



HAL
open science

La natation sportive peut-elle encore évoluer ?

Luc Collard

► **To cite this version:**

Luc Collard. La natation sportive peut-elle encore évoluer ?. Revue Hyper-EPS, 2005, 231, pp.18-22.
hal-03725120

HAL Id: hal-03725120

<https://hal.science/hal-03725120>

Submitted on 16 Jul 2022

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.

LA NATATION SPORTIVE PEUT-ELLE ENCORE ÉVOLUER ?

Luc Collard¹

Résumé : En bridant le droit aux ondulations sous-marines, la Fédération Internationale de natation limite les performances des participants. C'est ce que révèle une expérience portant sur 22 nageurs cherchant à maximiser leurs performances en ondulations, en crawl bras tendus et en nage libre sur 12,5 mètres, appuyée de l'analyse des actions motrices des champions Européens d'hier et d'aujourd'hui. Ces observations tendent à conforter les positions théoriques de chercheurs Américains selon lesquelles les forces de « portance » sont plus rentables dans la propulsion aquatique que les forces de « traînées ». L'hypothèse avancée ici est que l'amélioration des performances aquatiques se fera par des immersions de plus en plus prononcées ; à condition que les règlements sportifs cessent de dresser les nageurs à rester en surface.

1. Introduction. L'apogée des règles ?

Les dernières prescriptions réglementaires éditées par la FINA² (Fédération Internationale de Natation Amateur) correspondent à des évolutions mineures. Pour la livrée 2002-2005, le nageur n'a droit qu'à un seul départ pour sa course (règle SW 4.4) ; en dos, un coup de sifflet demande aux nageurs dans l'eau de se mettre en position aux étriers (SW 4.2), à l'arrivée, il est accepté que le corps soit complètement immergé (SW 6.5) ; en papillon les mouvements des jambes en ciseaux de brasse sont interdits (SW 8.3) ; en brasse les coudes peuvent sortir de l'eau après la dernière traction avant le virage (SW 7.3). Ces règles viennent globalement rattraper et affiner les usages sportifs de haut niveau. Dans la seconde moitié du XXème siècle, les 4 nages semblent avoir atteint une sorte de maturité technique et réglementaire. Ces dernières années les ajustements sont surtout allés dans le sens des tendances des pratiques effectives (tête et mains sous et sur l'eau en brasse, culbute ventrale en dos, etc.)... sauf bizarrement pour les ondulations du corps dans l'eau qui, bien que de plus en plus utilisées par les nageurs, sont frappées d'interdit. Etonnant ?

En brasse, l'action des jambes vers le bas type « dauphin » est proscrite (SW 7.5) et, après le plongeon et en reprise de nage aux virages, seul un cycle et demi de brasse est autorisé avant de refaire surface (SW 7.7) : impossible donc d'utiliser d'ondulations. Ces règles sont, dans les faits, fréquemment bafouées. Si le règlement stipule que les mouvements du train inférieur « vers le bas » ne sont pas autorisés, il ne dit rien à l'égard des mouvements « vers le haut ». Les nageurs le savent bien qui usent du « up » ondulateur en sachant qu'inévitablement, une fois légalement en l'air, les jambes devront bien redescendre... Cette fois-ci, la FINA ne transforme pas le règlement dans le sens des usages mais disqualifie les contrevenants. En papillon, l'impossibilité de replonger entre deux cycles (SW 8.5) et surtout l'interdiction récente d'onduler au-delà des 15m au départ et en reprise de nage (SW 8.5) réfrènent une technique qui tire pourtant sa quintessence des immersions. D'ailleurs, avant cette dernière règle, les meilleurs nageurs des années 90, comme le Russe Pankratov, allaient jusqu'à 20 voire 25m en ondulations, en immersion complète. Lorsqu'à l'instar du dos, cette limite d'immersion fut imposée, Pankratov, jeune champion du monde en titre, mit un terme à sa carrière. En dos justement, on pouvait encore voir aux JO d'Atlanta, en 1984, la plupart des finalistes du 100 et 200m faire surface au-delà des 15m... L'épreuve de « nage libre » enfin, jusqu'ici réalisée en crawl, justifie assez mal son nom. Elle confirme cette limitation à 15m et rend impossible

¹ Agrégé d'Education Physique et Sportive, Maître de Conférences Habilité à Diriger des Recherches à la Faculté des Sciences du Sport de l'Université de Picardie Jules Verne – Allée Paschal Grousset – 80025 Amiens cedex 1 – France.

