

# EVALUATION DE LA PERTE DE VITESSE A L'ENTREE DANS L'EAU LORS D'UN GRAB START CHEZ DES NAGEURS DE HAUT NIVEAU

Elipot M.<sup>1</sup>, Hellard P.<sup>1</sup>, Boissière E.<sup>1</sup>, Rey J.L.<sup>1</sup>, Lecat S.<sup>1</sup>, Taiar, R.<sup>2</sup>, Houel N.<sup>1</sup>

*1-Département Recherche Fédération Française de Natation,  
Pole Natation, INSEP, Paris, (France)*

*2-Laboratoire d'Analyse des Contraintes Mécaniques, EA n°3304 LRC-CEA,  
Université de Reims- UFR Sciences (France)*

## **Introduction :**

En natation, le départ plongeon est défini par trois phases : l'impulsion sur le plot de départ, la phase aérienne et la phase de coulée (phase sous-marine sans action propulsive des bras qui précède la reprise de nage). L'analyse temporelle des épreuves de 50 m nage libre met en évidence que le temps de départ représente jusqu'à 11% de la durée totale de l'épreuve (Vilas-Boas J.P. et Fernandes R., 2003). L'analyse des résistances hydrodynamiques du nageur en phase sous marine indique que les mouvements de propulsion du nageur (ondulations, battements de jambes) devraient être réalisés lorsque sa vitesse est inférieure à  $2 \text{ m.s}^{-1}$  (Lyttle A.D. et al, 2000). Pour des vitesses supérieures, le nageur devrait garder une position profilée. Cependant, lors de la phase sous-marine d'un grab start, la distance entre le mur de départ et le nageur à l'instant où sa vitesse est de l'ordre de  $2 \text{ m.s}^{-1}$  demeure inconnue. Le but de cette étude est d'identifier la perte de vitesse du nageur lors de cette phase puis d'identifier à quelle distance du mur de départ le nageur atteindra une vitesse de  $2 \text{ m.s}^{-1}$ .

## **Méthodes :**

Quatre nageurs de haut niveau ont participé volontairement à cette étude. Chaque nageur a réalisé un départ de type grab start. La consigne était de rester en position profilée (sans mouvement) durant toute la phase sous marine. Les phases subaquatiques de ces départs ont été enregistrées par des caméras mini-DV (Panasonic NV-GS17 et Sony DCR-HC20E), depuis l'instant où tout le corps du nageur était immergé jusqu'à ce qu'il atteigne la surface de l'eau ou mette fin à sa coulée. La phase sous-marine filmée a été partagée en trois zones identiques de  $2*1,6*5$  mètres (H\*I\*L) depuis le mur de départ jusqu'à la limite de reprise de nage. Dans chaque zone, le sujet était filmé par deux caméras synchrones. La première était placée derrière un hublot. Son axe optique était perpendiculaire au plan du mouvement. La seconde caméra était placée sous l'eau dans un caisson étanche. Son axe optique était oblique (profil avant) au plan du mouvement. Le placement des caméras a été choisi afin de minimiser les effets de réfraction et de distorsion de l'image (Loi de Snell). La fréquence d'acquisition était de 25 Hz.

Le corps du nageur a été représenté par 17 points articulaires. La position de chaque point a été reconstruite en trois dimensions grâce aux équations de la DLT (Abdel-Aziz Y.I. et Karara H.M., 1971). Ces positions et les tables anthropométriques de Dempster W.T. et al (1959) ont permis de calculer la trajectoire du centre de masse (CM). Cette trajectoire a été lissée par une méthode polynomiale (Winter D.A., 1990). Les données ont été normalisées de 0 à 100% en fonction de la distance sous-marine parcourue.

## **Résultats :**

La taille et la masse moyenne des nageurs sont respectivement égales à 183 cm ( $\pm 3,4$ ) et 75 kg ( $\pm 2,9$ ). Leurs performances au 50 m nage libre sont comprises entre 23.63 à 26.01 s. L'incertitude moyenne de la reconstruction de l'espace pour chaque point est de 0,74 % ( $\pm 0,04$ ) du volume de la zone reconstruite (12,7 mm).

