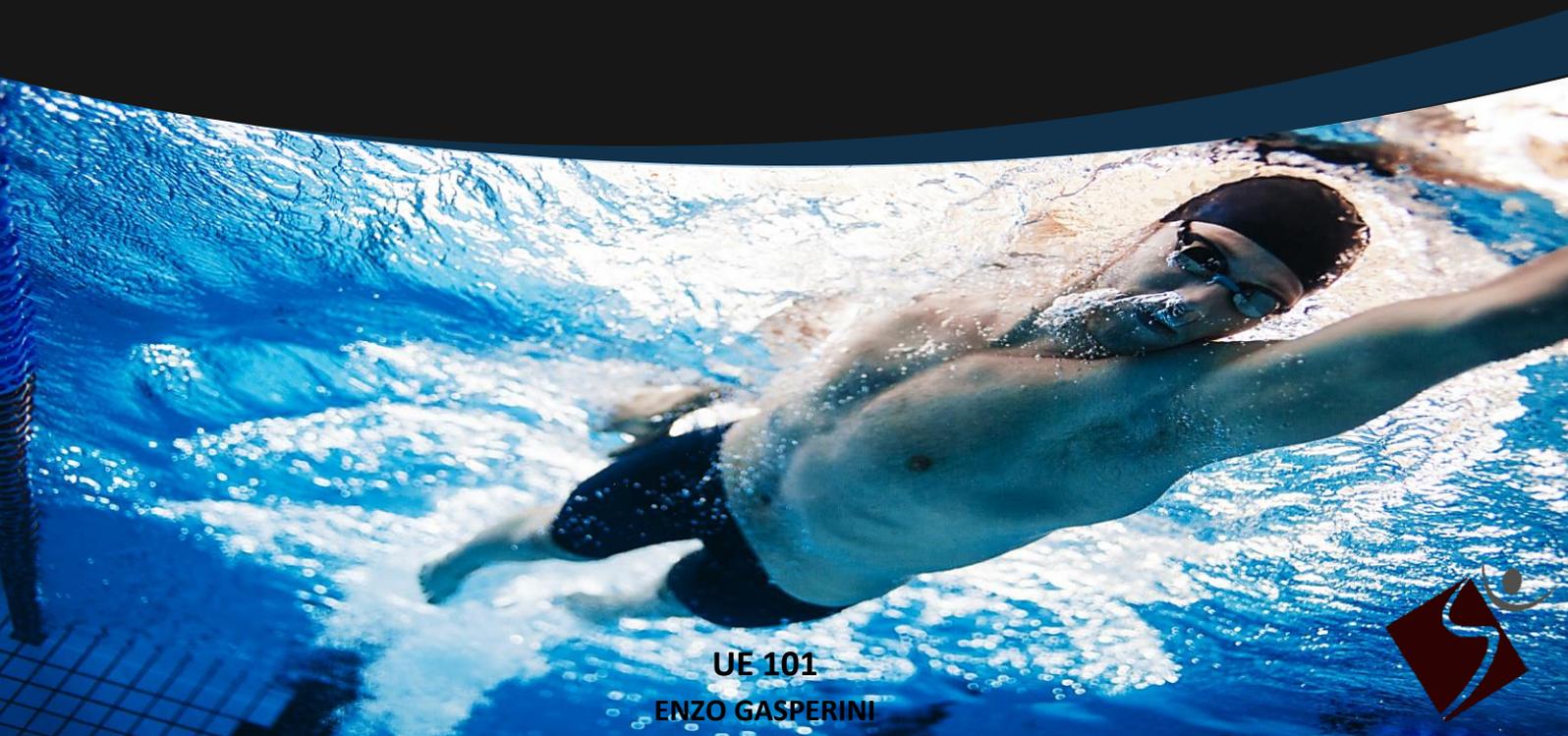




2019

Théorie natation



UE 101
ENZO GASPERINI



Sommaire

LE CRAWL.....	4
HISTORIQUE.....	4
REGLES FINA 2017 2021.....	5
SW 5.1.....	5
SW 5.2.....	5
SW 5.3.....	5
TECHNIQUE.....	5
LES PHASES D'UN CYCLE DE BRAS	5
ORGANISATION SPATIALE, TRAJECTOIRE DES ACTIONS DE BRAS.....	5
ORGANISATION TEMPORELLE, RYTHME DES ACTIONS DE BRAS.....	5
STRUCTURE DE BASE DE COORDINATION DES ACTIONS DE BRAS	5
STRUCTURE D'UN CYCLE DE JAMBES	5
RESPIRATION ET PRISE D'INFORMATIONS.....	5
SYNCHRONISATION GENERALE DE LA NAGE	5
PRINCIPES ESSENTIELS.....	6
QUELQUES DEFINITIONS DE L'ACTIVITE	6
DICTIONNAIRE HACHETTE	6
LA NATATION (PUN 1993) MICHEL PAYEN, GIL DENIS.....	6
LE MILIEU AQUATIQUE, L'EAU	6
LE CORPS HUMAIN.....	6
CONSTRUIRE PUIS MAITRISER UN NOUVEL EQUILIBRE	6
RAPPELS.....	7
CONSTRUIRE UN NOUVEL EQUILIBRE.....	7
PLACE DES INFORMATIONS EXTEROCEPTIVES	7
PLACE DES INFORMATIONS PROPRIOCEPTIVES	7
AUTRES FACTEURS QUI FAVORISERONT L'EQUILIBRATION AQUATIQUE	7
LE ROLE DES MEMBRES INFERIEURS DANS CETTE EQUILIBRATION AQUATIQUE	7
CONSTRUIRE UNE NOUVELLE RESPIRATION.....	7
LA PROPULSION AQUATIQUE	7
UN AUTRE REGARD.....	8
LA PORTANCE ACTIVE HYDRODYNAMIQUE MOYEN DE PROPULSION DU NAGEUR	8

