



**HAL**  
open science

## **Beneficial effect of a combination of feedback, video observation and motor imagery on the performance of the swimming dive start.**

Nicolas Robin, Robbin Carien, Laurent Dominique, Vanessa Hatchi, Olivier Hue

### ► **To cite this version:**

Nicolas Robin, Robbin Carien, Laurent Dominique, Vanessa Hatchi, Olivier Hue. Beneficial effect of a combination of feedback, video observation and motor imagery on the performance of the swimming dive start.. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 2023, 119, pp.19-27. 10.1051/sm/2022021 . hal-04030015

**HAL Id: hal-04030015**

**<https://hal.science/hal-04030015>**

Submitted on 15 Mar 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.

1 **Effet bénéfique d'une combinaison de feedback, d'observation et d'imagerie motrice**  
2 **sur la performance du départ plongé en natation**

3

4 Nicolas Robin<sup>1</sup>, Robbin Carien<sup>1</sup>, Laurent Dominique<sup>2</sup>, Vanessa Hatchi<sup>1</sup> & Olivier Hue<sup>1</sup>.

5 <sup>1</sup>Contribution équivalente entre ces auteurs

6 <sup>1</sup>Laboratoire "Adaptation au Climat Tropical, Exercice & Santé", Faculté des Sciences du  
7 Sport de Pointe-à-Pitre, Université des Antilles.

8 <sup>2</sup>Laboratoire "Adaptation au Climat Tropical, Exercice & Santé", UFR STAPS de la Réunion,  
9 Université de la Réunion, France.

10

11 robin.nicolas@hotmail.fr

12 robbin.carien@univ-antilles.fr

13 laurent-dom@hotmail.fr

14 vanessa.hatchi2061@gmail.com

15 olivier.hue@univ-antilles.fr

16

17 Toute correspondance concernant cet article doit être adressée à Nicolas Robin, Laboratoire  
18 "Adaptation au Climat Tropical, Exercice & Santé" (UPRES EA 3596), Campus Fouillole, BP  
19 592, 97159, Pointe à Pitre Cedex, France. Tel +(0033)5 90 48 31 73 ;  
20 Fax +(0033)5 90 48 31 79

21

22 Le matériel du manuscrit a fait l'objet d'une présentation orale au congrès international de  
23 l'ACAPS, Montpellier (France) 27-29 octobre 2021, « Effet bénéfique d'une combinaison de  
24 feedback, de vidéo d'un modèle et d'imagerie motrice sur la performance du départ plongé en  
25 natation ».

26

27 Nous souhaitons remercier les étudiants de l'UFR STAPS qui ont participé à l'expérience.

28 Je, soussigné, Nicolas Robin, atteste que le matériel de l'article intitulé « Effet bénéfique d'une  
29 combinaison de feedback, de vidéo d'un modèle et d'imagerie motrice sur la performance de vingt-  
30 cinq mètres nage libre avec départ plongé » n'a pas été publié et qu'il n'est pas soumis pour publication  
31 par ailleurs.

32

ROBIN NICOLAS  


33

34 Le 12 mai 2022

1 **Effet Bénéfique d'une Combinaison de Feedback, d'Observation et d'Imagerie**  
2 **Motrice sur la Performance du Départ Plongé en Natation**

3

4

4 **Résumé**

5 Pour favoriser la performance, certains entraîneurs ont souvent recours au feedback (FB)  
6 verbal, à l'Observation d'un Modèle (OM) ou à l'imagerie motrice (IM) consistant à simuler  
7 mentalement réaliser une action. Cette étude avait pour but de tester les effets d'une  
8 combinaison de FB, d'OM et d'IM sur la performance du 25 mètres départ plongé en natation  
9 chez des non-experts. Cent-six étudiants volontaires ( $M_{age} = 19.3$ ), aléatoirement divisés en 3  
10 groupes : FB, FB+OM et FB+OM+IM, ont réalisé 3 phases réparties sur 6 séances. Séance 1  
11 (pré-test), ils ont réalisé 5 x 25 mètres départs plongés (filmés et chronométrés). Les 4 séances  
12 suivantes (8 x 25 mètres départ plongé), ils recevaient un FB verbal (chaque 2 essais), ceux du  
13 groupe FB+OM bénéficiaient en plus de la vidéo et ceux du groupe FB+OM+IM  
14 s'imaginaient réaliser un plongeon après la vidéo. Séance 6 (post-test) : similaire à la séance  
15 1. Les résultats montrent que tous les participants ont amélioré leur vitesse de coulée, mais  
16 seul le groupe FB+OM+IM a amélioré la distance de coulée et le temps sur 25 mètres.  
17 L'intérêt de combiner les modalités de pratique, pour améliorer le 25 mètres départ plongé,  
18 est discuté au regard de la littérature.

19 *Mots clés* : Rétroaction verbale, observation, observation, plongeon, apprentissage

20

21 **Remerciements** : Nous souhaitons remercier les étudiants de l'UFR STAPS qui ont  
22 participé à l'expérience.

23

24

1        **Beneficial Effect of a Combination of Feedback, Video Observation and**  
2                    **Motor Imagery on the Performance of the Swimming Dive Start**

3  
4                    **Abstract**

5 To promote performance, some coaches often use verbal feedback (FB) while others employ  
6 observation of model (OM) or motor imagery (MI: internally simulating performing an  
7 action). The purpose of this study was to test the effect of a combination of FB, OM and MI  
8 on the performance of the 25 meters swim in non-experts. One hundred and six volunteer  
9 students (Mage = 19.3), randomly divided into 3 groups: FB, FB+OM and FB+OM+MI,  
10 carried out 3 phases spread over 6 sessions. Session 1 (pre-test), they carried out 5 diving  
11 starts then 25 meters of swimming (filmed and timed). The following 4 sessions (8 x 25  
12 meters diving start), they received a verbal FB (every 2 trials), those of the FB+OM group  
13 also benefited from the video and those of the FB+OM+MI group imagined performing a dive  
14 after OM. Session 6 (post-test) was similar to session 1. Results showed that all the  
15 participants improved their casting speed, on the other hand only the FB+OM+MI group  
16 improved the casting distance as well as the time over 25 meters. The interest of combining  
17 the methods of practice, to improve the 25 meters, is discussed in the light of the literature.

18        *Key words:* Verbal feedback, observation, mental imagery, diving, motor learning

19  
20 We greatly appreciate the considerable time and effort of physical education students who participated  
21 in this project.  
22  
23  
24  
25

# 1 Effet Bénéfique d'une Combinaison de Feedback, d'Observation et d'Imagerie 2 Motrice sur l'Apprentissage du Départ Plongé en Natation

