils construisent ainsi une représentation complètement erronée et choisissent une stratégie opposée à la logique et à ce qui s'observe chez les experts.

L'analyse des ordonnées à l'origine de l'évolution des paramètres en fonction du temps confirment cette observation. Ainsi, pour la RPE et de la CA, elles sont donc d'autant plus élevées que la durée du test est importante. Par contre les ordonnées à l'origine des autres paramètres émotionnels ne sont pas significativement différentes (Tableau 57).

Concernant les pentes d'évolution des paramètres émotionnels en fonction du temps, celles-ci sont toutes significativement différentes quand on compare les 3 durées de courses (Tableau 56).

La logique voudrait que, au plus la durée d'effort à tenir est importante, au moins les paramètres émotionnels évoluent rapidement vers une diminution de la réserve émotionnelle. En effet, si on part du principe que les élèves contrôlent et maîtrisent leur investissement pour faire en sorte que l'épuisement ne survienne ni trop tôt, ni trop tard, mais au moment de la fin de l'épreuve, ils doivent logiquement faire évoluer leur niveau de réserve émotionnelle vers un niveau bas plus rapidement lors d'une épreuve courte que lors d'une épreuve longue. Les résultats montrent l'inverse. Ainsi, l'effort par exemple évolue plus rapidement vers des niveaux élevés lors du test de 15 minutes que lors du test de 3 minutes. Il en est de même pour tous les paramètres émotionnels qui témoignent donc unanimement que les élèves vont évoluer leur niveau de réserve émotionnelle vers un niveau bas plus rapidement sur les épreuves longues que les épreuves courtes.

L'ensemble de ces résultats nous pousse à formuler l'hypothèse suivante. Les élèves ne sont acteurs de leur régulation émotionnelle que dans la mesure où ils contrôlent l'investissement de départ. Ce contrôle n'est pas effectué de façon logique mais il est sous la dépendance d'une représentation erronée de la tâche à réaliser (Baron et al., 2011 ; Billaut et al., 2011). Ainsi ils considèrent une course de 15 minutes comme plus

difficile qu'une course de 6 minutes qui elle-même l'est plus qu'une course de 3 minutes. Conformément à l'hypothèse de Gendolla et Richter (2010), leur niveau d'investissement de départ est proportionnel à ce niveau de difficulté. Ensuite, durant l'exercice, l'analyse des pentes d'évolution des paramètres émotionnels tend à faire penser que les mécanismes explicatifs de l'évolution des réponses émotionnelles ne sont pas liés à un contrôle des élèves, mais plutôt le fait de l'augmentation du stress physiologique et de la fatigue.

Les élèves ne seraient alors en rien acteurs de leur régulation émotionnelle durant l'exercice mais en subiraient passivement les effets de la fatigue. D'ailleurs, les résultats montrent que plus la durée de course est importante, plus la corrélation entre les paramètres émotionnels et le temps est importante.

Le fait que l'évolution des paramètres émotionnels ne soit corrélée avec l'évolution de l'intensité (à l'exception de la RPE et EDA sur la course de 3 minutes, de la RPE, CA et SC sur la course de 6 minutes) confirme que les mécanismes intéroceptifs ne permettent pas aux élèves de contrôler l'intensité de leur course.

4) Régulation d'allure et régulation émotionnelle en fonction du niveau d'implication.

La performance globale.

Les résultats montrent que les performances entre les courses du 3 minutes libre, du 3 minutes à 120% et du 3 minutes à 130% sont significativement différentes ($p < 0,05$). Cependant les tests post-hoc montrent que les courses de 120% et de 130% ne sont pas différentes ($p > 0,05$). Les élèves ont donc amélioré leur performance de 18,4% lors de la course de 120% par rapport à la course « témoin » (Tableau 63).

De même, les résultats révèlent que sur les courses de 6 minutes, les performances entre les 3 courses de 6 minutes sont significativement différentes. Tout comme pour les courses du 3 minutes, Les tests post-hoc ne montrent également aucune différence ($p > 0,05$) entre le 120% et le 130%. Ainsi les élèves ont amélioré leur performance entre la course libre de 6 minutes, de 120% de 6 minutes. Le gain de distance est de 18,5% par rapport à la course « témoin ». (Tableau 64).

Ainsi le « 120% » de la RPE moyenne observée durant les courses de 3 et 6 minutes à allure libre, semble correspondre au pourcentage optimal permettant d'atteindre la meilleure performance. Imposer 130% au lieu de 120% n'apporte aucun bénéfice supplémentaire en terme de performance.

En ce sens les résultats montreraient que pour des novices, les perceptions moyennes de RPE équivalentes aux valeurs 7 et 8 ($7,35 \pm 1,42$ pour les 3min et $8,61 \pm 0,77$ pour les 6min) seraient des valeurs optimales de performances (Tableaux 65 et 66).

D'ailleurs ces résultats viennent corroborer les travaux de Garcin et al. (1999) sur le temps limite de course. Sur ce sujet Garcin et al. (1999) montrent que les sujets effectuant des courses à une perception située entre les valeurs 14 et 16 (équivalent à 7

et 8 sur l'échelle d'Eston, 1984) maintiendraient leur effort sur une durée de 8 à 6 minutes. L'échelle d'estimation du temps limite (tlim) de course instituée par Garcin et al. (1999) démontrent ainsi qu'au-delà de ces valeurs de perception d'effort les sujets seraient incapables de maintenir leur effort sur le temps de course indiqué. Ainsi on peut penser que les élèves ont su prendre en considération le temps de course pour adapter leur perception d'effort optimale notamment sur l'épreuve du 6 minutes dont les valeurs de RPE coïncident parfaitement avec le temps de course imposé. Cependant le fait de leur accélération en fin de course laisserait penser qu'ils seraient encore capables de faire mieux.

Si cette hypothèse peut s'avérer juste pour les 6 minutes, cette analyse est sujette à caution pour les 3 minutes. En effet, pour les 3 minutes les élèves pourraient encore mieux faire en terme de performance si on se réfère aux travaux sur le tlim, car le niveau de perception globale sur la course ne correspond pas à un temps limite référencée sur l'échelle du « tlim ». En effet, selon Garcin et al. (1999) pour un temps de 3 minutes la perception optimale serait d'une valeur de 9. Ainsi on peut penser que leur réserve énergétique et émotionnelle soit encore importante à 120%, bien qu'on leur ait demandé de faire la meilleure performance possible sur cette course. D'ailleurs le fait de leur accélération en fin d'épreuve vient prouver cette hypothèse.

Cependant le fait que les valeurs pour la course de 3 minutes à 130% ne soient pas significativement différentes de celles de la course à 120% laisserait à penser que les élèves n'ont pas pu déterminer de façon consciente leur valeur optimale de RPE sur le temps de course de 3 minutes. Ainsi il est fort possible que ce soit à travers la lecture des paramètres émotionnels qu'on pourrait trouver une explication à ce phénomène.

D'ailleurs, de par ce fait il serait intéressant de voir comment les élèves régulent leur effort sur ces deux types de course vu qu'ils n'améliorent pas leur performance.

Stratégie de régulation d'allure et stratégie de régulation émotionnelle.

A l'image des études précédentes, les courses libres sont caractérisées par une stratégie de régulation de type régulière, à la fois pour les 3 minutes et 6 minutes (Figures 56 et 57).

Les courses de 3 et 6 minutes réalisées à 120% de la RPE moyenne sont caractérisées quant à elles par une stratégie dite « décroissante » (Saint Clair Gibson et al., 2006). Ainsi on peut s'apercevoir que du début jusqu'au 75% du temps de course l'intensité diminue significativement ($p < 0,05$). Les résultats montrent également qu'une augmentation de la vitesse en fin de course est réalisée (Figures 56 et 57).

On peut spontanément penser à une explication de nature physiologique à cette diminution de la vitesse. Ainsi, cette réduction progressive de l'intensité d'exercice pourrait être reliée à la déplétion du stock de glycogène musculaire (Rauch et al., 2005), qui engendrerait une réduction de l'activité métabolique source de l'apparition de la fatigue musculaire (Abbiss et Laursen, 2005) et/ou d'une défaillance psychologique reliée à l'augmentation de la difficulté d'effort perçue (Neumayr et al., 2004 ; St Clair Gibson et al., 2003).

Dans cette optique Martin et al. (2010) suggèrent que cette stratégie « décroissante » était destinée à préserver la fonction périphérique face aux dommages engendrés par le type d'épreuve. Pour fonder cette hypothèse il s'est appuyé sur un protocole où 12 coureurs ultra-fondeurs expérimentés ont réalisé une épreuve de 24 heures sur tapis

roulant à allure libre, avec pour objectif de réaliser la meilleure performance possible. Les résultats ont révélé une baisse progressive de la vitesse tout au long de l'épreuve.

Il faut aussi garder à l'esprit que cette stratégie correspond à celle qui est considérée comme étant la plus efficace pour des courses de demi-fond comme celles que les élèves doivent réaliser (Sandals et al., 2006). Elles consistent en un départ relativement rapide à la suite duquel une diminution de la vitesse est observée du fait de la fatigue induite. Si elle est jugée efficace pour ce type d'exercice, elle est aussi difficile à maîtriser car une surestimation de l'intensité de départ engendrerait une diminution beaucoup plus nette de la vitesse qui serait néfaste en terme de performance. La consigne qui a consisté à demander aux élèves de commencer leur course à une RPE correspondant à 120% de la RPE moyenne observée lors de la course librement régulée semble être le compromis idéal. Cela leur a permis d'adopter une stratégie identique à celle des experts pour ce type d'exercice de demi-fond, alors que la stratégie qu'ils adoptent spontanément lors de la course librement régulée est le fait d'une méconnaissance de leurs propres capacités ou de la tâche qui leur est demandée. Le fait qu'ils puissent accélérer en fin de course confirme que la diminution de vitesse observée durant la première partie de course n'est pas engendrée par une fatigue excessive. La stratégie engendrée par la consigne peut donc être considérée comme optimale pour ces élèves.

Les différentes courses du protocole n'ont pas été réalisées dans un ordre randomisé dans cette étude pour des raisons de faisabilité. Après la course à intensité librement régulée et la course à 120%, les élèves ont donc courus la course à 130%.

Le fait marquant est de voir que la stratégie de régulation à 130% correspond à une stratégie régulière, comme lors de la course librement régulée en non décroissante comme lors de la course à 120%. Ces 130% constituent certainement la limite à ne pas

dépasser chez ces élèves. En effet, la performance n'augmente plus entre 120 et 130% et la pente d'augmentation de la RPE durant la course est si faible qu'on peut envisager qu'une intensité supérieure aurait induite un désengagement des élèves (Gendolla et Richter, 2010). On peut donc poser l'hypothèse que les élèves ont pu expérimenter leurs réelles capacités lors de la course à 120%. Ensuite, lors de la course à 130%, ils se sont contentés de reproduire la même performance, avec un but de maîtrise et non de performance. Nous pensons que c'est ce qui peut expliquer que l'allure est constante lors de cette course.

Comme dans les expérimentations précédentes, les résultats montrent que les paramètres émotionnels évoluent de façon linéaire avec le temps (Tableaux 67 et 68). La question soulevée dans l'étude précédente était de savoir si cela était réellement un facteur en faveur d'un contrôle actif de la régulation émotionnelle par l'élève ou pas. Nous avons alors fait courir les élèves en leur demandant une performance maximale sur les courses de 3, 6 et 15 minutes. Les résultats témoignaient du fait que la dérive des paramètres émotionnels étaient peut-être tout simplement induite par l'augmentation du stress physiologique lié à la fatigue plutôt qu'un processus contrôlé par l'élève. En effet, les pentes d'augmentation de la RPE par exemple étaient d'autant plus élevées que la durée du test était importante. Alors même que les élèves pouvaient réguler leur allure et leur investissement, ils faisaient varier de façon totalement illogique leur niveau de réserve émotionnelle d'un niveau haut vers un niveau faible d'autant plus rapidement que la durée à tenir était importante.

A l'opposé, dans cette expérimentation, qui consiste à faire varier l'investissement de départ, les élèves réagissent logiquement à cette contrainte. Ainsi, les pentes d'augmentation de la RPE sont d'autant plus faibles que l'intensité de départ est

importante (Tableaux 71 et 72). Cela leur permet de répartir correctement leurs ressources psychophysiologiques afin que la fatigue ne survienne ni trop tôt, ni trop tard (Baron et al., 2011).

En fait, l'apport des résultats de cette expérimentation tend à montrer que les élèves sont certainement à peu près capables de réguler efficacement leur niveau d'investissement afin de réguler leurs ressources. Par contre, la représentation qu'ils ont de la tâche à réaliser n'est certainement pas fiable ou pas précise, par manque d'expérience. C'est la raison pour laquelle les comparaisons des régulations émotionnelles lors des 3, 6 et 15 minutes révèlent des comportements illogiques. Puisque réguler son allure revient à mettre en adéquation la représentation de ses propres ressources avec la représentation de la tâche à réaliser, si cette dernière n'est pas juste, la régulation n'est pas optimale.

Cette expérimentation confirme que le processus de régulation spontanément adopté par les élèves n'est pas optimal puisque, encore une fois, la performance est augmentée lorsqu'une intensité de départ plus importante est imposée. Elle ne permet pas de savoir si le problème réside plus dans la représentation de la tâche ou dans celle des capacités. Elle montre par contre que l'élève a suffisamment confiance en ses capacités pour accepter la consigne expérimentale de l'enseignant, à savoir de prendre un départ plus rapide. N'oublions pas que le sujet ne s'engage que s'il croit en ses chances de réussite et que l'enjeu en vaut la peine (Gendolla et Richter, 2010). Chez nos élèves, à la fois pour les 3 minutes et les 6 minutes, 120% semble être le pourcentage optimal puisqu'à 130% la performance n'est plus augmentée et la pente d'augmentation de la RPE est si faible qu'on peut imaginer qu'à un pourcentage plus élevée elle diminuera du fait d'un désengagement de l'élève.

III) Liens entre l'évolution de la vitesse de course et les paramètres émotionnels.

En regardant les corrélations entre l'intensité et l'évolution des paramètres émotionnels pour les groupe REP et TEM au cours des tests de 3 et 6 minutes, c'est l'effort qui est le plus souvent corrélé avec l'intensité à l'exception du test 2 du groupe RPE (Tableaux 23, 24, 38, 39, 58, 75 et 77).

Cette corrélation ne semble pas surprenante au regard des travaux de Garcin et Billat (2001). Dans tous les cas, il est important de noter que lorsque des corrélations significatives existent, elles sont très faibles. Il semble donc difficile voir hasardeux d'essayer d'en tirer des conclusions quant aux mécanismes sous-jacents.

L'absence de corrélation ou leur faible niveau n'est pas nécessairement surprenant au regard des deux mécanismes de contrôles de l'intensité proposés dans le modèle du gouverneur central.

Baron et al. (2009) estiment que pour les exercices de courte durée, le niveau de contrôle non conscient reste prépondérant par rapport au contrôle conscient et qu'il faut que la durée s'allonge pour trouver des corrélations entre l'intensité et les paramètres émotionnels. Les résultats de notre étude tendent à montrer qu'une durée de 15 minutes est insuffisante pour observer cette corrélation entre les paramètres émotionnels et l'intensité.

D'un autre coté lorsque l'on s'intéresse de la relation temps de course et évolution des paramètres émotionnels, la corrélation devient significative pour tous les groupes et toutes les courses (Tableaux 27, 28, 46, 47et 59). Ceci montre alors que le temps est une variable de la régulation émotionnelle pour les courses autorégulées. Cela est conforme

au modèle proposé par Baron et al. (2011) qui proposent que le coureur adapte son implication en confrontant l'estimation du temps qu'il considère pouvoir tenir à l'intensité sélectionnée avec le temps restante avant la fin de l'épreuve.

La régulation émotionnelle se ferait par l'analyse cérébrale de cette représentation par téléoanticipation (Ulmer, 1996). D'ailleurs Tucker et al. (2006) montrent que le niveau de RPE est fixé par le cerveau au début de l'exercice, et le temps-limite d'exercice par la cinétique de son augmentation pour atteindre une valeur maximale tolérable. Cette évolution programmée de la difficulté d'effort consenti serait générée à partir de l'expérience passée du sujet et de sa connaissance de la durée d'exercice à réaliser (Baron et al., 2011).

Dès lors tout comme la régulation de l'effort, le niveau des états émotionnels par l'intermédiaire du traitement cortical serait anticipé et modulé selon la variable du temps d'exercice. Ainsi à l'instar de Baron et al. (2011), l'élève compare l'état psychophysologique imposé par la puissance sélectionnée à la durée de l'effort à effectuer pour moduler son processus émotionnel.

IV) Estimation du niveau de motivation à poursuivre l'exercice fatigant.

Gendolla et Richter (2010) se sont attachés à proposer un outil facilement et directement utilisable dans le milieu sportif pour estimer la motivation. Elliot (2006) définit cette dernière comme le processus qui détermine la direction et l'intensité de la réaction comportementale. Selon Gendolla et Richter (2010), le paramètre rendant compte le plus simplement et justement de son niveau correspondrait à l'effort consenti (RPE). De même, pour Cury et Sarrazin (2000) « *l'effort est considéré comme un indicateur comportemental de la motivation et traduit l'intensité avec laquelle les ressources énergétiques et psychologiques sont mises à contribution* ».

Si le fait de considérer le niveau d'effort comme une représentation du niveau de motivation à poursuivre un exercice fatigant nous semble valable dans certaines conditions, elle nous semble inadéquate pour les exercices de nature rectangulaire ou lorsque l'intensité est autorégulée. Dès lors nous avons proposé et utilisé d'autres outils et méthodes prenant en considération à la fois l'effort, mais également le plaisir, l'envie de continuer et l'envie d'arrêter durant l'exercice réalisé.

Nos résultats confirment que la perception de l'effort augmente avec le niveau de stress physiologique induit par l'exercice. En effet, tous nos résultats montrent une augmentation significative de la perception de l'effort dans chaque condition expérimentale ($p < 0,05$).

Ainsi au cours du test incrémenté (Figure 24) la perception de l'effort passe de $2,86 \pm 1,57$ à $9,42 \pm 0,78$ ($p < 0,05$).

Concernant les sprints en montée la perception de l'effort est passée de $3,4 \pm 1,9$ à $9,1 \pm 0,9$. Pour la descente, la perception d'effort est passée de $1,8 \pm 1,2$ à $8,1 \pm 1,1$, tandis que sur le plat elle est passée de $3,4 \pm 1,4$ à $9,1 \pm 0,9$ (Tableaux 5, 6 et 7).

Lors des exercices intermittents, pour les 3 minutes (Tableaux 25 et 26) lors du test 1 elle passe de $2,60 \pm 1,71$ à $7,11 \pm 2,18$ pour le groupe RPE et de $2,05 \pm 1,61$ à $5,19 \pm 2,74$ pour le groupe TEM. Lors des tests 2 de 3 minutes la perception d'effort passe de $5,18 \pm 1,56$ à $7,51 \pm 2,25$ pour le groupe RPE et passe de $2,00 \pm 1,64$ à $3,91 \pm 2,33$ pour le groupe TEM.

Pour les exercices intermittents de 6 minutes (Tableaux 40 et 41) la perception d'effort passe de $3,03 \pm 1,61$ à $7,35 \pm 2,15$ pour le groupe RPE et passe de $2,53 \pm 1,38$ à $6,85 \pm 2,43$ pour le groupe TEM. Lors des tests 2 de 3 minutes la RPE passe de $5,81 \pm 1,46$ à $8,2 \pm 2,04$ pour le groupe RPE et passe de $1,83 \pm 1,12$ à $5,30 \pm 2,32$ pour le groupe TEM. Concernant les 15 minutes (Tableau 55) la perception de l'effort passe de $3,58 \pm 1,49$ à $8,60 \pm 1,79$.

Ces résultats confortent notre volonté à proposer un ou plusieurs paramètres alternatifs au niveau d'effort consenti afin d'estimer le niveau de motivation au cours d'exercices induisant un niveau croissant de stress physiologique. Ainsi, il nous semble totalement inexacte d'envisager que la motivation augmente lorsque le niveau de stress augmente.

En conséquent, l'évolution du paramètre proposé doit rendre compte de l'évolution attendue logiquement pour la motivation, à savoir une diminution lorsque la fatigue apparaît. C'est en tout cas ce qui ressort des discussions avec les élèves. Ils nous répondent tous qu'ils sont d'autant moins motivés que l'effort est plus difficile, même lorsque la fin de l'exercice est proche. Cela pourrait être différent avec des sportifs de haut niveau. Notre discussion et nos conclusions se limitent donc ici à notre population d'élèves en cours d'EPS.

Une évolution dans cette direction est observée dans nos études pour le plaisir et l'envie de continuer à la fois lors du test incrémenté (Figure 25), des tests de sprints intermittents sur plat (Tableau 6), en montée (Tableau 5) et en descente (Tableau 7), et lors des tests de courses intermittentes de 3, 6 et 15 minutes (Tableaux 25, 26, 40 et 41). Cependant, il ne suffit pas que les valeurs du paramètre proposé diminuent avec le temps pour qu'ils représentent nécessairement le niveau de motivation. Pour cela il faut également que le paramètre représente le plus justement possible ce qu'est la motivation à poursuivre un exercice fatigant. Il faut donc que l'outil symbolise au mieux le processus qui détermine la direction et l'intensité de la réaction comportementale (Gendolla et Richter, 2010).

Dés lors, concernant le plaisir ressenti, on peut raisonnablement poser l'hypothèse que lorsque la motivation est importante, le plaisir l'est aussi, et inversement. Cet argument nous encourage à considérer le plaisir comme un paramètre à retenir pour essayer à estimer le niveau de motivation.

Ainsi nos résultats montrent que le plaisir des élèves passe d'un niveau de $5,64 \pm 3,26$ au début de l'exercice incrémenté à $2,57 \pm 3,59$ au dernier palier complété (Figure 25). Concernant les sprints en montée le plaisir est passé de $6,4 \pm 2,6$ à $1,2 \pm 1,0$. Lors de la descente il est passé de $7,1 \pm 2,3$ à $2,2 \pm 1,3$, tandis que sur le plat le plaisir passe de $6,9 \pm 1,5$ à $2,1 \pm 1,5$ (Tableaux 5, 6 et 7).

Lors des exercices intermittents pour les 3 minutes lors du test 1 le plaisir passe de $6,08 \pm 3,65$ à $3,46 \pm 2,73$ pour le groupe RPE et passe de $8,00 \pm 2,82$ à $5,89 \pm 3,23$ pour le groupe TEM. Lors des tests 2 de 3 minutes celui-ci passe de $6,63 \pm 4,02$ à $3,65 \pm 3,13$ pour le groupe RPE et passe de $8,41 \pm 2,62$ à $7,07 \pm 3,00$ pour le groupe TEM (Tableaux 25 et 26)

Pour les exercices intermittents de 6 minutes (Tableaux 40 et 41) le plaisir du test 1 passe de $5,75 \pm 2,92$ à $2,28 \pm 2,70$ pour le groupe RPE et passe de $7,33 \pm 2,75$ à $4,26 \pm 3,00$ pour le groupe TEM. Lors des tests 2 de 6 minutes le plaisir passe de $6,18 \pm 3,13$ à $3,28 \pm 3,22$ pour le groupe RPE et passe de $8,42 \pm 2,59$ à $5,71 \pm 3,11$ pour le groupe TEM. Concernant les 15 minutes (Tableau 55) le plaisir passe de $6,82 \pm 2,74$ à $2,48 \pm 2,60$.

Cependant un pratiquant peut également être capable de poursuivre un exercice fatigant alors que son niveau de plaisir est descendu à un niveau très faible, voire nul, justement parce qu'il est motivé. Il fait alors le choix de supporter un très haut niveau d'effort, avec très peu de plaisir. Nous ne retenons donc pas le plaisir comme un bon indicateur du niveau de motivation, même si celui-ci l'influence certainement.

L'envie de continuer quant à elle passe d'un niveau de $5,93 \pm 3,14$ au début de l'exercice incrémenté à $4,10 \pm 3,34$ au dernier palier complété (Figure 25). Concernant les sprints en montée l'EDC est passée de $7,4 \pm 2,3$ à $1,7 \pm 1,3$. Lors de la descente elle est passée de $8,0 \pm 1,3$ à $2,6 \pm 1,0$, tandis que sur le plat l'EDC passe de $7,4 \pm 1,7$ à $1,5 \pm 1,6$. (Tableaux 5, 6 et 7).

Lors d'exercices intermittents pour les 3 minutes (Tableaux 25 et 26) lors du test 1 l'EDC passe de $6,76 \pm 3,27$ à $3,11 \pm 2,61$ pour le groupe RPE et passe de $8,58 \pm 2,27$ à $5,98 \pm 3,25$ pour le groupe TEM. Lors des tests 2 de 3 minutes celle-ci passe de $6,98 \pm 3,90$ à $3,80 \pm 3,29$ pour le groupe RPE et passe de $9,16 \pm 1,42$ à $7,55 \pm 2,66$ pour le groupe TEM.

Pour les exercices intermittents de 6 minutes (Tableaux 40 et 41) l'EDC passe de $6,23 \pm 3,02$ à $2,83 \pm 3,01$ pour le groupe RPE et passe de $7,87 \pm 2,20$ à $4,08 \pm 3,09$ pour le groupe TEM. Lors des tests 2 de 6 minutes l'EDC passe de $6,65 \pm 2,86$ à $3,03 \pm 3,22$ pour

le groupe RPE et passe de $9,00 \pm 1,57$ à $5,82 \pm 3,11$ pour le groupe TEM. Concernant les 15 minutes, l'EDC passe de $7,44 \pm 1,98$ à $2,39 \pm 2,58$ (Tableau 55).

Ainsi comme pour le plaisir, l'EDC répond donc positivement à la première condition nécessaire pour représenter le niveau de motivation. Il symbolise donc bien la direction et l'énergie du comportement et peut donc être considéré comme un paramètre permettant de renseigner du niveau de motivation à poursuivre l'exercice fatigant du sportif.