APPLICATION A LA PROPULSION AQUATIQUE	8
COMBINAISON DES FORCES DE PORTANCE ET DE TRAINEE	8
SYNTHESE	8
LES RESISTANCES A L'AVANCEMENT	9
LA TRAINEE DE FORME	9
LA TRAINEE DE VAGUES	9
LA TRAINEE DE FROTTEMENT	9
LES RESISTANCES DUES A LA VITESSE	10
LA VITESSE DE DEPLACEMENT	10
LE CRAWL.....	10
TABLEAU RECAPITULATIF DES PRINCIPES D'ACTION EN NATATION.....	11
LES FACTEURS DE LA VALEUR PROPULSIVE.....	12
IMPORTANCE DES SURFACES MOTRICES (SM)	12
LA LONGUEUR DES TRAJETS MOTEURS	12
LE FACTEUR VITESSE	12
LE REGLAGE DE LA CADENCE : RAPPORT FREQUENCE/AMPLITUDE	12
CONTINUITE DES ACTIONS MOTRICES.....	12
ORIENTATION DES SURFACES MOTRICES.....	12
LA FORME GLOBALE DU TRAJET MOTEUR	12

LE CRAWL

HISTORIQUE

Au regard de la natation de compétition cette nage est totalement liée à l'histoire moderne de ce sport, et à ce jour elle constitue l'aboutissement des recherches et expérimentations sur l'élaboration d'une technique aquatique de nage recherchant la plus grande vitesse possible.

Cependant le hiéroglyphe signifiant probablement « natation » est symbolisé par une silhouette d'un nageur de profil avec des bras placés en oppositions ressemblant au crawl tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Les grecs et les romains utilisaient aussi un style de nage avec extension aquatique avant et arrière des bras et respiration costale ; l'action des jambes semblait être une poussée type coup de pied de brasse.

Depuis le début du 20ème siècle, la nage la plus rapide et la plus économe de la plus petite à la plus grande distance est le crawl, mais l'histoire technique de cette nage n'a pas suivi une évolution chronologique régulière et universelle.

Au 19ème siècle en Europe la brasse triomphe, mais des marins constatent lors de leurs périples, que sur les côtes des Antilles et de la Somalie des indigènes pratiquent une nage avec passage alternatif des bras au dessus de l'eau en position ventrale ou costale.

En 1840 en Europe, la brasse n'est plus la nage la plus rapide, une technique anglaise, « l'English side stroke » où les bras exercent une action alternée sous-marine avec un corps en position costale et des jambes exécutant une action de ciseaux, est plus efficace.

Vers 1850 l'australien WALLIS en observant des indigènes, innove en proposant de ramener, à partir de la position costale, le bras supérieur en avant au dessus de l'eau.

En 1855, il introduit cette nouvelle technique en Angleterre sous l'appellation d'« over arm stroke » ; elle dominera jusqu'à la fin du 19ème siècle pour les courtes distances et jusqu'au début du 20ème sur les distances longues.

En 1873, suite à des observations faites en Afrique, John TRUDGEN (ou TRUDGEON) élabore un style éponyme, qui supprime l'« over » (sur les courses de vitesse seulement car elle était très éprouvante). En position ventrale, il combinait un retour alternatif des bras au dessus de l'eau avec un coup de pied classique de brasse. Cette nage fut et est encore utilisée en water polo.

Fin 19ème une variante émerge en Australie sous la forme du « double over arm stroke », où le coup de pied de brasse est remplacé par un ciseau.

A la même période, en 1893, les frères WICKHAM natifs d'une île du Pacifique par imitation des habitants, frappent l'eau avec leurs jambes sous une forme alternative type battements. Deux autres frères, les CAVILL, originaires de Sydney, diffuseront ce style. Auparavant certains compétiteurs avaient préféré, laisser trainer les jambes par soucis d'économie et de recherche d'efficacité.

C'est en voyant nager Alick WICKHAM en 1897 lors d'une course à Sydney qu'un journaliste s'écria « look at the kid crawling ». Ainsi naquit, le terme générique « crawl », signifiant ramper dans le sens de serpenter en français.

Concernant l'Europe on peut noter que le hongrois Zoltan De Halmay pratiqua le crawl aux JO de 1900 à Paris. De cette année jusqu'en 1920, on assista à une cohabitation de toutes les techniques de l'over au crawl, en passant par le double over, le trudgeon et sa variante le trudgeon crawlé ; puis progressivement le crawl s'affirma comme nage la plus rapide et surtout la plus efficace. La respiration quant à elle, s'effectuait par une inspiration alternative sur chaque bras avec expiration nasale et buccale.

En 1911 en Amérique, les nageurs ont un équilibre très relevé obligeant l'utilisation d'un battement 6 temps sous-marin, le légendaire Johnny WEISMULLER avec cette technique fut le premier homme en 1922 à franchir la limite symbolique de la minute au 100 mètres NL en 58.6. Il faudra attendre 1962 pour que la première femme, l'australienne Dawn FRASER en fasse de même avec le temps de 59.9.

A la fin des années 20 et début des années 30, le battement se modifie par une plus grande flexion des genoux ; en 1932 les nageurs japonais apparaissent et dominent en nageant en rattrapé avec un battement très intense.