² FINA, « Règlement de la natation. Direction des compétitions », nouveau règlement 2002-2005.

l'immersion complète après avoir fait surface. Pourquoi la FINA opère-t-elle un tel bridage ? De quoi a-t-elle peur ? Pourquoi dans une dynamique de libération des conduites aquatiques observe-t-on un tel musellement des ondulations sous-marines ? Les déplacements du corps de haut en bas sont-ils moins propulsifs que les actions d'avant en arrière qui justifient un tel renoncement ?

2. Des ondulations sujettes à caution.

L'évolution des techniques découle logiquement d'une recherche constante d'amélioration des performances. C'est ce qui amène les premiers nageurs de compétition à quitter la coordination sécuritaire de brasse à la fin du XIX^{ème} siècle pour passer à une nage alternée particulièrement efficace : le crawl. Le dos suivra cette évolution en passant du dos brassé en simultané – utilisé aux JO de 1900 – au dos crawlé encore pratiqué de nos jours. La brasse, en tant que technique de nage à part entière ne fut introduite qu'après ; aux JO de 1904. Façonnée pour le sauvetage plus que pour la compétition elle restera toujours dans l'ombre des nages alternées. Dès 1926, lors d'une épreuve de brasse, l'ingénieux nageur Rademacher se mit à ramener les bras vers l'avant au-dessus de l'eau afin d'offrir moins de résistance à l'avancement. En finale des JO d'Helsinki en 1952, tous les nageurs de brasse avaient adopté cette nouvelle coordination. La FINA décida en 1953 d'en faire une nouvelle nage : le papillon, avec ciseaux de brasse des jambes et propulsion bras jusqu'aux cuisses suivie d'un retour aérien.

Ce rapide survol laisse apparaître l'absence d'ondulations type « dauphin » dans l'émergence des 4 techniques de nage. Il faudra attendre les années 60 pour les voir s'immiscer dans la coordination papillon à la place des traditionnels ciseaux de brasse qui ont contre eux le fait de générer des trous moteurs lors du remplacement des pieds vers l'avant. Quant aux brasseurs, ils se risquèrent jusqu'en 1957 à une exploration plus ou moins réussie des profondeurs avant que la FINA ne les rappelle à l'ordre. En somme, on peut mettre à l'actif des derniers ajustements réglementaires qu'ils perpétuent l'esprit originaire de la natation sportive. Les 4 nages se sont développées sans l'aide d'ondulations.

Par ailleurs, les ondulations sous-marines sont peu spectaculaires, elles ne se donnent pas à voir. Les gradins de toutes les piscines olympiques de la planète sont surélevés. Il faudrait mettre le public au sec sous la surface de l'eau pour qu'il profite de ce spectacle subaquatique. Techniquement, cela est aujourd'hui possible avec les nouveaux matériaux. En squash, par exemple, pour les grandes compétitions, les parois des 4 murs sont en plexiglas ce qui permet aux spectateurs de venir plus nombreux encercler le terrain. Mais le coût de telles transformations en piscine serait démesuré vu l'engouement médiatique limité pour ce sport. Mieux vaut « dresser » les nageurs à rester le plus possible en surface.

Et puis n'est-il pas plus rentable de pousser l'eau d'avant en arrière plutôt que de haut en bas et de bas en haut ? Les ondulations « dauphin » apparaissent pour le profane et pour de nombreux spécialistes comme un élément annexe de la propulsion, un petit plus du style de tel ou tel nageur. Le problème de la technique n'est pas simplement un problème technique souligne avec à-propos Pierre Parlebas³ (1984, p. 20). Les modèles de machines qui nous entourent et qui sont largement diffusés vont clandestinement déterminer tout regard porté sur les techniques sportives. Le modèle de la rame ou de la roue à aube qui pioche l'eau vers l'avant pour l'accélérer vers l'arrière est le mieux implanté dans notre « pré-conscience » collective.

Sur le plan scientifique ou pseudo-scientifique, les justifications ne manquent pas. Paraphrasant le célèbre physiologiste Marey – dont la première phrase du livre : *La machine animale* (1873) est révélatrice à cet égard : « Bien souvent et à toutes les époques, on a comparé les êtres vivants aux machines » ; cette « comparaison des animaux aux machines

³ Parlebas, P., « La dissipation sportive » in *Revue Culture technique* N°13, 1985.

n'est pas seulement légitime, elle est aussi d'une utilité extrême »... - l'expert en pédagogie Raymond Catteau⁴ (1997) rappelle que la meilleure façon de nager est encore la nôtre, c'est de mettre un bras devant l'autre et de recommencer... On applique ainsi la 3^{ème} Loi de Newton : « à toute action correspond une réaction égale et opposée ».

