

Focus sur un projet d'accompagnement sportif au laboratoire Forme et Fonctionnement Humain

Évaluer et améliorer sa performance sportive
grâce à un test à l'effort ouvert à tous!

BENJAMIN LETROYE

*Laboratoire Forme et Fonctionnement Humain
Pôle de recherche en Sciences de la motricité du CERef
Haute école Louvain-en-Hainaut
Montignies-sur-Sambre
letroyeb@helha.be*

RÉSUMÉ. – Récemment, le laboratoire Forme et Fonctionnement Humain a ouvert, au grand public, un tout nouvel espace de test à l'effort. Cet examen permet de déterminer la capacité d'effort d'un sujet. Autrement dit, il s'agit d'une évaluation de sa performance sportive. Cette dernière peut se faire sur cycloergomètre ou sur tapis roulant, selon les prédispositions physiques ou la discipline sportive du candidat. Les principaux paramètres enregistrés sont la VO₂ max, la VMA et les seuils ventilatoires. Au-delà de quantifier la condition physique du sujet, son intérêt est de calibrer et de mesurer les effets d'un programme d'entraînement. Ce service d'accompagnement sportif propose précisément un programme d'entraînement personnalisé en adéquation avec les résultats obtenus lors de ce test à l'effort.

ABSTRACT. – The Human Form and Functioning Laboratory recently opened a brand-new stress test area that is open the public. This test determines the maximum exertion capacity of the subjects. In other words, it evaluates their sports performance. It can be carried out using either an exercise bike or a treadmill, depending on physical predisposition or sports discipline of the indivi-

dual. The main parameters recorded include VO₂ max, VMA and ventilatory thresholds. Beyond merely quantifying the physical condition of the subject, it can serve to calibrate and measure the effects of a given training program. Indeed, this sports coaching service specifically offers a personalized training program that is in keeping with the results obtained during this stress test.

MOTS-CLÉS. – Accompagnement sportif — Formation — Marketing — Spiro-ergométrie — Test à l'effort maximal

Plan de l'article

1. Introduction
2. Rétroplanning
3. Paramètres
4. Difficultés
5. Conclusion

1. Introduction

À Charleroi, un projet unique et ambitieux associant le Grand hôpital de Charleroi (GHdC), l'Université catholique de Louvain-la-Neuve (UCLouvain) et la Haute école Louvain-en-Hainaut (HELHa) est en train de voir le jour et consiste en la construction d'un véritable « *Medecine Exercise Center* » sur le nouveau site du GHdC. Ce centre a pour objectif d'accueillir des patients, de différents services de l'hôpital, pour une prise en charge multidisciplinaire et individualisée dans le cadre d'un reconditionnement physique. Le Département des sciences de la motricité de la HELHa, situé à Montignies-sur-Sambre, a profité de cet élan pour placer l'activité physique au centre de sa formation et ouvrir un tout nouveau service au sein du laboratoire Forme et Fonctionnement Humain (FFH). Ce service est sous la responsabilité de M. Benjamin Letroye et concerne la réalisation de tests à l'effort ainsi que la confection de programmes d'entraînement. Cet accompagnement s'adresse à tous sportifs désireux d'évaluer et d'analyser avec précision leur niveau de condition physique afin d'orienter au mieux leurs entraînements sportifs. Le laboratoire FFH propose, dès lors, des tests à l'effort maximaux sur tapis roulant ou sur cycloergomètre. Les objectifs sont les suivants :

- évaluer le niveau de performance via la détermination des seuils ;
- déterminer la vitesse maximale aérobie (VMA), la puissance maximale aérobie (PMA) ainsi que la consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) ;

- définir, pour les traileurs, la vitesse maximale aérobie ascensionnelle (VMAA) via un test en pente ;
- déterminer des zones d'intensités précises (en fréquence cardiaque ou vitesse) ;
- personnaliser au mieux un programme d'entraînement en fonction de ces zones d'intensité ;
- définir des objectifs et orientations d'entraînement (suivant les points faibles et/ou les points forts mis en évidence lors de l'épreuve à l'effort maximal).