3

4

## Introduction

5 Selon Schmidt et Lee (1999), l'apprentissage moteur est un changement résultant de la  
6 pratique qui peut être facilité par l'utilisation des feedbacks (FB) donnés par les entraîneurs  
7 ou professeurs d'éducation physique et sportive (EPS). En effet, le traitement de FB externes  
8 (e.g., verbaux) peut permettre d'améliorer l'attention (Landin, 1996) mais également les  
9 performances motrices des pratiquants (Robin et al., 2020a) en leur apportant notamment des  
10 informations pertinentes sur la réalisation (e.g., éléments clés d'une technique gestuelle) de  
11 leurs actions motrices (Kernodle, Johnson, & Arnold, 2001) qui ne sont pas directement  
12 accessibles avec leur propre vision (Janelle et al., 2003). En natation, les FB extrinsèques de  
13 l'entraîneur sont principalement donnés de façon verbale, au bord du bassin (Perez et al.,  
14 2009) et peuvent favoriser la performance de nageurs (Thow et al., 2012). Par exemple, Zatoń  
15 et Szczepan (2014) ont montré une amélioration supérieure de la vitesse, sur un 25 mètres,  
16 pour des nageurs expérimentés ayant bénéficiés de FB verbal en comparaison avec d'autres  
17 n'en ayant pas reçu. Chez les novices, l'utilisation de corrections concernant des essais  
18 préalablement réalisés dans une activité motrice donnée (e.g., natation) peut être  
19 particulièrement bénéfique à leur apprentissage (Tzetzis, Votsis, & Kourtessis, 2008) en  
20 jouant notamment un rôle de guide et en facilitant l'atteinte des objectifs des pratiquants  
21 (Schmidt & Lee, 1999). De plus, Norris (2013) évoque l'importance de l'individualisation des  
22 apprentissages de par notamment l'usage de FB personnalisés et correctifs qui favorisent le  
23 développement de compétences en natation chez les non-experts. Enfin, d'autres auteurs ont  
24 indiqué l'intérêt de combiner les FB verbaux avec l'observation de modèles (Maleki et al.,  
25 2010 ; McCullagh & Weiss, 2001) afin d'optimiser l'apprentissage et la performance motrice.

1 L'observation d'un modèle (e.g., vidéo d'un élève de la classe, de soi ou d'un expert)  
2 peut être considérée comme l'une des méthodes les plus importantes, pour l'apprentissage de  
3 compétences ou de comportements (Bandura, 1986), qui peut être définie comme étant un  
4 processus dans lequel des actions motrices sont observées dans le but de les reproduire  
5 (McCullagh & Weiss, 2001). Selon Eaves et al. (2016), l'Observation d'un Modèle (OM)  
6 évoquerait la représentation mentale (i.e., modèle interne) de l'action motrice qui est  
7 observée, également appelée « résonance motrice » par Rizzolatti et Sinigaglia (2010). De  
8 plus, l'OM peut (Calvo-Merino et al., 2005) ou non (Rizzolatti et al., 1996) activer les  
9 neurones miroirs en fonction du degré d'expertise et des habitudes à exécuter les actions  
10 motrices observées. L'OM est une technique utilisée pour améliorer l'apprentissage moteur et  
11 elle a montré son efficacité dans de nombreuses habiletés motrices (pour une revue, voir Ste-  
12 Marie et al., 2012). Par exemple, Wild et al. (2010) ont montré que les observateurs copient la  
13 cinématique d'action motrice (e.g., la vitesse) du modèle observé ce qui permet de réduire le  
14 nombre d'essais de pratique physique nécessaires pour atteindre une performance donnée.  
15 Ainsi, combinée à la pratique physique, l'OM permet une meilleure performance que la  
16 simple exécution réelle des actions (pour une revue voir Blandin, 2002). Par exemple,  
17 Giannousi et al. (2017) ont montré que l'observation d'un modèle vidéo, en plus d'un  
18 entraînement journalier de 40 minutes de nage, était plus efficace que l'entraînement seul  
19 pour améliorer la technique de nage sur un 25 mètres chez des novices, d'où l'intérêt d'avoir  
20 recours à l'OM en natation. Enfin, Harwood et Thrower (2019) ont récemment évoqué qu'en  
21 plus de l'observation de vidéo, d'autres techniques comme l'Imagerie Motrice (IM) ont  
22 montré leur efficacité dans l'amélioration des performances motrices notamment en natation.

23 Selon Robin et al. (2007), l'IM est un processus conscient qui consiste à simuler  
24 mentalement une action motrice sans l'exécuter physiquement. L'IM est une technique  
25 mentale qui permet d'améliorer l'apprentissage et la rééducation (Di Rienzo et al., 2015 ;

1 Guillot & Collet, 2008). L'IM peut également être utilisée en complément de la pratique  
2 physique pour favoriser l'exécution et la performance motrice (Toth et al., 2020). En effet, des  
3 études ont montré que des interventions centrées sur l'IM avait permis à des nageurs  
4 expérimentés d'améliorer leurs performances sur 100 mètres, 200 mètres ou 1000 mètres  
5 (Post et al., 2012 ; Sheard & Golby, 2006). De récents travaux de recherche ont également  
6 montré l'intérêt de combiner l'IM avec la vidéo d'un modèle (Eaves et al., 2016 ; Hatchi &  
7 Robin, 2022 ; McNeill et al., 2020 ; Robin et al., 2019 ; Romano-Smith et al. 2018), avec les  
8 feedbacks de l'entraîneur (Robin et al., 2020a) ou avec les deux derniers (i.e., FB, OM et IM)  
9 comme dans l'étude de Robin et al. (2020b). En effet, dans une tâche de précision au football,  
10 ces derniers auteurs ont montré des effets supérieurs, sur la performance motrice, de cette  
11 combinaison de stratégies en comparaison avec des conditions dans lesquelles chaque  
12 stratégie était réalisée seule en complément de la pratique réelle.

13 Bien que très peu de travaux de recherches aient porté sur les stratégies d'optimisation  
14 de l'apprentissage en natation, chez des non-experts, les résultats d'études précédentes  
15 montrent des effets bénéfiques de l'IM (Sheard & Golby, 2006), des FB verbaux ou de l'OM  
16 vidéo (Giannoussi et al., 2017) sur l'amélioration de la performance. D'autres travaux de  
17 recherche ont montré que la combinaison de FB verbal et d'OM améliorait la vitesse de  
18 course en natation (Giannoussi et al., 2017) contrairement à une condition dans laquelle les  
19 participants recevaient uniquement des feedbacks verbaux et dont la performance n'évoluait  
20 pas significativement. De plus, des arguments en faveur des effets potentiellement bénéfiques  
21 de combiner différentes stratégies d'apprentissages ont été apportés par des auteurs (e.g.,  
22 Eaves et al., 2016 ; Holmes & Calmels, 2008 ; Robin et al., 2020b). En effet, ces derniers ont  
23 suggéré que recevoir des feedbacks (sur une performance antérieure) avant de regarder la  
24 vidéo d'un modèle puis de s'imaginer réaliser un mouvement ou un enchaînement d'actions  
25 permettrait d'obtenir des performances optimales de par des représentations mentales plus

1 structurées et élaborées comme évoqué par Frank et al. (2014).

2 La présente étude avait pour but de tester les effets d'une combinaison de feedback,  
3 d'imagerie motrice et/ou d'observation sur la performance de 25 mètres départ plongé, en  
4 natation, chez des non-experts. Nous avons premièrement fait l'hypothèse que les participants  
5 qui ont observé la vidéo d'un modèle (i.e., OM), après avoir reçu des FB de l'entraîneur  
6 portant sur des essais réels préalablement réalisés, obtiendraient de meilleures performances  
7 que ceux qui ne bénéficieraient que des FB liés à leur pratique. Deuxièmement, nous avons  
8 fait l'hypothèse que les étudiants qui réaliseraient l'IM après avoir bénéficié du FB et de  
9 l'OM auraient des performances supérieures à celles des participants des autres conditions  
10 expérimentales.

## 11 Méthode

### 12 Participants

13 Cent-six étudiants (44 filles et 62 garçons,  $M_{age} = 19.3$ ,  $SD = 1.81$ ) de l'Université des Antilles,  
14 étaient volontaires pour participer à cette étude. Tous les participants ont rempli un  
15 questionnaire de consentement et ont attesté savoir nager. Aucun des participants n'a déclaré  
16 avoir pratiqué la natation en club ou avoir fait des compétitions. Les participants étaient  
17 aléatoirement répartis, par tirage au sort, en 3 groupes expérimentaux : FB ( $N = 35$ ), FB+OM  
18 ( $N = 36$ ) et FB+OM+IM ( $N = 35$ ). Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique local  
19 de l'Université des Antilles (ACTES-3596-0704) et a été menée conformément à la  
20 Déclaration d'Helsinki (1964) portant sur le respect des principes d'éthiques impliquant des  
21 êtres humains.