Par contre, dans le cas de l'ondulation d'un expert dans un plan vertical, de haut en bas par exemple, la réaction qui en découle ne lui est pas opposée (de bas en haut), sinon il n'avancerait pas, il serait poussé à la surface. La force de « portance » générée par les ondulations est de fait orientée vers l'avant à environ 90° des pressions exercées du haut vers le bas par le corps. La théorie de « l'action/réaction » ne fonctionne que pour les forces propulsives de « traînées », à l'instar du mouvement rectiligne de la rame dans l'eau.

De fait, certains auteurs évoquent des modèles de machine différents dans l'explication de la propulsion du nageur. C'est le cas de Schleihauf⁵ (1978), et de façon plus nuancée de Costill & Maglischo⁶ (1992), et du Français Didier Chollet⁷ (1997), qui invoquent le fonctionnement de l'aile en aéronautique et de l'hélice comme des modes mécaniques particulièrement rentables voire plus rentable que la rame ou la roue à aube dans la propulsion... Déplaçant beaucoup moins d'eau vers l'arrière qu'une roue à aube, la vis d'Archimède puis l'hélice à pales multiples que nous connaissons aujourd'hui – valorisant quasi-exclusivement les mécanismes de dépression et les forces de portance qui en découlent – ne se sont-elles pas imposées en mer et dans les airs ?

Le conflit fait rage. Il y a les partisans de la « portance », comme Schleihauf, qui pensent que les nageurs utilisent majoritairement les forces générées par les différences de pression qui se créent de part et d'autres des appuis pour avancer ; ceux-ci s'opposent aux adeptes de la « traînée », comme Catteau, qui misent tout sur le bon sens de « l'action/réaction ». Ce dernier n'hésite pas à titrer un de ses articles par une phrase sans ambiguïté : « La théorie de la portance n'est pas fondée »⁸ (1997, p. 75).

Au regard des actuelles prescriptions d'entraînement, les vainqueurs de ce dilemme sont sans aucun doute les défenseurs de Newton. Ils sont en cela incités par la FINA qui ne donne pas bonne presse aux ondulations, aux ennemis de « l'action/réaction ». Pourtant, le décodage des observations scientifiques de l'entraîneur Américain Counsilman⁹ (1977) laisse à penser qu'en bridant moins les mécanismes de portance, les performances en natation pourraient très bien s'améliorer, indépendamment des qualités physiques et anthropométriques des nageurs. Ne voilà-t-il pas un sujet de recherche stimulant pour qui s'intéresse aux progrès de la natation sportive ?

3. Les révélations de l'inconscient moteur.

« L'inconscient moteur » est un concept avancé par Parlebas¹⁰ (1999) pour décrire notamment le fait qu'une partie seulement des opérations déclenchées par les conduites motrices (mobilisations segmentaires, trajets des appuis, etc.) fait l'objet d'une réelle « prise de conscience » chez les participants. Y compris chez les experts pourtant débarrassés des problèmes affectifs inhibiteurs. Le fait peut paraître surprenant. Comment des nageurs qui s'entraînent plusieurs heures par jour dans un milieu dépourvu d'incertitude peuvent-ils laisser

⁴ Catteau, R., « Vous avez dit : épistémologie ! » in *L'entraînement, réflexions méthodologiques*, Editions Atlantica, 1997.

⁵ Schleihauf, R.E., *Swimming propulsion: a hydrodynamic analysis*, Fort Lauderdale, Floride : American Swimming Coaches Association, 1978.

⁶ Costill, D.L., Maglischo, B.W., Richardson, A.B., *Swimming*, Blackwell Scientific Publications, 1992.

⁷ Chollet, D., *Natation sportive, approche scientifique*, Editions Vigot, 1997.

⁸ Op. cit. 3, p. 75.

⁹ Counsilman, J.E., *Competitive swimming manuel*, Indiana, Boomington, 1977.

¹⁰ Parlebas, P., *Jeux, sports et sociétés. Lexique de praxéologie motrice*, Editions INSEP, 1999.

place aux vastes zones d'ombre de l'inconscient ? C'est peut-être qu'ils ne perçoivent pas tant ce qui se trouve dans leur champ visuel que ce qu'ils savent devoir s'y trouver...

