



HAL
open science

Approche multifactorielle des déterminants de la performance en sprint en cyclisme sur route

Rémi Castells

► **To cite this version:**

Rémi Castells. Approche multifactorielle des déterminants de la performance en sprint en cyclisme sur route. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. <dumas-04129979>

HAL Id: dumas-04129979

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04129979v1>

Submitted on 15 Jun 2023

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.



HAL Authorization

MEMOIRE DE MASTER
UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
Sciences Sociales et Humaines
Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Rémi CASTELLS

Sous la direction de Nicolas FABRE (PhD)

**APPROCHE MULTIFACTORIELLE DES
DETERMINANTS DE LA PERFORMANCE EN SPRINT
EN CYCLISME SUR ROUTE**

Année universitaire 2021-2022

Mémoire de Master 2

Spécialité : Expert en Préparation Physique et Mentale



MEMOIRE DE MASTER

UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

Sciences Sociales et Humaines

Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Rémi CASTELLS

Sous la direction de Nicolas FABRE (PhD)

APPROCHE MULTIFACTORIELLE DES DETERMINANTS DE LA PERFORMANCE EN SPRINT EN CYCLISME SUR ROUTE

Année universitaire 2021-2022

Mémoire de master 2

Spécialité : Expert en Préparation Physique et Mentale

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	4
REMERCIEMENTS	5
INTRODUCTION GENERALE	6
METHODOLOGIE	11
SUJETS	11
PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	11
<i>Tests de laboratoire</i>	11
<i>Tests Force-Vitesse</i>	11
<i>Test Wingate</i>	12
<i>Test de Puissance Maximale Aérobie (PMA)</i>	12
<i>Tests de Réactivité</i>	13
<i>Tests Psychologiques</i>	14
<i>Test de terrain</i>	15
ANALYSE DES DONNEES	16
<i>Test Force-Vitesse</i>	16
<i>Test Wingate</i>	17
<i>Test PMA</i>	17
<i>Test de Réactivité</i>	17
<i>Test Psychologiques</i>	17
<i>Test de terrain</i>	18
STATISTIQUES.....	18
RESULTATS	18
DONNEES DESCRIPTIVES.....	18
TESTS DE LABORATOIRE ET PSYCHOLOGIQUES	19
RELATIONS ENTRE LES VARIABLES MEASUREES ET LE CLASSEMENT DES SPRINTS LORS DE LA SIMULATION	20
DISCUSSION	21
CONCLUSION ET APPLICATIONS PRATIQUES	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29
ANNEXES	33
ABSTRACT	34
RESUME	35

REMERCIEMENTS

Je tiens ici à adresser tous mes remerciements à toutes les personnes qui ont permis à ce projet d'aboutir :

A l'ensemble des coureurs des effectifs U19 et U21 de la Team IBCI Culture-Vélo-Look

Pour avoir accepté de participer à l'étude, pour avoir pris de leur temps et de leur énergie pour m'aider à mener à bien ce projet.

A Monsieur Thierry Bédard-Rélimien, manager général de la Team IBCI Culture-Vélo-Look

Pour m'avoir fait confiance, en me permettant d'aménager des sessions d'évaluation et en me déchargeant de certaines missions afin de pouvoir me consacrer à ce projet

Aux Docteurs Bruno Cormery et Julien Bois

Pour leur aide précieuse et leurs conseils avisés qui ont permis à ce projet de prendre forme

A la Maison Sport-Santé CAPAS-Cité de Tarbes et à Monsieur Cyrille Meyer

Pour la confiance accordée, la très grande aide apportée et les nombreux conseils pertinents qui ont permis de réaliser ce projet de la meilleure des manières possibles

A mes parents, mon frère et mes grands-parents

Pour leur aide, leur confiance et leur soutien constants, qui m'ont permis de surmonter bien des difficultés, et surtout pour leur éducation et leur enseignement des véritables valeurs de la vie

Et enfin et surtout, au Docteur Nicolas Fabre

Pour la confiance qu'il m'a accordée ainsi qu'à mon projet, pour sa patience, son optimisme et sa motivation dans les moments compliqués qu'ont engendré la réalisation de ce mémoire, pour sa disponibilité constante concernant mes interrogations et doutes, pour sa rigueur scientifique qui a permis à ce projet de voir le jour, pour ses encouragements, et surtout, pour m'avoir guidé et transmis son savoir et sa passion de l'entraînement et de la recherche scientifique dans les disciplines d'endurance.

INTRODUCTION GENERALE

Menaspa, Merkes & Abbiss (2020) définissent le sprint cycliste comme étant « le temps continu écoulé entre une augmentation rapide de la puissance développée (début du sprint) et une chute immédiate de la puissance (fin) ». Cela correspond à l'accélération qui se produit en fin de course afin d'atteindre la ligne avant les autres concurrents. Le sprint est un élément clé du cyclisme sur route avec un tiers des étapes de grands tours dédiées aux sprinters et beaucoup de courses d'un jour se terminent avec un sprint (Lucia, Hoyos & Chicharro, 2001).

Maintes études se sont intéressées aux déterminants de la performance en cyclisme sur route (Coyle, Coggan, Hopper & Walters, 1988 ; Faria & Parker, 2005) mais beaucoup moins se sont spécifiquement intéressées aux déterminants de la performance en sprint en cyclisme (Menaspa, Quod, Martin, Peiffer & Abiss, 2015 ; Menaspà, Quod, Martin, Victor & Abbiss, 2013). De manière générale, il est établi que la performance en sprint en cyclisme sur route dépend d'une pluralité de facteurs, parmi lesquels les capacités physiologiques, l'aspect biomécanique du pédalage et la capacité d'application de force sur la pédale, les forces de résistances créées par l'environnement et l'interaction entre coureurs au cours du sprint final.

Plusieurs auteurs (Padilla & Mujika, 1999 ; Sallet, Mathieu, Fenech & Baverel, 2006) ont défini des catégories de coureurs cyclistes, en fonction de leurs caractéristiques anthropométriques et physiologiques. Il a été mis en évidence que les sprinteurs possèdent les valeurs les plus importantes de puissance et vitesse maximale, bien plus élevées que celles de toutes les autres catégories de coureurs cyclistes ($1279 \text{ W} \pm 74.3$, $19 \text{ W/kg} \pm 1.1$ et $216 \text{ rpm} \pm 8.8$). On note également un indice de masse corporelle plus important chez le sprinteur, qui reflète une quantité de masse musculaire plus conséquente, qui s'avère inévitable afin de produire des niveaux de

puissance élevés très rapidement. Concernant les valeurs de puissance, diverses études (Menaspa et al., 2013) ; Pinot & Grappe, 2011) ont permis de mettre en évidence qu'en moyenne, un sprint final se déroule sur une durée moyenne de 14 secondes, et que la fréquence cardiaque lors d'un sprint atteint 99% F_{cmax} (175-206 bpm) avec un maintien de puissance équivalent à 1020 +/- 77 w (12-16 w/kg) sur la durée du sprint et un pic à 1248 +/- 122 w (14-20 w/kg). Ces données sont confirmées puisque Menaspa et al. (2015) ont mis en évidence que développer une puissance moyenne de 15.5 w/kg sur la totalité d'un sprint, avec un pic avoisinant les 19 w/kg permettrait de remporter un sprint, autant chez les espoirs que chez les professionnels.

La performance en sprint est également dépendante de facteurs mécaniques. La cadence est un élément distinctif entre les catégories de coureurs cyclistes en sprint en cyclisme. Sallet et al. (2006) ont démontré que les sprinteurs possédaient des valeurs de vélocité maximale supérieures aux autres spécialités (216 ± 8 rpm pour un sprinteur, contre 198 ± 12 rpm pour un rouleur et 188 ± 12 rpm pour un grimpeur). Dans les catégories professionnelles et espoirs, la cadence moyenne sur un sprint était de 110 rpm ± 5 rpm et le pic à 114 rpm ± 5. Cela est lié au concept de Puissance-Vitesse, qui représente la vélocité nécessaire à l'atteinte de la puissance maximale. Les coureurs de type endurant (grimpeurs, rouleurs) atteignaient leur P_{max} à des cadences assez faibles alors que les coureurs de type explosif (sprinteurs) atteignaient des P_{max} très élevées à des cadences plus importantes. Une pluralité d'autres facteurs est liée à la performance en sprint en cyclisme sur route parmi lesquels la position du coureur au cours du sprint (Caldwell, Hagberg, McCole & Li, 1999 ; Merkes, 2020), l'aérodynamisme du coureur (Blocken et al., 2018), la géométrie du vélo (Too, 1990 ; Inbar, Dotan, Trosul & Dvir, 1982), le phénomène du « drafting », qui permet de diminuer le coefficient de traînée aérodynamique de 10 à 50%, ainsi que l'intérêt des « trains » et des poissons-pilotes, chargés de protéger leur sprinteur des forces de résistances liées à

l'environnement et de le positionner pour qu'il joue la victoire au sprint (Menaspa, Merkes et Abbiss, 2020).