Ainsi l'analyse comparative du niveau de motivation en fonction du niveau de forme d'un pratiquant peut nous être très utile pour déterminer la meilleure méthode permettant d'estimer le niveau de motivation à s'investir dans un exercice fatigant. On imagine spontanément qu'un sportif de haut niveau souffre moins qu'un sujet de moindre niveau puisqu'il est entraîné. Ce serait alors beaucoup plus facile pour lui et le niveau d'effort moindre. Si on y réfléchit bien, on se rend compte que c'est une erreur. Cette erreur vient du fait que lorsqu'on fait courir un athlète de haut niveau à la même intensité absolue et même relative qu'un pratiquant de niveau plus faible, le niveau de perception de l'effort du sportif entraîné est souvent bien plus faible. Il n'y a alors qu'un pas pour en conclure que le sportif de haut niveau souffre moins à l'exercice que le pratiquant moyen.

Mais, de la même façon qu'un sportif de haut niveau court plus vite qu'un pratiquant lambda car ses systèmes physiologiques sont plus performants, son niveau d'acceptation de l'effort est également plus important. C'est bien la raison pour laquelle les recommandations en EPS consistent à faire accepter l'effort à l'élève dans un premier temps pour ensuite parvenir à lui faire apprécier (Garcin, 2002 ; Delignières, 2000).

On sait par ailleurs que lors d'un syndrome de surentraînement, le sportif ne sera pas capable de s'impliquer autant dans l'effort. Son niveau de performance ne sera pas aussi élevé qu'à l'habitude, pas seulement car son organisme est désadapté à l'exercice mais parce que son envie sera diminuée. Les questionnaires de surentraînement de la Société de Médecine du Sport intègrent d'ailleurs cela (Brun, 2003) et on sait que les paramètres perceptifs objectivent un début de surentraînement de façon plus précoce que les marqueurs physiologiques qui sont plus robustes à ce syndrome (Brun, 2003). La méthode de Foster consistant à calculer la charge d'entraînement en faisant le produit de la durée de l'exercice par l'effort perçu est à ce titre considérée comme une méthode efficace pour objectiver les effets émotionnels de la charge d'entraînement (Foster et al., 2004).

En s'appuyant sur ce principe selon lequel le niveau d'investissement dans l'effort est en lien avec le niveau de motivation, Baron et al. (2010, 2011, 2012 et 2015) proposent de déterminer le niveau d'acceptation de la charge affective. Selon eux, un pratiquant peu motivé supportera un faible niveau d'acceptation et ce dernier sera plus important lorsque le niveau de motivation est augmenté. Afin de rendre compte de ce niveau d'acceptation de la charge affective nous avons calculé le rapport entre l'envie de continuer et la charge affective. En effet, « accepter » un certain niveau de charge affective sous-entend « avoir envie de continuer » pour ce niveau de charge affective. Ainsi pour un faible niveau de motivation, le pratiquant aura peu d'envie de continuer pour un certain niveau de charge affective alors que pour un niveau de motivation plus élevé il aura plus envie de continuer pour ce même niveau de charge affective.

Par conséquent nous avons également et plus simplement vérifié si le niveau d'acceptation de l'effort pouvait être un paramètre efficace pour estimer le niveau de

motivation à poursuivre un exercice fatigant. Nous avons donc calculé le rapport entre l'envie de continuer et l'effort perçu (EDC/RPE).

Ainsi nos résultats montrent que lorsque l'on calcule ce rapport sur la fin du test incrémenté, on peut s'apercevoir que le groupe de 16km/h est plus motivé que le groupe de 10km/h ($0,44 \pm 0,47$ vs $0,20 \pm 0,37$ ($p < 0,05$)) (Tableau 17 et Figure 26). Permettant ainsi de confirmer l'hypothèse selon laquelle le niveau atteint de VMA dépend du niveau de motivation sur le test.

Concernant nos travaux de 2015, l'analyse sur le processus motivationnel via la théorie de Gendolla et Richter (2010) envisageait une motivation plus importante en montée que sur les autres modalités de course car le niveau d'effort fourni était supérieur aux autres modalités de course. Cependant l'envie de continuer cet effort en montée s'avère faible. Ainsi lorsque nous calculons le rapport entre l'EDC et la RPE pour toutes les modalités de course (0,18 en montée ; 0,32 en descente ; 0,16 sur le plat) il s'avère que la motivation la plus importante se trouve en descente.

Ceci expliquerait parfaitement le fait que le sportif peut accomplir un effort important sans pour autant éprouver une grande motivation, mais permet de dire également que la motivation ne suffit pas pour prétendre à une meilleure performance.

Sur l'étude comparative entre les 3/6/15 (Tableaux 54 et 55), le niveau de motivation calculé à partir du rapport EDC/RPE permet de dire en effet que les élèves sont effectivement plus motivés sur le temps de course de 3 minutes et moins motivés sur le 15 minutes. En effet, le rapport montre que sur les 3 minutes la motivation est de $2,19 \pm 2,49$; que sur les 6 minutes la motivation est de $0,84 \pm 0,85$; que sur les 15 minutes la

motivation est de $0,34 \pm 0,40$. Cela correspond bien à ce que les élèves expriment à ce sujet. Ainsi, quand on discute avec eux, ils nous disent spontanément qu'ils se sentent largement moins motivés par les courses de demi-fond long que par les courses plus courtes.

Concernant les études de 3 minutes et de 6 minutes (Tableaux 35 et 50 et Figures 31, 34, 37, 40, 45, 48, 51 et 54) les niveaux de motivation montrent que le groupe RPE est moins motivé lors du test 2 ($1,90 \pm 1,40$ vs $1,0 \pm 0,61$ pour le 3 minutes et $1,12 \pm 0,70$ vs $0,77 \pm 0,47$ ($p < 0,05$)). Cela est certainement dû au fait que les élèves étaient sur un investissement encore plus important et aussi par le fait qu'on contrôlait leur investissement (Ekkekakis et al., 2009). Cela laisse également penser que dans cette condition, la prescription de l'effort était proche de la limite au-delà de laquelle les élèves se seraient désinvestis (Gendolla et Richter, 2010).

Concernant le groupe TEM l'analyse montre que c'est l'inverse qui se produit à savoir les élèves sont plus motivés lors du test 2 pour 6 minutes ($2,14 \pm 1,51$ vs $3,41 \pm 1,89$). Ainsi ces résultats confirment l'analyse qui a été faite sur le groupe TEM lors pour la course de 6 minutes à travers le fait qu'ils sont plus motivés car ils ont déjà vécu l'expérience, et leur sentiment de compétence a été amélioré.

Par conséquent il s'avère que grâce à l'utilisation du rapport EDC/RPE, nos analyses peuvent être envisagées sous un autre angle. Nous pensons que ce rapport constitue un bon reflet du niveau de motivation. Les conclusions que nous pouvons déduire de l'analyse de ce rapport dans les différentes conditions expérimentales que nous avons mises en place dans ce travail de thèse sont parfois contraires à celles issues de

l'hypothèse d'autres auteurs préconisant l'utilisation de l'effort (Cury et Sarrazin, 2000 ; Gendolla et Richter, 2010) . Nos résultats et notre proposition sont à remettre en perspective par rapport au concept général de la motivation.

Selon Bandura (1993) la motivation englobe les diverses classes d'événements qui stimulent un individu à passer à l'action. En d'autres termes on peut caractériser la motivation comme un ensemble de causes conscientes ou inconscientes, qui sont à l'origine du comportement individuel. Dans ce cadre, l'effort semble être un indice fiable de la motivation. Ainsi, en acceptant la consigne de courir à des niveaux de RPE plus élevés que lors des tests à allure librement régulée dans les différentes conditions expérimentales, les élèves adoptent un comportement qui consiste à courir plus vite.

Il ne faut pas oublier que nos résultats confirment que ce comportement est lié à la difficulté subjective de la tâche en adéquation à partir du moment où celle-ci est jugée réalisable et si elle en vaut la peine (Gendolla et Richter, 2010). Mais ne peut-on pas s'investir avec intensité dans une tâche parce qu'on juge que cela en vaut la peine et que c'est réalisable sans en avoir réellement envie ? Les élèves s'investissent par exemple avec plus d'intensité dans les courses longues que les courses courtes puisque l'effort consenti y est plus important alors qu'ils nous disent être moins motivés par ces exercices. Cela paraît être illogique.

Si on reprend la définition de Vallerand et Thill (1993), ces auteurs considèrent la motivation comme un construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes qui permettent le déclenchement de l'action, l'orientation de celle-ci, mais également l'intensité et la persistance du comportement (Vallerand et Thill, 1993).

Nous pensons que le niveau de RPE reflète bien l'intensité du comportement dans le sens où il représente la motivation nécessaire pour poursuivre l'exercice réalisé, y compris dans des conditions de fatigue. Mais comment pourrait-on affirmer que les élèves dont le niveau de RPE est plus important à la fin d'un exercice de 3, de 6, ou de 15 minutes sont plus motivés qu'au début de l'effort ? Il est bien évident que c'est le contraire. Ce qui est exact par contre, c'est que du fait de la fatigue apparaissant au fil du temps, la motivation nécessaire pour poursuivre doit être de plus en plus importante dans le sens où les réserves motivationnelles doivent être de plus en plus sollicitées.

Nous pensons que l'EDC et de rapport EDC/RPE quant à eux correspondent à l'envie de s'engager réellement dans l'action. Ainsi, les élèves mobilisent d'autant plus d'effort que la durée de course est importante car cela leur paraît plus difficile, mais ils s'y engagent avec moins de volonté, moins de conviction. En d'autres termes, ils y vont plus « à reculons ».

La diminution de ces paramètres présage de l'abandon des élèves à poursuivre l'exercice puisqu'elles témoignent du niveau de réserve motivationnelle. Les niveaux les plus faibles coïncident avec la fin de l'exercice dans toutes les conditions expérimentales.

Nous pensons même que leur diminution présage de l'abandon des élèves durant un exercice mené jusqu'à épuisement. En ce sens, ils renseignent sur la persistance de l'action.

Même si notre protocole ne permet pas de le confirmer, nous pensons que répéter des exercices occasionnant des faibles niveaux d'EDC et de rapport EDC/RPE risque d'engendrer un désengagement des pratiquant en puisant dans les réserves motivationnelles (Baron et al., 2011). En ce sens ces paramètres renseignent de la persistance du comportement (Vallerand et Thill, 1993).

V) Intérêts pratiques : recommandations pour l'apprentissage de la régulation de l'allure en EPS.

1) Exercice incrémenté.

Les résultats de la première étude, lors d'un exercice incrémenté, ont permis de montrer que pour les élèves débutants sont capables de comprendre et d'utiliser d'autres paramètres émotionnels que la RPE : le plaisir, l'envie de continuer pour atteindre l'objectif fixé et l'envie d'arrêter du fait de la souffrance. Il faut rappeler qu'avec une seule séance d'apprentissage pour apprendre à utiliser les échelles de perception d'effort et émotionnelles, les résultats recueillis démontrent que ces échelles de ressentis sont utilisables par tous et ont été faciles à intégrer.

D'un point de vue émotionnel, l'atteinte du niveau de VMA dépendrait du niveau de motivation. En d'autre terme, les élèves parvenant à atteindre un plus haut niveau de VMA sont certainement mieux adapté physiologiquement mais sont également ceux qui s'investissent le plus et consentent à plus d'effort que les autres.

D'un point de vue pratique et professionnel, cette étude permet de mettre en lumière que pour les débutants, ces échelles de ressentis, sont des moyens pour construire une représentation fiable des effets des intensités de course. Leurs utilisations permettraient d'améliorer la connaissance de soi, ainsi qu'une gestion de l'investissement en fonction de la nature de l'exercice à réaliser. Ainsi l'amélioration de la connaissance de soi, dans les conditions expérimentales décrites, interviendrait par une comparaison des perceptions émotionnelles avec chaque intensité de palier pour chaque élève. Dés lors, l'enrichissement du répertoire comparatif des élèves en multipliant les intensités de

courses sur les différents paliers serait un autre moyen pour permettre aux élèves de se représenter correctement les effets intensités de course. Grâce à cela ils seraient plus à même de sélectionner de façon adéquate l'intensité en fonction de la durée de l'épreuve.

2) Amélioration des performances.

Au regard de la performance établie, la comparaison entre les groupes TEM et RPE permet de montrer que les élèves peuvent améliorer leur performance en une seule séance alors que la littérature recommande de son côté une douzaine de séances. La différence entre les élèves guidés et les élèves qui s'autorégulent librement est très importante par rapport aux améliorations qu'on peut attendre en travaillant au développement des ressources. De manière pratique l'enseignant peut guider l'élève sur la perception de son effort à adopter dans l'optique d'une meilleure performance, tel que nous l'avons fait dans ce travail.

En effet pour Delignières (2000), « *il ne s'agit plus de réduire l'effort ou de le dissimuler mais, au contraire, de le mettre en exergue, de le valoriser, voire de lui donner un poids institutionnel en l'incluant dans la certification.* »

De plus de façon pratique ces résultats permettent de montrer que communiquer une perception d'effort plutôt qu'une consigne « floue » liée à la performance pour un débutant s'avère plus judicieux. Ainsi grâce à l'indication de la perception d'effort l'élève cherche à se faire une idée précise de l'effort qu'il a à faire mais aussi des moyens à mettre en œuvre pour y parvenir. De fait la prescription de la perception d'effort agit ici comme une représentation du but à atteindre. D'ailleurs c'est ce que recommande Récopé (2001) qui souligne l'importance attribuée à la représentation du but et que seule une représentation préalable et claire du but à accomplir permet de guider

l'action. L'absence de but ou une mauvaise représentation du but rendrait impossible l'adaptation.

D'une manière générale ces résultats mettent en lumière que l'effet d'entraînement dû à la répétition de la course 2 par rapport à la course 1 n'est pas suffisant pour améliorer les performances. Le simple fait de répéter la tâche une fois pour le groupe TEM n'a pas permis d'améliorer la performance sur 3 minutes.

En effet, selon Delignières et al. (1997) pour avoir une amélioration liée à l'entraînement il faut encourir à un nombre important de répétitions. Selon les auteurs la répétition est reconnue comme une des variables principales de l'apprentissage. Ils ont donc démontré, lors d'une expérience sur un simulateur de ski, que les modifications de performances étaient observées après un nombre de 200 répétitions, montrant ainsi qu'on ne peut pas espérer une modification significative du comportement avant un certain nombre d'essais sur la tâche et une certaine durée de pratique. Bien que le nombre de répétitions soit lié à la difficulté de la tâche (Delignières, 2004), cette étude démontre que pour améliorer la performance il faut tout de même avoir recours à un bon nombre de répétitions. D'autres auteurs démontrent que l'amélioration de la performance intervient après un nombre important de séances. Selon Hauswirth et Lehénaff (1997) en ce qui concerne les activités de courses, les élèves de niveau 3e peuvent prétendre à une amélioration de 5% de leur VMA en travaillant en puissance et cela sur 12 séances.

Dans cette logique, une classe peut augmenter son système aérobie moyen de 0,5 km/h sur 6 semaines ou 1km/h sur 12 semaines (Gerbaux et al., 1998). De plus pour Garcin, dans son article sur l'effort en EPS et course de durée en 2002, un entraînement composé d'efforts supra maximaux (110% de VMA) de type 15/15 ou 30/30 permettrait

« de marquer l'organisme de telle manière que sur un cycle de 12 séances une amélioration de la performance est envisageable ».

Ainsi, l'amélioration de la performance entre les courses 1 et 2 pour le groupe RPE est de 14,2%, 12,5% pour les courses de 3 et 6 minutes respectivement.

L'amélioration à 120% est respectivement de 18,4% pour les 3 minutes et de 18,5% pour les 6 minutes.

De fait, ce test permet de dire que la méthode utilisée est une méthode efficace pour augmenter la performance en demi-fond.

En conséquent nous faisons le pari que si l'enseignant s'appuie sur un travail axé sur la perception de l'effort, alors l'amélioration des performances sera à n'en plus douter accessible à tous les élèves quel que soit son niveau.

3) Déterminer le niveau de motivation.

Ce travail permet de mettre en application un outil permettant d'estimer le niveau de la motivation chez les élèves. Si dans les pratiques professionnelles il est souvent facile pour les enseignants de qualifier les élèves « de motivé ou non », nos travaux apportent un outil fondamental permettant la mesure de cette motivation.

Dés lors l'utilisation des échelles de ressentis pour les paramètres émotionnels (RPE et EDC notamment) sont des outils pédagogiques à ne pas négliger.

Par conséquent aborder ces outils dès le cycle 3 serait une proposition qui permettrait aux élèves de se familiariser, d'intégrer très spécifiquement ces outils, et d'améliorer la connaissance qu'ils ont d'eux-mêmes. Par conséquent l'inclure dans chaque séance de

chaque cycle serait aussi une proposition intéressante au vu de l'importance de sa mesure.

En d'autre terme si l'enseignant veut estimer la motivation de ces élèves, il doit dans une certaine mesure mettre en place la compréhension et l'utilisation des outils de mesure. Ainsi à lui de trouver grâce à sa liberté pédagogique comment introduire dans son enseignement les outils capables de mesurer et d'améliorer l'investissement de ses élèves.

4) Améliorer la connaissance de soi.

Comme nous l'avons vu au cours de nos travaux, les élèves ne connaissaient pas leur potentiel maximal. Les résultats confirment bien que la connaissance de la capacité à réaliser une course optimale est alors souvent limitée ou sous-estimée chez les élèves. Ainsi nos travaux viennent confirmer les nombreux exemples de terrain montrant des élèves en difficulté face aux situations de course ou la meilleure performance doit être réalisée. En d'autre terme, nous montrons bien ici que la connaissance que l'élève a de lui-même est bien entendu faussée mais également le niveau de performance également.

En conséquence nos travaux ont pu mettre en évidence que le simple fait de travailler sur des échelles de ressentis émotionnel permettrait à l'élève d'apprendre à mieux se connaître mais aussi d'améliorer sa performance. Ainsi notre hypothèse de départ, qui stipulait que la capacité à se réguler était un moyen pour apprendre à se connaître, est par la même bien vérifiée. Nous n'avons cependant pas la prétention de dire que cette méthode est la seule pour développer la connaissance du potentiel optimal en course de demi-fond, mais elle y contribue grandement. Par ailleurs le simple fait de comparer le

niveau émotionnel entre un exercice et un autre favoriserait le processus de la connaissance de soi. Ainsi il convient à l'enseignant de pouvoir faire conscientiser ces différents niveaux émotionnels pour faciliter l'interprétation et l'utilisation par la suite.

LIMITES ET PERSPECTIVES

Les travaux présentés s'inscrivent dans un travail de thèse. Nous nous sommes de ce fait attachés à respecter les méthodes et les règles nécessaires à la démarche scientifique. Mais je suis et reste un enseignant d'EPS et ma volonté première était de participer à la construction de connaissances scientifiques qui pourraient être directement applicables sur le terrain. Il s'agissait en fait d'une démarche réalisée par et pour un enseignant d'EPS. Cela apporte l'avantage que les expérimentations mises en places avec la population d'élèves se voulaient donc réalisables en cours d'EPS par l'enseignant, y compris avec une classe complète. Cet avantage nous semble non négligeable puisque nos résultats montrent que la progression des élèves à qui on impose un niveau d'investissement supérieur à celui qu'ils adoptent spontanément est importante, plus que ce que l'enseignant peut attendre en misant sur le développement des ressources. Un autre avantage est que nous avons de ce fait pu recueillir les données d'un très grand nombre d'élèves, ce qui nous semblait important dans le cadre de l'observation de paramètres de nature psychologique.

Mais bien évidemment, ce choix induit également des limites. Ainsi, nous avons été obligés de nous limiter à un nombre relativement restreint de paramètres émotionnels et aucune donnée physiologique n'a pu être observée. Il aurait pourtant été bien évidemment intéressant de vérifier si les évolutions des paramètres émotionnels étaient en lien avec le niveau de stress physiologique.

Ces travaux ont été menés sur un public scolaire de lycée ayant déjà un vécu en EPS ou avec des étudiants de STAPS reconnus comme sportifs (étude 0). Bien que leurs vécus pouvaient être différents, il n'en demeure pas moins vrai que chaque élève à ce stade de la scolarité mais aussi chaque étudiant avaient une expérience sportive notamment dans les épreuves de course de courte durée.

Dès lors une perspective serait d'établir ce protocole sur des élèves ou des sujets totalement novices dans des épreuves de course de courte durée, afin d'observer leur stratégies de régulation émotionnelle et d'allure.

Les courses de 3, 6 et 15 minutes, qu'elles soient autorégulées librement ou semi-contrôlées ont été réalisées avec des temps d'arrêt afin de pouvoir recueillir des données émotionnelles des élèves.

De ce fait, les vitesses de course observées étaient supérieures à ce que nous aurions observé lors de courses continues sans pour autant qu'une fatigue importante n'apparaisse. Ainsi, Essen et al. (1978) ont montré que pour des intensités d'effort similaires, un exercice continu à VO_{2max} , ne pouvait être soutenu que pendant quelques minutes seulement alors qu'un exercice intermittent, pouvait être soutenu pendant 1 heure à la même intensité. Dans cette optique, Billat et al. (2000) ont montré que le temps passé à VO_{2max} est significativement plus grand lors d'un exercice intermittent, couru jusqu'à l'épuisement qu'après un exercice « tlim » en continu. De plus à intensité identique, l'accumulation de lactate est moins importante lors des exercices intermittents comparativement aux exercices continus (Gorsotiaga et al. (1991) ; Gharbi et al. (2008)). Il serait intéressant d'observer les stratégies de régulation émotionnelles et de l'allure lors de courses en continu. Cependant la difficulté d'un tel protocole serait au niveau du recueil des données émotionnelles. Il ne serait alors pas envisageable lors d'une séance d'EPS dans le cadre scolaire.

Un des résultats des plus importants de l'étude réalisée lors du test incrémenté est que les élèves les plus performants sont également ceux qui sont le plus motivés et qui acceptent un niveau d'inconfort plus important. Les textes officiels de l'EPS indiquent

déjà que l'enseignant doit savoir faire accepter l'effort à ses élèves. Il apparaît primordial de mener de futures études visant à savoir comment aménager les séances et faire varier la prescription des intensités, des durées ou des niveaux d'implications des élèves afin que le cycle de course devienne une éducation mentale à l'acceptation de l'effort.

Enfin, le test incrémenté permet de déterminer le profil émotionnel individuel des élèves dans l'effort, tout comme les tests autorégulés permettent de dégager des types différents de stratégies de régulation émotionnelle. Même si cela paraît ambitieux, il serait intéressant de réfléchir à des méthodes permettant de développer au mieux le niveau d'implication des élèves par une pédagogie différenciée.

Concernant les outils que nous avons proposés pour déterminer le niveau de motivation du pratiquant à poursuivre l'exercice fatiguant. De par son côté novateur, la méthode proposée mérite d'être approfondie et les résultats que nous présentons doivent encore être confirmés dans d'autres conditions expérimentales chez les élèves. De même, des expérimentations chez un public de sportifs experts ou pour une population pratiquant dans un objectif de santé seraient d'un intérêt majeur pour mieux comprendre les processus de régulation de l'allure mais aussi pour tester les outils permettant d'estimer la motivation à poursuivre un exercice fatiguant.

CONCLUSION GENERALE

D'une manière générale, l'ensemble de nos résultats obtenus dans les différentes études réalisées nous permet de proposer un schéma général de régulation émotionnelle et de l'allure dans lequel nous intégrons la motivation. (Figure 58)

Ainsi, lors d'un exercice autorégulé, l'intensité délivrée qui est égale à l'effort consenti (Gendolla et Richter, 2010) va influencer la réserve émotionnelle à travers les paramètres émotionnels tels que l'effort, le plaisir, l'envie de continuer et l'envie d'arrêter. Cette intensité délivrée va également influencer le niveau de stress physiologique.

Nous pouvons noter que cet effort consenti est proportionnel à la difficulté subjective de la tâche (Gendolla et Richter, 2010). Ainsi plus l'effort consenti est élevé, plus l'intensité sélectionnée sera importante. Nous pouvons noter également que cet effort consenti peut-être influencé aussi par l'environnement dans lequel le sujet effectue la tâche.

De son côté, la réserve émotionnelle est influencée également par le niveau d'acceptation de l'effort décrit par le rapport entre l'EDC/RPE.

En conséquent, la réserve émotionnelle correspond à la différence entre l'effort consenti et le niveau d'acceptation de l'effort. Ainsi, pour un même niveau de motivation, une augmentation de l'effort consenti diminuera le niveau de réserve émotionnelle. Cet effort agira de façon positive sur l'envie d'arrêter et l'effort perçu et de façon négative sur le plaisir éprouvé et l'envie de continuer.

A l'inverse, pour un même niveau d'effort consenti, une augmentation du niveau de motivation induira une augmentation du niveau de réserve émotionnelle. Ce niveau de

motivation agira de façon négative sur l'envie d'arrêter et l'effort perçu et de façon positive sur le plaisir éprouvé et l'envie de continuer.

Concernant le lien entre le stress physiologique et la réserve émotionnelle, nos résultats ne permettent pas de dire si une influence réciproque existe entre ces deux entités. Seule l'étude 0 montre des corrélations significatives entre les réponses émotionnelles et le stress physiologique. D'ailleurs dans cette étude, plus le stress physiologique est important plus les corrélations avec les paramètres émotionnels sont élevées.

Ensuite le niveau de stress physiologique et le niveau de réserve émotionnelle vont influencer à nouveau l'intensité de course. On peut noter que lorsque l'exercice perdure dans le temps, la fatigue va influencer le niveau de stress physiologique se répercutant alors sur l'intensité délivrée.

Enfin cette intensité modifiera par le sentiment de compétence la difficulté subjective de la tâche modifiant par la même l'effort consenti. D'ailleurs, le sentiment de compétence va influencer également le niveau d'acceptation de l'effort. Cette intensité délivrée inhibera également le niveau d'acceptation de l'effort.

En conséquent, le sportif régule alors son niveau de réserve émotionnelle pour la faire évoluer d'un niveau plus ou moins élevé en début d'exercice vers un niveau plus ou moins faible à la fin de l'épreuve.