Plus tard en vue des JO de Melbourne, les nageurs australiens reviennent à un style original, en utilisant un battement de jambes 2 temps mais surtout en utilisant énormément les bras. Ils domineront du demi-fond jusqu'au sprint de l'après guerre jusqu'au début des années 60, alors que du côté féminin un prodige, Shane GOULD détiendra en 1971 l'ensemble des records du monde en NL. A partir des années 60, l'influence de Counsilman (équilibre horizontal, continuité des actions de bras) va concerner aussi le crawl, les américains, avec un battement rapide 4 à 6 temps et mouvement de bras moins intense, vont dominer la nage libre. Chez les femmes il faudra partager avec les allemandes de l'Est et quelques autres nations. Cette domination partagée va se poursuivre jusqu'à nos jours.

Aujourd'hui, à l'intérieur du respect des grands fondamentaux de la propulsion, les coordinations mais aussi les synchronisations, ne font que s'adapter et correspondre à la morphologie du nageur et à sa (ou ses) distance de compétition. La plus grande évolution de ces dernières années peut se résumer au fait que les nageurs évoluent de plus en plus dans l'eau et non plus sur elle. Il est totalement révolu de vouloir assimiler le nageur à un hors-bord. Quelle que soit la distance, ils nagent désormais beaucoup plus « à plat », ce qui est bio mécaniquement plus efficace. Preuve en est donnée par l'utilisation de plus en plus fréquente de longues coulées en immersion.

REGLES FINA 2017 2021

SW 5.1

La nage libre signifie que le nageur peut nager n'importe quel style de nage, sauf dans les épreuves de 4 nages individuelles ou de relais 4 nages où la nage libre signifie tout style autre que le dos, la brasse ou le papillon.

SW 5.2

une partie quelconque du corps doit toucher le mur à la fin de chaque longueur et à l'arrivée

SW 5.3

Une partie quelconque du corps du nageur doit couper la surface de l'eau pendant toute la course, sous réserve qu'il est permis au nageur d'être complètement submergé pendant le virage et sur une distance de 15 mètres au plus après le départ et chaque virage. A partir de ce moment-là, la tête doit avoir coupé la surface de l'eau.

TECHNIQUE

Au fil du temps le crawl s'est amélioré selon 2 principes, une recherche de la meilleure propulsion et une diminution des résistances à l'avancement.

Les phases d'un cycle de bras

Actions cycliques, chacune des phases se répète donc le choix de la phase à placer en premier est arbitraire. Cependant on peut distinguer 4 phases : une recherche d'appuis, une traction, une poussée et un retour.

Organisation spatiale, trajectoire des actions de bras

Entrée de la main en avant de l'épaule avancée, paume vers l'extérieur, au moment où elle pénètre dans l'eau, l'avant-bras est légèrement fléchi sur le bras, puis l'ensemble s'allonge ce qui permet une diminution des résistances à l'avancement. La traction débute main vers le bas et l'extérieur sur une ligne courbe (godille basse et externe), le coude se fléchit progressivement pour permettre à la main d'atteindre son point le plus profond, le mouvement s'arrondit et continue vers l'intérieur (début de la godille interne). La main passe sous le corps de l'extérieur de l'épaule à l'axe médian du corps. Alors débute la poussée (fin de godille interne puis godille haute et externe) qui s'effectue de l'épaule vers la cuisse. La main passe de l'intérieur vers l'extérieur et le haut ; à sa sortie de l'eau, la paume est tournée vers l'intérieur coude légèrement fléchi.

Le retour aérien s'effectue de la manière la plus linéaire possible, une rotation interne de l'épaule et une flexion croissante du coude dans la première moitié le permettront. Le relâchement de l'avant-bras et d'une partie du bras favoriseront la récupération des muscles.

Organisation temporelle, rythme des actions de bras

dans les mouvements de la main lors des godilles, il y a accélération progressive vers l'extérieur et le bas après l'entrée dans l'eau ; suivie d'une accélération rapide vers l'intérieur et le bas sous le corps, puis la main accélère de nouveau vers l'extérieur et le haut lors de la poussée.

Structure de base de coordination des actions de bras

la logique générale de l'efficacité est d'alterner les actions propulsives des deux bras en évitant les temps morts moteurs. Plus la propulsion est continue meilleur est le rendement. Pourtant les trois types de coordination se rencontrent en crawl chez les nageurs de haut niveau.

Structure d'un cycle de jambes

elles permettent l'équilibre et la stabilité du corps avec un facteur propulsif accessoire. Le rééquilibre latéral limitant le tangage semble être le plus important. Le battement est composé de deux phases, l'une ascendante l'autre descendante ; dans tous les cas il part de hanche et se termine par le fouetté du pied en hyper extension, la flexion du genou est peu marquée.

Respiration et prise d'informations

l'inspiration brève s'effectue par une rotation de la tête associée au roulis général du corps, en fin de poussée d'un bras du côté de celui-ci. La phase inspiratoire étant très courte, l'expiration durera un temps proportionnellement long pour éviter un temps mort respiratoire (apnée). Le nageur profite de l'inspiration pour prendre des informations visuelles sur l'extérieur ; du fait de l'immersion de la tête durant la nage les informations visuelles sont obligatoirement indirectes et principalement sous-marines.

Synchronisation générale de la nage

lorsqu'on observe les solutions motrices du rapport bras/jambes on peut distinguer trois formes différentes : un rapport de six, de quatre ou de deux battements par cycle de bras.