Néanmoins, il est bon de rappeler que la durée d'un sprint est courte, d'une quinzaine de secondes, parcourue à des vitesses élevées, comprises entre 55 et 70 km/h, disputé entre divers concurrents, dans des conditions particulières. Plusieurs études (Zhang & Lin, 2016 ; Piliandis, Kasabalis, Mantzouranis & Mavvidis, 2012) déterminent la qualité de réactivité comme étant un déterminant majeur de la performance en sprint : dans des disciplines où les classements entre athlètes se jouent à des différences minimales, le temps de réaction (TR) est d'une grande importance (Gutiérrez, Dapena & Campos, 2016). Plusieurs recherches ont illustré le fait que le TR et le niveau de fatigue étaient corrélés : les compétitions cyclistes se déroulent entre 4 et 7 heures, à des intensités diverses selon le profil de course (Lucia et al. 2001). Les coureurs, lors du sprint, seront donc soumis à des niveaux de fatigue divers, et leurs temps de réaction seront représentatifs des efforts fournis en course.

Brisswalter, Arcelin et Audiffren (1997) se sont intéressés aux effets de la fatigue sur le temps de réaction de coureurs. Pour divers niveaux d'intensité, le niveau de condition physique influait sur le temps de réaction. Un athlète en meilleure forme et mieux entraîné parvient à mieux réguler l'équilibre entre les zones métaboliques et cognitives : quand l'effort est intense, les contraintes métaboliques pour un athlète en forme sont inférieures à celles d'un athlète en moins bonne condition et la demande attentionnelle, qui permet le contrôle du mouvement et de la situation environnante, est optimisée et mieux utilisée. Kunzler et Carpes (2020) ont mis en évidence que concourir souvent à haute intensité (95% Pmax) permettait d'augmenter l'attention sélective mais augmentait aussi la variabilité au niveau du temps de réaction simple (TRS). La performance

cognitive augmenterait donc lorsqu'un haut niveau d'attention est demandé, en revanche, lorsque la complexité de la tâche cognitive est faible, on note une grande variabilité dans la performance cognitive. Cela se retrouve dans le déroulement d'un sprint où le coureur doit prendre des décisions très rapidement et maintenir sa concentration à des intensités très élevées. Il semblerait donc que les coureurs habitués à disputer des efforts très intenses mais très courts avec toute l'intensité, pression, concentration que cela requiert, seraient plus aptes à maintenir un plus haut niveau de performance cognitive que des coureurs dont la spécialité nécessite moins de complexité au niveau de la tâche cognitive. Dans la discipline du sprint, il semblerait que le TRS et le temps de réaction complexe (TRC) soient liés à la performance car ils sont représentatifs de situation de confrontation pour la victoire : la réponse à un unique stimulus (confrontation directe) ou à divers stimulus (traiter rapidement et en simultané les faits de course).

Outre ces versants physiologiques et cognitifs, la composante psychologique entre également en jeu dans la performance en sprint. Grappe (2012) utilise le concept de « Capacité de Performance Maximale » afin de quantifier le niveau de performance cycliste. Ce concept est défini comme étant « l'aptitude du coureur à réaliser la meilleure performance possible en compétition » et visera à la recherche de l'atteinte du potentiel physique maximal, lié à la performance en compétition. La capacité de production d'une performance maximale dépend de l'optimisation maximale conjointe du Potentiel Physique et Mental. Ce modèle d'atteinte de la performance englobe l'ensemble de la discipline cycliste et par la même occasion, le domaine du sprint. De ce fait, la performance en sprint en cyclisme est donc liée à la fois à des facteurs physiques mais aussi à des facteurs psychologiques. Baghurst (2012) pointe les qualités de tolérance à la douleur, d'anxiété, de confiance en soi et de dialogue interne comme étant discriminantes au niveau de la performance cycliste. Néanmoins, en vertu des caractéristiques spécifiques d'un sprint (imprévu,

vitesse, exposition corporelle), il semblerait que d'autres caractéristiques psychologiques puissent différencier les sprinteurs du reste du peloton. Brymer (2010) a mis en évidence que les disciplines extrêmes étaient liées à des qualités de prise de risque importantes : les spécialistes recherchaient le goût de l'adrénaline, à surpasser leurs limites, tout en étant conscients de la blessure qui peut survenir. Il s'avère difficile d'associer un sprint cycliste avec des disciplines extrêmes, mais une confrontation à plus de 60 km/h, entre une cinquantaine de compétiteurs, réclame une certaine prise de risques.

Rappelons que les études précédentes ont été menées sur la spécificité du sprint cycliste, mais lors d'arrivées massives préparées. Dans le cas d'arrivées isolées, le phénomène de drafting reste un facteur de succès, mais profiter de l'abri d'un concurrent n'est pas simple et demande d'engager une « bataille psychologique », basée sur des qualités de bluff, de stratégie, de régulation de la pression et de confiance en ses capacités. La présente étude sur les versants cognitifs et psychologiques s'avère donc complémentaire aux travaux menés jusqu'alors, et est plus représentative des arrivées en petit comité, visibles aux niveaux amateurs et professionnels. Cette étude a donc pour objectif de déterminer quelles sont les variables les plus pertinentes pour prédire la performance en sprint parmi les marqueurs physiologiques, cognitifs et psychologiques. Au vu de l'ensemble des travaux présentés ci-dessus, il est possible d'émettre les hypothèses suivantes : a) les valeurs de puissance maximale développées sur 10 secondes seraient corrélées à la performance en sprint, b) les temps de réaction simple (TRS) et complexe (TRC) seraient également corrélés à la performance en sprint, c) la performance en sprint serait liée à la capacité de gestion de l'anxiété et de confiance en soi, ainsi qu'aux qualités d'engagement et de prise de risques.

METHODOLOGIE

Sujets

Dix cyclistes hommes compétiteurs (âge : $17,7 \pm 1,8$ ans ; taille : $178 \pm 5,8$ cm ; poids : 67 ± 9 kg ; PMA absolue : 361 ± 55 W ; PMA relative : $5,3 \pm 0,6$ w/kg) évoluant en catégorie Juniors U18 et en catégorie Espoirs U23, en seconde et troisième catégorie au sein de la Fédération Française de Cyclisme (FFC), ont passé ces tests. Les passations de tests ont été réalisées en période pré-compétitive où la quantité d'entraînement des sujets est déjà importante. Il a été demandé aux coureurs d'éviter les repas lourds ou les produits contenant de la caféine, et de ne pas réaliser d'entraînement intensifs dans les 48 heures avant les tests.

Protocole expérimental

Les cyclistes ont réalisé trois grands types d'évaluations : des tests de laboratoire afin de caractériser leurs principales qualités physiques et cognitives, des tests psychologiques pour évaluer et quantifier la nature des habiletés mentales des athlètes et un test de terrain sous forme de simulation de course, qui servira de test-référence.

Tests de laboratoire

Les cyclistes ont réalisé ces tests avec leur propre vélo monté sur home-trainer connecté de type Hammer Saris H3. Cet home-trainer dispose d'une résistance électromagnétique à réponse rapide et a été calibré via le logiciel MookyCenter, développé par la société MTraining (Besançon 25480). Chaque test a été réalisé avec une semaine d'intervalle.

Tests Force-Vitesse

Ce test (Vandewalle, Peres, Heller, Panel & Monod, 1985) permet d'évaluer les propriétés mécaniques des coureurs cyclistes via la mesure de l'explosivité (combinaison des qualités de force et de vitesse de contraction musculaire) lors d'un sprint court inférieur à dix secondes. L'épreuve

consiste en la réalisation de trois sprints maximaux de 7 secondes assis départ arrêté, effectués à différents niveaux de force de friction (0.4, 0.6 et 0.9 N/kg). Le test débutait par un échauffement de quinze minutes à intensité progressive avec la réalisation de deux sprints maximaux en fin d'échauffement. Ces niveaux de résistance de 0.4, 0.6 et 0.9 N/kg ont été définis comme étant les forces de frictions optimales pour évaluer les qualités de vitesse, de force maximale et de force-vitesse (Grappe 2012). Les différents sprints sont espacés de 5 minutes de récupération afin de reconstituer les stocks de créatine phosphate. Au cours du test, la puissance développée (W) et la cadence de pédalage (rpm) ont été enregistrées en continu.