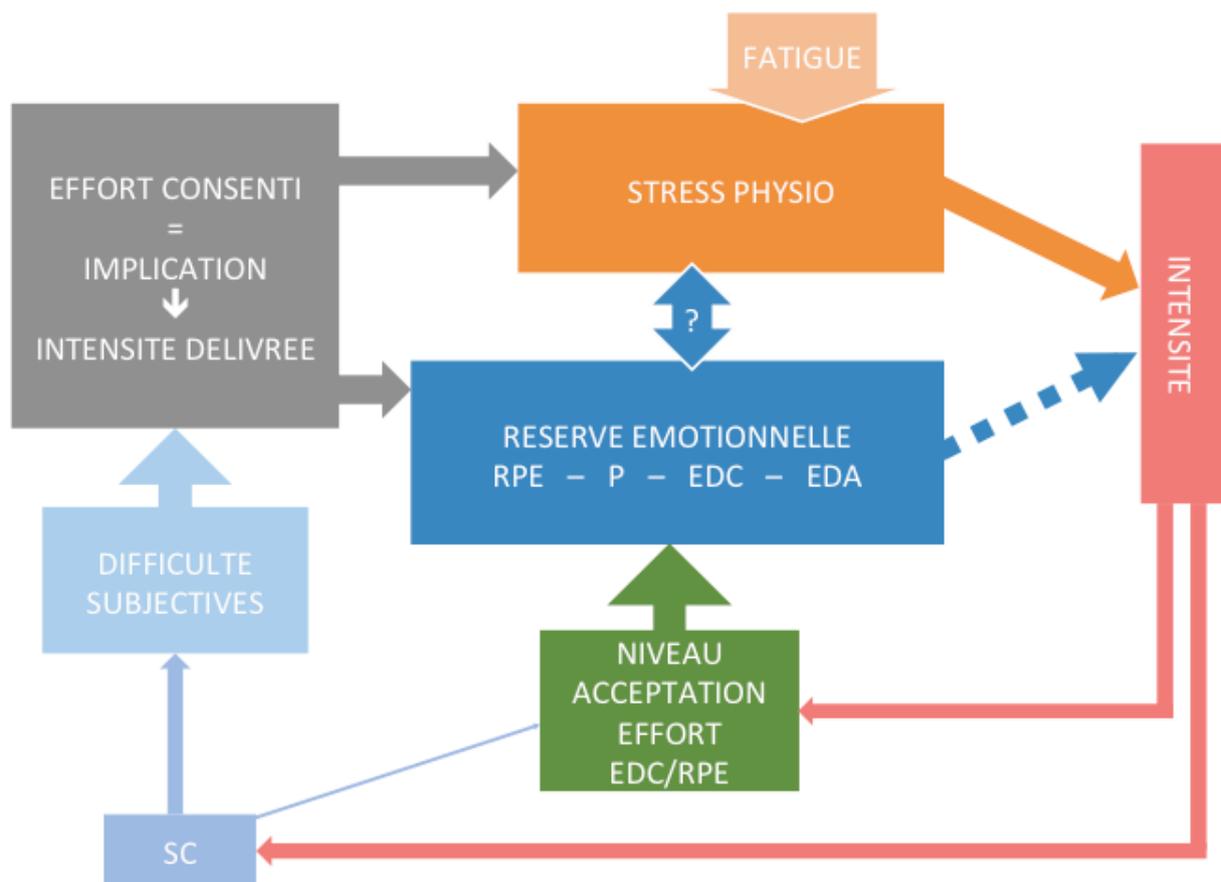


Figure 58 : Schéma général de régulation émotionnelle et motivationnelle en course de demi-fond.

En conclusion, si le développement de la capacité de régulation de l'allure est un objectif de l'EPS, notamment en demi-fond, l'enseignant se trouve souvent démuné compte tenu de la relative pauvreté des connaissances scientifiques à ce sujet.

Nos travaux montrent que les contenus d'enseignement visant à améliorer la stratégie de régulation émotionnelle et l'investissement des élèves permet d'augmenter la performance de façon plus importante et plus rapidement qu'en développant les ressources physiologiques. Cette démarche permet en outre d'améliorer la connaissance que les élèves ont de leur capacité à réaliser l'exercice qui leur est demandé. Elle est facilement et directement applicable par l'enseignant d'EPS. D'autres recherches sur ce

sujet complexe et passionnant sont nécessaires pour améliorer les méthodes visant à renforcer cet apprentissage et l'autonomie des élèves, futurs adultes, acteurs de leurs pratiques sportives dans un objectif de performance ou de santé.

REFERENCES



Abbiss, C.R., Quod, M.J., Martin, D.T., Netto, K.J., Nosaka, K., Lee, H., Surriano, R., Bishop, D., Laursen, P.B. (2006). Dynamic pacing strategies during the cycle phase of an Ironman triathlon. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 38: 726-734.

Abbiss, C.R., & Laursen, P.B. (2005). Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Medicine*, 35(10): 865-898.

Abbiss, C.R., & Laursen, P.B. (2008) Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38: 239-252.

Allen, W.K., Seals, D.R., Hurley, B.F., Ehsani, A.A., Hagberg, J.M. (1985). Lactate threshold and distance-running performance in young and older endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 58(4): 1281-4.

American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 6: 145p.

Apter, M.J. (1982). *The Experience of Motivation: The Theory of Psychological Reversals*. London, GB: Academic Press Inc.

Apter, M.J. (1989). *Reversal theory: Motivation, emotion and personality*. Florence, KY US: Taylor & Frances/Routledge.

Assadi, H. (2013). *Réponses physiologiques au cours d'exercices intermittents en course à pied*. Human health and pathology. Thèse : Université de Bourgogne.

Arnold, M.B., & Gasson, J.A. (1954). *The human person: An approach to an integral theory of personality*. New York: Ronald Press.

Atkinson, G. et Brunskill, A. (2000). Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. *Ergonomics*, 43: 1449-1460.

Atkinson, G., Peacock, O., Law, M. (2007). Acceptability of power variation during a simulated hilly time trial. *International Journal of Sports Medicine*, 28: 157-163.



Baldwin, J., Snow, R.J., Gibala, M.J., Garnham, A., Howarth, K., Febbraio, M.A. (2003). Glycogen availability does not affect the TCA cycle or TAN pools during prolonged fatiguing exercise. *Journal of Applied Physiology*, 94: 2181-7.

Bandura, A. (1980). *L'apprentissage social*. Bruxelles : Mardaga.

- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Clinical and Social Psychology*, 4: 359-373.
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50: 248-287.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28: 117-148.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: the Exercise of Control*. New York, Freeman, p.422-425.
- Bailey, S.J., Vanhatalo, A., Dimenna, F.J., Wilkerson, D.P., Jones, A.M. (2011). A Fast-Start Strategy Improves VO₂ Kinetics and High-Intensity Exercise Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43: 457-467.
- Baron, B. (2010). Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches : Vers une approche holistique de la fatigue et des mécanismes de régulation de l'allure. Applications au domaine de l'entraînement pour la performance sportive et la santé. Université de la Réunion.
- Baron, B. (2012). Mécanismes mis en place pour contrôler et réguler la puissance pendant l'exercice, in Grappe, F: Puissance et performance en cyclisme, De Boeck.
- Baron, B., Deruelle, F., Moullan, F. et al. (2009) The eccentric muscle loading influences the pacing strategies during repeated downhill sprint intervals. *European Journal of Applied Physiology*, 105: 749-757.
- Baron, B., Paquet, Y., Grappe, F. (2010). Vers une approche psychologique de la fatigue et du processus de régulation de l'allure. Journées d'étude de la Société Française de Psychologie du Sport, Psychologie des activités corporelles et de la performance sportive: Regards croisés. Université Bordeaux.
- Baron, B., Moullan, F., Deruelle, F., & Noakes, T.D. (2011). The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration sport events. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 511-517.
- Baron, B., & Pelayo, P. (2013). Fatigue: aspects psychophysiologiques. Université Vituelle en science du sport. (<http://campusport.univ-lille2.fr>).
- Baron, B., **Guilloux**, B., & al. (2015). Emotional responses during repeated sprint intervals performed on level, downhill and uphill surfaces. *Journal of Sports Sciences*, 33(5): 476-86.
- Batman, B.A., Hardy, J.C., Leuenberger, U.A., Smith, M.B., Yang, Q.X., Sinoway, L.I. (1994). Sympathetic nerve activity during prolonged rhythmic forearm exercise. *Journal of Applied Physiology*, 76(3): 1077-1081.

Beedie, C.J., McLane, A., Wilson, M.G. (2012). A possible role for emotion and emotion regulation in physiological responses to false performance feedback in 10 Mile Laboratory Cycling. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 37: 269–277.

Belzung, C. (2007). *Biologie des émotions, Neurosciences & cognition*, De Boeck edition, p.14-29.

Berger, B.G., & Motl, R.W. (2000). Exercise and mood: A selective review and synthesis of research employing the profile of mood states. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12: 69-92.

Bergeron, L., Bergeron, G., Rousseau, N. (2011). Favoriser le bien être des élèves ayant des troubles ou des difficultés d'apprentissages par le développement de l'auto-détermination, in la santé psychosociale des élèves, Presse de l'université du Québec.

Berthoin, S., & Gerbeaux, M. (1999). *Aptitude et pratique aérobies chez l'enfant et l'adolescent*. PUF.

Biddle, S.J.H. (2000). Exercise, emotions, and mental health. In Y. L. Hanin (Ed.), *Emotions in sport*, p.267-291.

Biddle, S. & Goudas, M. (1994). Sport, activité physique et santé chez l'enfant. *Enfance*, 2-3: 135-144.

Bigland-Ritchie, B., & Woods, J.J. (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle and nerve*, 7(9): 691-699.

Billat, V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle and long distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(1): 13-31.

Billat, V., Slawinski, J., Bocquet, V., Demarle, A., Lafitte, L., Chassaing, P., Koralsztejn ; J.P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *European Journal of Applied Physiology*, 81: 188-196.

Billaut, F., Bishop, D.J., Schaerz, S., and Noakes, T.D. (2011). Influence of knowledge of sprint number on pacing during repeated-sprint exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43: 665-672.

Beillerot, J. (2004). De l'apprentissage social au sentiment d'efficacité personnelle. Autour de l'œuvre d'Albert Bandura. Dans *Savoirs*, revue internationale de recherche en éducation et formation des adultes. Hors-série 2004. Paris: L'Harmattan, 175 p.

BO n° 6 du 31 Août 2000. L'organisation de l'EPS pour les trois voies du lycée (voie générale, voie technologique et voie professionnelle).

BO spécial n°6 du 28 août 2008. Arrêté du 8/07/2008. Programme de l'enseignement de l'éducation physique et sportive au collège.

BO. Spécial n°4 du 29 avril 2010. Programme d'éducation physique et sportive pour les lycées d'enseignement général et technologique.

BO. HS n° 6 du 29 août 2002. Arrêté du 1/07/2002. Programme d'éducation physique et sportive en classe de seconde générale et technologique.

BO. n° 39 du 24 octobre 2002. Arrêté du 25/09/02. Programme d'enseignement de l'éducation physique et sportive pour les CAP, les BEP et les baccalauréats professionnels.

Borg, G. (1961). Interindividual scaling and perception of muscular force. *Kungliga fysiografiska sällskapet i Lund förhandlingar*, 12(31): 117-125.

Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 2: 92-98.

Borg, G. (1973). Perceived exertion: A note on "history" and methods. *Medecine and Science in Sports*, 5: 90-93.

Borg, G. (1982). Psychological bases of perceived exertion. *Medecine and Science in Sport and Exercise*, 14(5): 377-381.

Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, IL: Human Kinetics. 120p.

Borg, G., Holmgren, A., & Lindblad, I. (1981). Quantitative evaluation of chest pain. *Acta medica Scandinavica Supplementum*, 644: 43-45.

Borg, G., Ljunggren, G., & Ceci, R. (1985). The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 54(4): 343-349.

Borg, G. & Neely, G. (1992). Proceedings of the Eight Annual Meeting of the International Society for Psychophysics. Stockholm: Department of Psychology, Stockholm University, p.41-45.

Borg, G., & Noble, B.J. (1974). Perceived exertion. In: Wilmore JH, editor. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 2: 131-53.

Brière, N.M., Vallerand, R.J., Blais, M.R., & Pelletier, L.G. (1995). Développement et validation d'une mesure de motivation intrinsèque, extrinsèque et d'amotivation en contexte sportif: L'échelle de motivation dans les sports (EMS). *International Journal of Sport Psychology*, 26: 465-489.

Brosnan, M.J., Martin, D.T., Hahn, A.G., Gore, C.J., Hawley, J.A. (2000). Impaired interval exercise responses in elite female cyclists at moderate simulated altitude. *Journal of Applied Physiology*, 89: 1819-1824.

Brun, J-F. (2003). Le surentraînement: à la recherche d'un outil d'évaluation standardisé utilisable en routine. *Science & Sports*, 18: 282-286.

Buckley, J. P., Sim, J., Eston, R. G., Hession, R., & Fox, R. (2004). Reliability and validity of measures taken during the chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2): 197-205.



Cameron, O.G. (2001). Interoception: The Inside Story—A Model for Psychosomatic Processes. *Psychosomatic Medicine*, 63: 697-710.

Campo, M. (2011). Etude de la dimension interpersonnelle du processus émotionnel précompétitif, et de son influence sur la relation émotions/performance en rugby à XV. Thèse en psychologie des âges de la vie (E.A. 2114), Université François-Rabelais, Tours.

Cannon, W.B. (1927). The James-Lange theory of emotion : a critical examination and an alternative theory, *The American Journal of Psychology*, 39: 115-124.

Cazorla, G. (1999). Lactate et exercice. *Sport medicine*, 117: 18-21.

Cazorla G., & Léger, L. (1993). Comment évaluer et développer vos capacités aérobies. Areaps.

Cerin, E., Szabo, A., Hunt, N., Williams, C. (2000). Temporal patterning of competitive emotions: A critical review. *Journal of Sports Sciences*, 18: 605-625.

Chernigovskiy, V.N. (1967). Interoceptors. Russian monographs on brainand behavior. Washington, D.C. American Psychological Association.

Choffin, T. (2002). Course de durée. Gérer les différences. *Education physique et sport*, 298: 43-49.

Choffin, T. (2010). Programmes EPS, compétences attendues dans les APSA et socle commun de connaissances et de compétences : Le Demi-fond. Académie de Créteil. Groupe de Pilotage Socle Commun et EPS.

Caplette Charrette, A., & Grenier, J. (2014). Le sentiment d'efficacité personnelle des étudiantes de niveau collégial et les cours d'éducation physique et à la santé. *Revue PhénEPS* 6(2).

Coquart J.B., Garcin M, Parfitt G, Tourny-Chollet C, Eston RG. (2014). Prediction of maximal or peak oxygen uptake from ratings of perceived exertion. *Sports Medicine*, 44(5): 563-78.

Coquart, J.B., Lensel, G., Garcin, M. (2009). Exertion perception in children and teenagers : measures and interests. *Science & Sports*, 24: 137-145.

Craig, A.D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3: 655–666.

Craig, A.D. (2003). Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Current Opinion in Neurobiology*, 13(4): 500-505.

Craig, A.D. (2008). Interoception and emotion: A neuroanatomical perspective. In M. Lewis, J. M. Haviland- Jones & L. Feldman Barrett (Eds.), *Handbook of emotions*. New York: Guilford Press, p.272–290.

Craig, A.D. (2009). How do you feel now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10: 59–70.

Crewe, H., Tucker, R., Noakes, T.D. (2008). The rate of increase in rating of perceived exertion predicts the duration of exercise to fatigue at a fixed power output in different environmental conditions. *European Journal of Applied Physiology*, 103(5): 569-577.

Critchley, H.D., Wiens, S., Rothstein, P., O'hmann, A., Dolan, R.J. (2004). Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nature Neuroscience*, 7: 189-195.

Crocker, P.R.E., Kowalski, K.C., Hoar, S.D., McDonough, M. (2003). Emotion in sport across adulthood. In M. R. Weiss (Ed.), *Developmental sport and exercise psychology: A lifespan perspective* (pp. 333-355). Morgantown, WV: Fitness Information Technology Inc.

Cury, F. (2009). L'estime de soi : une controverse éducative. *Revue EPS in EPS. Education physique et sport*, 338: 48-49.

Cury, F., & Sarrazin, P. (2000). Effort et buts d'accomplissement dans les activités sportives. In D. Delignière (Ed.), *L'effort*. Paris, Édition Revue EPS.



Damasio, A.R. (1994). *Descartes'error: Emotion reason, and the human brain*. New York : Avon Books.

Damasio, A.R. (1995). Toward a neurobiology of emotion and feeling: Operational concepts and hypotheses. *Neuroscientist*, 1: 19-25.

Damasio, A.R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York : Harcourt Brace.

Damasio, A.R. (2001). Emotion and the Human Brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 435: 101-106.

- Damasio, A.R., Grabowski, T.J., Bechara, A. et al. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature Neuroscience*, 3: 1049-1056.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals* (P. Ekman, Éd.). New York.
- Davisse, A. (1991). Au temps de l'école l'EPS des filles. In *Sport, école et société : la part des femmes*. Actio.
- Debois, N. (2003). De l'anxiété aux émotions compétitives : Etat de la recherche sur les états affectifs en psychologie du sport. *Revue STAPS*, 62: 21-42.
- Debois, N., Blondel, L., Vettraino, J. (2007). Les émotions en EPS: comprendre et intervenir. Dossier EPS n°74. Paris: Éd. Revue EP.S.
- Deci, E.L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 18: 105-115.
- Deci, E.L. (1980). *The psychology of self-determination*. Lexington, MA: DC Health.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1985). The general causality orientations scale: Self determination in personality. *Journal of research in Personality*, 19: 109-134.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1985a). The general causality orientations scale: Self determination in personality. *Journal of research in Personality*, 19: 109-134.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1991). A motivational approach to self: Integration in personality. In R. Dienstler (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation: Vol. 38. Perspectives on motivation* (pp.237-288). Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The "What" and "Why" of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4): 227-268.
- De Bonis, M. (1996). *Connaître les émotions humaines*. Bruxelles : Mardaga.
- De Koning, J.J., Bobbert, M.F., Foster, C. (1999). Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2: 266-277.
- De Koning, J.J., Foster, C., Lampen, J., Hettinga, F., & Bobbert, M.F. (2005). Experimental evaluation of the power balance model of speed skating. *Journal of Applied Physiology*, 98(1): 227-233.
- Delignières, D. (Ed., 2000). *L'effort*. Paris: Editions Revue EPS.
- Delignières, D. (2004). Pour une approche dynamique de la satisfaction. *Revue HYPER*, 224: 5.

Delignières, D. & Garsault, C. (2004). *Libres propos sur l'éducation physique*. Paris : Revue EPS.

Delignières, D., Nourrit, D., Lauriot, B. & Cadjee, I. (1997). L'acquisition des habiletés motrices complexes. *Science & Motricité*, 35-36: 82-83.

Desplanques, F. (2012). Perception et analyse des sensations en course de durée, *Revue EPS* n°353.

Di Prampero, P.E., Cortili, G., Mognoni, P., Saibene, F. (1979). Equation of motion of a cyclist. *Journal of Applied Physiology*, 47: 201-206.

Dworkin, B.R., Elbert, T., Rau, H., Birbaumer, N., Pauli, P., Droste, C. (1994). Central effects of baroreceptor activation in humans: Attenuation of skeletal reflexes and pain perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 91: 6329-6333.

Dworkin, B.R., Dworkin, S., & Tang, X. (2000). Carotid and aortic baroreflexes of the rat I: open-loop steady-state properties and blood pressure variability. *American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 279: 1910-1921.

Dworkin, B.R. (2007). Interoception in Cacioppo, J.T., Tassinari, L.G., Berntson G.G. : *Handbook of psychophysiology*. Cambridge University Press, p.482-506.



Edwards, R. (1983). *Biochemical bases for fatigue in exercise performance: Catastrophe theory in muscular fatigue*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

Ekkekakis, P. (2005). The study of affective responses to acute exercise: The dual-mode model. In R. Stelter & K.K. Roessler (Eds.), *New approaches to sport and exercise psychology* (p. 119-146). Oxford, United Kingdom: Meyer & Meyer Sport.

Ekkekakis, P. (2009). Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. *Sports Medicine*, 39(10): 857-888.

Ekkekakis, P., Hall, E.E., & Petruzzello, S.J. (2005). Variation and homogeneity in affective responses to physical activity of varying intensities: An alternative perspective on dose response based on evolutionary considerations. *Journal of Sports Sciences*, 23(5): 477-500.

Ekkekakis, P., & Petruzzello, S.J. (2000). Analysis of the affect measurement conundrum in exercise psychology: I. Fundamental issues. *Psychology of Sport and Exercise*, 1: 71-88.

Ekman, P. (1984). Expression and the nature of emotion. In K. Scherer & P. Ekman (Eds). *Approaches to Emotion*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, p.319-344.

Ekman, P., Levenson, R. W., Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes between emotions. *Science*, 221: 1208-1210.

Elliot, A.J. (1999). Approach and avoidance motivation and achievement goals. *Educational Psychologist*, 34: 169-189.

Elliot, A.J. (2006). The hierarchical model of approach-avoidance motivation. *Motivation and Emotion*, 30: 111-116.

Eston, R.G. (1984). A discussion of the concepts: exercise intensity and perceived exertion with reference to the secondary school. *Physical Education Review*, 7(1): 19-25.

Eston, R.G., & Williams, J.G. (1988). Reliability of ratings of perceived effort regulation of exercise intensity. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4): 153-155.



Famose, J-P. (2001). *La motivation en éducation physique et en sport*, A. Colin, Paris.

Famose, J-P. & Guerin, F. (2002). *La connaissance de soi en psychologie de l'éducation physique et du sport*. Edition Armand Colin.

Famose, J-P., Guerin, F., Sarrazin, P. (2005). Les croyances sur soi : clarification conceptuelle, formation, et relations à la performance sportive, in O. Rascle et P. Sarrazin, *Croyances et performance sportive. Processus sociocognitifs associés aux comportements sportifs*, Ed. Revue EPS, Paris.

Famose, J-P., Boleda, S., Peres, C. (2005a). Influence du climat motivationnel perçu sur trois sous-domaines du concept de soi physique ; in : Benguigui, N., Fontayne, P., Bardy, B (Eds), *Recherches actuelles en science du sport*. EDP science, p.553-555.

Fargier, P. (1997). *Pour une éducation du corps par l'EPS*, ESF éditeur.

Fargier, P. (2002). Education athlétique et athlétisme éducatif, en EPS. In : T. Terret, P., Fargier, B., Rias, A., Roger (Eds.), *L'athlétisme et l'école, Histoire et épistémologie d'un sport éducatif*. Paris: L'Harmattan, p.109-163.

Faulkner, J., Parfitt, G., Eston, R. (2008). The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. *Psychophysiology*, 45: 977-85.

Fillingim, R.A. & Fine, M.A. (1986). The effects of internal versus external information processing on symptom perception in an exercise setting. *Health Psychology*, 5(2): 115-123.

Fischer, A.H., & Manstead, A.S.R. (2008). Social functions of emotion. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones, & L.F. Barrett (Eds.), *Handbook of emotions* (3rd ed.), p.456-468.

Foster, C., Snyder, A.C., Thompson, N.N., Green, M.A., Foley, M., & Schrager, M. (1993). Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(3): 383-388.

Foster, C., Schrager, M., Snyder, A.C., Thompson, N.N. (1994). Pacing strategy and athletic performance. *Sports Medicine*, 17: 77-85.

Foster, C., De Koning, J.J., Hettinga, F., Lampen, J., La Clair, K.L., Dodge, C., Bobbert, M., Porcari, J.P. (2003). Pattern of energy expenditure during simulated competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(5): 826-831.

Foster, C., deKoning, J.J., Hettinga, F., Lampen, J., Dodge, C., Bobbert, M., Porcari, J.P. (2004). Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. *International Journal of Sports Medicine*, 25: 198-204.

Foster, C., Hendrickson, K.J., Peyer, K., Reiner, B., deKoning, J.J., Lucia, A., Battista, R.A., Hettinga, F.J., Porcari, J.P., and Wright, G. (2009). Pattern of developing the performance template. *British Journal of Sports Medicine*, 43: 765-769.

François, PH., & Botteman, A.E. (2002). Théorie sociale cognitive de Bandura et bilan de compétences: applications, recherches et perspectives critiques. « *Carrierologie* », *Revue Francophone Internationale*. Volume 8 n°3.

Fredrickson, B.L. & Cohn, M.A. (2008). Positive emotions. In M. Lewis, J. Haviland, & L.F. Barrett (Eds.), *Handbook of emotions* (3rd ed.). New York: Guilford Press.

Frijda, N.H. (1986). *The Emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.

Frijda, N.H. (1993). Moods, emotion episodes, and emotions. In M. Lewis, & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions*, p. 381-403.

Frijda, N.H. (1994). Varieties of affect: Emotions and episodes, moods, and sentiments. In P. Ekman et R.J. Davidson (Eds.), *The nature of emotion: Fundamental questions*, p.59-67.



Gacon, G., & Durand, D. (1983). *La course d'endurance*. Dijon, CRDP.

Gagnaire, P., & Lavie, F. (2005). Cultiver les émotions des élèves en EPS. In *Les émotions*, coordonné par Ria L., Edition *Revue EPS*, p.81-96.

Garcin, M. (1997). *Etude de la perception de l'effort au cours d'exercices triangulaires et rectangulaires*. Thèse soutenue à Paris 6.

Garcin, M. (2002). Effort et EPS: course en durée. *Revue EPS*, 297 (Septembre/octobre). Edition EPS.