Au-delà d'une simple prise de mesure, les données récoltées auront un deuxième usage. Rendues anonymes, ces dernières seront utilisées par les membres du laboratoire FFH et/ou par les étudiants du Département des sciences de la motricité. Elles pourront ainsi servir à l'élaboration de nouveaux travaux de recherche ou encore être utilisées au sein des travaux pratiques de physiologie de l'exercice dispensés en 3^e année de kinésithérapie.

2. Rétroplanning

Pour amorcer le projet, M. Letroye a dû s'atteler à toute une série de procédures et de démarches administratives propres à la HELHa. Dans un premier temps, il a analysé les besoins matériel et organisationnel pour mettre sur pied ce nouveau service. À cette fin, il s'est appuyé sur l'expérience de ses collègues du laboratoire FFH et, plus particulièrement, sur M. Mikaël Scohier dont la spécificité, en plus d'être docteur en science de la motricité, est de détenir le titre d'expert de la Clinique du coureur. Une fois le dossier établi et validé par M. Vincent Ligot, directeur du Département des sciences de la motricité de Montignies-sur-Sambre, M. Letroye a pris contact avec différentes firmes biomédicales afin de commander le matériel nécessaire à la bonne tenue des tests à l'effort. Il lui a été demandé, pour chacun des outils commandés, de constituer un rapport d'analyse précis de trois offres concurrentes ainsi qu'une proposition motivée d'attribution. Cette démarche avait pour but de justifier les différents achats auprès de Madame Christelle Pap, responsable des achats et marchés publics de la HELHa. La société Samcon Biomedical Equipment, entreprise belge, s'est démarquée des autres sociétés concurrentes et a permis, au laboratoire FFH, d'acquérir un tapis roulant HP Cosmos®, un cycloergomètre Ergoselect 4®, ainsi qu'un appareil de calorimétrie indirecte Metalyzer 3B®. Ce dernier se distingue des autres outils de mesure par son adaptabilité et

son interconnectivité. Plus précisément, il se connecte à tout type d'ordinateur (y compris les portables) sans que la vitesse et la précision des analyses ne soient affectées. Il est également doté d'une interconnectivité bluetooth entre les accessoires et le système de calorimétrie indirecte en tant que tel. Ces critères permettent d'éventuelles expériences sur le terrain ou en extérieur : par exemple, sur une piste d'athlétisme. Le dernier atout qu'il convient de signaler est sans conteste la qualité du logiciel Metasoft®. En effet, ce logiciel permet de créer ses propres formules en ajoutant manuellement des paramètres non référencés dans la base de données du système. Cette fonction offre aux expérimentateurs une plus grande liberté pour l'analyse des données et d'éventuelles innovations pour la recherche expérimentale. Pour compléter son inventaire, et ce dans le but de proposer un service des plus complet, M. Letroye s'est procuré un lactomètre Pro 2®, soit un appareil utilisé pour la détermination immédiate de la teneur en lactate dans le sang. Cette donnée supplémentaire est très prisée par les sportifs de course à pied ou les cyclistes.

L'aspect matériel du projet étant bien engagé, M. Letroye s'est alors occupé de l'élaboration des différents protocoles de tests à l'effort maximal. Bien conscient de l'importance de cette étape, il s'est appuyé sur la littérature scientifique pour s'informer des pratiques courantes et a volontairement passé lui-même deux tests à l'effort pour s'en convaincre. De nos jours, les tests à l'effort sont en vogue et leurs modalités se multiplient. Il apparaît très clairement que la réalisation d'une épreuve d'effort couplée à l'analyse des échanges respiratoires permet une étude précise et objective des capacités d'effort d'un sujet. Ce type d'examen permet, entre autres, de calibrer et de mesurer les effets de l'entraînement d'un sportif. Le protocole d'effort peut se présenter sous différentes formes : continu, en rampe, ou avec des paliers d'incrément et de durée variables, adaptés aux spécificités du sujet testé. De manière générale, le sujet réalise une épreuve d'effort de type triangulaire, c'est-à-dire une épreuve à intensité croissante avec des incréments de charge propres à chacun des patients. Cette épreuve peut se réaliser soit sur bicyclette ergométrique (cycloergomètre), soit sur tapis roulant. Ce choix dépend essentiellement de la condition physique du patient, mais également de sa discipline sportive. Il est certain que, chez le sportif, le test d'effort doit être maximal et autant que possible être réalisé dans les conditions les plus proches de ses entraînements, afin d'obtenir des résultats probants sur ses capacités physiques, notamment sur sa consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) et sa vitesse maximale aérobie (VMA). L'analyse des échanges respiratoires se fait par l'intermédiaire d'un masque relié à un analyseur (Metalyzer 3B).