Test Wingate

Ce test (Bar-Or, Dotan & Inbar, 1988) permet d'évaluer la capacité de tolérance aux lactates du coureur cycliste. L'épreuve consiste en la réalisation d'un sprint long assis départ arrêté, sur trente secondes, effectué à un niveau de force de friction intermédiaire (0.6 N/Kg). Le test intervenait à la suite de la réalisation des tests Force-Vitesse, après une récupération conséquente de dix minutes. La charge de friction idéale au développement de la puissance maximale lors d'un test Wingate s'établit entre 0.3 et 0.7 N/kg mais selon la spécificité du coureur, la puissance développée pouvait différer selon les forces de friction. Il faut donc conserver une force de friction dite « moyenne » qui autorise une cadence de pédalage importante et n'oblige pas le coureur à pédaler « en force ». La puissance développée et la cadence sont enregistrées tout au long du test.

Test de Puissance Maximale Aérobie (PMA)

Ce test permet de mesurer le potentiel aérobie maximal du coureur cycliste. L'épreuve dure une trentaine de minutes où le coureur subit une hausse de l'intensité (30 w) toutes les 2 minutes. Le test commence à un niveau d'intensité faible pour autoriser un échauffement et permettre au métabolisme aérobie de se mettre en route avec progressivité, et éviter l'accumulation trop rapide

de lactate. Une incrémentation de 30 w permet d'éviter que la variation de puissance soit trop brutale, ce qui entraverait la bonne gestion de l'effort. La cadence de pédalage est libre. Le test s'arrête lorsque le sujet ne peut maintenir une cadence de pédalage supérieure à 50 rpm. Ce test a été réalisé avec 48 heures d'écart avec les deux précédents.

Tests de Réactivité

Deux tests de réactivité spécifique ont permis d'évaluer les capacités de réactivité du coureur mais également son aptitude à résister à la fatigue nerveuse imposée par la compétition en fin de course, via un calcul de la différence entre le TR au repos et le TR à l'effort. Les tests cognitifs ont été réalisés via l'utilisation du logiciel « Réaction », développé par F. Tilquin, de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon (ENSL). Ce logiciel permet d'évaluer divers types de temps de réaction, simple (réaction à un unique stimulus) et complexe (détecter un stimulus parmi tant d'autres) avec dix mesures par test. Les sujets passeront le test sur le même ordinateur de marque Acer, disposé en face d'eux, selon leurs caractéristiques anthropométriques, via un support d'appui coulissant et ajustable à chacun (voir en annexes).

Le test du TR au repos consiste à la réalisation des deux tests sur le logiciel « Réaction » (simple et complexe) sans sollicitation métabolique. Le test du TR à l'effort est basé sur des travaux d'évaluation des qualités cognitives au cours de l'effort sur cycloergomètre (Brisswalter et al, 1997 ; Kunzler & Carpes, 2020) et les intensités choisies pour le protocole d'évaluation proviennent de travaux sur les caractéristiques spécifiques d'un sprint cycliste (Menaspa et al, 2015).

Le protocole de test consiste en un exercice progressif au niveau des intensités sur un home-trainer de marque Tacx, à la suite d'une sortie d'entraînement collective en endurance

fondamentale d'une durée de trois heures. Le coureur jouera avec son braquet pour atteindre les zones cardiaques et de cadence requises et suivra le protocole présenté en Figure 1 :

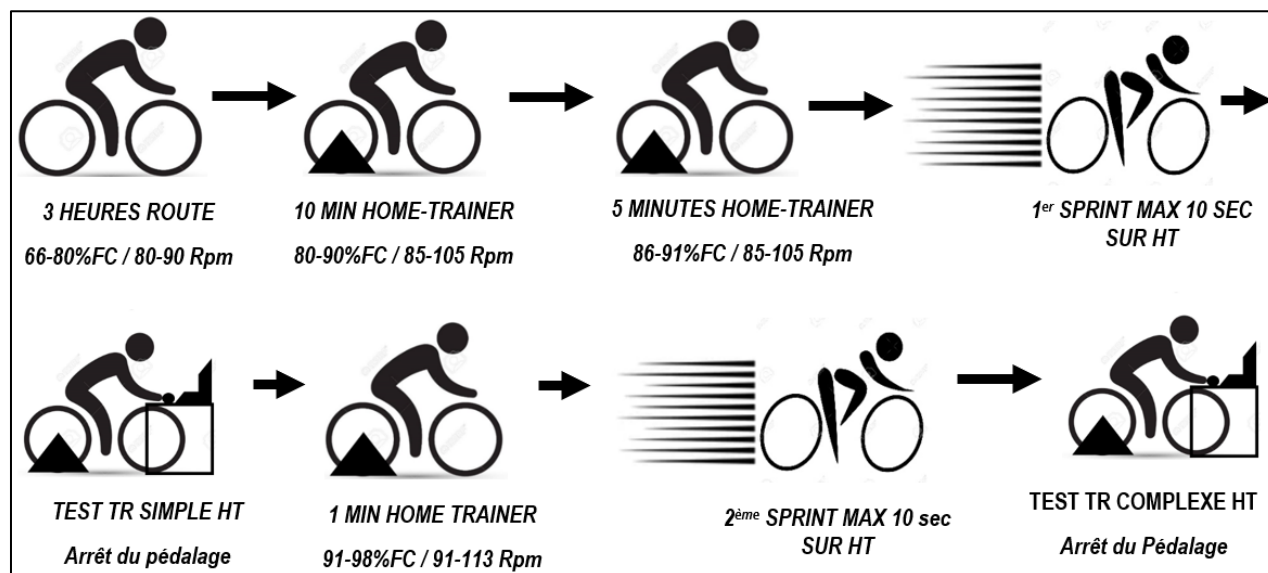


Figure 1. Présentation du protocole d'évaluation des temps de réaction simple (TRS) et complexe (TRC) à l'effort établi selon les travaux de Menaspa et al. (2015)

Les sujets avaient bénéficié au préalable de deux séquences d'assimilation du fonctionnement du logiciel « Réaction » et de la spécificité de la passation de test sur home-trainer.

Tests Psychologiques

Concernant la passation des tests d'ordre psychologique, les sujets les ont réalisés sous deux formes: l'une en situation, à l'occasion de la simulation de course, et l'autre indépendamment d'une quelconque situation en lien avec le cyclisme.

La version française du test CSAI2-R (Martinent, Ferrand, Guillet & Gantheur, 2010) permet d'évaluer les niveaux d'anxiété cognitive (5 items), d'anxiété somatique (7 items) et de confiance en soi (5 items). Le sujet répond entre 1 (aucun symptôme) et 4 (énormément de symptômes) sur l'échelle d'intensité, entre -3 et +3 sur l'échelle de direction, qui permet de définir si le ressenti d'anxiété est bénéfique ou délétère à la performance. Un score positif met en évidence des facultés à se servir de l'anxiété pour hausser son niveau de performance et au contraire, ne pas la

subir. Enfin, concernant l'échelle de fréquence, le sujet répond entre 1(jamais) et 7 (tout le temps), concernant la fréquence d'apparition des symptômes au cours de la séquence. Le test CSAI2-R a été passé avant la simulation de course. Afin que cette simulation revête un aspect compétitif et puisse créer une pression comparable à celle d'une course cycliste, il a été stipulé que les résultats de la course seraient déterminants pour la sélection de la course UCI Kuurne-Bruxelles-Kuurne.

Le test Neo-Personality Inventory Revisited (McCrae & Costa, 1985) est basé sur le modèle du « Big Five », regroupé en cinq points : névrosisme, extraversion, ouverture à l'expérience et à la nouveauté, amabilité et esprit consciencieux. Le test comporte 240 items, qui permettent d'obtenir des scores pour chacun des cinq points, en répondant entre FD (fortement en désaccord) et FA (fortement en accord). Le test Néo-Pi a fait l'objet d'une passation hors du cadre cycliste afin d'évaluer des qualités et habiletés mentales générales propres au sujet.

A notre connaissance, aucun questionnaire ne permet aujourd'hui de mesurer le niveau d'engagement et de prise de risques dans l'activité. Néanmoins, dans le test Néo-Pi, la catégorie « Extraversion » fait référence aux qualités de sociabilité, de confiance en soi, d'optimisme et de dynamisme et de recherche de sensations de toutes sortes chez les sujets. Et la catégorie « Caractère consciencieux » fait référence au degré d'organisation, d'obstination, de contrôle et de motivation dans un but précis, aux capacités de croyance en sa propre efficacité, au sens du devoir, à la recherche de réussite et à l'autodiscipline.