PRINCIPES ESSENTIELS

QUELQUES DEFINITIONS DE L'ACTIVITE

Dictionnaire HACHETTE

Natation : Activité physique, sport qui consiste à nager.

Nager : se soutenir et avancer sur ou sous l'eau par des mouvements adéquats.

Biomécanique des techniques sportives (Vigot 1980) James G HAY :

« L'objectif d'un nageur de compétition est de nager la longueur totale de sa course de façon prescrite ; c'est-à-dire, en accord avec les règles régissant le départ, le virage, l'arrivée et l'exécution de la nage ; dans le moins de temps possible.

La Natation (PUN 1993) Michel PAYEN, Gil DENIS

« Savoir nager c'est se déplacer dans l'eau en ayant résolu de manière optimale le triple problème, d'une propulsion prioritaire par les bras, de l'expiration aquatique maîtrisée et contrôlée, de l'alignement de l'axe du corps avec celui du déplacement, et de leurs interactions. Afin d'être à l'aise pour aller loin économiquement ; afin de devenir efficace et aller vite.»

LE MILIEU AQUATIQUE, L'EAU

L'eau naturelle possède une certaine dureté due à la présence de sels de calcium ou de magnésium. Les particules en suspension font intervenir des forces de rugosité non négligeables qui perturbent son écoulement le long du corps du nageur.

Mais également une certaine densité qui renvoie à la quantité de matière par unité de volume. La densité d'un corps, liquide ou solide est, le rapport de la masse du corps ou du liquide, à la masse d'un égal volume d'eau à la température de 4° Celsius. La densité d'une eau douce habituelle est donc de 1 à 4° Celsius. La flottabilité du nageur augmente en parallèle avec l'augmentation de la densité de l'eau. La densité de l'eau en piscine, ne peut varier qu'en fonction de sa température. Plus cette dernière est basse, plus sa densité est élevée. En général pour les baigneurs elle se situe entre 28 et 29°C.

Ainsi qu'une certaine viscosité, qui est une résistance moléculaire que les particules d'un fluide manifestent entre elles contre tout déplacement. Elle est directement responsable de la création à la surface d'un corps d'une pellicule immobile appelée couche-limite (voir plus loin).

Le coefficient de viscosité dynamique dépend de la nature du fluide et de sa température, il diminue avec son augmentation, mais dans ce cas la densité baisse. Ainsi, lors de compétitions d'importance, pour favoriser la réalisation de performances, il faut trouver un compromis densité/viscosité, qui se situe autour de 25 °C.

LE CORPS HUMAIN

Les différents éléments corporels ont pour la plupart des densités supérieures à 1, par contre pour les tissus adipeux, elle varie entre 0,85 et 0,95.

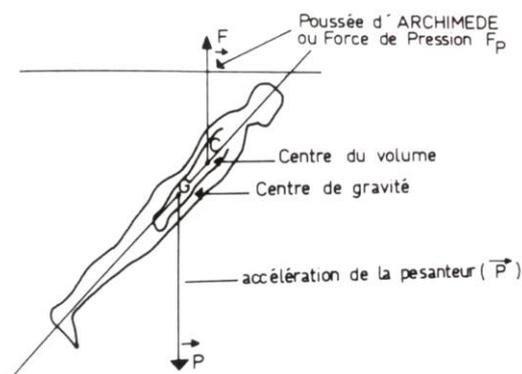
Le volume des poumons constitue une véritable bouée naturelle, contenant environ 5 litres d'air.

Cette hétérogénéité le fera flotter plus ou moins bien, cette flottabilité pourra aussi varier en fonction d'autres facteurs.

L'âge : avec trois périodes particulières la favorisant, l'enfance en raison de la présence de cartilages moins denses que les os, la préadolescence (10-13 ans) où l'on note une augmentation des tissus adipeux et le troisième âge où les os deviennent poreux.

Le sexe : la flottabilité supérieure des femmes est sensible après 13 ans suite aux changements pubertaires, ensuite la population féminine présente un pourcentage de masse grasse (23% en moyenne) supérieur à la population masculine (15%) « alourdie » par une masse musculaire plus importante.

CONSTRUIRE PUIS MAITRISER UN NOUVEL EQUILIBRE



Le corps humain dans l'eau, est toujours soumis à la pesanteur s'appliquant en son centre de gravité (localisé au niveau de la 5ème vertèbre lombaire en position anatomique de référence), dans une direction verticale et s'exerçant de haut en bas. Accompagnée d'une autre force, la poussée d'Archimède, résultante des forces de pression exercées par l'eau sur toutes les parties du corps immergées. Orientée verticalement du bas vers le haut, elle s'applique au centre géométrique du volume immergé. Ces deux forces de sens opposé ayant deux points d'applications et deux intensités différents, amènent le corps systématiquement en position verticale lorsqu'il est immobile, les deux points d'application s'alignant sur une même verticale. Le nageur est soumis au « couple de redressement », qui subsiste en nageant. La poussée d'Archimède ne s'exerce que sur les parties corporelles immergées, à chaque fois qu'un bras ou la tête sortent de l'eau, le corps tendra à s'enfoncer sous l'eau par les jambes, perturbant la position hydrodynamique de référence (PHR) et le déplacement économique horizontal.

RAPPELS

Pesanteur, force qui tend à entraîner les corps vers le centre de la Terre, dont le module P est appelé poids de ces corps.

Centre de gravité (G), point d'application de la résultante des actions de la pesanteur sur tous les points d'un corps.

Théorème d'Archimède, tout corps plongé dans un liquide subit une poussée verticale ascendante égale au poids du volume de liquide déplacé.