« J'ai eu l'occasion tout au cours de ma carrière d'entraîneur, rapporte Counsilman¹¹, de voir des nageurs qui avaient acquis une excellente technique et qui cependant n'avaient reçu l'aide d'aucun entraîneur ni de personne. Mark Spitz – qui remporta 7 médailles d'or aux JO de Munich en 1972 sur 100 et 200m nage libre et papillon en plus des 3 relais – pourrait servir d'excellent exemple dans ce cas. Lorsqu'il est venu me trouver et qu'il était encore en première année d'Université, poursuit Counsilman, il détenait déjà 2 records du monde et sa mécanique des mouvements de nage était presque parfaite. Lorsque je lui ai demandé comment il effectuait sa traction puis poussée de bras en crawl, il me l'a décrite comme étant une poussée, le coude presque droit sous le milieu du corps. Or les films sous-marins pris de cette action propulsive ont, au contraire, montré qu'il utilisait une poussée sinueuse et que ses coudes allaient jusqu'à se plier à un angle de 90° » (1977, p. 89). Sans le savoir, le champion le plus titré de la natation utilisait, par de multiples godilles, les forces de « portance » permises par la mobilité en 3 dimensions des mains sur l'avant-bras, de l'avant-bras sur le bras et du bras sur l'épaule. A vrai dire, jamais on n'a vu un nageur même moyen procéder autrement. Mais les présumés ont la vie belle et malgré les kilomètres de pratique, les nageurs non-informés, continuent à affirmer qu'ils se déplacent selon le principe « d'action/réaction ». Ils peuvent même intentionnellement opter pour cette forme d'exécution dans l'eau ; mais la recherche d'efficacité conduira leur inconscient moteur à privilégier les oscillations d'appui plutôt que les trajets en ligne droite. Tous les poissons et les mammifères marins se déplacent ainsi ; non pas en poussant l'eau d'avant en arrière, mais en ondulant dans un plan horizontal (pour les poissons) ou vertical (pour les mammifères). Les tortues luth et les phoques, qui se servent de leurs nageoires comme les nageurs de leurs bras, procèdent aussi à des godilles : leurs appuis s'écartent à l'horizontale vers l'extérieur et le haut, avant de fondre subrepticement sous leur corps en décrivant un « S ». Ils donnent l'impression de voler dans l'eau. Le barracuda, le requin maco et surtout l'espadon, champion du monde animal de sprint subaquatique (plus de 100 km/h), sont capables de prodigieuses accélérations par de quasi-invisibles balayages latéraux de leur queue. On croirait des torpilles télécommandées. Les dauphins et les orques dont la nageoire caudale est incurvée vers l'avant et le bas atteignent plus de 60 km/h lorsqu'ils chassent sans qu'eux non plus n'aient jamais à pousser l'eau directement vers l'arrière... Popov ou Phelps, par comparaison, dépassent péniblement les 7 km/h en crawl dans les épreuves les plus courtes...

A l'instar de ces animaux, les godilles des membres supérieurs des nageurs, tout comme leurs ondulations du train inférieur utilisent le principe de Bernoulli (1753). Ce principe stipule qu'il est plus rentable de s'appuyer sans cesse sur des masses d'eau inertes pour créer un maximum de dépolarisation (mécanisme de « portance »), plutôt que de chercher à tirer une même masse d'eau sur une grande distance (mécanisme de « traînée »). En effet, une même masse d'eau tirée en ligne droite vers l'arrière finit par atteindre une vitesse avoisinante de celle de la main. Cette dernière « dérape » littéralement sur des molécules d'eau qui l'accompagnent. Un peu comme dans les sables mouvants. Plus on s'appuie sur les mêmes strates de sable meubles, plus ces derniers se dérobent sous nos pieds.

Convaincu que Bernoulli a barre sur Newton, Schleihauf¹², compare au club aquatique de la Nouvelle Rochelle (USA) les forces mises en jeu lors de 3 coordinations de bras de brasse distinctes. La première est un mouvement ample (en largeur) mais raccourci (en longueur) ; la seconde est un mouvement allongé en longueur et en largeur ; et la troisième est mouvement étroit en largeur et en longueur. Des 3 coordinations, la première apparaît la plus puissante

¹¹ Op. cit. 8, p. 89.