Test de terrain

Une simulation de compétition a été réalisée dans la localité de l'Isle-Jourdain (Gers), regroupant tous les participants de l'étude, sous un format de course aux points. Les coureurs devaient parcourir à cinq reprises un circuit rural de 6 kilomètres exclusivement plat (32 m D+), en matinée,

sur route sèche, avec un vent nul, à une température de 8°C. A chaque tour, au passage de la ligne d'arrivée, avait lieu un sprint entre les participants, qui attribuait des points en fonction de leur positionnement. Pour effectuer les classements, deux appareils photos convergents, placés en hauteur sur trépied de chaque côté de la ligne d'arrivée, filmaient et prenaient des photos. Pour cibler cette compétition uniquement sur le domaine du sprint, des spécificités ont été ajoutées : les coureurs avaient l'interdiction formelle de faire la course avant les 1500 derniers mètres précédant la ligne d'arrivée. Les 4,5 km précédents, ils avaient pour instruction de rouler en groupe à allure modérée, sans accélérations. Cette marque des 1500 mètres a été choisie pour augmenter la proportion d'influence de la composante psychologique lors du sprint : une distance plus longue aurait pu engendrer des mouvements de course, mais cette marque se veut assez éloignée de la ligne pour laisser la possibilité à d'autres types de coureurs de surprendre les spécialistes.

Analyse des données

Test Force-Vitesse

Les données obtenues (couple, cadence et puissance) lors des trois sprints ont été cumulées et utilisées pour établir les relations couple-vitesse et puissance-vitesse, en utilisant respectivement des régressions linéaires et quadratiques (Dorel, Hautier, Rambaud, Rouffet, Van Praagh, Lacour & Bourdin, 2004). La vitesse de pédalage maximale (f_{Max} , en rpm) et le couple maximal (t_{Max} , en N.m) ont été obtenus par extrapolation. Ils correspondent à l'interception de la courbe couple-vitesse avec les axes de vitesse et de couple, respectivement. La puissance maximale (P_{max} FV) a été identifiée comme le sommet de la relation puissance-vitesse. La cadence de pédalage optimale (f_{opt}) correspond à la cadence de pédalage à laquelle P_{max} se produit. La valeur du couple auquel P_{max} se produit - le couple optimal (T_{opt}) - a été déduite des valeurs de P_{max} et de f_{opt} .

Test Wingate

Les valeurs de puissance et de cadence ont été moyennées toutes les secondes. Le pic de puissance (Pmax Wing.) correspond à la moyenne des 5 secondes les plus élevées obtenues lors du test. Un indice de fatigabilité (en %) est calculé via la différence de puissance entre Pmax Wing. et la plus basse valeur mesurée, divisée par le temps écoulé entre les deux valeurs

Test PMA

La PMA correspond à la puissance mécanique imposée lors du dernier palier. Si ce palier n'a pas été terminé, la formule suivante est utilisée pour définir la valeur de PMA : $PMA = P_{méca\ palier\ inférieur} + (P_{méca\ dernier\ palier} - P_{méca\ palier\ inférieur}) \times \text{temps dans le dernier palier}$

Test de Réactivité

Les scores de TR simple et complexe ont été obtenus en effectuant la moyenne de chaque TR pour chacun des dix stimulus qui composent les tests TRS et TRC, sur le logiciel Réaction. Le calcul de la différence entre le TR à l'effort et au repos pour les deux modalités (TRS et TRC) peut être interprété comme indicateur de l'impact de l'effort sur les qualités cognitives du coureur.

Test Psychologiques

Les caractéristiques psychologiques des sujets sont évaluées à partir de réponses de l'athlète à une série de propositions décrivant l'état d'esprit dans lequel il se trouve. Confronté à chaque proposition, l'athlète doit se positionner et indiquer à quel degré la formulation correspond à son état du moment. Les scores pour chacune des variables psychologiques sont ensuite obtenus par l'addition de points attribués à chacune des propositions du test.

Test de terrain

Le classement général final a été établi en fonction des places obtenues lors de chaque sprint.

Sur dix places possibles, le vainqueur remportait 10 points, le second 9, etc...L'addition des points obtenus à chaque tour a déterminé leur position au classement général.

Statistiques

Toutes les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type. L'hypothèse d'une distribution normale a été vérifiée avant l'analyse à l'aide d'un test de Kolmogorov-Smirnov. Les données ont été traitées et analysées à l'aide du logiciel Statistica version 12.5 et d'Office Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, États-Unis). Les analyses de corrélation entre les performances sur le test de terrain et les tests effectués en laboratoire ont été réalisées à l'aide des coefficients de corrélation paramétriques de Pearson. La force des corrélations a été interprétée selon Hopkins et al. 2009 : $r < 0,1$ = insignifiant, $0,1-0,3$ = petit, $0,3-0,5$ = modéré, $0,5-0,7$ = grand, $0,7-0,9$ = très grand, $0,9$ = presque parfait, et $1,0$ = parfait. Une régression linéaire multiple a été calculée pour montrer les relations présentes entre la performance réalisée sur le test de terrain (variable dépendante) et les différentes capacités physiques, les variables psychologiques et cognitives mesurées en laboratoire (variables indépendantes). Le niveau de significativité statistique a été fixé à $p < 0,05$ et des valeurs comprises entre $0,05-0,1$ ont été considérées comme des tendances.

RESULTATS

Données descriptives

La simulation de compétition s'est déroulée sur 56 minutes, à une vitesse moyenne de 32,14 km/h.

La puissance moyenne développée lors des cinq sprints s'élève à $971,4 \pm 189$ W et la cadence de pédalage liée aux pics de puissance lors des cinq sprints est de $101,2 \pm 7$ rpm.

Tests de laboratoire et psychologiques

L'ensemble des données obtenues lors de tests de laboratoire et psychologiques sont reportées dans les Tables 1 et 2, respectivement.

Table 1. Résultats des tests d'évaluation des qualités physiques et cognitives en laboratoire d'un groupe de cyclistes juniors et espoirs de haut niveau (n=10)

TEST FORCE - VITESSE	Pmax FV (W)	903 ± 134
	Couple de pédalage max (N/m)	147 ± 15
	Cadence de pédalage max - fMax (Rpm)	219 ± 17
TEST WINGATE	Pmax Wing (W)	852 ± 119
	Pmoy 30'' Wing (W)	688 ± 77
	Indice de fatigabilité (%)	43 ± 0,07
TEST PMA	PMA (W)	360 ± 55
	PMA (W/kg)	5,36 ± 0,65
Temps Réaction Simple (TRS)	Test au repos (ms)	346,7 ± 17,5
	Test à l'effort (ms)	375,8 ± 24,3
Temps Réaction Complexe (TRC)	Test au repos (ms)	560,8 ± 36,2
	Test à l'effort (ms)	626,6 ± 34,6
Relations entre les modalités de test	CoûtTRS (ms)	29,1 ± 17,1
	CoûtTRC (ms)	65,8 ± 18,7

Les données sont présentées avec moyenne ± ET (Ecart-Type). Pmax FV = Puissance maximale test FV ; Torque = couple moteur de pédalage; fMax = Cadence maximale de pédalage; Pmax Wing = Puissance maximale test Wingate ; Pmoy 30'' Wing = puissance moyenne 30 secondes test Wingate ; Indice de Fatigabilité (%) = différence entre la plus haute et la plus basse valeur du test ; TRS Repos = Temps de réaction simple au repos / TRS Effort = Temps de réaction simple à l'effort / TRC Repos = Temps de réaction complexe au repos / TRC Effort = Temps de réaction complexe à l'effort / CoûtTRS = Différence TRS effort – repos / CoûtTRC = Différence TRC effort – repos

Table 2. Résultats des tests d'évaluation des niveaux d'anxiété somatique, cognitive, de confiance en soi et des qualités d'extraversion et de caractère consciencieux d'un groupe de cyclistes juniors et espoirs de haut niveau (n=10). Les données sont présentées avec moyenne ± ET (Ecart-Type)

TEST CSAI2-R	Anxiété Somatique	Intensité (IAS)	11,8 ± 2,9
		Direction (DAS)	-1,3 ± 2,5
		Fréquence (FAS)	15,6 ± 4,5
	Anxiété Cognitive	Intensité (IAC)	12,5 ± 3,4
		Direction (DAC)	-1,1 ± 3,07
		Fréquence (FAC)	19,5 ± 7,6
	Confiance en Soi	Intensité (ICS)	13,2 ± 2,8
		Direction (DCS)	3,2 ± 3,3
		Fréquence (FCS)	19,6 ± 6,36
TEST NEO-PI R	Extraversion (EXT)	109 ± 16,4	
	Caractère Consciencieux (CC)	123 ± 11,8	

Relations entre les variables mesurées et le classement des sprints lors de la simulation

Les corrélations significatives d'intérêt par rapport à nos hypothèses sont présentées dans la Figure 2.