Construire un nouvel équilibre

Sur Terre, s'équilibrer c'est avoir une réaction du sol opposée au poids, par l'intermédiaire des appuis plantaires. Dans l'eau, en position horizontale (indispensable en raison de sa densité et des « freins » qu'elle engendre), nous « n'avons plus pied », il va donc falloir « s'adapter » car une force manque, la réaction du sol. La poussée d'Archimède par les pressions qu'elle exerce sur l'ensemble du corps (immérgé) va compenser cette perte mais d'une façon différente.

De plus, pour s'équilibrer horizontalement dans l'eau, il est nécessaire de basculer le corps et surtout la tête à 90°. Celle-ci renfermant les organes récepteurs sensoriels de la motricité, son immersion va modifier les informations qu'elle reçoit et les analyses qu'elle en fera. L'adaptation va se formaliser par une perte de l'importance des modalités de contrôles extéroceptifs (prise d'informations par les 5 sens sur l'extérieur) au profit des modalités proprioceptives (informations provenant du corps).

Place des informations extéroceptives

Le champ visuel est limité latéralement, la vision périphérique est réduite, sans lunettes la vision est floue. Lors des déplacements, les prises d'informations visuelles directes et parallèles au déplacement, deviennent indirectes et perpendiculaires en nageant. Les informations tactiles, qui passent essentiellement par les mains les pieds et les récepteurs cutanés, sont une source d'informations permanentes et essentielles. Les informations auditives subsistent mais sont peu efficaces.

Place des informations proprioceptives

Les informations kinesthésiques faussées par la poussée d'Archimède et la résistance de l'eau, sont issues des récepteurs situés dans les muscles, les tendons, les fuseaux neuromusculaires et les articulations. Les informations labyrinthiques issues des deux appareils vestibulaires de l'oreille interne, nécessitent une réorganisation du fait de la bascule de la tête à 90°. Cette dernière, surtout chez le débutant, aura une propension à se redresser, pour conserver sa position habituelle et également prendre des informations visuelles directes, parallèles au déplacement.

Autres facteurs qui favoriseront l'équilibration aquatique

Le gainage du bassin solidariserait les membres inférieurs et le tronc afin que ce dernier, par sa meilleure flottabilité (bouée pulmonaire), limite les effets du « couple de redressement ». Conserver le plus souvent, un maximum de parties corporelles immergées (PA maximale). Placer le plus souvent possible les bras dans le prolongement du corps (PHR), pour déplacer, le centre géométrique du volume immergé et le centre de gravité plus près de la bouée pulmonaire ; répartissant en outre, en avant et en arrière de cette dernière, les masses corporelles les plus denses.

Le rôle des membres inférieurs dans cette équilibration aquatique

Counsilman en 1975 a démontré que le « battement » avait peu ou pas d'action propulsive et qu'il était principalement équilibrateur. Contribuant à une propulsion plus efficiente du corps en le maintenant dans une position hydrodynamique favorable. L'action des « jambes » participe ainsi à l'équilibre du corps dans les trois plans de l'espace :

- Contrecarre le tangage, en maintenant les pieds proches de la surface.
- Limite les oscillations latérales dues aux mouvements alternés des membres supérieurs et diminue les actions de lacet.
- L'enfoncement et le dégagement des membres supérieurs dans les nages « alternées » entraînent un roulis longitudinal, compensé par le battement.

CONSTRUIRE UNE NOUVELLE RESPIRATION

La respiration terrestre innée, s'effectue automatiquement au travers d'une inspiration active et d'une expiration passive, la durée de ces deux actions est relativement proche. Globalement l'humain rejette autant d'air qu'il en a inspiré. La respiration aquatique, demande de transformer un rythme inné automatique en un acte volontaire et contrôlé. La position ventrale imposant de mettre les orifices respiratoires dans l'eau, l'étape fondatrice sera la construction d'une expiration subaquatique volontaire et active, où la pression de l'eau sur une bouche relâchée devra être supplantée. Lorsque cette expiration subaquatique est « totale », l'inspiration s'effectue par dépression de façon réflexe lorsque la bouche s'ouvre en sortant partiellement de l'eau ; à la fin d'un trajet moteur bras.

LA PROPULSION AQUATIQUE

Alors qu'auparavant un certain empirisme régnait, COUNSILMAN en 1968 et SILVIA en 1970, s'appuient sur des référents scientifiques pour proposer de nouvelles théories concernant la propulsion aquatique. C'est sur la 3ème loi de Newton, à toute action correspond une réaction égale et opposée, qu'ils s'appuyaient. Ils considéraient qu'en poussant l'eau vers l'arrière (action)

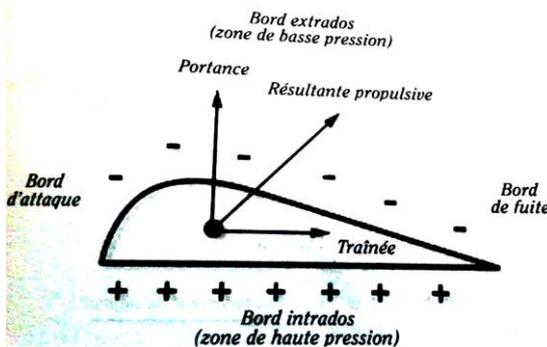
le nageur était propulsé vers l'avant (réaction), constituant principe de « propulsion par la traînée » (Traînée : force qui s'oppose à l'avancement d'un mobile par suite de la résistance de l'air ou de l'eau, LAROUSSE).