- Garcin, M., & Billat, V. (2001). Perceived exertion scales attest to both intensity and exercise duration. *Perceptual and motor skills*, 93: 661-671.
- Garcin, M., Vandewalle, H., & Monod, H. (1999). A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: A preliminary study. *International Journal of Sports Medicine*, 20(1): 40-43.
- Garcin, M., Vautier, JF., Vandewalle, H., Wolff, M., Monod, H. (1998). Ratings of perceived exertion (RPE) during cycling exercises at constant power output. *Ergonomics*, 41(10): 1500-1509.
- Garland, S.W. (2005). An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. *British Journal of Sports Medicine*, 39: 39-42.
- Gendolla, G.H.E., & Richter, M. (2010). Effort mobilization when the self is involved: Some lessons from the cardiovascular system. *Review of General Psychology*, 14(3): 212-226.
- Gendolla, G.H.E., & Wright, R. A. (2009). Effort. In D. Sander & K. R. Scherer (Eds.), *Oxford companion to the affective sciences* (p.134-135). New York, NY: Oxford University Press.
- Gerbeaux, M., Berthoin, S., Mantéca, F., & Baquet, G. (1997). La VMA à l'école. Dans quelles conditions ? Comment ? In J. Eisenbeis & Coll., *Dossier EPS* 35: 140-152.
- Gharbi, A., Chamari, K., Khallel, A., Ahmaidi, S., Talka, Z., Abdelkarim, Z. (2008). Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7: 279-285.
- Gillet, N., Berjot, S., Paty, B. (2009). Profil motivationnel et performance sportive. *Psychologie française*, 54 : 173-190.
- Giroud, P., Desmazières, P., Guerre, C., Sérano, C., & Flore, P. (2006). Etude comparative de différents tests de vma en milieu scolaire. *Revue EPS* 320.
- Goleman, D. (1997). *L'intelligence émotionnelle : comment transformer ses émotions en intelligence*, Trad. T. Piélat, Paris, Éditions Robert Laffont, S.A.
- Goñi, A. & Zulaika, L.M. (2001). L'éducation physique à l'école et l'amélioration du concept de soi. *Revue Staps*, 56: 75-92.
- Gorostiaga, E.M., Walter, C.B., Foster, C. (1991). Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 63: 101-107.
- Goudas, M., Biddle, S., & Fox, K. (1994). Perceived locus of causality, goal orientations, and perceived competence in school physical education classes. *British Journal of Educational Psychology*, 64: 453-463.

Grappe, F. (2012). L'entraînement perceptif. Colloque annuel du Centre d'Évaluation de la Performance Sportive, l'entraînement d'endurance : derniers développements.

Grappe, F. (2012a). Souffrance et performance sportive. Colloque pluridisciplinaire, Souffrance et Maltraitance, UPFR-SPORTS de Besançon.

Grappe, F. (2014). Analyse de la stratégie de gestion de l'effort en contre-la-montre en cyclisme. In Groslembert, A., Ferréol, G., (2014). Perception de l'effort: application dans les domaines du sport, de la santé et de l'éducation physique. Culture Sport Santé Société, U-sport Université de Franche-Comté.

Groslembert, A., Hintzy, F., Hoffman, M.D., Dugué, B., Rouillon, J.D. (2001). Validation of a rating scale of perceived exertion in young children. *International Journal of Sports Medicine*, 22: 116–9.

Gross, J.J. (1999). Emotion regulation: Past, present, future. *Cognition and Emotion*, 13: 551-573.

Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. M. (2000). On the assessment of state intrinsic and extrinsic motivation: The situational motivation scale (SIMS). *Motivation and Emotion*, 24: 175-213.

Guilloux, B., & Baron, B. (2015). Pacing Strategies and Emotional Pattern During Intermittent 3-min runs in Secondary School Participants. *Journal of Exercise, Sports & Orthopedics*, 2(2): 1-9.



Hackfort, D. (1999). The presentation and modulation of emotions. In R. Lidor et M. Bar Eli (Eds.), *Sport Psychology: Linking theory and practice*, p.231-244.

Hampson, D., St Clair Gibson, A., Lambert, M.I., et al. (2001). The influence of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. *Sports Medicine*, 31: 935-52.

Hampson, D.B., St Clair Gibson, A., Lambert, M.I., Dugas, J.P., Lambert, E.V., & Noakes, T.D. (2004). Deception and perceived exertion during high-intensity running bouts. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3): 1027-1038.

Hanin, Y.L. (2000). Individual zones of optimal functioning (IZOF) model: Emotion performance relationships in sport. In Y. L. Hanin (Ed.), *Emotions in sport*, p.65-89.

Hanin, Y.L. (2000a). Successful and poor performance and emotions. In Y. L. Hanin (Ed.), *Emotions in sport*, p.157-187.

Hanin, Y. L., & Syrjä, P. (1995). Performance affect in Soccer players: An application of the IZOF Model. *International Journal of Sports Medicine*, 16: 264-269.

- Hardy, L., Jones, G., Gould, D. (1996). *Understanding psychological preparation for sport: Theory and practice of elite performers*. Chichester, England: Wiley.
- Harter, S. (1994). Developmental Changes in self-understanding across the 5 to 7 year shift. In A. Sameroff & M. Haith (Eds.), *Reason and responsibility: The passage through childhood* Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Hauswirth, D., & Lehénaff, D. (1997). Course d'endurance. Evaluation. Les tests en question. *Revue EPS*, 266: 75-79.
- Hauw, H. (2006). *Un test des déterminants internes de la motivation situationnelle en contexte naturel : Approche hiérarchique de la motivation en Education Physique et Sportive*. Thèse. Université de Caen.
- Havemann, L., West, S.J., Goedecke, J.H., Macdonald, I.A., St Clair Gibson, A., Noakes, T.D., Lambert, E.V. (2005). Fat adaptation followed by carbohydrate loading compromises highintensity sprint performance. *Journal of Applied Physiology*, 100: 194-202.
- Helmke, A., & Van Aken, M.A.G. (1995). The causal ordering of academic achievement and self-concept of ability during elementary school: a longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 87: 624-637.
- Herbert B.M., Ulbrich, P., Schandry, R. (2007). Interoceptive sensitivity and physical effort: Implications for the self-control of physical load in everyday life. *Psychophysiology*, 44 : 194–202.
- Herbert, B. M. & Pollatos, O. (2012). The Body in the Mind: On the Relationship Between Interoception and Embodiment. *Topics in Cognitive Science*, 1–13.
- Hess, U. & Kirouac, G. (2000). Emotion expression in groups. In M. Lewis & J. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (2nd ed), p. 368-381.
- Hettinga, F.J., De Koning, J.J., Broersen, F.T., Van Geffen, P., Foster, C. (2006). Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000-m cycling time trials. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(8): 1484–1491.
- Hettinga, F.J., De Koning, J.J., Meijer, E., Teunissen, L., Foster, C. (2007). Biodynamics. Effect of pacing strategy on energy expenditure during a 1500-m cycling time trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(12): 2212-2218.
- Hettinga, F.J., de Koning, J.J., Schmidt, L.J., Wind, N.A., MacIntosh, B.R., Foster, C. (2011). Optimal pacing strategy: from theoretical modelling to reality in 1500-m speed skating. *British Journal of Sports Medicine*, 45: 30-35.
- Hetzler, R.K., Seip, R.L., Boutcher, S.H., Pierce, E., Snead, D., & Weltman, A. (1991). Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23(1): 88-92.

Hill, A.V. (1924). Muscular activity and carbohydrate metabolism. *Science*, 60(1562): 505-514.

Hulleman, M., DeKoning, J.J., Hettinga, F.J., Foster, C. (2007). The effect of extrinsic motivation on cycle time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39: 709-715.



Izard, C.E., & Ackerman, B.P. (2000). Motivational, organizational, and regulatory functions of discrete emotions. In M. Lewis & J. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (2nd ed., pp. 253–322). New York: Guilford Press.



Jackson, S.A., & Marsh, H. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: The flow state scale. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18: 17-35.

James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 9: 188–205.

Johnson, M.B., Edmonds, W.A., Kamata, A., & Tenenbaum, G. (2009). Determining Individual Affect-Related Performance Zones (IAPZs): A Tutorial. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 3(1): 34-57.

Jones, G. (1995). More than just a game: Research developments and issues in competitive anxiety in sport. *British Journal of Psychology*, 86: 449-478.

Jones, M.V. (2003). Controlling emotions in sport. *The Sport Psychologist*, 17: 471-486.

Jondeau, D. (2011). La course en durée en seconde : éprouver ses limites, gérer des allures. In : "La CP5 et l'apprentissage du "Savoir S'entraîner physiquement - Que proposer à l'étude des élèves en EPS?", Collection : Les cahiers du CEDRE/CEDREPS, Publishers : AEEPS, Vol.10: 131-143.

Joseph, T., Johnson, B., Battista, R.A., Wright, G., Dodge, C., Porcari, J.P., et al. (2008). Perception of fatigue during simulated competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2): 381-386.



Kamata, A., Tenenbaum, G., Hanin, Y.L. (2002). Individual Zone of Optimal Functioning (IZOF): a probabilistic estimation. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24(2): 189-208.

Kaplan, M.S., Becker, J.V., Cunningham-Rathner, J., Kavoussi, R. (1986). Characteristics of Adolescent Incest Sexual Perpetrators: Preliminary Findings, *Journal of Family Violence*, 1(1): 85-97.

Keller, J.B. (1974). Optimal velocity in a race. *The American Mathematical Monthly*, 81: 474-480.

Keltner, D. & Gross, J.J. (1999). Functional accounts of emotions. *Cognition and Emotion*, 13: 467-480.

Kilpatrick, M., Kraemer, R., Bartholomew, J., Acevedo, E., & Jarreau, D. (2007). Affective responses to exercise are dependent on intensity rather than total work. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8): 1417-1422.

Kleinginna, P.R., Kleinginna, A.M. (1981). A categorized list of emotion definitions with suggestions for a consensual definition, *Motivation and Emotion*, 5: 345-379.

Kukla A. (1972), Foundations of an attributional theory of performance. *Psychological Review*, 79: 454-470.



Lab, F. (2002). Is pace steadiness a relevant objective for Physical Education. *Proceedings of AIESEP Congress of A Coruna*.

Lab, F. (2007). Comment réhabiliter le demi-fond pour motiver les élèves à courir. Thèse : Université de Franche-Comté.

Lambert, E.V., St Clair Gibson, A., & Noakes, T.D. (2005). Complex systems model of fatigue: Integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1): 52-62.

Lane, A.M., et Terry, P.C. (2000). The nature of mood: Development of a conceptual model with a focus on depression. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12: 16-33.

Lane, A.M., Wilson, M.G., Whyte, G.P., & Shave, R. (2011). Physiological correlates of emotion-regulation during prolonged cycling performance. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36(3): 181-184.

Lange, C.G. (1922). The emotions. In C.G. Lange & W. James (Eds.), *The emotions*, Vol.1: 33-90. Baltimore, MD US: Williams & Wilkins Co.

Laplante, J. (1995). *Psychothérapie et impératifs sociaux: les enjeux de la connaissance de soi*. De Boeck Université.

Larsen, J.T., Berntson, G.G., Poehlmann, K.M., Ito, T.A., & Cacioppo, J.T. (2008). The psychophysiology of emotion. In M. Lewis, J.M. Haviland-Jones, & L.F. Barrett (Eds.) *Handbook of emotions* (3rd ed.), p.180-195.

- Laursen, P.B., Rhodes, E.C., Langill, R.H., McKenzie, D.C., Taunton, J.E. (2002). Relationship of exercise test variables to cycling performance in an Ironman triathlon. *European Journal of Applied Physiology*, 87: 433-440.
- Lazaar, N., Aucouturier, J., Ratel, S., Rance, M., Bedu, M., Duché, P. (2006). Influence d'un programme d'activité physique sur la perception de la contrainte de l'exercice chez le jeune enfant obèse vs non obèse. *Science Sports*, 21: 104-6.
- Lazarus, R.S. (1982). Thoughts on the relations between emotion and cognition. *American Psychologist*, 37: 1019-1024.
- Lazarus, R.S. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Lazarus, R.S. (1999). *Stress and emotion: A new synthesis*. New York, NY US: Springer Publishing Co.
- Lazarus, R.S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist*, 14: 229-252.
- Lazarus, R.S., Kanner, A.D., Folkman, S. (1980). Emotions: A cognitive-phenomenological analysis. In R. Plutchik & H. Kellerman (Eds.), *Emotion: Theory, research and experience*. Volume 1: *Theories of Emotion*, p. 189-217.
- Ledoux, J.E. & Muller, J. (1997). Emotional memory and psychopathology, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 352: 1719-1726.
- LeDoux, J. (1998). *The emotional brain*. London: Orion.
- Lemur, Y. (2010). *Les stratégies d'allure dans la performance sportive de haut niveau : analyse des variabilités et exposé des phénomènes explicatifs*. Thèse Université de Nice.
- Leplat, J., & Pailhous, J. (1976). Conditions cognitives de l'exercice et de l'acquisition des habiletés sensori-motrices. *Bulletin de psychologie XXI X*, 4, 7: 205-211.
- Levenson, R.W. (1999). The intrapersonal functions of emotion. *Cognition and Emotion*, 13: 481-504.
- Levenson, R.W., Ekman, P., Friesen, W.V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomous nervous system activity. *Psychophysiology*, 27: 363-384.
- Liedl, M.A., Swain, D.P., Branch, J.D. (1999). Physiological effects of constant versus variable power during endurance cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31: 1472-1477.
- Linossier, M.T., Dormois, D., Arsac, L., Denis, C., Gay, J.P., Geysant, A., Lacour, J.R. (2000). Effect of hyperoxia on aerobic and anaerobic performances and muscle metabolism during maximal cycling exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 168: 403-411.

Locke, E.A., & Latham, G.P. (1990). A theory of goal setting and performance. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Lotstra, F. (2002). Le cerveau émotionnel ou la neuroanatomie des émotions. Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux n°29, p.73-86.

Lundqvist, D. & Öhman, A. (2005). Emotion regulates attention: The relation between facial configuration, facial emotion, and visual attention. *Visual Cognition*, 12(1): 51-84.



Marino, F.E. (2004). Anticipatory regulation and avoidance of catastrophe during exercise-induced hyperthermia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 139: 561-569.

Marsh, H.W., & Yeung, A.S. (1998). Top-down, bottom-up, and horizontal models: The direction of causality in multidimensional, hierarchical self-concept models. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(2): 509-527.

Martin, V., Kerherve, H., Messonnier, L.A., Banfi, J.C., Geysant, A., Bonnefoy, R., Feasson, L., Millet, G.Y. (2010). Central and peripheral contributions to neuromuscular fatigue induced by a 24-h treadmill run. *Journal of Applied Physiology*, 108: 1224-1233.

Martinet G. (2007). Une modélisation du processus émotionnel pendant les matchs de compétition en tennis de table, Un regard nouveau sur la théorie relationnelle cognitive motivationnelle des émotions de Lazarus. Thèse en STAPS, Université de Lyon 1.

Martinot, D. (2001). Connaissance de soi et estime de soi : ingrédients pour la réussite scolaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 27(3): 483-502.

Maslach, C., & Goldberg, J. (1998). Prevention of burnout: New perspectives. *Applied & Preventive Psychology*, 7(1): 63-74.

Masson, J. (2011). Buts d'accomplissement, Sentiment d'efficacité personnelle et intérêt : Quels impacts sur les résultats scolaires des élèves d'école primaire ? Thèse Université Paris Ouest Nanterre La Défense.

Mattern, C.O., Kenefick, R.W., Kertzer, R., Quinn, T.J. (2001). Impact of starting strategy on cycling performance. *International Journal of Sports Medicine*, 22: 350-355.

Mayo, R.J. (1977). The development and construct validation of a measure of intrinsic motivation. *Dissertation Abstracts International*, 37, 5417b, Perdue University, University Microfilms n° 77-7491.

McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V.V. (1989). Psychometric properties of the intrinsic motivation inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60: 48-58.

Méard, J-A., & Klein, G. (2001). Les programmes d'EPS « lycées ». Partir des pratiques pour renforcer la conviction des enseignants. *Revue EPS*, 291: 9-15.

Mercier, C.-S., Maïano, C., Nicol, C., Sepulcrea, J., Brisswalter, J. (2010). Étude des relations entre les valeurs d'anxiété, d'estime globale de soi et la perception de l'effort lors de l'exercice physique chez des adolescentes obèses et non obèses. *Science & Sports*, 25: 323—326.

Mérand, R., & Dhellemmes, R. (1988). Education à la santé, endurance aérobie, contribution de l'EPS, INRP, Paris, 1988.

Mizrahi, J., Verbitsky, O., Isakov, E. (2000). Shock accelerations and attenuation in downhill and level running. *Clinical Biomechanics*, 15: 15–20.



Neumayr, G., Pfister, R., Mitterbauer, G., Maurer, A., Hoertnagl, H. (2004). Effect of ultramarathon cycling on the heart rate in elite cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 38: 55-59.

Nicholls, J.G. (1984). Conceptions of ability and achievement motivation. In R. Ames & C. Ames (Eds.), *Research on motivation in education*, Vol.1, p.39-73. New York: Academic Press.

Nielsen, B., Hyldig, T., Bidstrup, F., Gonzalez-Alonso, J., Christoffersen, G.R. (2001). Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat. *Pflügers Archiv, European Journal of Physiology*, 442: 41-48.

Noakes, T.D. (2004). Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. *Journal of Applied Physiology*, 96: 1571-1572.

Noakes, T.D. (2009). Evidence that reduced skeletal muscle recruitment explains the lactate paradox during exercise at high altitude. *Journal of Applied Physiology*, 106: 737-738.

Noakes, T.D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3: 82.

Noakes, T.D., St Clair Gibson, A., Lambert, E.V. (2004). From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4): 511-514.

Noakes, T.D., & St Clair Gibson, A. (2004a). Logical limitations to the "catastrophe" models of fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5): 648-649.

Noakes T.D., St Clair Gibson, A., Lambert, E.V. (2005). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *British Journal of Sports Medicine*, 39: 120-124.

Noble, B.J., Metz, K.F., Pandolf, K.B., Cafarelli, E. (1973). Perceptual responses to exercise: a multiple regression study. *Medicine Science & Sports*, 5: 104-109.

Noble, B.J., & Robertson, R.J. (1996). Perceived exertion. Champaign (IL): perceived exertion and heart rate of post 50 year-old volunteers *Human Kinetics*.

Ntoumanis, N. (2001). A self-determination approach to the understanding of motivation in physical education. *British Journal of Educational Psychology*, 71: 225-242.

Nugier, A., & Niedenthal, P. (2005). Les émotions aux commandes des cognitions. In *Les émotions*, coordonné par Ria, L. Ed. *Revue EPS*, p.81-96.

Nuttin, J. (1980). *Théorie de la motivation humaine*. PUF, Paris.



Oatley, K., & Jenkins, J.M. (1996). *Understanding emotions*. Malden: Blackwell Publishing.

Ortony, A., Clore, G. L., Collins, A. (1988). *The cognitive structure of emotions*. New York: Cambridge University Press.

Ortony, A., Clore, G.L., Foss, M.A. (1987). The referential structure of the affective lexicon. *Cognitive Science*, 11: 341-364.



Padilla, S., Mujika, I., Angulo, F., Goiriéna, J.J. (2000). Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. *Journal of Applied Physiology*, 89: 1522-1527.

Palmer, G.S., Borghouts, L.B., Noakes, T.D., Hawley, J.A. (1999). Metabolic and performance responses to constant-load vs. variable-intensity exercise in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 87: 1186-1196.

Pandolf, K.B. (1983). Advances in the study and application of perceived exertion. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, 11: 118-158.

Paoletti, R. (1999). *Éducation et motricité: L'enfant de deux à huit ans*, De Boeck Supérieur.

- Parish, L.E., & Treasure, D.C. (2003). Physical activity and situational motivation in physical education: Influence of the motivational climate and perceived ability. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(2): 173-182.
- Parkinson, B., Totterdell, P., Briner, R.B., Reynolds, S. (1996). *Changing moods: The psychology of mood and mood regulation*. London: Longman.
- Pasquier, G., Paulmaz, E. (2004). La gestion des émotions et les implications dans les apprentissages. *Les cahiers de l'académie de Nantes*, 31: 17-21.
- Peake, J., Nosaka, K., Suzuki, K. (2005). Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exercise immunology review*, 11: 64–85.
- Prapavessis, H. (2000). The POMS and Sports Performance: A review. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12: 34-48.
- Paterson, S., & Marino, F.E. (2004). Effect of deception of distance on prolonged cycling performance. *Perceptual & Motor Skills*, 98 (1): 1017-1026.
- Pelletier, L.G., Fortier, M.S., Vallerand, R.J. Tuson, K.M., & Brière, N.M. (1995). Toward a new measure of intrinsic motivation, extrinsic motivation, and amotivation in sports: The Sport Motivation Scale (SMS). *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17: 35-53.
- Peltonen, J.E., Rantamaki, J., Niittymaki, S.P., Sweins, K., Viitasalo, J.T., Rusko, H.K. (1995). Effects of oxygen fraction in inspired air on rowing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27: 573-579.
- Pennebaker, J.W., & Lightner, J.M. (1980). Competition of internal and external information in an exercise setting. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39: 165-174.
- Perrotin, B. (2000). Apprendre à se connaître et à devenir plus autonome : une approche en course de durée. *Les cahiers EPS de l'académie de Nantes*, 23: 29-31.
- Philippot, P. (2007). *Emotion et psychothérapie*. Edition Madarga, p.11-64.
- Pintrich, P. R., & Schrauben, B. (1992). Student's motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic task, In D. H. Schunk, et J.L. Meece (dir.), *Student Perceptions in the Classroom*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum, p.140-183.
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psycho-evolutionary synthesis*. New York: Harper and Row.
- Plutchik, R. (1984). Emotions: A general psychoevolutionary theory. In K. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion* (p.197-219). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Poilat, A., & Bannour, R. (2008). Emotions et affects: Contribution de la psychologie cognitive. In P. Nagy, & D., Boquet (Eds.), *Le sujet des émotions au Moyen Age*, p. 53-84. Paris: Beauchesne Editeur.

Poizat, G., Sève, C., & Rossard, C. (2006). Influencer les jugements de l'adversaire au cours des interactions sportives compétitives : un exemple en tennis de table. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 56: 167-178.

Pollatos, O., Kirsch, W., Schandry, R. (2005). Brain structures involved in interoceptive awareness and cardioafferent signal processing: A dipole source localisation study. *Human Brain Mapping*, 26: 54-64.

Porges, SW. (1997). Emotion. An evolutionary by-product of the neural regulation of the autonomic nervous system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 807 : 62-77.

Pradet, M. (1999). *La Préparation physique*. Institut national du sport et de l'éducation physique.

Prapavessis, H. (2000). The POMS and Sports Performance: A review. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12: 34-48.



Raglin, J.S. (2001). Psychological factors in sport performance: the mental health model revisited. *Sports Medicine*, 31(12): 875-890.

Raglin, J. S., & Wilson, G.S. (2000). Overtraining in athletes. In *Emotions in sport*, Human Kinetics, p.191-207.

Rauch, H.G., St Clair Gibson, A., Lambert, E.V., Noakes, T.D. (2005). A signalling role for muscle glycogen in the regulation of pace during prolonged exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 39: 34-38.

Récopé, M. (2001). L'adaptation au cœur des apprentissages. In M. Récopé (Ed.), *L'apprentissage*. Paris : Editions Revue EPS.

Rejeski, W.J. & Ribisl, P.M. (1980). Expected task duration and perceived exertion: an attributional analysis. *Journal of Sport Psychology*, 2: 227-236.

Ria, L. (2005). *Les émotions*. Ed. Revue EPS.

Ria, L., & Récopé, M. (2005). Les émotions comme ressort de l'action. In *Les émotions*, coordonné par Ria, L. Ed. Revue EPS, p.11-29.

Rimé, B. (2005). *Le partage social des émotions*. Paris: Presses Universitaires de France.

Roberts, G.C. (2001). Understanding the dynamics of motivation in physical activity: The influence of achievement goals on motivational processes. In G. C. Roberts (Ed.),

Advances in motivation in sport and exercise (pp.1-50). Champaign, IL: Human Kinetics.

Robertson, R.J., Goss, F.L., Boer, N.F., Peoples, J.A., Foreman, A.J., Dabayebbeh, I.M., et al. (2000). Children's OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32: 452-8.

Russell, J.A., & Barrett, L.F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5): 805-819.

Ryan, R.M., & Connell, J.P. (1989). Perceived locus of causality and internalization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57: 749-761.

Ryan, R.M., & Deci, E.L. (2000). The darker and brighter sides of human existence: Basic psychological needs as a unifying concept. *Psychological Inquiry*, 11(4): 319-338.

Ryan, R.M., & Deci, E.L. (2000a). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25: 54-67.



Sandals, L.E., Wood, D.M., Draper, S.B., James, D.V. (2006). Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. *International Journal of Sports Medicine*, 27: 37-42.

Sargeant, A.J., & Davies, C.T.M. (1973). Perceived exertion during rhythmic exercise involving different muscle masses. *Journal of Human Ergology*, 2: 3-11.

Sarrazin, P., Famose, J.P., Cury, F. (1995). But motivationnel, habileté perçue et sélection du niveau de difficulté d'une voie en escalade. *Revue STAPS*, 38: 49-61.

Scalan, T.K. & Lewthwaite, R. (1986). Social psychological aspects of competition for male youth sport participants : IV. Predictors of enjoyment. *Journal of Sport Psychology*, 8: 25-35.

Schachter, S., & Singer, J. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69: 379-399.

Schandry, R., Bestler, M., Montoya, P. (1993). On the relation between cardiodynamics and heartbeat perception. *Psychophysiology*, 30: 467-474.

Scherer, K.R. (1984). On the nature and function of emotion: A component process approach. In K.R. Scherer, P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion*, p.293-317.

Scherer, K.R. (1988). Criteria for emotion-antecedent appraisal: A review. In V. Hamilton, G.H. Bower, & N.H. Frijda (Eds.), *Cognitive perspectives on emotion and motivation*, p.89-126.

- Scherer, K.R. (2000). Psychological models of emotion. In: Borod, J. (Ed.), *The Neuropsychology of Emotion*. Oxford University Press, Oxford/New York, pp. 137-162.
- Schnitzler, C. (2008). La course de durée en cycle terminal: La notion d'allure cible comme aide à la construction des contenus – *Revue EPS*, 333.
- Schwob, V., Allongue, A., Emery, F. (2012). Natation de durée : Un premier cycle en seconde, *EPS n°350*.
- Seo, M.G., Barrett, L.F., & Bartunek, J.M. (2004). The role of affective experience in work motivation. *Academy of Management Review*, 29(3), 423-439.
- Shavelson, R.J., & Bolus, R. (1982). Self-concept: The interplay of theory and methods. *Journal of Educational Psychology*, 74: 3-1.
- Shavelson, R.J., Hubner, J.J., & Stanton, G.C. (1976). Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46: 407-441.
- Shaver, P., Schwartz, J., Kirson, D., O'Connor, C. (1987). Emotion knowledge: Further exploration of a prototype approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(6): 1061-1086.
- Smith, C.A., & Lazarus, R.S. (1990). Emotion and adaptation. In L.A. Pervin (Ed.), *Handbook of personality: Theory and research*, p. 609-637.
- Skinner, J.S., Hutsler, R., Bergsteinova, V., Buskirk, E.R. (1973). Perception of effort during different types of exercise and under different environmental conditions. *Medicine Science and Sports*, 5: 110-115.
- Standage, M., Duda, J.L., & Ntoumanis, N. (2003). A model of contextual motivation in physical education: Using constructs from self-determination and achievement goal theories to predict physical activity intentions. *Journal of Educational Psychology*, 95: 97-110.
- St Clair Gibson, A., Lambert, M.L., Noakes, T.D. (2001). Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports Med* 31: 637-650.
- St Clair Gibson, A., Baden, D.A., Lambert, M.L., Harley, Y.X.R., Hampson, D., Russell, V.A., Noakes, T.D. (2003). The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine*, 33: 167-176.
- St Clair Gibson, A., & Noakes, T.D. (2004). Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6): 797-806.
- St Clair Gibson, A., Goedecke, J.H., Harley, Y.X. (2005). Metabolic set point control mechanisms in different physiological systems at rest and during exercise. *Journal of Theoretical Biology*; 236: 60-72.