### 22 Matériel et Tâche

23 Cette expérimentation a été réalisée dans une piscine intercommunale sur un bassin  
24 extérieur de 25 mètres. Les essais réalisés par les participants aux pré- et post-tests étaient  
25 filmés aux moyens de 3 caméras. Une première caméra (Canon HD, Legria HF G25) était



1 posée sur un trépied à 3 mètres du plongeur et permettait de filmer le départ des participants.  
2 Les deux autres caméras (Go pro HERO 8 black water addict) étaient placées au bord du  
3 bassin respectivement à 3 et 9 mètres du plongeur et permettaient de filmer l'entrée dans  
4 l'eau et la sortie de la coulée. Un mètre ruban, visible sur les caméras, était disposé le long des  
5 25 mètres du bassin et servait de repère pour les mesures. Les temps de coulée et des 25  
6 mètres étaient mesurés avec deux chronomètres (Kalenji onstart 710) et les distances, entre  
7 l'entrée dans l'eau au niveau des mains des nageurs et la sortie des mains de ces derniers à la  
8 surface de l'eau, étaient obtenues après traitement des images vidéo au moyen du logiciel  
9 Kinovea combinés à des relevés « in situ » d'un des expérimentateur.

10 La capacité d'imagerie a été évaluée pour s'assurer que l'échantillon n'incluait pas de  
11 participants ayant des difficultés à faire de l'IM (voir Robin et al., 2020a, pour une procédure  
12 similaire). Tous les étudiants ont réalisé le questionnaire en imagerie du mouvement 3<sup>me</sup>  
13 version française et validée (MIQ-3f; Robin et al., 2020c), qui est composé de 12 items qui  
14 évaluent les capacités individuelles d'imagerie kinesthésique, visuelle interne et visuelle  
15 externe. Chaque item du MIQ-3f correspond à un mouvement simple de la jambe, d'un bras  
16 ou du corps en entier qui était physiquement réalisé avant d'être mentalement simulé selon la  
17 modalité d'IM spécifiée. Les participants évaluaient ensuite la difficulté ou la facilité qu'ils  
18 avaient à former la représentation mentale du mouvement à l'aide de deux échelles de type  
19 Likert à 7 points (allant de 1 = très difficile à sentir/voir à 7 = très facile à sentir/voir) se  
20 référant respectivement aux IM kinesthésique, visuelle interne ou visuelle externe. Les  
21 propriétés psychométriques du MIQ-3f (cohérence interne : score de fiabilité  $\geq 0.88$  pour les  
22 trois sous-échelles) et la fiabilité test-retest (coefficients de corrélation intraclasse : 0.87 pour  
23 l'imagerie visuelle interne, 0.86 pour l'imagerie visuelle externe, et 0.88 pour l'imagerie  
24 kinesthésique) ont révélées être satisfaisantes (Robin et al., 2020c).

## 25 **Procédure**

1 Avant de débiter les phases expérimentales et après avoir répondu à un questionnaire  
 2 et signé le formulaire de consentement, les participants ont réalisé un test de natation (50  
 3 mètres de nage, dont au moins 25 mètres en crawl, sans s'arrêter et non-chronométré ; puis 2  
 4 plongeurs), sous la surveillance d'un maître nageur-sauveteur, constituant un pré-requis à la  
 5 participation à cette étude. Ensuite, ils ont réalisé le MIQ-3f (Robin et al., 2020c).

6 Au cours de la session 1 (pré-test), les participants ont réalisé, après un échauffement  
 7 standardisé de 20 minutes, un pré-test qui consistait à faire 5 départs plongés (filmés et  
 8 chronométrés) enchaînés d'une nage (i.e., crawl) sur 25 mètres (Figure 1).

Semaine 0	Semaine 1	Semaines 2 à 5	Semaine 6
<b>Prérequis</b> Questionnaire et formulaire de consentement  Questionnaire en Imagerie du Mouvement 3 <sup>ème</sup> version française  Test de savoir nager : 50 mètres	<b>Pré-test</b> 5 x 25 mètres départs plongés, filmés et chronométrés	<b>Groupe Contrôle</b> Chaque séance : 8 x 25 mètres départs plongés (Feedback + Vidéo clip + comptage à rebours) * 4  <b>Groupe Vidéo</b> Chaque séance : 8 x 25 mètres départs plongés (Feedback + Vidéo modèle + comptage à rebours) * 4  <b>Groupe Vidéo+Imagerie</b> Chaque séance : 8 x 25 mètres départs plongés (Feedback + Vidéo modèle + Imagerie mentale) * 4	<b>Post-test</b> 5 x 25 mètres départs plongés, filmés et chronométrés

9  
 10 *Figure 1.* Décours expérimental. Les participants, répartis en trois groupes expérimentaux :  
 11 FB ; FB+OM ; FB+OM+IM, ont réalisé un pré-test puis lors de la phase d'acquisition  
 12 recevaient un feedback tous les 2 départs plongés, puis observaient une vidéo (neutre : clip ou  
 13 modèle : réalisant un 25 mètres départ plongé) et réalisaient une tâche mentale (comptage à  
 14 rebours ou imagerie mentale) et terminaient par un post-test.

15 Pendant la phase d'acquisition qui s'est déroulée de la séance 2 à la séance 5, les  
 16 participants ont réalisé, à la suite de l'échauffement standardisé et à chaque séance, 8 x 25  
 17 mètres en crawl avec départ plongé. Quel que soit le groupe expérimental et tous les 2 essais,  
 18 les participants recevaient un feedback (FB) verbal de l'entraîneur (professeur d'EPS, maître  
 19 nageur sauveteur, entraîneur et responsable de l'option natation à l'UFR STAPS) portant sur  
 20 les plongeurs et coulées réalisées et les corrections à mettre en place (voir liste des FB

1 standardisés dans le Tableau 1). L'enseignant s'assurait de la bonne compréhension des  
 2 feedbacks donnés, qui avaient été explicités lors des consignes. Pour chacun des groupes, les  
 3 vidéos et les consignes pour les tâches mentales étaient données sur des tablettes numériques.  
 4 Après avoir reçu le feedback, les participants du groupe FB regardaient une vidéo neutre (i.e.,  
 5 clip) puis réalisaient une tâche mentale (i.e., comptage à rebours en anglais de 10 jusqu'à 0).  
 6 Les étudiants du groupe FB+OM regardaient la vidéo d'un modèle pair (étudiant de leur  
 7 promotion qui était capable de réaliser correctement l'ensemble des étapes du départ plongé à  
 8 l'arrivée) réalisant un plongeon du plot, une coulée, reprise de nage et nage sur 25 mètres, en  
 9 ayant pour consigne d'observer attentivement chacune de ces étapes sur la vidéo, puis  
 10 réalisaient la même tâche mentale que les étudiants du groupe FB. Enfin, les participants du  
 11 groupe FB+OM+IM s'imaginaient (i.e., imagerie visuelle externe à la 3<sup>ème</sup> personne) réaliser  
 12 un plongeon après observation d'un modèle vidéo (identique à celui donné au groupe  
 13 FB+OM). Pendant l'IM, les participants de ce groupe avaient pour consigne de visualiser,  
 14 comme s'ils étaient filmés avec une caméra, réaliser un plongeon à partir du plot, puis  
 15 enchaîner par une coulée, à la sortie de la coulée faire une reprise de nage et enfin nager en  
 16 crawl jusqu'au bout du bassin de 25 mètres. Les durées des vidéos (neutre et modèle) et des  
 17 tâches mentales (IM et comptage à rebours) étaient équivalentes.