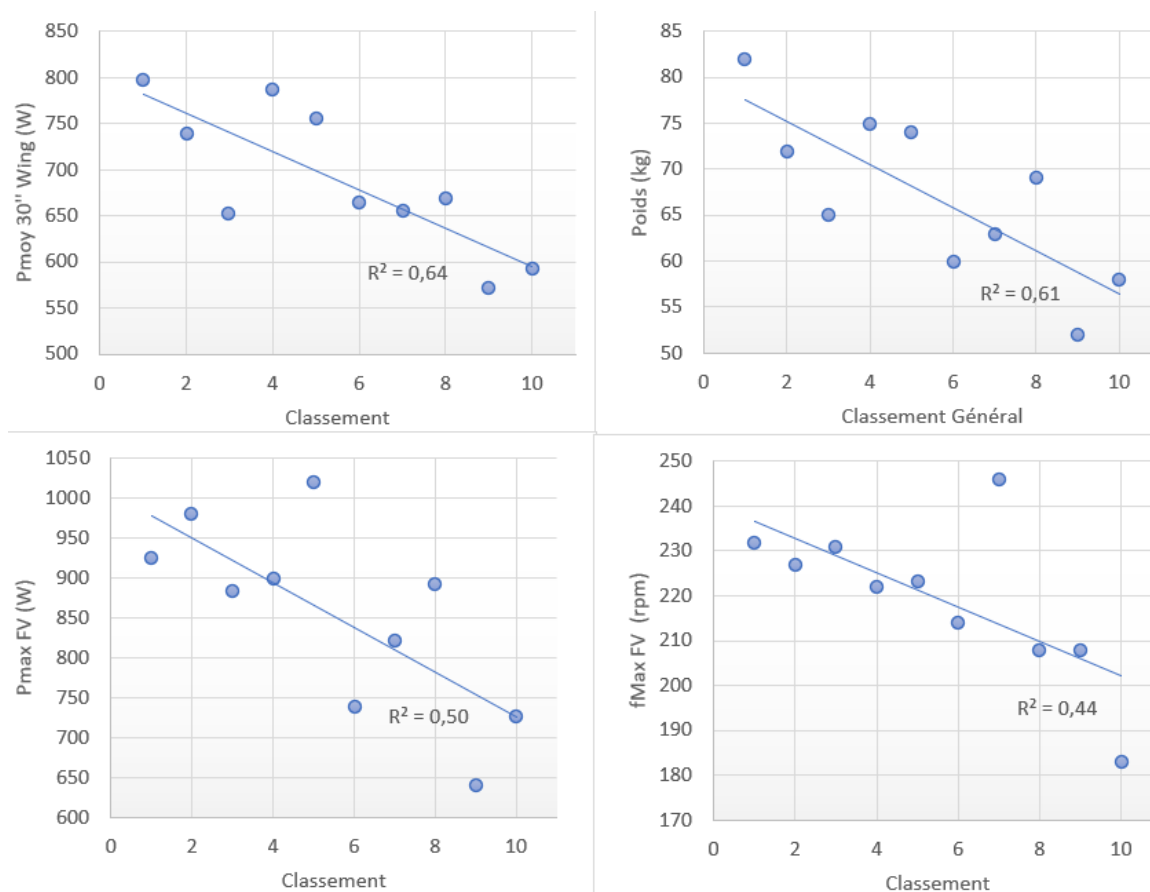


Figure 2. Relations entre les paramètres physiques et le classement général de compétition avec la Puissance Moyenne sur 30" du test Wingate (A), le poids de corps (B), la Puissance Maximale développée (C) et la Fréquence Maximale de pédalage (fMax) (D) obtenus sur le test Force-Vitesse pour un groupe de cyclistes juniors et espoirs de haut-niveau (n=10)

Les qualités d'explosivité, mesurées via le test Force-Vitesse, présentent des valeurs de corrélation fortes à très fortes avec le classement général de la compétition : la puissance maximale sur 7 secondes (Pmax FV) est très fortement corrélée ($r = -0,75$; $p = 0,01$) au résultat final de course. La fréquence de pédalage maximale (fMax) est également fortement corrélée au classement général ($r = -0,66$; $p = 0,03$). Les qualités de tolérance lactique, mesurées via le test Wingate, présentent des valeurs également corrélées avec le classement général de la compétition : la puissance

moyenne maintenue sur 30 secondes ($P_{moy\ 30''\ Wing}$) est la variable la plus corrélée au résultat de course ($r = -0,80$; $p = 0,005$) et la puissance maximale réalisée au cours du test ($P_{max\ Wing}$) est également fortement corrélée au résultat ($r = -0,70$; $p = 0,02$). Sur le versant morphologique, le poids de corps est très fortement corrélé au classement général final de la compétition ($r = -0,78$; $p = 0,08$)

Les qualités de réactivité au repos et à l'effort ne sont pas significativement corrélées au classement de la compétition. Néanmoins, une tendance peut être observée entre la valeur de différence entre les TRS à l'effort et au repos ($r = 0,38$; $p = 0,28$). Les variables psychologiques ne sont pas non plus significativement corrélées au classement général de la compétition. On retrouve cependant des tendances concernant l'intensité ($r = -0,39$; $p = 0,26$) et la fréquence ($r = -0,41$; $p = 0,23$) d'anxiété cognitive et la fréquence de la confiance en soi ($r = 0,42$; $p = 0,22$) mais inverses à la direction des hypothèses émises. L'analyse de régression multiple, avec les tests en laboratoire, cognitifs et psychologiques comme variables indépendantes, ont donné l'équation suivante comme meilleure prédiction pour la performance globale en sprint en cyclisme sur route :

$$\text{Classement} = 25,13 - 0,02WinP_{moy} + 0,08coûtTR - 0,01P_{maxFV}$$

La puissance moyenne sur 30'' sur le test Wingate ($P_{moy\ 30''\ Wing.}$), la puissance maximale sur 7'' sur le test Force-Vitesse ($P_{max\ FV}$) et la différence de TRS entre les modalités repos et effort ($coûtTR$) ont contribué de manière significative au modèle. Ce modèle explique 85% de la variance de la performance globale lors des sprints de la simulation de course.

DISCUSSION

La présente étude vise à déterminer quelles sont les variables les plus pertinentes pour prédire la performance en sprint, parmi des marqueurs physiologiques, cognitifs et psychologiques, dans un

groupe de coureurs cyclistes de haut-niveau en catégories juniors et espoirs. Les résultats les plus significatifs sont les suivants : a) le poids de corps (kg) présente un degré élevé de corrélation avec la performance en sprint en cyclisme ; b) les qualités d'explosivité, et principalement la puissance maximale maintenue sur 7 secondes ($P_{max\ FV}$) ainsi que la fréquence maximale de pédalage (f_{Max}), présentent de forts à très forts niveaux de corrélation avec la performance en sprint ; les qualités de résistance lactique, principalement la puissance moyenne maintenue sur 30 secondes ($P_{moy\ 30''\ Wing.}$) mais aussi la puissance maximale développée sur le test Wingate ($P_{max\ Wing.}$) présentent également de forts à très forts niveaux de corrélation avec la performance en sprint ; c) les qualités cognitives évaluées à l'effort et au repos ne présentent pas de niveaux de corrélations significatives avec la performance en sprint, néanmoins, la valeur de la différence entre les modalités effort et repos du temps de réaction simple (TRS) est modérément corrélée et intègre le modèle de prédiction de la performance en sprint en cyclisme; d) les qualités psychologiques ne présentent pas de niveaux de corrélation significatifs avec la performance en sprint, néanmoins, les valeurs d'intensité (IAC) et de fréquence d'anxiété cognitive (FAC) et de fréquence de la confiance en soi (FCS) présentent des valeurs de corrélation modérées, mais inverses à la direction des hypothèses émises.