Enfin, afin d'ouvrir l'accès aux personnes extérieures à l'établissement scolaire, M. Letroye s'est consacré à la dimension organisationnelle et marketing du projet. À ce propos, les hautes instances de la HELHa lui ont demandé de confectionner un formulaire général de décharge de responsabilité ainsi qu'une fiche d'évaluation globale de la santé pour mesurer les aptitudes physiques des clients. Il est évident que l'intérêt, ici, est d'être en ordre au niveau de la législation belge, mais également de réduire le risque, bel et bien présent lorsqu'un client exécute un test à l'effort maximal. Loin de son domaine de formation, M. Letroye s'est logiquement dirigé vers un avocat ainsi qu'un médecin afin d'établir des documents en bonne et due forme. Parallèlement, il a fait une brève étude de marché pour définir un prix de vente avant de concevoir un flyer destiné à faire connaître son service d'accompagnement sportif. Il s'est donc appuyé sur les différents moyens de diffusion de la HELHa et en a également profité pour faire une distribution massive de prospectus dans divers enseignes sportives et clubs sportifs.

3. Paramètres

M. Letroye se concentre essentiellement sur l'interprétation des indices tirés de l'épreuve d'effort avec mesure des échanges respiratoires (*Cardiopulmonary Exercise Testing*, CPET). Les variables et paramètres pertinents mesurés et calculés au cours de la spirométrie sont brièvement expliqués ci-dessous.

3.1. VO2max

La valeur maximale de la VO₂ récoltée au cours d'un test à l'effort est un témoin de la capacité maximale d'un patient à l'effort et se présente donc comme un critère discriminant de l'aptitude aérobie. Plus un athlète a une consommation d'oxygène importante, plus il a de chances de réaliser de bon temps en course à pied ou en cyclisme. La valeur normale est supérieure à 80-84% de la valeur théorique, c'est-à-dire supérieure à 25 ml/kg/min. Les valeurs inférieures à 80% de la cible sont définies comme pathologiques; les valeurs inférieures à 40% révèlent une limitation sévère. L'activité physique permet d'accroître la VO₂ max d'environ 25% (Rassouli & Thurnheer, 2015). En règle générale, on compte :

- chez les hommes : 18 à 22 ans : 44-50 ml/kg/min ; à partir de 30 ans : -1%/an ;

- chez les femmes : 18 à 22 ans : 38–42 ml/kg/min ; à partir de 30 ans : -1%/an ;
- chez les sportifs de haut niveau : jusqu'à 85 ml/kg/min.

3.2. VMA

La vitesse à la consommation maximale d'oxygène ($v\text{VO}_2\text{max}$), nommée aussi « vitesse maximale aérobie » (VMA), est la première vitesse à partir de laquelle la VO_2 n'augmente plus significativement. Elle exprime deux paramètres essentiels de la performance de longue durée (endurance) : la VO_2max et l'efficacité de la foulée. D'un point de vue pratique, pour établir des programmes d'entraînement, cette donnée reste, en quelque sorte, l'étalon à partir duquel les vitesses de course sont déclinées. On parlera, par exemple, d'une séance de 5x3' à 90 % de VMA.