18 La séance 6 (post-test) était identique au pré-test.

19 Tableau 1

20 *Liste des feedbacks standardisés donnés par l'entraîneur*

Catégorie	Feedback 1	Feedback 2
Impulsion	Tu dois pousser plus fort	Tu dois rester gainé jusqu'aux pieds
Orientation de la poussée	Tu dois pousser plus vers l'avant	Tu dois pousser plus vers le haut
Pénétration	Tu dois garder la tête entre les bras, menton-poitrine	Tu dois rester gainé des mains aux pieds
Coulée	Tu dois rester pointu jusqu'à la sortie des mains	Tu dois faire des battements dès que tes pieds ont franchi la surface

## 1 **Analyse des Données**

2 Les données de soixante participants ont été exclues des analyses statistiques pour  
3 cause d'absence de participation à au moins une des sessions de la phase d'acquisition ou lors  
4 du post-test. Ainsi, seules les données de 46 participants ont été prises en comptes (19 filles et  
5 27 garçons,  $M_{age} = 19.1$ ,  $SD = 1.72$ ). Les analyses ont été réalisées avec l'effectif expérimental  
6 suivant : FB ( $N = 16$ ), FB+OM ( $N = 15$ ) et FB+OM+IM ( $N = 15$ ). Les distances, temps et  
7 vitesses de coulées ainsi que les temps sur 25 mètres des participants aux pré- et post-tests  
8 étaient mesurés ou calculés puis ont servi de variables dépendantes. Ces dernières étaient  
9 soumises à des ANOVAs avec le plan expérimental : 3 groupes (FB vs. FB+OM vs.  
10 FB+OM+IM) x 2 tests (pré-test vs. post-test) à mesures répétées pour le second facteur. La  
11 normalité de distribution (test de Kolmogorov-Smirnov : KS) et l'homogénéité de variance  
12 (test de Levene) des variables dépendantes ont été vérifiées. Les analyses post-hoc ont été  
13 réalisées au moyen du test de Newman-Keuls. Un seuil alpha de .05 a été utilisé et la taille des  
14 effets ( $\eta_p^2$ ) est indiquée. En cas d'absence de normalité, des tests non-paramétriques  
15 (ANOVA par rang test Kruskal-Wallis) ont été utilisés.

## 16 **Résultats**

### 17 **Capacité d'Imagerie**

18 Comme illustré dans le tableau 2 indiquant les scores (moyennes et écart-types)  
19 obtenus au MIQ-3f (Robin et al., 2020c), aucun des participant n'a révélé avoir des difficultés  
20 à faire de l'IM (pour une procédure similaire voir Robin et al., 2022).

21 Tableau 2

22 *Scores au questionnaire en imagerie du mouvement 3ème version française MIQ-3f scores*

23

24

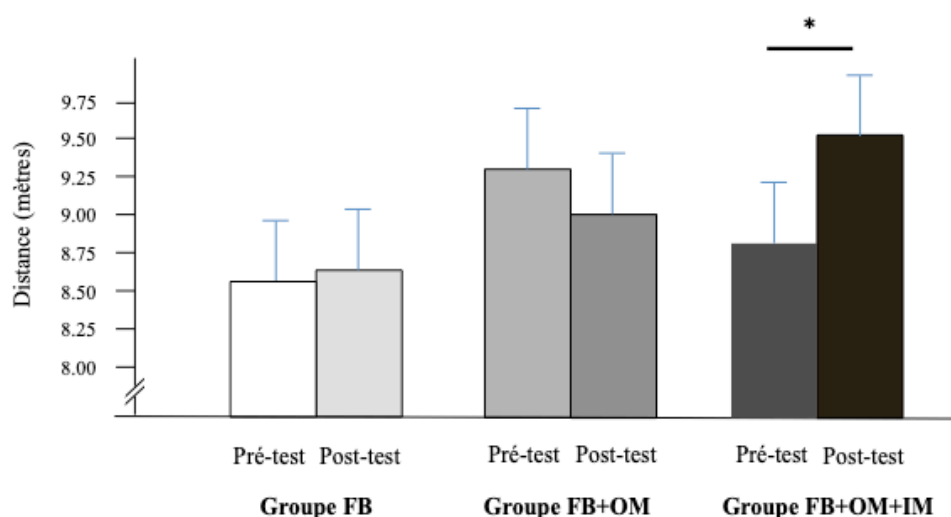
25

Groupes	Imagerie visuelle externe <sub>1</sub>		
	<i>M</i>	<i>ET</i>	
FB ( <i>N</i> = 16)	5.52	1.28	2
FB+OM ( <i>N</i> = 15)	6.16	0.61	3
FB+OM+IM ( <i>N</i> = 15)	5.73	1.41	4
			5

6 Chaque score pour la modalité d'imagerie visuelle externe est obtenu en faisant la moyenne  
7 (M) et l'écart type (ET) des 4 items. Les scores de l'échelle peuvent aller de 1 à 7.

### 8 **Distance de Coulée**

9 Les variables dépendantes avaient une distribution normale ( $KS > .05$ ). L'ANOVA  
10 réalisée sur la distance de coulée, effectuée lors des pré- et post-tests, n'a pas révélé d'effet  
11 principal du groupe,  $F(2, 43) = 0.45, p > .05, \eta_p^2 = 0.02$  ; ou du test,  $F(1, 43) = 0.39, p > .05,$   
12  $\eta_p^2 < 0.01$  mais a révélé une interaction significative entre le groupe et le test,  $F(2, 43) =$   
13  $3.32, p < .05 ; \eta_p^2 = 0.14$ . L'analyse-post hoc a révélé que seule la distance de coulée du  
14 groupe FB+OM+IM s'est améliorée entre le pré-test et le post-test ( $p = .02$ ). Les  
15 performances des autres groupes sont restées stables (Figure 2).



16  
17 *Figure 2.* Interaction significative entre les groupes expérimentaux et les tests concernant la distance  
18 de coulée (\*  $p < .05$ ).

## 1 Temps de Coulée

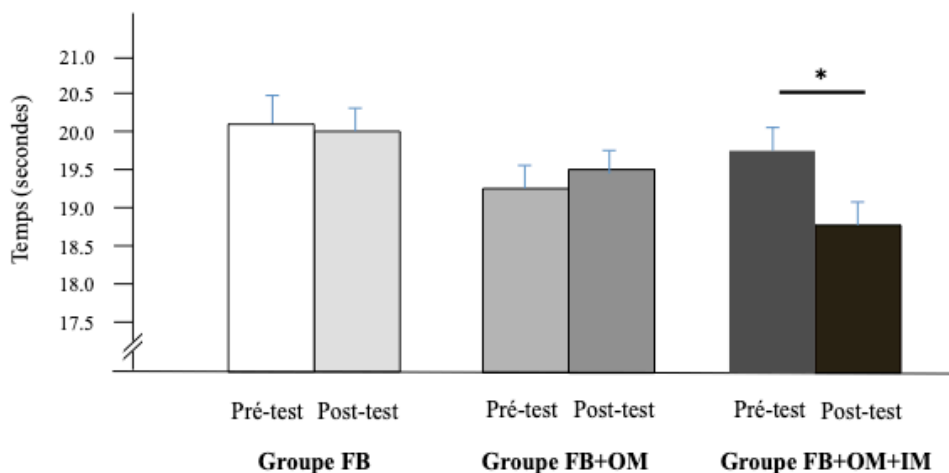
2 Les variables dépendantes avaient une distribution normale ( $KS > .05$ ). L'ANOVA  
 3 réalisée sur le temps de coulée n'a pas révélé d'effet principal du groupe,  $F(2, 43) = 0.17, p >$   
 4  $.05, \eta_p^2 < 0.01$  ; ou du test,  $F(1, 43) = 1.04, p > .05, \eta_p^2 = 0.02$ , ni d'interaction significative  
 5 entre le groupe et le test,  $F(2,43) = 0.04, p > .05$  ;  $\eta_p^2 < 0.01$ .