Un autre regard

par l'analyse d'images passées au ralenti, Counsilman montra que les mains suivaient un trajet sinueux. En 1971, il proposa que la portance hydrodynamique plus que la traînée soit le mode de propulsion utilisé par les nageurs de niveau mondial. Approfondissant son analyse, il réalisa que les mouvements des mains, des avant-bras et des bras étaient surtout latéraux et verticaux et se terminaient (dans un repère fixe) à l'endroit où ils étaient entrés. S'appuyant sur le théorème de BERNOULLI (mathématicien suisse 1700-1782), Counsilman en 1977 énonce que la main du nageur peut se servir de l'effet de portance pour le propulser. Donc, c'est la différence de pression entre le dessus (bombé) et le dessous (plat) de la main, ainsi que son inclinaison (angle d'incidence) qui vont créer la propulsion.

La portance active hydrodynamique moyen de propulsion du nageur

Comment un avion peut-il voler ? Il se déplace vers l'avant à l'horizontale, l'air qui lui fait face s'oppose à son mouvement, cette résistance est la traînée. Le profil particulier de ses ailes combiné à sa vitesse de déplacement vont lui permettre de décoller. L'aile est courbe sur le dessus et plate sur le dessous, la distance que l'air parcourt du bord d'attaque au bord de fuite est plus grande au-dessus. En référence au théorème de Bernoulli, l'air passant au-dessus sera accéléré pour arriver au bord de fuite



en même temps que l'air passant par-dessous, créant ainsi une différence de pression entre les deux faces car la pression de l'air diminue avec l'augmentation de sa vitesse. Les fluides ont tendance à aller des aires à hautes pressions vers les aires à basse pression ; une force verticale ascendante va s'exercer sur la face inférieure de l'aile, c'est la force de portance,

elle toujours perpendiculaire à la force de traînée. La différence de pression variera selon l'angle d'attaque formé par l'inclinaison de l'aile par rapport à la direction de son mouvement. Il en sera de même pour la main, les principes aérodynamiques s'appliquant à l'hydrodynamique.

Application à la propulsion aquatique

Le profil de la main assimilé à celui de l'aile (ou d'une hélice) ; la direction et la vitesse du mouvement de bras ainsi que l'angle d'attaque font en sorte que l'eau qui passe sur le dos de la main et de l'avant-bras est accélérée alors que l'eau qui vient sur la paume est défléchie vers l'arrière. Ceci crée une différence de pression entre les deux faces qui génère une portance vers l'avant. Celle-ci s'exerce sur la main, l'avant-bras et le bras, va propulser le corps vers l'avant grâce à la résistance qu'elle rencontre due au mouvement de la main et à l'action stabilisatrice de l'épaule. Comme la main et le bras ne peuvent pas aller vers l'avant, la force qui s'exerce sur eux va se transmettre au reste du corps qui est en suspension dans l'eau et qui va être projeté au-dessus d'eux.

Combinaison des forces de portance et de traînée

La propulsion est plus efficace lorsque portance et traînée se combinent en une force résultante. C'est surtout lors du balayage intérieur que cette résultante propulsive est la plus importante. On entend par balayage les mouvements verticaux et latéraux des membres qui engendrent une force de portance.

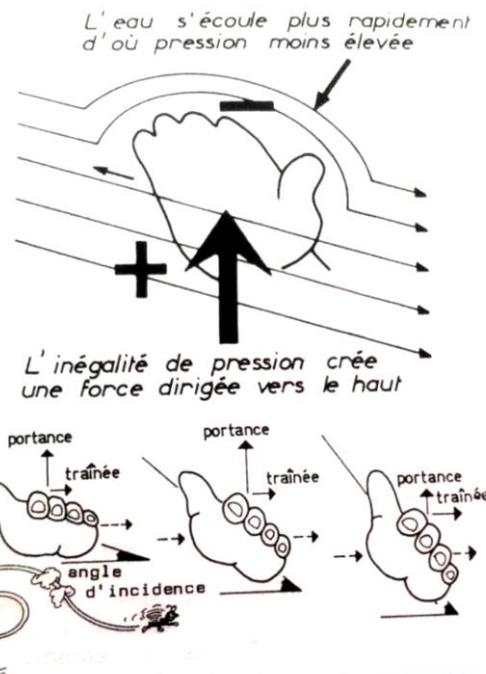
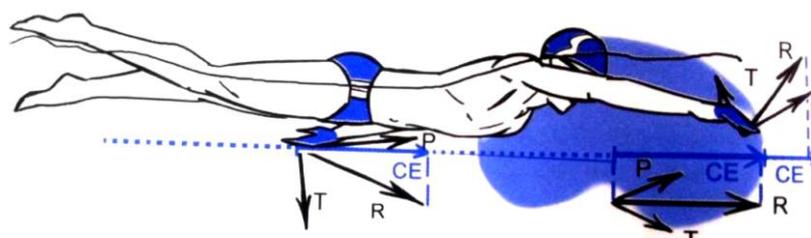


fig. 30 Création de la force de portance au niveau de la main et variation de cette force selon l'angle d'incidence

Forces de traînées (T) et de portance (P) créées lors de la trajectoire de la main. L'addition de ces forces donne la force résultante (R) dont la projection sur l'axe de déplacement donne la composante efficiente (CE).



Synthèse

Bien que la plupart des nageurs étudiés aient reçu un enseignement fondé sur une propulsion par la traînée, leur « sens de l'eau » leur a fait substituer de manière inconsciente, une propulsion où les mains poussaient l'eau vers l'arrière comme des rames, à une propulsion utilisant la portance grâce à des mouvements de balayages comme des hélices, dans la majeure partie des actions motrices.