Pour chaque sujet, la vitesse moyenne du CM sur l'axe x ( $V_x$ ) et la norme de la vitesse moyenne du CM en trois dimensions ont été comparées par un test de Student. Les résultats ne présentent aucune différence significative ( $p = 0,05$ ).

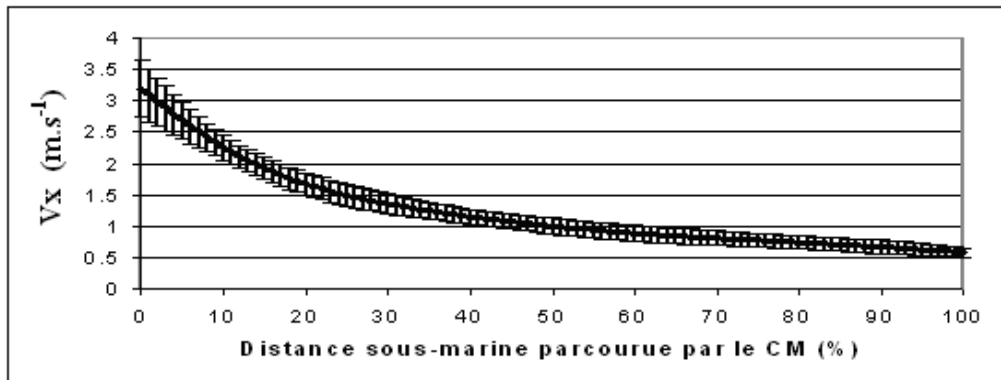


Figure 1 : Variation de la vitesse  $V_x$  moyenne des nageurs en fonction de la distance sous-marine parcourue.

Une vitesse moyenne  $V_x$  de l'ordre de  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  est atteinte par les nageurs, lorsque leur CM a parcouru environ 13% de la distance sous-marine totale. Cette distance représenterait 6 m ( $\pm 0,52$ ) à partir du mur de départ.

#### **Discussion et conclusion :**

La précision de la reconstruction de l'espace 3D dans les conditions sous-marines rencontrées dans cette étude est similaire à celle observée dans les études utilisant les mêmes procédés (Kwon Y.H. et Casebolt J.B., 2006). Les résultats concernant la phase subaquatique d'un départ plongé montrent qu'une vitesse moyenne de l'ordre de  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  est atteinte lorsque le CM des nageurs se situe à 6 m du mur de départ. La mise en relation des travaux de Lyttle A.D. et al (2000) et des résultats de la présente étude, mettent en évidence que le nageur doit rester en position profilée jusqu'à cette distance de 6 m. Dans ces conditions, les mouvements de jambes propulsifs du nageur (ondulations ou battements) devraient être réalisés au delà de cette distance.

#### **Bibliographie**

Abdel-Aziz (Y.I) & Karara (H.M.) - Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close range photogrammetry. In : ASP Symposium on Close Range Photogrammetry, 1971, Church : Falls, pp. 1-18

Dempster (W.T.), Gabel (W.C.), Felts (W.J.L.) - The anthropometry manual work space for the seated subjects. American Journal of Physiology and Anthropometry, 1959, vol.17, pp. 289-317.

Kwon (Y.H) & Casebolt (J.B) – Effects of light refraction on the accuracy of camera calibration and reconstruction in underwater motion analysis. Sports Biomechanics, 2006, vol.18, pp.95-120.

Lyttle (A.D.), Blanksby (B.A.), Elliott (B.C.), Lloyd (D.G.) - Net forces during tethered simulation of underwater streamlined gliding and kicking techniques of the freestyle turn. Journal of sports sciences, 2000, vol.18, pp. 801-807.

Vilas-Boas (J.P.) & Fernandes (R.) - Swimming starts and turns: Determinant factors of swimming performance. 3<sup>ème</sup> journées spécialisées de natation, 2003, Lille, France.

Winter (D.A.) - Biomechanics and motor control of human movement. 2000. New York: A. Wiley-Interscience Publication, Second Edition.

*Cette étude a été financée par le Ministère de la Jeunesse, des Sport et de la Vie Associative et par la Fédération Française de Natation. Les auteurs remercient particulièrement l'INSEP pour l'aide logistique.*