## 6 Vitesse de Coulée

7 Les variables dépendantes avaient une distribution normale ( $KS > .05$ ). L'ANOVA  
 8 réalisée sur la vitesse de coulée n'a pas révélé d'effet principal du groupe,  $F(2, 43) = 0.15, p >$   
 9  $.05, \eta_p^2 < 0.01$  ; ni d'interaction significative entre le groupe et le test,  $F(2,43) = 0.61, p > .05$   
 10 ;  $\eta_p^2 = 0.03$ . Par contre, l'analyse a révélé un effet principal du test  $F(1,43) = 4.71, p < .05$  ;  
 11  $\eta_p^2 = 0.10$ . L'analyse-post hoc a révélé que les participants de tous les groupes avaient une  
 12 vitesse de coulée supérieure au post-test qu'au pré-test ( $p = .01$ ).

## 13 Temps sur 25 Mètres

14 Les variables dépendantes avaient une distribution normale ( $KS > .05$ ). L'ANOVA  
 15 réalisée sur le temps sur 25 mètres, effectuée lors des pré- et post-tests, n'a pas révélé d'effet  
 16 principal du groupe,  $F(2, 43) = 0.47, p > .05, \eta_p^2 = 0.02$  ; ou du test,  $F(1, 43) = 2.34, p > .05,$   
 17  $\eta_p^2 = 0.05$  mais a révélé une interaction significative entre le groupe et le test,  $F(2, 43) =$   
 18  $4.83, p < .05$  ;  $\eta_p^2 = 0.18$ . L'analyse-post hoc a révélé que seul le temps du groupe  
 19 FB+OM+IM s'est amélioré entre le pré-test et le post-test ( $p = .01$ ) alors que les performances  
 20 des autres groupes sont restées stables (Figure 3).



1  
2 *Figure 3.* Interaction significative entre les groupes expérimentaux et les tests concernant le temps sur  
3 25 mètres (\*  $p < .05$ ).

#### 4 Discussion

5 Le but de cette étude était d'évaluer les effets d'une combinaison de feedback,  
6 d'observation d'un modèle et d'imagerie motrice sur la performance de nage chez des non-  
7 experts. Dans un premier temps, nous avons testé les effets d'une combinaison de FB verbal,  
8 donné par l'entraîneur et portant sur des essais préalablement réalisés, et d'observation d'un  
9 modèle vidéo sur les performances dans des 25 mètres en crawl avec départs plongés. Les  
10 résultats de cette étude montrent que les participants des groupes FB et FB+OM ont  
11 uniquement amélioré leur vitesse coulée entre le pré-test et le post-test. En effet, et  
12 contrairement à la première de nos hypothèses, les résultats ont montré une absence  
13 d'évolution de performance concernant la distance et le temps de coulée ainsi que le temps au  
14 25 mètres chez les participants ayant bénéficié de l'observation du modèle vidéo en plus du  
15 FB de l'entraîneur et dont les performances n'étaient pas statistiquement différentes de celles  
16 des participants du groupe FB bénéficiant de pratique physique et de feedback.

17 Ces résultats semblent d'une part cohérents avec les travaux de Kernodle et Carlton  
18 (1992), qui ont évoqué que fournir des FB verbaux (avec corrections) à des non-experts ne  
19 serait utile que pour des tâches simples ce qui n'est pas le cas du plongeur et de la coulée en  
20 natation pour des non spécialistes. Il est envisageable que l'addition de FB externe, concernant

1 les performances physiques antérieures, avec le FB interne (e.g., informations visuelles et  
2 kinesthésiques du participant) pourraient être difficiles à traiter, en même temps, chez des  
3 non-experts. Il est également possible que le traitement cognitif de la tâche à réaliser ait  
4 besoin de plus de sessions d'apprentissage ou d'un plus grand nombre d'essais au cours d'une  
5 session d'apprentissage, pour utiliser efficacement les FB servant de guide aux participants  
6 (Robin et al., 2020b ; Schmidt & Lee, 1999). Il est également important de considérer que  
7 l'utilisation du FB peut avoir des effets à la fois bénéfiques mais aussi négatifs car engendrant  
8 une sorte de dépendance (Winstein & Schmidt, 1990) et limitant le traitement des  
9 informations intrinsèques (Salmoni, Schmidt, & Walter, 1984). Bien que le FB ait été donné  
10 après 2 essais de pratique physique et après un délai de 10 secondes pour permettre le  
11 traitement du FB intrinsèque (Swinnen et al., 1990), il est possible que les nageurs qui étaient  
12 non-experts aient eu besoin de davantage de temps pour traiter à la fois les FB intrinsèques et  
13 les FB extrinsèques comme évoqué par Robin et al. (2020a).

14 D'autre part, l'absence de différence de performance entre les groupes FB et  
15 FB+OM, ou d'amélioration de performance entre les pré- et post-tests lorsque les participants  
16 bénéficiaient de FB et d'OM semblent en adéquation avec les résultats obtenus dans des  
17 études portant sur la précision au football (Robin et al., 2020a), l'apprentissage du poirier en  
18 gymnastique (Maleki et al., 2010) ou sur des 25 mètres en natation chez des débutants  
19 (Giannousi et al., 2017). En effet, ces derniers ont observé que les participants qui  
20 bénéficiaient de l'observation d'un modèle expert et des instructions verbales, portant sur la  
21 technique de nage, obtenaient des performances similaires à celles des participants recevant  
22 uniquement des FB au début et au milieu de leurs séances de pratique. De nombreux facteurs  
23 pourraient expliquer cette absence de résultat. Bien que des chercheurs aient observé que les  
24 neurones miroirs étaient activés lors de l'observation d'un modèle, même en cas de faible  
25 expérience motrice à condition d'avoir le répertoire (Southgate et al., 2019), d'autres études



1 ont mis en évidence que l'activité des neurones miroirs était corrélée au degré d'habileté des  
2 participants pour l'action observée (Calvo-Merino et al., 2005). Il est ainsi possible que les  
3 neurones miroirs des participants étaient peu voire pas activés (Rizzolatti et al., 1996) lors de  
4 l'observation des actions motrices du modèle qu'ils n'avaient pas l'habitude d'exécuter  
5 régulièrement. De plus et comme précédemment évoqué, il est possible que les participants  
6 aient eu besoin d'une plus grande quantité de séances de pratique (i.e., essais physiques plus  
7 OM) pour améliorer leurs performances. En effet, de par les contraintes institutionnelles  
8 (disponibilités des infrastructures et des étudiants) mais également à cause de la pandémie et  
9 des restrictions sous-jacentes (i.e., confinement), le nombre de séances de pratique  
10 initialement programmé à 8 a été diminué de moitié. Bien que ce nombre de séances (i.e., N =  
11 6), dont les premières et dernières étaient utilisées pour réaliser les pré-tests et post-tests, soit  
12 cohérent avec celui dont disposent généralement les professeurs d'EPS en milieu scolaire et  
13 universitaire, des travaux de recherches supplémentaires incluant un nombre plus conséquent  
14 de séances d'acquisition semblent nécessaires.