¹² Op. cit. 8, pp. 184-191.

alors qu'elle est celle durant laquelle les mains sont le moins longtemps orientées vers l'arrière (du fait du caractère large mais court du mouvement). Mieux, dans les 3 cas, c'est précisément au moment où les mains poussent l'eau vers l'arrière – entre la godille extérieure et la godille intérieure du mouvement de brasse – que la contribution à la propulsion est la plus faible ! Et, comme si cela ne suffisait pas, c'est durant la godille intérieure, lorsque les mains orientées vers le corps avancent vers l'avant, que la puissance de nage est la plus grande ! Des 3 coordinations, les 2 favorisant la « traînée » (la seconde et la troisième) sont moins rentables que celle qui valorise la « portance » (la première). A ce moment de l'analyse, on regrette que les ondulations du corps – sièges de forces de « portance » – soient combattues sur le plan réglementaire... Les performances se voient injustement bridées sur l'autel d'un prêt-à-penser mécanique moins adapté – forces de « traînée ».

Pour autant, ces résultats majeurs n'ont pas entamé le moral des défenseurs de « l'action/réaction ». Comment peut-on en effet, à partir d'une telle étude segmentaire tirer des conclusions relatives à un ensemble, s'interroge Catteau¹³ ? Ce dernier n'a pas complètement tort. En choisissant comme point fixe la caméra, le trajet des mains semble allègrement godiller latéralement. Mais en prenant comme point fixe cette fois-ci l'épaule qui, rappelons-le avance durant le mouvement, la main décrit davantage une trajectoire « avant-arrière ». De quoi permettre à l'auteur de contrecarrer les adeptes de Bernoulli : « Les mouvements vus par la caméra ne sont pas toujours ceux que réalise le nageur »¹⁴ (p. 81)... et de relancer à nouveau le dilemme.

A vrai dire le débat a, jusqu'ici, opposé les modèles biomécaniques de référence plutôt que l'incidence effective de ces derniers sur la maîtrise instrumentale des nageurs. Par métaphore, on peut dire que ce n'est pas parce que Mark Spitz avait lu assidûment Bernoulli qu'il a remporté ses 7 médailles d'or, mais peut-être parce que ses godilles étaient plus efficaces qu'une action linéaire de ses bras... Or cela, ni Counsilman, ni Catteau n'ont cherché à le vérifier (en chronométrant par exemple Spitz nageant bras tendus). Ce qui les intéresse c'est plus de renforcer leurs prénotions de la natation par un label scientifique de bonne facture que de façonner une théorie scientifique de la natation à partir d'une analyse des logiques motrices décryptées en milieu aquatique.

Avec beaucoup de verve, Catteau reproche aux défenseurs de la portance de se réfugier dans « une conception descriptive de la technique liée à la seule prise en compte des aspects visibles »¹⁵ (p. 84)... juste après avoir expliqué, 4 pages plus tôt, que finalement, le modèle de la « cycloïde » (trajectoire d'un point donné de la circonférence lorsqu'un cercle se déplace par rotation sur une droite) était un phénomène « analogue à celui qui se produit lorsque la main du nageur décrit un mouvement approximativement circulaire tandis que le corps du nageur progresse »¹⁶ (p. 80)... Faites ce que je dis, pas ce que je fais ! Un plaquage théorique chasse l'autre.

Peut-être conviendrait-il de laisser la biomécanique au biomécanicien. Si l'un des objets de la mécanique est d'étudier les phénomènes inhérents à la propulsion qu'il s'agisse d'ailes, de pagaies ou de bras, il est par contre du ressort d'une praxéologie motrice d'étudier les conditions d'efficacité et les mises en œuvre des actions motrices aquatiques. On pourra alors éventuellement, dans un second temps et si cela est possible, donner tort ou raison à tel ou tel modèle appliqué aux conduites motrices avant même toute analyse.

¹³ Op. cit. 3, p. 78.

¹⁴ Op. cit. 3, p. 81.

¹⁵ Op. cit. 3, p. 84.

¹⁶ Op. cit. 3, p. 80.

4. Newton contre Bernoulli ?

Afin de mesurer l'efficacité des mouvements d'oscillation eu égard aux actions rectilignes, on imagine l'expérience suivante en bassin. On demande à des spécialistes de natation (22) d'une Faculté des sciences du sport de réaliser tour à tour le plus vite possible 12,5m en apnée dans 3 styles différents.

D'abord, en poussant du mur et en maintenant les bras tendus vers l'avant, ils doivent avancer par simples ondulations du corps. Dans ce cas, hormis l'impulsion de mise en action, seules les forces de « portance » sont propulsives puisqu'il n'y a pas d'orientation des surfaces motrices vers l'arrière. Les nageurs peuvent rester en surface ou s'immerger. La plupart d'entre eux choisiront de s'immerger (la résistance hydrodynamique à la surface est environ 20% plus faible qu'à une profondeur de 60cm¹⁷).