3.3. Les seuils ventilatoires

Il existe deux seuils ventilatoires : le seuil ventilatoire 1 (SV1), plus communément appelé « seuil lactique » ou « seuil anaérobie », et le seuil ventilatoire 2 (SV2), aussi nommé « seuil de désadaptation ventilatoire ». Leurs déterminations reposent sur la détection de deux ruptures dans l'analyse de la cinétique de la ventilation.

Ainsi, SV1 est le niveau d'effort à partir duquel l'organisme produit de l'acide lactique. Cela signifie théoriquement que l'organisme est dans l'incapacité de produire l'énergie nécessaire à la réalisation de l'effort par l'utilisation exclusive du métabolisme aérobie. La glycolyse anaérobie intervient pour une part croissante à mesure que l'effort s'intensifie. Ce premier seuil se situe normalement à 60 % de la VO_2max et permet de quantifier la condition physique du sujet testé. Plus il apparaît précocement, plus le déconditionnement est important. Cela peut éventuellement traduire une insuffisance cardiaque (Gregg, Wyatt & Kilgore, 2010; Joyner & Coyle, 2008). Le SV1 est donc un indice très informatif sur la qualité physique des sportifs. Il permet d'évaluer les efforts réalisables sans dyspnée, fatigue ou douleur musculaire excessive et ainsi de fixer des niveaux d'entraînement optimaux. Des entraînements à composante anaérobie, ou en « résistance » (par exemple, en entraînement fractionné type « *interval-training* »), permettent d'obtenir une augmentation plus rapide du seuil anaérobie et de la VO_2max qu'un entraînement essentiellement aérobie, ou en « endurance fondamentale ». Les sujets très entraînés ont des seuils

anaérobies à 80-90 % de la VO_2 max (Rassouli & Thurnheer, 2015 ; Gibelin, 2013).

SV2, obtenu en fin d'effort lors d'une épreuve d'effort maximale, est utile pour calibrer l'intensité des séances d'entraînement des sportifs accomplis.

3.4. Autres paramètres physiologiques

Lors de l'épreuve à l'effort maximal, d'autres éléments physiologiques sont analysés comme le quotient respiratoire (QR) ou, plus exactement, le rapport d'échange gazeux respiratoire (RER), les équivalents respiratoires (VE/VO_2 et VE/VCO_2), la pression téléexpiratoire en oxygène (PETO₂) et en dioxyde de carbone (PETCO₂) ainsi que le taux de lactate sanguin (lactacidémie). Ces données, moins utilisées par les entraîneurs ou les sportifs, restent néanmoins essentielles notamment dans la détermination des seuils ventilatoires.

4. Difficultés

La mise en place de ce projet n'a cependant pas été chose aisée dans la mesure où une contrainte inopinée est venue ralentir l'ensemble de ses différentes étapes. Il s'agit, bien évidemment, de la crise sanitaire que nous subissons depuis mars 2020. Par conséquent, le service d'accompagnement sportif n'a pu ouvrir son accès au grand public qu'une année plus tard, à savoir en mai 2021. Pour mettre à profit cette longue période de latence, M. Letroye s'est exercé sur des membres du personnel de la HELHa et sur des étudiants du Département des sciences de la motricité, ce qui lui a permis d'identifier et de résoudre plusieurs difficultés.

La première a été, sans nul doute, la prise en main du software et la maîtrise des différents outils de mesure en tant que tels : l'appareil de calorimétrie indirecte Metalyzer 3B[®] et le lactatomètre Pro 2[®]. Dans une démarche essentiellement autodidacte, M. Letroye s'est armé de courage pour comprendre l'étendue des paramètres disponibles et a sollicité de nombreuses fois ses collègues de travail pour aboutir à une expérimentation fluide et maîtrisée. Par la suite, avec l'essor des webinaires, M. Letroye a suivi une série de formations en ligne organisées par l'entreprise Cortex. Ces webinaires étaient principalement axés sur le logiciel Metasoft qu'il utilise dans ses expérimentations. L'intérêt d'une telle démarche était, bien entendu, de parfaire sa maîtrise des outils de testing utilisés dans le laboratoire FFH et, plus exactement, de l'équipement biomédical de Samcon (Metasoft). À travers ces différents webinaires, il a pu également

approfondir ses connaissances de la physiologie de l'effort, ce qui lui a permis d'améliorer sa compréhension des résultats, de cibler davantage le profil sportif du client et de mieux adapter son discours lors de l'entretien post-effort.