Le poids de corps est fortement corrélé à la performance en sprint et cela semble conforme aux travaux antérieurs (Sallet et al., 2006), qui avaient mis en évidence qu'un sprinteur possède des valeurs de poids de corps et d'indice de masse corporelle supérieures aux autres catégories de coureurs. Diverses études (McLean & Parker, 1989; Van de Zwaard, De Ruiters, Jaspers & De Koning, 2019), basées sur l'analyse des paramètres anthropométriques de coureurs cyclistes, ont démontré que les coureurs les plus performants en sprint étaient ceux qui possédaient un physique mésomorphe, caractérisé par une taille similaire aux profils méso-ectomorphiques

(rouleurs, poursuiteurs), mais qui différait par un poids de corps et un indice de masse corporelle supérieur, dû à des circonférences des groupes musculaires et une somme des mesures des plis cutanés plus importantes. La performance en sprint semble liée aux physiques mésomorphes, qui disposent de larges circonférences des groupes musculaires : cette importante surface de section physiologique (CSA) est résultante d'une hypertrophie accrue des fibres musculaires, synonyme de haute performance en sprint.

La puissance maximale développée sur 7 secondes (P_{max} FV) est également très corrélée avec la performance en sprint, ce qui illustre le fait que la qualité d'explosivité semble prépondérante. Cette information semble liée aux travaux de Pinot et Grappe (2011) sur le « Power Profil Record » (PPR), qui ont mis en évidence que les sprinteurs obtiennent les meilleures valeurs en zone 5 du PPR (force-vitesse de 1 à 5'') avec des valeurs supérieures à 20 w/kg pour les sprinteurs contre 17-18 w/kg pour les grimpeurs/rouleurs. La cadence maximale de pédalage développée sur sprint court (f_{Max} FV) présente également un niveau élevé de corrélation. Ce constat rejoint les affirmations de Sallet et al. (2006), qui avaient mis en évidence que les sprinteurs possédaient une fréquence de pédalage maximale bien plus élevée que celles des autres catégories de coureurs cyclistes. Gregor, Edgerton, Perrine, Champion et Debus (1979) ont mis en évidence que la cadence maximale de pédalage (f_{Max}) était intrinsèquement liée aux caractéristiques musculaires des sujets : les cyclistes de type explosif comme les sprinteurs, qui bénéficient donc d'un contingent élevé de fibres rapides II, sont donc capables de développer des niveaux de puissance maximale très élevés (15-20 w/kg) à des cadences de pédalage maximales bien plus élevées que des coureurs de type endurant (grimpeurs, rouleurs) qui développent des niveaux de puissance maximale nettement inférieurs (12-14 w/kg) à des cadences maximales plus faibles. La vitesse de raccourcissement d'une fibre dépend de sa typologie : une fibre rapide se raccourcit trois à cinq fois plus rapidement

qu'une fibre lente (Faulkner, Claflin & McCully, 1986) : le niveau de puissance développée et la cadence de pédalage liée sont directement dépendants de la typologie musculaire du coureur. De ce fait, sachant que les coureurs performants en sprint possédaient des contingents de fibres rapides Il plus importants, on peut supposer que les valeurs plus marquées de puissance et de cadence maximale des sprinteurs sont liées à leur typologie musculaire, ce qui peut expliquer leur haut niveau de performance en sprint. Fort de ces informations, cela semble expliquer la corrélation entre la Pmax FV sur sprint court (qualité d'explosivité), la cadence de pédalage maximale (fMax) et la performance en sprint en cyclisme sur route.

La puissance moyenne maintenue sur 30 secondes (Pmoy 30'' Wing.) présente également un haut niveau de corrélation avec la performance en sprint. En cyclisme, on distingue deux types de sprint : le sprint court (inférieur à 200 mètres) qui fait principalement intervenir les qualités d'explosivité et le sprint long (compris entre 200 et 500 mètres). Faria et Parker (2005) ont mis en évidence que les qualités de résistance lactique étaient déterminantes lors du déroulement d'un sprint long, car sur ce type d'effort compris entre 30 secondes et 1 minute, la fourniture d'ATP est répartie entre la dégradation de créatine phosphate (23-29 %), la glycolyse anaérobie (50-55%) et le métabolisme oxydatif (16-25%) : ces données démontrent qu'à l'inverse d'un sprint court (10-15 secondes) où la qualité d'explosivité est prépondérante, le sprint long (30-60 secondes) est davantage marqué par l'utilisation de la voie anaérobie lactique. L'utilisation marquée de la glycolyse anaérobie suggère une production importante de lactate au fil du sprint long. La concentration de lactate est nécessaire à la réaction d'oxydo-réduction et permet la régénération de l'ATP par la glycolyse au cours d'efforts très élevés. De hautes concentrations de lactate ne sont pas délétères à la performance puisqu'elles permettent la fabrication de glucose, la destruction d'ions H⁺ dans le cytosol et le transport d'ions H⁺ dans la cellule. Dans une situation de course qui

requiert un niveau d'intensité très élevé, une importante quantité de lactate permet d'éliminer les protons contenus dans le muscle, susceptibles d'accroître rapidement le niveau d'acidose musculaire. Fort de ces informations, on peut donc supposer qu'un coureur relativement performant sur sprint long (30 secondes à 1 minute) possède une capacité plus élevée à recycler le lactate, ce qui va atténuer la hausse d'acidose musculaire liée à l'effort. On peut donc penser que la performance en sprint est également liée à cette qualité lactique, où le coureur, via sa forte capacité de recyclage du lactate, sera, d'une part, moins affecté par les brusques variations d'intensité d'effort qui précèdent le sprint (Menaspa et al, 2015) et pourra maintenir un niveau de performance élevé plus long que ses concurrents, malgré la hausse d'acidose musculaire, consécutive à l'épuisement des stocks de créatine phosphate, au bout d'une quinzaine de secondes. Il semblerait donc que les qualités d'explosivité sur sprint court et de résistance lactique sur sprint long soient déterminantes pour la performance en sprint générale.

Les tests d'évaluation des qualités cognitives des coureurs, et plus particulièrement des temps de réactivité, ne présentent pas de niveaux de corrélation significative avec la performance en sprint. Une évaluation des temps de réactivité au repos permet de donner des indications sur les qualités cognitives générales du coureur, mais pas en situation cycliste concrète. Or, la course cycliste est loin d'être une science exacte et il est bon de rappeler qu'un sprint en cyclisme se déroule généralement à la fin d'une compétition de plusieurs heures, marquée par une accumulation de variations de rythme, qui va impacter différemment chaque athlète et induire des niveaux de fatigue divers : l'analyse des temps de réaction à l'effort est donc plus représentative. La différence entre le temps de réaction simple à l'effort (TRS Effort) et le temps de réaction simple au repos (TRS Repos) est une variable explicative du modèle de la prédiction de la performance en sprint. Conformément à notre hypothèse, il semblerait donc que les coureurs les plus performants en

sprint sont ceux qui sont le moins impactés par l'effort concernant le temps de réaction simple. Cette affirmation rejoint les travaux menés par Brisswalter et al. (1997), qui avaient mis en évidence que les athlètes en meilleure forme parviennent à mieux réguler l'équilibre entre les zones métaboliques et cognitives et optimisent ainsi leur perception de la demande attentionnelle du mouvement et de la situation environnante. Les coureurs testés ayant suivi un protocole rigoureusement établi en fonction des zones d'intensités progressivement atteintes lors du déroulement d'un sprint (Menaspa et al, 2015), on peut supposer que les coureurs les plus performants en sprint sont ceux qui sont le moins atteints par la variabilité des allures induites par la préparation et le déroulement du sprint, et qui se présentent à l'amorce de l'emballage final avec un niveau de « fraîcheur cognitive » supérieur aux concurrents. Elle s'avérera déterminante concernant la vitesse de réaction à un démarrage, à un évènement imprévu ou sur l'analyse des déplacements des concurrents, actions caractérisées par un stimulus unique, comme le suggère l'importance du temps de réaction simple (TRS) à l'effort.