St Clair Gibson, A., Lambert, E.V., Rauch, L.H., Tucker, R., Baden, D.A., Foster, C., et al. (2006). The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Medicine*, 36(8): 705-722.

St Clair Gibson, A., & Foster, C. (2007). The role of self-talk in the awareness of physiological state and physical performance. *Sports Medicine*, 37(12): 1029-1044.

Swain, D.P. (1997). A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in wind. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29: 1104-1108.



Terré, N., Saury, J., et Sève, C. (2013). Emotions et transformation des connaissances en éducation physique : une étude de cas en kayak de mer. e *Journal de la Recherche sur l'Intervention en Éducation Physique et Sport* n°29: 27-58.

Terret, T. (2002). L'invention d'un sport éducatif. In Terret, T., Fargier, P., Rias, B., Roger, A. (2002). *L'athlétisme et l'Ecole, Histoire et épistémologie d'un sport éducatif*, Paris : L'Harmattan. p.19-66.

Thayer, R.E. (1989). *The biopsychology of mood and arousal*. New York: Oxford University Press.

Thill, E. (1999). *Compétence et effort*. Presses universitaires de France.

Thill, E. & Vallerand, R.J. (1993). Conclusion: Vue d'ensemble des théories de la motivation et perspective des développements futures. In R. J. Vallerand & E. Thill (Eds), *Introduction à la psychologie de la motivation* (p.583-605). Montréal: Editions Etudes Vivantes.

Thompson, K.G., MacLaren, D.P., Lees, A., Atkinson, G. (2003). The effect of even, positive and negative pacing on metabolic, kinematic and temporal variables during breaststroke swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 88: 438-443.

Thompson, K.G., MacLaren, D.P., Lees, A., Atkinson, G. (2004). The effects of changing pace on metabolism and stroke characteristics during high-speed breaststroke swimming. *Journal of Sports Sciences*, 22: 149-157.

Totterdell, P. & Leach, D. (2001). Negative mood regulation expectancies and sports performance: An investigation involving professional cricketers. *Psychology of Sport and Exercise*, 2: 249-265.

Tribalat, T. (1985). La course à pied. Découverte des aspects stratégiques en milieu scolaire. *Revue EPS*, 192: 41-47.

Tribalat, T. (2005). Réflexion autour de la santé des jeunes et contribution de l'EPS. *Revue Hyper-EPS*, 228: 26-28.

Tucker, R., Rauch, L., Harley, Y.X., Noakes, T.D. (2004). Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflügers Archiv, European Journal of Physiology*, 448: 422-430.

Tucker, R., Lambert, M.I., Noakes, T.D. (2006a). An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *International journal of sports physiology and performance*, 1: 233-245.

Tucker, R., Marle, T., Lambert, E.V., Noakes, T.D. (2006). The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion *The Journal of Physiology*, 574: 905-915.

Tucker, R. (2009) The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 43: 392-400.



Umbriaco, M. & Gosselin, L. (2002). Émotion, cognition et formation à distance. *Revue Distances*, 5(1): 113-122.

Ulmer, H.V. (1996). Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*, 52(5): 416-420.



Vaitl, D. & Schandry, R. (1995). *From the heart to the brain: the psychophysiology of circulation-brain interaction*. Frankfurt, Germany: Peter Lang.

Vallerand, R.J. (1987). Antecedents of self-related affects in sport: Preliminary evidence on the intuitive-reflective appraisal model. *Journal of Sport Psychology*, 9: 161-182.

Vallerand, R.J. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in Experimental social psychology*, 29: 271-360. San Diego, CA: Academic Press.

Vallerand, R.J., & Blanchard, C.M. (2000). The study of emotion in sport and exercise: Historical, Definitional, and conceptual perspectives. In Y.L. Hanin (Ed.), *Emotions in sport* (p. 3-37). Champaign, IL: Human Kinetics.

Vallerand, R.J., & Fortier, M.S. (1998). Measures of intrinsic and extrinsic motivation in sport and physical activity: a review and critique. In: Duda, J.L. (Ed.), *Advancements in sport and exercise psychology measurement*. Fitness Information Technology, Morgantown, WV, p.81-101.

Vallerand, R.J. & Losier, G.F. (1999). An integrative analysis of intrinsic and extrinsic motivation in sport. *Journal of Applied Sport Psychology*, 11: 142-169.

Vallerand, R.J., Pelletier, L.G., Blais, M.R., Brière, N.M., Senécal, C., & Vallières, E.F. (1992). The academic motivation scale : A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. *Educational and Psychological Measurement*, 52: 1003-1019.

Vallerand, R.J., & Thill, E. (1993). Introduction au concept de la motivation. In R.J. Vallerand & E. Thill (Eds.), *Introduction à la psychologie de la motivation* (p.2-39). Montréal: Editions Etudes Vivantes.

Van Ingen Schenau, G.J., & Cavanagh, P.R. (1990). Power equations in endurance sports. *Journal of Biomechanics*, 23(9): 865-881.

Van Ingen Schenau, G.J., de Koning, J.J., & de Groot, G. (1992). The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. *International Journal of Sports Medicine*, 13(6): 447-451.

Vaussehat, R. (1969). L'école du coureur. *Revue EPS*, 99: 33-36.

Verger, G., & Verger, M. (1993). La gestion de l'effort. *Revue EPS*, 242: 45-48.

Villepreux, P., Brochard, F., Jeandroz, M. (2007). *Rugby : Le jeu, les joueurs, les entraîneurs - Evolution, apprentissage*. Editions Vigot.



Walker, N., Thatcher, J., Lavalley, D., Golby, J. (2004). The Emotional Response to Athletic Injury: Re-Injury Anxiety. In D. Lavalley, J. Thatcher, & M. V. Jones (Eds.), *Coping and emotion in sport*, p.91-103.

Watson, D., Clark, L.A., Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54: 1063-1070.

Watson, D., & Clark, L.A. (1994). Emotions, moods, traits, and temperaments: Conceptual distinctions and empirical findings. In P. Ekman & R.J. Davidson (Eds.), *The nature of emotion: Fundamental questions*, p.89-93.

Weineck, J. (1992). *Biologie du sport*, Vigot, Paris.

Weiner, B. (1972). *Theories of Motivation: From Mechanism to Cognition*. Chicago: Markham Publishing Company.

Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92: 548-573.

Weiner, B. (1986). An attributional theory of motivation and emotion. New York: Springer-Verlag.

Wilberg, R.B. & Pratt, J. (1988). A survey of the race profiles of cyclists in the pursuit and kilo track events. *Canadian journal of sport sciences*, 13: 208-213.

Williams, J.G., Eston, R., Furlong, B. (1994). CERT: a perceived exertion scale for young children. *Perceptual & Motor Skills*, 79: 1451-8.

Wittekind, A.L., Micklewright, D., Beneke, R., (2011). Teleoanticipation in all-out short duration cycling. *British Journal of Sports Medicine*, 45(2): 114-9.

Wood, R.E., Bandura, A., & Bailey, T. (1990). Mechanisms governing organizational performance in complex decision-making environments. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 46: 181-201.



Yelling, M., Lamb, K.L., Swaine, I.L. (2002). Validity of a pictorial perceived exertion scale for effort estimation and effort production during stepping exercise in adolescent children. *European Physical Education Review*, 8: 157-75.



Zamparo, P., Bonifazi, M., Faina, M., Milan, A., Sardella, F., Schena, F., Capelli, C. (2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 94: 697-704.

ANNEXES

Titres et travaux

Articles internationaux publiés dans des revues à comité de lecture:

Baron, B., **Guilloux**, B., Begue, M., Uriac, S. (2015). Emotional responses during repeated sprint intervals performed on level, downhill and uphill surfaces. *Journal of Sports Sciences* ; 33(5):476-86. **Voir ANNEXE 1 ci-après.**

Guilloux, B., & Baron, B. (2015). Pacing Strategies and Emotional Pattern During Intermittent 3-min runs in Secondary School Participants. *Journal of Exercise, Sports & Orthopedics*, 2(2): 1-9. **Voir ANNEXE 2 ci-après.**

Travaux présentés lors de congrès internationaux avec actes publiés:

Guilloux, B., & Baron, B. (2014). Emotional responses during a 3 min self-paced running exercise vs semi-controlled exercise in secondary school pupils. *Proceedings of the SFPS' 5th International Congress of Sport Psychology*. 12-14 mai 2014. Nice, France.

Guilloux, B., & Baron, B. (2014). Emotional responses during a 3min self-paced run in secondary school pupils. *Proceedings of the SFPS' 5th International Congress of Sport Psychology*. 12-14 mai 2014. Nice, France.

Travaux présentés lors de séminaires avec actes publiés:

Guilloux, B., Uriac, S., Bégue, M., Baron, B. (2014). Régulations émotionnelles lors de courses intermittentes en éducation physique et sportive. In Groslembert, A., Ferréol, G., (2014). *Perception de l'effort : application dans les domaines du sport, de la santé et de l'éducation physique*. Culture Sport Santé Société, U-sport Université de Franche-Comté.

Uriac, S., Begue, M., **Guilloux, B.**, & Baron, B. (2014). Processus et stratégies de régulation de l'allure en natation chez des collégiens de section sportive. In Groslembert, A., Ferréol, G., (2014). *Perception de l'effort : application dans les domaines du sport, de la santé et de l'éducation physique*. Culture Sport Santé Société, U-sport Université de Franche-Comté.

Emotional responses during repeated sprint intervals performed on level, downhill and uphill surfaces

BERTRAND BARON, BERTRAND GUILLOUX, MYLÈNE BEGUE & STÉPHANE URIAC

IRISSE EA4075, Université de la Réunion, Le Tampon, France

(Accepted 19 July 2014)

Abstract

The purpose of this study was to test emotional responses during sprint intervals performed on a level, down and up surface. Fifty trained participants performed a maximal effort during a 60-m sprint and 10 repetitions of 60 m running sprints on a level, down and up surface on a 5.9% slope. Running speeds, emotional responses and heart rate were measured. Self-selected speeds were correlated with the rating of perceived exertion, the affective balance, the desire to stop and the resources needed for the task in all conditions whereas the pleasure, the desire to continue and the capacity to realise the task were correlated with speeds only during level and uphill running. Mean values of emotional parameters were significantly different ($P < 0.05$) during running on a flat surface, downhill and uphill. When the gradient of running surface is changed, the pattern of emotional responses was just translated, i.e. most of the slope between the evolution of emotional parameters and the repetitions were not significantly different whereas Y -intercepts were different.

Consented effort is highly correlated with the resources needed for the task ($P < 0.001$, $r^2 = 0.72$). We propose that the difference in the resources needed for the task between level, downhill and uphill running ($F_{2, 1499} = 166.5$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.18$) is the most important key that explains our results.

Keywords: *pace strategies, perceived exertion, emotional responses, running*

Introduction

Pacing strategy is a critical factor determining success in sporting performance (Hettinga, De Koning, Meijer, Teunissen, & Foster, 2007). An optimum pacing strategy can be described as one that is employed during exercise to regulate the rate of energy expenditure (de Koning, Bobbert, & Foster, 1999; Foster, Schrager, Snyder, & Thompson, 1994; Foster et al., 1993) in order to minimise external power losses (Hettinga, De Koning, Broersen, Van Geffen, & Foster, 2006) and prevent premature fatigue and catastrophic failure in any peripheral physiological system before the expected end point (St Clair Gibson et al., 2006). This process has been described as an internal negotiation, which requires an estimation of the magnitude of the task remaining, the momentary power output and the remaining energetic reserves amongst other inputs (Foster et al., 2004).

According to St Clair Gibson et al. (2006), unconscious calculations continuously control emotional arousal and induce the choice of optimal intensity so that the optimum exercise intensity can be maintained until the end point. Conscious control is also identified in the mechanisms for regulating intensity (Lambert,

St Clair Gibson, & Noakes, 2005; Noakes, St Clair Gibson, & Lambert, 2004, 2005). Indeed, the sensation of fatigue is recognised as the conscious awareness originating from a subconscious control (St Clair Gibson et al., 2003) of the homeostatic, central governor control mechanisms (Noakes et al., 2005), and it is related to the intensity of interoceptive processes (Herbert, Pollatos, & Schandry, 2007; Herbert, Ulbrich, & Schandry, 2007).

Hence, the process of fatigue arousal and its regulation is complex, and a psychophysiological approach is needed (Baron, Moullan, Deruelle, & Noakes, 2011).

However, if pacing is defined as the process of managing energy expenditure so that no factor will become limiting before the end point of exercise (Hettinga et al., 2006), when an early disturbance in physiological homeostasis occurs, it is also accompanied by a change in the affective responses (Baron et al., 2011). Ekkekakis, Hall, and Petruzzello (2005) argued that pleasure and displeasure are tied to the maintenance of homeostasis.

Hence, the physiological changes generate a barrage of interoceptive information that enters

conscious awareness (Ekkekakis et al., 2005). Affective responses have been shown to correlate closely with indices of physiological strain, indicating a direct link between somatic afferents and the affective centres of the brain.

Moreover, the process of regulating emotions is proposed to be an effortful one that can involve using physiological resources (Lane, Wilson, Whyte, & Shave, 2011).

In proposing the resource allocation model of self-control, Beedie and Lane (2012) have retained a role for glucose, albeit as physiological mediator of the motivational and behavioural process involved in self-control.

Emotion regulation has been defined as “the process of initiating, maintaining, modulating, or changing the occurrence, intensity, or duration of internal feeling states” (Lane et al., 2011).

During performing severe-intensity exercise, what prevents the occurrence of catastrophic fatigue is the activation of a protective mechanism that precedes the failure in physiological systems and manifests itself as powerful perceptions of fatigue and displeasure (Ekkekakis et al., 2005). Affect is at the core of the life-preserving “automatic regulation system” (Ekkekakis et al., 2005).

Thus, it is proposed that during exercise the athlete must monitor not only physiological reserves but also emotional reserves so that catastrophic failure in any physiological or emotional system does not occur before the finish line (Baron et al., 2011).

It is now accepted that one function of emotion is to signal disparities between environmental conditions and personal priorities (Beedie & Lane, 2012).

When exercise is performed until fatigue, the rising displeasure progressively reduces the conscious desire to override this control mechanism, insuring that the exercise intensity is appropriately regulated (Noakes et al., 2005).

Hence, the mental acceptance of the effort needed for the duration of exercise that remains must also be managed in the process of pacing strategy.

This is closely linked with the notion of motivation, defined as the process that determines the direction and energisation of behaviour (Gendolla & Richter, 2010).

Indeed, individuals develop strategies that allow them to reach their goals and mobilise and monitor their behaviours in order to attain their goals (Seo, Barrett, & Bartunek, 2004). Emotional phenomena represent central mechanisms of self-regulation that help humans deal effectively with their environments (Damasio, 1994, 1999; Seo et al., 2004). In this context, emotions are defined as the feelings of the change in visceral-afferent feedback (James, 1994).

Ekkekakis et al. (2005) consider pleasure to signify utility and displeasure to signify danger. Because low

intensities are associated with pleasure, they tend to evoke approach reactions. On the other hand, high intensities tend to evoke withdrawal reactions because it is associated with displeasure (Ekkekakis et al., 2005).

Lane et al. (2011) explained that unpleasant emotional profile indicated by elevated anger, confusion, depression, fatigue and tension with reduced vigour represent emotional responses that could be triggered by a perceived failure to maintain performance goal.

Whereas numerous data have been published about the role of physiological state on pacing strategy, to the better of our knowledge the influence of emotional responses has not yet been studied in this way.

Nevertheless, the motivational intensity theory (Gendolla & Richter, 2010) that claims that effort would be mobilised proportionally to the extent of difficulty could be one key variable of emotional regulation and pacing strategy.

Recently, we have proposed to consider not only physiological but also pleasant and unpleasant affective responses by using specific items as effort and pleasure in order to study pacing strategy (Baron et al., 2011). According to this theoretical model, the athlete must monitor the difference between the difficulty of perceived effort and the pleasure during exercise (Baron et al., 2011). In this configuration, the catastrophic failure in any physiological or emotional system does not occur before the finish line. This difference could be named as “affective balance” (AB).

We suggested that the desire to sustain high levels of effort depends on the difference between the highest level of acceptance of AB for the expected duration of exercise and the level of AB present at any moment during the exercise session.

We hypothesised that this complex brain control contributes to the regulation of the pacing strategy.

Indeed, if the level of AB is near the high level of the acceptance of AB during exercise, the athlete must choose either comfort by reducing the exercise intensity or an increase in discomfort by maintaining the selected intensity in order to improve performance. To take into account this notion of internal conflict, the level of acceptance of AB could be defined as the difference between the desire to stop the exercise and the desire to continue.

St Clair Gibson and Foster (2007) have already shown that the pacing strategy is dependent on a pre-established template, i.e. that athletes develop individual pattern of pacing strategy and that this pattern is reproduced in future tasks. St Clair Gibson, Lambert, and Noakes (2001) have suggested that the motor sequences representative of the performance template are almost certainly programmed into the motor cortex from prior athletic performance.

We suggest that a pre-established template in emotional responses would exist and influence the pacing strategies even when the nature of the task would be different, i.e. during level, downhill and uphill running.

The most important aims of the present study were to better understand the role of emotions in pacing strategies (Baron et al., 2011) and how the performance template is programmed. The logic is that the analysis of emotional regulation on different running surfaces (level, uphill and downhill) will help to determine whether emotional regulation remains the same whatever the conditions are.

Methods

Participants and design

Students (38 male and 12 female) of the Faculty of Sports Sciences gave their informed consent prior to their inclusion in the study. They trained 12.4 ± 3.3 hours per week in different sports. Local ethics committee has approved this work.

Participants aged 24.2 ± 4.7 years. Mean height and body mass values were 1.77 ± 1.02 m and 67.6 ± 6.9 kg, respectively. This group trained for many years in different sports and for 1 year in running, including one session each week on an athletic track. Participants were taught to use the Rating of Perceived Exertion (RPE) scale (Borg, Ljunggren, & Ceci, 1985) to monitor their exercise intensities during all these sessions. Thus, all participants were accustomed to not only quantifying their individual RPE, but also other emotional parameters (the pleasure, the desire to continue, the desire to stop, the capacity to realise the task and the resources needed for the task) when running on a flat surface.

Methodology

Level running tests (tests 1 and 4) were performed on athletic tracks of 400 m. Uphill and downhill sprints (tests 2, 3, 5 and 6) were performed on inclined surfaces with a regular slope situated near the athletic track. Before the experiments began, a distance of 60 m was measured out using a decametre, whereas the lower and higher altitudes of the slope were defined using a global positioning system (GPS: FRWD W600). The altitudes of these two points and the resulting slope were measured and calculated on five different days with the same GPS to verify the results. Moreover, the accuracy of the GPS had been tested previously by comparing the change in altitude of a vertical wall measured with the GPS with that directly measured with the

decametre. The slope calculated from these values was 5.9%.

Before the experimental studies, participants were exposed to one training session of ten repetitions of 60 m performed in each condition (level, uphill and downhill running) on the same athletic track and on the same slope. In this familiarisation trial and all the subsequent tests except test 1, participants were asked to run each interval as fast as possible but were free to modulate their intensity as they chose. They were not informed of their lap times in any of the trials. All the tests began at 0900 hours and were held on the same weekday once a week for 7 consecutive weeks. Participants were asked to eat breakfast at 0700 hours and to report at the test site at 0830 hours on the experiment days. All testing was performed in warm sunny weather at an altitude of 550 m with an average temperature of 25.5°C. Participants were encouraged to drink water *ad libitum* before and during the tests in order to avoid any potential effects of fluid loss. Seven tests were completed within a 7-week period. The tests were preceded by a 15 min jogging warm-up that included three progressive accelerations of 60 m. Five groups of ten participants were constituted and were assigned to tests 1–6 in unalike order (group A: tests 2–3–4–5–6, group B: tests 3–5–4–6–2, group C: tests 4–5–6–3–2, group D: tests 5–3–2–6–4, group E: tests 6–5–2–4–3).

Tests 1, 2 and 3

Participants were timed with a stopwatch whilst they produced a maximal effort during a 60-m sprint on the level in order to determine the maximal running speed on a level (MRSL) surface. Likewise, they performed 60 m running bouts on the uphill and downhill inclined surface to measure maximal running speed on uphill (MRSU) and downhill surfaces (MRSD), respectively.

Tests 4, 5 and 6

Participants were instructed to run 10×60 m on the level, uphill or downhill surfaces. Speeds were not imposed but participants were asked to perform the 10 repetitions as quickly as possible. Each 60-m repetition was timed in order to determine the self-chosen pace when running on the level (SPL), uphill (SPU) or downhill (SPD). Between each sprint, participants rested for 4 min.

Heart rate (HR) was continuously measured using a heart rate monitor (Polar RS800). The RPE was measured using Borg's category ratio scale (Borg et al., 1985) that consists of 11 statements ranging from 0 to 10 (from "nothing" to "maximum"). This scale was used in order to quantify all the other

emotional parameters: that is, the pleasure (P), the desire to continue (DC), the desire to stop (DS), the capacity to realise the task (CRT) and the resources needed for the task (R). The AB is calculated as the difference between RPE and P.

Statistical analysis

Calculations were performed using SPSS. Standard statistical methods were used for the calculation of mean and standard deviations.

One-way ANOVA was used to determine significant differences of measured variables between level, uphill and downhill running.

Normal Gaussian distribution of the data was verified by the Shapiro–Wilk's test. A two-factor ANOVA with repeated measurements was used to compare the changes in parameters at the end of each repetition.

Compound symmetry, or sphericity, was verified by the Mauchly test. Multiple comparisons were made with the Tukey HSD post hoc test when the Greenhouse–Geisser epsilon correction factor was >0.50 , or with the Bonferroni post hoc test when the epsilon was <0.50 .

The Pearson's coefficient was computed to test linear correlation among variables measured at the end of each repetition.

Statistical significance was set at a level of $P = 0.05$ for all the analyses. Eta^2 's were calculated in order to take the effect sizes into consideration.

Results

Tests 1, 2 and 3 (maximal sprints)

A statistically significant influence of the gradient of the running surface was obtained for the maximal running speed ($F_{2,149} = 80.61$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.52$). The maximal running speed during the test of 60 m on a level surface was significantly higher than maximal velocity performed on an uphill slope ($27.01 \pm 2.4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ vs. $22.91 \pm 2.0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; $P < 0.001$, [$\text{CI}_{95\%}$: -0.61 to -0.38]). Maximal running speed on level was significantly lower than the maximal velocity performed on a downhill slope ($22.91 \pm 2.0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ vs. $30.33 \pm 2.7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; $P < 0.001$, [$\text{CI}_{95\%}$: 0.30 to 0.53]).

Tests 4, 5 and 6 (repeated sprints)

Evolution of self-selected speed in each condition of running. Self-selected speed on level and up surface decreased significantly between the first and the last repetition (27.15 ± 2.04 vs. $25.56 \pm 1.58 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; 22.85 ± 1.68 vs. $21.93 \pm 1.58 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; $F_{9,499} = 7.66$, $P < 0.001$, [$\text{CI}_{95\%}$: -2.46 to -1.15], $\text{Eta}^2 = 0.12$ and

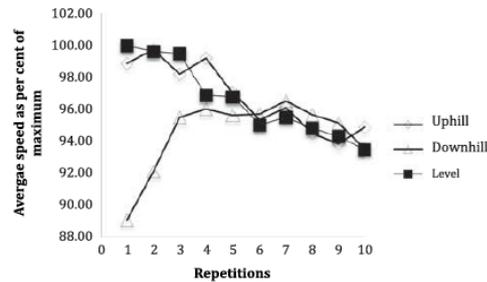


Figure 1. Average speed as a per cent of maximum during the 10 repetitions of 60 m performed on level, uphill and downhill surfaces.

$F_{9,499} = 13.96$, $P < 0.001$, [$\text{CI}_{95\%}$: -1.51 to -0.34] $\text{Eta}^2 = 0.19$, respectively), whereas self-selected speed during downhill significantly increased (27.31 ± 2.85 vs. $28.43 \pm 1.49 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; $F_{9,499} = 6.49$, $P < 0.001$, [$\text{CI}_{95\%}$: 0.33 to 1.97] $\text{Eta}^2 = 0.11$) (see Figure 1).

Influence of the gradient of the running surface on self-selected speed and emotional parameters. Mean values and standard deviation of self-selected speeds, heart rate, emotional parameters and the comparison of these variables between level, uphill and downhill repetitions are presented in Table I and Figure 2. P -values and confidence intervals ($\text{CI}_{95\%}$) are presented for each analysis.

The ANOVA indicated a significant effect of the gradient of the running surface on self-selected speed ($F_{2, 1499} = 1812$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.71$), self-selected speed expressed as per cent of maximal running speed ($F_{2, 1499} = 1664$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.69$), HR ($F_{2, 1499} = 37.2$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.04$), effort ($F_{2, 1499} = 101.1$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.12$), pleasure ($F_{2, 1499} = 56.1$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.07$), AB ($F_{2, 1499} = 71.4$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.09$), desire to continue ($F_{2, 1499} = 22.4$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.03$), desire to stop ($F_{2, 1499} = 64.8$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.08$), capacity to realise the task ($F_{2, 1499} = 63.3$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.08$) and the resources needed for the task ($F_{2, 1499} = 166.5$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.18$).

Important effect sizes were observed for self-selected speed, self-selected speed as per cent of maximal running speed, and effort and the resources needed for the task.

