

## Variability of swimming technique: Adaptability to constraints and swimming performance

### ABSTRACT

This PhD thesis was created in collaboration between the Research Department (Service Recherche et Optimisation de la Performance) of the French Swimming Federation and the laboratory CETAPS (Centre d'Etudes des Transformations des Activités Physiques et Sportives) in Rouen. Since its formation, a major focus of the Research Department has been devoted to race analysis, to understand and optimize the swimmers' performance.

In swimming competition just like in training, swimmers' behaviours emerge from the interaction of constraints (organismic, environmental, and task). Based on the theoretical framework of ecological dynamics, the aim of this thesis is to analyse the intra and inter-individual variability of the cinematic aspects of the movement of swimmers during competition and training. The first two studies have shown there is inter-lap stability and intra-lap functional variability in competition which depends on the distance of the race, the gender and the lap (i.e., with start or with turn). The third study has established pacing profiles suggesting swimmers manage their speed differently depending on the available resources to deal with the race constraints (start, turn-in, turn-out, adversity, fatigue).

The next aim was to analyse the swimmers' adaptations at training during a protocol of 9\*25-m whilst increasing the stroke rate. The swimmers' ability to respect an imposed frequency range was assessed, as well as the stroke rate amplitude range from the preferential and maximal stroke rate. Upon completion of the trials, the impact of stroke rate amplitude range on motor adaptability (coordination, efficiency) was evaluated. The fourth study required athletes to swim according to an imposed stroke rate, which proved difficult for all swimmers when performing above their preferential stroke rate, particularly for female athletes. The fifth study showed that male swimmers exhibited disruption in forearm acceleration beyond their preferential stroke rate.

This thesis proposes news paths for swimming training: working race strategies and training beyond the preferential stroke rate can allows swimmers to have a stable technique with a certain variability. This variability would give to swimmers the ability and flexibility to adapt and cope with constraints using their individual resources.

**Keywords:** Race analysis, Frontal Crawl, Preferred Stroke Rate, Coordination, Functional variability.

## Variabilité de la technique de nage : adaptabilité aux contraintes et performance en natation

### RÉSUMÉ

Cette thèse a été réalisée en collaboration entre le Service Recherche et Optimisation de la Performance de la FFN (Fédération Française de Natation) et le Laboratoire CETAPS (Centre d'Études des Transformations des Activités Physiques et Sportives) de Rouen. Depuis sa création, l'un des axes prioritaires du Service Recherche a été l'analyse de la compétition, pour comprendre et optimiser la performance des nageurs.

En compétition comme à l'entraînement, le comportement des nageurs émerge de l'interaction entre les ressources des nageurs et les contraintes éprouvées (organismique, environnementale, et de tâche). En s'appuyant sur le cadre théorique de la dynamique écologique, l'objectif de cette thèse est d'analyser la variabilité intra- et inter-individuelle des aspects cinématiques du mouvement des nageurs en compétition et à l'entraînement. Les deux premières études ont permis de montrer qu'en situation de compétition une stabilité inter-longueur et une variabilité fonctionnelle intra-longueur dépendante de la distance de l'épreuve, du genre et des différentes parties de la course (départs, phase nage, virages, arrivée). La troisième étude a caractérisé des profils de gestion de course en mettant en évidence des modes de gestion de course singuliers dépendants probablement des ressources mobilisables émotionnelles, cognitives, métaboliques et techniques permettant de faire face aux contraintes de la course (départ, virages, adversité, fatigue).

L'objectif de la quatrième étude était d'analyser les adaptations du nageur au cours d'un test de 9 fois 25m sans fatigue avec incrémentation aléatoire de la fréquence de nage. La capacité du nageur à respecter une fréquence imposée était évaluée, ainsi que l'amplitude de la gamme de fréquences sollicitée analysée en rapport à sa fréquence préférentielle et à sa fréquence maximale. Nous avons ensuite évalué l'impact du niveau de fréquence gestuelle sur l'adaptabilité motrice (coordination, efficacité, accélérations tridimensionnelles du bassin). Cette quatrième étude a révélé la difficulté des nageurs à respecter des fréquences imposées situées au-delà de leurs fréquences préférentielles, et ce, surtout chez les nageuses. La cinquième étude liée à la quatrième montrait que pour les nageurs masculins les fréquences éloignées des fréquences préférentielles induisaient une désorganisation motrice caractérisée par une augmentation des accélérations latérales et verticales.

Finalement, cette thèse propose des nouvelles pistes pour l'entraînement, telles que l'entraînement fin et individualisée des stratégies de courses inter et intra longueurs et l'entraînement d'une gamme de fréquence élargie dans un objectif d'acquisition d'une technique conjointement stable et économe, et variable et adaptable. Cette variabilité faciliterait chez les nageurs la mobilisation de leurs ressources pour développer une capacité et une flexibilité adaptative permettant de surmonter les contraintes éprouvées.

**Mots clés :** Analyse de la course, Nage Libre, Fréquence de nage préférentielle, Coordination, Variabilité fonctionnelle.