15 Il est également possible que le type de modèle (i.e., modèle expert), utilisé dans cette  
16 étude, n'était pas le plus adéquat. En effet, bien que Ste-Marie et al. (2012) aient révélé des  
17 résultats contradictoires dans la littérature concernant notamment les effets du type de modèle  
18 utilisé dans le cadre de l'OM sur la performance motrice (e.g., Clark & Ste-Marie, 2007 ;  
19 George, Feltz, & Chase, 1992 ; Gould & Weiss, 1981 ; Weir & Leavitt, 1990), les résultats de  
20 l'étude Giannousi et al. (2017) semblent apporter des arguments en faveur de l'utilisation du  
21 modèle de soi (e.g., vidéo de sa propre performance). En effet, les auteurs ont montré que le  
22 modèle de soi était la stratégie d'apprentissage la plus efficace pour améliorer la technique de  
23 nage chez des débutants en comparaison notamment avec l'OM utilisant comme modèle un  
24 nageur expert ou l'absence d'OM (condition contrôle). Cependant, ces résultats sont à  
25 nuancer étant donné l'absence de différence significative de performance entre les groupes

1 expérimentaux, concernant le temps des participants pour les 25 mètres réalisés lors des post-  
2 tests, que l'on retrouve également dans de précédents travaux de recherche (e.g., Emmen et  
3 al., 1985 ; Weir & Leavitt, 1990). Par contre, Hatchi et Robin (2022) ont récemment montré  
4 l'intérêt du modèle de soi dans le cadre de l'amélioration de la performance du lancer franc au  
5 basket chez des collégiens et dans le cadre de la natation, Clark et Ste-Marie (2007) ont  
6 observé des effets positifs sur l'amélioration des techniques de nage chez des jeunes enfants.  
7 Bien que l'utilisation de la « vidéo de soi » soit plus complexe à mettre en œuvre, notamment  
8 dans le cas de l'enseignement de l'EPS (e.g., effectifs importants, beaucoup de matériel  
9 nécessaire, temps pour filmer, pour réaliser des montages qui peuvent difficilement être faits  
10 in situ, ...), d'autres travaux de recherche sont nécessaires pour étudier spécifiquement  
11 l'influence des différents types de modèles sur les performances de nage.

12 Cette étude avait également pour but d'évaluer les effets de la combinaison de FB,  
13 d'OM vidéo et d'IM sur les performances des étudiants non-experts en natation. Les résultats  
14 de cette étude montrent qu'en plus d'avoir amélioré leur vitesse de coulée comme l'ensemble  
15 des participants de cette étude, les étudiants qui ont bénéficié de l'IM en plus de l'OM et du  
16 FB (i.e., groupe FB+OM+IM) ont été les seuls à améliorer leur performance entre le pré-test  
17 et le post-test en diminuant leur temps de réalisation d'un 25 mètres nage libre départ plongé,  
18 ce qui confirme notre seconde hypothèse. Les résultats de cette étude originale confirment  
19 également les résultats obtenus dans des études montrant les bénéfices de la combinaison  
20 d'OM et d'IM sur la performance motrice en golf (McNeill et al., 2020), en lancer de  
21 fléchettes (Romano-Smith et al., 2018), en football (Robin et al., 2020b), en basketball  
22 (Hatchi & Robin, 2022) ou en musculation (Wright & Smith, 2009). Il semble également que  
23 le traitement des FB d'un expert (i.e., professeur d'EPS ou entraîneur) puisse contribuer à  
24 l'efficacité de l'OM (Ste-Marie, Clark, & 2002) principalement lorsqu'il est combiné avec  
25 l'IM. Le fait que le nombre de FB reçu était similaire pour tous les participants semble

1 indiquer que ce n'est pas la quantité de FB qui pourrait expliquer la différence de performance  
2 entre les trois groupes expérimentaux. Comme les participants de cette étude étaient des  
3 nageurs non-expérimentés n'ayant pas développé une représentation mentale « optimale » des  
4 actions motrices (Frank et al., 2014 ; Jeannerod, 2001), il est possible que l'OM vidéo et l'IM  
5 de la tâche à réaliser (i.e., 25 mètres départ plongé) puissent être plus efficaces si elles  
6 étaient précédées de FB extrinsèques. Le fait que la performance (i.e., temps au 25 mètres) du  
7 groupe FB soit restée stable entre les pré- et post-test, alors que celle du groupe FB+OM+IM  
8 a augmenté, pourrait être dû au fait que les participants solliciteraient, lors de l'IM réalisée  
9 après l'OM, une représentation mentale « corrigée » des actions motrices (e.g., plongeon,  
10 coulée, reprise de nage...) grâce au traitement des feedbacks de l'entraîneur (Robin et al.,  
11 2020a) permettant la mise à jour des modèles internes (Kilteni et al., 2018 ; Ruffino et al.,  
12 2021). Il est ainsi possible que les participants du groupe FB+OM+IM, aient intégré dans leur  
13 représentation mentale du départ plongé une coulée plus longue, qui leur a permis  
14 d'améliorer leur performance sur 25 mètres. Des travaux de recherche supplémentaires,  
15 utilisant des groupes les plus homogènes possibles pour limiter les effets des variabilités inter-  
16 individuelles, sont nécessaires pour tester cette hypothèse. Cependant, comme la combinaison  
17 de pratique physique, de FB, d'OM et d'IM était la condition la plus efficace, nous pourrions  
18 suggérer aux entraîneurs d'adapter leurs séances d'entraînement en incorporant l'OM et l'IM  
19 en plus des FB qu'ils ont l'habitude de donner aux pratiquants, en particulier lorsqu'ils  
20 disposent de faibles durées d'interventions (e.g., 6-10 semaines). Des recherches futures sont  
21 nécessaires pour confirmer l'effet bénéfique de la combinaison de FB, d'OM et d'IM en  
22 modulant notamment les types de modèles comme suggéré par McNeill et al. (2020).

23           Enfin, il est important de noter que la présente étude n'est pas exempte de  
24 limites. En effet, bien que les effectifs dans chacun des groupes expérimentaux ( $N \geq 15$   
25 participants) soient similaires à ceux généralement observés dans les études utilisant des

1 protocoles expérimentaux similaires (e.g., Schuster et al., 2011), le nombre important de  
2 participants dont les données ont été exclues des analyses statistiques s'explique notamment  
3 par les mesures de fermetures administratives de la piscine causée par la pandémie liée au  
4 COVID-19 qui n'ont permis de réaliser les post-tests que sur une seule matinée (au lieu des  
5 deux initialement prévues et programmées) et qui ont limité la durée de la phase d'acquisition.  
6 De plus, l'absence d'un groupe expérimental qui n'aurait réalisé que la pratique physique et  
7 n'aurait pas reçu de FB de l'entraîneur pourrait également être considérée comme une limite.  
8 Cependant, cette étude a été réalisée en situation écologique avec des étudiants de l'Université  
9 inscrits dans un cours de pratique de natation. Il n'aurait pas été concevable que certains  
10 d'entre eux ne reçoivent aucun FB, sachant que les professeurs d'EPS et les entraîneurs en  
11 donnent très fréquemment dans leurs pratiques professionnelles respectives notamment en  
12 natation avec des non-expérimentés et qu'une absence d'évolution de performance (e.g., score  
13 sur la technique gestuelle et vitesse sur un 25 mètre) a été mise en évidence avec un groupe  
14 contrôle composé de novices ne bénéficiant pas de FB (Giannousi et al., 2017). Enfin, nous  
15 aurions pu également mesurer l'angle d'entrée dans l'eau afin de donner des feedbacks in situ  
16 aux étudiants comme dans l'étude de Potdevin et al. (2018) avec des élèves réalisant un appui  
17 tendu renversé. Cependant, il serait très compliqué d'utiliser un dispositif similaire alors que  
18 nous ne disposions que d'une piscine d'extérieure. Nous avons également souhaité réaliser  
19 cette étude en situation écologique afin que des enseignants puissent la reproduire notamment  
20 avec des élèves auxquels seraient donnés des rôles sociaux : chronométreurs (temps de coulée  
21 et/ou de nage), mesureurs (relevant les distances de coulées)... Enfin, il avait été fait le choix  
22 de donner des feedbacks sur l'impulsion, l'orientation de la poussée, la pénétration et la  
23 coulée, et donner des feedbacks supplémentaires pourrait nuire à l'apprentissage de par des  
24 ressources attentionnelles et une capacité de traitement des informations limitées liées à leur  
25 faible degré d'expertise dans la tâche (Schmidt & Lee, 1999). La pertinence de mesurer et

1 communiquer l'angle d'entrée dans l'eau, avec des débutants, pourrait être questionnée et  
2 faire l'objet de travaux de recherches supplémentaires.