LES RESISTANCES A L'AVANCEMENT

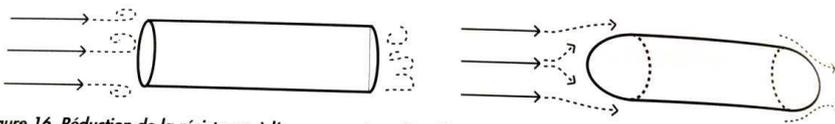


Figure 16. Réduction de la résistance à l'avancement par l'amélioration de la forme de l'objet

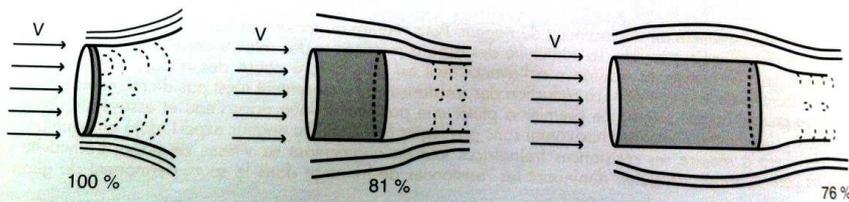


Figure 17. Réductions des résistances passives au fur et à mesure de l'augmentation de longueur d'un solide de même surface de maître couple pour la même vitesse (d'après Ungerechts et Niklas, 1994)

Des actions propulsives efficaces ne sont suffisantes, la résistance que l'eau impose (816 fois plus dense que l'air) à l'avancement est très importante et doit être impérativement optimisée. Cette traînée frénatrice est également celle qui permet à la main de s'appuyer sur l'eau pour propulser le corps. Donc en même temps que l'on cherchera à augmenter la traînée propulsive (combinée à la portance) on fera le maximum pour diminuer les traînées à l'avancement.

Trois types de traînées ou résistances à l'avancement :

De forme, de vagues, de frottements.

La traînée de forme

Dépend de la forme du corps (il est plus avantageux d'être long et fin que petit et massif) au cours du déplacement, s'allonger le plus souvent possible bras tendus devant la tête qui, elle sera la plus baissée possible. Les configurations particulières (muscles saillants, rondeurs, poitrine, fesses) conditionnent l'écoulement de l'eau autour du corps.

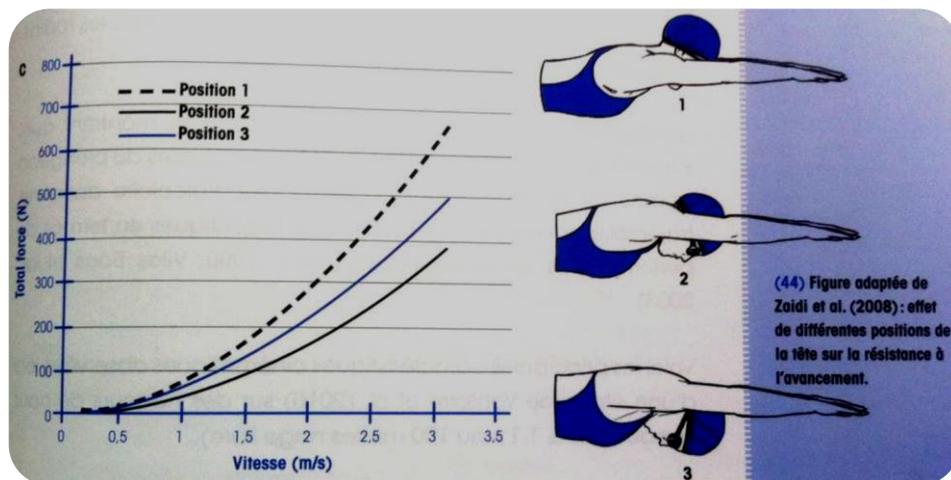
La traînée de vagues

Lorsque le corps se déplace à la surface de l'eau, il se produit une zone de turbulences provoquant un champ de vagues qui se déplace avec lui. Cette mise en mouvement des particules d'eau réclame de l'énergie qui va se traduire par une résistance particulière, la traînée de vagues. Elle est spécifique du déplacement en surface, en immersion elle n'existe plus.

La traînée de frottement

Directement liée à la notion de « couche-limite ». La viscosité (résistance moléculaire que les particules d'un fluide manifestent entre elles contre tout déplacement) est responsable de la création à la surface du corps d'une « couche-limite » où les molécules au contact du corps sont à l'arrêt, freinant dans leur progression les molécules se trouvant juste au dessus, qui à leur tour ralentissent les suivantes et ainsi de suite jusqu'à ce que l'écoulement ne soit plus freiné. Cette quantité d'eau restant accrochée au nageur peut représenter 6 à 12 % de la masse corporelle totale. Cette pellicule d'eau peut cependant constituer un avantage ; par un écartement optimal des doigts où à cet endroit deux couches-limites se retrouvent en contact, formant une pellicule d'eau immobile augmentant d'autant la surface propulsive des mains.

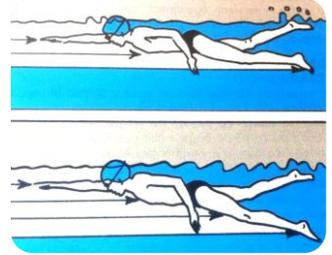
CLARYS (1978) a démontré que, même dans la meilleure position possible, le nageur crée de telles traînées de forme et surtout de vagues, que celles dues au frottement sont insignifiantes.