Les tests d'évaluation psychologiques ne présentent pas non plus de niveaux significatifs de corrélation avec la performance en sprint. Néanmoins, les scores d'intensité et de fréquence d'anxiété cognitive et de fréquence de confiance en soi sont modérément corrélées à la performance, mais inversement à la direction des hypothèses émises. Ces résultats sont en contradiction avec les travaux antérieurs réalisés par Ouvrard (2015), qui avait mis en évidence que les valeurs de la zone Force/Vitesse du PPR présentaient un niveau de corrélation négative significatif avec le niveau d'anxiété. Néanmoins, Dunn et Dishman (2005) ont déterminé une relation de niveau modéré à important entre l'anxiété pré-compétitive et la performance en course chez des coureuses, mais en généralité, dans des pelotons peu habitués au niveau élite et à l'exigence des courses semi-professionnelles. Les auteurs attribuent cette relation à la présence

majoritaire d'un sentiment de « pessimisme défensif » : l'utiliser comme stratégie cognitive peut représenter une approche motivationnelle pour améliorer les performances ou un mécanisme de protection de l'égo. Cette théorie est appuyée par l'étude de Wilson, Raglin et Pritchard (2002), qui ont mis en évidence qu'adopter un comportement optimiste ou pessimiste, caractérisé par un niveau faible ou élevé d'anxiété pré-compétitive, était propre à l'orientation cognitive de chaque athlète. Les auteurs ont démontré qu'adopter un comportement pessimiste (niveau d'anxiété pré-compétitive élevé) n'est pas un désavantage mais qu'un athlète forcé de suivre une orientation cognitive qui ne lui est pas propre, ne performe pas aussi bien. Il s'agit du même constat pour le sentiment de confiance en soi. Contrairement aux travaux de McCann, Murphy et Raedeke (1992), qui ont mis en évidence qu'un niveau élevé de confiance en soi au départ d'une compétition était corrélé à la performance, Dunn et Dishman (2005) illustrent une nouvelle fois que cette relation est surtout visible dans les catégories élites mais moins chez les catégories inférieures. Ouvrard (2015) avait mis en évidence que les coureurs les plus performants dans la zone Force-Vitesse (1 à 5'') semblaient posséder de hauts niveaux de confiance alliés à de faibles niveaux d'anxiété pré-compétitive. Néanmoins, les études conjointes de Wilson et al. (2002) et Dunn et Dishman (2005) permettent de voir que les niveaux d'anxiété et de confiance dépendent surtout du style d'orientation cognitive du coureur et qu'il existe donc une très grande variabilité entre les athlètes dans la manière d'aborder une compétition cycliste. Justement, le fait que nos variables les plus corrélées soient sensiblement les mêmes que celles énoncées par Ouvrard (2015), malgré qu'elles soient inversées, permet de supposer que cette absence de corrélation significative est peut-être due au style d'orientation des coureurs à l'approche des compétitions. Rappelons que la grande majorité des athlètes évalués, même s'ils sont cette année dans une structure de haut niveau, ont rarement évolué sur des compétitions de grande ampleur et ne possèdent pas encore les

automatismes de course lié au haut-niveau. Les scores d'extraversion et de caractère consciencieux, utilisés afin d'évaluer les niveaux d'engagement et de prise de risques, ne présentent pas non plus de niveaux de corrélation significatifs avec la performance en sprint. Il s'agit d'habiletés mentales difficiles à évaluer et, à notre connaissance, aucun questionnaire permettant de mesurer le niveau d'engagement et de prise de risques. Cette absence de corrélation significative peut s'expliquer par le fait que les deux composantes principales soient composées de six sous-catégories chacune, pouvant induire des biais dans l'évaluation de ces qualités, malgré leur complémentarité.

CONCLUSION ET APPLICATIONS PRATIQUES

La présente étude a donc permis de mettre en évidence que la performance en sprint en cyclisme sur route était liée au niveau de puissance maximale et à la cadence maximale développées sur sprint court, à la puissance moyenne maintenue sur un sprint long ainsi qu'à la capacité de résistance à la fatigue induite par l'effort, qui va agir sur les qualités de réactivité en fin de course. D'un point de vue pratique, entraîner les qualités d'explosivité et de résistance lactique du coureur lui permettra d'augmenter sa performance générale en sprint. L'étude a mis en évidence que les coureurs les plus performants en sprint sont ceux qui sont le moins affectés par les variations d'intensité précédant l'effort : un travail sur des intensités spécifiques sprint et de résistance sur le long terme permettrait de diminuer la perturbation de l'homéostasie du coureur à l'approche de l'emballage final et ralentir l'avancée des niveaux de fatigue centrale et périphérique qui y sont liées. Il n'existe donc « d'état mental » spécifique au sprinteur, puisque chaque athlète aborde la compétition selon son style d'orientation cognitive : si un travail sur la composante mentale est envisagé, il faudra prendre en compte les demandes personnelles du coureur, selon ses ressentis, car il existe une grande variabilité au niveau des marqueurs psychologiques des coureurs cyclistes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baghusrt, T.** (2012). The Psychological Components of Elite Cycling. *Nova Sciences Publishers*, 4, 13-29
- Bar-Or, O., Dotan, R. & Inbar, O.** (1988). A 30 s all-out ergometric. Its reliability and validity for anaerobic capacity. *Israel Journal of Medicine and Sciences*, 13, 326-327
- Blocken, B., Van Druenen, T., Toparlar, Y., Malizia, F. Mannion, P., Andrianne, T., Marchal, T., Maas, G. J. & Diepens, J.** (2018). Aerodynamic drag in cycling pelotons : New insights by CFD simulation and wind tunnel testing. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 179, 319-337
- Brisswalter, J., Arcelin, R. & Audiffren, M.** (1997). Influence of Physical Exercise on Simple Reaction Time : Effect of Physical Fitness. *Sage Journals*, 85, 1019-1027
- Brymer, E.** (2010). Risk taking in Extreme Sports : A phenomenological perspective. *Annals of Leisure Research*, 13, 218 – 238
- Caldwell, G. E., Hagberg, J. M., McCole, S. D. & Li, L.** (1999). Lower Extremity Joint Moments during Uphill Cycling. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 166 – 181
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hopper, M. K & Walters, T. J.** (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 64
- Dorel, S., Hautier, C.A., Rambaud, O., Rouffet, D., Van Praagh, E., Lacour, J.R., Bourdin, M.** (2004). Torque and Power-Velocity Relationships in Cycling : Relevance to Track Sprint Performance in World-Class Cyclists. *Int. Journal of Sports Medicine*, 26, 739-746
- Dunn, A. L. & Dishman, R. K.** (2005). Anxiety and Performance on the Tour de France and Tour de France Feminin. *Int. Journal of Sport and Exercise Psychology*, 3, 410-427

Faria, E.W & I. E & Parker, D. L (2005). The Science of Cycling : Physiology and Training (Part 1).

Sports Medicine, 35, 285 – 312

Faria, E.W & I. E & Parker D. L (2005). The Science of Cycling : Factors affecting Performance (Part

2). *Sports Medicine*, 35, 313-337

Faulkner, J.A, Claflin, D. R., McCully, K. K. (1986). Power output of fast and slow fibers from

human skeletal muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 67,

499 – 506

Grappe, F. (2012). *Puissance et Performance en Cyclisme*. Editions DeBoeck

Grappe, F. (2018). *Cyclisme et Optimisation de la Performance*. Editions DeBoeck Supérieur

Gregor, R.J., Edgerton, V.R., Perrine, J.J., Campion, D.S. & Debus, C. (1979). Torque-Velocity

relationships and muscle fibers composition in elite female athletes. *Journal of Applied Physiology*,

47, 388 – 392

Gutiérrez-Dávila, M., Dapena, J., & Campos, J. (2006). The effect of muscular pre-tensing on the

sprint start. *Journal of Applied Biomechanics*, 22, 194-201

Inbar, O., Dotan, R., Trosul, T. & Dvir, Z. (1982). The effect of bicycle crank-length variation upon

power performance. *Ergonomics*, 26, 1139 – 1146

Kunzler, M. R. & Carpes, F. P. (2020). Intense Cycling Exercise Improves Acute Cognitive

Responses. *International Journal of Sports Medicine*, 41, 879 – 884

Lucia, A., Hoyos, J. & Chicharro, J. L (2001). Physiology of Professional Road Cycling. *Sports*

Medicine, 31, 325 – 337

Martinent, G., Ferrand, C., Guillet, E. & Gantheur, S. (2010). Validation of the French version of