Dans un second temps, toujours après une impulsion de départ, les nageurs sont mis en demeure de crawler avec le dos de la main. On verrouille ainsi l'articulation du coude, ce qui oblige les participants à se servir de leurs bras comme d'une roue à aube. Les jambes doivent n'être qu'équilibratrices. A coup sûr la propulsion est alors exercée exclusivement par les forces de « traînée » ; les forces de portance antéropostérieures s'annulant dans ce type de mouvement circulaire. Il n'y a plus de godille. Moins familier que les ondulations, ce mode d'exécution nécessite un entraînement préalable des nageurs.

Nageurs	Temps ondulations	Temps bras tendus	d	d^2
1	10,21	9,81	0,4	0,16
2	9,33	9,16	0,17	0,0289
3	8,82	8,44	0,38	0,1444
4	8,69	8,59	0,1	0,01
5	8,5	8,31	0,19	0,0361
6	8,32	8,78	-0,46	0,2116
7	8,26	8,57	-0,31	0,0961
8	8,23	8,52	-0,29	0,0841
9	8,21	8,31	-0,1	0,01
10	7,74	8,24	-0,5	0,25
11	7,71	8,22	-0,51	0,2601
12	7,18	8,13	-0,95	0,9025
13	7,09	8,34	-1,25	1,5625
14	6,99	7,74	-0,75	0,5625
15	6,75	7,63	-0,88	0,7744
16	6,72	7,61	-0,89	0,7921
17	6,67	6,96	-0,29	0,0841
18	6,43	7,21	-0,78	0,6084
19	6,42	7,11	-0,69	0,4761
20	6,21	6,87	-0,66	0,4356
21	6,18	6,81	-0,63	0,3969
22	6,13	6,59	-0,46	0,2116
$N = 22$	$m_o = 7,58$	$m_b = 7,99$	$\sum d = -9,16$	$\sum d^2 = 8,098$

Tableau 1 : **Comparaison des temps réalisés sur 12,5m en ondulations et bras tendus.** La distance entre les deux tournois est significativement différente en faveur des ondulations, plus rapides.

¹⁷ Pelayo, P., Maillard, D., Rozier, D., Chollet, D., *Natation au collège et au lycée*, Editions Revue EP.S, 1999.

Enfin, dans un troisième passage chronométré, les nageurs ont tout loisir de parcourir les 12,5m « le plus vite possible », dans la nage de leur choix, en « nage libre », au vrai sens du terme. Le crawl sera la technique systématiquement privilégiée. Elle combine traînée propulsive et portance.

On utilise 2 chronomètres et le temps retenu sera la moyenne des 2 temps lus. Un obstacle vertical solide vient matérialiser « l'arrivée » des 12,5m afin d'accroître la précision des prises de temps.

Dans le tableau 1, on peut remarquer que seuls les nageurs les plus faibles – classés de 1 à 5 – réussissent mieux leur traversée avec le principe de la roue à aube, bras tendus. Pour les 17 autres, y compris les 5 meilleurs – classés de 18 à 22 – les actions de haut en bas et de bas en haut sont plus rentables que celles d'avant en arrière. L'hypothèse de Counsilman et de Schleihaut semble tenir ses promesses. En moyenne, les chronométrages réalisés révèlent que l'ondulation l'emporte sur la traction avec le dos de la main : 7,58 secondes contre 7,99. Dans ces 2 colonnes, les distributions de performance sont-elles significativement différentes ?

Nous utilisons le test t de Student-Fisher avec $n - 1$ degré de liberté, égal à $d \div [s_d \div \sqrt{n}]$, où d est la moyenne des écarts entre les 2 listes de performance (obtenu par $|\sum d| \div n = |-9,16|/22 = 0,416$) ; s_d , est l'écart-type de la liste des écarts entre les 2 épreuves (obtenu par $s^2_d = \{\sum d^2 - [(\sum d)^2 \div n]\} \div (n - 1) = \{8,098 - [83,9/22]\}/21 = 0,204$, donc $s_d = 0,452$, que l'on peut encore écrire $s_d \div \sqrt{22} = 0,096$). Il vient $t = 0,416/0,096 = 4,33$. L'hypothèse d'une équivalence entre les 2 listes peut être rejetée avec sur la ligne 21 de la table de Student, $p < 0,001$ chance de se tromper en disant que les performances en ondulations sont semblables à celles de la propulsion par seuls bras tendus. Ce qui est négligeable. Les traversées de 12,5 mètres par « portance » (ondulations) sont significativement plus performantes que celles réalisées par pure « traînée » (bras tendus). Au regard de cette expérience, Bernoulli l'emporte nettement sur Newton.

