

Maîtriser la Course demi-fond de 1500m : Les Clés d'une Stratégie Gagnante

Observant l'équipe sportive junior de ma ville natale Soliman, j'ai été captivé par le potentiel exceptionnel des jeunes athlètes dans le jeu compétitif de la course de demi-fond. Malheureusement, leur talent est limité par un manque total de ressources.

Animé par la passion du sport, je les soutiens en explorant comment les données physiologiques peuvent optimiser leurs performances, poussant les limites de chacun pour devenir des futurs champions. Ainsi, je m'engage dans ce projet enthousiasmant visant à dévoiler les clés d'une stratégie gagnante dans la course de 1500m.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Mécanique)*
- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*
- *MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| <i>Course demi-fond</i> | <i>Middle-distance run</i> |
| <i>Stratégie gagnante</i> | <i>Winning strategy</i> |
| <i>Optimisation</i> | <i>Optimization</i> |
| <i>Temps minimal</i> | <i>Shortest duration</i> |
| <i>Energie anaérobie</i> | <i>Anaerobic energy</i> |

Bibliographie commentée

La recherche scientifique dans le domaine des disciplines sportives offre un terrain d'exploration stimulant. La course à pied, en particulier, incarne ce regain d'intérêt, avec le développement de chaussures de course légères et performantes, ainsi que l'optimisation des "blocs de départs" installés sur pistes d'athlétisme avant les compétitions. Les stratégies d'entraînement individuelles appliquées par les entraîneurs contribuent également à cette quête d'amélioration de la performance.

L'aventure de la recherche dans ce domaine a débuté en 1974 avec Joseph Keller [4], pionnier dans la modélisation de la course à pied. Sa proposition initiale reposait sur la conservation de l'énergie du sportif, offrant une approche simple mais efficace pour déterminer la vitesse optimale à chaque instant sur des distances inférieures au kilomètre. Cette modélisation a été approfondie au fil du temps par divers physiciens, alignant les résultats avec les records d'athlétisme de l'époque.

En 2008, Christine Hanon, Jean-Michel Lévêque, Claire Thomas et L. Vivier [7] se sont concentrés sur la course de demi-fond, plus précisément le 1500 mètres, fournissant des valeurs énergétiques fiables. Ces expériences, combinées aux données de sportifs professionnels, ont enrichi les simulations, contribuant à une compréhension plus approfondie des mécanismes énergétiques en jeu.

Amandine Aftalion a pris le relais de cette étude entre 2013 et 2016, approfondissant l'analyse stratégique avec Frédéric Bonnans [1]. Leur approche, basée sur l'équation du mouvement et de l'énergie aérobie, intègre un équilibre entre l'énergie anaérobie et un terme de récréation énergétique lorsque la vitesse diminue. En utilisant la théorie du contrôle optimal, ils ont démontré la validité du modèle de Keller, le reliant à une formulation assouplie. Leur analyse a conduit à l'introduction d'une borne sur les variations de la force propulsive, rendant le modèle plus réaliste et reflétant les oscillations de la vitesse. Les simulations numériques ont reproduit qualitativement les mesures physiologiques sur de vrais coureurs, soulignant l'importance de l'optimisation sur une période pour récupérer ces oscillations de vitesse.

Les travaux d'Aftalion et Fiorini [2] ont introduit une modélisation novatrice en considérant la possibilité de "recréer de l'énergie" lors d'un ralentissement, rompant avec l'idée précédente de décroissance constante de l'énergie. À l'aide d'outils sophistiqués comme le principe du maximum de Pontryagin, ils ont rigoureusement démontré que la gestion optimale de la vitesse implique des phases périodiques d'accélération-décélération.

En 2018, Amandine Aftalion et P. Martinon ont étendu le modèle en prenant en compte la force centrifuge, révélant que des pistes avec des lignes droites plus courtes conduisent à de meilleures performances. Ils ont également montré que les pistes à double virage avec la ligne droite la plus longue conduisent aux pires performances, soulignant l'impact significatif de la configuration de la piste sur les résultats.

Cette démarche scientifique passionnante et évolutive, allant de la modélisation initiale de Keller à la récente prise en compte de la force centrifuge, offre des perspectives riches pour comprendre et améliorer la performance en course à pied.

Problématique retenue

Au cours d'une épreuve de demi-fond, en tenant compte des contraintes physiologiques telles que la capacité respiratoire et la force propulsive maximale du coureur, j'entreprends d'analyser

comment celui-ci peut élaborer une stratégie optimale pour atteindre rapidement la ligne d'arrivée sans succomber à la fatigue.

Objectifs du TIPE du candidat

- Élaborer une modélisation intégrée des aspects mécaniques et physiologiques pour caractériser le comportement d'un coureur de demi-fond sur la piste d'athlétisme "Stade Rades". Cette modélisation intègre les mesures physiologiques précises du coureur mesurée au « Centre national de la médecine et des sciences du sport à El Menzah-Tunis ».
- Analyser les régulations de vitesse avec des hypothèses supplémentaires, à l'aide d'algorithmes de recherche optimale en Python. Évaluation de leur pertinence, comparaison avec les données réelles impliquant le coureur "Oussema Laajili".
- Évaluer qualitativement l'utilité concrète des résultats obtenus pour améliorer les performances des athlètes et aider les entraîneurs.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] AMANDINE AFTALION, J. FRÉDÉRIC BONNANS : Optimisation des stratégies de course basées sur l'anaérobie énergie et variations de vitesse : <https://inria.hal.science/hal-00851182v1>, pages 1 à 19
- [2] AMANDINE AFTALION, CAMILLA FIORINI : Un modèle à deux coureurs : optimisation des stratégies de course à pied selon les paramètres physiologiques : <https://hal.science/hal-01182352v1>, pages de 1 à 11
- [3] GIGACALCULATOR : Coefficient de trainée : <https://www.gigacalculator.com/calculators/terminal-velocity-calculator.php>
- [4] JOSEPH B.KELLER : Vitesse optimale dans une course : <https://doi.org/10.2307/2318584>, vol.5, pages 174 à 180
- [5] AMANDINE AFTALION AND PIERRE MARTINON : Optimiser le déroulement d'une course sur une piste courbe : <https://www.semanticscholar.org/paper/Optimizing-running-a-race-on-a-curved-track-Aftalion-Martinon/24f1f59807d05ecd825331fedd4f449998bb24d3>
- [6] AMANDINE AFTALION, LOUIS-HENRI DESPAIGNE, ALEXIS FRENTZ, PIERRE GABET, ANTOINE LAJOUANIE, MARC-ANTOINE LORTHIOIS, LUCIEN ROQUETTE, CAMILLE VERNET : Comment identifier les paramètres physiologiques et réaliser la course optimale : <https://www.semanticscholar.org/paper/How-to-identify-the-physiological-parameters-and-Aftalion-Despaigne/bec88ac65677c6874f73920d6b44a01b5c1d1688>, *MathematicSInAction* Vol.7, pages de 1 à 10
- [7] CHRISTINE HANON, JEAN-MICHEL LÉVÊQUE, CLAIRE THOMAS, L.VIVIER : Stratégie de course à pied et biochimie du VO₂ lors d'une course de 1500m : <https://insep.hal.science/hal-01623759>

[8] WIKIPEDIA : Surface corporelle : https://fr.wikipedia.org/wiki/Surface_corporelle

[9] 100% CYCLO 100% VÉGÉTAL : Comment estimer la VO2max? : <https://www.cyclo.ws/comment-estimer-sa-vo2max.html>