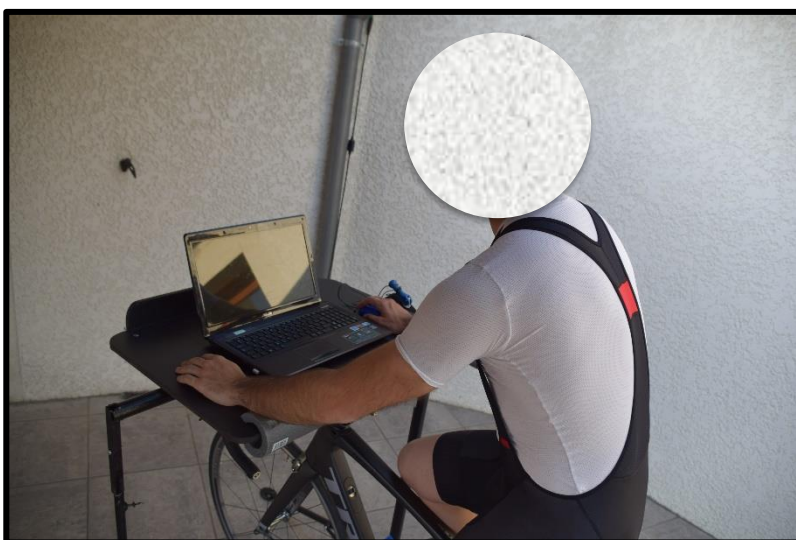
the Competitive State Anxiety Inventory-2 Revised (CSAI-2R) including frequency and direction

scales. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 51-57

- McCann, S., Murphy, S. M. & Raedeke, T. (1992).** The effect of performance setting and individual differences on the anxiety-performance relationship for elite cyclists. *Anxiety, Stress & Coping*, 5, 177-187
- McCrae, R. R. & Costa, P. T. (1985).** *The Neo personality inventory manual*. Editions Odessa
- McLean, B.D. & Parker, A. W. (1989).** An anthropometric analysis of elite Australian track cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 7, 247-255
- Menaspa, P., Martin, D. T., Flyger, N., Quod, M., Beltemacchi, M. & Abbiss, C. R. (2013).** Maximal mean power of track and road sprint cyclists during World Class races. (Article de conférence) 18th Annual ECSS-Congress
- Menaspa, P., Quod, M., Martin, D. T., Victor, J., & Abbiss, C. R. (2013).** Physiological demands of road sprinting in professional and U23 cycling. A pilot study. *Journal of Sports & Cycling*, 2, 35-39
- Menaspa, P., Quod, M., Martin, D. T., Peiffer, J. J. & Abiss, C. R. (2015).** Physical Demands of Sprinting in Professional Road Cycling. *Journal Int. of Sports and Medicine*, 36, 1058 – 1062
- Menaspa, P. (2015).** Analysis of road sprint cycling performance (Thèse). Edith Cowan University – School of Exercise and Health Sciences
- Menaspa, P., Merkes, F. J. M. & Abiss, C. R. (2020).** Sprinting in road cycling : a literature review. *Journal of Sports & Cycling*, 3, 29 – 52
- Merkes, P. F. J. (2020).** Improving sprint performance in road cycling: The forward standing sprint position. (Thèse). Edith Cowan University - School of Medical and Health Sciences.
- Ouvrard, T. (2015).** Paramètres psycho-physiologiques et performance en cyclisme sur route (Mémoire de recherche). UPFR Sports Besançon – Université de Franche-Comté
- Padilla, S. & Mujika, I. (1999).** Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 878 – 885

- Pilianidis, T., Kasabilis, A., Mantzouranis, N. & Mavvidis, A.** (2012). Start reaction time and performance at the sprint events in the Olympic Games. *Kinesiology*, 44, 67-72
- Pinot, J. & Grappe, F.** (2011). The Record Power Profile to Assess Performance in Elite Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 839 – 844
- Sallet, P., Mathieu, R., Fenech, G. & Baverel, G.** (2006). Physiological differences of elite and professional road cyclists related to competition level and rider specialization. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 361 – 366
- Too, D.** (1990). Biomechanics of Cycling and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine*, 10, 286 – 302
- Tilquin, F.** (2010). Logiciel « Reaction ». react2.exe — Octet Stream, 13.56 Mo [En ligne]
- Vandewalle, H., Peres, G., Heller, J., Panel, J. & Monod, H.** (1987). Force-velocity relationship and maximal power on a cycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology volume*, 56, 650-656
- Van der Zwaard, S., De Ruiter, C., Jaspers, R.T & De Koning, J.J** (2019). Anthropometric Clusters of Competitive Cyclists and Their Sprint and Endurance Performance. *Frontiers in Physiology*, 10, 1276
- Wilson, G. S, Raglin, J. S & Pritchard, M. E.** (2002). Optimism, Pessimism, and Precompetition Anxiety in College Athletes. *Personality and Individual Differences*, 32, 893-902

ANNEXES



Utilisation d'un support ajustable à la morphologie du coureur via des glissières coulissantes, qui comporte également une bordure d'appui rembourrée en mousse afin d'éviter les glissements dus à la transpiration.

Le support est rotatif et peut être donc immédiatement utilisable après l'effort via une simple rotation du plateau autour de l'axe fixe

Le sujet répond aux stimulus présentés sur l'écran via une souris filaire directement branchée à l'ordinateur et maintenue sur le plateau via du scotch double-face afin d'éviter un glissement ou un dérapage intempestif qui pourrait fausser le test



ABSTRACT

Multifactorial Approach to the Determinants of sprint performance in Road Cycling

Rémi CASTELLS

The physiological and mechanical determinants of sprint performance in road cycling have been the subject of various studies. However, given the specificity of a cycling sprint, no study has attempted to jointly analyse the physiological and mechanical, cognitive and psychological determinants of sprint performance. The aim of this study is therefore to determine which of the physiological, cognitive and psychological markers are most relevant for predicting sprint performance.

10 competitive road cyclists participated in this study. They were assessed for maximum power output 7", maximum pedalling torque and maximum pedalling cadence on a Force-Velocity test; maximum and average power over 30 seconds and fatigability index on a Wingate test; PMA value on an FFC incremental test; simple and complex reaction time at rest and during exercise; and levels of somatic and cognitive anxiety, self-confidence as well as extroversion and conscientiousness. The cyclists participated in a simulated race in the form of a points race, (ranking according to positions in the various sprints), which serves as a reference test.

Relationships were found between cycling sprint performance and body weight, explosiveness (7" Maximum Power and Maximum Pedal Rate), lactic resistance (30" Average Power), as well as the difference between the effort and rest modalities of the simple reaction time (CostTRS).

Sprint performance in cycling varies according to these anthropometric and physical qualities, but the race sequence also has an effect on the performance, since it seems that the best performing riders in sprinting are those who are the least affected by variations in pace and the fatigue generated : they therefore have a cognitive freshness which improves their analysis of the race situation.

Key words = sprint cycling, performance, explosiveness, lactic resistance, reactivity, self-confidence, anxiety, fatigue

APPROCHE MULTIFACTORIELLE DES DETERMINANTS DE LA PERFORMANCE EN SPRINT EN CYCLISME SUR ROUTE

Rémi CASTELLS

UFR STAPS

RESUME

Les déterminants physiologiques et mécaniques de la performance en sprint en cyclisme sur route ont fait l'objet de divers travaux. Cependant, en égard à la spécificité d'un sprint cycliste, aucune étude n'a cherché à analyser conjointement les déterminants physiologiques et mécaniques, cognitifs et psychologiques de la performance en sprint. L'objectif de cette étude est donc de déterminer quelles sont les variables les plus pertinentes pour prédire la performance en sprint parmi les marqueurs physiologiques, cognitifs et psychologiques.

10 coureurs cyclistes sur route compétiteurs ont participé à cette étude. Ont été évalués leurs valeurs de puissance maximale sur 7'', de couple de pédalage maximal et de cadence maximale de pédalage sur un test Force-Vitesse ; leur puissance maximale et moyenne sur 30'' ainsi que leur indice de fatigabilité sur un test Wingate ; leur valeur de PMA sur un test incrémental FFC ; leur temps de réaction simple et complexe au repos et à l'effort ; leur niveau d'anxiété somatique, cognitive, de confiance en soi, d'extraversion et de caractère consciencieux. Les coureurs ont participé à une simulation de course, sous forme de course aux points (classement en fonction des positions aux divers sprints), qui sert de test-référence.

Des relations ont été trouvées entre la performance en sprint et le poids de corps, la qualité d'explosivité (Puissance Maximale 7'' et Cadence Maximale de pédalage), de résistance lactique (Puissance Moyenne sur 30''), ainsi qu'avec la différence entre les modalités effort et repos du temps de réaction simple (CoûtTRS). La performance en sprint varie donc en fonction de ces qualités anthropométriques et physiques mais le déroulement de course a aussi un effet sur la performance, puisqu'il semble que les coureurs les plus performants en sprint soient ceux qui sont le moins impactés par les variations d'allure et la fatigue engendrée : ils disposent donc d'une fraîcheur cognitive qui améliore leur analyse de la situation de course.

Mots-Clés = sprint cycliste, performance, réactivité, explosivité, résistance lactique, anxiété