### 3 **Conclusion**

4 Pour conclure, les résultats obtenus dans cette étude mettent en évidence l'effet  
5 bénéfique de la combinaison de feedbacks verbaux, d'observation d'un modèle vidéo et  
6 d'imagerie motrice, sur la performance de nage chez des non-experts réalisant des 25 mètres,  
7 en crawl, chronométrés avec départs plongés. Cette étude souligne l'intérêt de combiner les  
8 stratégies d'apprentissage notamment lorsque l'on dispose de courtes sessions d'apprentissage  
9 en natation. D'autres travaux de recherche sont nécessaires afin d'investiguer des variables  
10 supplémentaires comme l'angle d'entrée dans l'eau mais également afin de tester si d'autres  
11 modalités d'imagerie (e.g., kinesthésique et visuelle interne) pourraient être plus efficaces que  
12 l'imagerie visuelle externe qui, lorsqu'elle est combinée à la vidéo d'un modèle, représente  
13 une modalité comparable. Bien qu'il paraisse important de réaliser des expérimentations en  
14 situations écologiques, les risques de réduire la fiabilité des résultats représentent une limite  
15 de par une potentielle augmentation de la variabilité des mesures. C'est pourquoi un  
16 complément expérimental de laboratoire devrait être envisagé afin de confirmer les résultats  
17 obtenus, en condition réelle, dans cette étude.

18

### 19 **References**

20 Bandura, A. J. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*.

21 Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

22 Blandin, Y. (2002). L'apprentissage par observation d'habiletés motrices : un processus

23 d'apprentissage spécifique ? *L'année psychologique*, 102(3), 523–554.

24 Calvo-Merino, B., Glaser, D. E., Grèzes, J., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2005). Action

25 observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cerebral*

- 1           *cortex*, 15(8), 1243–1249. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi007>
- 2 Clark, S. E., & Ste-Marie, D. M. (2007). The impact of self-as-a-model interventions on  
3 children's self-regulation of learning and swimming performance. *Journal of Sports*  
4 *Sciences*, 25, 577–586. <https://doi.org/10.1080/02640410600947090>
- 5 Di Rienzo, F., Blache, Y., Kanthack, T. F. D., Monteil, K., Collet, C., & Guillot, A. (2015).  
6 Short-term effects of integrated motor imagery practice on muscle activation and force  
7 performance. *Neuroscience*, 305, 146–156.  
8 <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.07.080>
- 9 Eaves, D., Riach, M., Holmes, P., & Wright, D. (2016). Motor imagery during action  
10 observation: A brief review of evidence, theory and future research opportunities.  
11 *Frontiers in Neurosciences*, 10, 514. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00514>
- 12 Emmen, H. H., Wesseling, L. G., Bootsma, R. J., Whiting, H. T. A., & Van Wieringen, P. C.  
13 W. (1985). The effect of video-modelling and video-feedback on the learning of the  
14 tennis service by novices. *Journal of Sports Sciences*, 3, 127–138.  
15 <https://doi.org/10.1080/02640418508729742>
- 16 Frank, C., Land, W., Popp, C., & Schack, T. (2014). Mental representation and mental  
17 practice: Experimental investigation on the functional links between motor memory  
18 and motor imagery. *PLoS ONE*, 9(4), e95175.  
19 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095175>
- 20 George, T. R., Feltz, D. L., & Chase, M. A. (1992). Effects of model similarity on self-  
21 efficacy and muscular endurance: A second look. *Journal of Sport and Exercise*  
22 *Psychology*, 14, 237–248. <https://doi.org/10.1123/jsep.14.3.237>
- 23 Giannousi, M., Mountaki, F., & Kioumourtzoglou, E. (2017). The effects of verbal and visual  
24 feedback on performance and learning freestyle swimming in novice  
25 swimmers. *Kinesiology*, 49(1), 65–73.

- 1 Gould, D., & Weiss, M. R. (1981). Effects of model similarity and model talk on self-efficacy  
2 and muscular endurance. *Journal of Sport Psychology*, 3, 17–29.
- 3 Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in  
4 sport: A review and theoretical investigation of motor imagery use. *International*  
5 *Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 31–44.  
6 <https://doi.org/10.1080/17509840701823139>
- 7 Harwood, C. G., & Thrower, S. N. (2019). Performance enhancement and the young athlete:  
8 mapping the landscape and navigating future directions. *Kinesiology Review*, 8(3),  
9 171–179. <https://doi.org/10.1123/kr.2019-0026>
- 10 Hatchi, V., & Robin, N. (2022). Apprentissage par observation combiné à l'imagerie motrice :  
11 influence du type de modèle vidéo sur la performance du lancer franc au basket-ball  
12 chez des collégiens. *STAPS*.
- 13 Holmes, P., & Calmels, C. (2008). A neuroscientific review of imagery and observation use in  
14 sport. *Journal of Motor Behavior*, 40, 433–445.
- 15 Janelle, M., Champenoy, D., Coombes, A., & Mousseau, B. M. (2003). Mechanisms of  
16 attentional cueing during observational learning to facilitate motor skill acquisition.  
17 *Journal of Sport Sciences*, 21, 825–838.  
18 <https://doi.org/10.1080/0264041031000140310>
- 19 Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor  
20 cognition. *Neuroimage*, 14, 103–109. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0832>
- 21 Kernodle, M. W., & Carlton, L. G. (1992). Information feedback and the learning of multiple  
22 degree of freedom activities. *Journal of Motor Behaviour*, 24, 187–196.  
23 <https://doi.org/10.1080/00222895.1992.9941614>
- 24 Kernodle, M. W., Johnson, R., & Arnold, D. R. (2001). Verbal instruction for correcting  
25 errors versus such instructions plus videotape replay on learning the overhead throw.