Sur le second tableau (tableau 2), la comparaison des temps réalisés en ondulations et en « nage libre » vient cependant modérer le propos. La moyenne des chronos réalisés est légèrement supérieure en nage libre : 7,53 secondes contre 7,58 en ondulations sur 12,5m. Mais en reprenant le test de Student-Fisher on s'aperçoit qu'il y aurait une chance sur 2 de se fourvoyer à parier sur la significativité d'une telle supériorité. Avec $n - 1$ degré de liberté, $t = d \div [s_d \div \sqrt{n}] = (1,21/22) \div [\sqrt{(3,55 - 1,21^2/22)}/21 \div \sqrt{22}] = 0,63$; $p < 0,5...$

Cela dit, la distribution des temps de ces 22 nageurs n'est pas inintéressante pour notre analyse. Pour les 11 moins bons nageurs – numérotés de 1 à 11 – il n'y a qu'à 2 reprises (nageurs 9 et 11) que les temps sont supérieurs pour l'épreuve de « portance » pure et dure (en ondulations) par comparaison à l'épreuve de « nage libre » durant laquelle les forces de traînée et de portance marchent de concert. Par contre cette tendance s'inverse pour les 11 nageurs suivants. Dans 2 cas seulement (nageurs 14 et 19), et pour quelques centièmes de seconde, la nage complète s'impose au chronométrage sur les ondulations subaquatiques. Les bons nageurs – numérotés de 12 à 22 – semblent majoritairement profiter du type de propulsion décrit par Bernoulli.

A travers ce second tableau, l'hypothèse selon laquelle la « portance » aurait barre sur la « traînée » est à la fois confortée et nuancée. Confortée, car face à une « nage libre » recherchant délibérément une efficacité maximum à l'aide des bras et des jambes, le fait d'avoir imposé aux nageurs de maintenir des ondulations jusqu'aux 12,5m a permis à la moitié d'entre eux d'améliorer sensiblement leurs performances en une seule prise. Il est à noter que tous les nageurs avaient pourtant l'impression d'aller plus vite en « nage libre ». Nuancée, car la technique du 100% « portance » n'écrase pas pour autant de son brio une technique de nage qui fait également usage des prescriptions newtoniennes. Dans le premier et le second

tableaux, les forces de « traînée » apparaissent même encore avoir de beaux restes pour les nageurs de bas niveau.

Nageurs	Temps ondulations	Temps nage libre	d	d^2
1	10,21	9,46	0,75	0,5625
2	9,33	8,27	1,06	1,1236
3	8,82	8,18	0,64	0,4096
4	8,69	8,42	0,27	0,0729
5	8,5	8,08	0,42	0,1764
6	8,32	8,15	0,17	0,0289
7	8,26	7,92	0,34	0,1156
8	8,23	8,2	0,03	0,0009
9	8,21	8,65	-0,44	0,1936
10	7,74	7,41	0,33	0,1089
11	7,71	7,73	-0,02	0,0004
12	7,18	7,29	-0,11	0,0121
13	7,09	7,24	-0,15	0,0225
14	6,99	6,95	0,04	0,0016
15	6,75	7,13	-0,38	0,1444
16	6,72	6,98	-0,26	0,0676
17	6,67	7,04	-0,37	0,1369
18	6,43	6,88	-0,45	0,2025
19	6,42	6,39	0,03	0,0009
20	6,21	6,51	-0,3	0,09
21	6,18	6,33	-0,15	0,0225
22	6,13	6,37	-0,24	0,0576
$N = 22$	$m_o = 7,58$	$m_{nl} = 7,53$	$\sum d = 1,21$	$\sum d^2 = 3,55$

Tableau 2 : **Comparaison des temps réalisés sur 12,5m en ondulations et en nage libre.** On nage globalement aussi vite dans les 2 cas. Toutefois, plus les nageurs sont rapides, plus les ondulations tendent à prendre le dessus sur la nage libre.

5. Conclusion. Les performances en natation pourraient nettement progresser ?

Impossible de répondre par l'affirmative à partir d'une étude rassemblant un si petit échantillon de nageurs sur une seule distance. Mais il est probable que c'est en confrontant différentes techniques et tactiques de nage, parfois les plus incongrues, que l'on peut espérer voir évoluer la natation sportive. Dans un autre registre, avant que Dick Fosbury ne passe les barres sur le dos, on estimait – preuves biomécaniques à l'appui – que le saut en hauteur ventral était le mode le plus efficace qui soit. Au début des années 90, la Fédération française de tennis annonçait à travers les prescriptions techniques qu'elle laissait aux entraîneurs que le revers à 2 mains n'avait pas d'avenir et qu'il n'était que le signe d'un manque de puissance chez les jeunes apprentis. Plus des deux tiers des 10 premiers mondiaux jouent aujourd'hui à 2 mains : 2 fois plus qu'il y a 10 ans ! Il serait inconvenant de les considérer comme des hypotoniques sous-développés.