(44) Figure adaptée de Zaidi et al. (2008) : effet de différentes positions de la tête sur la résistance à l'avancement.

Les résistances dues à la vitesse

Plus un nageur se déplacera vite près de la surface de l'eau, plus il devra vaincre de résistances. La formule $R=KxSxV^2$ où ; R représente l'ensemble des résistances ; K un coefficient variant selon la forme du corps ; S la surface du maître-couple, représentant la projection orthogonale du corps sur un plan vertical ; V la vitesse de déplacement élevée au carré ; nous montre que le facteur vitesse occupe une place prépondérante dans la création de résistances.



LA VITESSE DE DEPLACEMENT

La performance d'un nageur sur une distance donnée correspond à sa vitesse moyenne, qui est le produit de la moyenne des amplitudes de nage et de la moyenne des fréquences de nage, $V=AxF$, V s'exprime en mètres par seconde, A en mètres, F en coups par minute. L'amplitude représente la distance parcourue par cycle de nage (distance par cycle). La fréquence est le nombre de cycles par unité de temps. Pour nager le plus vite possible, il faut à la fois produire des actions amples et fréquentes ce qui est difficile à réaliser, et impose donc un compromis. L'évolution historique des performances nous montre que l'amplitude a considérablement augmenté en conservant une fréquence optimale.

LE CRAWL

Nage non définie par la FINA, style utilisé en NAGE LIBRE. Caractérisée par un équilibre (position du corps) ventral, des actions de bras et de jambes alternées ; des retours de bras aériens, une inspiration costale coordonnée à l'action des bras. Nage la plus rapide et la plus économique (efficente). On y rencontre généralement les trois types de coordinations ; la plus logique « en opposition » un bras a terminé sa poussée l'autre bras débute sa traction ; la plus discontinue en « rattrapé » avec un temps mort d'un bras en appui avant, pendant la phase propulsive et de retour de l'autre bras ; la plus efficace en « superposition » présente une simultanéité entre la fin de la poussée d'un bras et le début de traction de l'autre.

Tableau récapitulatif des principes d'action en natation

	Concept	Principe	Règles
Rendement moteur	Amplitude du trajet	Construire son trajet maximal pour trouver son trajet optimal	Loin devant → loin derrière
	Accélération du trajet moteur	Utiliser la résistance offerte par l'eau	Vitesse 0 → vitesse maximale
	Forme du trajet moteur	Utilisation de la portance (Bernoulli)	Créer une succession de pressions externe-interne-externe
	Quantité et orientation des appuis moteurs	Dissociation main/ avant-bras/bras dans les différents plans	Recherche de la position coude « haut » et des angulations > à 90°
Rendement énergétique	Résistance à l'avancement	Alignement axe du corps avec axe de déplacement	Immersion maximale de la tête et jambes travaillant près de la surface
	Travail des jambes	Stabilisateur du bassin et accessoirement propulseur	Fouetté vers le fond et l'intérieur à partir de la hanche
	Relâchement	Maximum sur le retour du bras (effet de pompe)	Vitesse maximale en fin de mouvement pour faciliter le retour lancé du bras
	Déséquilibre en nage alternative	Minimiser le roulis et maîtrise du placement inspiratoire	Rester le plus près possible de l'axe de déplacement et respirer dans le creux de la vague
	Coordination bras en nage alternative	Il est plus facile d'entretenir un mouvement que de l'accélérer	Éliminer les trous moteurs de rattraper à juxtaposé vers superposé
	Force et puissance	A technique égale, c'est le plus puissant qui l'emporte.	Pour aller plus vite diminuer la fréquence et augmenter la puissance.

LES FACTEURS DE LA VALEUR PROPULSIVE

IMPORTANTANCE DES SURFACES MOTRICES (SM)

La pression sur le fluide est directement proportionnelle à la surface qui l'a créé.

- Augmentation de la surface utile bras/avant-bras.
- Notion de couche limite.

LA LONGUEUR DES TRAJETS MOTEURS

Le travail d'une force F est directement proportionnel à la longueur du trajet pendant lequel elle s'exerce. ($W=F \times L$). Il faut donc rechercher un travail en amplitude.

LE FACTEUR VITESSE

Les appuis ne peuvent être acquis et conservés que lorsque la vitesse de déplacement des SM va croissante.

- Accélération progressive du mouvement moteur.
- Importance d'une vitesse minimale lors de la prise d'appui au départ du trajet moteur.

LE REGLAGE DE LA CADENCE : RAPPORT FREQUENCE/AMPLITUDE

L'augmentation de la fréquence gestuelle n'engendre pas forcément une augmentation de la vitesse, mais consomme beaucoup d'énergie. Au-delà d'un certain seuil de cadence, les appuis dynamiques sur le fluide ne sont plus efficaces.

- Trouver un réglage optimal entre fréquence et amplitude.

CONTINUITÉ DES ACTIONS MOTRICES

Il est plus difficile de CREER le mouvement que de l'entretenir. Ce principe physique doit être appliqué dans l'analyse des problèmes de coordination bras droit/bras droit et bras/jambes.

ORIENTATION DES SURFACES MOTRICES

L'angle d'attaque des surfaces motrices varie au cours du déplacement des segments afin de favoriser une résultante du système de forces TRAINEE/PORTANCE, orientée.

LA FORME GLOBALE DU TRAJET MOTEUR

Elle doit répondre aux principes suivants (Bernoulli) :

- Trajet non rectiligne favorisant la résultante du système TRAINEE/PORTANCE.
- Immersion des SM pour trouver des couches d'eau non perturbées.