Relations between heart rate and emotional parameters. HR was correlated with emotional parameters for each condition (see Tables II, III and IV).

Relations between self-selected speed and emotional parameters. Self-selected speed was correlated with emotional parameters for each condition except for the pleasure, the desire to continue and the capacity

Table I. Average values measured during each repetition of the tests of 10 × 60 m performed on downhill, level and uphill surfaces (tests 4, 5 and 6); self-chosen pace when running downhill, on the level and uphill (SPD, SPL and SPU); absolute and relative values in per cent of maximal running speed downhill (MRSU), on the level (MRSL) and uphill (MRSU); heart rate (HR); rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R); and capacity to realise the task (CRT).

	Uphill	Level	Downhill
Self-chosen pace (km · h ⁻¹)	SPU: 22.27 ± 2.97 CI _{95%} UH-L: -4.79 to -4.28*	SPL: 26.09 ± 1.73	SPD: 28.66 ± 2.23 CI _{95%} DH-L: 2.33 to 2.84* CI _{95%} DH-UH: 6.85 to 7.39*
Self-chosen pace (% of maximal running speed in each condition)	97.2 ± 4.6 CI _{95%} UH-L: 0.15 to 1.21*	96.6 ± 3.6	94.5 ± 3.9 CI _{95%} DH-L: -2.57 to -1.51* CI _{95%} DH-UH: -3.29 to -2.17*
HR (bpm)	180.2 ± 30.8 CI _{95%} UH-L: 7.85 to 15.38*	168.6 ± 30.6	164.1 ± 29.5 CI _{95%} DH-L: -8.29 to -0.76* CI _{95%} DH-UH: -19.89 to -12.4*
RPE	6.8 ± 2.5 CI _{95%} UH-L: 0.06 to 0.63*	6.5 ± 2.1	4.8 ± 2.3 CI _{95%} DH-L: -1.91 to -1.34* CI _{95%} DH-UH: -2.72 to -1.68*
P	3.6 ± 2.5 CI _{95%} UH-L: -1.38 to -0.81*	4.7 ± 2.3	5.0 ± 2.1 CI _{95%} DH-L: 0.12 to 0.69* CI _{95%} DH-UH: 1.21 to 1.78*
AB	3.1 ± 4.8 CI _{95%} UH-L: 0.84 to 1.94*	1.7 ± 4.1	-0.2 ± 4.3 CI _{95%} DH-L: -2.51 to -1.40* CI _{95%} DH-UH: -3.92 to -2.77*
DC	4.5 ± 2.7 CI _{95%} UH-L: -0.68 to -0.08*	4.9 ± 2.4	5.5 ± 2.2 CI _{95%} DH-L: 0.34 to 0.94* CI _{95%} DH-UH: 0.71 to 1.32*
DS	6.0 ± 2.7 CI _{95%} UH-L: 0.49 to 1.10*	5.2 ± 2.5	4.2 ± 2.3 CI _{95%} DH-L: -1.32 to -0.70* CI _{95%} DH-UH: -2.11 to -1.49*
R	7.5 ± 1.8 CI _{95%} UH-L: 0.75 to 1.25*	6.5 ± 2.0	5.1 ± 2.3 CI _{95%} DH-L: -1.60 to -1.09* CI _{95%} DH-UH: -2.60 to -2.09*
CRT	4.7 ± 2.4 CI _{95%} UH-L: -1.17 to -0.63*	5.6 ± 2.3	6.2 ± 1.9 CI _{95%} DH-L: 0.39 to 0.94* CI _{95%} DH-UH: 1.29 to 1.84*

Notes: *Significant difference ($P < 0.05$).
 CI_{95%}UH-L: Confident interval of the difference between uphill and level.
 CI_{95%}DH-L: Confident interval of the difference between downhill and level.
 CI_{95%}UH-DH: Confident interval of the difference between uphill and downhill.

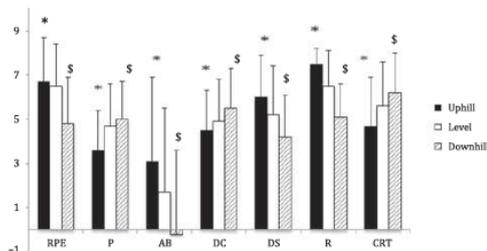


Figure 2. Average values measured during each repetition of the tests of 10 × 60 m performed on downhill, level and uphill surfaces (tests 4, 5 and 6): rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

*: Significant difference between level and uphill.
 §: Significant difference between level and downhill.

Table II. Correlation matrix obtained between heart rate (HR) and emotional parameters during the test of 10 × 60 m realised on an up surface: Rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
HR	0.75*	-0.63*	0.73*	-0.71*	0.72*	0.57*	-0.77*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table III. Correlation matrix obtained between heart rate (HR) and emotional parameters during the test of 10 × 60 m realised on a level surface: Rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
HR	0.79*	-0.66*	0.77*	-0.67*	0.74*	0.71*	-0.76*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

to realise the task during downhill running (see Tables V, VI, and VII).

Relations between repetitions and emotional parameters

During uphill running. Perceived exertion, AB, desire to stop and resources needed for the task significantly increased between the first and the last repetition ($F_{9, 499} = 76.3$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.58$; $F_{9, 499} = 67.8$, $P < 0.001$,

Table IV. Correlation matrix obtained between heart rate (HR) and emotional parameters during the test of 10×60 m realised on a down surface: Rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
HR	0.67*	-0.62*	0.66*	-0.56*	0.63*	0.34*	-0.77*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table V. Correlation matrix obtained between SPU (expressed in per cent of MRSU) and emotional parameters during the test of 10×60 m realised on an uphill surface: Rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
SPU	-0.49*	0.48*	-0.50*	0.52*	-0.48*	-0.41*	0.55*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table VI. Correlation matrix obtained between SPL (expressed in per cent of MRSL) and emotional parameters during the test of 10×60 m realised on a level surface: Rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
SPL	-0.69*	0.59*	-0.68*	0.62*	-0.71*	-0.73*	0.56*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table VII. Correlation matrix obtained between SPD (expressed in per cent of MRSD) and emotional parameters during the test of 10×60 m realised on a downhill surface: Rating of perceived exertion (RPE); pleasure (P); affective balance (AB); desire to continue (DC); desire to stop (DS); resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
SPD	0.26*	-0.20	0.24*	-0.20	0.24*	0.35*	-0.18

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table VIII. Average values of the first and the last repetition of each emotional parameter during uphill repetitions: Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

Parameters	Values of the	
	first repetition	Values of the last repetition
RPE	3.4 ± 1.9	$9.1 \pm 0.9^*$ CI _{95%} : 5.09 to 6.24
AB	-3.0 ± 4.2	$7.9 \pm 1.8^*$ CI _{95%} : 9.61 to 12.17
DS	3.0 ± 2.5	$8.8 \pm 1.3^*$ CI _{95%} : 4.99 to 6.57
R	6.0 ± 2.3	$8.2 \pm 2.3^*$ CI _{95%} : 1.31 to 3.14
P	6.4 ± 2.6	$1.2 \pm 1.0^*$ CI _{95%} : -6.00 to -4.44
DC	7.4 ± 2.3	$1.7 \pm 1.3^*$ CI _{95%} : -6.51 to -5.05
CRT	7.7 ± 1.2	$1.4 \pm 1.2^*$ CI _{95%} : -6.70 to -5.75

Notes: *Main effect of repetitions.

CI_{95%}: Confident interval of the difference between first and last repetitions.

$\text{Eta}^2 = 0.55$; $F_{9, 499} = 58.6$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.52$; $F_{9, 499} = 11.3$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.17$, respectively), whereas pleasure, desire to continue and capacity to realise the task significantly decreased ($F_{9, 499} = 52.15$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.49$; $F_{9, 499} = 39.45$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.42$; $F_{9, 499} = 197.9$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.78$, respectively, see Tables VIII). Effect sizes were important for all these parameters.

During level running. Likewise, Perceived exertion, AB, desire to stop and resources needed for the task significantly increased between the first and the last repetition ($F_{9, 499} = 184.1$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.77$; $F_{9, 499} = 188.2$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.78$; $F_{9, 499} = 157.6$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.74$; $F_{9, 499} = 87.4$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.62$, respectively), whereas pleasure, desire to continue and capacity to realise the task significantly decreased during level running ($F_{9, 499} = 90.6$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.62$; $F_{9, 499} = 83.5$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.6$; $F_{9, 499} = 153.6$, $P < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.74$,

Table IX. Average values of the first and the last repetition of each emotional parameter during level repetitions: Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

Parameters	Values of the	
	first repetition	Values of the last repetition
RPE	3.4 ± 1.4	$9.1 \pm 0.9^*$ CI _{95%} : 5.18 to 6.15
AB	-3.4 ± 1.8	$7.0 \pm 2.4^*$ CI _{95%} : 9.60 to 11.29
DS	2.5 ± 0.8	$8.9 \pm 1.3^*$ CI _{95%} : 5.90 to 6.76
R	3.9 ± 1.1	$8.8 \pm 1.3^*$ CI _{95%} : 4.39 to 5.38
P	6.9 ± 1.5	$2.1 \pm 1.5^*$ CI _{95%} : -5.37 to -4.19
DC	7.4 ± 1.7	$1.5 \pm 1.6^*$ CI _{95%} : -6.54 to -5.24
CRT	8.2 ± 1.3	$2.7 \pm 1.5^*$ CI _{95%} : -6.11 to -5.01

Notes: *Main effect of repetitions.

CI_{95%}: Confident interval of the difference between first and last repetitions.

Table X. Average values of the first and the last repetition of each emotional parameter during downhill repetitions: Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

Parameters	Values of the first repetition	Values of the last repetition
RPE	1.8 ± 1.2	8.1 ± 1.1* $CI_{95\%}$: 5.89 to 6.78
AB	-5.3 ± 2.7	5.9 ± 2.1* $CI_{95\%}$: 10.26 to 12.18
DS	1.3 ± 1.5	7.2 ± 1.2* $CI_{95\%}$: 5.35 to 6.42
R	2.8 ± 2.0	7.0 ± 2.2* $CI_{95\%}$: 3.27 to 4.96
P	7.1 ± 2.3	2.2 ± 1.3* $CI_{95\%}$: -5.62 to -4.16
DC	8.0 ± 1.3	2.6 ± 1.0* $CI_{95\%}$: -5.89 to -5.00
CRT	8.8 ± 1.2	3.3 ± 1.1* $CI_{95\%}$: -5.90 to -4.99

Notes: *Main effect of repetitions.
 $CI_{95\%}$: Confident interval of the difference between first and last repetitions.

respectively, see Table IX). Effect sizes were important for all these parameters.

During downhill running. Perceived exertion, AB, desire to stop and resources needed for the task significantly increased between the first and the last repetition ($F_{9, 499} = 157.4, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.74$; $F_{9, 499} = 137.9, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.72$; $F_{9, 499} = 109.4, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.67$; $F_{9, 499} = 38.5, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.42$, respectively), whereas pleasure, desire to continue and capacity to realise the task significantly decreased during downhill running ($F_{9, 499} = 76.7, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.58$; $F_{9, 499} = 102.7, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.65$; $F_{9, 499} = 214.6, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.79$, respectively, see Table X). Effect sizes were important for all these parameters.

Table XI. Correlation matrix obtained between repetitions and emotional parameters during the test of 10 × 60 m realised on an uphill surface: Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
Repetitions	0.74*	-0.67*	0.72*	-0.62*	0.68*	0.38*	-0.88*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table XII. Correlation matrix obtained between repetitions and emotional parameters during the test of 10 × 60 m realised on a level surface: Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
Repetitions	0.87*	-0.76*	0.89*	-0.74*	0.85*	0.76*	-0.87*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Table XIII. Correlation matrix obtained between repetitions and emotional parameters during the test of 10 × 60 m realised on a downhill surface: Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	RPE	P	AB	DC	DS	R	CRT
Repetitions	0.85*	-0.74*	0.83*	-0.78*	0.80*	0.63*	-0.91*

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

Each parameter was correlated with repetitions in each condition of running (see Tables XI, XII and XIII).

An ANOVA was used to determine the effect of the gradient on the slope between repetitions and the evolution of each parameter (see Table XIV).

Results show that there is no effect for the gradient of the running surface on the slope of effort ($F_{2, 1499} = 1.55, P = 0.216, \text{Eta}^2 = 0.02$), pleasure ($F_{2, 1499} = 0.36, P = 0.699, \text{Eta}^2 = 0.0049$), AB ($F_{2, 1499} = 0.046, P = 0.955, \text{Eta}^2 = 0.0006$), desire to continue ($F_{2, 1499} = 0.37, P = 0.69, \text{Eta}^2 = 0.005$), desire to stop ($F_{2, 1499} = 2.05, P = 0.132, \text{Eta}^2 = 0.0047$), whereas a main effect was observed on the slope of the capacity to realise the task ($F_{2, 1499} = 5.6, P = 0.004, \text{Eta}^2 = 0.05$), and on the slope of the resources needed for the task ($F_{2, 1499} = 3.2, P = 0.044, \text{Eta}^2 = 0.051$). Nevertheless, effect sizes were low for these two parameters.

Likewise, an ANOVA was used to determine the effect of the gradient of the running surface on the Y-intercept between the repetitions and the evolution of each parameter (see Table XV).

Results show that there is a significant effect for the gradient of the running surface on the Y-intercept of effort ($F_{2, 1499} = 125.1, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.25$), pleasure ($F_{2, 1499} = 6.29, P = 0.002, \text{Eta}^2 = 0.078$), AB ($F_{2, 1499} = 13.09, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.15$), desire to continue ($F_{2, 1499} = 3.3, P = 0.04, \text{Eta}^2 = 0.047$), desire to stop ($F_{2, 1499} = 12.18, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.1557$), the capacity to realise the task ($F_{2, 1499} = 8.23, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.11$), the resources needed for the task ($F_{2, 1499} = 13.66, P < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.19$). Important effect sizes were observed for all parameters except for pleasure and desire to continue.

Discussion

The first finding of this study was that when expressed as a per cent of maximal running speed on each condition, the relative average speed was lower during repetitive downhill sprints than during sprints on the flat surface (-2.2%, approximately), whereas it was slightly higher during uphill sprints

Table XIV. Average values of slope measured between the repetition and the evolution of emotional parameters during the tests of 10×60 m performed on downhill, level and uphill surfaces (tests 4, 5 and 6): Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	Uphill	Level	Downhill
RPE	0.66 ± 0.17 CI _{95%} UH-L: -0.04 to 0.10	0.64 ± 0.15	0.69 ± 0.17 CI _{95%} DH-L: -0.01 to 0.13 CI _{95%} DH-UH: -0.04 to 0.10
P	-0.60 ± 0.24 CI _{95%} UH-L: -0.09 to 0.11	-0.61 ± 0.28	-0.57 ± 0.20 CI _{95%} DH-L: -0.06 to 0.14 CI _{95%} DH-UH: -0.13 to 0.27
AB	1.26 ± 0.42 CI _{95%} UH-L: -0.13 to 0.16	1.24 ± 0.38	1.26 ± 0.29 CI _{95%} DH-L: -0.12 to 0.16 CI _{95%} DH-UH: -0.14 to 0.15
DC	-0.65 ± 0.15 CI _{95%} UH-L: -0.06 to 0.09	-0.66 ± 0.24	-0.63 ± 0.12 CI _{95%} DH-L: -0.04 to 0.11 CI _{95%} DH-UH: -0.04 to 0.08
DS	0.69 ± 0.18 CI _{95%} UH-L: -0.17 to 0.01	0.76 ± 0.26	0.69 ± 0.17 CI _{95%} DH-L: -0.17 to 0.01 CI _{95%} DH-UH: -0.08 to 0.07
R	0.50 ± 0.16 CI _{95%} UH-L: -0.18 to -0.03*	0.61 ± 0.15	0.51 ± 0.17 CI _{95%} DH-L: -0.17 to -0.02* CI _{95%} DH-UH: -0.06 to 0.09
CRT	-0.77 ± 0.06 CI _{95%} UH-L: -0.13 to 0.03	-0.72 ± 0.27	-0.61 ± 0.19 CI _{95%} DH-L: 0.02 to 0.19* CI _{95%} DH-UH: 0.09 to 0.22*

Notes *Significant difference ($P < 0.05$).

CI_{95%}UH-L: Confident interval of the difference between uphill and level.

CI_{95%}DH-L: Confident interval of the difference between downhill and level.

CI_{95%}UH-DH: Confident interval of the difference between uphill and downhill.

Table XV. Average values of Y-intercept measured between the repetition and the evolution of emotional parameters during the tests of 10×60 m performed on downhill, level and uphill surfaces (tests 4, 5 and 6): Rating of perceived exertion (RPE), pleasure (P), affective balance (AB), desire to continue (DC), desire to stop (DS), resources needed for the task (R) and capacity to realise the task (CRT).

	Uphill	Level	Downhill
RPE	3.07 ± 2.36 CI _{95%} UH-L: -0.62 to 0.71	3.03 ± 1.13	0.10 ± 1.24 CI _{95%} DH-L: -2.69 to -1.37* CI _{95%} DH-UH: -2.82 to -1.33*
P	6.88 ± 2.74 CI _{95%} UH-L: -2.06 to -0.43*	8.13 ± 1.57	8.16 ± 1.65 CI _{95%} DH-L: -0.78 to 0.85 CI _{95%} DH-UH: 0.39 to 2.18*
AB	-4.00 ± 4.82 CI _{95%} UH-L: -0.02 to 2.60	-5.08 ± 1.75	-7.17 ± 2.28 CI _{95%} DH-L: -3.37 to -0.76* CI _{95%} DH-UH: -4.89 to -1.82*
DC	7.80 ± 2.60 CI _{95%} UH-L: -1.17 to 0.35	8.21 ± 1.29	8.78 ± 1.28 CI _{95%} DH-L: -0.19 to 1.33 CI _{95%} DH-UH: 0.14 to 1.83*
DS	2.46 ± 2.49 CI _{95%} UH-L: 0.47 to 1.98*	1.23 ± 1.05	0.60 ± 1.60 CI _{95%} DH-L: -1.39 to 0.12 CI _{95%} DH-UH: -2.74 to -0.98*
R	4.82 ± 1.49 CI _{95%} UH-L: 0.51 to 1.95*	3.59 ± 1.32	2.96 ± 1.97 CI _{95%} DH-L: -1.34 to 0.08 CI _{95%} DH-UH: -2.63 to -1.08*
CRT	8.70 ± 1.03 CI _{95%} UH-L: -1.20 to -0.19*	9.39 ± 1.51	9.71 ± 1.48 CI _{95%} DH-L: -0.18 to 0.83 CI _{95%} DH-UH: 0.54 to 1.49*

Notes *Significant difference ($P < 0.05$).

CI_{95%}UH-L: Confident interval of the difference between uphill and level.

CI_{95%}DH-L: Confident interval of the difference between downhill and level.

CI_{95%}UH-DH: Confident interval of the difference between uphill and downhill.

(+0.6%, approximately). Statistical analyses show important effect sizes. This is in accordance with our previous results (Baron et al., 2009). Hence, the more was the gradient of the running surface, the higher was the self-selected speed when expressed as per cent of maximal running speed, or the more were the eccentric component; the lower was the self-selected speed when expressed as per cent of maximal running speed.

This result is in accordance with the hypothesis that claims that during downhill running the pace is regulated, not exclusively to conserve physiological homeostasis (Baron, Noakes, Deckerle, Moullan, Robin, Matran et al., 2008; Lambert et al., 2005; Noakes et al., 2005) and energetic reserve (Foster, De Koning, Hettinga, Lampen, La Clair, Dodge, et al., 2003), but also to regulate the increased muscular strain induced by eccentric action, presumably in order to prevent severe musculoskeletal damage or disruption (Mirzahi, Verbitsky, & Isakov, 2000; Peake, Nosaka, & Suzuki, 2005).

But the most important question is: "how this process works?"

Two mechanisms could be spontaneously proposed: The first is that when physiological damage is imposed, the importance of the non-conscious part of control is higher than the conscious part or is reinforced in order to preserve the organism (Baron et al., 2009). It corresponds to physiological and neurophysiological mechanisms in which emotional responses do not influence pacing strategy. We have previously suggested that emotional arousal likely takes longer to develop than do the processes involved in physiological control (Baron et al., 2011). We proposed that a non-conscious physiological process is most effective when rapid adjustments in power output are needed during short events. We supposed that a conscious process reinforces subconscious controls only during more prolonged exercise.

But the results of the present study are in accordance with a second mechanism of control. Hence, as explained by Gendolla and Richter (2010), the intensity of effort is determined by the difficulty of behaviour because effort is mobilised to overcome obstacles. The organism does not mobilise more resources than necessary. In motivational intensity theory, one key variable that determines resource mobilisation is subjective task difficulty. Hence, effort would be mobilised proportionally to the extent of difficulty. Results of this study show that effort is effectively highly correlated with the resources needed for the task ($P < 0.001$, $r^2 = 0.72$).

Our results show that during downhill running the resources needed for the task were lower than that required during level running whereas these parameters were higher during uphill condition with

important effect sizes. Hence, it supports the motivational intensity theory and the notion of *motivational intelligence* (Gendolla & Richter, 2010) that explains that runners mobilise more resources during uphill than during level and downhill repetitions.

The results of the present study highlight that a conscious part of control is effective during intermittent exercise composed by short repetitions.

Self-selected speed significantly decreased during level and uphill running. This strategy corresponds to the so-called "all-out" approach frequently observed during short events (St Clair Gibson et al., 2006). This is in accordance with the results of our previous study realised with a similar protocol (Baron et al., 2009). However, self-selected speed significantly increased in downhill conditions, whereas it decreased in our previous study. The higher gradient of the running surface could be an explanation for this finding. Moreover, first and second repetitions of downhill running were performed slightly less rapidly than average running speed in our previous study (99.9% and 99.1% of the third repetition, respectively) in accordance with the model referred to as teleoanticipation, in which physiological afferent signals are compared with antecedent experiences (Ulmer, 1996).

When analysing the result of the present study, it could be spontaneously suggested that it was prior experience of muscular pain associated with running downhill that would have led to the participants performing these first repetitions more slowly than succeeding runs. Likewise, it could explain why they performed downhill running at a lower relative speed than level-surface running (Baron et al., 2009). But in this case, the desire to stop would have been higher than during level and downhill running, while the desire to continue would have been lower. But, the opposite is observed.

Rather, we propose that the difference in the resource mobilisation between level, downhill and uphill running is the most important key that explains most of the results of this study and the process of pacing strategy.

Hence, emotional responses could be logically explained by the fact that resource mobilisation is proportional to the gradient of the running surface. Indeed, emotional responses were lower during repeated sprints performed on downhill than on the level, whereas these responses were higher during uphill running with important effect sizes.

HR responses could be also logically explained by this hypothesis. Indeed, HR was lower during repeated sprints performed on the downhill than on the level (-2.7%, approximately), whereas these responses were higher during uphill running (+6.8%, approximately) with important effect sizes

in accordance with our previous results (Baron et al., 2009). Of course, this is also compatible with the greater metabolic demand imposed by uphill running (di Prampero, 1986), but it is important to keep in mind that runners were asked to control the intensity as they want.

Emotional responses of each parameter were highly correlated with HR, supporting that emotional responses are linked with physiological demand as previously suggested (Baron et al., 2009).

The most important finding of this study is that the pattern of emotional responses seems to be the same in all conditions. It corresponds to a quasi-maximal level of emotional reserve at the beginning and a low level at the end of exercise. It could be supposed that during exercise, runners compare perceived exertion with the maximum effort that they are willing to mobilise for accomplishing their goals (Ekkekakis et al., 2005), i.e. more generally the level of emotional responses and the consented level in relation to the remaining time as suggested in our previous study (Baron et al., 2011).

Moreover, the results highlight that there is a linear increase in emotional parameters between the start and the end of the running repetitions in all conditions. This seems to be the most important foundation of the pattern of emotional regulation when athletes were asked to be efficient during repeated running sprints. This foundation is observed in all conditions, i.e. level, downhill and uphill running.

Then, when the gradient of running surface is changed, this pattern seems to be just translated.

According to the motivational intensity theory, effort is mobilised proportionally to the extent of difficulty (Gendolla & Richter, 2010). Our results showed that *Y*-intercepts between the repetitions and the evolution of effort is lower during downhill than that during level and uphill running, but it is not significantly different between level and uphill running. But *Y*-intercepts between the repetitions and the evolution of the other emotional parameters are consistent with more involvement during uphill running than during level. The opposite was true during downhill repetitions. Again, it shows that the use of other emotional parameters, in addition to effort, is an interesting support to estimate the level of self-involvement and motivation during exercise.

The slope between most of emotional parameters and repetitions remained unchanged in all conditions. Hence, our results support that the shape of emotional pattern is not dependent on the gradient of the running surface, whereas the level of self-involvement is changed in relation with the subjective task difficulty. Effect of the gradient of the running surface was only observed on the slope of the capacity to realise the task and on the slope of the

resources needed for the task with low effect sizes ($F_{2, 1499} = 5.6, P = 0.004, \text{Eta}^2 = 0.05$ and $F_{2, 1499} = 3.2, P = 0.044, \text{Eta}^2 = 0.051$, respectively).

The number of repetitions or the duration certainly influences the pattern of emotional investment more significantly than the gradient of the running surface. Other protocols have to be developed in order to test the impact of other parameters of the task on the template of pacing strategies.

Finally, the link between self-selected speed and emotional responses seems to be important. This supports the fact that emotional parameters play an important role in the control of self-selected speed (Baron et al., 2011). This conscious control could not be ignored in the pacing process. Indeed, an important finding of this study is that all emotional parameters were correlated with self-selected speed in all running conditions except for pleasure and desire to continue during downhill repetitions. This is in accordance with the hypothesis that the importance of the non-conscious part of control is perhaps reinforced in order to preserve the organism when physiological damage is imposed (Baron et al., 2009). More investigations have to be designed in order to confirm this hypothesis and the relative importance of conscious vs. non-conscious part of control.

In this study, specific emotional parameters (i.e. the effort, the pleasure, the AB, the desire to stop, the desire to continue, the resources needed for the task and the capacity to realise the task) have been used to analyse the emotional regulation. This study shows that these parameters seem relevant in order to analyse this process.

Conclusion

Our results show that emotional responses were controlled during intermittent exercise in order that effort could be maintained until the end for all running surfaces (level, downhill and uphill running) (Baron et al., 2011).