Lors de l'interprétation du RER, M. Letroye a pu identifier une certaine anxiété chez la majorité de ses clients. En effet, cet indice devrait avoisiner les 0,8 à l'état de repos. Or, bien souvent, les sujets testés présentent des valeurs approchant les 0,95, ce qui, le plus souvent, s'explique par une hyperventilation liée au stress. Quelques tours de pédale ou quelques foulées suffisent pour revenir à des valeurs tout à fait normales.

Au fur et à mesure des expérimentations en interne, M. Letroye a pu identifier une autre difficulté propre à chacun des sujets testés : la charge de départ (vitesse du tapis roulant ou résistance du pédalier sur cycloergomètre). Ce paramètre est pourtant déterminant pour configurer un protocole d'effort spécifique au niveau de condition physique du sportif. Il faut savoir que la durée optimale de l'effort pour un sujet sain est comprise entre 8 et 15 minutes ; au-delà, la VO₂ max est sous-estimée. Dès lors, M. Letroye propose un échauffement pour mieux appréhender ce facteur et analyser la charge idéale à appliquer.

Le dernier point à améliorer résidait dans le rapport d'effort destiné aux clients, notamment quant à sa forme et son contenu. Suite à plusieurs expériences de testing, plus particulièrement avec des étudiants, il s'est avéré que le compte rendu distribué à la fin de l'épreuve d'effort ne correspondait pas aux attentes des sujets. Pour pallier ce désagrément et offrir un feedback clair et compréhensible pour tous, M. Letroye a conçu un rapport personnalisé alliant à la fois la rigueur scientifique d'un test à l'effort de laboratoire et l'expression plus vulgarisée des résultats. Cette démarche semble, aujourd'hui, ravir la majorité des clients puisqu'ils peuvent aisément comprendre et utiliser leurs données pour jauger leur capacité physique ou encore construire leurs plans d'entraînement.

5. Conclusion

Une épreuve d'effort maximale réalisée en laboratoire apporte une réelle plus-value pour quantifier précisément les capacités physiques d'un athlète et planifier intelligemment ses entraînements. Mettant son expertise scientifique et son infrastructure technique à la disposition du public, le service d'accompagnement sportif de la HELHa réalise désormais un test de performance dont l'objectif se limite à offrir une meilleure connaissance des paramètres physio-

logiques des sportifs. Il ne s'agit, en aucun cas, d'un rendez-vous médical destiné à informer le patient sur son état de santé général ou à déceler précocement des signes de souffrances et d'anomalies cardio-respiratoires. M. Letroye a, d'ailleurs, l'ambition d'élaborer un nouveau protocole d'effort destiné aux traileurs afin d'élargir sa clientèle de sportifs. Celui-ci permettrait, entre autres, de définir la vitesse maximale aérobie ascensionnelle (VM_{Aa}), paramètre souvent recherché dans cette discipline sportive où le dénivelé positif cumulé peut s'avérer important.

Bibliographie

- Rassouli, F., & Thurnheer, R. (2015). La spiro-ergométrie : indication, réalisation et interprétation. *Swiss Medical Forum*, 15(1415), 315-321. doi: [10.4414/fms.2015.02227](https://doi.org/10.4414/fms.2015.02227)
- Gregg, J., Wyatt, F. & Kilgore, J. (2010). Determination of ventilory threshold through quadratic regression analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2512-5. doi: [10.1519/JSC.0b013e3181e37fe5](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e37fe5)
- Joyner, M., & Coyle, E. (2008). Endurance exercise performance : the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(Pt 1), 35-44. doi: [10.1113/jphysiol.2007.143834](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834)
- Gibelin, P. (2013). Mesures des échanges gazeux à l'effort dans l'insuffisance cardiaque : méthode et intérêts. *Revue générale : réalités cardiologiques*, 297, 38-44.