Il suffit aujourd'hui de zapper un instant sur les grandes épreuves de natation des Jeux de Munich (1972) ou de Montréal (1976) pour voir combien, 30 ans plus tard, les choses ont évolué. Les 51 coups de bras de Spitz pour abattre le deuxième 50m de la finale du 100m remportée en 51,2 secondes, sont aujourd'hui remplacés par 35, 34 voire, dans d'encore rares cas, 30 coups de bras tout en allant 2,5 secondes plus vite. La comparaison des temps, de l'amplitude et des distances d'immersion entre les championnats d'Europe de 1982 et de 2002 en petit bassin confirme également cela (tableau 3). Les nageurs sont bien un peu plus grands,

mais surtout ils nagent de plus en plus profond après le virage, en reprise de nage, et ondulent même au cours de leurs actions de bras, s'appuyant ainsi sur de plus grandes quantités d'eau inerte.

Année	Epreuve de 100m petit bassin (25 mètres)	Sexe	Temps moyen (en minute)	Distance moyenne de l'immersion après le plongeon (en mètre)	Distance moyenne de l'immersion après les virages (en mètre)	Nombre total de coups de bras en moyenne par nageur
1982	Papillon	M	0,54	7	5	40
2002			0,51	13	12	28
1982	Dos	F	1,01	5	4	85
2002			0,59	9	7	65
1982	Brasse	M	1,02	7	6	45
2002			0,59	11	9	38
1982	Nage Libre	F	0,55	7	5	86
2002			0,54	8	5	67
1982	4 Nages	M	2,01	7	5	111
2002			1,57	12	8	98

Tableau 3 : **Comparaison des temps, des distances d'immersion et de l'amplitude lors des finales de 100m dans les 4 nages, durant les championnats d'Europe de 1982 et 2002 en bassin de 25m.** Moins les nageurs passent de temps en surface et plus ils sont rapides.

Phénomène curieux, les champions Européens d'il y a 20 ans utilisaient peu les immersions alors qu'elles n'étaient limitées à 15 mètres dans aucune des 4 nages. Comme si le mythe de « la forme idéale » de l'époque, la recherche du « beau » geste de brasse, de papillon, de dos et de crawl parasitaient l'efficacité de leurs conduites motrices. Il y a fort à parier que ces mécanismes de façonnage corporel, « d'habitus » au sens de Mauss¹⁸ sévissent toujours aujourd'hui. Marcel Mauss justement, lors d'une communication présentée à la Société de Psychologie le 7 mai 1934, pour illustrer le fait que les techniques du corps ne sont pas naturelles mais culturelles – qu'elles s'immiscent dans nos conduites à notre corps défendant – n'hésitait pas à écrire non sans humour qu'en brasse... « on a perdu l'usage d'avaler l'eau et de la cracher. Car les nageurs se considéraient, de mon temps, comme des espèces de bateaux à vapeur. C'était stupide, mais enfin je fais encore ce geste : je ne peux pas me débarrasser de ma technique » (p. 367).

Pour que les performances puissent réellement progresser – ce qui est l'intérêt de tous – la FINA gagnerait à laisser la place à une réelle « nage libre », permettant aux compétiteurs d'onduler aussi longtemps qu'ils le peuvent, les autorisant à replonger complètement après avoir fait surface, etc. Qu'en sera-t-il des prochaines évolutions réglementaires qui devraient émerger courant 2006 ? Ne seront-elles que des ajustements contraignants supplémentaires, pour maintenir les nageurs à la surface en toute lisibilité ? Reconnaissons qu'aujourd'hui, « nage libre » signifie de plus en plus : « nage imposée »... La technique du crawl est suffisamment aboutie pour qu'elle devienne une quatrième épreuve de nage à part entière, avec les contraintes réglementaires qu'on lui connaît. Les compétitions de « nage libre », la cinquième épreuve (après papillon, dos, brasse et crawl), devraient être le creuset de l'inventivité et de l'intelligence motrice. Parions alors que l'avenir de la natation sera sous l'eau !

¹⁸ Mauss M., « Les techniques du corps », *Journal de Psychologie*, XXXII, n°3 & 4, 1936.