Hence, while average values of emotional parameters were significantly different on each condition, the gradient of the running surface did not influence the pattern of emotional responses. The strategy corresponds to a quasi-maximal level of emotional reserve at the beginning and to a low level at the end of exercise. It could be supposed that during exercise, runners compare perceived exertion with the maximum effort they are willing to mobilise for accomplishing their goals (Ekkekakis et al., 2005), i.e. more generally the level of emotional responses and the consented level in relation to the remaining time as suggested in our previous study (Baron et al., 2011).

The pattern seems to be just translated in relation with the gradient of the running surface. It is

probably linked to the subjective difficulty of the task as proposed by the motivational intensity theory (Gendolla & Richter, 2010).

Other studies have to be designed in order to confirm that this model is valid for other experimental conditions.

References

- Baron, B., Deruelle, F., Moullan, F., Dalleau, G., Verkindt, C., & Noakes, T. D. (2009). The eccentric muscle loading influences the pacing strategies during repeated downhill sprint intervals. *European Journal of Applied Physiology*, 105(5), 749–757. doi:10.1007/s00421-008-0957-6
- Baron, B., Moullan, F., Deruelle, F., & Noakes, T. D. (2011). The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration sport events. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 511–517.
- Baron, B., Noakes, T. D., Delerle, J., Moullan, F., Robin, S., Matran, R., & Pelayo, P. (2008). Why does exercise terminate at the maximal lactate steady state intensity? *British Journal of Sports Medicine*, 42(10), 528–533.
- Beedie, C. J., & Lane, A. M. (2012). The role of glucose in self-control: Another look at the evidence and an alternative conceptualization. *Personality and Social Psychology Review*, 16(2), 143–153.
- Borg, G., Ljunggren, G., & Ceci, R. (1985). The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 54(4), 343–349.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York, NY: Avon Books.
- Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York, NY: Harcourt Brace.
- de Koning, J. J., Bobbert, M. F., & Foster, C. (1999). Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3), 266–277.
- di Prampero, P. E. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *International Journal of Sports Medicine*, 7(2), 55–72.
- Elkkekakis, P., Hall, E. E., & Petruzzello, S. J. (2005). Variation and homogeneity in affective responses to physical activity of varying intensities: An alternative perspective on dose-response based on evolutionary considerations. *Journal of Sports Sciences*, 23(5), 477–500.
- Foster, C., De Koning, J. J., Hettinga, F., Lampen, J., Dodge, C., & Bobbert, M. (2004). Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. *International Journal of Sports Medicine*, 25(3), 198–204.
- Foster, C., De Koning, J. J., Hettinga, F., Lampen, J., La Clair, K. L., Dodge, C., ... Porcari, J. P. (2003). Pattern of energy expenditure during simulated competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(5), 826–831.
- Foster, C., Schragger, M., Snyder, A. C., & Thompson, N. N. (1994). Pacing strategy and athletic performance. *Sports Medicine*, 17(2), 77–85.
- Foster, C., Snyder, A. C., Thompson, N. N., Green, M. A., Foley, M., & Schragger, M. (1993). Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(3), 383–388.
- Gendolla, G. H. E., & Richter, M. (2010). Effort mobilization when the self is involved: Some lessons from the cardiovascular system. *Review of General Psychology*, 14(3), 212–226.
- Herbert, B. M., Pollatos, O., & Schandry, R. (2007). Interoceptive sensitivity and emotion processing: An eeg study. *International Journal of Psychophysiology*, 65(3), 214–227.
- Herbert, B. M., Ulbrich, P., & Schandry, R. (2007). Interoceptive sensitivity and physical effort: Implications for the self-control of physical load in everyday life. *Psychophysiology*, 44(2), 194–202.
- Hettinga, F. J., De Koning, J. J., Broersen, F. T., Van Geffen, P., & Foster, C. (2006). Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000-m cycling time trials. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(8), 1484–1491.
- Hettinga, F. J., De Koning, J. J., Meijer, E., Teunissen, L., & Foster, C. (2007). Biodynamics. effect of pacing strategy on energy expenditure during a 1500-m cycling time trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(12), 2212–2218.
- James, W. (1994). The physical basis of emotion. *Psychological Review*, 101(2), 205–210.
- Lambert, E. V., St Clair Gibson, A., & Noakes, T. D. (2005). Complex systems model of fatigue: Integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 52–62.
- Lane, A. M., Wilson, M. G., Whyte, G. P., & Shave, R. (2011). Physiological correlates of emotion-regulation during prolonged cycling performance. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36(3), 181–184.
- Mizrahi, J., Verbitsky, O., & Isakov, E. (2000). Shock accelerations and attenuation in downhill and level running. *Clinical Biomechanics*, 15(1), 15–20.
- Noakes, T. D., St Clair Gibson, A., & Lambert, E. V. (2004). From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 511–514.
- Noakes, T. D., St Clair Gibson, A., & Lambert, E. V. (2005). From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: Summary and conclusions. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), 120–124.
- Peake, J., Nosaka, K., & Suzuki, K. (2005). Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exercise Immunology Review*, 11, 64–85.
- Seo, M. G., Barrett, L. F., & Bartunek, J. M. (2004). The role of affective experience in work motivation. *Academy of Management Review*, 29(3), 423–439.
- St Clair Gibson, A., Baden, D. A., Lambert, M. I., Lambert, E. V., Harley, Y. X. R., Hampson, D., ... Noakes, T. D. (2003). The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine*, 33(3), 167–176.
- St Clair Gibson, A., & Foster, C. (2007). The role of self-talk in the awareness of physiological state and physical performance. *Sports Medicine*, 37(12), 1029–1044.
- St Clair Gibson, A., Lambert, E. V., Rauch, L. H. G., Tucker, R., Baden, D. A., Foster, C., & Noakes, T. D. (2006). The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Medicine*, 36(8), 705–722.
- St Clair Gibson, A., Lambert, M. I., & Noakes, T. D. (2001). Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports Medicine*, 31(9), 637–650.
- Ulmer, H. V. (1996). Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*, 52(5), 416–420.

Pacing Strategies and Emotional Pattern During Intermittent 3-min runs in Secondary School Participants

Bertrand Guilloux and Bertrand Baron*

IRISSE Engineering Research and Intervention, Sport, Health and Environment (EA 4075), Université de La Réunion, France

Received: February 02, 2015; Accepted: April 29, 2015; Published: June 01, 2015

*Corresponding author: Bertrand Baron, STAPS Department, Université de La Réunion, 117 rue du Général Ailleret, 97430 Le Tampon, France, Tel: +33-262-579-573; Fax: +33-262-579-571; Email: bertrand.baron@univ-reunion.fr

Abstract

The aim of this study was to analyse pacing strategy and emotional regulation during intermittent 3-min runs. 127 school participants performed 2 exhaustive intermittent 3-min runs at different days. The effort, the pleasure, the desire to continue, the desire to stop and the level of resources were measured every 100m with Likert scales from 0 to 10. The CONTROL group was asked to realize 2 runs as fast as possible without any other consign. The RPE group was asked to realise the first run with the same consign but has to start the second run at a minimal RPE level corresponding to the average RPE of the first run. For this, subjects were asked to self-select the intensity which induced the expected RPE. Then, exercise is totally self-paced.

The strategy, which consists in a slow start with an increase of speed at the end, could be observed, for each test of each group. Fluctuations of running intensities exist, except during the second run of the RPE group. An important emotional reserve was observed in each condition. But this reserve was lower during the second run for the RPE group, contributing to the increase in performance during the second run for the RPE group (+13.5%), whereas it was not significantly different for the CONTROL group.

For each group and each test, effort, affective balance and desire to stop significantly increased between the first and the last repetition, whereas pleasure, desire to continue and available resources significantly decreased during running. The most important observation is that the emotional pattern corresponded to a linear evolution in each condition whereas exercise is self-paced. This highlights that emotional regulation is a part of pacing strategy.

Finally, we define the motivation to pursue a tired exercise as the level of acceptance of effort. We propose that the ratio between the desire to continue and the level of effort could be considered as a good marker of the motivation in this context.

Keywords: Pacing strategy; Emotions; Motivation; Perceived exertion

Introduction

The ability to accurately self-pace an exercise bout is a feature of race and time trial performance [1, 2]. Research on pacing strategy during exercise is the 'unexplored territory' in sports performance [3]. This statement is especially true in physical education.

Elite athletes optimally monitor the intensity of exercise in order that their energy-producing capacities are not exhausted before they reach the finish line [4]. Hettinga et al. [5] have suggest that athletes develop a stable template of the power outputs they can sustain during exercise of different durations or distances. The optimum pacing strategy requires the presence of an accurate pre-established estimate of the power output that can be sustained for the duration of the event [5]. This process has been described as an internal negotiation, which requires an estimation of the magnitude of the task remaining, the momentary aerobic power output and the remaining anaerobic energetic reserves amongst other inputs [6]. Pacing strategies can be thought of as a complex process in which the subject controls the intensity of exercise at any time by taking into consideration physiological and psychological reserves in relation to the estimated time until the finish [7] at that exercise intensity.

During exercise performed at severe intensity, what prevents the occurrence of catastrophic fatigue is the interaction of a protective mechanism that precedes the failure in physiological systems and manifests itself as powerful perception of fatigue and displeasure [8,9].

Emotional process is of great importance in pacing strategy [8]. Individuals develop strategies that allow them to reach their goals, and mobilize and monitor their behaviours in order to attain their goals [10]. Emotional phenomena represents central mechanisms of self-regulation that help humans deal effectively with their environments [10-12].

The study of Lander et al. [13] demonstrates that self-paced exercise pose a reduced metabolic challenge when compared with matched-intensity enforced constant paced submaximal exercise. It is likely that this is attributable to the ability to voluntary fluctuate power output in accordance with transient sensations of fatigue during the exercise bout. The voluntary behavioural change fluctuate pace is therefore a conscious decision based on subconscious physiological feedback from array of peripheral receptors. This suggests that pacing is a mechanism to minimize the conscious sensations of fatigue experienced during exercise, which enables homeostasis to be defended during exercise.

Ekkekakis et al. [9] consider that pleasure to signify utility and displeasure to signify danger. Because low-intensities are associated with pleasure, it tends to evoke approach reactions. On the opposite high intensities tend to evoke withdrawal reactions because it is associated with displeasure [9]. Indeed, when an athlete selects high exercise intensity, he must also accept that the sensation of effort will have to increase progressively until the finish line. This requires that the motivation level is sufficient in order to maintain the expected power output [8].

Sports teachers and coaches need for easy tools to measure the motivation of subjects. Unfortunately, measure motivation to continue an exercise despite the occurrence of psychophysiological mechanisms of fatigue is not easy and no psychometric scale was designed for it.

Nevertheless, Gendolla and Richter [14] have proposed that effort refers to the intensity aspect of motivation. But the motivational processes that allow the athlete to control its intensity in relation to the perceived sensations are complex. It is difficult to imagine that the study of a single parameter such as perceived exertion can allow a complete analysis of motivational processes. Thus, we have recently used other emotional parameters in addition to the perceived exertion to better understand the process of pacing strategy during intermittent sprints [15]. These parameters were pleasure, the desire to continue the exercise, the desire to stop the exercise and the available level of resources.

The first aim of the present study was to test whether the use of these parameters may allow an estimation of motivation to continue a tiring exercise.

The second aim of this study was to test the effect of a start to a higher perceived exertion than spontaneously chosen on pacing strategy, emotional regulation and motivation.

It is well known that well-trained athletes have the ability in this complex skill [16] whereas inexperienced subjects are unable to pace themselves effectively [17,18]. Indeed, the process of pacing strategy amounts to make compatible the nature of the task and the personal psycho-physiological capacities [8]. This process is based on representations. When a subject has no prior experience of a particular exercise, the representations of the task are imprecise because no element of comparison from a prior event is available in the memory. In this context, the expected time to cover a distance cannot be precisely estimated. Likewise, physiological capabilities and the capacity to resist the sensations of fatigue are not yet known. As a result, the optimum pacing strategy cannot be determined either before or during the exercise bout. Herbert et al. [19,20] have shown that there is a strong association between interoceptive sensitivity and the intensity of emotional experience, which corresponds to the quantity of memorised emotions. In accordance, it is argued that cognitive information developed by each training session would reinforce the interoceptive sensitivity and the physiological awareness [8]. For this reason, self-paced exercises are often used in Physical Education in order to improve the capacity to control exercise intensity in relation with personal psychophysiological capacities.

In a recent study, Foster et al have shown that the pattern of learning the performance template is primarily related to increased confidence that the trial can be completed without unreasonable levels of exertion or injury [21]. Pacing strategies can be thought of as a complex process in which the subject controls the intensity of exercise at any time by taking into consideration physiological and psychological reserves in relation to the estimated time until the finish [7] at that exercise intensity [8].

The assumption of Gendolla and Richter [14] is that all our behaviour is guided by the energy conservation principle. Indeed, athlete has to confront the fact that enough energy is mobilized to cope with obstacles in goal attainment process and the fact that enough energy has to be conserved to reduce the probability of depletion and exhaustion.

Accordingly, we hypothesised that this principle would impose that an emotional reserve exists at the end of exercise in school participants when the intensity is self-paced even when maximal performance is asked because the maximal personal capacities are unknown. Indeed, if psycho-physiological process of fatigue could be envisaged as protective mechanisms, it could be hypothesised that pacing strategy would correspond to a protective behaviour in novice. Only experience could induce that this emotional reserve will be reduced, when subject becomes aware that more important effort could be supported for the duration of the task.

We hypothesise that a more important effort than spontaneously mobilized may be supported by the school participants. Moreover, we expect that the method, which consists in imposing a more important effort at the beginning, would improve performance.

Finally, according to St Clair Gibson et al. [16], pacing strategy is acquired during adolescence and is a stable process. The pacing strategy is dependent on the pre-established template and considerable time and effort may be required to change a specific strategy that has been followed frequently [22]. St Clair Gibson et al. [23] have suggested that the motor sequences representative of the performance template are almost certainly programmed into the motor cortex from prior athletic performance, potentially from childhood. Thus, an interesting possibility is that training methods could be designed, even during childhood, to improve the efficiency and stability of the pacing strategies.

Recently, we showed that emotional responses were controlled during intermittent sprints in order that effort could be maintained until the end whether during level, downhill and uphill running in young adults [15]. Results have shown that the gradient of the running surface did not influence the pattern of emotional responses, which corresponds to a quasi-maximal level of emotional reserve at the beginning and a low level at the end of exercise.

In accordance, we suggest that a pre-established template in emotional responses would exist in school participants. We hypothesize that it would remain constant even when a faster start is imposed at the beginning of the exercise.

Methods

Experimental approach to the problem

Pacing strategies were analysed during 2 exhaustive 3-min runs for a control group and a test group. Effort was measured using Borg's category ratio scale [24], which consists of 11 statements ranging from 0 to 10 (from "nothing" to "maximum"). This scale was used in order to quantify all the other emotional parameters as previously proposed [15]: that is, the pleasure, the desire to continue, the desire to stop, and the available resources. The affective balance (AB) was calculated as the difference between effort and pleasure [15].

Participants

127 secondary school participants have realized running tests during their sport classes. Participants aged 15.2 ± 1.0 year. They were taught to use the Rating of Perceived Exertion (RPE) scale [24] to monitor their exercise intensities during precedent classes. Thus, all participants were accustomed to quantifying their individual RPE, but also other emotional parameters [15] for 1 training session when running. Local ethics committee has approved this work.

Procedures

A CONTROL group (56 participants) and a RPE group (71 participants) performed an incremental test (test 1) and 2 exhaustive 3-min runs (tests 2 and 3). During these 3-min runs, participants were asked to realize the most important performance as possible. They were stopped at each 100m for 1 min in order to respond to the emotional questioner. During these arrests, the chronometer was stopped.

The CONTROL group was asked to realize their 2 runs as fast as possible without any other consign. The RPE group was asked to realise the first run with the same consign but has to start the second run at a minimal RPE level corresponding to the average RPE of the first run.

For this, subjects were asked to self-select the intensity which induced the expected RPE. Then, exercise is totally self-paced.

The emotional parameters were collected every 100m. Running tests were performed on a 100m track. The speed was measured every 100m for the firsts 500m. Then, the speed was measured for the last 100m.

Statistical analysis

Calculations were performed using XLSTAT. Standard statistical methods were used for the calculation of mean and standard deviations. Student test was used to determine significant differences of measured variables between each running condition.

ANOVA with repeated measurements was used to compare the changes in parameters during the tests. Normal Gaussian distribution of the data was verified by the Shapiro-Wilks test. Compound symmetry, or sphericity, was verified by the Mauchley test. Multiple comparisons were made with the Tukey HSD post

hoc test when the Greenhouse-Geisser epsilon correction factor was > 0.50 , or with the Bonferroni post hoc test when the epsilon was < 0.50 .

The Pearson's coefficient was computed to test linear correlation among variables measured at the end of each repetition.

Statistical significance was set at a level of $p = 0.05$ for all analyses.

Results

Test 1: Incremental test

VAM was 12.40 ± 1.67 km.h⁻¹ for the group CONTROL and 12.14 ± 1.81 km.h⁻¹ for the group RPE.

During the incremental test, effort, pleasure, desire to continue, desire to stop and the level of resources are correlated to intensity ($R^2 = 0.65; -0.18; -0.24; 0.41$ et -0.47 , respectively, $p < 0.05$).

Test 2 and 3: first and second 3-min run for the group CONTROL and the group RPE

Average distance, speed and emotional parameters of the two groups for the two races were presented in Table 1.

Evolution of self-selected speed

Test 1 group RPE: Self selected speed significantly increased between the start and the finish of the run ($p < 0.05$) but significantly decreased between the start and the 500m ($p < 0.05$). Post-hoc tests show significant differences between all measures (Figure 1).

Test 2 group RPE: Self-selected speed significantly increased between the start and the stop of the run ($p < 0.05$) but did not significantly evolve between the start and the 500m ($p < 0.05$). Post-hoc tests show significant differences between the 500m and the finish (Figure 2).

Test 1 group CONTROL: Self-selected speed significantly increased between the start and the stop of the run ($p < 0.05$) and between the start and the 500m ($p < 0.05$). Post-hoc tests show significant differences between all the measures (Figure 3).

Test 2 group CONTROL: Self-selected speed significantly increased between the start and the stop of the run ($p < 0.05$) and between the start and the 500m ($p < 0.05$). Post-hoc tests show significant differences between all the measures (Figure 4).

Relations between time and emotional parameters

Test 1 group RPE: Effort, affective balance and desire to stop significantly increased between the first and the last repetition (1.73 ± 1.37 vs 7.41 ± 2.15 , $p < 0.05$; -4.62 ± 2.70 vs 4.27 ± 2.27 , $p < 0.05$; 1.85 ± 2.50 vs 6.02 ± 3.24 , $p < 0.05$, respectively), whereas pleasure, desire to continue and available resources significantly decreased during running (6.35 ± 3.69 vs 3.14 ± 2.63 , $p < 0.05$; 6.82 ± 3.25 vs 2.89 ± 2.51 , $p < 0.05$; 7.80 ± 2.93 vs 3.17 ± 2.53 , $p < 0.05$, respectively).

Table 1: Average distance, absolute speed (km.h⁻¹), relative speed (%age VAM), effort (RPE), pleasure (P), desire to continue (DC), desire to stop (DS), personal resources to realized the run (R) and the ratio between the desire to continue and the effort for the group CONTROL and group RPE during the first and the second races (maximal performance was asked for the 2 groups during 2 races. During the test 1 the 2 groups totally freely control the speed. During the test 2, the group RPE has to start at least at the RPE which corresponds to the average value of the test 1 whereas the group CONTROL totally control the speed all around the run.

	First race group CONTROL	Second race group CONTROL	First race group RPE	Second race group RPE
Distance (m)	737.00 ± 122.88	745.53 ± 144.61 ns	702.11 ± 127.81	796.83 ± 135.22* (+13.5%)
Speed (km.h ⁻¹)	14.74 ± 2.45	14.91 ± 0.80 ns	14.04 ± 2.70	15.93 ± 106.1* (+13.5%)
Speed (%age VAM)	118.80 ± 13.28	120.36 ± 18.86 ns	115.83 ± 14.01	131.53 ± 14.30* (+13.5%)
effort	3.47 ± 2.34	2.75 ± 8.04*	4.19 ± 2.60	6.04 ± 1.97*
pleasure	7.09 ± 3.1	8.04 ± 2.61*	5.14 ± 3.40	5.42 ± 3.29 ns
Affective balance	-3.62 ± 4.25	-5.29 ± 3.56*	-0.94 ± 5.15	0.61 ± 4.40*
desire to continue	7.52 ± 2.81	8.62 ± 1.93*	5.30 ± 3.32	5.65 ± 3.34 ns
desire to stop	2.07 ± 2.30	1.29 ± 1.83*	3.47 ± 3.14	3.60 ± 3.14 ns
Available resources	7.48 ± 2.67	8.52 ± 1.96*	5.79 ± 3.08	6.08 ± 2.91*
Desire to continue / effort	4.46 ± 3.61	5.47 ± 3.58*	2.18 ± 2.48	1.10 ± 0.78*

*: Significant difference with test 1 ($p < 0.05$). ns: not significantly different with test 1 ($p > 0.05$).

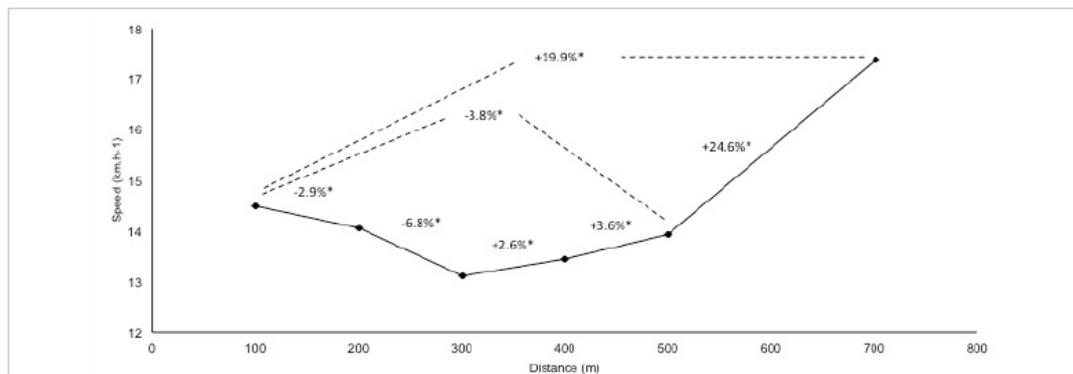


Figure 1: Evolution of self-selected speed during the first 3min run of the group RPE when speed is totally self-paced:
*: Significant evolution ($p < 0.05$); ns: not significantly evolution ($p > 0.05$).

Test 2 group RPE: Effort, affective balance and desire to stop significantly increased between the first and the last repetition (5.02 ± 1.42 vs 7.87 ± 2.19 , $p < 0.05$; -1.57 ± 2.67 vs 4.59 ± 2.82 , $p < 0.05$; 2.14 ± 2.49 vs 6.15 ± 3.4 , $p < 0.05$, respectively), whereas pleasure, desire to continue and available resources significantly decreased during running (6.59 ± 3.19 vs 3.28 ± 2.96 , $p < 0.05$; 6.87 ± 3.11 vs 3.19 ± 3.00 , $p < 0.05$; 8.27 ± 2.06 vs 3.45 ± 2.96 , $p < 0.05$, respectively).

Test 1 group CONTROL: Effort, affective balance and desire to stop significantly increased between the first and the last repetition (1.86 ± 1.57 vs 5.29 ± 2.77 , $p < 0.05$; -6.1 ± 2.57 vs -0.5 ± 2.5 , $p < 0.05$; 0.93 ± 1.54 vs 3.71 ± 2.93 , $p < 0.05$, respectively),

whereas pleasure, desire to continue and available resources significantly decreased during running (7.96 ± 3.00 vs 5.79 ± 3.30 , $p < 0.05$; 8.59 ± 2.37 vs 5.95 ± 3.23 , $p < 0.05$; 8.79 ± 1.99 vs 5.82 ± 3.16 , $p < 0.05$, respectively).

Test 2 group CONTROL: Effort, affective balance and desire to stop significantly increased between the first and the last repetition (1.93 ± 1.62 vs 4.02 ± 2.46 , $p < 0.05$; -6.57 ± 2.20 vs -2.98 ± 2.78 , $p < 0.05$; 0.52 ± 1.08 vs 2.53 ± 2.71 , $p < 0.05$, respectively), whereas pleasure, desire to continue and available resources significantly decreased during running (8.50 ± 2.63 vs 7.00 ± 3.04 , $p < 0.05$; 9.29 ± 1.40 vs 7.60 ± 2.66 , $p < 0.05$; 9.53 ± 1.29 vs 7.38 ± 2.68 , $p < 0.05$, respectively).

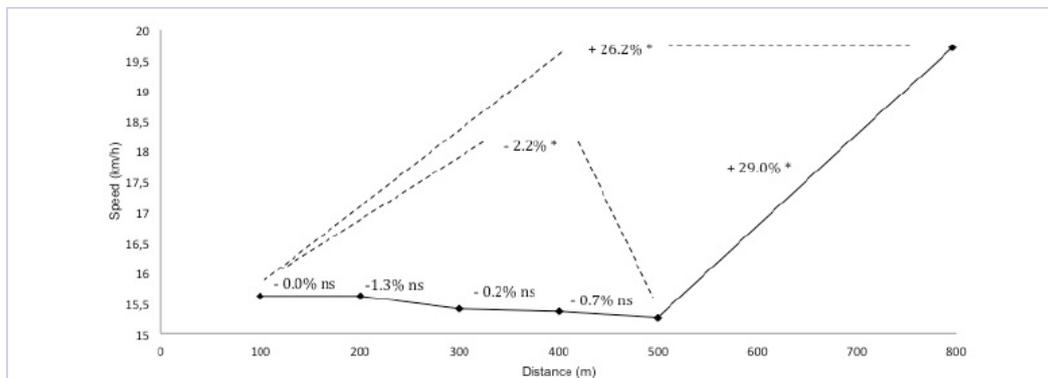


Figure 2: Evolution of self-selected speed during the second 3min run of the group RPE when speed is self-paced but the start has to be at least equal to the average RPE of the test 1: *: Significant evolution ($p < 0.05$); ns: not significantly evolution ($p > 0.05$).