- 1           *Perceptual and Motor Skills*, 92, 1039–1051.
- 2   Kilteni, K., Andersson, B. J., Houborg, C., & Ehrsson, H. H. (2018). Motor imagery involves  
3           predicting the sensory consequences of the imagined movement. *Nature*  
4           *communications*, 9(1), 1617. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03989-0>
- 5   Landin, D. (1996). The role of verbal cues in skill learning. *Quest*, 46, 299–313.  
6           <https://doi.org/10.1080/00336297.1994.10484128>
- 7   Maleki, F., Shafie Nia, P., Zarghami, M., & Neisi, A. (2010). The comparison of different  
8           types of observational training on motor learning of gymnastic handstand. *Journal of*  
9           *Human Kinetics*, 26, 13–19.
- 10   McCullagh, P., & Weiss, M. R. (2001). Modeling: Considerations for motor skill performance  
11           and psychological responses. In R.N. Singer, H.A. Hausenblas & C.M. Janelle (Eds.),  
12           *Handbook of sport psychology*, 2<sup>nd</sup> ed. (pp. 205-238). New York: John Wiley & Sons.
- 13   McNeill, E., Ramsbottom, N., Toth, A., Campbell, M. (2020). Kinaesthetic imagery ability  
14           moderates the effect of an AO+MI intervention on golf putt performance: A pilot  
15           study. *Psychology of Sport and Exercise*, 46, 101610.  
16           <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101610>
- 17   Norris, M. L. (2013). Developing a culture of trust among novice swimmers. *International*  
18           *Journal of Aquatic Research and Education*, 7(1), 8.  
19           <https://doi.org/10.25035/ijare.07.01.08>
- 20   Perez, P., Llona, S., Brizuela, G., & Encornación, A. (2009). Effects of three feedback  
21           conditions on aerobic swim speeds. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 30–36.
- 22   Potdevin, F., Vors, O., Huchez, A., Lamour, M., Davids, K., & Schnitzle, C. (2018). How can  
23           video feedback be used in physical education to support novice learning in  
24           gymnastics? Effects on motor learning, self-assessment and motivation. *Physical*  
25           *Education and Sport Pedagogy*, 23(6), 559–574. doi:10.1080/17408989.2018.1485138



- 1 Post, P., Muncie, S. & Simpson, D. (2012). The Effects of Imagery Training on Swimming  
2 Performance: An Applied Investigation. *Journal of Applied Sport Psychology*, (3),  
3 323–337.
- 4 Rizzolati, G., Fadiga, L., Matelli, M., Bettinardi V., Paulesu, E., Perani, D., & Fazio, F.  
5 (1996). Localization of grasp representations in humans by PET, Part 1: Observation  
6 versus execution. *Experimental Brain Research*, 111, 246–252.
- 7 Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror  
8 circuit: Interpretations and misinterpretations. *Nature Review in Neuroscience*, 11,  
9 264–274. <https://doi.org/10.1038/nrn2805>
- 10 Robin, N., Toussaint, L., Joblet, E., Roublot, E., & Coudeville, G.R. (2020a). The Beneficial  
11 influence of combining motor imagery and coach’s feedback on soccer pass accuracy  
12 in intermediate players. *Journal of Motor Learning and Development*, 8(2), 262-279.
- 13 Robin, N., Joblet, E., Roublot, E., & Coudeville, G.R. (2020b). The Beneficial effect of  
14 combining feedback, observational learning and motor imagery on football pass  
15 performance. *Motricidade*, 16(1), 55-65.
- 16 Robin, N., Coudeville, G. R., Guillot, A., & Toussaint, L. (2020c). French translation and  
17 validation of the Movement Imagery Questionnaire–third Versiosn (MIQ-3f).  
18 *Movement and Sport Science*, 108, 23–31. <https://doi.org/10.1051/sm/2019035>
- 19 Robin, N., Dominique, L., Toussaint, L., Blandin, Y., Guillot, A., & Le Her, M. (2007).  
20 Effects of motor imagery training on service return accuracy in tennis: The role of  
21 imagery ability. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5, 175–186.  
22 <https://doi.org/10.1080/1612197X.2007.9671818>
- 23 Robin, N., Toussaint, L., Charles-Charlery, C., & Coudeville, G.R. (2019). Free throw  
24 performance in intermediate basketball players: The effect of dynamic motor imagery  
25 with and without a video of a model. *Learning and Motivation*, 68.

- 1 Romano-Smith, S., Wood, G., Wright, D. J., & Wakefield, C. J. (2018). Simultaneous and  
2 alternate action observation and motor imagery combinations improve aiming  
3 performance. *Psychology of Sport and Exercise*, *38*, 236–252.  
4 <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.003>
- 5 Ruffino, C., Rannaud Monany, D., Papaxanthis, C., Hilt, P. M., Gaveau, J., & Lebon, F.  
6 (2022). Smoothness discriminates physical from motor imagery practice of arm  
7 reaching movements. *Neuroscience*, *483*, 24–31.  
8 <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2021.12.022>
- 9 Salmoni, A. W., Schmidt, R. A., & Walter, C. B. (1984). Knowledge of results and motor  
10 learning: A review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, *95*, 355–386.  
11 <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.95.3.355>
- 12 Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (3rd  
13 Eds), Champaign, IL: Human Kinetics.
- 14 Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., ... & Ettlin, T.  
15 (2011). Best practice for motor imagery: A systematic literature review on motor  
16 imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine*, *9*, 75.  
17 <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-75>
- 18 Sheard, M., & Golby, J. (2006). Effect of a psychological skills training program on  
19 swimming performance and positive psychological development. *International Journal*  
20 *of Sport and Exercise Psychology*, *4*, 149–169.
- 21 Southgate, V., Johnson, M. H., Osborne, T., & Csibra, G. (2009). Predictive motor activation  
22 during action observation in human infants. *Biology letters*, *5*(6), 769–772.  
23 <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0474>
- 24 Ste-Marie, D. M., Clark, S. E., & Latimer, A. E. (2002). Contributions of attention and  
25 retention processes in the observational learning of a motor skill by children. *Journal*

- 1           *of Human Movement Studies*, 42, 317–333.
- 2 Ste-Marie, D. M., Law, B., Rymal, A. M., Jenny, O., Hall, C., & McCullagh, P. (2012).  
3           Observation interventions for motor skill learning and performance: An applied model  
4           for the use of observation. *International Review of Sport Exercise Psychology*, 5, 145–  
5           176. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2012.665076>
- 6 Swinnen, S., Schmidt, R. A., Nicholson, D. E., & Shapiro, D. C. (1990). Information  
7           feedback for skill acquisition: Instantaneous knowledge of results degrades learning.  
8           *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 706–716.  
9           <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.706>
- 10 Thow, J. L., Naemi, R., & Sanders, R. H. (2012). Comparison of modes of feedback on glide  
11           performance in swimming, *Journal of Sport Sciences*, 30, 43–52.
- 12 Toth, A. J., McNeill, E., Hayes, K., Moran, A. P., & Campbell, M. (2020). Does mental  
13           practice still enhance performance? A 24 year follow-up and meta-analytic replication  
14           and extension. *Psychology of Sport and Exercise*, 48, 101672.  
15           <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101672>
- 16 Tzetzis, G., Votsis, E., & Kourtessis, T. (2008). The effect of different corrective feedback  
17           methods on the outcome and self-confidence of young athletes. *Journal of Sports  
18           Science and Medicine*, 7, 371–378.
- 19 Weir, P., & Leavitt, J. (1990). Effects of model's skill level and model's knowledge of results  
20           on the performance of a dart throwing task. *Human Movement Science*, 9, 369–383.  
21           [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(90\)90009-3](https://doi.org/10.1016/0167-9457(90)90009-3)
- 22 Wild, K. S., Poliakoff, E., Jerrison, A., & Gowen, E. (2010). The influence of goals on  
23           movement kinematics during imitation. *Experimental Brain Research*, 204(3), 353–  
24           360. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-2034-8>
- 25 Winstein, C., & Schmidt, R. A. (1990). Reduced frequency of knowledge of results enhances

- 1 motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology*, 16, 677–691.  
2 <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.677>
- 3 Wright, C. J., & Smith, D. (2009). The effect of PETTLEP imagery on strength performance.  
4 *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7, 18–31.  
5 <https://doi.org/10.1080/1612197X.2009.9671890>
- 6 Zatoń, K., & Szczepan, S. (2014). The impact of immediate verbal feedback on the  
7 improvement of swimming technique. *Journal of human kinetics*, 41, 143–154.  
8 <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0042>