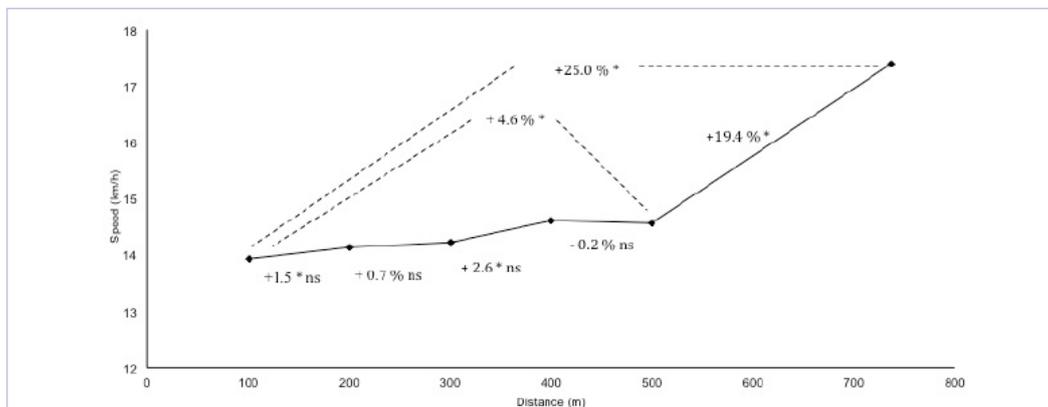


Figure 3: Evolution of self-selected speed during the first 3min run of the group CONTROL when speed is totally self-paced: *: Significant evolution ($p < 0.05$); ns: not significantly evolution ($p > 0.05$).

Each parameter was correlated with time in each group and each test of running. During the first 3-min test of the group RPE, the duration of exercise was significantly correlated with effort, pleasure, affective balance, desire to continue, desire to stop and available resources (0.70, -0.36, 0.58, -0.43, 0.44 and -0.52; respectively; $p < 0.05$).

During the second 3-min test of the group RPE, the time was significantly correlated with effort, pleasure, affective balance, desire to continue, desire to stop and available resources (0.47, -0.32, 0.45, -0.35, 0.39 and -0.52; respectively, $p < 0.05$).

During the first 3-min test of the group CONTROL, the time was significantly correlated with effort, pleasure, affective balance, desire to continue, desire to stop and available resources (0.50, -0.29, 0.43, -0.33, 0.42 and -0.39; respectively, $p < 0.05$).

During the second 3-min test of the group CONTROL, the time was significantly correlated with effort, pleasure, affective balance, desire to continue, desire to stop and available resources (0.34, -0.22, 0.31, -0.27, 0.23, -0.26; respectively, $p < 0.05$).

For the CONTROL group, the slope of the relation between the time and the evolution of effort, pleasure, affective balance, desire to continue and available resources were significantly different between the first and the second 3-min run (0.04 ± 0.03 vs 0.02 ± 0.02 , -0.03 ± 0.02 vs -0.02 ± 0.02 , 0.06 ± 0.04 vs 0.04 ± 0.03 , -0.03 ± 0.02 vs 0.02 ± 0.03 , -0.04 ± 0.03 vs -0.02 ± 0.03 ; respectively, $p < 0.05$) whereas results were not significantly different for desire to stop (0.03 ± 0.03 vs 0.02 ± 0.03 ; $p = 0.117$). For the RPE group, the slope of the relation between the time and the evolution of effort, affective balance were significantly different between the first and the second 3-min run (0.06 ± 0.03 vs 0.03 ± 0.02 , $0.10 \pm$

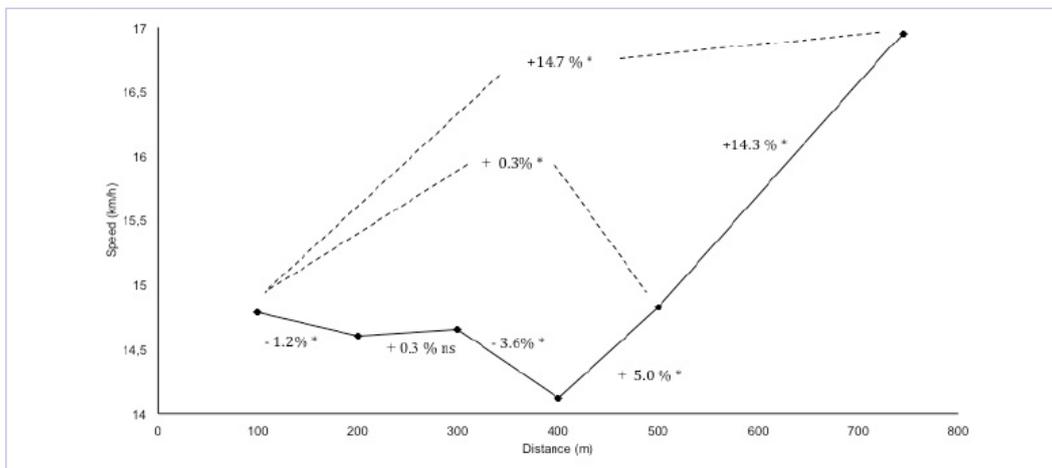


Figure 4: Evolution of self-selected speed during the second 3min run of the group CONTROL when speed is totally self-paced:
*: Significant evolution ($p < 0.05$); ns: not significantly evolution ($p > 0.05$).

0.06 vs 0.07 ± 0.05 ; respectively, $p < 0.05$) whereas results were not significantly different for pleasure, desire to continue, desire to stop and available resources (-0.04 ± 0.04 vs -0.04 ± 0.03 , -0.04 ± 0.04 vs -0.04 ± 0.03 , 0.05 ± 0.04 vs 0.05 ± 0.04 , -0.06 ± 0.03 vs -0.05 ± 0.03 ; respectively, $p > 0.05$).

For the CONTROL group, the Y-intercept of the relation between the time and the evolution of effort was significantly different between the first and the second 3-min run (1.04 ± 1.80 vs 1.37 ± 1.76 ; $p < 0.05$) whereas results were not significantly different for pleasure, affective balance, desire to continue, desire to stop and available resources (8.56 ± 3.11 vs 8.86 ± 2.72 , -7.52 ± 3.89 vs -7.48 ± 3.52 , 9.33 ± 2.42 vs 9.69 ± 1.51 , 0.28 ± 1.84 vs 0.05 ± 1.30 , 9.57 ± 2.15 vs 9.80 ± 1.41 ; respectively, $p > 0.05$). For the RPE group, the Y-intercept of the relation between the time and the evolution of effort and affective balance, were significantly different between the first and the second 3-min run (0.70 ± 1.79 vs 4.35 ± 1.72 , -6.17 ± 5.36 vs -2.94 ± 4.39 ; respectively, $p < 0.05$) whereas results were not significantly different for pleasure, desire to continue, desire to stop and available resources (6.94 ± 4.41 vs 7.28 ± 3.66 , 7.54 ± 4.07 vs 7.78 ± 3.52 , 0.98 ± 3.19 vs 1.30 ± 2.98 , 8.86 ± 3.52 vs 9.19 ± 2.52 ; respectively, $p > 0.05$).

Relations between speed and emotional parameters

The evolution of speed was not correlated with the evolution of emotional for any run and any group ($p > 0.05$).

Discussion

Incremental test

The results of the incremental test show that all the emotional parameters were correlated with the intensity whereas participants were accustomed to these scales for 1 training session, highlighting that these parameters are of interest to objectify the occurrence of fatigue.

Performance and motivation during the 3-min runs

The results of the group CONTROL show that the performance of the second 3-min run was no different of the first 3-min run whereas the comparison of the emotional parameters attests that a more important emotional reserve exist during the second run. Indeed, the average levels of effort, affective balance and desire to stop were lower whereas the average levels of pleasure, desire to continue and personal resources were higher. This could be explained by the effect of training or because participants were accustomed to this event by the first 3-min run. But it is important to keep in mind that participants were asked to realise the most important performance during the 2 running sessions. Results highlight that when participants confront the fact that enough energy is mobilized to cope with obstacles in goal attainment process and the fact that enough energy has to be conserved to reduce the probability of depletion and exhaustion, the most important parameter of the strategy is energy conservation in accordance with the theory of Gendolla and Richter [14]. It could be hypothesised that a representation of individual level of performance is developed during the first 3-min run and that even if a more important emotional reserve is observed; the level of investment is not improved in order to realise a better performance.

The results of the group RPE show that when a more important effort is imposed at the beginning of the second 3-min run, a greater distance was run. At first, this result seems obvious. But again, it is important to keep in mind that participants are allowed to pace the runs, as they wanted. Thus, they could choose to reduce or less increases the level of effort after the start. The results suggest that the performance was higher during the second run in group RPE because the emotional reserve is lower than in the first run. If effort refers to the intensity aspect of motivation [14], it could be considered that the motivation

during the second run of group RPE was higher. Indeed, the average level of effort, affective balance and desire to stop were higher during the second run when compared with the first race.

According to Locke and Latham [25] motivation was less intense if people performed tasks without clear performance standard ("do-your-best") than when they performed a difficult task, that is, a task with clear and high performance standard. But resources are mobilized only if success is possible (i.e., not too difficult) and worthwhile (i.e., justified by the importance of success) [14].

In RPE group, starting the second run at average level of effort observed during the first run, apparently did not exceed the potential motivation, which is the maximum effort a person is (potentially) willing to mobilize for accomplishing a goal—that is the amount of justified effort [14]. Potential motivation is determined by the importance of success. The more important is success, the more effort is justified.

In non-experts school participants, the knowledge of their capacity to realize the run is limited and underestimated. For this reason, the emotional reserve is important during the first run. Our results suggest that the instruction of the second run seems reinforcing the belief that the goal of a more important performance can be achieved. Because performance has direct consequences for individuals' self-definition and self-esteem [14], a more important effort is consented.

Nevertheless, even in this condition, emotional reserve is still observed and more important level of effort could have been prescribed to the participants.

Pacing strategies during the 3-min runs

While there are an infinite number of possible pacing strategies that a subject may adopt during a run, four categories have been described by Foster et al [3], an even paced strategy, a slow start with an increase through the event. A variable paced strategy, a strategy in which the intensity is increased during the event. The last is the all-out pacing strategy in which the athlete begins at the maximal possible pace and attempts to continue. It is probably the most difficult strategy, which requires experience because the slightest mistake in the intensity at the start can induce the occurrence of a premature and catastrophic fatigue. There appears to be no clear optimal pacing strategy identified by previous research, and it may be that each individual has uniquely optimal pacing strategy [16]. Nevertheless, modelling studies have already shown that all-out performance is optimal for sprint cycling whereas benefits of a relatively fast start seem to outweigh the negative consequences of the uneven velocity profile for 1500m [26-28]. For longer distances (4000m), a relatively even-paced pattern appears optimal [26].

In our study, the strategy, which consists in a slow start with an increase of speed at the end, could be observed, for each test of each group. This is principally explained by the increase of speed between 500m and the last 100m of the runs. It is more interesting to observe the evolution of speed between the start and the 500m.

The common factor that is observed when the exercise is totally self-paced (first and second runs of group CONTROL and first run of group RPE) is that fluctuations of running intensities exist between the start and the 500m of exercise in untrained school participants. When a more important effort is imposed at the beginning (second run of RPE group), the intensity did not significantly evolve during this interval. It is of great interest because this strategy is known to be efficient in long duration sport events [16]. Moreover, it is probably the first strategy to master because all-out is more difficult. In addition to improved performance, the set used in the second run of RPE group improved the pacing strategy. This is of great interest in non-experts school participants.

But the fact that the better strategy during middle duration, as 3-min runs, consists to a rapid start with a slight diminution of the speed until the finish line, suggests that a more important effort mobilisation than those corresponding to the average value of the test 1 would be more efficient on performance. The fact that an increase of the running speed was observed between 500m and the end corroborate this hypothesis.

Emotional strategy during the 3-min runs

The most important finding of this study is that the pattern of emotional responses seems to be the same in all conditions. It corresponds to a quasi-maximal level of emotional reserve at the beginning and a low level at the end of exercise. It could be hypothesized that during exercise, participants compare perceived exertion with the maximum effort they are willing to mobilize for accomplishing their goal [9], i.e. more generally the level of emotional responses and the consented level in relation to the remaining time as suggested previously [8].

Moreover, the results highlight that there is a linear increase in emotional parameters between the start and the end in all conditions. This seems to be the most important foundation of the pattern of emotional regulation when participants were asked to realize the most important performance. Indeed, our results show that emotional pattern corresponded to a linear evolution in emotional parameters during the 2 runs for the 2 groups in the direction of a decrease of emotional reserve between the start and the end of the run whereas the participants were free to pace their runs, as they wanted.

It could be suggested that it is because emotional reserve is decrease throughout the runs that the speed is increased between the start and the end of the tests. Nevertheless, results show that speed was not correlated with emotional parameters for any run and any group. Indeed, we have previously suggested that emotional arousal likely takes longer to develop than do the processes involved in physiological control [8]. We proposed that a non-conscious physiological process is the most effective when rapid adjustments in power output are needed during short events. We supposed that a conscious process reinforces subconscious controls only during more prolonged exercise. The period of 3-min in these conditions of intermittent exercise appears to be insufficient for emotional regulation impact pacing strategy with significant correlation in school participants.

The results of our previous study [15] show that the pattern of emotional regulation seems to be just translated in relation with the subjective difficulty of the task as proposed by the motivational intensity theory [14]. Indeed, Y-intercepts of the evolution of most of emotional parameters were higher when 10 repeated sprints of 60m were performed on uphill surface when compared with level running. On the contrary, Y-intercepts were lower during downhill sprints. The slopes of the evolution of most of emotional parameters were not influenced by the nature of the running surface. We propose that Y-intercepts could be envisaged as a marker of the subjective difficulty of the exercise.

The results of the present research allowed us to propose the following explanatory hypothesis:

For the group CONTROL, Y-intercepts of all emotional parameters (except effort) were not significantly different between the 2 tests because the 2 runs corresponded to the same duration without any other change in the nature of the task. The slopes of the evolution of all emotional parameters (except for the desire to stop which was not significantly different) were in the way of a smaller decrease of emotional reserve during the second run. It could be explained by the theory of Gendolla and Richter [14] in which the most important parameter of the strategy is energy conservation. Hence, participants were aware to be able to attain the goal during the first run and energy conservation was the most important factor in the dilemma between the fact that enough energy is mobilized to cope with obstacles in goal attainment process and the fact that enough energy has to be conserved to reduce the probability of depletion and exhaustion [14]. Indeed, the body does not mobilize more resources than necessary [14].

For the group RPE, Y-intercepts of all emotional parameters (except effort) were not significantly different between the 2 runs for the same reason. The slopes of all emotional parameters (except RPE) were not significantly between the 2 runs. It could be hypothesized that it is because they were confronted by the same dilemma: enough energy has to be mobilized to cope with obstacles in goal attainment process but enough energy has to be conserved to reduce the probability of depletion and exhaustion. Obstacles in goal attainment process of the second run are new because the instruction was different (faster start), imposing that level of motivation was not lower than during the first test.

Estimation of Motivation

The aim of this study was not to understand the process of giving participants a reason for running so fast but rather how measuring the level of motivation which is necessary to run so fast.

According to Gendolla and Richer [14], effort refers to the intensity of motivation. But in this case, our results should be interpreted in the sense of an increase of motivation during the test, despite the occurrence of fatigue. It would also mean that participants would be more motivated when a more fast start was asked. It seems in contradiction with logic and field observations.

Rather, we proposed using other parameters to estimate the level of motivation.

We define the motivation to pursue a tired exercise as the level of acceptance of effort. The more the motivation is, the more the level of consented effort is. On the contrary, when the motivation is down, subject would not support a high level of effort. Thus, we propose that the ratio between the desire to continue the exercise and the level of effort could be used in order to estimate the motivation to pursue a tired exercise. Logically, this parameter would decrease during exercise with the occurrence of fatigue.

In accordance, our results show that this ratio decreased with time during the 3-min tests in all conditions. Moreover, this ratio was lower when a more important effort was asked at the beginning of the test (test 2 vs test 1 for RPE group) whereas it was higher when the self paced run was repeated for the second time, associated with a higher pleasure to run (test 2 vs test 1 for the CONTROL group).

Conclusion

Whereas the role of motivation is of great importance in sport performance, little is known about how to measure it during exercise. We propose that the ratio between the desire to continue the exercise and the level of effort could be used in order to estimate the motivation to pursue a tired exercise.

Whereas training programs are often designed in order to develop physiological resources, this study shows that the performance has been immediately improved by imposing a more important effort mobilization at the start without the occurrence of a catastrophic failure. Performance has been improved because a more important part of the emotional reserve has been used. Whereas many training sessions are needed in order to develop performance through an increase of physical condition, only one session was needed to improve performance with this method.

References

1. Abbiss CR, Laursen PB. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med.* 2005; 35(10):865-98.
2. St Clair Gibson A, Noakes TD. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *Br J Sports Med.* 2004; 38(6):797-806.
3. Foster C, Schrager M, Snyder AC, Thompson NN. Pacing strategy and athletic performance. *Sports Med.* 1994; 17(2):77-85.
4. Hulleman M, De Koning JJ, Hettinga FJ, Foster C. The effect of extrinsic motivation on cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(4):709-15.
5. Hettinga FJ, De Koning JJ, Broersen FT, Van Geffen P, Foster C. Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000-m cycling time trials. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38(8):1484-91.
6. Foster C, deKoning JJ, Hettinga F, Lampen J, Dodge C, Bobbert M, et al. Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. *Int J Sports Med.* 2004; 25(3):198-204.
7. Garcin M, Vandewalle H, Monod H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: a preliminary study. *Int J Sports Med.* 1999; 20(1):40-3.
8. Baron B, Moullan F, Deruelle F, Noakes TD. The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration

- sport events. *Br J Sports Med.* 2011; 45(6):511-7. doi: 10.1136/bjism.2009.059964.
9. Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. Variation and homogeneity in affective responses to physical activity of varying intensities: an alternative perspective on dose-response based on evolutionary considerations. *J Sports Sci.* 2005; 23(5):477-500.
10. Seo MG, Barrett LF, Bartunek JM. The Role of Affective Experience in Work Motivation. *Acad Manage Rev.* 2004; 29(3):423-39.
11. Damasio AR. *Descartes' error: Emotion, Reason and the Human Brain.* New York: G. P. Putnam's Sons; 1994.
12. Damasio AR. *The Feeling of what Happens: body and emotion in the making of consciousness.* New York: Harcourt Incorporated; 1999.
13. Lander PJ, Butterly RJ, Edwards AM. Self-paced exercise is less physically challenging than enforced constant pace exercise of the same intensity: influence of complex central metabolic control. *Br J Sports Med.* 2009; 43(10):789-95. doi: 10.1136/bjism.2008.056085.
14. Gendolla GHE, Richter M. Effort mobilization when the self is involved: some lessons from the cardiovascular system. *Review of General Psychology.* 2010; 14(3):212-26.
15. Baron B, Guilloux B, Begue M, Uriac S. Emotional responses during repeated sprint intervals performed on level, downhill and uphill surfaces. *J Sports Sci.* 2015; 33(5):476-86. doi: 10.1080/02640414.2014.947523.
16. St Clair Gibson A, Lambert EV, Rauch LH, Tucker R, Baden DA, Foster C, et al. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Med.* 2006; 36(8):705-22.
17. Buckley JP, Sim J, Eston RG, Hession R, Fox R. Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *Br J Sports Med.* 2004; 38(2):197-205.
18. Eston RG, Williams JG. Reliability of ratings of perceived effort regulation of exercise intensity. *Br J Sports Med.* 1988; 22(4):153-5.
19. Herbert BM, Pollatos O, Schandry R. Interoceptive sensitivity and emotion processing: an EEG study. *Int J Psychophysiol.* 2007; 65(3):214-27.
20. Herbert BM, Ulbrich P, Schandry R. Interoceptive sensitivity and physical effort: implications for the self-control of physical load in everyday life. *Psychophysiology.* 2007; 44(2):194-202.
21. Foster C, Hendrickson K, Peyer K, Reiner B, De Koning JJ, Lucia A, et al. Pattern of developing the performance template. *Br J Sports Med.* 2009; 43(10):765-9. doi:10.1136/bjism.2008.054841.
22. St Clair Gibson A, Foster C. The role of self-talk in the awareness of physiological state and physical performance. *Sports Med.* 2007; 37(12):1029-44.
23. St Clair Gibson A, Lambert ML, Noakes TD. Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports Med.* 2001; 31(9):637-50.
24. Borg G, Ljunggren G, Ceci R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1985; 54(4):343-9.
25. Locke EA, Latham GP. A theory of goal setting and task performance. In: Cliffs E, editor. New Jersey: Prentice Hall; 1990.
26. de Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *J Sci Med Sport.* 1999; 2(3):266-77.

RESUME

Développer la capacité de régulation de l'allure est un enjeu important en Education Physique et Sportive (EPS), notamment dans un objectif d'autonomie et de santé. Peu d'études s'attachent pourtant à proposer des méthodes pour y parvenir.

Les différents travaux de cette thèse ont pour objectifs de mieux comprendre les fondements des capacités de régulation émotionnelle et de l'allure, de proposer une méthode visant à leur acquisition et un outil d'estimation du niveau de motivation.

En plus de la perception de l'effort (RPE) et du plaisir (P), nous avons testé l'évolution de l'envie de continuer (EDC) et d'arrêter l'exercice (EDA) dans différentes conditions expérimentales lors de courses intermittentes de 3 à 15 minutes autorégulées et semi-contrôlées chez des étudiants et des lycéens. Une performance maximale était demandée pour chaque test.

Les résultats de nos études montrent que l'utilisation de ces paramètres présente un intérêt en EPS. Les élèves font varier leur réserve émotionnelle d'un niveau élevé vers un niveau faible du début à la fin des différentes courses mais conservent un niveau de réserve trop important pour la réalisation d'une performance maximale car ils privilégient le but de maîtrise prioritairement au but de performance.

De façon illogique, les élèves s'investissent plus pour les durées de courses élevées du fait d'une discordance entre la représentation des capacités et celle de la tâche. De ce fait, un travail visant à optimiser le niveau d'investissement est à privilégier chez les élèves en EPS.

Ainsi, le fait d'imposer une perception de l'effort durant les courses semi-contrôlées au moins égale au niveau moyen consenti lors des tests autorégulés de durées équivalentes suffit pour améliorer la performance (+14,2% et + 12,5% pour les courses de 3 et 6 minutes respectivement). La consigne consistant à imposer une RPE minimale correspondant à 120% de la RPE moyenne observée lors des courses autorégulées semble être le compromis idéal durant des courses intermittentes de 3 et 6 minutes (+ 18,4% et 18,5% pour les courses de 3 et 6 minutes respectivement). Ces améliorations obtenues en une seule séance sont bien supérieures à celles espérées durant un cycle entier d'EPS consacré au développement des ressources physiologiques.

La détermination du rapport entre l'envie de continuer et le niveau de perception de l'effort constitue une bonne estimation du niveau de motivation à poursuivre l'exercice fatiguant.



LETTRE D'ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

Je, soussigné(e); Bertrand Guilloux, en ma qualité de doctorant(e) de l'Université de La Réunion, déclare être conscient(e) que le plagiat est un acte délictueux passible de sanctions disciplinaires. Aussi, dans le respect de la propriété intellectuelle et du droit d'auteur, je m'engage à systématiquement citer mes sources, quelle qu'en soit la forme (textes, images, audiovisuel, internet), dans le cadre de la rédaction de ma thèse et de toute autre production scientifique, sachant que l'établissement est susceptible de soumettre le texte de ma thèse à un logiciel anti-plagiat.

Fait à Saint Denis, le 16 décembre 2015

Signature :

Extrait du Règlement intérieur de l'Université de La Réunion
(validé par le Conseil d'Administration en date du 11 décembre 2014)

Article 9. Protection de la propriété intellectuelle – Faux et usage de faux, contrefaçon, plagiat

L'utilisation des ressources informatiques de l'Université implique le respect de ses droits de propriété intellectuelle ainsi que ceux de ses partenaires et plus généralement, de tous tiers titulaires de ces droits.

En conséquence, chaque utilisateur doit :

- utiliser les logiciels dans les conditions de licences souscrites ;
- ne pas reproduire, copier, diffuser, modifier ou utiliser des logiciels, bases de données, pages Web, textes, images, photographies ou autres créations protégées par le droit d'auteur ou un droit privatif, sans avoir obtenu préalablement l'autorisation des titulaires de ces droits.

La contrefaçon et le faux

Conformément aux dispositions du code de la propriété intellectuelle, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle d'une œuvre de l'esprit faite sans le consentement de son auteur est illicite et constitue un délit pénal.

L'article 444-1 du code pénal dispose : « Constitue un faux toute altération frauduleuse de la vérité, de nature à causer un préjudice et accomplie par quelque moyen que ce soit, dans un écrit ou tout autre support d'expression de la pensée qui a pour objet ou qui peut avoir pour effet d'établir la preuve d'un droit ou d'un fait ayant des conséquences juridiques ».

L'article L335_3 du code de la propriété intellectuelle précise que : « Est également un délit de contrefaçon toute reproduction, représentation ou diffusion, par quelque moyen que ce soit, d'une œuvre de l'esprit en violation des droits de l'auteur, tels qu'ils sont définis et réglementés par la loi. Est également un délit de contrefaçon la violation de l'un des droits de l'auteur d'un logiciel (...) ».

Le plagiat est constitué par la copie, totale ou partielle d'un travail réalisé par autrui, lorsque la source empruntée n'est pas citée, quel que soit le moyen utilisé. Le plagiat constitue une violation du droit d'auteur (au sens des articles L 335-2 et L 335-3 du code de la propriété intellectuelle). Il peut être assimilé à un délit de contrefaçon. C'est aussi une faute disciplinaire, susceptible d'entraîner une sanction.

Les sources et les références utilisées dans le cadre des travaux (préparations, devoirs, mémoires, thèses, rapports de stage...) doivent être clairement citées. Des citations intégrales peuvent figurer dans les documents rendus, si elles sont assorties de leur référence (nom d'auteur, publication, date, éditeur...) et identifiées comme telles par des guillemets ou des italiques.

Les délits de contrefaçon, de plagiat et d'usage de faux peuvent donner lieu à une sanction disciplinaire indépendante de la mise en œuvre de poursuites pénales.